

**DIE GLETSCHER DER SCHWEIZER ALPEN**  
**1977/78 und 1978/79**

**JUBILÄUMSBAND**

**99. und 100. Bericht**

**LES VARIATIONS DES GLACIERS SUISSES**  
**1977/78 et 1978/79**

**VOLUME JUBILAIRE**

**99<sup>e</sup> et 100<sup>e</sup> rapports**

**GLAZIOLOGISCHES JAHRBUCH**

**DER GLETSCHERKOMMISSION**

**der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft/ SNG**

**herausgegeben durch die**

**VERSUCHSANSTALT FÜR WASSERBAU, HYDROLOGIE UND GLAZIOLOGIE/VAW**

**der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich/ ETHZ**

**ANNUAIRE GLACIOLOGIQUE**

**DE LA COMMISSION DES GLACIERS**

**de la Société Helvétique des Sciences Naturelles/ SHSN**

**édité par les**

**LABORATOIRES DE RECHERCHES HYDRAULIQUES, HYDROLOGIQUES**

**ET GLACIOLOGIQUES/VAW**

**de l'Ecole Polytechnique Fédérale à Zurich/ EPFZ**

1986

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  
1977/78 und 1978/79

L E S V A R I A T I O N S D E S G L A C I E R S S U I S S E S  
1977/78 et 1978/79

PETER KASSER, Herrliberg  
MARKUS AELLEN, VAW und GK/SNG  
HANS SIEGENTHALER, Oberlunkhofen

99. und 100. Bericht  
GLAZIOLOGISCHES JAHRBUCH DER GLETSCHERKOMMISSION DER SNG

99e et 100e rapports  
ANNUAIRE GLACIOLOGIQUE DE LA COMMISSION DES GLACIERS DE LA SHSN

1 9 8 6

Publikation mit Unterstützung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft  
(Schweizerische Akademie der Naturwissenschaften)

Publication subventionnée par la Société helvétique des sciences naturelles  
(Académie suisse des sciences naturelles)

Summary and Table of Contents in English see pages 279 to 287

Publikation der Gletscherkommission  
der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft (SNG)

c/o Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW)  
an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich (ETHZ)  
Gloriastrasse 37/39, ETH Zentrum, CH-8092 Zürich

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

c/o Laboratoires de recherches hydrauliques, hydrologiques et glaciologiques (VAW)  
de l'Ecole polytechnique fédérale à Zurich (EPFZ)  
Gloriastrasse 37/39, ETH Zentrum, CH-8092 Zurich

Druck von Stämpfli & Co. AG, Bern 1986

Imprimé par Staempfli & Cie. SA, Berne 1986

© Gletscherkommission der SNG 1986  
Commission des glaciers de la SHSN 1986

## Notiz

Die Gletscherkommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft (SNG) ist im Jahr 1893 gegründet worden. Sie verfolgt die gleichen Ziele wie das Gletscherkollégium, das durch den Schweizerischen Alpenklub (SAC) und die SNG gemeinsam 1869 gebildet und 1892 aufgelöst worden ist.

Reglement der Kommission, Art. 5: Die jährlichen Erhebungen über den Stand und die Veränderungen der Gletscher in den Schweizer Alpen im Sinne einer Landesaufnahme sind die zentrale Aufgabe der Gletscherkommission.

## Notice

La Commission des glaciers de la Société helvétique des sciences naturelles (SHSN) a été constituée en 1893. Elle poursuit les mêmes buts que le Collège glaciaire, fondé en commun par le Club alpin suisse (CAS) et la SHSN en 1869 et dissout en 1892.

Règlement de la Commission, art. 5: Les relevés périodiques sur l'état actuel et sur les variations annuelles des glaciers des Alpes suisses constituent la tâche principale de la Commission des glaciers. Avec ces relevés, la SHSN assume la responsabilité du réseau glaciologique national suisse.

## Gletscherkommission der SNG - Commission des glaciers de la SHSN

Mitglieder - Membres:	seit/depuis:
Hans Röthlisberger, Zürich, Präsident - président	1965
Claude Jaccard, Davos, Vizepräsident - vice-président	1965
Markus Aellen, Zürich, Sekretär und Delegierter für die Gletscherbeobachtungen - secrétaire et délégué aux contrôles glaciaires	1981
Albert Bezinge, Sion	1977
Gian Gensler, Zürich	1984
Bruno Salm, Davos	1981
Bernhard Stauffer, Bern	1984
Peter Wick, Luzern	1984

Die Gletscherkommission ist der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich (ETHZ) zu Dank verpflichtet für die jährliche Durchführung der Erhebungen, Bearbeitung der Ergebnisse und Redaktion der Gletscherberichte seit 1964.

La Commission des glaciers doit sa reconnaissance aux Laboratoires de recherches hydrauliques, hydrologiques et glaciologiques (VAW) de l'Ecole polytechnique fédérale à Zurich (EPFZ) pour l'accomplissement annuel des relevés, de leur dépouillement et de la rédaction des rapports glaciologiques depuis 1964.



## V O R W O R T

Die Berichte Nr. 1 bis 83 sind in französischer Sprache verfasst. Die Berichte Nr. 84 bis 94 sind parallel in je einer deutschen und einer französischen Ausgabe erschienen. Ab Nr. 95 werden die Berichte als glaziologisches Jahrbuch herausgegeben. Dieses enthält bis auf weiteres die Berichte zweier Jahre und beider Sprachen in einem Band. Der vorliegende Band mit dem 99. und 100. Bericht betrifft die Beobachtungsjahre 1977/78 und 1978/79. Wie in den vorangehenden Jahrbüchern sind Tabellen und Abbildungen, die für jedes Jahr einzeln wiedergegeben sind, für das erste Jahr deutsch, für das zweite Jahr französisch beschriftet. Andere Tabellen und Abbildungen sind zweisprachig ausgeführt. Die Bemerkungen zur Längenänderung der einzelnen Gletscher (Tabelle 8) sind in der Regel ausschliesslich in der Originalsprache der Beobachter, d.h. deutsch, französisch oder italienisch wiedergegeben. Die umfangreichen, in früheren Berichten enthaltenen Zahlentabellen mit Klima- und Abflussdaten sind in den glaziologischen Jahrbüchern weggelassen, da diese Informationen in den verschiedenen, in Kapitel 1.1 zitierten Jahrbüchern der zuständigen Organisationen zu finden sind. Weitergeführt werden die Tabellen mit den Summen der positiven Tagesmittel der Lufttemperatur (Tab. 1 und 2), die Angaben über die Winterschneedecke (Tab. 3 und 4, Abb. 5) und die graphischen Darstellungen zur Beschreibung der klimatischen Verhältnisse (Abb. 1-4). Auf die ausführlichen bibliographischen Angaben in einem besonderen "Verzeichnis von Publikationen" wird weiterhin verzichtet. Diese Angaben sind grösstenteils in der "Bibliographia scientiae naturalis Helvetica" der Eidgenössischen Landesbibliothek enthalten. Ein Teil der Texte, Tabellen und Abbildungen des vorliegenden Jahrbuchs ist übernommen aus der Zeitschrift des Schweizerischen Alpenklubs "Die Alpen" (4.Quartal 1979, 55.Jahrgang, und 4.Quartal 1980, 56.Jahrgang).

Die Quellen zur Beschreibung von "Klima und Witterung" der Berichtsjahre (Kap. 1) sind in der zugehörigen Einleitung (Kap. 1.1) genannt.

Die Vermessungsflüge (Tab. 5) werden durch das Bundesamt für Landestopographie (L+T) und die Eidgenössische Vermessungsdirektion (V+D) durchgeführt. An den Vermessungen und luftphotogrammetrischen Auswertungen sind auch das Geodätische Institut der ETH Zürich und private Vermessungsbüros beteiligt (Kap. 2).

Die Institutionen und freien Mitarbeiter, die jährlich die Gletscherenden einmessen (Kap. 3), sind nachstehend aufgeführt mit den von ihnen beobachteten Gletschern. Diese sind durch ihre Nummer im Beobachtungsnetz (Tab. 8) bezeichnet.

### - Kantonale Forstdienste

Bern	52-56 59-65 109	Glarus	79
Graubünden	82-89 92-98 100 102	Obwalden	75 76
Sankt Gallen	81 91	Tessin	103 104 117-120
Uri	66-74	Waadt	44-49
Wallis	7 13 14 18-33 39-42 105		

- Bundesinstitutionen:

Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung, Weissfluhjoch-Davos (EISLF) 115  
Abteilung für Glaziologie der VAW/ETHZ 3-6 8-12 17 78 90 106-108 110 112-114 116

- Kraftwerke:

Mauvoisin (FMM) 37 38 Oberhasli (KWO) 50 51

- individuelle Mitarbeiter:

J.-L.Blanc, Pully	34-36	E.Hodel, Adelboden	111
H.Boss, Zweilütschinen	57 58	P.Mercier, Tolochenaz	1 2 15 43
V.Boss, Grindelwald	57	W.Wild, Glarus	77 80
A.Godenzi, Chur	99 101	R.Zimmermann, Zermatt	16

Die Bildseiten und zugehörigen Legenden (Kap. 4) sind samt den Bildnummern aus den vorerwähnten Quartalsheften der Zeitschrift "Die Alpen" übernommen.

Die Untersuchungen über den Massenhaushalt (Kap. 5) gehören grösstenteils zum wissenschaftlichen Langfristprogramm der VAW/ETHZ. Sachbearbeiter für die Gletscher Gries, Limmern, Plattalva und Silvretta ist H.Siegenthaler, für das Aletschgebiet M.Aellen. Die Angaben für das Rhonegebiet hat P.Kasser zusammengestellt. Die Vermessungen an den Aaregletschern (Kap. 5.4) führt das Vermessungsbüro A.Flotron, Meiringen, aus im Auftrag der Kraftwerke Oberhasli, denen wir die Ergebnisse der jährlichen Beobachtungen verdanken. Neu ins Jahrbuch aufgenommen ist Kapitel 5.5 mit Angaben über den jährlichen Firnzuwachs in einigen Firngebietem (siehe unten).

Die Tabellen und graphischen Darstellungen der Kapitel 1-3 und 5 sind im vorliegenden Jahrbuch mit den folgenden Ergänzungen weitergeführt:

- Tab. 6 und 7: Gliederung nach Abflussgebieten und Gebirgsregionen (S. 74/75).
- Abb. 6 und 7: Getrennte Darstellung der Beobachtungen und ihrer Ergebnisse (S. 76/77).
- Abb. 8: Uebearbeitete Darstellung der bisherigen Angaben (Prozentanteile, Zahl der beobachteten Gletscher) für die Jahre seit 1890/91 und Ergänzung für die Jahre 1879/80-1889/90. Zusätzliche Angaben: mittlere jährliche Längenänderung in Metern und Zahl der gemittelten Messwerte für die hundertjährige Periode 1879/80-1978/79 (S. 78).
- Kap. 5.5: Im neu aufgenommenen Kapitel sind Beobachtungen und Daten zusammengefasst, die bisher in einem besonderen jährlichen Bericht (sog. Firnbericht) von 1914 bis 1920 im Jahrbuch "Ski" und von 1922 bis 1978 in der "Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich" publiziert worden sind. Die 65. und 66. Folge dieser Berichtsreihe erscheinen in neuer Form als Kapitel 5.5 des glaziologischen Jahrbuchs erstmals im vorliegenden Band (S. 140-152).

Der Anhang (Kap. 6), dessen allgemeine Zielsetzungen im Vorwort des 95./96. Berichts formuliert sind, enthält im vorliegenden Jahrbuch die folgenden Beiträge:

- Kapitel 6A: Der Griesgletscher wird seit 1961 untersucht, wobei im Hinblick auf die wasserwirtschaftliche Nutzung des Einzugsgebiets der Aegina in erster Linie sein jährlicher Massenhaushalt und sein Bewegungsverhalten erfasst werden. Hans Siegenthaler, Sachbearbeiter von 1961 bis 1985, fasst die wichtigsten Ergebnisse seiner Untersuchungen zusammen für die Beobachtungsjahre 1961/62 bis 1978/79 und vergleicht die Summe der jährlichen Veränderungen mit den Veränderungen, die anhand der glaziologischen Spezialkarte (s. 3.Umschlagseite) aus den dargestellten Gletscherständen 1961 und 1979 geodätisch ermittelt sind (S. 153-180).
- Kapitel 6B: Die ersten hundert Jahre der systematischen Beobachtung der Gletscherveränderungen in den Schweizer Alpen sind im Ueberblick dargestellt mit einer Zusammenfassung der Hauptergebnisse der jährlichen Erhebungen (S. 181-278).

In Kapitel 6B.1 berichtet Peter Kasser über die Geschichte der Gletscherkommission und ihres Vorläufers, des Gletscherkollegiums von 1869, gestützt auf Sitzungsprotokolle, Jahresberichte, Nekrologe und weitere Unterlagen (s. Kap. 6B.17). Die Kommission wird mit ihrer Zusammensetzung, ihrer zentralen Aufgabe und ihren Beziehungen zu anderen Institutionen im Wandel der Zeit beschrieben (Kap. 6B.11). Die Geschichte ist im Ueberblick für einzelne Zeitepochen dargestellt (Kap. 6B.12). Eine Uebersicht über die Zusammensetzung der Kommission von 1869 bis 1984 zeigt die Mitglieder mit ihren Funktionen (Abb. 26, s. 3.Umschlagseite). Sie ist kommentiert durch Fussnoten mit Kurzbiographien der verstorbenen oder mit knappen Angaben über die anderen Mitglieder (Kap. 6B.13). Zahlreiche Zeittafeln geben - ohne Anspruch auf Vollständigkeit - zusätzliche Informationen, die nach einzelnen, aus dem Inhaltsverzeichnis ersichtlichen Sachgebieten geordnet sind (Kap. 6B.14 und 6B.15).

In Kapitel 6B.2 gibt Markus Aellen einen Ueberblick über die Gletscher, die bei den jährlichen Erhebungen seit 1880 in den Schweizer Alpen erfasst worden sind. Das Messnetz der Kommission umfasst als Auswahl alle während mindestens einer Fünfjahresperiode regelmässig beobachteten Gletscher. Diese Auswahl wird verglichen mit der Gesamtheit der Gletscher der Schweizer Alpen, die im Gletscherinventar von 1973 beschrieben ist.

In Kapitel 6B.3 gibt Markus Aellen einen Ueberblick über die Hauptergebnisse der jährlichen Erhebungen von 1880 bis 1979 mit den Zeitreihen für die Längenänderung der Netzgletscher. Die Zeitreihen sind aus den Gletscherberichten Nr. 1-100 zusammengestellt für die einzelnen Netzgletscher (Tab. 34) und statistisch zusammengefasst für die einzelnen Jahre (Tab. 35). Die statistische Zusammenfassung ist in Abbildung 8 (S. 78) dargestellt.

Als Kapitel 7 sind wie im vorangehenden Jahrbuch kurze Inhaltsangaben der Kapitel 1 bis 6 und ein vollständiges Inhaltsverzeichnis in englischer Sprache angefügt (S. 279-287).

Das Verzeichnis der Beilagen (s. 3.Umschlagseite) ist in deutscher und in französischer Sprache auf Seite 288 zu finden.

## P R E F A C E

Les rapports nos. 1 à 83 ont été publiés uniquement en langue française. Les rapports nos. 84 à 94 ont paru en deux éditions, française et allemande. A partir du no. 95, les rapports sont édités sous forme de l'annuaire glaciologique, qui réunit les rapports de deux années dans un volume bilingue. Le présent volume comprend les 99e et 100e rapports, qui réfèrent aux exercices des années 1977/78 et 1978/79. Les tableaux et les figures, qui se rapportent séparément à l'une ou à l'autre de ces années, sont commentés en allemand pour le premier, en français pour le deuxième exercice. D'autres tableaux ou figures sont bilingues. Les notes explicatives concernant la variation de longueur d'un glacier particulier (tabl. 8) ne sont données, en règle générale, que dans la langue de l'observateur, soit en allemand, en français ou en italien. On a renoncé à publier les tableaux volumineux contenant les données climatologiques et hydrologiques, car ces informations sont faciles à trouver dans les annuaires des institutions compétentes (voir références du chapitre 1.1). On a gardé pourtant les tableaux qui contiennent les moyennes journalières positives de la température de l'air (tabl. 1 et 2) ou les informations sur la couverture neigeuse hivernale (tabl. 3 et 4) ainsi que les figures qui représentent les conditions météorologiques (fig. 1 et 2) ou climatiques (fig. 3 et 4). L'index des publications glaciologiques, donné dans les anciens rapports, n'a pas de suite dans les annuaires, puisque pour la plupart les oeuvres sont citées dans la "Bibliographia scientiae naturalis Helvetica", éditée par la Bibliothèque nationale suisse. Une partie des textes, des tableaux et des illustrations du présent annuaire a été publiée dans la revue trimestrielle du Club alpin suisse "Les Alpes" (4es trim. 1979 et 1980, 55e et 56e années).

Les sources, sur lesquelles se fonde la description des conditions climatiques des années du rapport (chap. 1), sont citées dans l'introduction (chap. 1.1).

Les vols photogrammétriques (tabl. 5) ont été effectués par l'Office fédéral de la topographie (S+T) ou par la Direction fédérale des mensurations cadastrales (D+M). L'institut géodésique de l'EPF Zurich et divers bureaux de géomètres officiels ont participé aux mensurations ou aux restitutions photogrammétriques (chap. 2).

Les institutions et les collaborateurs privés, qui ont effectué les mesures annuelles sur les fronts glaciaires (chap. 3), sont cités ci-après avec les numéros respectifs des glaciers qu'ils observent (cf. tabl. 8).

### - Services forestiers des cantons de

Berne	52-56 59-65 109	Glaris	79
Grisons	82-89 92-98 100 102	Obwald	75 76
Saint Gall	81 91	Tessin	103 104 117-120
Uri	66-74	Vaud	44-49
Valais	7 13 14 18-33 39-42 105		

- Institutions fédérales

Institut fédéral pour l'étude de la neige et des avalanches, Weiss-  
fluhjoch-Davos (IFENA) 115  
Section de glaciologie des VAW/EPFZ 3-6 8-12 17 78 90 106-108 110 112-114 116

- Forces motrices de

Mauvoisin (FMM) 37 38                      l'Oberhasli (KWO) 50 51

- Collaborateurs individuels

J.-L.Blanc, Pully	34-36	E.Hodel, Adelboden	111
H.Boss, Zweilütschinen	57 58	P.Mercier, Tolochenaz	1 2 15 43
V.Boss, Grindelwald	57	W.Wild, Glaris	77 80
A.Godenzi, Coire	99 101	R.Zimmermann, Zermatt	16

Les illustrations photographiques et les légendes y relatives (chap. 4) sont présentées avec leurs numéros, telles qu'elles ont été publiées dans les fascicules cités de la revue "Les Alpes".

Les bilans de masse (chap. 5) sont établis pour la plupart par les VAW/EPFZ et font partie de leurs programmes de recherches scientifiques. H.Siegenthaler est chargé des observations sur les glaciers de Gries, de Limmern, de Plattalva et de Silvretta. M.Aellen est responsable des mesures sur les glaciers d'Aletsch. P.Kasser a récolté les données sur le régime hydrologique du bassin du Rhône. Les mensurations aux glaciers de l'Aar sont effectuées par le bureau A.Flotron, Meiringen, à la demande des forces motrices de l'Oberhasli, auxquelles nous devons les résultats des exercices annuels. Le nouveau chapitre 5.5 informe sur les accumulations annuelles sur quelques névés des Alpes suisses (v. ci-après).

Les tableaux et les figures des chapitres 1-3 et 5 de cet annuaire continuent les séries respectives des volumes précédents avec les modifications suivantes:

- tabl. 6 et 7: Classements complémentaires selon bassins versants et régions orographiques (p. 74/75).
- fig. 6 et 7: Représentation particulière des observations annuelles et de leurs résultats (p. 76/77).
- fig. 8: Nombre de glaciers observés et pourcentages révisés pour la période 1890/91-1978/79 et complétés pour les années 1879/80-1889/90, indication de la variation moyenne de longueur en mètres et du nombre de valeurs comprises dans cette moyenne pour les cent années de 1879/80-1978/79 (p. 78).
- chap. 5.5: Ce nouveau chapitre de l'annuaire résume des observations et des données publiées autrefois dans des rapports annuels particuliers (dits Firnberichte), qui ont paru, de 1914 à 1920, dans l'annuaire "Ski" et, de 1922 à 1978, dans la revue trimestrielle "Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich". Les 65e et 66e rapports de cette série paraissent sous forme du chapitre 5.5 du présent volume de l'annuaire glaciologique (p. 140-152).

Dans cette issue de l'annuaire, l'annexe (chap. 6), dont le but général est défini dans la préface des 95e et 96e rapports, comprend les contributions suivantes:

- Chapitre 6A: Par les observations glaciologiques, commencées en 1961, les variations annuelles du bilan de masse et de la vitesse du mouvement du glacier de Gries sont déterminées en vue de l'exploitation hydroélectrique des eaux du bassin versant de l'Aegina. Hans Siegenthaler, chargé de ces travaux de 1961 à 1985, résume les résultats principaux des exercices annuels 1961/62-1978/79 et les compare aux variations, qui ont été déterminées à partir de la carte glaciologique (v. 3e p. de couverture), restituée d'après les levés aéro-photogrammétriques des années 1961 et 1979 (p. 153-180).
- Chapitre 6B: Les auteurs P.Kasser et M.Aellen passent en revue les premiers cent ans des observations systématiques sur les variations des glaciers des Alpes suisses (p. 181-278).

Dans son précis (chap. 6B.1), puisé des protocoles de séance, des rapports annuels sur les activités, des nécrologies ou d'autres sources, Peter Kasser résume l'histoire de la Commission des glaciers et de son prédécesseur, le Collège glaciaire de 1869. La Commission est décrite dans son évolution au cours des temps, sous les aspects de sa composition, de sa tâche centrale et de ses relations avec d'autres institutions (chap. 6B.11). Un abrégé chronologique discerne les époques particulières de l'histoire de la Commission (chap. 6B.12). Un tableau synoptique présente les membres de la Commission avec les fonctions qu'ils ont revêtu dans celle-ci (fig. 26, v. 3e p. de couverture). Il est commenté par des notes biographiques (chap. 6B.13). Des informations supplémentaires sur d'autres objectifs (cf. table des matières) sont données dans des tables chronologiques - sans vouloir prétendre qu'elles soient complètes (chap. 6B.14 et 6B.15).

Dans le chapitre 6B.2, Markus Aellen fait l'inventaire des glaciers observés. Par le triage selon la durée et la régularité des observations, les glaciers du réseau d'observations sont discernés. Ils sont décrits par quelques paramètres morphologiques et comparés avec la totalité des glaciers, qui ont été recensés dans l'inventaire des glaciers suisses, dressé en 1973 (p. 239-259).

Dans le chapitre 6B.3, Markus Aellen a compilé les résultats des observations sur la variation de longueur, obtenus sur les glaciers du réseau et publiés dans les rapports nos. 1 (1880) à 100 (1978/79). Les séries d'observations sont reportées pour les glaciers particuliers du réseau et résumés pour les années particulières de la période centenaire. Les données principales de ce résumé sont représentées dans la figure 8 (p. 78).

Le présent volume se termine - comme le précédent - par le chapitre 7, qui contient les résumés des chapitres 1-6 et la table des matières en langue anglaise (p. 279-287).

Une liste des annexes contenues dans la poche de la 3e page de couverture est donnée, en français et en allemand, à la page 288.

# I N H A L T

Kapitel		Seite
	Inhaltsverzeichnis	11
1	KLIMA UND WITTERUNG	21
1.1	EINLEITUNG	21
1.2	DAS JAHR 1977/78	23
1.3	DAS JAHR 1978/79	24
	Tabellen 1 und 2. Summe der positiven Tagesmittel der Lufttemperatur in den Monaten April bis Oktober	
	a) absolute Werte, b) relative Werte bezüglich Mittel 1959/79	
	Tab. 1: im Jahr 1978	34
	Tab. 2: im Jahr 1979	35
	Abbildungen 1 und 2. Tagesmittel der Lufttemperatur, tägliche Niederschlagsmenge und Höhenlage der Nullgradisotherme	
	Abb. 1: im Jahr 1977/78	36
	Abb. 2: im Jahr 1978/79	38
	Abbildungen 3 und 4. Niederschlag, Lufttemperatur, Sonnenscheindauer und Abfluss, bezogen auf Mittelwerte der Periode 1931/60, für Monate, Winter, Sommer und hydrologisches Jahr	
	Abb. 3: 1977/78	40
	Abb. 4: 1978/79	42
1.4	DATEN UEBER DIE WINTERSCHNEEDECKE	44
	Bemerkungen zu den Schneemessstationen	44
	Abbildung 5. Schneemessstationen	45
	Tabelle 3. Daten über die Schneedecke im Winter 1977/78	46
	Tabelle 4. Daten über die Schneedecke im Winter 1978/79	47
2	GLETSCHERCHRONIK	48
2.1	TAETIGKEIT UND BESONDERE EREIGNISSE IM JAHRE 1977/78	48
2.2	TAETIGKEIT UND BESONDERE EREIGNISSE IM JAHRE 1978/79	51
	Tabelle 5. Vermessungsflüge in den Jahren 1978 und 1979	63
3	LAGEAENDERUNG DER GLETSCHERENDEN	68
3.1	DAS JAHR 1977/78	68
3.2	DAS JAHR 1978/79	70
	Tabellen 6 und 7. Lageänderung der Gletscherenden - Zusammenfassungen für die	
	a) Abflussgebiete, b) Gebirgsregionen der Schweizer Alpen	
	Tab. 6: im Jahr 1977/78	74
	Tab. 7: im Jahr 1978/79	75
	Abbildungen 6 und 7. Die Gletscher der Schweizer Alpen - Beobachtungsnetz	
	a) Beobachtungen, b) Lageänderung der Zungenenden	
	Abb. 6: im Jahr 1978	76
	Abb. 7: im Jahr 1979	77
	Abbildung 8. Lageänderung der Gletscherenden in den Schweizer Alpen - Hauptergebnisse der Jahre 1879/80 bis 1978/79	78
	a) Grösse der jährlichen Stichproben	
	b) Prozentanteile der wachsenden und der schwindenden Gletscher	
	c) Mittlere Längenänderung in Metern	
	Tabelle 8. Lageänderung der Gletscherenden 1977/78 und 1978/79 (Bemerkungen zu einzelnen Gletschern: S. 83-101)	79
4	BILDTEIL	102
4.1	BILDFOLGE DES 99.BERICHTS - LEGENDEN DER BILDТАFELN I-IV	102

	Seite
Tafeln I-IV, Bilder 107-112:	
Märjelensee am Grossen Aletschgletscher 1976	(Bild-Nr.) (107)
Fieschergletscher 1968, 1849 und 1850	(108-110)
Märjelensee am Grossen Aletschgletscher 1850 und 1977	(111 112)
4.2 BILDFOLGE DES 100.BERICHTS - LEGENDE DER BILDTAFELN V-VIII	106
Tafeln V-VIII, Bilder 107-114:	
Gornergletscher anfangs des 20.Jahrhunderts	(107)
F.A.Forel am Rhonegletscher 1899	(108)
Gornerseen im Sommer 1979	(109-113)
Giessengletscher (Jungfrau) im Herbst 1979	(114)
5 MASSENHAUSHALT	110
5.1 EINLEITUNG	110
5.2 ERGEBNISSE DES HAUSHALTSJAHRES 1977/78	112
5.3 ERGEBNISSE DES HAUSHALTSJAHRES 1978/79	113
Tabelle 9. Massenänderung einiger Gletscher in den Jahren 1976/77-1978/79	118
Tabelle 10. Hydrologische Bilanzen einiger vergletscherter Einzugsgebiete in den Jahren 1976/77 bis 1978/79	
a) Aegina (Griesgletscher)	119
b) Massa (Aletschgletscher)	120
c) Rhone, oberhalb des Genfersees	120
Tabelle 11. Einzugsgebiet Massa/Blatten bei Naters (Aletschgletscher) - Hy- drologische Bilanzen 1977/78 und 1978/79 für	
a) kalendermässige Haushaltsperioden	121
b) klimatische Haushaltsperioden	123
Abbildung 9. Einzugsgebiet Massa/Blatten bei Naters (Aletschgletscher) - Hy- drologische Tagesbilanzen 1977/78 und 1978/79	
a) Tageswerte von Niederschlag, Abfluss und Reservenänderung	124
b) Monats- und Jahresgang der Reservenänderung	124
Abbildung 10. Einzugsgebiet Rhone/Porte du Scex - Jahresgang der Reserven- änderung 1977/78 und 1978/79, mit Vergleichswerten 1955/80	125
Tabellen 12 und 13. Einzugsgebiet Rhone/Porte du Scex - Hydrologische Bilan- zen für Monate, Winter, Sommer und hydrologisches Jahr	
Tab. 12: 1977/78	126
Tab. 13: 1978/79	127
Abbildungen 11 bis 16. Massenbilanzen 1977/78 und 1978/79 - Zonen gleicher Massenänderung	
Abb. 11 und 12: Griesgletscher (Aegina)	128,129
Abb. 13 und 14: Limmern- und Plattalvagletscher	130,131
Abb. 15 und 16: Silvrettagletscher	132,133
Tabellen 14 bis 16. Massenänderungen 1977/78 und 1978/79 in Höhenstufen	
Tab. 14: Griesgletscher (Aegina)	134
Tab. 15: a) Limmern-, b) Plattalvagletscher	135
Tab. 16: Silvrettagletscher	136
5.4 MESSUNGEN AN DEN AAREGLETSCHERN	137
Einleitung	137
Abbildung 17. Aaregletscher - Lage der Querprofile	137
Tabelle 17. Die Aaregletscher im Jahre 1977/78 - Hauptergebnisse	138
Tabelle 18. Die Aaregletscher im Jahre 1978/79 - Hauptergebnisse	139
5.5 DER FIRNZUWACHS IN EINIGEN FIRNGEBIETEN	140
5.51 Einleitung	140
5.52 Clariden	142

	Seite
Tabellen 19 und 20. Claridenfirn - Hauptergebnisse 1977/78 und 1978/79	
a) Winterschneedecke, jährlicher Firnzuwachs, Dickenänderung und Horizontalbewegung an den Messstellen auf dem Gletscher	
b) Saison- und Jahresniederschlag in Totalisatoren und an Vergleichsstationen mit täglicher Niederschlagsmessung	
Tab. 19: im Jahre 1977/78	144
Tab. 20: im Jahre 1978/79	145
5.53 Silvretta und Engadin	146
Tabelle 21. Silvrettagletscher - Winterschneedecke und jährlicher Firnzuwachs 1977/78 und 1978/79	148
Tabelle 22. Berninagebiet - Höhenänderung der Firnoberfläche und jährlicher Firnzuwachs 1977/78 und 1978/79	148
5.54 Jungfraufirn (Grosser Aletschgletscher)	149
Tabellen 23 und 24. Jungfraufirn - Winterschneedecke, jährlicher Firnzuwachs, Dickenänderung und Horizontalbewegung bei den Firnpegeln	
Tab. 23: im Jahre 1977/78	150
Tab. 24: im Jahre 1978/79	150
5.55 Kurzfassung des Kapitels 5.5 in französischer Sprache	151
6 ANHANG: LANGJAEHRIGE MESSREIHEN	153
6A GRIESGLETSCHER (WALLIS) - GLAZIOLOGISCHE BEOBACHTUNGEN 1961-1979	153
Hans Siegenthaler	
6A.1 Einleitung	153
6A.2 Veränderungen des Griesgletschers	155
Tabelle 25. Lageänderung des Gletscherendes, von 1847 bis 1979	157
Tabelle 26. Flächen-, Volumen- und Dickenänderungen in Höhenstufen, nach topographischen Aufnahmen 1923, 1961 und 1979	158
Abbildung 18. Lagen des Zungenendes von 1847 bis 1979, nach topographischen Aufnahmen	159
Abbildung 19. Fläche und Dickenänderung in Höhenstufen, nach topographischen Aufnahmen 1923, 1961 und 1979	
a) Flächen und hypsographische Kurven 1923, 1961 und 1979	160
b) Dickenänderungen 1923/61 und 1961/79	160
Abbildung 20. Höhenänderung der Gletscheroberfläche 1961/79	161
6A.3 Massenänderung des Gletschers und Wasserhaushalt des Einzugsgebiets Griessee	162
Tabelle 27. Griesgletscher - Jährliche Massenänderung und Höhe der Gleichgewichtslinie, von 1961/62 bis 1978/79	165
Tabelle 28. Griesgletscher - Jährliche Massenänderung in Höhenstufen, mit Angaben über den Einfluss des Stausees	
a) 1961/62-1965/66	166
b) 1966/67-1972/73	167
c) 1973/74-1978/79	168
Tabelle 29. Einzugsgebiet Griessee - Hydrologische Bilanzen 1961/62-1978/79	169
Abbildung 21. Griesgletscher - Zonen gleicher Massenänderung in Jahren mit ausgeglichenem oder extrem unausgeglichenem Haushalt	170
Abbildung 22. Griesgletscher - Schneehöhen im Längs- und im Querprofil, am 27.-29. April 1962	171
6A.4 Bewegungsmessungen und weitere Untersuchungen	172
Abbildung 23. Griesgletscher - Horizontalbewegung und Dickenänderung, von 1961 bis 1979, a) im Nährgebiet, b) im Zehrgebiet	174
Abbildung 24. Stausee Gries - Stauhöhen und Wassertemperaturen im Sommer 1966	175

	Seite	
6A.5	Glaziologische Spezialkarte des Griesgletschers	176
	Abbildung 25. Griesgletscher - Luftbild vom 10. September 1962	3.Umschlagseite
	Kartenbeilage: Griesgletscher 1:10 000 - Aufnahmen 1961 und 1979	3.Umschlagseite
6A.6	Literaturhinweise	177
6A.7	Kurzfassung des Kapitels 6A in französischer Sprache	178
6B	HUNDERT JAHRE SCHWEIZER GLETSCHERBERICHTE	181
6B.1	Notizen zur Geschichte des Gletscherkollegiums SAC/SNG von 1869 bis 1893 und der Gletscherkommission SNG von 1893 bis 1984	181
	Peter Kasser	
6B.11	Die Kommission im Wandel der Zeit	181
11.1	Die Zusammensetzung der Kommission	181
11.2	Die dauernde Aufgabe - Erhebungen über den Stand und die Veränderungen der Schweizer Gletscher	185
11.3	Die Verbindungen mit anderen Institutionen	187
6B.12	Die Geschichte im Ueberblick	189
12.1	Das Gletscherkollegium von 1869 bis 1893	189
12.2	Die Gletscherkommission von 1893 bis 1984	189
	a) 1893 bis 1916 - Der Abschluss des Rhonegletscherwerks	189
	b) 1916 bis 1928 - Die Vorstossperiode	189
	c) 1928 bis 1950 - Die seismischen Sondierungen	190
	d) 1950 bis 1964 - Ausbau der Wasserkraftwerke und Geophysikalisches Jahr	190
	e) 1964 bis 1984 - Gefährliche Gletscher, Hydrologisches Dezennium und internationale Zusammenarbeit	190
6B.13	Die Mitglieder der Kommission von 1869 bis 1984	192
	Abbildung 26. Gletscherkollegium SAC/SNG 1869-1893 und Gletscherkommission SNG 1893-1984	3.Umschlagseite
6B.14	Zeittabelle für das Gletscherkollegium von 1869 bis 1893	199
6B.15	Zeittabellen für die Gletscherkommission von 1893 bis 1984	201
15.1	Gründung und Aufgaben	201
15.2	Beobachtungen über Stand und Veränderungen der Gletscher	202
	a) Vorbemerkungen	202
	b) Längenänderungen	202
	c) Massen- und Volumenänderungen	204
	d) Inventare, insbesondere der Gletscherflächen	205
15.3	Messung der Gletscherdicke	206
15.4	Gefährliche Gletscher	208
	a) Die Jahre von 1893 bis 1963	208
	b) Sicherheit von Stauanlagen	209
	c) Der Gletschersturz von Mattmark und seine Auswirkungen	209
	d) Die Arbeitsgruppe für Gefährliche Gletscher	209
15.5	Naturschutz	210
15.6	Langfristige Programme an einzelnen Gletschern	212
	a) Rhonegletscher	212
	b) Aletschgletscher	214
15.7	Neuordnung der Tätigkeit der Gletscherkommission von 1916 bis 1918	217
15.8	Beobachtungen an vorstossenden Gletschern von 1916 bis 1928	218
15.9	Verschiedenes	219
15.10	Internationale Zusammenarbeit	220
	a) Die Berichte der Internationalen Gletscherkommission, 1894 bis 1960	220
	b) Die Entwicklung eines permanenten Dienstes zur Beobachtung der Gletscher- veränderungen auf der Erde, 1960 bis 1983	220

	Seite	
6B.15.10	c) Bestandesaufnahme der perennierenden Schnee- und Eismassen auf der Erde, 1955 bis 1983	221
	d) Expeditionen im Ausland, 1909 bis 1984	222
	e) Exkursionen für ausländische Gäste in der Schweiz, 1899 bis 1982	224
	f) Beziehungen zu internationalen Organisationen und Nachbarländern	225
15.11	Information	226
6B.16	Definition der Abkürzungen	227
6B.17	Dokumente und Literaturhinweise	230
	Dokumente	230
	Literaturhinweise	231
6B.2	Das Beobachtungsnetz der Gletscherkommission Markus Aellen	239
6B.21	Einleitung	239
	Tabelle 30. Dauer der Beobachtungen an den Gletscherzungen	243
	Tabelle 31. Zahl und Fläche der Gletscher im Beobachtungsnetz und in der Gesamtheit der Schweizer Alpen im Jahr 1973	
	a) Verteilung auf Grössenklassen	244
	b) Verteilung auf Gebirgsregionen und Abflussgebiete	245
	Abbildungen 27 und 28. Zahl und Fläche der Gletscher im Beobachtungsnetz und in der Gesamtheit im Jahr 1973 - Verteilung auf Grössenklassen	
	a) Anzahl Gletscher, b) Gletscherfläche pro Grössenklasse	
	Abb. 27: Gesamtheit der Schweizer Alpen	246
	Abb. 28: Gesamtheit der einzelnen Abflussgebiete	247
6B.22	Das aktuelle Beobachtungsnetz	248
	Tabelle 32. Die Gletscher des aktuellen Beobachtungsnetzes - Morphologische Parameter und Beginn der Zungenbeobachtungen	250
6B.23	Zeitweilig vor 1956 im Beobachtungsnetz erfasste Gletscher	253
	Tabelle 33. Zeitweilig vor 1956 im Messnetz erfasste Gletscher - Morphologische Parameter und Beobachtungsperiode	255
	Abbildung 29. Zeitweilig vor 1956 im Beobachtungsnetz erfasste Gletscher	257
6B.24	Sporadisch ausserhalb des Messnetzes beobachtete Gletscher	258
	Abbildung 30. Sporadisch ausserhalb des Messnetzes beobachtete Gletscher	257
6B.25	Literaturhinweise	259
6B.3	Jährliche Längenänderung der Gletscher von 1879/80 bis 1978/79 Markus Aellen	260
6B.31	Einleitung	260
6B.32	Ergebnisse der Beobachtungen am Messnetz	261
	Tabelle 34. Jährliche Längenänderung der Gletscher in den Schweizer Alpen von 1879/80 bis 1978/79	264
	Tabelle 35. Jährliche Längenänderung der Gletscher in den Schweizer Alpen von 1879/80 bis 1978/79 - Statistische Zusammenfassung	274
6B.33	Literaturhinweise	276
6B.4	Zusammenfassung des Kapitels 6B in französischer Sprache	277
7	ZUSAMMENFASSUNG DER KAPITEL 1 bis 6 in englischer Sprache	279
	Inhaltsverzeichnis in englischer Sprache	283
	Verzeichnis der Beilagen	288

T A B L E   D E S   M A T I E R E S

		page
	Table des matières	16
1	CONDITIONS CLIMATIQUES	27
1.1	INTRODUCTION	27
1.2	L'ANNEE 1977/78	29
1.3	L'ANNEE 1978/79	31
	Tableaux 1 et 2. Somme des moyennes journalières positives de la température de l'air, mois d'avril à octobre	
	a) Valeurs absolues, b) Valeurs relatives aux moyennes 1959/79	
	Tabl. 1: en 1978	34
	Tabl. 2: en 1979	35
	Figures 1 et 2. Température moyenne journalière de l'air, somme journalière des précipitations et altitude de l'isotherme zéro degré	
	Fig. 1: en 1977/78	36
	Fig. 2: en 1978/79	38
	Figures 3 et 4. Précipitations, température de l'air, durée d'insolation et écoulement - Valeurs mensuelles, saisonnières et annuelles, relatives aux moyennes de la période 1931/60	
	Fig. 3: en 1977/78	40
	Fig. 4: en 1978/79	42
1.4	DONNEES NIVOLOGIQUES	44
	Remarques concernant les stations nivométriques	44
	Figure 5. Stations nivométriques	45
	Tableau 3. Enneigement de l'hiver 1977/78	46
	Tableau 4. Enneigement de l'hiver 1978/79	47
2	CHRONIQUE DES GLACIERS	55
2.1	ACTIVITE ET EVENEMENTS PARTICULIERS EN 1977/78	55
2.2	ACTIVITE ET EVENEMENTS PARTICULIERS EN 1978/79	58
	Tableau 5. Vols photogrammétriques des années 1978 et 1979	63
3	VARIATIONS DES FRONTS GLACIAIRES	71
3.1	VARIATIONS EN 1977/78	71
3.2	VARIATIONS EN 1978/79	73
	Tableaux 6 et 7. Variation de longueur des glaciers - Récapitulations pour	
	a) bassins versants, b) régions orographiques des Alpes suisses	
	Tabl. 6: en 1977/78	74
	Tabl. 7: en 1978/79	75
	Figures 6 et 7. Les glaciers des Alpes suisses - Réseau d'observations	
	a) Observations, b) variations des fronts glaciaires	
	Fig. 6: en 1978	76
	Fig. 7: en 1979	77
	Figure 8. Variations des fronts glaciaires dans les Alpes suisses - Résultats principaux des années 1879/80 à 1978/79	78
	a) Taille des échantillons annuels	
	b) Pourcentages des glaciers en crue et des glaciers en décrue	
	c) Variation moyenne de longueur, en mètres	
	Tableau 8. Variations des fronts glaciaires en 1977/78 et en 1978/79	79
	(Remarques concernant les glaciers particuliers: p. 83-101)	
4	ILLUSTRATIONS PHOTOGRAPHIQUES	104
4.1	ILLUSTRATIONS DU 99e RAPPORT - LEGENDES DES PLANCHES I-IV	104

	page
Planches I-IV, photos 107-112:	(photo no.)
Lac de Märjelen (glacier d'Aletsch) en 1976	(107)
Glacier de Fiesch en 1968, 1849 et 1850	(108-110)
Lac de Märjelen (glacier d'Aletsch) en 1850 et 1977	(111 112)
4.2 ILLUSTRATIONS DU 100e RAPPORT - LEGENDES DES PLANCHES V-VIII	108
Planches V-VIII, photos 107-114:	
Glacier de Gorner au début du XXe siècle	(107)
F.A.Forel au glacier du Rhône, en 1899	(108)
Lacs du Gorner en été 1979	(109-113)
Glacier de Giessen (Jungfrau) en automne 1979	(114)
5 BILANS DE MASSE	114
5.1 INTRODUCTION	114
5.2 ANNEE DE BILAN 1977/78	116
5.3 ANNEE DE BILAN 1978/79	117
Tableau 9. Bilans annuels de masse de quelques glaciers, de 1976/77 à 1978/79	118
Tableau 10. Bilans hydrologiques de quelques bassins versants englacés, de 1976/77 à 1978/79	
a) Bassin de l'Aegina (glacier de Gries)	119
b) Bassin de la Massa (glaciers d'Aletsch)	120
c) Bassin du Rhône, en amont du Léman	120
Tableau 11. Bassin versant de la Massa/Blatten bei Naters (glaciers d'Aletsch) - Bilans hydrologiques 1977/78 et 1978/79, établis pour	
a) périodes du calendrier	121
b) périodes climatiques	123
Figure 9. Bassin versant de la Massa/Blatten bei Naters (glaciers d'Aletsch) Bilans hydrologiques quotidiens, en 1977/78 et 1978/79	
a) Précipitations, débits et variation des réserves quotidien(nes)	124
b) Evolutions mensuelles et annuelles des réserves en eau	124
Figure 10. Bassin versant du Rhône/Porte du Scex - Evolution des réserves en eau, en 1977/78 et 1978/79, comparée aux valeurs moyennes, déviations standard et valeurs extrêmes de la période 1955/56-1979/80	125
Tableaux 12 et 13. Bassin du Rhône/Porte du Scex - Bilan hydrologiques pour mois, hiver, été et année hydrologique	
Tabl. 12: 1977/78	126
Tabl. 13: 1978/79	127
Figures 11 à 16. Bilans de masse 1977/78 et 1978/79 - Zones d'égal bilan spécifique	
Fig. 11 et 12: Glacier de Gries (Aegina)	128,129
Fig. 13 et 14: Glaciers de Limmern et de Plattalva	130,131
Fig. 15 et 16: Glacier de Silvretta	132,133
Tableaux 14 à 16. Bilans de masse 1977/78 et 1978/79, par échelons d'altitude	
Tabl. 14: Glacier de Gries (Aegina)	134
Tabl. 15: a) Glacier de Limmern, b) Glacier de Plattalva	135
Tabl. 16: Glacier de Silvretta	136
5.4 MENSURATIONS AUX GLACIERS DE L'AAR	137
Introduction	137
Figure 17. Glaciers de l'Aar - Situation des profils transversaux	137
Tableau 17. Glaciers de l'Aar en 1977/78 - Résultats principaux	138
Tableau 18. Glaciers de l'Aar en 1978/79 - Résultats principaux	139
5.5 ACCUMULATION NIVALE SUR QUELQUES GLACIERS	140
5.51 Introduction	140
5.52 Clariden	142

	page
Tableaux 19 et 20. Glacier de Clariden - Résultats principaux	
a) Accumulations nettes hivernale et annuelle, variations de l'épaisseur et mouvement horizontal du glacier	
b) Précipitations saisonnières et annuelle observées aux totalisateurs et aux stations pluviométriques voisines	
Tabl. 19: en 1977/78	144
Tabl. 20: en 1978/79	145
5.53 Silvretta et Engadine	146
Tableau 21. Glacier de Silvretta - Accumulations nettes hivernale et annuelle en 1977/78 et 1978/79	148
Tableau 22. Massif de la Bernina - Variation du niveau de la surface glaciaire et accumulation nette en 1977/78 et 1978/79	148
5.54 Jungfraufirn (Grand glacier d'Aletsch)	149
Tableaux 23 et 24. Jungfraufirn - Accumulations nettes hivernale et annuelle, variation de l'épaisseur et mouvement horizontal du glacier	
Tabl. 23: en 1977/78	150
Tabl. 24: en 1978/79	150
5.55 Aperçu du chapitre 5.5 en français	151
6 ANNEXE: SERIES D'OBSERVATIONS MULTIANNUELLES	153
6A GLACIER DE GRIES (VALAIS) - OBSERVATIONS GLACIOLOGIQUES 1961-1979	153
Hans Siegenthaler	
6A.1 Introduction	153
6A.2 Variations du glacier de Gries	155
Tableau 25. Variations du front glaciaire, de 1847 à 1979	157
Tableau 26. Variations de la surface, du volume et de l'épaisseur, par échelons d'altitude, selon levés topographiques en 1923, 1961 et 1979	158
Figure 18. Positions du front glaciaire lors des levés topographiques, de 1847 à 1979	159
Figure 19. Surfaces et variation de l'épaisseur par échelons d'altitude, selon les levés topographiques en 1923, 1961 et 1979	
a) Surfaces et courbes hypsographiques en 1923, 1961 et 1979	160
b) Variations de l'épaisseur 1923/61 et 1961/79	160
Figure 20. Variation du niveau de la surface glaciaire, de 1961 à 1979	161
6A.3 Bilan de masse du glacier et bilan hydrologique du bassin versant	162
Tableau 27. Glacier de Gries - Bilan de masse annuel et altitude de la ligne d'équilibre, de 1961/62 à 1978/79	165
Tableau 28. Glacier de Gries - Bilans de masse annuels par échelons d'altitude, avec indications sur l'influence du lac artificiel	
a) 1961/62-1965/66	166
b) 1966/67-1972/73	167
c) 1973/74-1978/79	168
Tableau 29. Bassin versant de l'Aegina - Bilans hydrologiques 1961/62-1978/79	169
Figure 21. Glacier de Gries - Zones d'égal bilan spécifique dans des années à bilan équilibré ou extrêmement déséquilibré	170
Figure 22. Glacier de Gries - Hauteurs de neige dans les profils longitudinal et transversal, les 27-29 avril 1962	171
6A.4 Mesures sur le mouvement glaciaire et autres observations	172
Figure 23. Glacier de Gries - Mouvement horizontal et variation de l'épaisseur de 1961 à 1979 dans les zones a) d'accumulation, b) d'ablation	174
Figure 24. Lac de Gries - Niveaux de retenue et températures de l'eau durant l'été 1966	175

	page	
6A.5	Carte glaciologique du glacier de Gries	176
	Figure 25. Glacier de Gries - Vue aérienne le 10 septembre 1962 3e p. de couverture	
	Carte spéciale: Glacier de Gries 1:10 000 - Relevés 1961 et 1979 3e p. de couverture	
6A.6	Références de publications	177
6A.7	Aperçu du chapitre 6A en français	178
6B	CENTENAIRE DES RAPPORTS SUR LES VARIATIONS DES GLACIERS SUISSES	181
6B.1	Aperçu historique. Notices sur le Collège glaciaire CAS/SHSN de 1869 à 1893 et la Commission des glaciers SHSN de 1893 à 1984 Peter Kasser	181
6B.11	La Commission et son évolution au cours des temps	181
11.1	La constitution de la commission	181
11.2	La tâche permanente - Levés sur l'état et sur les variations des glaciers suisses	185
11.3	Les relations avec d'autres organisations	187
6B.12	Abrégé de l'histoire de la Commission	189
12.1	Le Collège glaciaire de 1869 à 1893	189
12.2	La Commission des glaciers de 1893 à 1984	189
	a) 1893 à 1916 - L'accomplissement des mensurations au glacier du Rhône	189
	b) 1916 à 1928 - La période des crues glaciaires	189
	c) 1928 à 1950 - Les sondages sismiques	190
	d) 1950 à 1964 - Aménagements hydro-électriques et Année géophysique	190
	e) 1964 à 1984 - Glaciers dangereux, Décennie hydrologique et collaboration internationale	190
6B.13	Les membres de la Commission, de 1869 à 1984	192
	Figure 26. Collège glaciaire CAS/SHSN 1869-1893 et Commission des glaciers SHSN 1893-1984 3e p. de couverture	
6B.14	Tableau chronologique 1869-1893: Histoire du Collège glaciaire	199
6B.15	Tableaux chronologiques 1893-1984: Activités de la Commission des glaciers	201
15.1	Fondation et tâches	201
15.2	Observations sur l'état et les variations des glaciers	202
	a) Avant-propos	202
	b) Variations de longueur	202
	c) Variations de masse et de volume	204
	d) Inventaires, en particulier des surfaces englacées	205
15.3	Sondages de profondeur sur les glaciers	206
15.4	Glaciers dangereux	208
	a) L'époque de 1893 à 1963	208
	b) Sécurité des bassins de retenue	209
	c) L'éboulement glaciaire à Mattmark et ses conséquences	209
	d) Le groupe de travail pour les dangers glaciaires	209
15.5	Protection de la nature	210
15.6	Programmes de recherches à longue échéance	212
	a) Glacier du Rhône	212
	b) Glaciers d'Aletsch	214
15.7	Réorganisation des activités de la Commission, de 1916 à 1918	217
15.8	Observations sur les glaciers en crue, de 1916 à 1928	218
15.9	Autres observations	219
15.10	Collaboration internationale	220
	a) Les rapports de la Commission internationale des glaciers, de 1894 à 1960	220
	b) Le développement d'un service permanent pour l'observation des fluctuations glaciaires sur le globe terrestre, de 1960 à 1983	220

	page	
6B.15.10	c) Inventaires mondiaux des neiges et des glaces pérennes, de 1955 à 1983	221
	d) Expéditions à l'étranger	222
	e) Excursions de groupes glaciologiques étrangers en Suisse	224
	f) Relations avec les organisations internationales et les glaciologues des pays voisins	225
15.11	Information du public	226
6B.16	Liste des abréviations	227
6B.17	Documents et références de publications	230
	Documents consultés	230
	Références de publications	231
6B.2	Le réseau d'observations de la Commission des glaciers Markus Aellen	239
6B.21	Introduction	239
	Tableau 30. Durée des observations sur les fronts glaciaires	243
	Tableau 31. Nombres et surfaces des glaciers du réseau d'observations et de l'ensemble des Alpes suisses, en 1973	
	a) Répartitions par classes de taille	244
	b) Répartitions par régions orographiques et bassins versants	245
	Figures 27 et 28. Nombres et surfaces des glaciers du réseau d'observations et des ensembles respectifs, en 1973 - Répartitions par classes de taille a) du nombre de glaciers, b) de la surface englacée	
	Fig. 27: de l'ensemble total des Alpes suisses	246
	Fig. 28: des ensembles partiels des bassins versants	247
6B.22	Le réseau d'observations actuel	248
	Tableau 32. Les glaciers du réseau d'observations actuel - Paramètres mor- phologiques et début de l'observation du front glaciaire	250
6B.23	Les glaciers du réseau observés temporairement avant 1956	253
	Tableau 33. Les glaciers du réseau observés temporairement avant 1956 - Para- mètres morphologiques et période d'observations	255
	Figure 29. Les glaciers du réseau observés temporairement avant 1956	257
6B.24	Glaciers observés sporadiquement hors du réseau	258
	Figure 30. Glaciers observés sporadiquement hors du réseau	257
6B.25	Références de publications	259
6B.3	Variation annuelle en longueur des glaciers, de 1879/80 à 1978/79 Markus Aellen	260
6B.31	Introduction	260
6B.32	Données récoltées sur le réseau d'observations	261
	Tableau 34. Variation annuelle en longueur des glaciers des Alpes suisses, de 1879/80 à 1978/79	264
	Tableau 35. Variation annuelle en longueur des glaciers des Alpes suisses, de 1879/80 à 1978/79 - Récapitulation statistique	274
6B.33	Références de publications	276
6B.4	Aperçu du chapitre 6B en français	277
7	RESUMES DES CHAPITRES 1-6 en anglais	279
	Table des matières en anglais	283
	Liste des documents annexés	288

# 1. K L I M A   U N D   W I T T E R U N G

## 1.1 EINLEITUNG

Die Abbildungen 1 und 2 auf den Seiten 36 bis 39 zeigen den Witterungsverlauf in den Berichtsjahren an einigen ausgewählten Stationen, für welche die Tageswerte der Temperaturen und der Niederschlagsmengen eingezeichnet sind, zusammen mit der Höhenlage der Nullgradisotherme über Payerne. Für die Stationen Zürich SMA, Locarno-Monti und Jungfrauoch sind die aktuellen Temperaturtagesmittel (1) und die langjährigen Mittelwerte für die betreffenden Tage aufgetragen, wobei die Unregelmässigkeiten dieser langjährigen Mittelwertskurven (2) von Auge ausgeglichen worden sind. Die nicht in (1) und (2) publizierten Daten können bei der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt in Zürich bezogen werden, wobei die aktuellen Werte der Lufttemperaturen zusammen mit anderen Messgrössen der gleichen Station in Monatstabellen vorliegen. Die täglichen Niederschlagsmengen (3) für die Stationen Zürich SMA, Locarno-Monti, Säntis und Sion sowie die Höhenlage der Nullgradisotherme für die 13Uhr-Aufstiege der Radiosonden in der aerologischen Station Payerne sind in den Abbildungen 1 und 2 ebenfalls eingezeichnet. Diese Höhen über Meer sind aus den Temperaturprofilen in den täglichen Wetterbulletins (4) durch Interpolation gewonnen worden. Bei Inversionen mit mehr als einer Nullgrad-Höhenlage ist jeweils nur die höchste aufgetragen. Für jeden Tag ist zudem der langjährige Mittelwert für die Meereshöhe der Nullgradisotherme angegeben (2a).

Der Jahresgang der Tageswerte von Temperatur, Niederschlag und Höhenlage der Nullgradisotherme ergibt ein instruktives Bild der klimatischen Bedingungen, denen die Gletscher in den Berichtsjahren unterworfen waren. Es darf aber nicht übersehen werden, dass die in den Abbildungen 1 und 2 dargestellten Daten von nur drei Temperaturstationen, vier Niederschlagsmessstellen und einer Station zur Bestimmung der Höhenlage der Nullgradisotherme in der freien Atmosphäre nicht genügen, um die regionalen Unterschiede im schweizerischen Alpenraum zu erfassen. Vor allem die Niederschlagsmengen können mit dem Ort sehr stark variieren (5).

In den Abbildungen 3 und 4 sind Niederschlagssummen, Sonnenscheindauer und Abflussmengen der Berichtsjahre für Monats-, Saison- und Jahreswerte als relative Abweichungen von den langjährigen Mittelwerten, Temperaturen als Differenz zu diesen aufgetragen. Diese Darstellung für 22 Messstellen des Niederschlags und der Temperatur, 13 der Sonnenscheindauer und 11 der Abflussmengen gibt einen allgemeinen Ueberblick über den Charakter der Berichtsjahre und Hinweise auf regionale Unterschiede. Weil aber gleiche Mittelwerte und Summen über Monate, Saison und Jahr durch sehr verschiedene zeitliche Abläufe entstehen können, lassen sich diese Werte nur bedingt mit den Massenänderungen der Gletscher korrelieren (vergleiche Bemerkungen in Kap. 1.1 des 93. und 94. Berichts). Bei den Abflussmengen (6) ist zudem auf

---

(1) Nummern in Klammern beziehen sich auf die Literaturangaben am Ende des Kapitels (S.22)

den Einfluss der Verminderung der vergletscherten Flächen hinzuweisen, der während der langen Rezessionsperiode systematisch zu einer Verringerung der Abflussmengen bei gleichen klimatischen Bedingungen geführt hat.

In Ergänzung der Abbildungen 1 bis 4 sind in den Tabellen 1 und 2 die Summen der positiven Tagestemperaturen aufgetragen, die für Mai bis September durch M. Aellen (für 1978) und A. Lemans (für 1979) zusammengestellt, für April und Oktober beider Jahre durch H. Siegenthaler ergänzt worden sind (7). Die Daten über die Schneedecke sind in den Tabellen 3 und 4 enthalten, welche durch die Lageskizze der Schneemessstationen in Abbildung 5 ergänzt werden.

Zusätzlich zu den erwähnten Quellen stützt sich die Beschreibung der klimatischen Verhältnisse in den Berichtsjahren auf die Winterberichte des Eidgenössischen Instituts für Schnee- und Lawinenforschung Weissfluhjoch-Davos (8). Diesem Institut verdanken wir auch die von M. Schild verfassten Kurzberichte über "Schnee und Lawinen".

#### Literaturangaben zu Kapitel 1.1

- (1) Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt (MZA), 114. Jg. 1977, 115. Jg. 1978 und 116. Jg. 1979
- (2) Beiheft zu den Annalen der MZA, Jg. 1972: Klimatologie der Schweiz M, Teil I  
- Der Jahresgang der meteorologischen Elemente in der Schweiz, von M. Schüepp
- (2a) Beiheft zu den Annalen der MZA, Jg. 1978: Klimatologie der Schweiz, Heft 21/0  
- Die Nullgradgrenze in der Schweiz 1951 - 1978 nach den Radiosondierungen von Payerne, von A. Güller
- (3) Ergebnisse der täglichen Niederschlagsmessungen auf den Meteorologischen und Regenschmess-Stationen der Schweiz, Jahrgänge 1977, 1978 und 1979
- (4) Tägliche Wetterberichte der MZA, Jahrgänge 1977, 1978 und 1979
- (5) Monatliche Witterungsberichte der MZA, Jahrgänge 1977, 1978 und 1979
- (6) Hydrographisches Jahrbuch der Schweiz, Jg. 1977, 1978 und 1979 - Hrg. von der Landeshydrologie im Bundesamt für Umweltschutz, Bern, Verlag Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale (EDMZ), Bern
- (7) Kasser P. und Aellen M.: Die Gletscher der Schweizer Alpen im Jahre 1977/78. Auszug aus dem 99. Bericht der Gletscherkommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft (GK/SNG). - Zeitschrift "Die Alpen" 4/1979, 55. Jg., Verlag Stämpfli + Cie AG, Bern.  
(Dito)... im Jahre 1978/79, Auszug aus dem 100. Bericht der GK/SNG.- Die Alpen 4/1980, 56. Jg.
- (8) Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen, Winter 1977/78, Winterbericht des EISLF, Weissfluhjoch/Davos, Nr. 42. - Verlag EDMZ, Bern  
(Dito) ..., Winter 1978/79, Nr. 43

## 1.2 DAS JAHR 1977/78

In der ersten Dekade des Monats Oktober 1977 regnete es im gesamten Gebiet der Schweizer Alpen bis weit über 3000 Meter hinauf. Anschliessend blieben die Temperaturen während viereinhalb Wochen fast andauernd über den langjährigen Mittelwerten. Die Nullgradgrenze stieg am 11. November sogar auf rund 4000 Meter über Meer. Mit dem Kaltlufteinbruch vom 12. November, begleitet von stürmischen Westwinden und Niederschlag, ging endlich die Ablationsperiode des Sommers 1977 auf allen Gletschern zu Ende. Zwei Tage später schneite es bis in die Niederungen. Der Monat Dezember brachte dem ganzen schweizerischen Alpengebiet durchschnittliche Niederschlagsmengen bei normaler Sonnenscheindauer und relativ hohen Temperaturen. Eine relativ hohe Schneedecke wurde in den Monaten Januar bis März aufgebaut, vorerst im Wallis und auf der Alpensüdseite, später auch in den anderen Regionen. Die Monatsmittel der Temperaturen waren in dieser Zeit ungefähr normal, die Sonnenscheindauer blieb fast überall weit unter dem Durchschnitt. Die fünf Monate von April bis August waren durchwegs viel zu kalt, mit gesamthaft normalen bis leicht defizitären Niederschlagssummen. Die Summe der positiven Tagestemperaturen von Mai bis September war in den Stationen von Jungfraujoch, Säntis und Weissfluhjoch seit 1961 nie, auf Gütsch nur in einem Sommer (1972) kleiner als 1978. Die tiefen Temperaturen und gelegentliche Schneefälle verzögerten den Abbau der mächtigen Winterschneedecke. Das Versuchsfeld Weissfluhjoch auf 2640 Metern über Meer aperte erst am 7. August aus, und auf dem Säntis wurde bis zum 16. September 1978 eine Altschneedecke gemeldet. Die Gletscher blieben, abgesehen von tief hinabreichenden Zungenenden, schneebedeckt. Die Monate September bis November waren charakterisiert durch lange, nur durch wenige Niederschläge unterbrochene Schönwetterperioden. Auf der Alpennordseite und in Mittelbünden dürfte der Winter am 28. September wenigstens in Hochlagen oberhalb etwa 2000 Metern über Meer auf den Gletschern definitiv eingesetzt haben. Mit den ergiebigen Niederschlägen in der Nacht zum 18. Oktober erhielten auch die Gletscher im Wallis und auf der Alpensüdseite ihre permanente Winterschneedecke. Die Akkumulationsperiode 1978/79 begann auf der Alpensüdseite am 18. Oktober, in den übrigen Gebieten zögernd bereits am 28. September. Am 26. November 1978 zog der Winter schliesslich auch in den Tälern ein.

Ueber den Verlauf des Winters 1977/78 hat M. Schild, EISLF, die nachstehende Notiz verfasst: "Nach zögerndem Beginn im November und einem schneearmen Frühwinter brachten verschiedene Grossschneefälle von Mitte Januar bis Ende März dem überwiegenden Teil unserer Alpen überdurchschnittliche Schneehöhen. In der 30jährigen Beobachtungsreihe nehmen diese Hochwintermonate für Höhenlagen von 1800 Metern je nach Region den Platz 5 (Tessin) bis 13 (Nord- und Mittelbünden) ein. Infolge der allgemein kühlen Witterung in den Monaten April, Mai, Juni und Juli mit gelegentlichen Schneefällen blieb die Schneedecke sehr lange erhalten. Auf Weissfluhjoch beispielsweise wurde mit dem Ausapern am 7. August der Extremwert seit 1937 egalisiert.

Der durch diese Frühwinterverhältnisse bedingte Schneedeckenaufbau mit gebietsweise wenig tragfähigen Fundament- und Zwischenschichten sowie die teilweise sehr intensiven

Schneefälle hatten einige sehr aktive Lawinenperioden zur Folge. Dabei kam es auch zu aussergewöhnlichen Schadenfällen, so vor allem im Wallis (z.B. Simplon-Südrampe). Mit 264 erfassten Schadenlawinen, wobei u.a. 107 Häuser sowie 81 Ställe und andere Gebäude zerstört oder beschädigt und Waldschäden im Ausmass von 12 538 Kubikmetern Fallholz verursacht wurden, steht der Berichtswinter an fünfter Stelle der Schadenstatistik. Auch zahlreiche Personen wurden von Lawinen erfasst, nämlich deren 189. Von ihnen wurden 49 verletzt, und 44 erlitten den Lawinentod. Dies ist die vierthöchste Opferzahl seit Beginn einer zuverlässigen Statistik (1940). Dabei hielt sich der Berichtswinter in keiner Weise an bisherige Erfahrungen in früheren Grossschadenwintern: 1977/78 wurde niemand in Haus und Stall oder bei der Arbeit vom Weissen Tod ereilt; alle 44 tödlich Verunfallten waren Skifahrer oder Bergsteiger!"

Das Berichtsjahr 1977/78 ist durch ähnlich gletscherfreundliche Klimaverhältnisse gekennzeichnet wie das Vorjahr. Die Jahresniederschläge waren zwar nur westlich des Gott-hards sehr gross. Wiederum ist aber überall eine mächtige Winterschneedecke vor allem im Spätwinter und im Frühjahr aufgebaut und während des durchwegs zu kalten Sommers nur langsam und wegen häufiger Schneefälle in ungewöhnlich geringem Masse abgebaut worden. Die Winterschneedecke erstreckte sich bei vielen kleinen Gletschern noch im Herbst weit über das Zungenende ins Vorfeld hinaus. Auch die Altschneegrenze lag auf den meisten grösseren Gletschern im Herbst tiefer als in den letzten dreissig Jahren. Stark vergletscherte Gebiete lieferten im Sommer trotz normalen Niederschlägen ungewöhnlich kleine Abflussmengen.

### 1.3 DAS JAHR 1978/79

Der Herbst 1978 von September bis November war sehr trocken und bei ungefähr normalen mittleren Temperaturen überdurchschnittlich sonnig. Einen aussergewöhnlich grossen Ueberschuss an Sonnenschein genossen die meisten Höhen- und Talstationen im Monat November. Nur wenige mehrtägige Niederschlagsperioden unterbrachen die Schönwetterperioden der drei Herbstmonate und brachten gebietsweise den verschiedenen Höhenlagen die bleibende Winterschneedecke. So schneiten die Versuchsfelder von Weissfluhjoch (2540 m ü.M.) und Säntis (2500 m ü.M.) am 28. September definitiv ein, während Gütsch (2288 m ü.M.) vom 11. bis 17. Oktober und vom 5. bis 25. November nochmals schneefrei war. Die Gletscher erhielten ihre permanente Winterschneedecke in Hochlagen oberhalb etwa 2000 bis 2300 Metern über Meer am 28. September auf der Alpennordseite und in Mittelbünden, in der Nacht zum 18. Oktober auch im

Wallis und auf der Alpensüdseite. Erst vom 26. November an waren auch tief hinabreichende Gletscherzungen endgültig schneebedeckt. In den 3 Wintermonaten von Dezember bis Februar wichen die Monatsniederschläge in den meisten Stationen nur wenig von den Normalwerten ab. Der Januar 1979 war allgemein etwas zu kalt, der Februar zu warm. Nach einem ziemlich niederschlagsarmen und zu warmen Märzanfang setzten am 9. und 10. März auf der Alpennordseite, im Wallis und in Mittelbünden ergiebige Niederschläge ein, am 14. und 15. auch auf der Alpensüdseite und im Engadin.

Die Niederschlagssummen dieses trüben Monats erreichten in den Alpen bis zu 300 Prozent, auf der Alpensüdseite sogar bis zu 350 Prozent der Norm. An einigen Messorten im Tessin, Engadin und Oberwallis fielen die grössten Märzwerte dieses Jahrhunderts. Von Mitte März bis Ende der ersten Maidekade war es überall fast dauernd viel zu kalt. Die Niederschläge im April waren zu klein im Wallis und auf der Alpensüdseite, ungefähr normal in den übrigen Gebieten der Alpen.

Wie die Abbildung auf den Seiten 36/37 zeigt, prägten auf der Alpennordseite relativ lange Wärmeperioden, unterbrochen von kräftigen Kaltlufteinbrüchen, den Witterungsverlauf im Sommer und Herbst. Der Winter kam nur zögernd. Die ersten zwei Drittel des Monats September 1979 waren in der ganzen Schweiz zu warm und reich an Sonnenschein. Ein Kälteeinbruch vom 20. bis 22. mit beträchtlichen Niederschlagsmengen im östlichen Teil der Alpennordseite, in Mittelbünden und im Engadin brachte, bei einer Meereshöhe der Nullgradisotherme unter 2000 Metern über Meer, die erste Schneedecke, die aber im zu warmen Oktober sogar auf dem Säntis und auf Weissfluhjoch schon in der ersten Dekade wieder vollständig abgebaut wurde. Von Mitte Oktober an setzte der Winter bis auf etwa 2500 Meter über Meer hinab endgültig ein. Im Tessin regnete es vom 11. bis 17. Oktober ausgiebig bis weit über 2000 Meter über Meer hinauf, ebenso vom 4. auf den 5. November, nachdem es am 26. und 27. Oktober bis in die Niederungen geschneit hatte. Erst zwischen dem 6. November und dem 12. Dezember wurden im ganzen schweizerischen Alpengebiet auch die tiefen Lagen der Gletscher definitiv eingeschneit.

Im Haushaltsjahr vom 1. Oktober 1978 bis zum 30. September 1979 wichen die Niederschlagssummen und die Temperaturmittel nur wenig von den Durchschnittswerten der Jahre 1931 bis 1960 ab. Bei den Niederschlägen waren die Abweichungen von der Norm im Berner Oberland, Wallis und Tessin im Winter (Oktober bis April) in den meisten Stationen leicht positiv, im Sommer (Mai bis September) dagegen negativ. Mittelbünden und Engadin erhielten an den meisten Orten ungefähr normale Niederschläge, mit kleinen negativen Abweichungen im Winter und positiven im Sommer. Die mittleren Temperaturen von Mai bis September erreichten nur in wenigen Stationen die Normalwerte der Periode 1931 bis 1960. Die Summen der positiven Tagestemperaturen entsprachen in den Firngebieten etwa den Mittelwerten der gletscherfreundlichen letzten 18 Jahre.

Ueber die Schneedecke und die Lawinen im Winter 1978/79 berichtet M.Schild wie folgt: "Der Winter begann sehr zögernd, und bis in den Hochwinter hinein waren die Schneehöhen gegenüber den langjährigen Mittelwerten zu gering. Im Dezember sind im ganzen Land die mittleren Schneehöhen im Vergleichsniveau von 1800 Metern Meereshöhe seit 25 Jahren nie so gering geblieben. Von Dezember bis März lagen sie deutlich auch unter den Durchschnittswerten der letzten 30 Jahre. Durch die starken Schneefälle von März bis Mai stellten sich jedoch überdurchschnittliche Pegelwerte ein, die in höheren Lagen bis tief in den Sommer erhalten blieben. Von besonderem Einfluss waren die mehrmaligen Wärmeperioden mit starkem Regen bis über 2000 Meter hinauf, die für mittlere und tiefe Berglagen zu einem argen Schneedeckenschwund führten, andererseits für die Stabilität der Schneedecke von Vorteil waren.

Diese Niederschlags- und Temperaturbedingungen hatten zur Folge, dass sich in tieferen Lagen eine stabile Schneedecke aufbauen konnte, während oberhalb rund 2300 Metern vielerorts und vor allem an Schattenhängen ein lockeres und wenig tragfähiges Fundament dominierte, das in vielen Fällen als objektive Ursache touristischer Lawinenunfälle in Erscheinung trat. Da keine aussergewöhnlich intensiven Schneefälle auftraten, blieben Grosslawinen mit Sachschäden im Rahmen eines normalen Winters.

Mit 38 Lawinentoten lag die Opferzahl wiederum weit über dem langjährigen Mittel, obschon keine durch Katastrophenlawinen verursachten Personenverschüttungen zu verzeichnen waren und sich auch keine Arbeiterunfälle ereigneten. Damit hat sich die Unfallbilanz im dritten aufeinanderfolgenden Winter weiter zuungunsten der Schweizer Alpen entwickelt; die im Vergleich mit den übrigen Alpenländern weitaus höchste Opferzahl in unseren Skigebieten muss aufhorchen lassen und drängt zu Gegenmassnahmen. Solche wären auf verschiedenen Ebenen denkbar.

Besonderes Interesse musste auch im Berichtswinter den Erfahrungen mit den Verschüttetensuchgeräten zukommen. Grundsätzlich haben sich diese Rettungshilfen bewährt, doch war mehrmals menschliches Versagen der Grund zu Misserfolgen. Den drei Rettungen mit Suchgeräten stehen neun Totenbergungen gegenüber, was beweist, dass auch das Mitführen dieses Mittels die Anwendung bewährter touristischer Sicherheitsmassnahmen keineswegs überflüssig macht; denn eine Verschüttung bedeutet für den Betroffenen auch mit dem Suchgerät eine sehr gefährliche Angelegenheit."

# 1. C O N D I T I O N S   C L I M A T I Q U E S

## 1.1 INTRODUCTION

L'évolution des conditions climatiques durant les années du présent rapport est représentée dans les figures 1 et 2 (p. 36 à 39) par les valeurs quotidiennes de la température de l'air et des précipitations, mesurées à quelques stations choisies, ainsi que de l'altitude de l'isotherme de zéro degré, déterminée au-dessus de Payerne. On y trouve, pour chaque jour et pour les stations de Zurich ISM, de Locarno-Monti et du Jungfrauoch, les valeurs moyennes actuelle (1) et pluriannuelle (2) de la température de l'air. Les courbes indiquant les moyennes pluriannuelles ont été simplifiées quelque peu, en égalisant "à l'oeil" certaines irrégularités. Les données, en tant qu'elles ne sont pas publiées dans (1) ou (2), peuvent être obtenues à l'Institut suisse de météorologie à Zurich sous forme de tableaux mensuelles. Outre la température de l'air, on trouve dans ces tableaux les valeurs journalières des divers éléments météorologiques mesurés à la station respective. Les précipitations (3) sont indiquées, dans les figures 1 et 2, par les sommes journalières totalisées aux stations de Zurich ISM, de Locarno-Monti, du Säntis et de Sion. L'altitude de l'isotherme de zéro degré est représentée par les valeurs déterminées dans l'atmosphère libre, au-dessus de la station aérologique de Payerne, par les radiosondages de 13 heures. Ces valeurs sont obtenues par interpolation des profils de température, publiés dans les bulletins météorologiques quotidiens (4). Dans les cas d'inversions, avec isothermes de zéro degré à différentes altitudes, on a indiqué l'altitude de la plus élevée. Dans la figure, on a indiqué, pour chaque jour également, la valeur moyenne pluriannuelle de l'altitude de zéro degré (2a).

Les fluctuations périodiques des valeurs actuelles de la température de l'air, des précipitations et de l'altitude de zéro degré reflètent assez fidèlement les conditions climatiques variables, auxquelles ont été soumis les glaciers, au cours de l'année. Il faut admettre, que les données représentées dans les figures 1 et 2, provenant de trois stations de mesures pour les températures, de quatre pour les précipitations et d'une seule pour l'altitude de l'isotherme de zéro degré, ne permettent pas de saisir les détails de la variation régionale de ces grandeurs sur l'étendue entière des Alpes suisses. C'est le cas surtout des précipitations, dont la quantité peut varier beaucoup d'un endroit à l'autre (5).

Dans les figures 3 et 4, les précipitations, les durées de l'ensoleillement et les débits d'eau sont représentés par la déviation relative, les températures par l'écart absolu des valeurs mensuelles, saisonnières et annuelles par rapport à la moyenne pluriannuelle respective. Ces représentations s'étendent sur 22 stations de mesure pour les températures

---

(1) Les chiffres mis entre parenthèses se rapportent aux références citées à la fin de ce chapitre (p.33)

et les précipitations, sur 13 stations pour l'ensoleillement et sur 11 stations du réseau hydrométrique. Ainsi présentées, les données résumant les conditions climatiques des années du présent rapport, reflètent aussi leurs variations régionales. Puisque des évolutions tout-à-fait différentes peuvent produire les mêmes sommes ou valeurs moyennes mensuelles, saisonnières ou annuelles, la corrélation des données climatologiques avec les bilans de masse glaciaire ne peut se faire que sous certaines réserves (voir les remarques respectives du chapitre 1.1 des 93e et 94e rapports). Quant aux débits d'eau (6), il faut tenir compte du fait, que pendant plus de cent ans les débits ont diminué systématiquement dans les bassins versants englacés à la suite de la décrue des glaciers, qui a diminué continuellement les surfaces glaciaires productrices des eaux de fonte. Or, sous des conditions climatiques semblables, les débits de tels bassins sont nettement plus faibles, aujourd'hui, que dans les temps passés.

Les tableaux 1 et 2, complémentaires aux figures 1 à 4 et résumant les sommes des moyennes journalières positives de la température de l'air des mois d'avril à octobre et de l'été, ont été compilés pour les mois de mai à septembre par M. Aellen (1978) et A. Lemans (1979), complétés pour les mois d'avril et octobre par H. Siegenthaler (7). Les données sur l'enneigement, reportées dans les tableaux 3 et 4, sont complétées par la figure 5, qui indique la situation géographique des stations nivométriques choisies.

La description des conditions climatiques se fonde sur les références citées ci-devant et, en outre, sur les rapports annuels de l'Institut fédéral pour l'étude de la neige et des avalanches, à Davos (8). On doit au même institut les aperçus sur la neige et les avalanches, rédigés par M. Schild.

#### Références

(voir page 33)

En octobre 1977, dans la première décennie, les précipitations sont tombées sous forme de pluie jusqu'aux altitudes au-dessus de 3000 mètres dans toutes les régions des Alpes suisses. Pendant les quatre semaines suivantes, la température est restée au-dessus de la moyenne presque en permanence. Le 11 novembre, l'isotherme de zéro degré s'est élevée même jusqu'à 4000 mètres sur mer. Le lendemain, l'invasion de masses d'air froid, accompagnée de tempêtes pluvieuses du secteur ouest, mit fin à la période d'ablation de l'été 1977 sur tous les glaciers. Deux jours plus tard, les chutes de neige ont atteint la plaine. Le mois de décembre, avec une durée normale de l'insolation et des températures relativement élevées, a apporté des quantités moyennes de précipitations dans les Alpes suisses. De janvier à mars, une couche de neige assez épaisse s'est accumulée, d'abord en Valais et dans les Alpes méridionales, puis dans les autres régions. Durant cette période, les moyennes mensuelles de la température ont été à peu près normales, tandis que, dans presque toutes les stations, l'insolation a été nettement trop courte. Partout, les cinq mois d'avril à août ont été nettement trop froids. La somme des précipitations totalisée pendant cette période a atteint les valeurs normales ou est restée légèrement au-dessous de celles-ci. Depuis 1961, au Jungfrauoch, au Säntis et au Weissfluhjoch, la somme des températures journalières positives de mai à septembre n'a jamais été plus basse qu'en 1978 et au Gütsch elle ne fut plus basse qu'une seule fois, en 1972. Les basses températures et quelques chutes de neige ont retardé la fonte de la couche épaisse de neige de l'hiver. Au Weissfluhjoch, le champ d'observation de l'IFENA, situé à 2640 mètres sur mer, n'a été libéré de la neige que le 7 août; au Saentis, la période d'enneigement continu a duré jusqu'au 16 septembre. Les glaciers, à part quelques langues qui se terminent à basse altitude, sont restés enneigés tout l'été. Les mois de septembre à novembre ont été caractérisés par des périodes de beau temps avec peu d'épisodes pluvieux. Au nord des Alpes et au centre des Grisons, l'hiver s'est installé définitivement, du moins au-dessus de 2000 mètres, le 28 septembre. Avec les fortes précipitations de la nuit du 18 au 19 octobre les glaciers des Alpes valaisannes et méridionales ont reçu également leur couverture neigeuse permanente. Au sud des Alpes, cette date marque le début de la période d'accumulation 1978/79 qui, dans les autres régions, a débuté peu à peu et dès le 28 septembre; le 26 novembre la neige est apparue finalement dans les vallées.

M. Schild du Service des avalanches de l'IFENA nous a communiqué la note suivante: "Après un début d'hiver hésitant, en novembre, et une phase pauvre en neige, des chutes importantes de la mi-janvier à fin mars ont procuré à la majeure partie des Alpes un manteau neigeux anormalement épais. Comparées aux valeurs observées depuis 30 ans, les hauteurs de neige mesurées pendant ces mois d'hiver au-dessus de 1800 mètres sur mer occupent, selon les régions, de la 5e place (Tessin) à la 13e place (nord et centre des Grisons). En raison du temps généralement froid de mai à juillet avec quelques chutes de neige, le manteau a persisté très longtemps. Au Weissfluhjoch p.ex., la fin de l'enneigement, le 7 août, a rejoint la date extrême des 41 années d'observations depuis 1937.

L'instabilité du manteau neigeux, due à la structure des couches de neige formées au début de l'hiver, et quelques chutes de neige très fortes ont eu pour conséquence des périodes riches en avalanches qui ont causé, dans certains cas, des dégâts extraordinaires, surtout en Valais (p.ex. sur la rampe sud du Simplon). Avec ses 264 avalanches, qui ont détruit ou endommagé 107 maisons, 81 étables et autres constructions, et qui ont abattu 12 538 mètres cubes de bois en forêt, l'hiver 1977/78 figure au 5e rang de la statistique des dégâts. 189 personnes ont été atteintes par les coulées; 49 ont été blessées et 44 ont trouvé la mort. Ce nombre de victimes figure au 4e rang d'importance dans la statistique commencée en 1940. Contrairement à l'expérience passée (lors de situations dangereuses comparables), personne n'a été tué dans les bâtiments détruits ou pendant le travail en zone de danger. Les 44 victimes étaient des skieurs ou des alpinistes!"

Au cours de l'année du rapport, les conditions climatiques ont favorisé la crue des glaciers autant que pendant l'année précédente. Pourtant, en 1977/78, les précipitations annuelles ont été très importantes seulement à l'ouest du Gothard. Pour la deuxième année de suite, la puissante couche de neige s'est formée surtout en fin d'hiver et au printemps et, pendant l'été froid et neigeux, n'a fondu que lentement et partiellement. Sur maints petits glaciers le manteau hivernal s'étendait bien au-delà de la langue glaciaire en automne encore. A cette époque, la limite inférieure des neiges se trouvait plus bas qu'au cours des trente dernières années. Dans les bassins versants englacés, les débits estivaux ont été extrêmement faibles, malgré les précipitations normales.

### 1.3 L'ANNEE 1978/79

L'automne 1978, qui s'est étendu de septembre à novembre, a été très sec et très ensoleillé, et on a enregistré des températures à peu près normales. L'insolation a été fortement excédentaire, en novembre, pour la plupart des stations de montagne et de vallée. Les périodes de beau temps n'ont été interrompues que rarement par des séries de journées pluvieuses qui, dans les diverses régions, ont apporté aux différentes altitudes la première couche de neige hivernale. Ainsi, les champs d'observation du Weissfluhjoch (2540 m s.m.) et du Saentis (2500 m s.m.) ont été enneigés définitivement le 28 septembre, tandis que celui de Gütsch (2280 m s.m.) restait sans neige du 11 au 17 octobre et du 5 au 25 novembre. Au-dessus de 2000 à 2300 mètres, les glaciers ont reçu leur couverture de neige permanente le 28 septembre au nord des Alpes et au centre des Grisons, dans la nuit du 17 au 18 octobre en Valais et sur le versant sud des Alpes. A partir du 26 novembre enfin, les langues glaciaires les plus basses étaient définitivement recouvertes de neige. Dans les trois mois de décembre à février, les sommes mensuelles des précipitations n'ont guère différé des valeurs normales. En général, en janvier 1979 il faisait un peu trop froid, en février un peu trop chaud. Le mois de mars, après un début assez sec et trop chaud, a apporté d'importantes quantités de précipitations sur le versant nord des Alpes, en Valais et aux Grisons à partir des 14 et 15 mars. La somme des précipitations enregistrées en ce mois sombre a atteint jusqu'à 300 pourcent des valeurs normales dans les Alpes et jusqu'à 350 pourcent sur leur versant méridional. Quelques stations du Tessin, de l'Engadine et du Haut-Valais ont reçu la somme maximale du siècle (observée en mars). De la mi-mars jusqu'à la première décade de mai, il fit partout (et presque toujours) beaucoup trop froid. En avril, les précipitations ont été trop faibles en Valais et au sud des Alpes, à peu près normales dans les autres régions alpines.

L'été et l'automne ont présenté, sur le versant nord des Alpes, d'assez longues périodes de chaleur, interrompues par de fortes invasions d'air froid, ce qui est d'ailleurs mis en évidence par la figure des pages 36/37. L'hiver ne s'est installé que lentement. Pendant les trois premières semaines de septembre 1979, richement ensoleillées, il a fait trop chaud dans tout le pays. L'invasion d'air froid du 20 au 22 septembre, accompagné de fortes précipitations dans les parties orientales des Alpes suisses a abaissé l'isotherme de zéro degré au-dessous de 2000 mètres, et a fait apparaître la première couche de neige. Mais celle-ci a disparu, même au Saentis et au Weissfluhjoch, dans la première moitié, d'octobre. Au-dessus de 2500 mètres, l'hiver s'est installé définitivement à partir de la mi-octobre. Au Tessin, les précipitations abondantes du 11 au 17 octobre sont tombées sous la forme de pluie jusqu'au-dessus de 2000 mètres. De même celles des 4 et 5 novembre, consécutives aux chutes de neige, qui, les 26 et 27 octobre, avaient déjà atteint la plaine. Au cours des 5 semaines du 6 novembre au 12 décembre enfin, les parties les plus basses des glaciers de vallée furent enneigées dans toutes les régions.

Dans l'ensemble de l'année de bilan, qui s'étend du 1er octobre 1978 au 30 septembre 1979, les sommes des précipitations et les moyennes de la température ne se sont guère écartées des valeurs moyennes de la période de 1931 à 1960. Les précipitations ont été légèrement trop abondantes pour la plupart des stations dans l'Oberland bernois, le Valais et le Tessin en hiver (octobre à avril), mais un peu trop rares, en revanche, en été (mai à septembre). En général, les Grisons et l'Engadine ont eu des précipitations normales avec de petits écarts négatifs en hiver, positifs en été. La moyenne des températures estivales n'a atteint la norme de la période 1931-1960 qu'en quelques stations. Les sommes des températures journalières positives (déterminées pour les névés) correspondent à peu près aux moyennes des 18 dernières années, qui ont été assez favorables à l'acroissement des glaciers.

Voici comment M. Schild (IFENA) décrit les conditions d'enneigement et des avalanches de l'hiver 1978/79: "L'hiver ne s'est installé que lentement et le manteau de neige est resté trop mince même en haute saison. En décembre, on a noté dans tout le pays les plus faibles hauteurs moyennes de neige de ce mois depuis 25 ans. De décembre à mars les moyennes mensuelles sont restées nettement au-dessous des valeurs respectives des 30 dernières années. Cependant, à la suite des fortes chutes de neige de mars à mai, elles ont dépassé la norme. Aux hautes altitudes, la couche de neige est restée alors trop épaisse jusqu'à l'été. Aux altitudes moyennes et basses les périodes chaudes avec fortes pluies jusqu'au-dessus de 2000 mètres ont fortement réduit l'épaisseur, mais amélioré sensiblement la stabilité de la couche restante. Ces conditions de précipitations et de températures ont conduit à une situation assez particulière: une couche stable n'a pu se former qu'aux basses altitudes, tandis que, au-dessus de 2300 mètres environ et surtout sur les pentes ombragées, la couche de fond est restée peu cohérente. Ainsi, la stabilité précaire du manteau neigeux fut la cause objective d'un grand nombre d'accidents, au cours desquels des touristes furent emportés par des avalanches. Grâce à l'absence de chutes de neige excessives, les grandes avalanches dévastatrices ne furent pas plus fréquentes que pendant une année normale.

Une fois de plus, le nombre de 38 victimes dépasse largement la moyenne pluriannuelle, quoiqu'il n'y ait eu aucune catastrophe, ni accident de travail. Pour la troisième année de suite, la situation dans les Alpes suisses, déplorable en ce qui concerne le bilan des accidents graves, a empiré. Le nombre de victimes, de loin le plus élevé parmi les nations alpines, suggère des mesures préventives, qu'il conviendrait de prendre sur les différents plans.

A cet égard, remarquons que les expériences faites au cours de l'exercice avec des appareils de repérage individuels ont prouvé, que, en principe et malgré plusieurs échecs (dus en premier lieu aux insuffisances humaines), ces appareils sont très utiles pour les sauvetages. Si trois personnes ont pu être sauvées grâce à ce moyen, 9 victimes en revanche

sont décédées avant d'être repérées. Evidemment, ce moyen technique ne rend nullement superflues les mesures préventives usuelles: quiconque, muni d'un détecteur ou non, est enseveli par la neige, court un très grand risque".

#### Références du chapitre 1.1.

- (1) Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt (MZA), 114. Jg. 1977, 115. Jg. 1978 und 116. Jg. 1979
- (2) Beiheft zu den Annalen der MZA, Jg. 1972: Klimatologie der Schweiz M, Teil I - Der Jahresgang der meteorologischen Elemente in der Schweiz, von M. Schüepp
- (2a) Beiheft zu den Annalen der MZA, Jg. 1978: Klimatologie der Schweiz, Heft 21/O - Die Nullgradgrenze in der Schweiz 1951 - 1978 nach den Radiosondierungen von Payerne, von A. Güller
- (3) Ergebnisse der täglichen Niederschlagsmessungen auf den Meteorologischen und Regenmess-Stationen der Schweiz, Jg. 1977, 1978 und 1979
- (4) Bulletins météorologiques quotidiens de l'Institut suisse de météorologie (ISM), années 1977, 1978 et 1979
- (5) Bulletins climatologiques mensuels de l'ISM, années 1977, 1978 et 1979
- (6) Annuaire hydrographique de la Suisse, années 1977, 1978 et 1979. Publié par le Service hydrologique national de l'Office fédéral de la protection de l'environnement, Berne. - Edité par l'Office central fédéral des imprimés et du matériel, Berne
- (7) Kasser P. et Aellen M.: Les variations des glaciers suisses en 1977/78. Extrait du 99e rapport de la Commission des glaciers de la Société helvétique des sciences naturelles (CG/SHSN). - Revue "Les Alpes" 4/1979, 55e année. Editions Stämpfli + Cie SA, Berne.  
(Dito) ..., en 1978/79. Extrait du 100e rapport de la CG/SHSN.- Les Alpes 4/1980, 56e année.
- (8) Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen, Winter 1977/78, Winterbericht des EISLF, Weissfluhjoch-Davos, Nr. 42. - Verlag Eidgenössische Drucksachen- und Materialzentrale, Bern  
(Dito) ... Winter 1978/79, Nr. 43

Tabelle 1. Summe der positiven Tagesmittel der Lufttemperatur in den Monaten April bis Oktober 1978 1)

a) absolute Werte, in Grad Celsius

Station	Höhe m ü.M.	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Mai-Sept.
Messstationen:									
Gütsch	2287	0	20	101	194	193	158	105	666
Säntis (ANETZ) 2)	2490	0	10	71	120	119	74	84	394
" (red. Werte) 3)	2500	0	15	85	140	138	84	82	462
Weissfluhjoch	2667	0	5	68	123	134	89	74	419
Jungfrauoch (Sphinx)	3578	0	0	1	9	11	6	8	27
Payerne (700 mb) 4)	3100	0	0	18	64	68	64	46	214
München (700 mb) 4)	3100	0	1	8	35	52	32	48	128
Mailand (700 mb) 4)	3100	0	0	20	86	71	91	27	268
Extrapolationen für Firngebiete:									
Clariden 5a)	2700	0	2	47	122	121	97	57	389
" 5a)	2900	0	0	27	91	89	70	42	277
Silvretta 5b)	2750	0	3	59	111	122	79	67	374
Jungfraufrn (P 3) 5c)	3350	0	0	6	24	29	16	17	75

- 1) Temperaturmessungen der SMA, publiziert im Auszug des 99.Gletscherberichts ("Die Alpen" 4/1979) mit dem Zitat: "Auszug aus A.Lemans, 'Der Firnzuwachs pro 1977/78 in einigen schweizerischen Firngebieten'. 65.Bericht (in Vorbereitung)". Dieser Bericht ist wie der im 100. Gletscherbericht ("Die Alpen" 4/1980) zitierte, von Lemans teilweise vorbereitete 66.Bericht für 1978/79 infolge Erkrankung und Tod des Autors in der zitatzgemässen bisherigen Form nicht mehr erschienen. Kapitel 5.5 dieses Jahrbuchs enthält beide Berichte in gekürzter neuer Form.
- 2) Summe der positiven Tagesmittel, bestimmt aus den Messungen der automatisch registrierenden neuen Station. Diese Werte sind nicht vergleichbar mit den bisher publizierten Werten.
- 3) Durch A.Lemans korrigierte, mit der Messreihe vor 1960 vergleichbare Werte.
- 4) Temperaturmessungen in der freien Atmosphäre (Niveau 700 mb = etwa 3100 m ü.M.) nach Radio-sondierungen (Mittelwert aus Aufstiegen um 1 und um 13 Uhr, berechnet von G.Gensler).
- 5) Werte reduziert nach a) Gütsch, b) Weissfluhjoch, c) Jungfrauoch (Sphinx).

b) relative Werte, in Prozenten der Periodenmittel 1959/79

Station	Höhe m ü.M.	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Mai-Sept.
Messstationen:									
Gütsch	2287		35	69	86	88	99	113	82
Säntis (ANETZ) 2)	2490		(24)	(67)	(77)	(77)	(64)	(117)	(68)
" (red. Werte) 3)	2500		36	80	90	89	73	114	80
Weissfluhjoch	2667		16	71	78	86	80	124	76
Jungfrauoch (Sphinx)	3578			13	37	51	59	216	42
Payerne (700 mb) 4)	3100			51	86	96	125		89
München (700 mb) 4)	3100		12	26	58	80	72		61
Mailand (700 mb) 4)	3100			41	86	74	150		85
Extrapolationen für Firngebiete:									
Clariden 5a)	2700		10	55	81	85	100	129	79
" 5a)	2900			45	78	82	101	158	78
Silvretta 5b)	2750		12	69	77	85	79	132	75
Jungfraufrn (P 3) 5c)	3350			34	54	72	69	187	59

1)-5) siehe oben (Tab. 1a)

Tableau 2. Somme des moyennes journalières positives de la température de l'air, mois d'avril à octobre 1979 1)

a) valeurs absolues, en degrés Celsius

Station	Altitude m s.m.	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Mai-Sept.
Stations d'observations:									
Gütsch	2287	1	69	181	210	195	178	90	833
Saentis (ANETZ) 2)	2490	0	62	116	118	124	137	83	557
" (val. réd.) 3)	2500	0	70	133	140	141	150	81	634
Weissfluhjoch	2667	0	49	123	133	132	122	55	559
Jungfrauoch (Sphinx)	3578	0	5	4	9	15	13	2	46
Payerne (700 mb) 4)	3100	0	19	38	65	60	60	28	242
Munich (700 mb) 4)	3100	0	27	35	32	54	46	30	194
Milan (700 mb) 4)	3100	0	20	61	96	70	58	18	305
Extrapolations pour les névés de:									
Clariden 5a)	2700	0	27	114	137	125	112	42	515
" 5a)	2900	0	15	83	102	96	81	26	377
Silvretta 5b)	2750	0	42	111	120	120	110	47	503
Jungfraufirn (P 3) 5c)	3350	0	9	21	22	32	32	6	116

- 1) Données collectées par l'ISM, publiées dans l'extrait de notre 100e rapport ("Les Alpes" 4/1980) avec cette référence: "Extrait de A.Lemans, 'Der Firnzuwachs pro 1978/79 in einigen schweizerischen Firngebieten'. 66. Bericht (en préparation)". L'auteur cité est décédé en 1983 à la suite d'une maladie grave, avant d'avoir publié ce rapport, ni d'ailleurs le précédent 65e rapport (concernant l'année 1977/78 et cité dans notre 99e rapport, v. "Les Alpes" 4/1979), sous sa forme originale. Les deux rapports, abrégés et quelque peu modifiés, sont publiés dans le présent volume sous forme du nouveau chapitre 5.5.
- 2) Somme des moyennes journalières, déterminée à partir des données collectées automatiquement, non comparable aux valeurs publiées précédemment.
- 3) Valeurs corrigées par A.Lemans et qui sont comparables avec les longues séries d'avant 1960.
- 4) Températures mesurées dans l'atmosphère libre au moyen de radio-sondages au niveau 700 mb = env. 3100 m s.m. (moyennes calculées par G.Gensler d'après les sondages de 1 et 13 heures).
- 5) Valeurs extrapolées d'après a) Gütsch, b) Weissfluhjoch, c) Jungfrauoch (Sphinx).

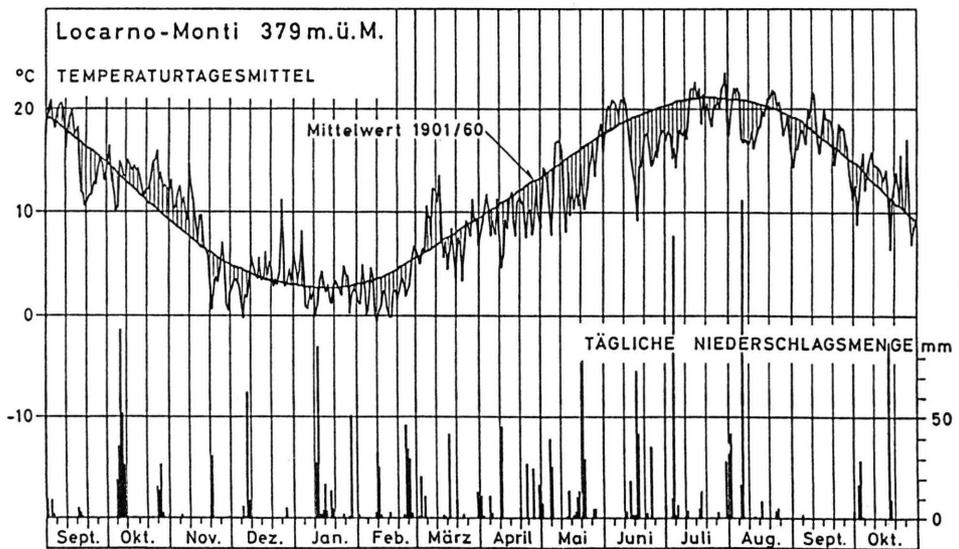
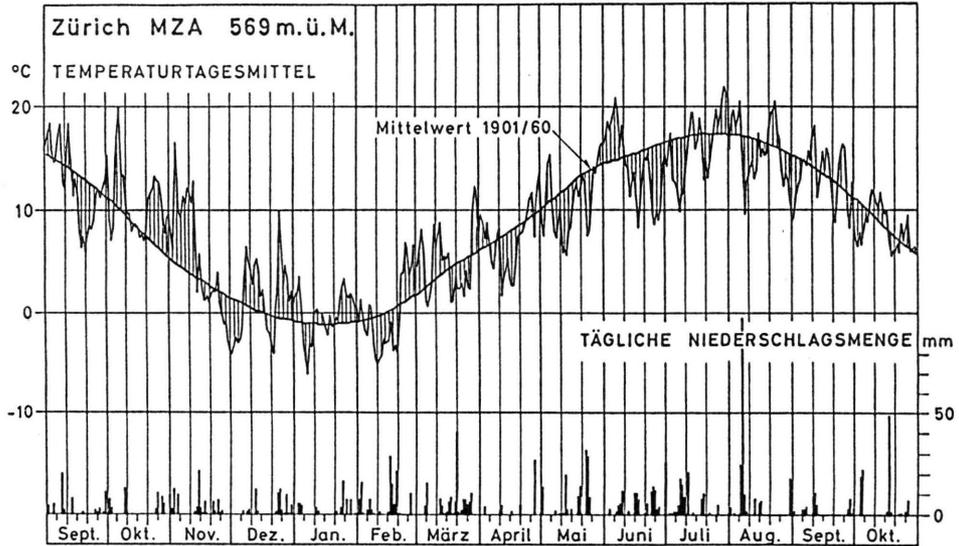
b) valeurs relatives, en pourcent des valeurs moyennes de la période 1959/79

Station	Altitude m s.m.	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Mai-Sept.
Stations d'observations:									
Gütsch	2287		121	123	93	89	112	97	103
Saentis (ANETZ) 2)	2490		(148)	(109)	(75)	(80)	(118)	(116)	(97)
" (val. réd.) 3)	2500		167	125	89	91	129	113	110
Weissfluhjoch	2667		157	128	85	84	109	92	101
Jungfrauoch (Sphinx)	3578		(714)	53	37	69	127	54	72
Payerne (700 mb) 4)	3100		235	108	88	84	117		101
Munich (700 mb) 4)	3100		314	113	53	83	104		93
Milan (700 mb) 4)	3100		183	127	96	73	96		97
Extrapolations pour les névés de:									
Clariden 5a)	2700		136	134	91	87	116	95	104
" 5a)	2900		153	140	88	88	117	98	106
Silvretta 5b)	2750		167	129	84	84	110	92	101
Jungfraufirn (P 3) 5c)	3350		(529)	118	50	80	139	66	91

1)-5) voir ci-devant (tabl. 2a)

Abbildung 1 / Figure 1

TEMPERATURTAGESMITTEL, TÄGLICHE NIEDERSCHLAGSMENGE  
UND HÖHENLAGE DER NULLGRADISOTHERME im Jahr 1977/78



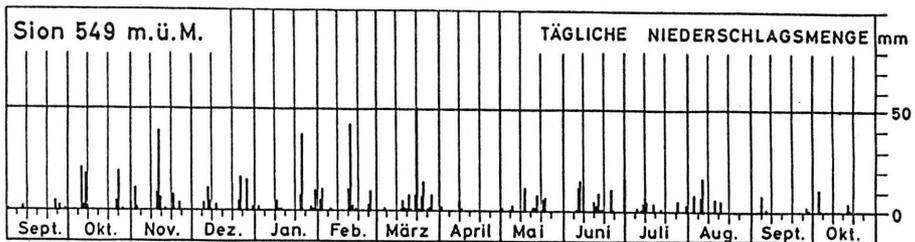
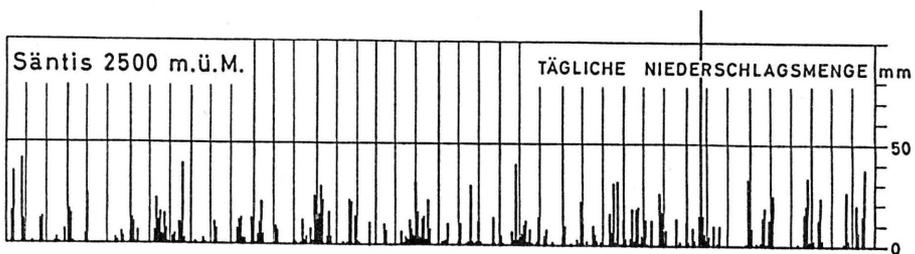
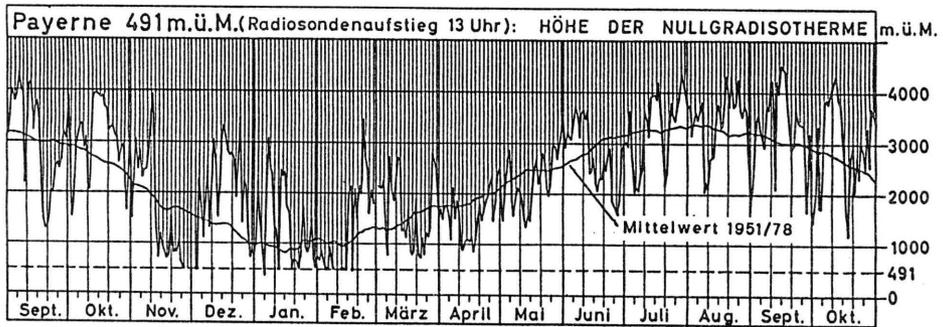
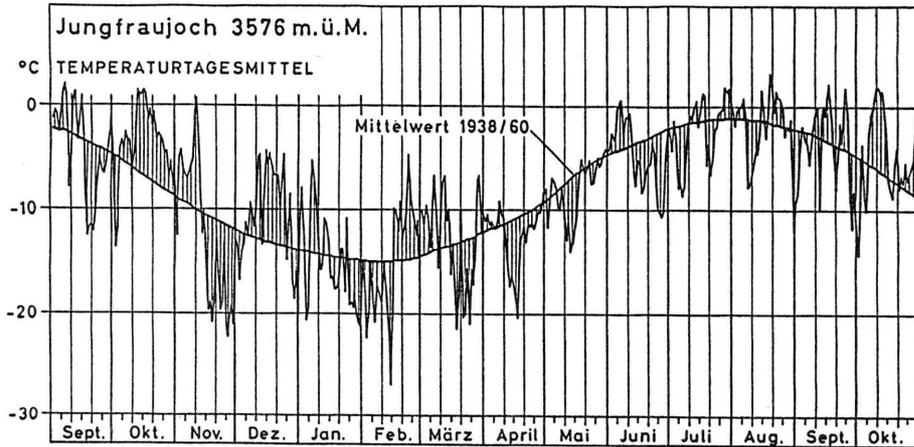
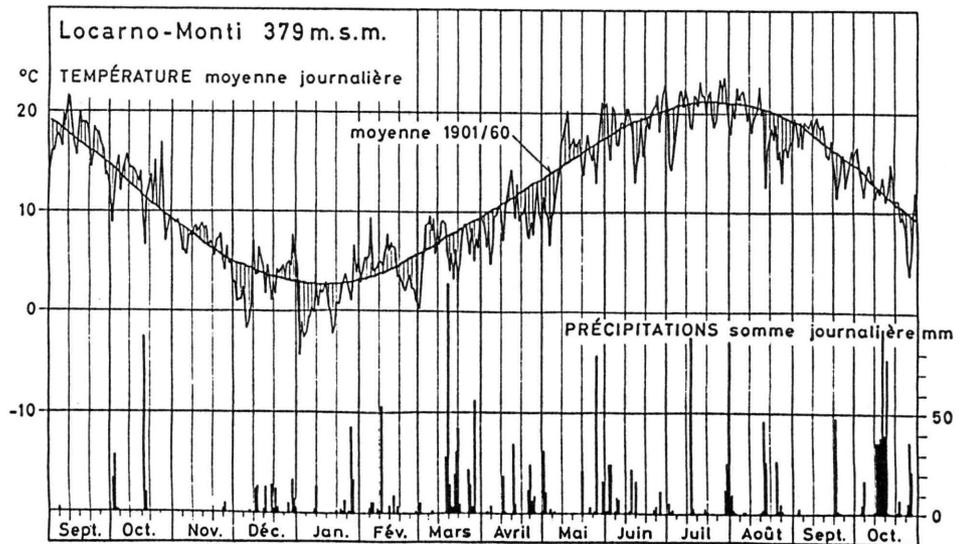
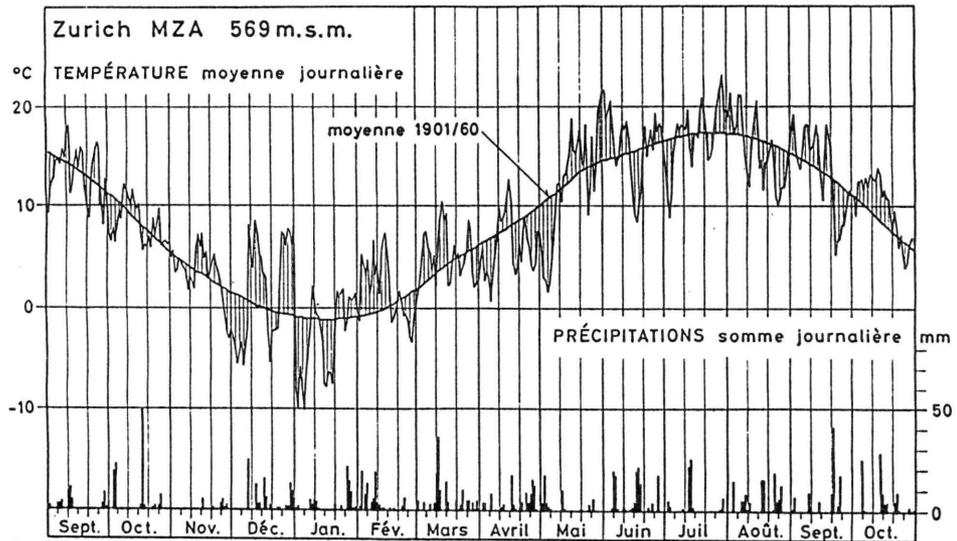


Abbildung 2 / Figure 2

TEMPÉRATURE (moyenne journalière), PRÉCIPITATIONS (somme journalière)  
ET ALTITUDE DE L'ISOTHERME 0 °C (Radiosondages 13h) en 1978/79



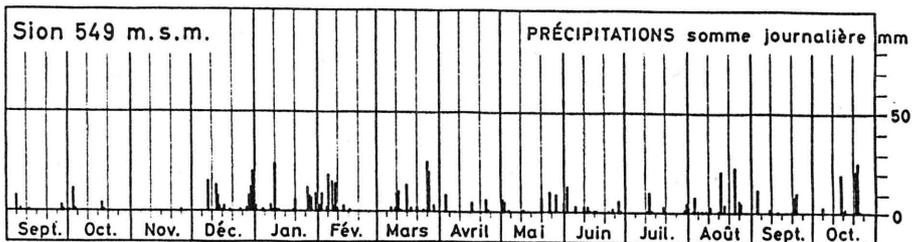
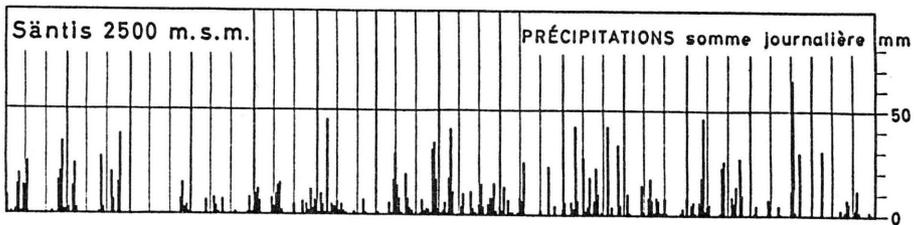
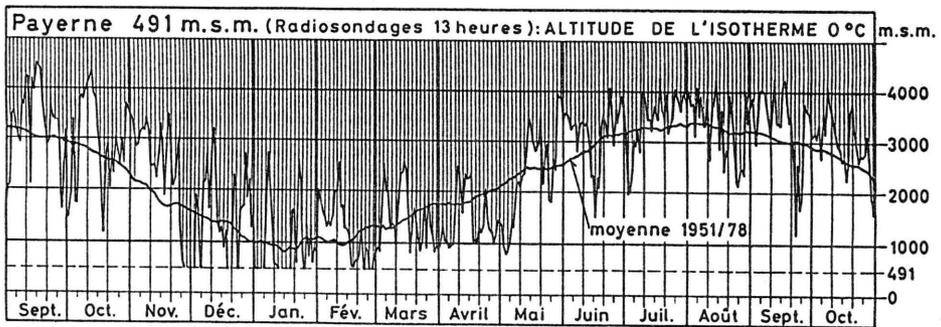
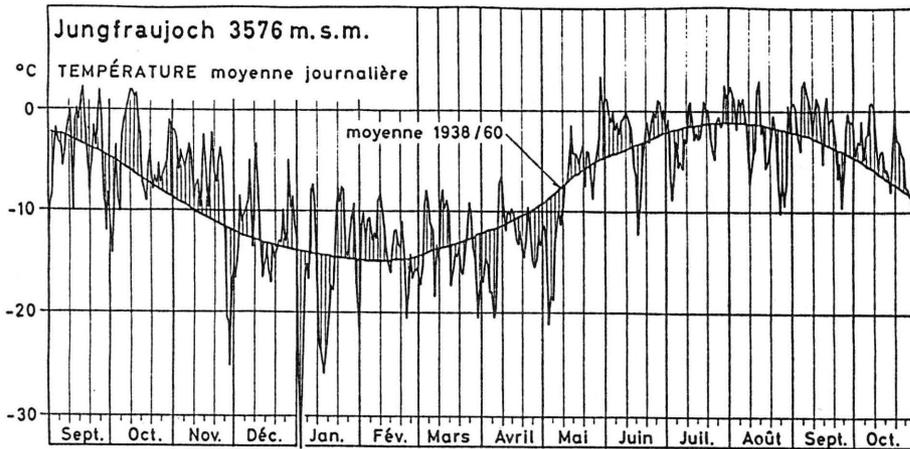


Abbildung 3 / Figure 3

NIEDERSCHLAG, TEMPERATUR, SONNENSCHNEIDAUER UND ABFLUSS 1977/78  
 Werte für Monate, Jahreszeiten und Jahr, bezogen auf die Mittelwerte der Periode 1931+1960 [für Ausnahmen siehe 1)]

10, ..., 9 Monate Oktober 1977 bis September 1978

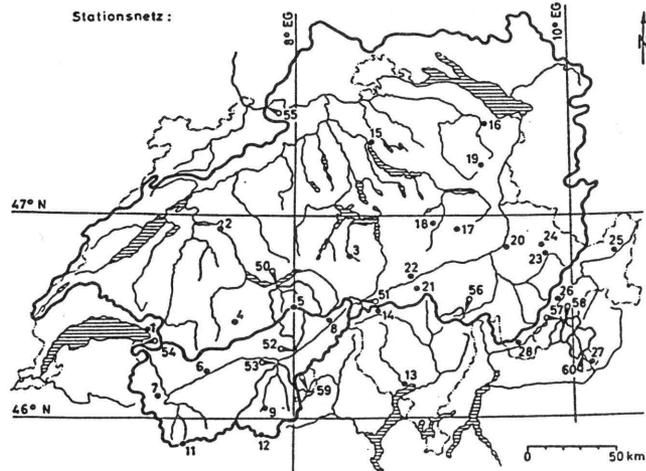
W = Winter = Oktober bis April

S = Sommer = Mai bis September

J = Jahr = Oktober bis September

## 1) Ausnahmen

Nr.	Station	Temperatur	Sonnenscheindauer	Abfluss
5	Jungfrauoch	1938/39 + 63/64	1931/32 + 60/61	—
6	Sion	—	1941/42 + 63/64	—
12	Testa Grigia	1952/53 + 63/64	—	—
13	Locarno-Monti	1935/36 + 63/64	1931/32 + 60/61	—
16	St. Gallen	—	1956/57 + 63/64	—
18	Braunwald	—	1935 + 1973	—
22	Disentis	—	1954 + 1973	—
24	Weissfluhjoch	1947 + 1973	1947 + 1973	—
51	Furkareuss / Realp	—	—	1957 + 1973
52	Massa / Massaboden	—	—	1931/32 + 60/61
56	Hinterrhein / Hinterrhein	—	—	1945/46 + 63/64
57	Rosegbach / Pontresina	—	—	1955 + 1973
58	Berninabach / Pontresina	—	—	1955 + 1973
59	Zwischbergenbach / im Fah	—	—	1952 + 1973



## Abflussmengen

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

## Abfluss-Stationen

Nr.	FLUSS / Station	m.ü.M.	Ein- ganze Fläche F in km <sup>2</sup>	ugs mittlere Höhe m.ü.M.	gebiet Gletscher- fläche % von F	Abfluss $\frac{\Delta A}{\bar{A}}$
50	LÜTSCHINE / Gsteig	582	379	2050	19.5	
51	FURKAREUSS / Realp	1559	61	2465	13.8	
52	MASSA / Blatten bei Naters	1446	195	2945	66.6	
53	VISPA / Visp	650	778	2660	33.1	
54	RHONE / Porte du Sex	374	5220	2130	16.2	
55	RHEIN / Rheinfelden	258	34550	1085	1.6	
56	HINTERRHEIN / Hinterrhein	1581	55	2390	21.6	
57	ROSEGBACH / Pontresina	1766	67	2716	32.8	
58	BERNINABACH / Pontresina	1804	107	2617	19.7	
59	ZWISCHBERGENBACH / im Fah	1745	17	2531	13.4	
60	POSCHIAVINO / le Prese	967	169	2170	6.8	

Meteorologische Daten \*

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

$$\Delta T = \text{Abweichung vom Mittelwert in } ^\circ\text{C}$$

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

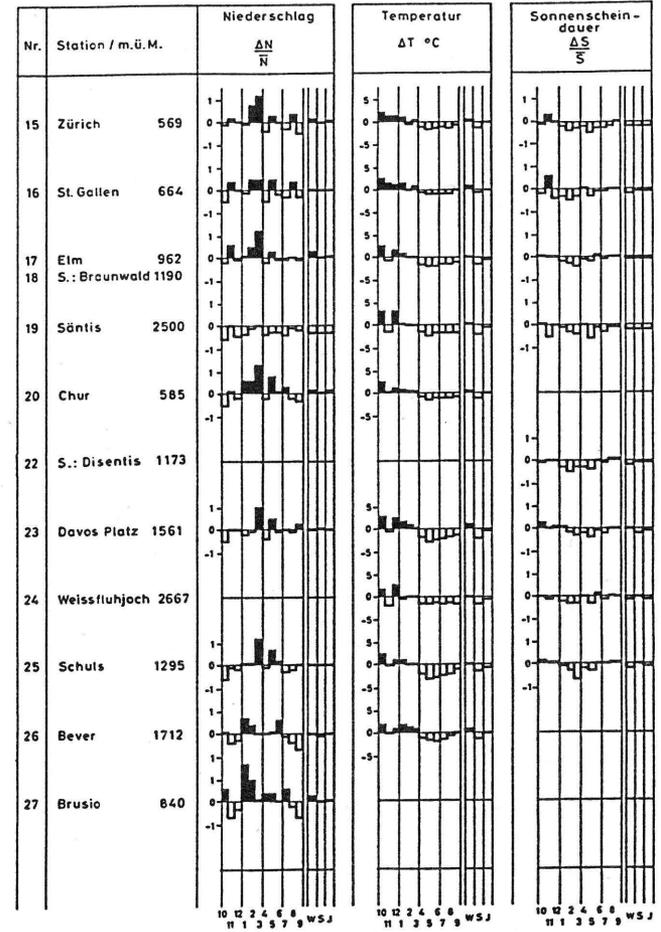
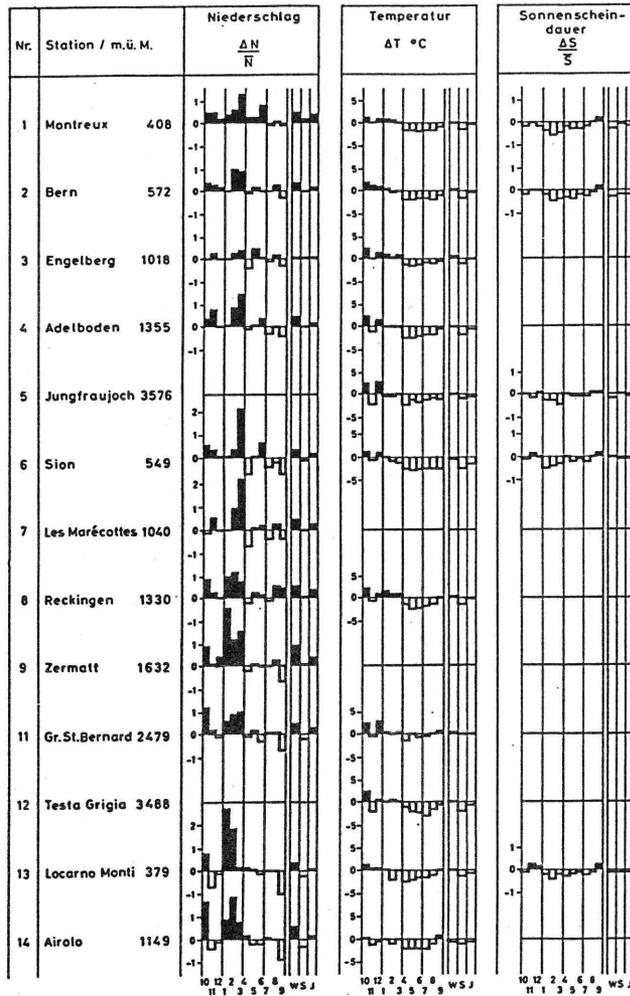


Abbildung 4 / Figure 4

## PRÉCIPITATIONS, TEMPÉRATURES, DURÉE D'INSOLATION ET ÉCOULEMENT EN 1978 / 79

Valeurs mensuelles, saisonnières et annuelles relatives aux valeurs moyennes de la période 1931 + 1960 [exceptions voir 1)]

10, ..., 9 mois d'octobre 1978 à septembre 1979

H = hiver = octobre à avril

E = été = mai à septembre

A = année = octobre à septembre

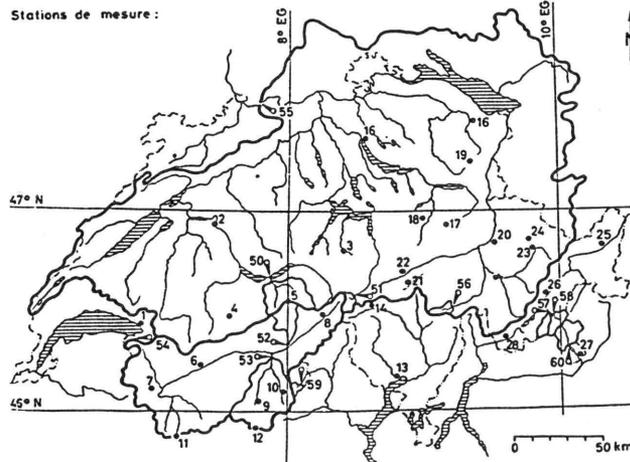
Mesure des débits

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

## 1) Exceptions :

No.	Station	Température	Durée d'insolation	Débit
5	Jungfraujoch	1938/39 + 63/64	1931/32 + 60/61	—
6	Sion	—	1941/42 + 63/64	—
12	Testa Grigia	1952/53 + 63/64	—	—
13	Locarno-Monti	1935/36 + 63/64	1931/32 + 60/61	—
16	St. Gallen	—	1956/57 + 63/64	—
18	Braunwald	—	1935 + 1973	—
22	Disentis	—	1954 + 1973	—
24	Weissfluhjoch	1947 + 1973	1947 + 1973	—
51	Furkareuss / Realp	—	—	1957 + 1973
52	Massa / Massaboden	—	—	1931/32 + 60/61
56	Hinterrhein / Hinterrhein	—	1945/46 + 63/64	—
57	Rosegbach / Pontresina	—	—	1955 + 1973
58	Berninabach / Pontresina	—	—	1955 + 1973
59	Zwischbergenbach / im Fah	—	—	1952 + 1973

Stations de mesure :



Stations de jaugeage :

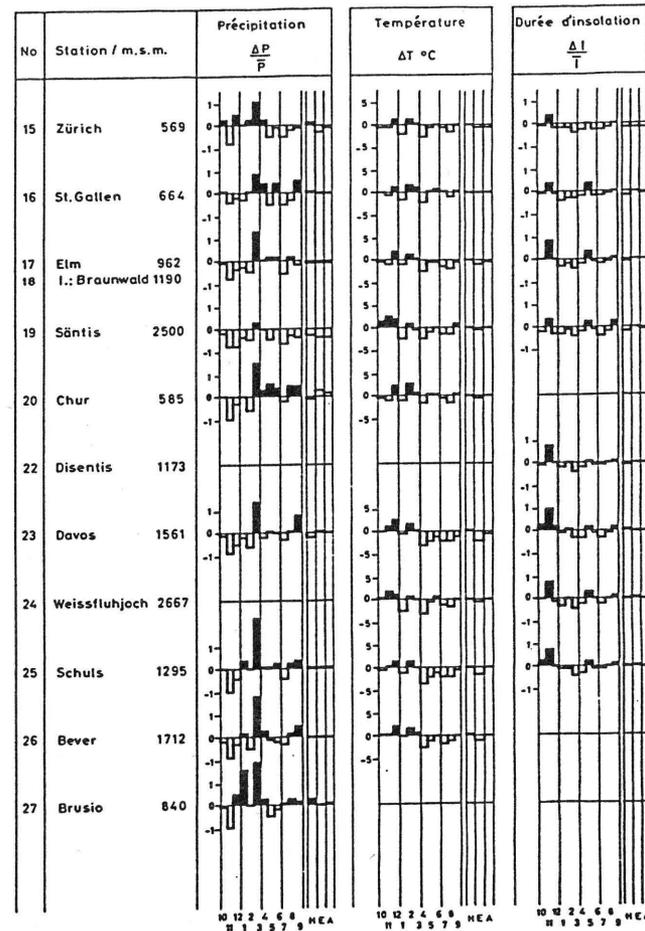
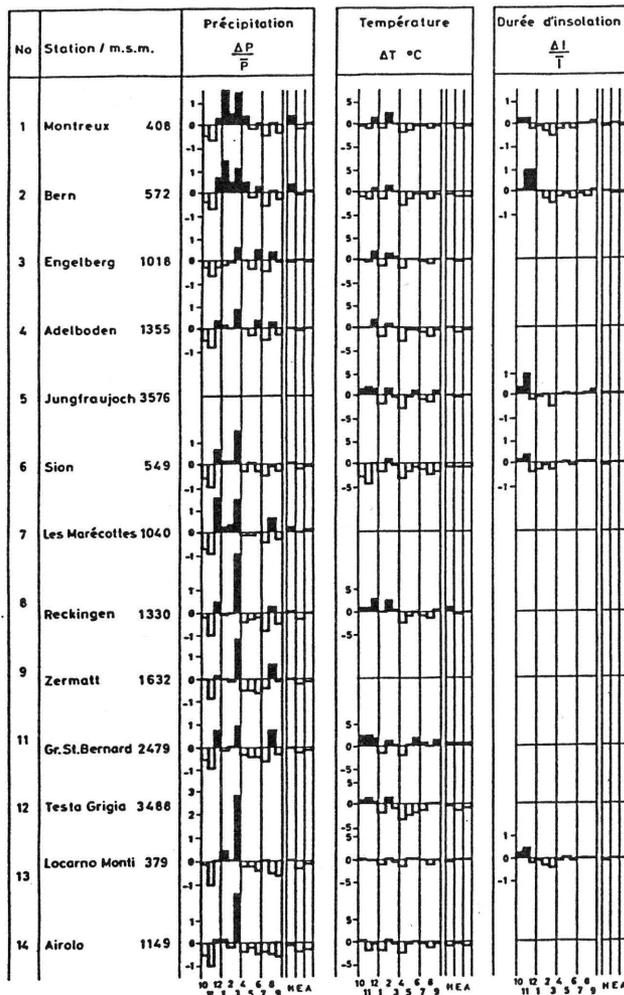
No.	RIVIÈRE / Station	Bassin versant Superficie totale S en km <sup>2</sup>	Altitude moyenne m.s.m.	Aire englacée en % de S	Débits $\frac{\Delta D}{\bar{D}}$
50	LÜTSCHINE / Gsteig	582	379	2050	19.5
51	FURKAREUSS / Realp	1559	61	2465	13.8
52	MASSA / Blatten bei Naters	1446	195	2945	66.6
53	VISPA / Visp	650	778	2660	33.1
54	RHONE / Porte du Sex	374	5220	2130	16.2
55	RHEIN / Rheinfelden	298	34550	1085	1.6
56	HINTERRHEIN / Hinterrhein	1581	55	2390	21.6
57	ROSEGBACH / Pontresina	1766	67	2716	32.8
58	BERNINABACH / Pontresina	1804	107	2617	19.7
59	ZWISCHBERGENBACH / im Fah	1745	17	2531	13.4
60	POSCHIAVINO / le Prese	967	169	2170	6.8

Données météorologiques \*

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

$$\Delta T \text{ } ^\circ\text{C} = \text{Écart de la moyenne}$$

$$\frac{\Delta I}{I} = \frac{\text{Écart de la moyenne}}{\text{Valeur moyenne}}$$



#### 1.4 DATEN UEBER DIE WINTERSCHNEEDECKE

##### Bemerkungen zu den Schneemesstationen

Die in Abbildung 5 sowie in den Tabellen 3 und 4 aufgeführten Stationen sind eine Auswahl der durch das Eidgenössische Institut für Schnee- und Lawinenforschung Weissfluhjoch Davos (EISLF), die Schweizerische Meteorologische Anstalt, Zürich (SMA) oder die Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) an der ETH Zürich betriebenen Messstellen. Die Stationen Nr. 8, 12 und 17 gehören zum Netz der SMA, die Nr. 19, 21, 23, 24, 25, 28, 31, 34 und 35 zum Beobachtungsnetz des EISLF, die übrigen Stationen zum gemeinsamen Netz des EISLF und der VAW. Vollständigere Daten sind im Jahrbuch "Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen, Winter 1977/78", Winterbericht des EISLF, Weissfluhjoch-Davos, Nr. 42 und im entsprechenden Jahrbuch für das Jahr 1978/79, Winterbericht Nr. 43, zu finden (siehe Literaturangaben zu Kapitel 1.1).

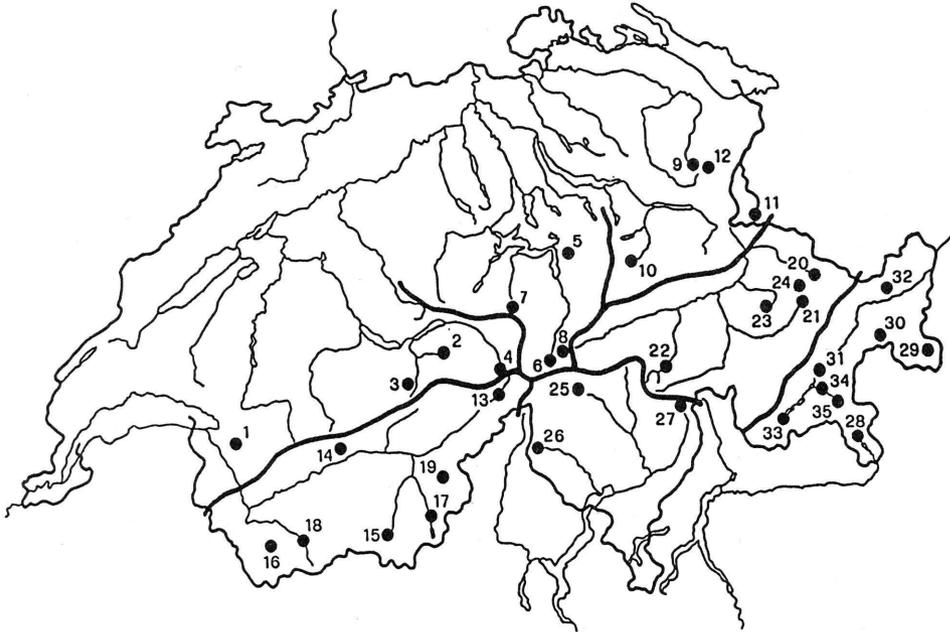
#### 1.4 DONNEES NIVOLOGIQUES

##### Remarques concernant les stations nivométriques

Les stations nivométriques indiquées à la figure 5 ainsi que dans les tableaux 3 et 4 sont choisies parmi les stations exploitées par l'Institut fédéral pour l'étude de la neige et des avalanches au Weissfluhjoch-Davos (IFENA), l'Institut suisse de météorologie, Zürich (ISM) ou par les Laboratoires de recherches hydrauliques, hydrologiques et glaciologiques (VAW) de l'EPF Zurich. Les stations nos 8, 12 et 17 appartiennent au réseau de l'ISM, les stations nos 19, 21, 23, 24, 25, 28, 31, 34 et 35 font partie du réseau de l'IFENA, les autres font partie du réseau commun à l'IFENA et aux VAW. On trouvera des données plus complètes dans l'annuaire "Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen, Winter 1977/78", rapport hivernal no. 42 de l'IFENA, Weissfluhjoch-Davos, pour l'hiver 1977/78 et, respectivement, dans l'annuaire no. 43 pour l'hiver 1978/79 (voir références du chapitre 1.1.).

## SCHNEEMESSSTATIONEN

## STATIONS NIVOMETRIQUES



a) Alpennordseite Nord des Alpes		b) inneralpines Gebiet Régions internes		c) Alpensüdseite+Engadin Sud des Alpes+Engadine	
Nr.Station	Höhe mü.M.	Nr.Station	Altitude m s.m.	Nr.Station	Höhe mü.M.
1 Leysin	1250	13 Ulrichen	1345	25 Ambri	1000
2 Grindelwald-Bort	1570	14 Montana	1470	26 Bosco-Gurin	1510
3 Mürren	1670	15 Zermatt	1610	27 San Bernardino-Dorf	1630
4 Grimsel	1970	16 Bourg-St.Pierre	1650	28 Poschiavo	1014
5 Stoos	1290	17 Saas Almagell	1667	29 Sta. Maria	1400
6 Andermatt	1440	18 Mauvoisin	1800	30 La Drossa	1710
7 Trübsee	1800	19 Simplon Hospiz	2000	31 Samedan	1710
8 Gütsch	2287	20 Klosters EW	1200	32 Ftan	1710
9 Schwägalp	1290	21 Davos	1550	33 Maloja	1810
10 Braunwald	1320	22 Zervreila	1735	34 Pontresina	1840
11 Malbun	1600	23 Arosa	1818	35 Berninahäuser	2049
12 Säntis	2500	24 Weissfluhjoch	2540		

Tabelle 3. Daten über die Schneedecke im Winter 1977/78

Station	Meeres- höhe	Periode mit permanenter Schneedecke			Grösste Schneehöhe		Grösster Wasserwert der Schneedecke	
		Meter	erster Tag	letzter Tag	Dauer Tage	Betrag cm	Datum	Betrag mm
Leysin.....	1250	16.11.	3.4.	139	90	31.1.+3.2.	221	12.2.
Grindelwald-Bort..	1570	14.11.	26.5.	194	180	28.3.	481	1.4.
Mürren.....	1670	14.11.	24.5.	192	163	28.3.	434	5.4.
Grimsel.....	1970	13.11.	3.7.	233	396	12.4.	-	-
Stoos.....	1290	14.11.	3.5.	171	132	8.2.	291	30.3.
Andermatt.....	1440	14.11.	17.5.	185	202	17.2.	631	31.3.
Trübsee.....	1800	13.11.	29.6.	229	291	28.3.	965	16.5.
Gütsch.....	2287	14.11.	17.7.	246	480	27.+28.3.	-	-
Schwägalp.....	1290	14.11.	19.5.	187	191	8.2.	650	31.3.
Braunwald.....	1320	14.11.	24.5.	192	217	27.3.	661	2.4.
Malbun.....	1600	14.11.	1.5.	169	101	28.3.	256	15.4.
Säntis.....	2500	5.11.	16.9.	316	530	17.+18.4.	-	-
Ulrichen.....	1345	14.11.	11.5.	179	220	17.2.	613	1.4.
Montana.....	1470	14.11.	-	-	164	17.2.	90	3.2.
Zermatt.....	1610	14.11.	29.4.	167	154	17.2.	374	1.4.
Bourg-St.-Pierre..	1650	28.12.	19.4.	113	68	27.3.	125	1.4.
Saas Almagell.....	1667	14.11.	10.5.	178	151	11.2.	-	-
Mauvoisin.....	1800	13.11.	3.6.	203	231	27.3.	675	31.3.
Simplon Hospiz....	2000	13.11.	11.6.	211	261	2.4.	-	-
Klosters EW.....	1200	14.11.	5.5.	173	155	22.3.	462	31.3.
Davos Flüelastrasse	1550	14.11.	7.5.	175	135	23.3.	372	31.3.
Zervreila.....	1735	14.11.	25.5.	193	180	12.4.	458	1.4.
Arosa.....	1818	14.11.	31.5.	199	180	12.4.	-	-
Weissfluhjoch....	2540	1.11.	6.8.	279	285	22.3.	959	15.5.
Ambri.....	1000	15.11.	18.4.	155	162	17.2.	-	-
Bosco-Gurin.....	1510	16.11.	29.5.	195	235	17.2.	574	7.4.
San Bernardino Dorf	1630	21.11.	30.5.	191	212	21.3.	569	1.5.
Poschiavo.....	1014	12.1.	28.3.	76	75	29.1.+12.2.	-	-
Santa Maria .....	1400	22.11.	27.4.	157	103	25.2.	236	3.4.
La Drossa.....	1710	14.11.	19.5.	187	140	21.3.	329	31.3.
Samedan.....	1710	14.11.	24.4.	162	87	17.2.	-	-
Ftan.....	1710	14.11.	5.5.	173	113	23.3.	248	15.3.
Maloja.....	1810	21.11.	17.5.	178	185	12.2.	525	15.4.
Pontresina.....	1840	14.11.	2.5.	170	106	12.2.	-	-
Berninahäuser....	2049	14.11.	15.5.	183	146	21.+22.3.	-	-

Tableau 4. Enneigement de l'hiver 1978/79

Station	Altitude m s.m.	Période d'enneigement continu			Hauteur maximale de la couche de neige		Valeur maximale de l'équivalent en eau de la couche de neige	
		Premier jour	Dernier jour	Durée jours	cm	Date	mm	Date
Leysin.....	1250	2.1.	13.3.	71	57	31.1.	120	30.1.
Grindelwald-Bort..	1570	26.11.	16.5.	172	110	29.3.	294	2.4.
Mürren.....	1670	26.11.	16.5.	172	112	16.3.	310	31.3.
Grimsel.....	1970	26.11.	8.6.	195	345	3.+5.5.	-	-
Stoos.....	1290	26.11.	15.5.	170 1)	91	7.4.	150	30.3.
Andermatt.....	1440	26.11.	17.5.	172	119	21.3.	347	1.4.
Trübsee.....	1800	26.11.	10.6.	197	244	7.+28.4.	922	17.5.
Gütsch.....	2287	26.11.	12.6.	199	350	29.3.	-	-
Schwägalp.....	1290	26.11.	15.5.	171	110	7.+8.4.	252	3.5.
Braunwald.....	1320	26.11.	14.5.	170	106	7.4.	251	2.4.
Malbun.....	1600	26.11.	16.5.	172	98	7.4.	254	17.+28.4.
Säntis.....	2500	26.11.	28.7.	245	510	6.+7.4.	-	-
Ulrichen.....	1345	9.12.	12.5.	155	150	17.,20.+21.3.	481	2.4.
Montana.....	1470	13.12.	3.5.	142	141	8.2.	335	30.3.
Zermatt.....	1610	26.11.	24.4.	150	86	11.3.	230	31.3.
Bourg-St.-Pierre..	1650	26.11.	29.4.	154 2)	68	27.3.	213	2.4.
Saas Almagell.....	1667	26.11.	12.5.	168	106	21.3.	-	-
Mauvoisin.....	1800	26.11.	22.5.	178	174	6.4.	524	18.4.
Simplon Hospiz....	2000	26.11.	22.5.	178	200	21.+22.3.	-	-
Klosters EW.....	1200	26.11.	15.5.	171	110	31.3.	309	31.3.
Davos Flüelastrasse	1550	26.11.	16.5.	172	89	12.3.	241	29.3.
Zervreila.....	1735	18.10.	23.5.	218	138	21.3.	391	1.5.
Arosa.....	1818	26.11.	15.5.	181	154	3.5.	-	-
Weissfluhjoch.....	2540	28.9.	16.7.	292	272	3.5.	928	16.5.
Ambri.....	1000	9.12.	14.4.	126	66	22.3.	-	-
Bosco-Gurin.....	1510	26.11.	23.5.	179	200	21.3.	407	5.4.
San Bernardino Dorf	1630	9.12.	29.5.	172	207	21.3.	554	1.5.
Poschiavo.....	1014	16.12.	22.3.	96	50	28.1.	-	-
Santa Maria.....	1400	26.11.	5.5.	161	102	17.2.	224	31.3.
La Drossa.....	1710	26.11.	17.5.	173	122	21.3.	287	15.4.
Samedan.....	1710	26.11.	8.5.	164	88	21.3.	-	-
Ftan.....	1710	26.11.	17.5.	173	109	12.3.	271	2.3.
Maloja.....	1810	9.12.	24.5.	167	255	21.3.	648	15.4.
Pontresina.....	1840	26.11.	11.5.	167	92	21.3.	-	-
Berninahäuser.....	2049	26.11.	22.5.	178	165	21.+22.3.	-	-

1) Sans neige les 30 et 31 décembre / aper am 30. und 31. Dezember

2) Sans neige le 27 décembre / aper am 27. Dezember

## 2. G L E T S C H E R C H R O N I K

### 2.1 TAETIGKEIT UND BESONDERE EREIGNISSE IM JAHRE 1977/78

Die misslichen Schnee- und Wetterverhältnisse im Sommer des Berichtsjahrs liessen anfänglich äusserst ungünstige Bedingungen für die Gletscherbeobachtung mit entsprechend magerem Ergebnis erwarten. Glücklicherweise besserte sich gegen den Herbst hin wenigstens das Wetter, so dass die meisten Beobachter ihre Gletscher bei guten Wegverhältnissen aufsuchen konnten. Allerdings war bei den im Vorjahr nicht ausgeaperten Gletschern das nunmehr unter den Schneeschichten zweier Jahre begrabene Zungenende für die Messung noch unzugänglicher geworden. Besonders stark eingeschneit blieben wiederum die kleinen Gletscher der Alpensüdseite, von denen im Tessin ein einziger am Boden gemessen werden konnte. Das mehrheitlich sonnige Wetter im September schuf auch recht gute Bedingungen für Vermessungsflüge im Hochgebirge. Alle für die Gletscherbeobachtung vorgesehenen Flüge sind ausgeführt worden. So ergab sich dank dem schönen Herbstwetter mit der unerwartet grossen und darum besonders erfreulichen Zahl von 106 beobachteten Gletscherzungen eine ebenso grosse Stichprobe wie in den Vorjahren.

Am Boden gemessen oder besucht worden sind 94 Gletscherzungen, von denen 25 auch aus der Luft fotografiert worden sind. Durch Luftaufnahmen sind ausserdem 12 am Boden nicht besuchte Zungen des Messnetzes erfasst worden. Bei den Aufnahmen im Gelände beteiligten sich die staatlichen Forstdienste bei 66 Gletschern in den Kantonen Wallis (21), Waadt (4), Bern (10), Uri (9), Obwalden (1), Glarus (1), Sankt Gallen (2), Graubünden (17) und Tessin (1), die Abteilung für Hydrologie und Glaziologie der VAW bei 13 Gletschern, die privaten Mitarbeiter P.Mercier (4), J.-L.Blanc (3), H. und V.Boss (2), W.Wild (2), R.Zimmermann, E.Hodel und A.Godenzi (je 1) bei insgesamt 14 Gletschern und die Kraftwerkgesellschaft Mauvoisin bei 1 Gletscher. Für 12 der 37 durch die L+T und die V+D aus der Luft aufgenommenen Netzgletscher ist die Längenänderung anhand der Luftbilder durch photogrammetrische Auswertung (4) oder durch visuellen Vergleich mit Luftbildern aus den Vorjahren (8) bestimmt worden. Die photogrammetrischen Auswertungen besorgten wie bisher bei 2 Gletschern (Ober- und Unteraar) für die Kraftwerkgesellschaft Oberhasli das Vermessungsbüro A.Flotron in Meiringen, bei 1 Gletscher (Giétro) für die Kraftwerkgesellschaft Mauvoisin das Vermessungsbüro H.Leupin in Bern und bei 1 Gletscher (Allalin) für die VAW das Geodätische Institut der ETHZ. Von den 14 im Berichtsjahr nicht beobachteten Gletschern des Messnetzes werden 7 nicht mehr regelmässig gemessen. Bei den übrigen unterblieb die Messung am Boden, weil das Zungenende unter den Schneemassen zweier Jahre nicht auffindbar war. Bei den Vermessungsflügen, die jährlich für die Erhebung der Gruppe für gefährliche Gletscher oder für die besonderen Untersuchungen der VAW im Auftrag von Dritten im Zusammenhang mit praktischen Problemen wiederholt werden, sind ausser 7 dem Messnetz der GK/SNG zugehörigen, 17 weitere steile oder wegen der Möglichkeit von Wasserausbrüchen kontrollierte Gletscher erfasst worden.

Das Beobachtungsnetz der GK/SNG hat im Berichtsjahr keine Aenderung erfahren. Bei einem Gletscher (Hohlicht), der bei den Vermessungsflügen im Weisshorngebiet miterfasst worden ist, wird eine Neuaufnahme ins Beobachtungsnetz geprüft.

Nur wenige Jahre nach seinem Uebertritt in den Ruhestand ist im Februar 1978 Hans Vogt in Meiringen völlig unerwartet gestorben. Die Gletscherkommission ist ihrem langjährigen Mitarbeiter, der die Gletscherbeobachtungen im Forstkreis Oberhasli während seiner Amtszeit und stellvertretend darüber hinaus bis im Herbst vor seinem Tod betreut hat, zu besonderem Dank verpflichtet.

Im Frühling 1978 ist Heinrich Widmer, Mitarbeiter an der VAW seit 1949, in den Ruhestand getreten. Als ausgebildeter und nach mehrjähriger Mitarbeit bei der L+T erfahrener Vermessungsfachmann hat er an sehr vielen Forschungsprojekten und Expertisen der Abteilung für Hydrologie und Glaziologie mitgewirkt. Zu seinen Hauptaufgaben, die er mit der ihm eigenen grossen Sorgfalt und Zuverlässigkeit fast ohne Unterbruch über 2 Jahrzehnte lang erfüllte, gehörte die Betreuung verschiedener Messnetze, die der Beobachtung der jährlichen und längerfristigen Schwankungen im Wasserhaushalt vergletscherter und unvergletschter Einzugsgebiete der Schweizer Alpen dienen. Namentlich zu erwähnen sind neben den Niederschlagsmessnetzen in den voralpinen Gebieten der Baye de Montreux und der Tamina oder im hochalpinen Gebiet von Mattmark vor allem auch die Fixpunkt- und Pegelnetze zur Vermessung des Grossen Aletschgletschers und der Gletscher im Mattmarkgebiet. An der Aufnahme, Darstellung und Auswertung der glaziologischen Spezialkarten des Aletschgebiets war Heinrich Widmer wesentlich, an jener des Mattmarkgebietes massgeblich beteiligt. Zu den jährlichen Erhebungen der Gletscherkommission über die Längenänderung der Gletscherzungen hat er die grossenteils lückenlosen Messreihen der 10 Gletscher Tälliboden, Ofental, Schwarzberg, Allalin, Kessjen (alle von 1950 an), Grosser Aletsch (1954), Fiescher (1959), Ried (1964), Oberaletsch (1966) und Mittelaletsch (1974) beigesteuert.

Mit dem Hinschied von Professor Dr. Robert Haefeli am 18. April 1978 und von Dr. phil. h. c. Max Oechslin am 8. September 1979 hat die Gletscherkommission zwei ihrer prominentesten früheren Mitglieder verloren. Robert Haefeli gehörte der Kommission seit 1943 an, von 1950 bis 1973 als deren Präsident. 1976 wurde ihm die Ehrenmitgliedschaft der SNG verliehen. Zu seinen vielen besonderen Verdiensten gehört die Förderung der Schnee- und Lawinenforschung sowie der Gletscherforschung. Die von ihm begonnenen systematischen Untersuchungen am Aletschgletscher bilden heute noch einen wesentlichen Bestandteil der langfristigen wissenschaftlichen Forschungsprogramme der VAW. Als weltweit anerkanntem Wissenschaftler ist ihm u. a. die Leitung der internationalen glaziologischen Grönlandexpeditionen (EGIG) von 1957 bis 1960 und 1967/68 übertragen worden. Nach seinem krankheitsbedingten frühzeitigen Rücktritt als Leiter der Erdbauabteilung und ausserordentlicher Professor an der VAW wirkte er vor allem als Berater der Oeffentlichkeit oder seiner privaten Auftraggeber bei vielen mit Gletschern verknüpften praktischen Problemen. Dank seiner Initiative ist als Konsequenz

aus der Gletscherkatastrophe von Mattmark die Arbeitsgruppe für gefährliche Gletscher gebildet worden, die wir im 93. Gletscherbericht vorgestellt haben. Max Oechslin hat als Forstmeister des Kantons Uri bei den Schnee- und Gletscherbeobachtungen massgeblich mitgewirkt. Der Gletscherkommission hat er von 1926 bis 1958, während mehr als 20 Jahren als deren Sekretär angehört. Sein besonderes Interesse an den Gletschern und ihren Veränderungen hat er in verschiedenen Publikationen über die von ihm selber und seinen Vorgängern an den Urner Gletschern gemachten Beobachtungen zum Ausdruck gebracht. Die Gletscherkommission ist den beiden Verstorbenen für ihre ausserordentlichen Verdienste um die Gletscherforschung zu grossem Dank verpflichtet. Der Dank der Gletscherkommission geht auch an alle Beobachter, an alle anderen Mitarbeiter und Institutionen, die in irgendeiner Form zu unseren Erhebungen beigetragen haben.

Im Berichtsjahr sind verschiedene Forschungsprojekte, über die wir in früheren Gletscherchroniken berichtet haben, z.T. durch Feld- und Laboruntersuchungen (Kernbohrungen auf den Alpengletschern), z.T. durch Modellrechnungen vor allem auf theoretischer Basis weitergeführt (Bewegungsverhalten beim Gleiten eines Gletschers), z.T. durch Publikationen abgeschlossen worden (Wasser im Firn des Ewigschneefeldes). Die Literaturangaben zu den Fussnoten 9 und 10 am Schluss des Kapitels 2.2 ergänzen die Angaben in den vorangehenden Jahrbüchern. Verschiedene Fachveranstaltungen im In- und Ausland boten Gelegenheit zu ausführlichen Berichten über die mannigfaltigen Aktivitäten auf dem Gebiet der Gletscherforschung. An allen 3 in der Schweiz durchgeführten Anlässen war die Gletscherkommission direkt oder durch ihre Mitglieder massgeblich beteiligt. An einer vom 17. bis 22. September auf der Riederfurka durchgeführten internationalen Arbeitswoche (workshop) wurde über den Stand der in fast allen vergletscherten Gebieten der Erde laufenden Bestandesaufnahmen für das Weltgletscherinventar berichtet und über damit verknüpfte Probleme sowie über Anwendungsmöglichkeiten von Gletscherinventaren diskutiert (Lit.11). Das schweizerische Seminar über Schnee- und Eismechanik, das am 2. und 3. Oktober 1978 in Zürich stattfand, befasste sich mit unmittelbaren Anwendungen der Grundlagenforschung (Lit.12). Im Rahmen der 158. Jahresversammlung der SNG ist am 6. und 7. Oktober 1978 in Brig ein Gletscher-Symposium abgehalten worden, an dem 10 Hauptreferate einen umfassenden Ueberblick über die wichtigsten Forschungsgebiete der Glaziologie und zahlreiche Kurzreferate Einblick in laufende Forschungsarbeiten gaben. Dank der grosszügigen Unterstützung durch die Schweizerische Verkehrszentrale (SVZ) konnte die für diesen Anlass zum Thema "Die Schweiz und ihre Gletscher" vorbereitete Ausstellung in verschiedene Sprachen übersetzt und als Wanderausstellung auf eine Reise durch verschiedene Städte der Schweiz und des Auslands geschickt werden (Lit.13 und 14).

Beim Ausbruch einer Wassertasche im Kingletscher ob Randa am 28. August 1978 entwickelte sich in den Moränenablagerungen des ziemlich steilen Zungenbeckens ein Murgang, der durch das Wildikin hinunterschoss und sich auf dem Talboden bei Wildi seiner Schuttfracht entledigte. Dabei wurden Strasse, Bahn und Felder meterhoch mit Schutt überdeckt, so dass die Verbindungen nach Zermatt während eines Tages unterbrochen waren.

## 2.2 TÄTIGKEIT UND BESONDERE EREIGNISSE IM JAHRE 1978/79

Mit dem vorliegenden Bericht über die Veränderungen der Gletscher der Schweizer Alpen in der Beobachtungsperiode 1978/79 erreicht die Zahl der von F.-A. Forel im Jahre 1880 begründeten Gletscherberichte ein volles Hundert. Wir erlauben uns deshalb, aus diesem Anlass den Tätigkeitsbericht mit einigen geschichtlichen Angaben einzuleiten. Weitere Ausführungen über die Geschichte der Gletscherkommission und die Entwicklung ihres Beobachtungsnetzes sind im Anhang dieses Jahrbuchs enthalten (Kapitel 6B).

Die Anregung, systematische Messungen periodisch zu wiederholen, um die Veränderung der Gletscher zu erfassen und Einblick zu erhalten in ihre Mechanismen und Ursachen, hat der Genfer César Bordier bereits im Jahre 1773 gemacht. Erst ein volles Jahrhundert später ist sein Vorschlag konsequent befolgt und am Rhonegletscher in einem langfristigen wissenschaftlichen Forschungsprogramm verwirklicht worden. Im Auftrag des 1869 vom Schweizer Alpen-Club (SAC) und der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft (SNG) gemeinsam gegründeten "Gletscherkollegiums" und seiner Nachfolgerin, der 1893 gegründeten Gletscherkommission der SNG, hat das Eidgenössische topographische Büro, die nachmalige Landestopographie (L+T), den Rhonegletscher von 1874 bis 1915 Jahr für Jahr gründlich und genau vermessen. Die von Paul-Louis Mercanton verfasste Darstellung der Ergebnisse (Lit.15) gilt heute noch als Meisterwerk der Gletscherkunde.

Einen weiteren entscheidenden Anstoss zu systematischen Gletscherbeobachtungen gab 1880 ein zwischen den Kantonen Waadt und Genf vor Bundesgericht ausgetragener Rechtsstreit. Im "procès du Léman" ging es im wesentlichen um die Frage, ob die Genfer durch technische Einbauten im Seeausfluss die schweren Ueberschwemmungen jenes Jahres an den Ufern des Genfersees verursacht hätten oder ob diese auf die ausserordentlich starke Abschmelzung der Gletscher im Wallis zurückzuführen seien. In der Folge begann der als Gutachter im Prozess beigezogene Waadtländer Limnologe François-Alphonse Forel systematisch Beobachtungen über die Veränderung der Gletscher, insbesondere über ihre Längenänderung, zu sammeln und in jährlichen Berichten zu veröffentlichen. Im Jahre 1893 übernahm die neugegründete Gletscherkommission die Weiterführung dieser Beobachtungen und Berichte als ihre zentrale Aufgabe, die sie heute noch wahrnimmt. Im Bestreben, auf diese Weise beizutragen zur Untersuchung der Beziehungen zwischen Gletscher- und Klimaschwankungen und damit auch zur Erforschung der Klimageschichte, folgt sie in erster Linie wissenschaftlichen Zielsetzungen. Die jährlichen Erhebungen sind ausserdem, im Sinne einer Landesaufnahme, von praktischem Interesse für die wirtschaftliche Nutzung des Hochgebirges z.B. durch Wasserkraftwerke und Tourismus. Ihr Wert als Grundlage für wissenschaftliche Forschung oder wirtschaftliche Planung steigt mit der Dauer und Vollständigkeit der Beobachtungsreihen. Dank der weitsichtigen Initiative Forels und dank den Bemühungen des Kollegiums- und Kommissionsmitglieds Johann Wilhelm Fortunat Coaz, des damaligen eidgenössischen Oberforstinspektors, konnten bereits 1893 die Forstdienste der Gebirgskantone für die Mitarbeit bei den Gletschermessungen gewonnen werden. Dem

pflichtbewussten Einsatz der Förster ist es in erster Linie zu verdanken, dass heute lückenlose Messreihen von 50 Gletschern über 80 und mehr Jahre zurückreichen. (Siehe Tabelle 30, Kapitel 6B.2) Abgesehen von der Mitarbeit vieler SAC-Mitglieder bei den Messungen der Forstdienste oder als private Beobachter, hat der SAC die Gletscherbeobachtungen stets wirksam unterstützt, indem er für eine gute Verbreitung der Ergebnisse sorgte und massgeblich beitrug zu ihrer regelmässigen Veröffentlichung. Von Anfang an bis heute hat der SAC seine Jahrbücher und die daraus hervorgegangene Zeitschrift "Die Alpen" zur Verfügung gestellt für die jährliche Publikation der Gletscherberichte, die von der Gletscherkommission jeweils auch als Sonderdrucke herausgegeben werden (siehe 4.Umschlagseite). Eine summarische Zusammenfassung der Hauptergebnisse der ersten 100 Jahre gibt Abbildung 8 auf Seite 76 dieses Jahrbuchs. Kapitel 4 "Neuzeitliche Gletscherveränderungen" des Buches "Die Schweiz und ihre Gletscher" (Lit.16) enthält die entsprechende Darstellung für die Periode 1890 bis 1978. Ausführlicher sind die von J.-P.Portmann verfassten Zusammenstellungen für jeweils 2 Jahrzehnte, die in den letzten Jahren in den Quartalsheften der Zeitschrift "Die Alpen" erschienen sind (Lit.17), wie auch die Zahlenangaben in Kapitel 6B.3 dieses Jahrbuchs.

Aus den statistischen Angaben über das aktuelle Beobachtungsnetz und die Gesamtheit der Gletscher der Schweiz im Kapitel 6B.2 geht hervor, dass im gegenwärtigen Netz mit 120 Gletschern die 38 grossen Gletscher mit einer einzigen Ausnahme, die 170 Gletscher mittlerer Grösse zu knapp einem Drittel und von den fast 1000 kleinen Gletschern etwa jeder Vierzigste, jedoch kein einziges der über 600 kleinsten Gletscherchen oder Firnfelder erfasst sind. Die offensichtliche Vorliebe für grössere Gletscher bei der Auswahl der Stichprobe ist aus praktischen Gründen beinahe selbstverständlich. Die schneereichen letzten Jahre haben die alte Erfahrung bestätigt, dass Zungenmessungen bei den kleinen Gletschern oft problematischer sind als bei den grossen. Von mehrfachen Bemühungen, der einseitigen Auswahl entgegenzuwirken, dürfte zumindest teilweise die beträchtliche Zahl der Gletscher zeugen, bei denen die Messungen nach wenigen Jahren wieder aufgegeben wurden. (siehe Tabelle 30, Kapitel 6B.2) Recht zahlreich sind auch längere Messreihen, die unterbrochen oder gar aufgegeben werden mussten, weil das Zungenende unbestimmbar oder sonstwie unzugänglich geworden war, in vereinzelt Fällen auch, weil der Gletscher verschwunden ist. Das heutige Messnetz enthält einen grossen Teil der messbaren Gletscher, bei denen die Zungenmessung verhältnismässig leicht und mit vertretbaren Gefahrenrisiken zu brauchbaren Ergebnissen führt.

Die Schönwetterperiode im Spätsommer und Herbst des Berichtsjahrs 1978/79 konnte von den Beobachtern in erfreulich hohem Masse zur Durchführung von Zungenmessungen und von den Flugdiensten der V+D und L+T zur Durchführung von Vermessungsflügen ausgenützt werden. Von den 120 Gletschern des Beobachtungsnetzes sind 110 erfasst worden (99 am Boden, 41 aus der Luft). Ausser in einem Fall konnte dabei die Längenänderung seit der letzten Kontrolle bestimmt werden durch Messungen (92) oder andere Beobachtungen (6) im Gelände sowie durch quantitative (4) oder qualitative (7) Auswertungen von Luftbildern. Die Erhebungen im Gelände verdanken wir den staatlichen Forstdiensten bei 71 Gletschern in den Kantonen Wallis

(23), Waadt (4), Bern (10), Uri (9), Obwalden (2), Glarus (1), St.Gallen (2), Graubünden (15) und Tessin (5), der Abteilung für Glaziologie der VAW bei 13 Gletschern, den privaten Mitarbeitern P.Mercier (4), J.-L.Blanc (3), H. und V. Boss (2), W.Wild (2), A.Godenzi (2) und E.Hodel (1) bei 14 Gletschern und bei 1 Gletscher der Kraftwerkgesellschaft Mauvoisin. Die photogrammetrische Auswertung von Luftbildern haben besorgt bei 2 Gletschern für die Kraftwerke Oberhasli das Vermessungsbüro A.Flotron in Meiringen, bei 1 Gletscher für die Kraftwerke Mauvoisin das Vermessungsbüro H.Leupin in Bern und bei 1 Gletscher für die VAW ihr Mitarbeiter W.Schmid am Autographen des Geodätischen Instituts der ETH Zürich. Durch Vermessungsflüge sind insgesamt 55 Gletscher gezielt und 54 zusätzlich erfasst worden. Die Flüge dienten in erster Linie den Beobachtungen der Gletscherkommission (bei 23 Gletschern), den Erhebungen der Arbeitsgruppe für gefährliche Gletscher (20) und besonderen Untersuchungen der VAW im Auftrag von Dritten (6) oder im Rahmen wissenschaftlicher Forschungsprojekte (6). Dank den periodisch wiederholten Aufnahmen der L+T für die Nachführung der Landeskarten können die Veränderungen verschiedener nicht jährlich kontrollierter Gletscher in mehrjährigen Intervallen erfasst werden. Im vorliegenden Bericht sind solche Angaben bei 2 Gletschern (Scaletta, Albigna) berücksichtigt worden.

Die Gletscherkommission dankt allen Beobachtern, allen übrigen Mitarbeitern und Institutionen, die zu unseren Erhebungen beigetragen haben. Sie dankt ganz besonders den in den Ruhestand getretenen langjährigen Mitarbeitern, nämlich Kantonsforstinspektor L.Ragaz in Chur für die gewissenhafte Betreuung der Gletschermessungen während vieler Jahre im Kanton Graubünden, Kreisförster O.Bisaz in Celerina, der mit grossem Interesse und Sachverständnis fast 3 Jahrzehnte lang die Gletscher im Oberengadin und Bergell beobachtet hat, und Forstinspektor P.A.Wenger in Crans, der während mehr als 20 Jahren die Gletscher zwischen Dent Blanche und Pigne d'Arolla sehr zuverlässig und regelmässig gemessen hat. Wir danken auch Forstinspektor G.Viglezio, der von Faido in einen südlicher gelegenen Forstkreis gezogen ist, für die verdienstvolle Wiederaufnahme und regelmässige Fortführung der Gletschermessungen im Bedrettal. Wir heissen die verschiedenen Amtsnachfolger, so Kantonsforstinspektor B.Rageth in Chur, Kreisförster C.Mengelt in Celerina, sowie die Kreisforstinspektoren M.Torrent in Gröne und V.Rossi in Faido bei den Gletschermessungen willkommen und freuen uns auf ihre Mitarbeit.

Die Gletscherkommission beklagt den Verlust eines Mitglieds. Am 26.Juli 1980 starb Professor Dr.Fritz Müller unerwartet mitten in der Arbeit auf dem Rhonegletscher, mitten in einem eben angelaufenen wissenschaftlichen Unternehmen, das einen neuen Schwerpunkt in seiner vielseitigen Forschungstätigkeit auf dem Gebiet der Gletscher- und der Klimakunde bilden sollte. Schwerpunkte in seinem bisherigen wissenschaftlichen Tun bildeten neben ausserordentlich intensiver Mitarbeit in internationalen Fachgruppen, die ihn mit der Leitung weltumspannender Erhebungen betrauten (Weltgletscherinventar, zentrale Sammelstelle der Daten über Gletscheränderungen), anspruchsvolle glaziologische und klimatologische Forschungsprogramme in der Arktis (Grönland, Alaska, Axel Heiberg Island, Baffin Bay) und im Himalaya

(Khumbugletscher). Marksteine seines Wirkens im eigenen Land sind ausser seiner Tätigkeit und der Leitung des Geographischen Instituts der ETH Zürich u.a. die Mitarbeit an den Aufnahmen zur Spezialkarte der Aletschgletscher im Jahre 1957 und die Leitung der Bestandesaufnahme der Gletscher in der Schweiz im Jahre 1973. Er war Mitglied der Gletscherkommission seit 1971.

Auf zahlreichen Gletschern werden von der VAW (z.T. gemeinsam mit der GK/SNG oder im Auftrag von Dritten), von der Gletscherkommission selber oder von Kraftwerkgesellschaften Messnetze, z.T. seit vielen Jahren unterhalten zur Bestimmung der Gletscherbewegung, der Massenänderung an bestimmten Punkten oder des Massenhaushalts des ganzen Gletschers. Sie dienen der wasserwirtschaftlichen Produktionssteuerung (bei 10 Gletschern, der wissenschaftlichen Grundlagenforschung (4) oder zur Beurteilung von Gefahrenrisiken (3). Seit über 60 Jahren im Gang sind die Messungen an den Firnpegeln auf dem Claridenfirn, dem Silvrettagletscher und dem Jungfraufirn, deren Ergebnisse bisher in den Firnberichten von A.Lemanns jährlich mitgeteilt worden sind. Infolge seiner schweren Erkrankung im Berichtsjahr, an der er 1983 nach vorübergehender Besserung verstorben ist, konnte Lemans die teilweise vorbereiteten Berichte für 1977/78 (Nr.65) und 1978/79 (Nr.66) nicht mehr veröffentlichen. Sie erscheinen in gekürzter Fassung als Kapitel 5.5 dieses Jahrbuchs und sollen bis auf weiteres in dieser Form weitergeführt werden. Im Berichtsjahr ist ein neues Messnetz auf dem Rhonegletscher eingerichtet worden, das im Rahmen eines Forschungsprojekts des Geographischen Instituts der ETHZ Daten liefern soll zur Untersuchung der Beziehungen zwischen Lokal- und Regionalklima einerseits, Schnee-, Eis- und Wasserhaushalt des Gletschers und seines Einzugsgebiets anderseits (Lit.18).

Anknüpfend an Untersuchungen, über die wir in früheren Gletscherchroniken berichteten, hat die VAW zusammen mit andern Hochschulinstituten in der Zeit von Mitte Mai bis Anfang September 1979 den intra- und subglazialen Wasserabfluss am Gornergletscher weiter erforscht. Die Kenntnisse der Abflussmechanismen, insbesondere während der Schneeschmelze und der jährlichen (natürlichen) Entleerung des Gornersees (s.Bilder 109 bis 113), führt zu einem besseren Verständnis der Gleitvorgänge bei der Gletscherbewegung und damit auch der Erosionsvorgänge am Gletscherbett. Im Zusammenhang mit subglazialen Wasserfassungen und mit dem Hochwasserschutz sind diese Fragen auch von praktischer Bedeutung. Mit der verbesserten hydrothermischen Tiefbohrausrüstung und verbesserter Bohrtechnik sind bis 430 Meter tiefe Löcher in 7 1/2 Stunden gebohrt worden. Sie dienen zur Registrierung des Wasserdrucks an der Gletschersohle und zur Messung der Eistemperatur in verschiedenen Tiefen. Ausserdem sind Gletscherbewegung, Wassertemperaturen, Gletscherbebenaktivität und Laufzeit des Wassers beim Seeausbruch gemessen worden. Wertvolle Vergleichsdaten lieferten die zu gleicher Zeit von einer selbständigen Forschergruppe aus Manchester am Gletschertor durchgeführten Untersuchungen über Chemismus, Geschiebetransport und Schwebstoffführung der Gornera (Lit.19 und 20).

## 2. C H R O N I Q U E D E S G L A C I E R S

### 2.1 ACTIVITE ET EVENEMENTS PARTICULIERS EN 1977/78

Les conditions de neige et de temps de l'été 1978 laissaient prévoir une situation très défavorable pour l'observation des glaciers et, par conséquent, un pauvre résultat de l'exercice. Vers l'automne, cette situation s'est améliorée et, en général, les observateurs ont pu visiter leur secteur sans grandes difficultés. Toutefois, les langues glaciaires, déjà recouvertes de neige l'an passé, l'ont été encore plus cette année. Ce fut le cas des petits glaciers surtout au sud des Alpes, de sorte que, au Tessin, un seul a pu être mesuré au sol. Le temps en général ensoleillé en septembre a été favorable aussi aux vols photogrammétriques en haute montagne. Tous les vols prévus pour l'observation des glaciers ont été exécutés. C'est ainsi que, grâce au bel automne et au nombre réjouissant de 106 glaciers visités ou photographiés, l'échantillon est resté aussi important que les années précédentes.

Parmi les 94 langues glaciaires, mesurées ou visitées sur le terrain au cours de l'exercice, on en compte 25 dont on a pris aussi des clichés aériens. En outre, les vols photogrammétriques ont permis la reconnaissance de 12 glaciers appartenant au réseau d'observation et qui n'ont pas été visités au sol. Les mensurations et autres observations terrestres sont dues, pour 66 glaciers, aux services forestiers des cantons du Valais (21 glaciers), de Vaud (4), de Berne (10), d'Uri (9), d'Obwald (1), de Glaris (1), de Saint-Gall (2), des Grisons (17) et du Tessin (1). Pour 13 glaciers elles sont dues à la Section d'hydrologie et glaciologie des VAW, pour 14 glaciers aux collaborateurs privés P.Mercier (4), J.-L.Blanc (3), H. et V.Boss (2), W.Wild (2), R.Zimmermann, E.Hodel et A.Godenzi (1 chacun) et pour 1 glacier à la Société des forces motrices de Mauvoisin. Pour 12 des 37 glaciers du réseau, photographiés d'avion par S+T et D+M, la variation de longueur a été déterminée à l'aide des clichés aériens, soit par restitution photogrammétrique (4), soit par comparaison visuelle avec les photos des années précédentes (8). La restitution photogrammétrique a été réalisée, comme précédemment pour les 2 glaciers de l'Aar, à la demande des Forces motrices de l'Oberhasli par le bureau A.Flotron à Meiringen, pour le glacier de Giétro à la demande des Forces motrices de Mauvoisin par le bureau H.Leupin à Berne, et pour le glacier d'Allalin à la demande des VAW par l'Institut géodésique de L'EPPZ; Parmi les 14 glaciers non observés du réseau, sept ne sont plus contrôlés régulièrement; les autres n'ont pas été mesurés parce que l'extrémité de la langue, ensevelie sous les couches de neige de deux ans, était inaccessible. Les vols photogrammétriques, effectués à la demande du groupe de travail pour l'étude des glaciers dangereux ou pour l'étude de problèmes pratiques faite aux VAW sur demande de tiers, ont porté sur 7 glaciers du réseau d'observation de la CG/SHSN ainsi que sur 17 autres glaciers raides ou glaciers contrôlés en vue de ruptures possibles de lacs marginaux ou de poches d'eau.

Pour l'exercice 1977/78 la Commission des glaciers n'a pas modifié son réseau d'observation; le glacier de Hohlicht, compris dans les photos aériennes de la région du Weisshorn, pourrait y être inclus par la suite.

En février 1978, peu d'années après sa retraite, Hans Vogt est brusquement décédé à Meiringen. L'ancien inspecteur du district forestier de l'Oberhasli a pris soin des mensurations glaciaires dans son secteur pendant plusieurs décennies jusqu'en 1977. La Commission des glaciers, qui a ainsi perdu un de ses fidèles collaborateurs, est consciente de la dette de reconnaissance qu'elle doit à sa mémoire. Au printemps 1978, Heinrich Widmer a pris sa retraite après 29 années de travail consacrées aux recherches hydrologiques et glaciologiques des VAW. Par sa formation de géomètre technicien et par son expérience professionnelle acquise pendant plusieurs années de collaboration au S+T, il a rendu des services importants à un très grand nombre de projets scientifiques ou d'expertises élaborées à la section d'hydrologie et de glaciologie des VAW. Parmi ses tâches principales, accomplies avec soin et zèle exemplaires, citons celles, auxquelles il présidait avec une continuité remarquable pendant des décennies et par lesquelles il a contribué à l'observation des variations périodiques, annuelles et à longue échéance, du régime hydrologique de quelques bassins versants alpins: il a pris soin des mesures de précipitations dans les bassins préalpins, non englacés, de la Baye de Montreux et de la Tamina ainsi que dans le bassin haut-alpin et englacé de Mattmark. Il a contribué essentiellement aux levés, restitutions et dépouillements des cartes glaciologiques de la région d'Aletsch et de la région de Mattmark et il était responsable de l'entretien et de l'observation des réseaux de mensurations glaciologiques dans ces mêmes régions. Aussi, la commission des glaciers lui est redevable des observations annuelles sur la variation du front des 10 glaciers Tälliboden, Ofental, Schwarzberg, Allalin, Kessjen (tous depuis 1950), Grand Aletsch (depuis 1954), Fiescher (1959), Ried (1964), Oberaletsch (1966) et Mittelaletsch (1974). Avec le décès, le 18 avril 1978, du professeur Robert Haefeli et avec le décès de Max Oechslin, Dr.h.c., le 8 septembre 1979, la Commission des glaciers a perdu deux de ses éminents et anciens membres. Robert Haefeli, membre de la commission depuis 1943 et son président de 1950 à 1973, fut nommé membre d'honneur de la SHSN en 1976. Parmi ses nombreuses contributions, il convient de mentionner son zèle pour l'étude de la neige et des avalanches ainsi que des glaciers; les recherches systématiques qu'il a commencées au glacier d'Aletsch font partie, aujourd'hui encore, des programmes de recherches à long terme des VAW. Sa renommée lui valut la direction scientifique des expéditions glaciologiques internationales au Groenland (EGIG) des années 1957 à 1960 et 1967/68. Après sa retraite prématurée (due à la maladie) du poste de professeur extraordinaire et de chef de la section de mécanique des sols des VAW, il est resté un actif et précieux conseiller privé pour de nombreux problèmes pratiques concernant les glaciers. Ainsi, à la suite de la catastrophe de Mattmark, il a pris l'initiative de fonder un groupe de travail pour l'étude des glaciers dangereux (nous en avons parlé dans notre 93e rapport). Max Oechslin, inspecteur forestier en chef du canton d'Uri, s'est occupé activement des observations de la neige et des glaciers; il a été membre de la Commission des glaciers de 1926 à 1958 et

pendant plus de 20 ans il en a été le secrétaire. Il s'est particulièrement intéressé aux glaciers uranais, dont il a exposé les variations dans diverses publications, où figurent ses propres observations et celles de ses prédécesseurs. La Commission des glaciers doit une grande reconnaissance à ces deux personnalités pour leurs remarquables contributions à l'étude des glaciers. Elle remercie également tous les observateurs ainsi que tous les autres collaborateurs et institutions qui, d'une façon ou d'une autre, ont collaboré à ses travaux.

L'année du rapport a vu se poursuivre différentes études (exposées dans nos rapports précédents) soit par des recherches sur le terrain, soit en laboratoire (forages au Col Gnifetti), soit encore par le calcul de modèles mathématiques et surtout par des considérations théoriques (mécanisme du mouvement glaciaire). D'autres projets ont été achevés par la publication des résultats (nappe d'eau phréatique dans le névé de l'Ewigschneefeld). Les références de publications, données sous les chiffres 9 et 10 à la fin du chapitre 2.2, complètent celles des annuaires glaciologiques précédents. Différentes rencontres en Suisse et à l'étranger ont rendu compte de l'activité variée en matière de glaciologie. Dans les trois rencontres réalisées en Suisse, la Commission a été engagée soit directement, soit par ses membres. Au cours d'une semaine de travail internationale (du 17 au 22 septembre, à Riederfurka), on s'est rendu compte de l'état actuel des levés, entrepris dans presque toutes les régions englacées du globe dans l'intention de dresser un inventaire mondial des glaciers, en disputant aussi des problèmes rencontrés ou des applications possibles (Lit.11). Le séminaire suisse de mécanique de la neige et de la glace (qui a eu lieu à Zurich, les 2 et 3 octobre 1978) s'est occupé des applications immédiates de la recherche fondamentale (Lit.12). A l'occasion de la 158e assemblée annuelle de la SHSN, à Brigue, un symposium sur les glaciers s'est déroulé les 6 et 7 octobre 1978, où les différents domaines de recherches en glaciologie ont été passés en revue dans les dix conférences principales, tandis que de nombreuses contributions illustraient les travaux en cours. Grâce au large appui de l'Office national suisse de tourisme, l'exposition organisée en marge du symposium sous le titre: "La Suisse et ses glaciers" a été prévue comme exposition itinérante: après son ouverture à Brigue, elle a également été présentée au public dans d'autres villes de Suisse et de l'étranger (Lit.13 et 14).

A la suite de la rupture d'une poche d'eau au glacier de Kin près de Randa, le 28 août 1978, une coulée de boue morainique s'est déversée dans le torrent glaciaire jusqu'au talweg. Près de Wildi, l'amas pierreux a recouvert la route et la voie du chemin de fer, interrompant les communications avec Zermatt pendant un jour.

## 2.2 ACTIVITE ET EVENEMENTS PARTICULIERS EN 1978/79

Le présent rapport sur les variations des glaciers suisses en 1978/79 est le 100e de la série des rapports glaciaires, commencée par F.-A.Forel en 1880. Ce centenaire nous amène à rappeler quelques faits historiques. Des informations complémentaires, illustrant l'histoire de la Commission des glaciers et de développement de son réseau d'observations sont données à l'annexe de cet annuaire (chapitre 6B).

L'idée d'étudier les variations des glaciers et d'en explorer les mécanismes par des mesures systématiques et répétées périodiquement, a été suggérée, en 1773 déjà, par le genevois César Bordier. Ce n'est qu'un siècle plus tard que son idée a été réalisée par un projet de recherches scientifiques à longue échéance, établi au glacier du Rhône. Le Bureau topographique fédéral, devenu plus tard le Service topographique fédéral (S+T), a effectué année après année, de 1874 à 1915, un programme de mensurations précises et détaillées, à la demande du "Gletscherkollegium", qui fut fondé en 1869 par le Club alpin suisse (CAS) et par la Société helvétique des sciences naturelles (SHSN). Il fut remplacé, en 1893, par la Commission des glaciers (CG) de la SHSN. P.-L.Mercanton en a présenté les résultats dans un traité (Lit.15) qui est aujourd'hui encore un chef-d'oeuvre de la glaciologie.

Un besoin pratique de réaliser l'idée de Bordier a été révélé lors d'un conflit porté devant le Tribunal fédéral, en 1880, par les cantons de Vaud et de Genève. Car il s'agissait de savoir, lors du Procès du Léman, si les inondations des rives lémaniques de cette année-là avaient été causées par les installations techniques des Genevois, posées au déversoir du lac, ou bien par la fonte excessive des glaciers en Valais. Par la suite, l'expert consulté, le limnologue vaudois François-Alphonse Forel, s'est engagé à collecter systématiquement les observations faites sur les variations des glaciers (notamment leur longueur) et d'en publier les résultats dans des rapports annuels. Dès sa fondation, en 1893, la CG/SHSN a repris et poursuivi régulièrement, jusqu'à ce jour, les enquêtes et rapports qu'elle considère comme l'un de ses devoirs essentiels. Elle apporte ainsi sa contribution aux recherches scientifiques, telles l'étude des relations entre les variations du climat et celles des glaciers, l'exploration de l'histoire du climat, etc. En guise de relevés officiels, les observations de la CG/SHSN sont aussi importantes pour l'exploitation économique des régions de haute montagne par des aménagements hydroélectriques ou par le tourisme. Les résultats obtenus servent d'autant mieux aux analyses scientifiques ou aux projets économiques, que les séries d'observations sont complètes et étendues dans le temps. Grâce à l'initiative de Forel et grâce aux efforts de l'inspecteur fédéral des forêts, Johann Wilhelm Fortunat Coaz, membre de l'ancien collège et de la nouvelle commission des glaciers, les services forestiers des cantons alpins ont collaboré aux mensurations dès 1893 et jusqu'à ce jour. Les séries d'observations continues pendant plus de 80 ans, (pour 50 glaciers) sont avant tout le fruit du travail consciencieux des forestiers. (v.tableau 30, chapitre 6B.2). En facilitant, dès le début, la publication régulière des résultats dans ses

"Annuaire" et plus tard dans sa revue "Les Alpes", le CAS a toujours soutenu les observations glaciaires. A part cela, un grand nombre de ses membres ont participé ou participent encore aux mesures, soit en qualité de forestiers, soit en qualité d'observateurs privés. La liste des rapports publiés est présentée à la dernière page de la couverture. Un résumé global des résultats essentiels est donné par la figure 8, à la page 76 de cet annuaire, pour la période centenaire, et dans le 4e chapitre "Les variations glaciaires des temps modernes" de l'ouvrage "La Suisse et ses glaciers" (Lit.16) pour la période de 1890 à 1978. Les essais de J.-P.Portmann (Lit.17), parus récemment dans les cahiers trimestriels de la revue "Les Alpes" et portant chacun sur deux décennies, résument les résultats et les événements importants.

Les données statistiques présentées au chapitre 6B.2 et qui mettent en relation le réseau d'observations actuel avec l'ensemble total des glaciers suisses, révèlent que le réseau actuel avec ses 120 glaciers comprend à une exception près tous les 38 grands glaciers, le tiers des 170 glaciers de taille moyenne et environ 1/40 des presque 1000 petits glaciers sans tenir compte des plus de 600 glaciers et névés minuscules. La préférence accordée aux grands glaciers se justifie d'elle-même pour des raisons pratiques. Une fois de plus, ces dernières années (riches en neige) ont confirmé le fait que souvent l'extrémité des petits glaciers est particulièrement difficile à déterminer et à mesurer. Sans doute, une partie des 88 glaciers, abandonnés après peu d'années d'observation (v.tableau 30 chapitre 6B.2), peuvent servir de témoins pour les efforts entrepris en vue de corriger ce choix préférentiel. On a dû suspendre ou même supprimer plusieurs séries d'observations prolongées, parce que l'extrémité du glacier est devenue indéterminable ou inaccessible, exceptionnellement aussi parce que le glacier a disparu. Aujourd'hui, le réseau comprend la plupart des glaciers mesurables, où l'observation de l'extrémité conduit à des résultats admissibles sans efforts démesurés, ni trop de risques de danger pour les observateurs.

Pendant l'exercice du rapport, presque tous les observateurs ont profité des périodes de beau temps (vers la fin de l'été et en automne) pour visiter leur(s) glacier(s), et les équipes du S+T et de la D+M ont effectué bien des vols photogrammétriques. Du nombre total de 120 glaciers du réseau, 110 ont été contrôlés sur le terrain (99) ou par avion (41). A une exception près, on a déterminé la variation de longueur des glaciers observés, soit par mensurations (92) ou autres observations (6) terrestres, soit par restitution photogrammétrique (4) ou analyse qualitative (7) des clichés aériens. Les relevés terrestres sont dus, pour 71 glaciers, aux services forestiers des cantons du Valais (23 glaciers), de Vaud (4), de Berne (10), d'Uri (9), d'Obwald (2), de Glaris (1), de St-Gall (2), des Grisons (15) et du Tessin (5), à la section de glaciologie des VAW pour 13 glaciers, aux collaborateurs privés P.Mercier (4), J.-L.Blanc (3), H. et V.Boss (2), W.Wild (2), A.Godenzi (2) et E.Hodel (1) pour 14 glaciers et aux forces motrices de Mauvoisin pour un glacier. La restitution photogrammétrique a été effectuée pour deux glaciers à la demande des forces motrices de l'Oberhasli par le bureau A.Flotron à Meiringen, pour un glacier à la demande

des forces motrices de Mauvoisin par le bureau H.Leupin à Berne et pour un glacier à la demande des VAW par W.Schmid (VAW) en utilisant l'autographe de l'Institut de géodésie de l'EPFZ. Les vols photogrammétriques, demandés pour 55 glaciers, ont porté, en outre, sur 54 autres glaciers. Ils ont servi avant tout aux enquêtes annuelles de la CG/SHSN (dans 23 cas) ou du groupe de travail pour l'étude des glaciers dangereux (20 cas) et aux recherches que les VAW ont effectuées pour des buts scientifiques (6 cas) ou des buts pratiques (6 cas). Les vols du S+T, destinés à la révision des cartes nationales suisses, permettent de suivre à intervalles pluriannuels les variations de glaciers qui ne sont pas visités chaque année. Les résultats présentés dans ce rapport pour les glaciers de Scaletta et de l'Albigna donnent l'exemple de ce cas.

La Commission des glaciers remercie tous les observateurs, ainsi que tous les autres collaborateurs et institutions, qui ont apporté leur contribution à nos travaux. Elle remercie en particulier tous ceux qui, après de longues années de collaboration, ont pris leur retraite, notamment: L.Ragaz, inspecteur cantonal des forêts à Coire, qui a organisé consciencieusement les contrôles glaciaires dans les Grisons, O.Bisaz, inspecteur forestier à Celerina, qui, manifestant un intérêt extraordinaire pendant près de trente ans, a présidé aux mesures des glaciers en Haute-Engadine et dans le val Bregaglia, et P.A.Wenger, inspecteur forestier à Crans, qui a accompli la mensuration des glaciers situés entre la Dent Blanche et le Pigne d'Arolla avec une régularité exemplaire pendant plus de vingt ans. Nous remercions également l'inspecteur forestier G.Viglezio, qui a quitté Faïdo pour un district plus méridional. Ce collaborateur a repris et poursuivi régulièrement l'observation des glaciers du val Bedretto, interrompue pendant de longues années. Nous accueillons avec plaisir leurs successeurs respectifs: B.Rageth à Coire, M.Mengelt à Celerina, M.Torrent à Grône et V.Rossi à Faïdo.

La Commission des glaciers déplore la perte de l'un de ses membres. Le 26 juillet 1980, le professeur Fritz Müller est brusquement décédé, en plein travail, sur le glacier du Rhône, où il avait commencé un nouveau projet de recherches scientifiques. La collaboration très active de Fritz Müller aux organisations glaciologiques internationales, qui lui avaient confié la direction de relevés mondiaux (p. ex. l'inventaire des glaciers du monde et le centre de documentation sur les fluctuations glaciaires) et ses recherches glaciologiques et climatologiques dans l'Arctique (Groenland, Alaska, Axel Heiberg Island et Baffin Bay) et dans l'Himalaya (glacier de Khumbu) lui ont valu une renommée exceptionnelle. Parmi ses activités en Suisse, citons - outre l'enseignement et la direction de l'Institut de géographie de l'EPFZ - la collaboration aux levés pour la carte spéciale des glaciers d'Aletsch, en 1957, et la direction de l'inventaire des glaciers suisses, dressé en 1973. Il était membre de la Commission depuis 1971.

Sur un bon nombre de glaciers et depuis bien des années, les VAW entretiennent des réseaux de balises, en partie communs avec la CG/SHSN ou installés à la demande de tiers,

afin de mesurer le mouvement glaciaire ou de déterminer le bilan de masse à certains endroits ou dans l'ensemble du glacier. D'autres glaciers ont été balisés par la CG/SHSN ou par des forces motrices. Les données rassemblées sur ces réseaux servent aux contrôles du régime hydraulique des forces motrices (dans 10 cas), à l'évaluation des risques de dangers éventuels (3 cas) ou à des études scientifiques (4 cas). Depuis plus de soixante ans déjà, des balises sont observées sur les névés des Clarides, de la Silvretta et de la Jungfrau. Les résultats ont été reportés annuellement dans les "Firnberichte" de A.Lemans (ISM), jusqu'en 1976/77. A la suite d'une maladie, devenue très grave en 1979 et dont il ne s'est repris que passagèrement, avant sa mort prématurée en 1983, A.Lemans n'a pu terminer les rapports en préparation pour 1976/77 (no. 65) et 1978/79 (no. 66). Abréviés et quelque peu modifiés, ils sont présentés dans le chapitre 5.5 de cet annuaire. Il est prévu de continuer, sous cette nouvelle forme, la série des "Firnberichte". Pour l'exercice du rapport, un nouveau réseau de balises a été installé au glacier du Rhône par l'Institut de géographie de l'EPFZ, afin de permettre l'étude scientifique des relations entre les conditions climatiques locales et régionales d'une part, les régimes nival, glaciaire et hydrologique du glacier et de son environnement d'autre part (Lit. 18).

En poursuivant un projet, mentionné dans nos chroniques des années précédentes, les VAW ont étudié, de la mi-mai au début de septembre (et en collaboration avec d'autres instituts universitaires), l'écoulement intra- et sous-glaciaire du glacier du Gorner. Par la connaissance des mécanismes de l'écoulement, notamment pendant la fonte des neiges et pendant la vidange annuelle du lac du Gorner (voir illustrations 109 à 113), on arrive à comprendre les phénomènes de glissement et leur importance pour le mouvement glaciaire aussi bien que pour les processus d'érosion agissant sur le lit du glacier. En outre, ces recherches peuvent avoir de l'importance pour des problèmes pratiques, tels que le captage des eaux sous-glaciaires ou les mesures protectrices contre les crues dans les torrents émissaires des glaciers. Avec une foreuse thermique perfectionnée et avec une technique de forage modifiée, on a réussi à percer des trous jusqu'à 430 mètres de profondeur en 7 1/2 heures. Ces trous permettent d'enregistrer la pression hydrostatique des eaux au fond et de mesurer la température de la glace à différents niveaux du glacier. A part cela, on a mesuré ou enregistré le mouvement glaciaire, la température de l'eau dans le lac marginal, l'activité sismique du glacier et la vitesse de l'écoulement sous-glaciaire pendant la vidange du lac. Dans la même période, des recherches indépendantes ont été effectuées au portail du glacier par un groupe de l'Université de Manchester: elles permettent d'étudier la variation des composantes chimiques et le transport des sédiments dans le torrent émissaire, c'est-à-dire à la naissance de la Gornera (Lit. 19 et 20).

## Literaturangaben zu Kapitel 2.1 / Références du chapitre 2.1

- 9) Iken A., Röthlisberger H., Flotron A. and Haerberli W. (1983): The uplift of Unteraargletscher at the beginning of the melt season - a consequence of water storage of the bed? - *Journal of Glaciology*, Vol 29, No. 101, p. 28-47.
- 10) Haerberli W., Schotterer U., Wagenbach D., Haerberli-Schwitzer H. and Bortenschlager S. (1983): Accumulation characteristics on a cold high-alpine firn saddle from a snow-pit study on Colle Gnifetti, Monte Rosa, Swiss Alps. - *Journal of Glaciology*, Vol. 29, No. 102, p. 260-271.
- 11) World glacier inventory - Inventaire mondial des glaciers. Proceedings of the Riederalp workshop, september 1978 - Actes de l'atelier de Riederalp, septembre 1978. - IAHS-AISH Publication no. 126, 1980.
- 12) Vorträge über Eis- und Gletschermechanik. - Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie an der ETH Zürich, Hrg. Prof.Dr.D.Vischer, Nr. 37, 143 S., Zürich 1979.
- 13) Kasser P., Ed. (für die SNG / pour la SHSN): Gletscher und Klima. Jahrbuch 1978 der SNG, wiss. Teil / Annuaire 1978 de la SHSN, partie scient. - ISSN 0080/7362 Birkhäuser Verlag Basel, Boston, Stuttgart, VI+306 S. + 2 Falttafeln, 1981.
- 14) Schweizerische Verkehrszentrale / Office national suisse de tourisme / Ufficio nazionale svizzero del turismo / Swiss national tourist office Zürich, Ed.: Die Schweiz und ihre Gletscher, von der Eiszeit bis zur Gegenwart. - ISBN 3-259-08391X Kümmerly und Frey, Geographischer Verlag Zürich, 191 S., 1979, Nachauflagen 1980 und 1981.  
(Dito): La Suisse et ses glaciers, de l'époque glaciaire à nos jours. - ISBN 3-259-08392-8 Kümmerly + Frey, Editions géographiques Berne, 1980, réimpression 1981.  
(Dito): Switzerland and her Glaciers, from the ice age to the present. - ISBN 3-25908393-6 Kümmerly + Frey, Geographical publishers Berne, 1981.  
(Dito): La Svizzera e i suoi ghiacciai, dall'epoca glaciale fino ai nostri giorni. - Edizioni Trelinque Lugano-Porza, 1981.

## Literaturangaben zu Kapitel 2.2 / Références du chapitre 2.2

- 15) Mercanton P.-L. (1916): Vermessungen am Rhonegletscher / Mensurations au glacier du Rhône 1874 - 1915. - Neue Denkschriften der SNG / Nouveaux mémoires de la SHSN Vol. LII, 190 S., mit 10 Plänen in Mappe / 190 p., avec portefeuille de 10 plans.
- 16) Aellen M. (1979, 1980, 1981): Neuzzeitliche Gletscherveränderungen / Les variations glaciaires des temps modernes / Recent fluctuations of glaciers / Le variazioni glaciali dei tempi moderni. - In: op. cit. (s.o. Zitat 13 / voir ci-devant note 13).
- 17) Portmann J.-P. (1975, 1976, 1978, 1980): Aperçu historique I-IV. Notices glaciologiques. - In: "Die Alpen", Quartalshefte / Dans: "Les Alpes", cahiers trimestriels 3/1975, 4/1976, 3/1978, 1/1980, 2/1980.
- 18) Wick P. (1980): Der Rhonegletscher und seine Umgebung. Ein Beitrag zur Gletscher- und Klimaforschung des Geographischen Instituts der ETH Zürich. - Hrg. Gletschergarten Luzern, Stiftung Amrein-Troller.
- 19) Spring U. and Hutter K. (1981): Numerical studies of Jökulhlaups. - *Cold regions science and technology*, No. 4, p. 227-244.
- 20) Collins D.N. (1979): Quantitative determination of the subglacial hydrology of two Alpine glaciers. - *Journal of Glaciology*, Vol. 23, No. 89, p. 347-362.

Tabelle 5. Vermessungsflüge in den Jahren 1978 und 1979

Tableau 5. Vols photogrammétriques des années 1978 et 1979

Die nachstehend verzeichneten Flüge sind durch das Bundesamt für Landestopographie (L+T) oder durch die Eidgenössische Vermessungsdirektion (V+D) in Verbindung mit Beobachtungen der Gletscherkommission der SNG, Erhebungen der Arbeitsgruppe für gefährliche Gletscher oder im Zusammenhang mit besonderen Aufgaben der VAW ausgeführt worden (s. Abb. 6 und 7).

Les vols mentionnés dans le tableau ont été effectués par l'Office fédéral de la topographie (L+T) ou par la Direction fédérale des mensurations cadastrales (V+D) en rapport avec les observations de la Commission des glaciers de la SHSN, avec les relevés du groupe de travail pour l'étude des glaciers dangereux ou avec des projets de recherches scientifiques ou techniques des VAW (voir figures 6 et 7).

Nr.	Gletscher	Aufnahmedatum		Luftbild	Fluglinie	Aufnahme	LK Blatt	Bemerkungen
No.	Glacier	Date du levé		Cliché	Ligne de vol	Levé	CN feuil- le 2)	Remarques
1)	Name / nom	1978	1979	Nrn./nos.	Nr./no.		Nr./no.	

a) Jährliche Aufnahmen für die Gletscherkommission - Levés annuels pour la Commission des glaciers

1	Rhone	26.9.		4366-4369	G1K 1	L+T	1230/1231	
		26.9.		4359-4365	G1K 2	L+T		
			12.9.	268- 275	2	V+D		
			12.9.	264- 267	3	V+D		
5	Grosser Aletsch	21.9.		3629-3644	G1K 1	L+T	1269	
		21.9.		3645-3657	G1K 3	L+T		3)
		21.9.		3658-3671	G1K 4	L+T		
			12.9.	285- 299	1	V+D		
			12.9.	300- 312	2	V+D		3)
		12.9.	315- 326	3	V+D			
10	Schwarzberg	11.9.		3618-3624	4	V+D	1329/1349	
		15.9.		1943-1952	3	V+D		
			5.9.	48- 55	3	V+D		
			5.9.	56- 60	4	V+D		
H1	Hohlicht	11.9.		3573-3594	1	V+D	1328	4)
			5.9.	9998-0011	17	V+D		4)
			5.9.	9978-9997	18	V+D		4)
48	Prapio	15.9.		4095-4105	2	V+D	1285	5)
			5.9.	103- 113	26	V+D		5)
55	Trift (Gadmen)	26.9.		4353-4358	G1K 4	L+T	1210	
			12.9.	277- 284	1	V+D		
56	Rosenlauri	21.9.		3719-3721	G1K 6	L+T	1229/1230	
			12.9.	258- 261	5	V+D		
57	Oberer Grindelwald	21.9.		3731-3740	G1K 2	L+T	1229	
		26.9.		4316-4324	G1K 2	L+T		
			13.9.	382-390	4	V+D		
58	Unterer Grindelwald	21.9.		3741-3747	G1K 1	L+T	1229	
		26.9.		4325-4330	G1K 1	L+T		
		26.9.		4331-4335	G1K 1	L+T		
			13.9.	391- 394	3	V+D		

1) - 5) Siehe Fussnoten Seite 66 / Voir notes explicatives page 66

Tabelle 5 / Tableau 5. Fortsetzungen a und b / Continuations a et b

Nr.	Gletscher	Aufnahmedatum		Luftbild	Fluglinie	Aufnahme	LK Blatt	Bemerkungen
No.	Glacier	Date du levé		Cliché	Ligne de vol	Levé	CN feuille 2)	Remarques
1)	Name / nom	1978	1979	Nrn./nos.	Nr./no.		Nr./no.	
61	Gamchi	21.9.		3673-3683	GlK 9	L+T	1248	6)
64	Blümlisalp		12.9.	236- 247	2	V+D		6)
104	Basodino	21.9.		3620-3628	GlK 1	L+T	1271	7)
			17.9.	489- 495	1	V+D		7)

b) Jährliche Aufnahmen für die Arbeitsgruppe für gefährliche Gletscher -  
Levés annuels pour le groupe de travail pour l'étude des glaciers dangereux

Mö	Mönch (Hängegletscher Südflanke)	21.9.		3014-3018	GlK 7	L+T	1249	8)
			12.9.	252- 256	2	V+D		8)
Rb	Rotblatt	11.9.		3643-3653	9	V+D	1329	
Rt	Rottal		30.8.	9382-9393	9	V+D		
Hb	Hohlaub		5.9.	38- 47	1	V+D	1328/1329	
			5.9.	61- 66	2	V+D		
			1.10.	771- 779	1	V+D		
			1.10.	780- 784	2	V+D		
Hb	Hohlaub	11.9.		3676-3692	5	V+D	1328/1329	9)
13	Fee		30.8.	9355-9371	5	V+D	1328	9)
Hm	Hohbalm							
Tr	Trift (Fletschhorn)	11.9.		3629-3638	8	V+D	1309	10)
			5.9.	76- 84	8	V+D		10)
			1.10.	787- 795	8	V+D		10)
Bd	Bider	11.9.		3670-3675	10	V+D	1328	
			30.8.	9351-9354	10	V+D		
107	Bis	11.9.		3573-3594	1	V+D	1328	4)
		11.9.		3595-3610	2	V+D		4)
			5.9.	9998-0011	17	V+D		4)
			5.9.	9978-9997	18	V+D		4)
Ki	Kin	11.9.		3654-3663	12	V+D	1328	11)
Fi	Festi		30.8.	9372-9381	12	V+D		11)
Hg	Hohberg							
49	Pierredar	15.9.		4095-4105	2	V+D	1285	5)
			5.9.	103- 113	26	V+D		5)
Hf	Hochfirn (Jungfrau)	21.9.		3707-3713	GlK 6	L+T	1249	12)
			12.9.	248- 251	1	V+D		12)
Si	Sillern	21.9.		3684-3701	GlK 11	L+T	1248/1268	13)
Ba	Balmhorn		12.9.	217- 235	1	V+D	1267	13)
Al	Altels		1.10.	796- 810	1	V+D		13)
105	Rossboden	11.9.		3639-3642	7	V+D	1309	14)
			5.9.	85- 88	7	V+D		14)
Ht	Hohlentrift		5.9.	76- 84	8	V+D	1309	10)
			1.10.	787- 795	8	V+D		10)

1) - 14) Siehe Fussnoten Seiten 66 und 67/Voir notes explicatives pages 66 et 67

Tabelle 5 / Tableau 5. Fortsetzungen c und d / Continuations c et d

Nr.	Gletscher	Aufnahmedatum		Luftbild	Fluglinie	Aufnahme	LK Blatt	Bemerkungen
No.	Glacier	Date du levé		Cliché	Ligne de vol	Levé	CN feuil- lo 2)	Remarques
1)	Name / nom	1978	1979	Nrn./nos.	Nr./no.		Nr./no.	
c) Jährliche Aufnahmen für die VAW - Levés annuels pour les VAW								
11	Allalin	11.9.		3611-3617	2	V+D	1329	15)
		15.9.		1953-1960	1	V+D		
			5.9.	38- 47	1	V+D		
			5.9.	61- 66	2	V+D		15)
			1.10.	771- 779	1	V+D		
			1.10.	780- 784	2	V+D		15)
Gr	Gruben (Saastal)	15.9.		1933-1942	6	V+D	1309	
			5.9.	67- 75	6	V+D		
19	Turtmann		5.9.	18- 28	13	V+D	1307/1328	16)
Di	Diablons		5.9.	12- 17	14	V+D		16)
TB	Tournelon Blanc	15.9.		4082-4089	4	V+D	1346	17)
			5.9.	97- 102	24	V+D		17)
37	Giétro	15.9.		4052-4061	2	V+D	1346	18)
		15.9.		4062-4073	3	V+D		
		15.9.		4074-4081	5	V+D		19)
			30.8.	9322-9331	22	V+D		18)
			30.8.	9332-9343	23	V+D		
			5.9.	90- 96	25	V+D		19)
d) Aufnahmen in mehrjährigem Turnus für die Gletscherkommission - Levés à intervalles pluriannuels pour la Commission des glaciers								
17	Ried	11.9.		3664-3669	11	V+D	1308	
			30.8.	9345-9350	11	V+D		
72	Brunni		13.9.	8599-8604	G1K 1W	L+T	1212	20)
73	Hüfi		13.9.	8605-8613	G1K 2W	L+T	1192	21)
74	Griess (UR)		12.9.	8453-8461	G1K 1W	L+T	1192	22)
77	Biferten		13.9.	339- 351	4	V+D	1193	23)
Cl	Clariden		17.9.	8972-8981	G1K 7W	L+T	1193	
80	Glärnisch	26.9.		4388-4394	G1K 1W	L+T	1153	
81	Pizol		12.9.	8466-8469	G1K 2W	L+T	1175	
			19.9.	8982-8986	G1K 2W	L+T		
83	Punteglias		13.9.	339- 351	4	V+D	1193	
Gs	Gavirolas		13.9.	8614-8621	G1K 6W	L+T	1193	24)
85	Vorab		12.9.	8462-8465	G1K 1W	L+T	1194	
88	Porchabella		13.9.	8580-8590	G1K 1W	L+T	1237	
89	Verstankla	22.9.		3958-3978	G1K 2	L+T	1198	25)
96	Tiatscha							
90	Silvretta	22.9.		3943-3957	G1K 1	L+T	1198	26)

1) - 26) Siehe Fussnoten Seiten 66 und 67 / Voir notes explicatives pages 66 et 67.

Tabelle 5 / Tableau 5. Fortsetzungen d und e / Continuations d et e

Nr.	Gletscher	Aufnahmedatum		Luftbild	Fluglinie	Aufnahme	LK Blatt	Bemerkungen
No.	Glacier	Date du levé		Cliché	Ligne de vol	Levé	CN feuil-	Remarques
1)	Name / nom	1978	1979	Nrn./nos.	Nr./no.		le 2)	
							Nr./no.	
92	Roseg	4.9.		1456-1465	GlK 3	L+T	1277	
93	Tschierva							
94	Morteratsch	4.9.		1448-1455	GlK 4	L+T	1277	27)
95	Calderas	4.9.		1477-1494	GlK 5	L+T	1256	28)
97	Sesvenna	25.9.		4307-4314	GlK 1	L+T	1219	
98	Lischana	22.9.		3979-3986	GlK 3W	L+T	1199	29)
99	Cambrena	20.9.		4287-4300	GlK 5	L+T	1278	30)
100	Palü							
101	Paradisino (Campo)	4.9.		1364-1371	GlK 1	L+T	1278	31)
102	Forno	4.9.		1466-1476	GlK 2	L+T	1276/1296	
115	Scaletta		13.9.	8591-8598	GlK 1W	L+T	1217	32)
116	Albigna		17.9.	8961-8970	GlK 1W	L+T	1296	33)

## e) Aufnahmen in mehrjährigem Turnus für die VAW - Levés à intervalles pluriannuels pour les VAW

3	Gries (Aegina)	15.8.		8993-9005	1	V+D	1270	34)
14	Gorner	20.6.		6515-6517	1	V+D	1348	
		5.9.		35- 37	16	V+D		
Ga	Gabelhorn	20.6.		6519-6521	1	V+D	1328/1348	35)
		5.9.		31- 33	15	V+D		35)
78	Limmern	13.9.		374- 380	1	V+D	1193	
114	Plattalva	13.9.		364- 373	2	V+D		36)
		13.9.		353- 362	3	V+D		

- 1) Ziffern 1 - 120: Nummer des Gletschers im Beobachtungsnetz der GK/SNG (siehe Tab. 8). Andere Gletscher sind mit ihrem Buchstabensymbol in Abb. 6a und/oder 7a eingetragen.  
Chiffres 1 - 120: Numéro des glaciers du réseau d'observation de la CG/SHSN (voir tableau 8). Les autres glaciers sont indiqués dans les figures 6a et/ou 7a par leur symbol en lettres.
- 2) Blattnummer der Landeskarte 1:25 000 / Numéro de feuille de la carte nationale 1:25 000.
- 3) - 36) Zusätzlich erfasste Gletscher / Autres glaciers saisis par le vol:
- 3) Mittelaletsch
  - 4) Rothorn, Schali
  - 5) Diablerets, Tschiffaz, Sex Rouge, Dard, Mauvais, Culan
  - 6) Gspaltenhorn, Büttlassen, Morgenhorn, Vorderer Blümlisalp (Oberer Oeschinen), Oeschinen (Unterer Oeschinen), Fründen, Doldenhorn
  - 7) Antabbia
  - 8) Eiger, Guggi
  - 9) Fall
  - 10) Hohkraut, Trift (Laggin), Bodmer, Zibelenfluh (Sibiluflye)
  - 11) Weingarten, Dürren
  - 12) Guggi, Kühlauenen, Giessen

Tabelle 5 / Tableau 5. Schluss / Fin

---

- 13) Faulen, Fründen, Doldenhorn, Rinderhorn, Schwarz, Tatlishorn
- 14) Griessernen, Bodmer
- 15) Hohlaub, Kessjen (Chessjen)
- 16) Brunegg
- 17) Bocheresse
- 18) Luette
- 19) Cheillon, Luette, Lire Rose
- 20) Bächen, Stalden
- 21) Cambrialas
- 22) Ruchen (Nord), Im Griess
- 23) Hinterröti, Frisal
- 24) Alpli, Fluaz, Mer
- 25) Vernela, Las Maisas, Plan Rai
- 26) Ochsentaler, Klostertaler (beide in Oesterreich gelegen)
- 27) Fortezza, Pers, Prievlus, Boval Dadains, Boval d'Mez, Boval Dadour
- 28) Err (Nord), Agnel, Err (Süd), Traunter Ovas, Laviner
- 29) Rims
- 30) Arlas, Varuna (Italien)
- 31) Valnera, Campo
- 32) Vallorgia, Grialetsch
- 33) Castello, Cantone
- 34) Ritz, Merezenbach, Sulz (Blinntal), Corno
- 35) Trift (Zermatt), Rothorn
- 36) Selbsanft, Frisal, Cavistrau.

### 3. L A G E Ä N D E R U N G   D E R   G L E T S C H E R E N D E N

#### 3.1 JAHR 1977/78

Bei 93 von 106 im Berichtsjahr beobachteten Gletscherzungen sind die Richtung und der Betrag, bei 13 ist nur die Richtung der Lageänderung des Gletscherendes seit der vorangehenden Messung oder Beobachtung bestimmt worden. Die Angaben beruhen in 92 Fällen auf Messungen (86) oder andern Beobachtungen (6) im Gelände, in 14 Fällen auf quantitativer (5) oder qualitativer (9) Luftbilddauswertung. Bei den zum zweiten aufeinanderfolgenden Mal nicht ausgeaperten Gletschern ist angenommen worden, dass sie um den meist unbekanntem Betrag der letztjährigen Firnanlagerung länger geworden sind.

Den grössten Längenzuwachs erhielten der Paradies (94.3 m), der Lavaz (92.3 m) und der Pizol (80.6 m) durch Schnee- und Firnanlagerung, der Untere Grindelwald (etwa 75 m) und der Brunni (49 m) durch angelagerte Eislawinen. Am meisten geschwunden sind die schuttüberdeckten, von Schmelzpfannen und -trichtern zerfurchten Zungen des Zmutt (53.5 m) und des Unteraar (32.8 m).

Im Durchschnitt haben die im Berichtsjahr beobachteten Gletscher an Länge zugenommen. Der aus 89 Messungen gebildete Mittelwert der Längenänderung (8.2 m) übertrifft den für 1974/75 bestimmten grössten Vergleichswert (5.1 m) der seit 1950 publizierten Zahlenreihe, die ausser den beiden erwähnten keine positiven Werte aufweist. In der neu berechneten und im Anhang dieses Jahrbuchs erstmals veröffentlichten Reihe von 1880 bis 1950 treten weitere 8 Jahre mit durchschnittlicher Längenzunahme auf (Tabelle 35, Kapitel 6B.3).

Unter den extremen Witterungsbedingungen des Berichtsjahrs haben sich bei vielen Beobachtungsreihen neue Extremwerte im Sinne eines Gletscherwachstums eingestellt. Als Ergebnisse eines extremen Einzeljahres liegen sie jedoch ziemlich weit ausserhalb der allgemeinen langfristigen Tendenz und sollten deshalb nicht überbewertet werden. In der von 1879/80 an geführten Statistik über die jährliche Längenänderung der Gletscher in den Schweizer Alpen ist 1977/78 das erste Berichtsjahr mit mehr als 70 Gletschern (oder mehr als 70% der Stichprobe) im Vorstoss oder weniger als 25 Gletschern (bzw. 25% der Stichprobe) im Rückzug. Einzig im Jahre 1918/19 sind beim Maximum der letzten Vorstossperiode mit 70% vorstossenden und 25% schwindenden Gletschern vergleichbare Stichprobenanteile beobachtet worden (vgl. Abbildung 8 auf S. 78 und Tabelle 35 auf S. 274-275). Dennoch wird man den gegenwärtigen Vorstoss nicht ohne Vorbehalte als allgemeinen Gletschervorstoss bezeichnen, wenn man bedenkt, dass von den Zungen, die durch Anlagerung von Schnee, Firn oder Eis verlängert worden sind, wohl nur die wenigsten unter normalen klimatischen Verhältnissen ebenfalls an Länge zugenommen hätten. Zudem sind 17 von 49 echt vorstossenden Gletschern, bei denen am Zungenende mehr Eis nachfliesst als abschmilzt, um einen Betrag von weniger als

5 Metern vorgerückt. Bei manchen Gletschern ist also schon bei normaler Abschmelzung und erst recht bei Schwundverhältnissen in den nächsten Jahren erneutes Schwinden zu erwarten. Mit statistischen Methoden lässt sich zeigen, dass in der mit dem Beobachtungsnetz erfassten Stichprobe zur Zeit im Durchschnittsverhalten etwa gleich viele Gletscher vorstossen wie zurückgehen. Dies lässt darauf schliessen, dass die Gletscher mit dem Klima etwa der letzten 15 Jahre ungefähr im Gleichgewicht sind.

Die Gliederung der Stichprobe nach Flusseinzugsgebieten (Tabellen 6a und 7a) und neuerdings auch nach der Lage der Gletscher in Bezug auf die beiden Hauptketten der Alpen (Tabellen 6b und 7b) bestätigt, dass die Vorstosstendenz auf den generell niederschlagsreicheren Aussenseiten der Alpen stärker ausgeprägt ist, als in den trockeneren inneralpinen Bereichen.

Bei den Stichprobenanteilen der vorstossenden und der schwindenden Gletscher ist, wie beim Massenhaushalt, eine Rückkehr von den letztjährigen Extremwerten zu ausgeglichenen Verhältnissen festzustellen. Dasselbe gilt für die mittlere Längenänderung, die im Berichtsjahr dem Mittelwert der letzten 15 Jahre nahezu gleichkam.

Von den 48 vorrückenden Gletschern haben 16 durch Firnanlagerung an Länge zugenommen, bei den übrigen war die Gletscherbewegung stärker als die Abschmelzung. Bei 15 dieser "echt" vorstossenden Gletscher blieb die Längenzunahme im Rahmen der Vorjahre, bei 17 war sie trotz stärkerer Abschmelzung deutlich grösser als im Vorjahr, was auf eine Beschleunigung der Gletscherbewegung hinweist. Bewegungsmessungen an verschiedenen Gletschern haben durchwegs eine deutliche bis starke Geschwindigkeitszunahme im Berichtsjahr erkennen lassen. Diese zeigt sich vermutlich auch darin, dass 6 früher zurückweichende Zungen seit dem Vorjahr stationär geblieben sind, während bei 6 weiteren der Schwund merklich nachgelassen hat. Bei manchen Gletschern ist die Beschleunigung der Gletscherbewegung sichtbar in Erscheinung getreten durch Sackungen (z.B. Rhone, Tiatscha) oder Rutschungen (Allalin, Rosenlauri, Hüfi) im Zungengebiet, vermehrte Eisabbrüche an der Zungenfront (Moming, Giétro) oder gar Gletscherstürze (Tälli am Fletschhorn, Clariden). Die Rutschung, die anfangs September am Allalin in Gang gekommen ist, hat dessen Zungenfront innert 4 Wochen um durchschnittlich rund 50 Meter nach vorn gebracht. Ueber die besonderen Begleiterscheinungen periodisch auftretender Rutschungen am Giessengletscher an der Jungfrau wird im Bildteil berichtet (s. Bild 114). Durch die Verfirnung der in den letzten Jahren am Zungenende angelagerten Schneemassen haben der Corno (171 m in 2 Jahren) und der Scaletta (rund 350 m in 6 Jahren) einen wesentlich grösseren Längenzuwachs erhalten als der Allalin. Der besonders starke Schwund des Langgletschers ist weitgehend zufallsbedingt durch Unsicherheiten bei der Bestimmung des schuttbedeckten Zungenendes, das zudem in den letzten Jahren nur teilweise schneefrei wurde.

Das Gesamtergebnis der Gletscherbeobachtungen im Berichtsjahr entspricht recht gut den Erwartungen für ein Jahr mit normalen klimatischen Verhältnissen und stützt unsere Ansicht, dass heute immer mehr Gletscher einen dem Klima der letzten Jahre weitgehend angepassten Stand erreicht haben. Die Zahl der vorstossenden Gletscher hat sich gegenüber dem Vorjahr im nordalpinen Bereich deutlich, im südalpinen Bereich nur unwesentlich verringert. Gesamthaft und langfristig gesehen, hat die Vorstosstendenz nur wenig nachgelassen.

### 3. V A R I A T I O N S   D E S   F R O N T S   G L A C I A I R E S

#### 3.1 VARIATIONS EN 1977/78

Pour 93 des 106 glaciers observés, on a pu déterminer la direction et la distance du déplacement du front glaciaire, pour les 13 autres, la direction seulement. Dans 92 cas ces résultats reposent sur des mesures (86) ou autres observations (6) terrestres, dans 14 cas sur l'interprétation quantitative (5) ou qualitative (9) des photos aériennes. Pour les glaciers restés enneigés pour la seconde fois consécutive, on a admis qu'ils s'étaient allongés du montant, quoique inconnu, correspondant à la longueur du névé accumulé devant le front en 1977.

Les plus fortes avances s'observent aux glaciers du Paradies (94.3 m) de Lavaz (92.3 m) et du Pizol (80.6 m) par accumulations de névé ou dépôts d'avalanches de neige, puis aux glaciers inférieur de Grindelwald (env. 75 m) et de Brunni (49 m) par accroissement des cônes d'avalanches de glace. Les plus forts reculs apparaissent aux langues ravinées et recouvertes de pierraille des glaciers de Zmutt (53.5 m) et de l'Aar inférieur (32.8 m).

En moyenne, les glaciers mesurés au cours de l'exercice ont augmenté de longueur. La variation moyenne de longueur sur 89 observations est de 8.2 mètres. Cette valeur dépasse la valeur maximale (5.1 m en 1974/75) de la série publiée depuis 1950, laquelle ne compte que ces deux valeurs positives. Dans la série des années 1880 à 1950, dépouillée récemment et publiée à l'annexe de cet annuaire, le nombre des années à variation moyenne positive s'élève à 8 (cf. tableau 35, chapitre 6B.3)

Dans les conditions climatiques particulières de l'année du rapport, maintes séries d'observations ont présenté des valeurs extrêmes dans le sens d'une crue glaciaire. Cependant, les résultats d'une année exceptionnelle doivent être considérés en regard de la tendance générale et interprétés avec prudence. Dans la longue statistique des variations des glaciers suisses dressée depuis 1879/80 l'année 1977/78 est la première à accuser plus de 70 glaciers (plus de 70% de l'échantillon) en crue, et moins de 25 glaciers (25%) en décrue. Seule l'année 1918/19 a présenté des résultats comparables avec 70% de crues et 25% de décrues. (cf. figure 8 à la p. 78 et tableau 35, p. 274-275). Et pourtant on ne peut interpréter la situation actuelle comme période de crue générale qu'avec circonspection. En effet, dans des conditions climatiques normales, la plupart des langues glaciaires allongées par accumulation de névé n'auraient guère avancé. En outre, remarquons que 17 des 49 glaciers en crue véritable, due au mouvement glaciaire, n'ont progressé que de moins de 5 mètres. Donc un bon nombre des glaciers en crue subiront probablement un changement de régime, si dans les prochaines années les conditions climatiques reviennent à la normale. Par des

calculs statistiques, on peut prouver que, en moyenne générale de l'échantillon saisi par le réseau d'observation, il y a actuellement à peu près autant de glaciers en progression qu'en régression. Nous en concluons que le régime de nos glaciers est plus ou moins en équilibre avec le climat des quinze dernières années.

En taillant l'échantillon selon les bassins hydrologiques principaux de la Suisse (tableaux 6a et 7a) et récemment aussi selon la situation des glaciers par rapport aux deux chaînes principales des Alpes (tableaux 6b et 7b), on constate que la tendance à la crue glaciaire est nettement plus prononcée dans les régions mieux arrosées des versants externes des chaînes principales que dans les régions plus arides à l'intérieur des Alpes.

### 3.2 VARIATIONS EN 1978/79

Après les excès de l'année précédente, l'exercice a réduit à des valeurs plus équilibrées, et conformément aux bilans de masse, les nombres et les parts respectifs des glaciers en crue et des glaciers en décrue et également la variation moyenne de longueur, qui est à peu près égale à la moyenne des 15 dernières années.

Parmi les 48 glaciers en crue, 16 doivent leur allongement aux accumulations de névé devant le front. Pour les autres, le mouvement glaciaire l'a emporté sur la fonte. Dans 15 cas de crue authentique ou dynamique, l'avance est restée dans le cadre des années précédentes. Dans les 17 autres cas, l'avance a nettement augmenté depuis l'année passée, bien que la fonte soit également devenue plus forte. Il s'ensuit que, dans ces cas, le mouvement glaciaire s'est sensiblement accéléré. Les mesures spécifiques sur certains glaciers balisés ont révélé une accélération considérable, qui apparaît aussi dans le fait que la décrue (continue depuis des années) s'est arrêtée pour 6 langues ou du moins s'est sensiblement affaiblie pour 6 autres. Sur de nombreux glaciers, elle est la cause de phénomènes caractéristiques: l'affaissement (glacier du Rhône et de Tiatscha) ou le glissement (Allalin, Rosenlauri, Hüfi) des parties frontales de la langue, l'augmentation en volume et en fréquence des chutes de glace au front (Moming, Giétro) ou encore les éboulements glaciaires (Tälli ou Fletschhorn, Clarides). Le glissement de la langue du glacier de l'Allalin, en septembre, a fait progresser son front d'une cinquantaine de mètres en quatre semaines. D'ailleurs, un phénomène très particulier, provoqué parfois par les glissements périodiques de la langue du glacier de Giessen sur le flanc nord de la Jungfrau et qui a été observé en 1979 (pour la première fois depuis 35 ans), est décrit dans la légende de l'illustration 114. Par les accumulations de neige métamorphosée, transformée en névé et glace, devant leurs fronts, les glaciers de Corno (allongement de 171 m en deux ans) et de Scaletta (allongement d'environ 350m en six ans) ont gagné bien plus en longueur que le glacier de l'Allalin, qui a avancé de près de 100 mètres en glissant sur son lit. Le recul particulièrement prononcé du Langgletscher est largement dû au hasard, car ces dernières années il a été de plus en plus difficile à repérer le bord de la glace sous les couvertures de débris rocheux et de névés.

Dans l'ensemble, les résultats des observations glaciaires de l'exercice s'accordent assez bien à ceux que l'on attend lorsque les conditions climatiques sont plus ou moins normales. Ils confirment notre opinion qu'un grand nombre de glaciers a atteint aujourd'hui un état à peu près conforme aux conditions climatiques des dernières décennies. Le nombre de glaciers en crue a diminué, durant cette année, surtout dans les parties septentrionales des Alpes, très peu dans les parties méridionales. En général, la tendance à la crue qui se manifeste peu à peu, ne s'est guère affaiblie.

Tabelle 6. Lageänderung der Gletscherenden 1977/78 - Zusammenfassungen

Gebiet	Anzahl Gletscher n und Stichprobenanteil p (in %) der Klassen									
	Netz n 1)		Stichprobe n 2) p		Vorstoss n 3) p		stationär n 4) p		Rückzug n 5) p	
a) Einzugsgebiete der Hauptflüsse										
Rhone (II)	52	48			32		1		15	
Aare (Ia)	21	18			13		3		2	
Reuss (Ib)	11	10			10		0		0	
Linth/Limmat (Ic)	6	6			6		0		0	
Rhein bis Bodensee (Id)	11	10			6		0		4	
Inn (V)	7	7			4		1		2	
Adda (IV)	5	4			3		0		1	
Tessin (III)	7	3			2		1		0	
<b>Total</b>	<b>120</b>	<b>106</b>			<b>76</b>		<b>6</b>		<b>24</b>	
b) Gliederungsräume der Schweizer Alpen										
Nördliche Hauptkette	56	51	100.0		43	84.3	3	5.9	5	9.8
Nordseite (extern)	42	37			32		3		2	
Südseite (intern)	14	14			11		0		3	
Südliche Hauptkette	64	55	100.0		33	60.0	3	5.4	19	34.6
Nordseite (intern)	52	48			28		2		18	
Südseite (extern)	12	7			5		1		1	
Externe Gebiete	54	44	100.0		37	84.1	4	9.1	3	6.8
Interne Gebiete	66	62	100.0		39	62.9	2	3.2	21	33.9
<b>Schweizer Alpen</b>	<b>120</b>	<b>106</b>	<b>100.0</b>		<b>76</b>	<b>71.7</b>	<b>6</b>	<b>5.7</b>	<b>24</b>	<b>22.6</b>
mittlere Längenänderung		89 6)		+ 8.3 Meter/Gletscher						

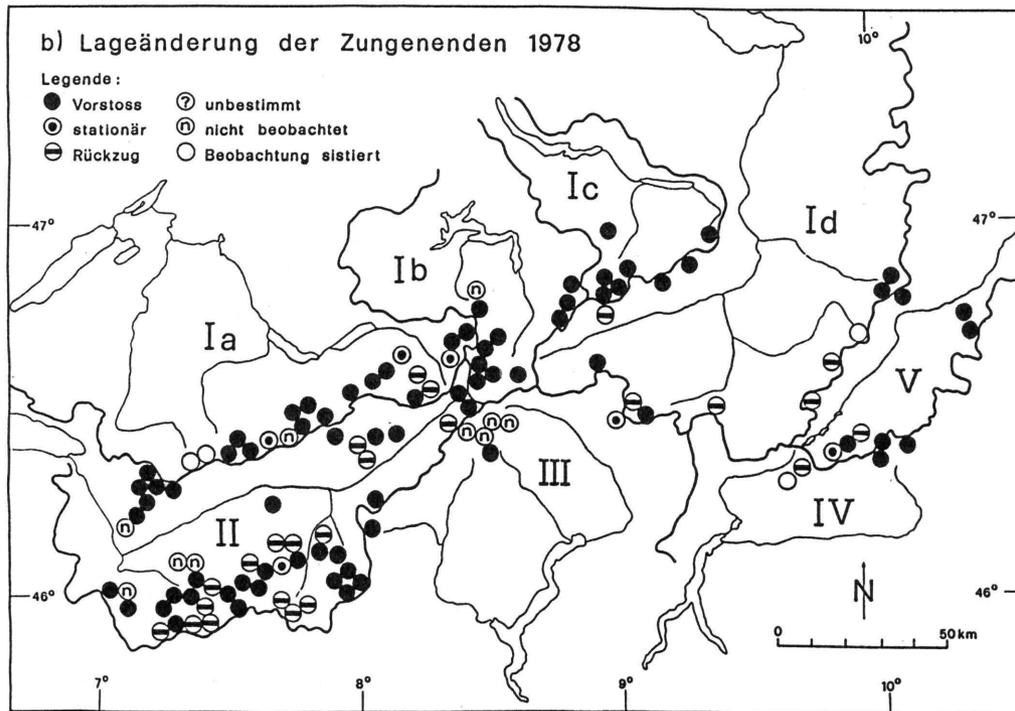
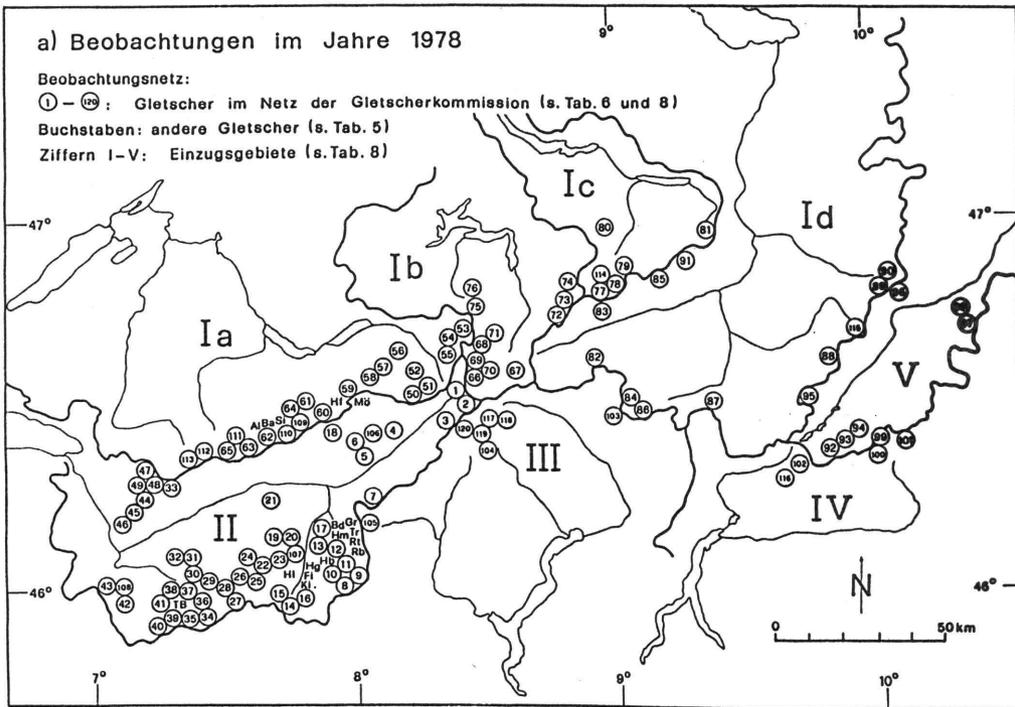
- 1) In den nachstehenden Bemerkungen sind die Gletscher des Beobachtungsnetzes mit ihrer Nummer (1-120) aus Tabelle 8 aufgelistet. Ihre Zuordnung zu den Flusseinzugsgebieten (I-V) ist aus derselben Tabelle oder den Abbildungen 6 und 7 ersichtlich. Die Grenze zwischen den Hauptketten folgt der Linie Col de Balme - Rhonetal - Furkapass - Urserental - Oberalppass - Vorderrheintal - Schanfigg - Davos - Flüelapass - unteres Inntal.
- 2) In der Stichprobe sind 14 Gletscher nicht enthalten aus folgenden Gründen:  
- keine Beobachtung 31 32 46 76 108 110 112 113 115 116 117 118 119 120.
- 3) Vorgerückt sind 1 2 4 7 8 9 10 11 12 13 18 21 22 25 26 27 28 30 33  
37 38 39 41 42 43 44 45 47 48 49 50 53 54 57 58 59 60 61 63 64 65 66  
67 68 69 70 71 72 73 74 75 77 78 79 80 81 82 85 86 89 90 91 93 96 97  
98 99 100 101 104 105 106 107 109 111 114.
- 4) Stationär geblieben sind 23 55 56 62 92 103.
- 5) Geschwunden sind 3 5 6 14 15 16 17 19 20 24 29 34 35 36 40 51 52 83 84  
87 88 94 95 102.
- 6) Für die Berechnung der mittleren Längenänderung sind 17 Gletscher nicht berücksichtigt worden aus folgenden Gründen:  
- durch künstlichen See beeinflusst 3  
- Wert für 2 Jahre 2 92 93  
- keine Zahlenangabe 8 9 12 13 30 49 64 74 85 98 101 104 107.

Tableau 7. Variation de longueur des glaciers en 1978/79 - Récapitulations

Région	Nombre de glaciers n et part relative p (en %) des classes									
	Réseau		Echantillon		en crue		stationnaires		en décrue	
	n 1)		n 2) p		n 3) p		n 4) p		n 5) p	
a) Bassins versants principaux de la Suisse										
Rhône (II)	52		48		23		4		21	
Aar (Ia)	21		18		8		3		7	
Reuss (Ib)	11		11		4		2		5	
Linth/Limmat (Ic)	6		6		2		0		4	
Rhin jusqu'au Bodan (Id)	11		11		3		1		7	
Inn (V)	7		6		3		0		3	
Adda (IV)	5		3		1		0		2	
Tessin (III)	7		6		4		0		2	
<b>Total</b>	<b>120</b>		<b>109</b>		<b>48</b>		<b>10</b>		<b>51</b>	
b) Régions orographiques des Alpes suisses										
Chaînes septentrionales	56		52	100.0	17	32.7	7	13.5	28	53.8
versant nord (externe)	42		38		14		5		19	
versant sud (interne)	14		14		3		2		9	
Chaînes méridionales	64		57	100.0	31	54.4	3	5.3	23	40.3
versant nord (interne)	52		48		26		3		19	
versant sud (externe)	12		9		5		0		4	
Régions externes	54		47	100.0	19	40.4	5	10.6	23	49.0
Régions internes	66		62	100.0	29	46.8	5	8.1	28	45.1
<b>Alpes suisses</b>	<b>120</b>		<b>109</b>	<b>100.0</b>	<b>48</b>	<b>44.0</b>	<b>10</b>	<b>9.2</b>	<b>51</b>	<b>46.8</b>
variation moyenne de longueur			83	6)	- 4.8 mètres/glacier					

- 1) Dans les remarques suivantes, les glaciers du réseau d'observation sont indiqués par leur numéro (1-120) du tableau 8. Leur répartition sur les bassins versants (I-V) est à voir dans le même tableau ou dans les figures 6 ou 7. La limite entre les chaînes principales nord et sud des Alpes suit le sillon des vallées et cols, qui relie le Col de Balme à la vallée de l'Inn, en passant par la vallée du Rhône - Furka - Urseren - Oberalp - vallée du Rhin antérieur - Schanfigg - Davos - Flüela.
- 2) Dans l'échantillon 11 glaciers ne sont pas compris pour les raisons suivantes:  
 - non observés 14 16 46 95 100 108 110 112 113 117  
 - résultat incertain 101.
- 3) En crue 2 8 9 10 11 12 13 20 21 25 26 27 28 31 32 33 37 38 39 40 41  
 42 43 53 56 57 59 60 61 64 68 69 70 73 77 87 89 93 96 98 99 104 111 114  
 115 118 119 120.
- 4) Stationnaires 6 34 47 55 58 67 76 83 107 109.
- 5) En décrue 1 3 4 5 7 15 17 18 19 22 23 24 29 30 35 36 44 45 48 49  
 50 51 52 54 62 63 65 66 71 72 74 75 78 79 80 81 82 84 85 86 88 90 91  
 92 94 97 102 103 105 106 116.
- 6) Pour le calcul de la variation moyenne de longueur, on n'a pas tenu compte des résultats de 26 glaciers. Ils ont été éliminés pour les raisons suivantes:  
 - contact avec un lac d'accumulation 3 50  
 - valeur pour 2 ans 13 30 31 32 74 76 85 114 120; 3 ans 104 118; 4 ans 98  
 - non chiffré ou valeur approximative 8 9 12 49 55 56 58 64 107 115 116 119.

# DIE GLETSCHER DER SCHWEIZER ALPEN



# LES GLACIERS DES ALPES SUISSES

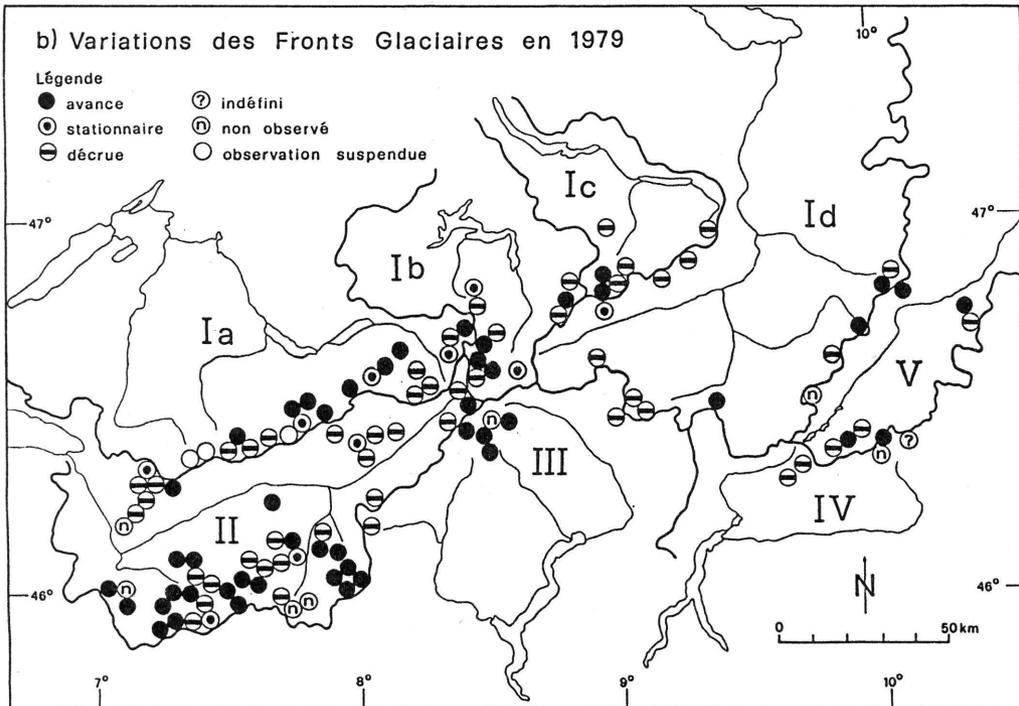
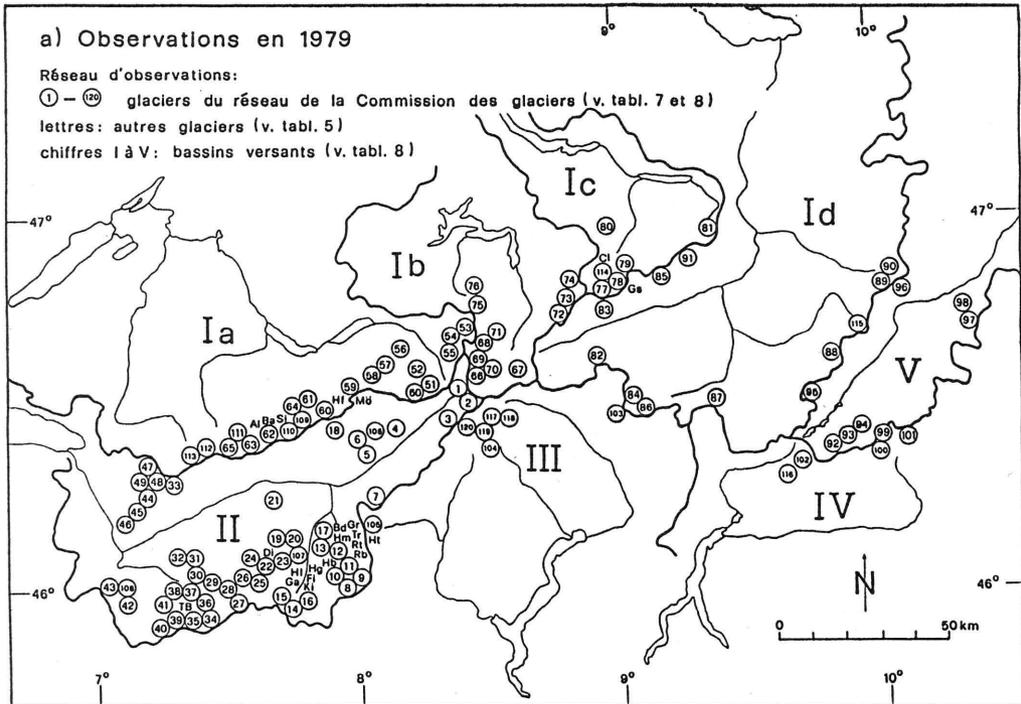
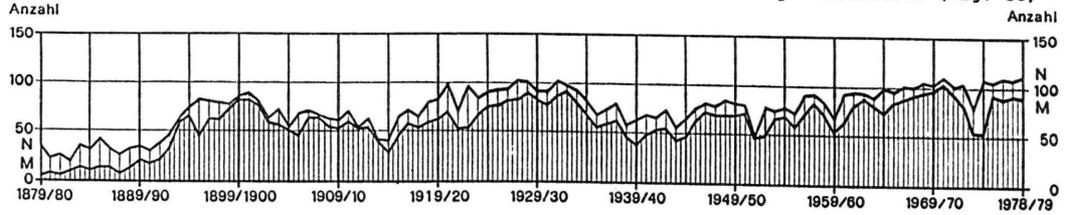


Abbildung 8. Lageänderung der Gletscherenden in den Schweizer Alpen - Haupt-  
 ergebnisse der Jahre 1879/80 bis 1978/79

Figure 8. Variations des fronts glaciaires dans les Alpes suisses - Résultats  
 principaux des années 1879/80 à 1978/79

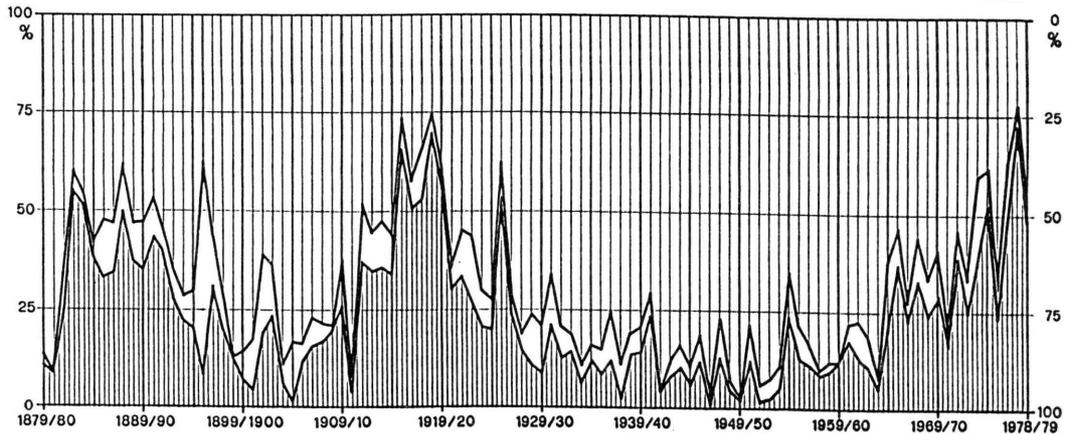
a) Grösse der jährlichen Stichproben - Taille des échantillons annuels

N = Anzahl klassierte Gletscher (Abbildung 8b) - Nombre de glaciers classés (figure 8b)  
 M = Anzahl gemittelte Einzelwerte (Abb. 8c) - Nombre de valeurs particulières (fig. 8c)



b) Prozentanteile der wachsenden und der schwindenden Gletscher - Pourcentages  
 des glaciers en crue et des glaciers en décréue

wachsend en crue stationär stationnaire schwindend en décréue



c) Mittlere Längenänderung (in Metern) - Variation moyenne de longueur (en mètres)

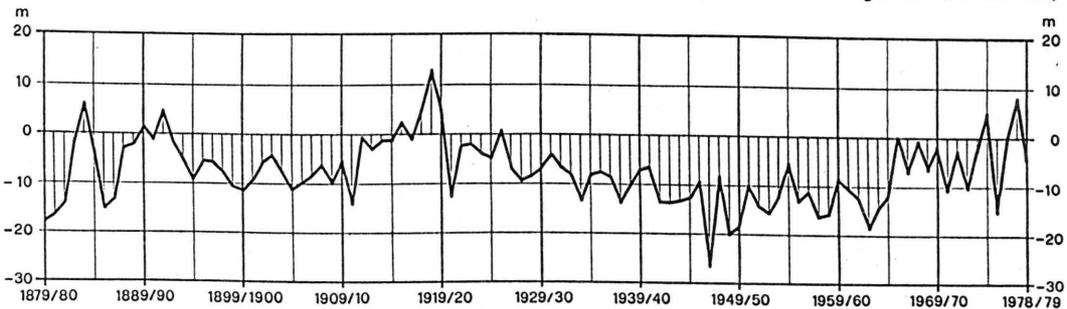


Tabelle 8. Lageänderung der Gletscherenden 1977/78 und 1978/79

Tableau 8. Variations des fronts glaciaires en 1977/78 et en 1978/79

Nr. Gletscher	Kt.	Änderung in Metern		Höhe	Messdatum		
No. Glacier	Ct.	Variations en mètres		m ü.M. Altitude m.s.m.	Jour et mois de l'observation		
a	b	1977/78 c	1978/79 c	1979 d	1977	1978	1979
Einzugsgebiet der Rhone (II) / Bassin du Rhône (II)							
1e Rhone.....	VS	+ 7.4	- 3.2	2129	18. 9.	17. 9.	16. 9.
2e Mutt.....	VS	+ 19.3(2a)	+ 31	2603	18. 9.	17. 9.	16. 9.
3e Gries (Aegina).....	VS	- 5.3	- 21.8	2376	4.10.	6.10.	1.10.
4e Fiescher.....	VS	+ 19.4	- 7.5	1657.9	7. 9.	9. 9.	16. 9.
5e Grosser Aletsch.....	VS	- 28.2	- 21.6	1507 ca.	8. 9.	13. 9.	14. 9.
106e Mittelaletsch.....	VS	+ 4.4	- 12.7	-	5. 9.	6. 9.	12. 9.
6e Oberaletsch.....	VS	- 1.6	st	2139.0	9. 9.	14. 9.	12. 9.
7e Kaltwasser.....	VS	+ 35.5	- 11.7	2200	29. 9.	28. 9.	4.10.
8e Tälliboden.....	VS	+ x	+ x(3a)	-	3.10.	23. 9.	1.10.
9e Ofental.....	VS	+ x	+ x(3a)	-	15. 9.	28. 9.	2.10.
10e Schwarzberg.....	VS	+ 14.3	+ 9.6	2660.3	27. 9.	22. 9.	3.10.
11e Allalin.....	VS	+ 20.5	+ 96.5	2225.1	13. 9.	11. 9.	1.10.
12e Kessjen.....	VS	+ x	+ x(3a)	-	26. 9.	25. 9.	27. 9.
13e Fee (Nordzunge).....	VS	+ x	+ 19(2a)	2005	14. 9.	11. 9.	9.10.
14e Gorner.....	VS	- 12.9	n	2063(78)	9. 9.	9.11.	n
15e Zmutt.....	VS	- 53.5	- 22	2240	11. 8.	8. 8.	14. 8.
16 Findelen.....	VS	- 3.0	n	2482.2(61)	6.10.	1.11.	n
107e Bis.....	VS	+ x	st	-	20. 7.	11. 9.	5. 9.
17e Ried.....	VS	- 3.2	- 14.9	2048.2	1.10.	20. 9.	4.10.
18 Lang.....	VS	+ 26	-187	2024	18. 9.	2.10.	4.10.
19e Turtmann (West).....	VS	- 2.8	- 13.1	2265	27. 9.	17.10.	20.10.
20e Brunegg (Turtmann-Ost)	VS	- 3.1	+ 23.1	2456	27. 9.	17.10.	20.10.
21e Bella Tola.....	VS	+ 7.7	+ 50.7	-	20. 9.	14.10.	18.10.
22e Zinal.....	VS	+ 22.4	- 10.5	2020	15. 9.	14. 9.	28. 9.
23e Moming.....	VS	+ 0.5	- 12	2380	15. 9.	14. 9.	28. 9.
24 Moiry.....	VS	- 2.5	- 5.5	-	26. 9.	28.10.	5.11.
25 Ferpècle.....	VS	+ 5	+ 2.3	-	1.10.	14.10.	3.10.
26 Mont Miné.....	VS	+ 8	+ 1.8	-	1.10.	14.10.	3.10.
27 Bas d'Arolla.....	VS	+ 8	+ 8.5	2150(77)	30. 9.	7.10.	4.10.
28 Tsidjiore Nouve.....	VS	+ 5	+ 10	-	30. 9.	7.10.	4.10.
29e Cheillon.....	VS	- 5.7	- 5.0	-	2.10.	30. 9.	29. 9.
30e En Darrey.....	VS	+ x	- 2.0(2a)	2475(64)	1.10.	29. 9.	28. 9.
31e Grand Désert.....	VS	n	+ 4.5(2a)	2800(64)	7.10.	n	29. 9.
32e Mont Fort (Tortin)...	VS	n	+ 12(2a)	2740(67)	1.10.	n	5.10.
33e Tsanfleuron.....	VS	+ 16	+ 36	-	6.10.	25. 9.	29. 9.
34e Otemma.....	VS	- 5.3	0	2420(72)	1.10.	23. 9.	30. 9.
35e Mont Durand.....	VS	- 13	- 9	2290(73)	2.10.	23. 9.	29. 9.
36e Breney.....	VS	- 8	- 23	2570(65)	1.10.	24. 9.	29. 9.
37e Giétro.....	VS	+ 3.8	+ 6	2480ca.	15. 9.	15. 9.	30. 8.
38e Corbassière.....	VS	+ 7	- 1	2184	31. 8.	31. 8.	30. 8.

a-e) Bemerkungen zu den Fussnoten und Legende der in der Tabelle verwendeten Abkürzungen siehe Seite 82 / Remarques et légende des abréviations utilisées dans le tableau voir page 82.

Tabelle 8 / Tableau 8. Fortsetzung / Continuation 1

Nr. No.	Gletscher Glacier	Kt. Ct.	Änderung in Metern Variations en mètres		Höhe m ü.M. Altitude m.s.m.	Messdatum Jour et mois de l'observation		
			1977/78 c	1978/79 c		1979 d	1977	1978
a		b						
39	Valsorey.....	VS	+ 5.0	+ 1.0	2395	7.10.	11.10.	10.10.
40	Tseudet.....	VS	- 26.0	+ 5.0	2426	7.10.	11.10.	10.10.
41	Boveyre.....	VS	+ 4.0	+ 3.0	2602	7.10.	10.10.	10.10.
42	Saleina.....	VS	+ 6.5	+ 11.5	1708	7.10.	11.10.	10.10.
108	Orny.....	VS	n	n	-	14. 9.	n	n
43e	Trient.....	VS	+ 3.2	+ 9.0	1763	27. 9.	10. 8.	19.10.
44e	Paneyrosse.....	VD	+ 35.8	- 16.2	-	15.10.	26. 9.	19. 9.
45e	Grand Plan Névé.....	VD	+ 39.5	- 18.5	-	3.10.	20. 9.	19. 9.
46	Martinets.....	VD	n	n	-	n	n	n
47e	Sex Rouge.....	VD	+ 3.0	st	-	8.10.	24. 9.	14. 9.
48e	Prapio.....	VD	+ 11.0	- 4.5	-	22.10.	7.10.	23. 9.
49e	Pierredar.....	VD	+ x(2a)	- x	-	n	15. 9.	5. 9.
Einzugsgebiet der Aare (Ia) / Bassin de l'Aar (Ia)								
50e	Oberaar.....	BE	+ 6.2	- 2.1	2297.2	8. 9.	11. 9.	15. 8.
51e	Unteraar.....	BE	- 32.8	- 14.9	1906.9	8. 9.	11. 9.	15. 8.
52	Gauli.....	BE	- 1	- 4	2220 ca.	27. 9.	9.10.	27. 9.
53e	Stein.....	BE	+ 21.5	+ 11.5	1930	20. 9.	25. 9.	4.10.
54e	Steinlimmi.....	BE	+ 61	- 56	2092	20. 9.	25. 9.	4.10.
55e	Trift.....	BE	st	st	-	5. 9.	26. 9.	12. 9.
56e	Rosenlauri.....	BE	st(4a)	+ x	-	n	21. 9.	12. 9.
57e	Oberer Grindelwald...	BE	+ 6.3	+ 6.7	1230 ca.	29. 9.	26. 9.	10.10.
58e	Unterer Grindelwald..	BE	+ 75 ca.	st	1230 ca.	12.10.	14.10.	13.10.
59e	Eiger.....	BE	+ 8.9	+ 3.3	2152	26. 9.	14. 9.	6. 9.
60e	Tschingel.....	BE	+ 10.4	+ 7.2	2290	27. 9.	15. 9.	7. 9.
61e	Gamchi.....	BE	+ 6.6	+ 2.7	1990	27. 9.	23. 9.	8. 9.
109	Alpetli (Kanderfirn).	BE	+ 1.6	- 0.2	2250	20. 9.	20. 9.	17. 9.
110	Lötschberg.....	BE	n	n	-	n	n	n
62e	Schwarz.....	VS	- 0.8	- 5.5	2210	8. 9.	7. 9.	6. 9.
63e	Lämmern.....	VS	+ 4.3	- 8.8	2530 ca.	9. 9.	6. 9.	5. 9.
64e	Blümlisalp.....	BE	+ x	+ x	-	6. 9.	21. 9.	12. 9.
111e	Ammerten.....	BE	+ 1.3	+ 2.9	2345 ca.	2.10.	9. 9.	16. 9.
65e	Rätzli.....	BE	+ 1.8	- 4.6	2325	28. 9.	11.10.	19. 9.
112	Dungel.....	BE	n	n	-	n	n	n
113	Gelten.....	BE	n	n	-	n	n	n
Einzugsgebiet der Reuss (Ib) / Bassin de la Reuss (Ib)								
66e	Tiefen.....	UR	+ 4	- 8	2492(71)	13. 9.	16. 9.	18. 9.
67e	St. Anna.....	UR	+ 1	0	2592(67)	11. 9.	17. 9.	18. 9.
68e	Chelen.....	UR	+ 9.3	+ 19.1	2090	26. 9.	26. 9.	19. 9.
69e	Rotfirn (Nord).....	UR	+ 2.8	+ 4.5	2031	26. 9.	26. 9.	19. 9.
70e	Damma.....	UR	+ 13	+ 10	2044	26. 9.	26. 9.	19. 9.
71e	Wallenbur.....	UR	+ 12.5	- 4	2240(78)	14.10.	15. 9.	4.10.
72e	Brunni.....	UR	+ 49	- 40	2310	15. 9.	26. 9.	9.10.
73e	Hüfi.....	UR	+ 18	+ 29	1640	29. 9.	12.10.	20. 9.
74e	Griess (Unterschächen)	UR	+ x	- 4(2a)	2213	8. 9.	19. 9.	11. 9.
75e	Firnalpeli.....	OW	+ 26.1	- 14.0	2160	11. 9.	16. 9.	4.10.
76e	Griessen (Obwalden)..	OW	n	+ 1.0(2a)	-	6. 9.	n	18. 9.

Tabelle 8 / Tableau 8. Fortsetzung / Continuation 2

Nr. Gletscher	Kt.	Änderung in Metern		Höhe	Messdatum		
No. Glacier	Ct.	Variations en mètres		m ü.M. Altitude m.s.m.	Jour et mois de l'observation		
a	b	1977/78 c	1978/79 c	1979 d	1977	1978	1979
Einzugsgebiet der Limmat (Ic) / Bassin de la Limmat (Ic)							
77e Biferten.....	GL	+ 5.2	+ 3.2	1919.2	27. 9.	12.10.	2. 10.
78e Limmern.....	GL	+ 3.7	- 1.3	2243.4(77)	31. 8.	6. 9.	29. 8.
114e Plattalva.....	GL	+ 6 ca.	+ 8.4(2a)	2546(73)	6. 9.	4. 9.	1. 9.
79e Sulz.....	GL	+ 13.5	- 2.0	1789	2.10.	15. 9.	2.10.
80e Glärnisch.....	GL	+ 1.2	- 3.6	2296	7. 9.	14. 9.	6. 9.
81e Pizol.....	SG	+ 80.6	- 22.0	2550	20. 9.	22. 9.	27. 9.
Einzugsgebiet des Rheins (Id) / Bassin du Rhin (Id)							
82e Lavaz.....	GR	+ 92.3	- 54	2245(77)	16. 9.	19. 9.	6. 9.
83e Punteglias.....	GR	- 10	0	2342	13.10.	12.10.	3.10.
84e Lenta.....	GR	- 2.8	- 2.0	2280	4.10.	10.10.	26.10.
85e Vorab.....	GR	+ x	+ 1.6(2a)	-	5.10.25.9.+16.10.	6.9.	
86e Paradies.....	GR	+ 94.3	- 56.4	2390	29. 9.	29. 9.	19. 9.
87e Suretta.....	GR	- 14.4	+ 14.3	2189	13. 9.	15. 9.	11. 9.
88e Porchabella.....	GR	- 3.5	- 37.0	2627	28. 9.	26. 9.	18. 9.
115e Scaletta.....	GR	n	+ x(6a)	2440 ca.	n	n	13. 9.
89e Verstankla.....	GR	+ 6.5	+ 4.5	2390	6. 9.	19. 9.	12. 9.
90e Silvretta.....	GR	+ 4.1	- 1.8	2428.6	19. 9.	16. 9.	16. 9.
91e Sardona.....	SG	+ 6.6	- 4.0	2500	16. 9.	19. 9.	2.10.
Einzugsgebiet des Inn (V) / Bassin de l'Inn (V)							
92e Roseg.....	GR	- 0.8(2a)	- 42.5	2170	n	29. 9.	2.11.
93e Tschierva.....	GR	+ 10.7(2a)	+ 11.5	2150	n	29. 9.	1.11.
94e Morteratsch.....	GR	- 5.1	- 23.3	2000	13.+25.10.	28. 9.	30.10.
95e Calderas.....	GR	- 22.0	n	2710(78)	6.11.	12.10.	n
96e Tiatscha.....	GR	+ 3.5	+ 3.5	2530	29.9.	10.10.	20. 9.
97e Sesvenna.....	GR	+ 2.4	- 7.4	2745	20.9.	20. 9.	29. 9.
98e Lischana.....	GR	+ x	+ 26.9(4a)	2800	n	16. 9.	18. 9.
Einzugsgebiet der Adda (IV) / Bassin de l'Adda (IV)							
99e Cambrena.....	GR	+ 8	+ 5 ca.	2485	6.10.	8.10.	12. 9.
100e Palü.....	GR	+ 10	n	2350(78)	4.10.	4.10.	n
101e Paradisino.....	GR	+ x(7a)	sn	-	n	4. 9.	29. 9.
102e Forno.....	GR	- 11.7	- 12.2	2210	5.11.	10.10.	25.10.
116e Albigna.....	GR	n	- x(6a)	2163	n	n	17. 9.
Einzugsgebiet des Tessin (III) / Bassin du Tessin (III)							
120e Corno.....	TI	n	+171(2a)	2480	24. 8.	n	28. 9.
117 Valleggia.....	TI	n	n	2350(77)	6. 9.	n	n
118 Val Torta.....	TI	n	+ 54.5(2a)	2400	6. 9.	n	3.10.
103 Bresciana.....	TI	0	- 14.8	2710	9. 9.	19. 9.	14. 9.
119e Cavagnoli.....	TI	n	- x(3a)	2560 ca.	15. 9.	n	27. 9.
104e Basodino.....	TI	+ x	+ 25.8(3a)	2550 ca.	15. 9.	21. 9.	15. 9.
105e Rossboden.....	VS	+ 12.3	- 11.3	1950	21. 9.	29. 9.	4.10.

Tabelle 8 / Tableau 8. Fortsetzung / Continuation 3

Legende der Abkürzungen und Zeichen / Légende des abréviations et signes:

- n Nicht beobachtet / Non observé
- sn Eingeschneit / Sous neige
- + Im Vorstoss / En crue
- st Stationär / Stationnaire
- Im Rückzug / En décrue
- x Betrag nicht beziffert / Valeur non chiffrée
- ? Resultat unsicher / Résultat incertain
- ca. Ungefährer Wert / Valeur approximative

Bemerkungen, die mehrere oder alle Gletscher betreffen:

Remarques valables pour plusieurs ou tous les glaciers:

- a Nummer des Gletschers im Beobachtungsnetz, die auch in den Tabellen 5 bis 7 und den Abbildungen 6 und 7 dieses Berichts verwendet wird.  
Numéro d'identité des glaciers du réseau d'observation et par lequel ils sont cités dans les tableaux 5 à 7 et indiqués dans les figures 6 et 7 de ce rapport.
- b Bei Gletschern, die auf Gebiet verschiedener Kantone liegen, ist der Kanton angegeben, auf dessen Gebiet sich das eingemessene Zungenende befindet.  
Si un glacier s'étend sur le territoire de plusieurs cantons, nous mentionnons le canton, dans lequel se trouve la langue terminale mesurée.
- c Gilt die Aenderung für eine Periode von mehreren Jahren, ist die Anzahl der Jahre wie folgt angegeben:  
Beispiel: - 13.6(3a) = Rückzug von 13.6 Metern in 3 Jahren.  
Si la valeur de la variation est valable pour une période de plusieurs années, on a noté le nombre d'années comme il suit:  
Exemple: - 13.6(3a) = recul de 13.6 mètres en 3 ans.
- d Meereshöhe des Zungenendes in Metern über Meer. Ist die Meereshöhe nicht am Ende des Berichtsjahres bestimmt worden, wird das Messjahr wie folgt angegeben:  
Beispiel: 2220(67) = Meereshöhe von 2220 Metern, gemessen im Jahre 1967.  
Altitude en mètres (au-dessus du niveau de la mer) de la langue terminale mesurée. Si 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(67) = altitude de 2220 mètres sur mer déterminée en 1967.
- e Siehe Bemerkung mit der Nummer dieses Gletschers (Seiten 83 bis 101).  
Confère note explicative avec le numéro de ce glacier (pages 83 à 101).

Tabelle 8 / Tableau 8. Bemerkungen / Notes explicatives

Bemerkungen zu den einzelnen Gletschern, bezeichnet mit der Nummer des Gletschers und geordnet nach der Reihenfolge dieser Nummern.

Remarques valables pour un seul glacier. Ces notes explicatives portent le numéro respectif du glacier et se suivent dans l'ordre de ces numéros.

1 Rhone

- 1978: Du 9 août au 17 septembre le front a reculé de 6.6 mètres en moyenne (P.Mercier). - Vermessungsflüge durch L+T am 26.9.78 (Verfasser).
- 1979: Du 15 août au 16 septembre le front a reculé en moyenne de 3.5 mètres (P.Mercier). - Vermessungsflüge durch V+D am 12.9.79 (Verfasser).

2 Mutt

- 1978: La partie est du front, plus raide et enneigée, n'a pu être mesurée. L'avance moyenne de la partie ouest est indiquée dans le tableau par une valeur un peu trop faible, car nous n'avons mesuré que des points, où la glace était visible, alors qu'elle se prolongeait plus en avant sous le névé (P.Mercier).
- 1979: L'altitude indiquée est celle du point le plus bas du front glaciaire (P.Mercier).

3 Gries

- 1978: Der Fuss der durchschnittlich 22 Meter hohen Zungenfront liegt im Mittel auf 2381 Metern Meereshöhe (VAW - H.Siegenthaler).
- 1979: Die angegebene Höhenkote ist ein mittlerer Wert für den Fuss der durchschnittlich 27 Meter hohen Zungenfront. Bei etwa normalen Schneehöhen im Frühjahr aperte der Gletscher im Laufe des überdurchschnittlich warmen und trockenen Sommers sehr stark aus. Dabei entstand ein Massenverlust von rund 6 Millionen Kubikmetern Eis, der die im Vorjahr gebildeten Reserven nahezu aufbrauchte (vgl. Tabelle 27, Kapitel 6A.3). Infolge der intensiven Schnee- und Gletscherschmelze stieg der Wasserspiegel im Stausee verhältnismässig früh bis an den Gletscher und erreichte ziemlich rasch erstmals seit 1973 das Stauziel. Das Wasser stand also während einer längeren Zeitspanne und vor allem auch höher am Eis als in den letzten zwei Jahren. Gegen Ende der Stauperiode ereigneten sich zudem ungewöhnlich viele Eiskalbungen, die wesentlich beitrugen zur Verkürzung der Gletscherzunge. Der Gletscher war sowohl im Firn- als auch im Zungengebiet stark verschrundet (VAW - H.Siegenthaler). - Vermessungsflug durch V+D am 15.8.79 (Verfasser).

4 Fiescher

- 1978: Der Rand des von Gesteinsschutt überdeckten Zungenendes konnte nicht eindeutig festgelegt werden ausser beim Gletschertor, das seit dem Vorjahr um rund 25 m talwärts verlagert worden ist, hauptsächlich durch Anlagerung schuttreichen Lawinenschnees (VAW - W.Schmid).

5 Grosser Aletsch

- 1978: Vermessungsflüge durch L+T am 21.9.78 (Verfasser).
- 1979: Das in der rechten Zungenhälfte abfliessende Eis des Grossen Aletschfirns erreicht das in die Massaschlucht eingekeilte Gletscherende nicht mehr. Es bricht neuerdings an einem Felsfenster ab, das sich wenig oberhalb der Einmündung des Oberaletschbachs über einem Felsriegel oder einer Felskante geöffnet hat an einer Stelle, wo der Riegel oder die Kante von einem grossen Bach in einem nunmehr freigelegten subglazialen Wasserfall überströmt wird (VAW - W.Schmid). - Vermessungsflüge durch V+D am 12.9.79 (Verfasser).

6 Oberaletsch

- 1979: Der errechnete Vorstoss von 1.2 Metern ist nicht gesichert, weil sich das mit Moränenschutt überdeckte Gletscherende nicht genau festlegen lässt (VAW - W.Schmid).

## 7 Kaltwasser

- 1978: Wie im Vorjahr ist Schnee und Firn vor allem in den Felsrinnen vor den Messlinien 1 und 3 angelagert worden (O.Lauwiner/M.Bortler).
- 1979: Der Firn der in den Vorjahren in den Felsrinnen bei den Messpunkten 1 und 3 dem Gletscher angelagert worden war, ist infolge der extrem trockenen Witterung im Sommer des Berichtsjahrs stark zurückgeschmolzen. Im Rahmen der langfristigen Entwicklung des Gletschers dürfte dieser lokalen Veränderung jedoch kein allzugrosses Gewicht zukommen. Der merkliche Schwund dieses Gletschers ist zurückzuführen auf eine Trockenheit von selten gesehenem Ausmass, die in dieser Region von Mitte März bis Mitte August andauerte und viel ausgeprägter war als die Trockenheit des Sommers 1976 (O.Lauwiner/M.Bortler).

## 8 Tälliboden

- 1978: Wie im Vorjahr erstreckte sich die Winterschneedecke am Beobachtungsdatum noch weit über den Gletscherrand hinaus ins Vorgelände (VAW - W.Schmid).
- 1979: Das von einer 10 bis 20 Zentimeter starken Neuschneelage überdeckte Zungenende konnte nicht festgelegt werden. Durch die Verfirnung der Schneeschichten aus den vorangehenden zwei Jahren ist der Gletscher seit der letzten, im Herbst 1976 durchgeführten Messung um einen grossen, zahlenmässig unbekanntem Betrag länger geworden (VAW - W.Schmid).

## 9 Ofental

- 1978: Wie im Vorjahr erstreckte sich die Winterschneedecke am Beobachtungsdatum noch weit über den Gletscherrand hinaus ins Vorgelände (VAW - W.Schmid).
- 1979: Wegen der 10 bis 20 Zentimeter starken Neuschneelage liess sich der Betrag, um den der Gletscher seit dem Herbst 1976 durch die jetzt verfirnten Schneedecken der letzten zwei Jahre verlängert wurde, nicht bestimmen (VAW - W.Schmid).

## 10 Schwarzberg

- 1978: Vermessungsflüge durch V+D am 11. und 15.9.78 (Verfasser).
- 1979: Die angegebene Höhenkote bezieht sich auf den tiefsten Punkt des Gletscherendes. Der Toteisrest im Gletschervorfeld ist seit der letzten Messung um weitere 50,5 Meter verkürzt worden (VAW - W.Schmid). - Vermessungsflüge durch V+D am 5.9.79 (Verfasser).

## 11 Allalin

- 1978: Der tiefste Punkt des Gletschers im ausgemessenen mittleren Teil des Zungenendes liegt auf 2240.6 Metern Meereshöhe. Die abgestürzten Eismassen im Vorgelände sind nicht zum Gletscher gerechnet worden (VAW - W.Schmid). - Vermessungsflüge durch V+D am 11. und 15.9.78 (Verfasser).
- 1979: Vermessungsflüge durch V+D am 5.9. und 1.10.79 im Auftrag der Kraftwerke Mattmark, ausgewertet am Autographen des Geodätischen Instituts der ETHZ (durch den unterzeichnenden Beobachter. Verf.) Die angegebene Höhenkote bezieht sich auf den tiefsten Punkt des Gletschers im 140 Meter breiten, planimetrisch ausgemessenen mittleren Teil des Zungenendes. In diesem Bereich lag am 5.9.79 die Stirn der eigentlichen, aus kompaktem Eis bestehenden Zunge im Durchschnitt 41.5 Meter, der Rand der angelagerten Sturzkegel im Mittel 47.2 Meter vor dem letztjährigen Stand, der tiefste Punkt des Gletschers auf 2242.5 Metern Meereshöhe. Im Laufe des Septembers setzte eine Zungenrutschung ein, die das Vorstossen stark beschleunigte und am 1. Oktober noch voll im Gange war. Bis zu diesem Stichtag ist das Zungenende im Mittel um etwa 23 Meter, der Rand der Sturzkegel durchschnittlich um 49.3 Meter weiter vorgerückt. Inzwischen hatte sich das verstürzte Eis teilweise wieder verfestigt. Demzufolge konnte der Vorstoss des kompakten Gletschereises im Bereich der regenerierten Teile der Sturzkegel nicht mehr eindeutig bestimmt werden. Die angegebene Längenänderung gilt für den Rand der mit dem Gletscher zusammenhängenden Sturzkegel. Infolge der Rutschung ist die südlichste Wasserfassung ganz, eine weitere teilweise mit Eis überführt worden (VAW - W.Schmid).

### 13 Fee

- 1978: Vermessungsflug durch V+D am 11.9.78. Der Vergleich der Luftbilder mit denen des Vorjahres bestätigt das Andauern des Vorstosses, der ohne Unterbruch seit 1956 im Gang ist (Verfasser).
- 1979: Vermessungsflug durch V+D am 30.8.79 (Verfasser).

### 14 Gorner

- 1979: Vermessungsflüge durch V+D am 20.6. und 5.9.79 im Zusammenhang mit wissenschaftlichen Untersuchungen der VAW über den Wasserdruck am Gletscherbett und über die kurzfristigen Schwankungen der Fliessgeschwindigkeit des Eises. Sie erfassten den Gornersee unmittelbar vor und einige Zeit nach seiner Entleerung. Das Zungenende liegt ausserhalb des auf den Luftbildern dargestellten Bereichs (Verfasser).

### 15 Zmutt

- 1978: La portail s'est déplacé vers le centre de la partie active de la langue glaciaire (P.Mercier).

### 17 Ried

- 1978: Der tiefste Punkt der Gletscherzunge liegt auf 2047.7 Metern Meereshöhe. Der Bach tritt rund 150 m unterhalb des Zungenendes auf 2045 m ü.M. aus dem Boden (VAW - W.Schmid). - Vermessungsflug durch V+D am 11.9.78 (Verfasser).
- 1979: Vermessungsflug durch V+D am 30.8.79 (Verfasser).

### 18 Lang

- 1979: Der grosse Schwundbetrag ergibt sich vor allem daraus, dass bei der unvollständigen Ausaperung des Gletschers in den Vorjahren einzelne Toteismassen zum Gletscher gerechnet wurden. Im Berichtsjahr konnte das völlig schneefreie Zungenende wieder eindeutig bestimmt werden (A.Kläy/M.Borter).

### 19 Turtmann

- 1979: Auf den beiden mittleren Messlinien ist der Gletscher um 2 bzw. 13.9 Meter vorgestossen, auf den seitlichen Messlinien jedoch um 19 bzw. 49.3 Meter zurückgeschmolzen (A.Tscherrig). - Vermessungsflug durch V+D am 5.9.79 (Verfasser).

### 20 Brunegg

- 1978: Die Gletscherzunge blieb bis zum Messdatum von Winterschnee zugedeckt (A.Tscherrig).
- 1979: Der Gletscher ist im Berichtsjahr stark vorgestossen. Im Herbst lag das Zungenende mit dem Gletschertor an der gleichen Stelle wie in den Jahren 1970 und 1971 (A.Tscherrig). - Vermessungsflug durch V+D am 5.9.79 (Verfasser).

### 21 Bella Tola

- 1978: Am Messdatum war noch so viel Winterschnee vorhanden, dass der Gletscherrand nur mit Mühe und nicht überall genau bestimmt werden konnte (A.Tscherrig).
- 1979: Der aussergewöhnlich grosse Längenzuwachs ergibt sich aus der Verfirnung der Schneeschichten aus dem Vorjahr, die nun dem Gletscher zuzurechnen sind. Bei Messpunkt 5 blieb auch in diesem Jahr eine 40 Zentimeter starke Altschneesicht liegen. Durch die Mulde westlich von Messpunkt 1 zieht sich jetzt eine rund 300 Meter lange Eiszunge vom Gletscher talwärts (A.Tscherrig).

### 22 Zinal

- 1978: Die Zungenfront ist vor allem in der Mitte vorgerückt, am östlichen Rand blieb sie stationär (V.Bregy).
- 1979: Das Zungenende ist auf seiner ganzen Breite zurückgeschmolzen (V.Bregy).

### 23 Moming

- 1978: Die steile, teilweise abbrechende Zungenfront ist im östlichen Teil vorgerückt, auf der Westseite etwas zurückgeschmolzen (V.Bregy).
- 1979: Die angegebene Längenänderung ist auf der Messlinie A bestimmt worden. Auf den östlichen Linien, wo die stark zerklüftete Zunge beträchtlich vorgestossen ist, konnte nicht gemessen werden, weil die Messmarken B und C von Eistrümmern überdeckt und auch wegen der hohen Gefahr weiterer Eisabbrüche nicht zugänglich waren (V.Bregy).

### 29 Cheillon

- 1978: Vermessungsflug durch V+D am 15.9.78 (Verfasser).
- 1979: Vermessungsflug durch V+D am 5.9.79 (Verfasser).

### 30 En Darrey

- 1978: Pour la deuxième année de suite, les repères devant le front du glacier, entièrement enneigé également, sont restés recouverts par le névé, dont la fin se trouve à 547 m devant le bord présumé de la glace (T.Kuonen).
- 1979: La mesure à partir du repère 2, encore recouvert par le névé, n'a pas pu se faire (T.Kuonen).

### 31 Grand Désert

- 1978: Le névé, recouvrant tout le glacier et dépassant de loin les bords de la glace, a empêché l'observation du front (T.Kuonen).

### 32 Mont Fort (Tortin)

- 1978: Le névé, recouvrant le glacier et dépassant de loin les bords de la glace, a empêché l'observation du front (T.Kuonen).

### 33 Tsanfleuron

- 1978: Un névé, long de 40 mètres, se trouve devant le glacier. La position du front glaciaire n'a pu être déterminée qu'approximativement (T.Kuonen).
- 1979: L'avance est due plutôt aux accumulations de névé devant le front au mouvement glaciaire (T.Kuonen).

### 34 Otemma

- 1978: Le recul de ce glacier s'est sensiblement atténué. Cependant, en amont du portail, la langue glaciaire est toujours très affaissée et disloquée. Son lobe droit, non recouvert de débris morainiques, recule plus rapidement que les autres parties du front. Comme en automne 1977, à fin septembre, les résidus de vieille neige étaient très importants et nombreux dans les environs du glacier. A Chanrion, d'après le gardien, le névé devant la cabane, qui subsiste habituellement jusqu'en juillet, n'a disparu complètement que le 29 août; jusqu'alors, une date aussi tardive n'a pas été connue pour cet événement (J.-L.Blanc).
- 1979: L'état stationnaire résultant des mesures est fictif et dû uniquement à une poussée locale accidentelle dans la ligne du repère 3/71. Le glacier doit être considéré comme étant toujours en décrue, surtout le lobe droit de sa langue. Il faut même s'attendre à un recul important du lobe gauche, dont l'extrémité, protégée par une épaisse couverture morainique, a commencé à se séparer de la masse du glacier par un étranglement caractéristique (J.-L.Blanc).

### 35 Mont Durand

- 1978: L'accentuation survenue du recul a été prévisible en raison de l'étroitesse de la langue alimentant le front. Le glacier était recouvert de vieille neige au-dessus de 2700 mètres. Un gonflement caractéristique est visible sous le Col de By (J.L. Blanc).

- 1979: Par rapport à l'année précédente le recul s'est atténué. On note même un épaississement caractéristique de la moitié gauche du glacier, à l'amont de l'îlot rocheux, apparu il y a quelques années. A cet endroit où, précédemment, le glacier se terminait en lame mince, aujourd'hui, il présente une falaise de glace et s'écroule sur la partie inférieure de la langue (J.-L.Blanc).

### 36 Breney

- 1978: L'ensemble de la langue s'est affaissé et le glacier est toujours en recul, un peu plus accentué même qu'en 1977. Cependant une avance locale est à noter au point GL 14, où la glace est protégée par une épaisse couche de sable morainique (J.-L.Blanc).
- 1979: L'extrémité de la langue s'est encore amincie et le glacier est en décrue accentuée. Un phénomène peu fréquent mérite d'être signalé: l'émissaire du glacier, la Diure de Breney, jaillit sous pression au milieu d'un lagot situé devant le glacier. Pendant l'été chaud 1979, les névés importants qui subsistaient un peu partout l'an dernier, ont disparu en grande partie (J.-L.Blanc).

### 37 Giétro

- 1978: Vermessungsflüge durch V+D am 15.9.78 im Auftrag der Kraftwerke Mauvoisin, photogrammetrisch ausgewertet durch das Vermessungsbüro Leupin in Bern. Der für die Längenänderung angegebene Wert ist ohne Berücksichtigung der angelagerten Sturzkegel bestimmt worden. Diese sind im Berichtsjahr beträchtlich angewachsen (VAW - M.Aellen).
- 1979: Vermessungsflüge durch V+D am 30.8. und 5.9.79 im Auftrag der Kraftwerke Mauvoisin, photogrammetrisch ausgewertet durch das Vermessungsbüro Leupin in Bern. Der angegebene Wert für die Längenänderung ist wie im Vorjahr bestimmt worden, d.h. ohne Berücksichtigung der angelagerten Sturzkegel, die erneut und vor allem auf der grossen Felsterrasse südlich der Schlucht stark angewachsen sind. Auch der pfeilerförmige Sporn aus massivem Gletschereis, der die Zunge auf dieser Felsterrasse abstützt, hat bedeutend zugenommen. Die Zunge ist trotz wesentlich weniger wachstumsgünstiger Witterung generell stärker angewachsen als im Vorjahr, weil sie sich um durchschnittlich 20 Prozent schneller bewegt hat. Dennoch kam hier wie in den letzten 15 Jahren im Gegensatz zu andern steilen Gletschern keine Zungenrutschung in Gang (VAW - M.Aellen).

### 38 Corbassière

- 1978: La vue aérienne du 14 septembre 1977 fait supposer que la masse de glace que, le 31 août 1977, nous avions trouvée détachée de la langue glaciaire, a été réintégrée (A.Mathier). - Die Korrekturen, die sich aus diesem Befund ergeben, sind im vorangehenden Jahrbuch in Tabelle 8 (S.77) für die Längenänderung (0 statt -8 m) berücksichtigt, für die Höhenkote (2192 statt 2196 m ü.M.) zu berichtigen. Die Ergebnisse der von Geometer A.Mathier für die Kraftwerke Mauvoisin durchgeführten Profilmessungen bei Tsessette (2500 m) und bei der alten Panossièrehütte (2660 m) sind in der nachstehenden Tabelle zusammen mit den Werten für 1978/79 den Vorjahreswerten und den Mittelwerten der Messperiode 1967/79 gegenübergestellt (VAW - M.Aellen).
- 1979: Les points du profil supérieur, Panossière, n'ont subi que de très faibles variations d'altitude malgré une accélération extraordinaire de plus de 60 pourcent, par rapport à l'année précédente, du mouvement glaciaire. Au sommet du ressaut, en face de la nouvelle cabane, le glacier a épaissi de 4 mètres. Au profil inférieur, Tsessette, on a constaté un épaississement de près de 2 mètres sauf au bord gauche, où le niveau de la surface glaciaire n'a guère changé. A mon avis, le glacier a subi une forte poussée en amont, qui a provoqué le glissement de toute sa masse dans la zone plus ou moins plane du profil supérieur. Cette masse est venu se buter contre le ressaut, d'où l'exhaussement de celui-ci, et, en continuant sa pression, a causé un exhaussement de la partie inférieure de la langue ainsi qu'une avance du front glaciaire (A.Mathier). - In der nachstehenden Tabelle sind die Ergebnisse der von Geometer A.Mathier im Auftrag der Kraftwerke Mauvoisin durchgeführten Profilmessungen zusammengefasst und den entsprechenden Vorjahreswerten sowie den Durchschnittswerten der 12-jährigen Messperiode gegenübergestellt (VAW - M.Aellen)

Profil: Altitude:	Mittlere Dickenänderung Variation de l'épaisseur		Mittlere Fließgeschwindigkeit Vitesse moyenne du mouvement	
	Tsessette 2500 m ü.M.	Panossière 2660 m s.m.	Tsessette 2500 m ü.M.	Panossière 2660 m s.m.
1967/77	+ 0.2 m/Jahr	+ 0.3 m/an	35.5 m/Jahr	41.6 m/an
1976/77	+ 1.4 m	+ 1.1 m	33.1 m/Jahr	38.1 m/an
1977/78	+ 0.5 m	+ 1.5 m	32.3 m/Jahr	35.5 m/an
1978/79	+ 1.9 m	+ 0.1 m	39.8 m/Jahr	61.1 m/an
1967/79	+ 0.3 m/Jahr	+ 0.4 m/an	35.6 m/Jahr	42.7 m/an

#### 43 Trient

- 1979: Le front a avancé de 7 mètres, en moyenne, depuis l'automne 1978 jusqu'au 13 août 1979. Après cette date, il a progressé encore de 2 mètres (P.Mercier).

#### 44 Paneyrosse

- 1978: Les névés de l'année en cours ont allongé le glacier jusqu'aux points de repère (J.-P.Marlétaç).
- 1979: Les bonnes conditions du temps et de l'enneigement ont permis de déterminer sans difficulté les bords du glacier, formés par les névés des années 1977 et 1978 (J.-P. Marlétaz).

#### 45 Grand Plan Névé

- 1978: Les névés de l'année en cours ont allongé le glacier jusqu'aux points de repère (J.-P. Marlétaz).
- 1979: Les bonnes conditions du temps et de l'enneigement ont permis de déterminer sans difficultés la position du front glaciaire, qui est constitué par les névés de l'année 1978 (J.-P.Marlétaç).

#### 47 Sex Rouge

- 1978: Le glacier, légèrement crevassé dans sa partie inférieure, a nettement avancé sur toute la largeur de son front. Les fouilles faites par la Société Romande d'Electricité ont permis de localiser exactement le bord de la glace, ailleurs recouvert par le névé (J.-P. Besançon). - Vermessungsflug durch V+D am 15.9.78 (Verfasser).
- 1979: Le glacier, peu ou pas crevassé, mais recouvert d'une légère couche de grésil tombé la nuit précédente, a été visité par beau temps chaud. Apparemment, dans son ensemble, il est resté stationnaire. Cependant, après 10 semaines de beau temps, la couche de glace a paru être plus mince que l'an dernier (J.-P.Besançon). - Vermessungsflug durch V+D am 5.9.79 (Verfasser).

#### 48 Prapio

- 1978: L'avance du glacier est nette, malgré l'épaisseur mince de sa partie frontale, composée de glace noire (J.-P.Besançon). - Vermessungsflug durch V+D am 15.9.78 (Verfasser).
- 1979: Un temps exécrable froid, neigeux et pluvieux, ainsi que d'autres inconvénients ont contrarié la visite au glacier. La voie par le Sex Rouge étant trop dangereuse à cause des crevasses, l'accès au point de mesures s'est fait par Pierredar. Le faible recul du glacier nous semble guère différer d'un état stationnaire. Apparemment, comme au glacier du Sex Rouge, l'épaisseur de la glace a diminué depuis l'an dernier (J.-P. Besançon). - Vermessungsflug durch V+D am 5.9.79 (Verfasser).

#### 49 Pierredar

- 1978: Vermessungsflug durch V+D am 15.9.78. Der Vergleich der Luftbilder mit den Aufnahmen vom 11.10.76 zeigt eine deutliche Vergrößerung der angelagerten und der auf der regenerierten Zunge aufgeschütteten Sturzkegel (VAW - M.Aellen).

- 1979: Vermessungsflug durch V+D am 5.9.79. Der Vergleich der neuen und der am 15.9.78 aufgenommenen Luftbilder zeigt, dass der Rand der regenerierten Gletscherzunge in ihrem östlichen, vorwiegend von Schneelawinen aufgebauten Teil stationär geblieben ist, sonst aber mehrheitlich zurückgeschmolzen ist. Einzig im Bereich einer vor kurzem aus der Mitte der Abbruchfront abgestürzten Eislawine lag der Zungenrand weiter vorn als im letzten Jahr (VAW - M.Aellen).

#### 50 Oberaar

- 1978: Vermessungsflug durch V+D am 11.9.78 im Auftrag der Kraftwerke Oberhasli. Die Gletscherzunge hat sich in einer durchschnittlichen Mächtigkeit von 16.3 Metern über eine Fläche von 2028 Quadratmetern vorgeschoben. Das Wasser des Stausees stand in der Berichtsperiode während 52 Tagen, vom 8.9. bis 3.11.77, am Eis. Im Sommer 1978 ist der Seespiegel nie bis an den Gletscher gestiegen (A.Flotron).
- 1979: Vermessungsflug durch V+D am 15.8.79 im Auftrag der Kraftwerke Oberhasli (photogrammetrisch ausgewertet durch das Vermessungsbüro A.Flotron, Meiringen, Verf.). Die 330 Meter breite Gletscherzunge hat in der Berichtsperiode eine Fläche von 684 Quadratmetern frei gegeben. Ein beträchtlicher Rückgang um fast 40 Meter am orographisch linken Gletscherrand ist durch das Vorstossen der Zungenmitte (bis 20 m) weitgehend kompensiert worden. Bei einer durchschnittlichen Wandhöhe von 16.4 Metern ergab sich an der Zungenfront ein Massenverlust von etwa 11 000 Kubikmetern Eis. Der Seespiegel erreichte den Gletscherrand bei Kote 2297 m ü.M. am 20.9.78, lag während der Zeit des Maximalstaus vom 10. bis 23.10.78 durchschnittlich 3 Meter höher und blieb vom 7.11.78 an bis ans Ende der Messperiode unter diesem Niveau. Der verhältnismässig geringe Längenschwund seit dem Vorjahr ist zweifellos auf die kurze Dauer (48 Tage) und das bescheidene Ausmass (knapp 3 Meter) des Einstaus des Gletscherendes zurückzuführen (A.Flotron).

#### 51 Unteraar

- 1978: Vermessungsflug durch V+D am 11.9.78 im Auftrag der Kraftwerke Oberhasli. In der Berichtsperiode erreichte der Stausee den Gletscher nur an den 10 Tagen vom 8. bis 18.9.77, als das Eis einige Dezimeter tief im Wasser stand. Trotz der unbedeutenden Schmelzwirkung des Sees ist die Gletscherzunge übermässig stark geschwunden. Die Flächenverminderung um insgesamt 19 656 Quadratmeter ergibt sich etwa zur Hälfte (9900 m<sup>2</sup>) aus der Abtrennung einer schuttbedeckten Toteismasse an der linken Talflanke. Die nahezu gleichgrosse restliche Schwundfläche liegt fast ausschliesslich im Bereich des Gletschertors, das sich, offensichtlich dem mäanderierenden subglazialen Aarelauf folgend, nordwärts verlagert hat. Aus den nachstehend zusammengestellten Flächen und Strecken, um die sich die Höhenkurven in der Berichtsperiode taleinwärts verschoben haben, ist die Volumenverminderung der Gletscherzunge vom Zungenende bis zur Koordinatenlinie 663 km bestimmt worden auf 154 000 Kubikmeter.

Höhenkurve:	1910	1920	1930	1940	1950	1960	m.ü.M.
Flächenverlust	750	3130	4570	3280	1720	1750	m <sup>2</sup>
Verschiebung	2.2	6.7	9.5	8.4	5.2	13.5	m (A.Flotron).

- 1979: Vermessungsflug durch V+D am 15.8.79 im Auftrag der Kraftwerke Oberhasli (Photogrammetrisch ausgewertet durch das Vermessungsbüro A.Flotron, Meiringen, Verf.) In der Berichtsperiode hat die Zunge eine Eisfläche von 8788 Quadratmetern verloren. Der Schwund vollzog sich hauptsächlich an den Flanken, wo Beträge bis zu 30 Metern erreicht wurden, und im Bereich des subglazialen Aarelaufs, der gletscheraufwärts in über 20 Metern Breite auf eine Länge von etwa 60 Metern freigelegt wurde. Der vorstehende Eisrücken in der Talmitte ist praktisch stationär geblieben, abgesehen davon, dass sich ein ihm vorgelagerter kleiner Eishügel vom Gletscher abgetrennt hat und deshalb nicht mehr dem Gletscher zugerechnet worden ist. Die Massenänderung der Zunge ist erstmals nicht mehr bis zur Koordinatenlinie 663 km sondern bis zum untersten Querprofil bestimmt worden, weil neuerdings das Gletscherende zum Teil hinter der bisher benutzten Bezugslinie liegt. In der nachstehenden Tabelle sind die aus der Verschiebung der talseits der neuen Bezugslinie gelegenen Höhenkurven bestimmten Schwundflächen und mittleren Verschiebungsbeträge zusammengestellt:

Höhenkurve	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990 m ü.M.
Schwundfläche:	6760	8130	9390	8950	9230	12100	6740	5800	1284 m <sup>2</sup>
Verschiebung:	19.3	18.1	18.8	16.3	15.4	20.2	8.4	8.5	3.0 m

Der aus diesen Zahlen berechnete Massenverlust beträgt 721 000 Kubikmeter Eis. In der Berichtsperiode erreichte der Wasserspiegel den Gletscher jeweils nur knapp und kurzfristig, wenn der See auf die höchste Kote gestaut wurde (A.Flotron).

### 53 Stein

- 1979: Weil der Gletscher demnächst, sofern er weiter vorstösst, die Basislinie überfahren wird, sind neue Bezugspunkte eingemessen worden (R.Straub).

### 54 Steinlimmi

- 1978: Der Vorstoss ergibt sich zur Hauptsache aus der Anlagerung von mehrere Meter mächtigem verfirntem Lawinenschnee. Der nirgends sichtbare Fuss des Gletschereises ist im Durchschnitt um schätzungsweise 10 m vorgestossen (R.Straub).
- 1979: Der verfirnte Lawinenschnee vor der Gletscherzunge, der den Herbst 1978 überdauert hat, ist im Sommer 1979 abgeschmolzen. Das Zungenende liegt auf der linken Seite des Gletschertores wieder an der gleichen Stelle wie 1977. Auf der rechten Seite ist es seither um 6 Meter vorgerückt (R.Straub).

### 55 Trift

- 1978: Vermessungsflug durch L+T am 26.9.78. Der visuelle Vergleich der Luftbilder mit den Aufnahmen des Vorjahrs lässt den Schluss zu, dass das Zungende gesamthaft stationär geblieben ist. Die Anlagerung von Lawinenschnee am östlichen Zungenrand dürfte den geringfügigen Schwund am Gletscherende in der Schlucht weitgehend ausgleichen (VAW - M.Aellen).
- 1979: Vermessungsflug durch V+D am 12.9.79. Ein visueller Vergleich der Luftbilder mit den Aufnahmen des Vorjahrs lässt keine namhafte Verlagerung des Gletscherendes erkennen (VAW - M.Aellen).

### 56 Rosenlau

- 1978 Vermessungsflug durch L+T am 21.9.78. Der Vergleich der Luftbilder mit den Senkrechtaufnahmen vom 11.9.74 zeigt, dass das stark zerklüftete, in zahlreiche vorspringende Eislapen unterteilte Zungenende als Ganzes etwa stationär geblieben ist. Einzelne Lapen dagegen sind deutlich vorgerückt, andere wiederum sind kürzer, dünner und flacher geworden (VAW - M.Aellen).
- 1979: Vermessungsflug durch V+D am 12.9.79. Der Vergleich der Luftbilder mit den Aufnahmen des Vorjahrs zeigt, dass das Zungenende praktisch in allen Teilen ausser an den Abbruchfronten deutlich vorgerückt ist (VAW - M.Aellen).

### 57 Oberer Grindelwald

- 1978: Der bescheidene Vorstossbetrag ergibt sich aus der Messung, die an der aufgewölbten Zungentatze ausgeführt worden ist. Dort ist der Eisrand im Laufe des Sommers um rund 10 Meter von den im Frühjahr gebildeten Moränen zurückgeschmolzen. Wesentlich stärker angewachsen ist der östlich angelagerte Sturzkegel, dessen Rand sich um 45 Meter vorgeschoben hat, und der nun 13 Meter unterhalb des Felsblocks mit der 1971 angebrachten Messmarke endet (V.Boss). - Vermessungsflüge durch L+T am 21. und 26.9.78 (Verfasser).
- 1979: Die Gletscherzunge hat durch ihr andauerndes Vorstossen die hemmende Talumbiegung nahezu überwunden. Dabei hat sich die starke Aufwölbung ihrer Stirn wieder abgeflacht. Im steilen mittleren Teil weist sie weniger Eistürme auf. Vor allem in der zweiten Sommerhälfte lagen dementsprechend weniger Eistrümmer im Talgrund. Der einzige noch vorhandene Sturzkegel ist abgeflacht und als kompaktes Eis mit der Zunge fest verbunden. An den aufgeschobenen Moränen erkennt man, dass auch er aktiv am Vorstoss beteiligt ist (V.Boss). - Vermessungsflug durch V+D am 13.9.79. Der angegebene Vor-

stossbetrag gilt für die Zungenfront. Der Rand des Sturzkegels, der - wie auch die von H.Boss Jahr für Jahr von gleichen Standorten aus aufgenommenen Photos belegen - zunehmend die Gestalt einer regenerierten Gletscherzunge annimmt, ist um 12 Meter vorge-rückt (Verfasser).

#### 58 Unterer Grindelwald

- 1978: Vermessungsflüge durch L+T am 21. und 26.9.78. Nach den von H.Boss am 14.10.78 am Boden aufgenommenen Standardphotos ist das beträchtliche Längenwachstum eindeutig nicht auf beschleunigtes Fließen oder Gleiten des unteren Eismees, sondern auf eine Zunahme der Eisabbrüche vom Kallifirn zurückzuführen. Die Eismassen, die durch die Schosslawine auf das Zungenende des unteren Gletschers abgestürzt sind, haben die mehr als 100 Meter tiefe Schlucht aufgefüllt bis an den Rand und bis etwa zu der Stelle, wo der Gletscher im Jahre 1971 endete. Am Grund der Schlucht reicht das Eis wesentlich weiter hinaus. (VAW - M.Aellen)
- 1979: Vermessungsflug durch V+D am 13.9.79. Die Luftbilder und vor allem die von H.Boss jährlich vom gleichen Standort aus aufgenommenen Photos zeigen sowohl bei den vom Kallifirn durch die "Schlosslaur" in die Schlucht gestürzten Eismassen als auch in den angrenzenden Teilen der Gletscherzunge keine wesentlichen Veränderungen in Bezug auf die Lage des Eisrands. Offensichtlich haben weitere Eisabbrüche vom Kallifirn den Sturzkegel auf der Gletscherzunge erheblich vergrößert und das in der Schlucht geschmolzene Eis mehr oder weniger laufend ersetzt. (VAW - M.Aellen).

#### 59 Eiger

- 1978: Auf den einzelnen Messlinien wurden je nach Geländeform recht unterschiedliche Vorstossbeträge gemessen. Gesamthaft blieb der Vorstoss im Rahmen der Vorjahre. Besonders aufgefallen ist uns nebst vorgeschobenen, stark unterhöhlten Eisvorsprüngen das Fehlen eines Gletschertors. Im Gegensatz zu früheren Jahren entströmt der Trümmelbach dem Gletscher nun in drei über die ganze Breite des Zungenendes verteilten Gerinnen mit ungefähr gleicher Wasserführung (R.Zumstein). - Vermessungsflug durch L+T am 21.9.79 (Verfasser).
- 1979: Dass der mittlere Vorstossbetrag etwas kleiner ist als in den Vorjahren, beruht teilweise auf gewissen, durch die Geometrie des unregelmässig ausgebildeten Eisrandes bedingten Zufälligkeiten bei der Messung, zur Hauptsache aber auf der stärkeren Abschmelzung im warmen Sommer 1979. Der angegebene Betrag ergibt sich aus den herkömmlichen Distanzmessungen auf den 5 Messlinien (C bis G). Aus der vom Eis überfahrenen Fläche ergibt sich ein durchschnittlicher Vorstoss um 5 Meter. Beim Gletschertor ist der Eisrand im Laufe des Sommers um nahezu 10 Meter vom neuen Vorstosswall zurückgewichen. Auf der linken Seite, wo sich seit dem Vorjahr ein über 20 m hoher Eisbuckel aufgewölbt hat, wird sich der Vorstoss voraussichtlich bereits im nächsten Jahr wieder verstärken (R.Zumstein). - Vermessungsflug durch V+D am 12.9.79 (Verfasser).

#### 60 Tschingel

- 1978: Das Zungenende hat sich über die ganze Breite vorgeschoben. Dabei ist die abgetrennte Eisscholle bei Messpunkt E dem Gletscher wieder einverleibt worden. Die weisse, vom Gletscher teilweise überfahrene Basislinie ist 30 Meter weiter vorn durch eine rote Basislinie versichert und bis an die Lüttschine verlängert worden. Eine persönliche Besichtigung bestätigte die Feststellung der Bergführer, dass der Firnzuwachs im Einzugsgebiet des Gletschers in der Nähe der Mutthornhütte den ausserordentlich hohen Betrag von 3 bis 4 Metern erreicht hat (R.Zumstein).
- 1979: Der Gletscher ist auf der ganzen Breite seiner Front vorgerückt, am meisten in der Umgebung des Gletschertors (bis zu 14 Metern). Besonders auffallend ist die starke, über den ganzen Gletscher sich fortsetzende Spaltenbildung bei der Mutthornhütte, deren Zugang durch "Hühnerleitern" erleichtert und mit Seilen gesichert werden musste (R.Zumstein).

#### 61 Gamchi

- 1978: Vermessungsflug durch L+T am 21.9.78 (Verfasser).

- 1979: Der Messpunkt a ist mit Stirnmoränenmaterial leicht überschüttet worden. Nachdem seine Lage durch Abstecken rekonstruiert und die Marke freigelegt worden war, konnten wir feststellen, dass er sich noch am alten Platz befand. (F.Zurbrügg). - Vermessungsflug durch V+D am 12.9.79 (Verfasser).

#### 62 Schwarz

- 1978: Auf der linken Seite ist der von Altschnee überdeckte Gletscherrand durch Sondieren ermittelt worden (U.Vogt/J.Wenger). - Vermessungsflug durch L+T am 21.9.78 (Verfasser).
- 1979: Die Gletscherzunge ist mit Moränenmaterial dick überschüttet. Auf den Messlinien B und d musste der Eisrand durch Sondieren ermittelt werden. Das Gletschertor ist stark zurückgeschmolzen (U.Vogt/J.Wenger). - Vermessungsflüge durch V+D am 12.9. und 1.10.79 (Verfasser).

#### 63 Lämmern

- 1978: Die Stirn der Gletscherzunge ist eingefallen, das Zungenende so stark abgeflacht, dass sich bei der mittleren Messlinie nur dank der unterdurchschnittlichen Abschmelzung ein verhältnismässig grosser Vorstoss von 10 Metern ergeben hat (U.Vogt/J.Wenger).
- 1979: Die Gletscherzunge endet in einer Steilstufe. Ihr rechter Rand ist stark zerklüftet und ihr vorderster Teil besteht aus einer sehr dünnen Eisschicht. Am Messdatum führte der Gletscherbach sehr viel Wasser (U.Vogt/J.Wenger).

#### 64 Blümlisalp

- 1978: Vermessungsflug durch L+T am 21.9.78. Der Vergleich der Luftbilder mit den Aufnahmen des Vorjahrs lässt ein beträchtliches Anwachsen der Gletscherzunge sowie der benachbarten Schnee- und Eislawinenkegel erkennen. Der kleine See im Zungenbecken war noch am Ende des Sommers teilweise gefüllt mit solchen Lawinenablagerungen (VAW - M.Aellen).
- 1979: Vermessungsflug durch V+D am 12.9.79. Die Luftbilder lassen eindeutig erkennen, dass der Vorstoss andauert und sich im Berichtsjahr wie bei manchen andern steilen Gletschern vermutlich infolge erhöhter Gleitgeschwindigkeit des Eises verstärkt hat (VAW - M.Aellen).

#### 65 Rätzli

- 1978: Der Gletscherbach tritt neuerdings wieder in der Mitte des vordersten Zungenlappens, zwischen den Messpunkten A und B aus (K.Steiner).
- 1979: Der Gletscherrand ist bei Messpunkt A, an der Front des vordersten Zungenlappens, minim vorgestossen, bei Punkt c, an einer seitlichen Ausbuchtung des gleichen Lappens, und bei Punkt D, an der Stirn des östlichen Zungenlappens, nur wenig zurückgeschmolzen. Auf Messlinie B, die den östlichen Rand des vordersten Zungenlappens schleifend schneidet, ist er um nahezu 20 Meter zurückgewichen (A.Moor/K.Steiner).

#### 66 Tiefen

- 1978: Der Gletscher ist bei allen 3 Messlinien vorgestossen, kaum aber nördlich davon, wo der Driftblock 70 immer noch unmittelbar am Eisrand liegt. Die Blöcke auf dem Gletscher sind um 2 bis 3 m talwärts gewandert. Der immer noch seitlich aus dem Gletscher tretende Bach hat sich seit dem Vorjahr bis 1 1/2 Meter tief eingefressen (K.Oechslin).
- 1979: Der Gletscherrand ist vor allem auf den nördlichen Messlinien zurückgeschmolzen. Beim Messpunkt GL 79, südlich des Gletschertors, hat er sich nicht verlagert. Am tiefsten Punkt des Gletschers hat sich wieder ein kleines Tor geöffnet. Die Driftblöcke haben sich um 2, 4 und 6 Meter talwärts bewegt, die hinteren mehr als die vorderen. Die daraus ersichtliche Stauung zeigt sich auch in einem Schieben innerhalb der Eiszunge. Im mittleren Moränenband ist neuerdings ein Einbruch der Gletscheroberfläche zu sehen (J.Marx/K.Oechslin).

#### 67 St. Anna

- 1978: Eine zusammenhängende Schicht harten Winterschnees überzog den ganzen Gletscher und erstreckte sich über dessen Rand hinaus ins Vorgelände. Am östlichen Zungenrand, bei der Abfahrtspiste, reichte sie noch weit in die Wasserlache vor dem Gletscherende hinein. Nur beim mittleren Messpunkt trat blankes Gletschereis zutage (K.Oechslin).
- 1979: Auf den beiden seitlichen Messlinien ist der vom Schnee überdeckte Gletscherrand nicht eingemessen worden. Die Altschneeflächen waren weniger ausgedehnt, die Risse im Eis stärker ausgeprägt als im Vorjahr (J.Marx/K.Oechslin).

#### 68 Chelen

- 1978: Der Gletscher ist hauptsächlich auf der nördlichen Seite vorgestossen. Das Schneefeld vor dem Gletscher hat sich weiter ausgedehnt. Die Messung musste deshalb von weiter entfernten älteren Basispunkten aus vorgenommen werden (J.Aschwanden/K.Oechslin).
- 1979: Vor dem Gletscher lag weniger Schnee als im Vorjahr. Einzig beim Messpunkt GL 72 war die Referenzmarke noch nicht ausgeapert. Ein Messpunkt (1975) musste neu versichert werden, weil er bei weiterem Vorstossen der Zunge verschüttet oder verschoben werden könnte wie Messpunkt GL 73, dessen ursprünglicher Standort sich 54 Meter hinter dem heutigen Gletscherende befindet. Der Gletscherbach führte am Messdatum viel Wasser (J.Aschwanden/K.Oechslin).

#### 69 Rotfirn

- 1978: Die Eisfront ist auf der ganzen Breite vorgerückt. Das Gletscherende pendelt seit Jahren in unregelmässigem Wechsel vor und zurück (J.Aschwanden/K.Oechslin).
- 1979: Der vorstossende Gletscher drängt den Bach immer näher an den Messpunkt GL 70, der neu versichert worden ist. Die Eiszunge hat sich noch mehr aufgewölbt, so dass die Visur von GL 70 zum höchsten Punkt des Wulstes seit dem letzten Jahr um 5% steiler geworden ist. Ihre Steigung beträgt jetzt 55% (J.Aschwanden/K.Oechslin).

#### 70 Damma

- 1978: Bereits im Frühjahr hat Bergführer Mattli festgestellt, dass die bekannte, vom Winterstock abstürzende und gelegentlich bis zum Göscheneralpstauee vordringende Lawine im Berichtsyear ein besonders grosses Ausmass erreicht hat. Bis über das Dammabrückli hinaus zeugen verstreute Steine von ihrer ungewöhnlichen Stärke und Reichweite. Sie muss mit grosser Wucht über den Gletscher hinuntergeschossen sein, wobei sie viele Felsblöcke mitriss, u.a. auch jene mit den Messmarken GL 74 und A 1960. Der mindestens 10 Kubikmeter messende Block mit dem Messingbolzen GL 74 liegt jetzt rund 120 Meter weiter vorn, die Oberseite mit dem Bolzen nach unten gekehrt. Lawinenreste bedeckten das Gletscherende im Bereich der verschobenen Messmarken. Die schuttbedeckte Eismasse am südöstlichen Zungenende hat sich nicht merklich verändert (J.Aschwanden/K.Oechslin).
- 1979: Am 27. oder 28.5.79 ist vom Winterstock eine ähnlich grosse Lawine über den Gletscher niedergegangen wie im Vorjahr. Ihr Anriss lag zwischen Winterlücke und unterem Gletschjoch in 2700 bis 2800 Metern Meereshöhe. Sie hat erneut Steine und Schutt bis zum Dammabrückli gebracht. Der grosse Stein mit Messpunkt A 1960 liegt jetzt 175 m oberhalb des Dammabrückli. Für die Messung stand wie im Vorjahr einzig der nicht verschobene Messpunkt GL 75 zur Verfügung. Weitere Messpunkte lassen sich vorläufig mangels geeigneter Steinblöcke von der notwendigen Grösse und Standfestigkeit nicht einrichten. Am Messdatum lag vor dem Gletscher, dessen Vorstoss an der Hauptfront auch ohne Messung augenfällig ist, noch Lawinenschnee. Der Gletscherbach führte viel Wasser (J.Aschwanden/K.Oechslin).

#### 71 Wallenbur

- 1978: Am Gletscherende lag noch viel Winterschnee. Auf den beiden Messlinien, wo der Schnee bis an den Eisrand zurückgeschmolzen war, ergab sich ein ungefähr gleich grosser Vorstossbetrag. Auf der äussersten östlichen Linie war der Gletscherrand unter dem Schnee nicht auszumachen (M.Gisler/K.Oechslin).

- 1979: Das Ergebnis der Messung auf der östlichen Messlinie, wo der Gletscherrand wie im Vorjahr unter Schnee lag und nicht genau festgelegt werden konnte, ist im angegebenen Wert für die Längenänderung nicht berücksichtigt. Weil die Gletscherzunge von Gesteinsschutt völlig überdeckt ist, war ihr Rand auch auf den andern Messlinien nur mit Mühe zu finden (J.Marx/K.Oechslin).

#### 72 Brunni

- 1978: Die regenerierte, vom Hauptgletscher abgetrennte und durch Eisstürze ernährte Zunge ist auf der Ostseite, wo noch frische Spuren einer Eislawine sichtbar waren, beträchtlich länger geworden (M.Gisler/K.Oechslin).
- 1979: Die regenerierte, durch Eisabbrüche vom Hauptgletscher ernährte Gletscherzunge ist stark geschwunden, reicht aber immer noch um etwa 25 Meter über den seit 1973 vom Eis überdeckten Messpunkt GL 155 hinaus (M.Gisler/K.Oechslin). - Vermessungsflug durch L+T am 13.9.79 (Verfasser).

#### 73 Hüfi

- 1978: Die Zungenfront ist auch in der Mitte vorgestossen. Die Messmarke auf der linken Seite (GL 163) liegt jetzt eindeutig unter dem Gletscher, dessen linker Rand bis zu dem vor 2 Jahren an die Felswand gemalten Farbkreuz vorgerückt ist (W.Tresch/K.Oechslin).
- 1979: Trotz dem augenfälligen Vorstoss hat sich wieder ein grosses, über 8 Meter hohes Gletschertor geöffnet. Messpunkt GL 164 liegt nur noch 2 Meter vor dem Eisrand. Der Hüfisee konnte, teilweise auf dem blanken Gletschereis, auf seinem Südostufer umwandert werden (W.Tresch/K.Oechslin). - Vermessungsflug durch L+T am 13.9.79 (Verfasser).

#### 74 Griess

- 1978: Der durchwegs von Altschnee überdeckte Gletscherrand konnte nicht eingemessen werden (K.Oechslin). - Der geringfügige Vorstoss im Vorjahr lässt die Annahme zu, dass der Gletscher auch im Berichtsjahr in ähnlichem Masse vorgerückt ist (Verfasser).
- 1979: Die Gletscherzunge ist von Gesteinsschutt völlig überdeckt. Die Messung beschränkt sich deshalb auf die Linie beim kleinen Gletschertor, der einzigen Stelle, wo der Eisrand gut sichtbar ist (E.Gisler/K.Oechslin). - Vermessungsflug durch L+T am 12.9.79 (Verfasser).

#### 75 Firnalpeli

- 1978: Der beträchtliche Zuwachs ergibt sich aus der Anlagerung von teilweise verfirntem Schnee. Auf der östlichen Messlinie, wo der Gletscherrand aus altem Firneis bestand, wurde ein Vorstoss von 8 Metern beobachtet. Auf den übrigen Messlinien, wo der Gletscherrand aus Schneeanlagerungen bestand, war er wesentlich weiter hinausgerückt, stellenweise bis gegen 100 Meter. Auch ausserhalb des Gletschers reichte die Winterschneedecke viel weiter herunter als in andern Jahren (W.Rohrer).
- 1979: Schon vor dem Messdatum ist uns aufgefallen, dass der Gletscher im Zungenbereich stark zerklüftet ist und dass an seinem Ende wie auch auf dem davorliegenden flachen Felsboden zahlreiche, bis etwa 30 Kubikmeter grosse Firnbrocken herumliegen. Bei der Messung zeigte sich, dass zwischen den Messpunkten 4 und 8 das Gletschereinde aus derartigen Firneisbrocken besteht. Daraus lässt sich schliessen, dass der untere Teil des Gletschers im Laufe des Sommers abgeglitten ist, wobei die starke Zerklüftung entstanden sein dürfte. Auf den westlichen Messpunkten 1 bis 4, wo das Gletschereinde von der im September gebildeten Neuschneedecke überdeckt war, konnte der Eisrand nicht festgelegt werden. Seit dem Herbst 1978, dem ein schneereiches Frühjahr und ein rauher Sommer vorausgingen, ist das Gletschereinde in der Horizontalen durchschnittlich um 14 Meter zurückgewichen, liegt aber durchwegs noch um ein beträchtliches Stück vor dem im Herbst 1977 beobachteten Stand (W.Rohrer).

#### 76 Griessen (Obwalden)

- 1979: Verglichen mit dem letzten, im Herbst 1977 eingemessenen Stand ist das Gletschereinde nahezu stationär geblieben. Vermutlich ist der Gletscher 1978 leicht vorgestossen, 1979 wieder leicht zurückgegangen, wobei der mit vereistem Altschnee überdeckte Rand des Gletschereises nicht zum Vorschein kam (W.Rohrer).

#### 77 Biferten

- 1978: Wegen der ständigen Eisabbrüche konnten wir bei Messpunkt C keine direkte Messung durchführen. Das Gletschertor ist nur noch 25 Meter von der Wasserfassung entfernt (W.Wild).
- 1979: Infolge des Gletschervorstosses wird der Eisrand immer unzugänglicher, so dass man sich anstelle der bisher üblichen Vektorenmessung mit der Bestimmung einiger Richtungsänderungen begnügen muss. Ueber eine Breite von 50 bis 80 Metern herabstürzende Eisblöcke verhinderten auch den Zugang zur Wasserfassung l. Der bei Stollenbauarbeiten zerstörte Messpunkt D musste ersetzt werden (W.Wild). - Vermessungsflug durch V+D am 13.9.79 (Verfasser).

#### 78 Limmern

- 1978: Weil das Zungenende grösstenteils durch Altschnee verdeckt war, mussten wir uns bei der tachymetrischen Aufnahme mit einzelnen Punktmessungen anstatt des üblichen Polygonzuges begnügen (VAW - H.Siegenthaler).
- 1979: Weil der mittlere Teil des Zungenendes noch von Altschnee überdeckt war, ergab die tachymetrische Aufnahme in diesem Bereich keine sicheren Werte. Der angegebene Wert für die Längenänderung ist wie im Vorjahr durch Distanzmessungen von 6 Messpunkten zum Gletscherende bestimmt worden. Auf der aktiveren linken Gletscherseite, wo ein Vorstoss im Gange ist, hat sich der Eisrand seit dem Herbst 1977 um durchschnittlich etwa 4 Meter vorgeschoben (VAW - H.Siegenthaler). - Vermessungsflüge durch V+D am 13.9.79 (Verfasser).

#### 79 Sulz

- 1978: In den 46 Beobachtungsjahren seit 1932 ist der Gletscher ausser im Jahre 1968 (12,9 m Vorstoss) nie annähernd so weit vorgerückt wie im Berichtsjahr. Er ist auch ausserhalb des auf die unmittelbare Umgebung des Gletschertors beschränkten Messbereichs kräftig vorgestossen (E.Blumer).

#### 80 Glärnisch

- 1978: Am Messdatum war das Gletscherende ausgeapert ausser bei den Messlinien 2a und 2b, wo der Schnee noch 1 Meter hoch lag (W.Wild). - Vermessungsflug durch L+T am 26.9.78 (Verfasser).
- 1979: Im Gegensatz zu den Vorjahren konnte das völlig apere Gletscherende durchwegs eindeutig bestimmt werden (W.Wild).

#### 81 Pizol

- 1978: Blankes Gletschereis war nirgends aufgeschlossen. Der beträchtliche Zuwachs ist durchwegs durch Firnanlagerung zustande gekommen. Bei Punkt 6 B, wo dadurch (wie erwartet) die Verbindung zwischen dem Gletscher und dem vorgelagerten Toteis wieder hergestellt wurde, ist der Gletscherrand um 172 m hinausgerückt worden. Auch die Toteismasse unterhalb der Punkte 1 und 2 ist durch eine dünne Firnschicht wieder mit dem Gletscher verbunden. Die unterhalb der Messpunkte 3A-5A beobachteten ausgedehnten Schneefelder treten sonst um diese Jahreszeit nur sehr selten auf (W.Suter).
- 1979: Obwohl die Messung bei schönem Wetter durchgeführt werden konnte, war sie erschwert durch die stellenweise 40 bis 50 Zentimeter starke, vor einer Woche gebildete Neuschneedecke. Trotzdem konnte der aus Firn bestehende Gletscherrand überall eindeutig festgelegt und von der tiefer gelegenen Basislinie A aus eingemessen werden. Nach einem relativ milden Winter und einem normal warmen Sommer lag das Gletscherende bei allen Messpunkten um Beträge von 6 bis 50 Metern hinter dem letztjährigen Stand. Der Toteis- und Firnfleck im Vorfeld, der ebenfalls bedeutend kleiner geworden ist, blieb zwischen den Messpunkten 4A und 5A mit dem Hauptgletscher verbunden. Im Bereich der Punkte 5A und 6A, wo der Firn nur noch dünn ist, wird bei weiterem Schwund bald eine weitere Partie abgetrennt und der Gletscherstand von 1977 wieder erreicht sein (W.Suter). - Vermessungsflüge durch L+T am 12. und 19.9.79 (Verfasser).

#### 82 Lavaz

- 1979: Die eingeschneiten Messmarken der alten Basislinie sind mit Ausnahme des Punktes D wieder ausgeapert und mit roter Farbe erneuert worden (A.Sialm).

#### 83 Punteglias

- 1978: Das Zungenende ist im einspringenden mittleren Teil und beim Gletschertor wiederum besonders stark zurückgeschmolzen. Auf mehreren andern Messlinien dagegen hat sich der Eisrand nicht oder nur unwesentlich verlagert. Am Tag der Messung, bei hohen Temperaturen mit schmelzender Neuschneedecke und entsprechend starkem Wasseranfall, entfloß auch dem kleineren, auf der rechten Seite gelegenen Gletschertor eine beträchtliche Wassermenge (H.Klöti).
- 1979: Die Verhältnisse sind im mittleren Teil des Zungenendes recht kompliziert geworden. Das Fehlen jeglicher Schneeaufgabe erleichterte die Arbeit, so dass die Lage des Gletscherrandes trotz beträchtlicher Schuttüberdeckung recht genau festgestellt werden konnte. Der fortschreitenden Zweiteilung des Gletscherendes entspricht die Auffächerung der Abflüsse: zur Zeit fließen etwa 50 Prozent aus dem westlichen, 20 Prozent aus dem mittleren und etwa 30 Prozent aus dem östlichen Gletschertor. Die Messlinien G und H schneiden den eingebuchteten Eisrand in der Zungenmitte mehrmals. Wird nur der erste Schnittpunkt berücksichtigt, ergibt sich im Durchschnitt aller Messungen ein Ausgleich zwischen Vorstoss und Rückzug. Die Verminderung der Gletscherfläche, die auf der linken Talseite besonders deutlich ist, würde wohl besser dargestellt durch den Wert von rund 15 Metern Rückzug, den man bei Verwendung des jeweils hintersten Schnittpunkts erhält (A.Klöti). - Vermessungsflug durch V+D am 13.9.79. Auf den Luftbildern fällt die starke Verschundung im steileren oberen Teil des Gletschers mit besonders weit klaffenden Randspalten am Fuss von Piz Urlaun und Bifertenstock auf. Sie läßt vermuten, dass auch bei diesem Gletscher die Eisbewegung durch Gleiten auf der Unterlage im Berichtsjahr stärker war als in den Vorjahren. Die ausgesprochene Rückzugstendenz der Zunge in den letzten Jahren ist dadurch wahrscheinlich nur vorübergehend abgeschwächt worden. Berücksichtigt man die mittlere effektive Verlagerung des Eisrandes an allen Schnittpunkten der Messlinie G und H, erhält man ebenfalls einen nahezu ausgeglichenen Mittelwert aller Messungen. Die Zuteilung zu den stationären Gletschern schliesst die Vorbehalte des Beobachters nicht aus (Verfasser).

#### 84 Lenta

- 1978: Auf der östlichen Messlinie hat sich der wegen starker Schuttüberdeckung nur schlecht sichtbare Gletscherrand nicht verlagert. Die steile Eisfront auf der Westseite ist um ein wenig zurückgeschmolzen und etwas flacher geworden (B.Parolini).
- 1979: Die Gletscherzunge ist allgemein weiter eingesunken. Der Rückzug blieb jedoch ebenso gering wie im Vorjahr. Der fast schutfreie mittlere Teil beim Gletschertor ist stärker zurückgeschmolzen als die schuttbedeckten übrigen Teile des Zungenendes (B.Parolini).

#### 85 Vorab

- 1978: Eine Messung war nicht möglich, weil die vorhandene 50 bis 60 Zentimeter mächtige Winterschneedecke sowohl das Gletscherende als auch die Messpunkte überdeckte (R.Danuser).
- 1979: Ein Gletschertor ist nicht vorhanden. Im Sommer 1979 war erstmals der Sommerski-betrieb im Gang (R.Danuser). - Vermessungsflug durch L+T am 12.9.79 (Verfasser).

#### 86 Paradies

- 1978: Es handelt sich um den ersten Vorstoss seit 1968. Das Zungenende ist über den Stand von 1976 hinaus seitlich bis zu den vorher abgetrennten Toteisresten vorgestossen. Vor dem Gletschertor hat sich ein kleiner See gebildet (O.Hugentobler).
- 1979: Erneut ist ein grosser Massenrückgang zu verzeichnen. In den nächsten Jahren muss mit einer Abtrennung der Gletscherzunge in etwa 2600 Metern Meereshöhe gerechnet werden (O.Hugentobler).

#### 87 Suretta

- 1978: Die Gletscherzunge endet im Ablagerungsbereich von Schneelawinen, wo das Gletschereis in manchen Jahren nicht zum Vorschein kommt. Die ihm angelagerten weitgehend verfirnten Schneezungen waren im Berichtsjahr etwas kürzer, aber wesentlich dicker als im Vorjahr (O.Hugentobler).
- 1979: Im Durchschnitt seiner ganzen Breite ist das wie üblich durch einen Polygonzug erfasste Gletscherende um den in der Tabelle angegebenen Betrag von 14,3 Metern vorgerückt. Die vorspringende Zungenspitze in der Talmitte jedoch ist um rund 40 Meter kürzer geworden (O.Hugentobler).

#### 88 Porchabella

- 1978: Der vorspringende Eislappen in der Mitte des Zungenendes ist noch etwa 50 m breit, im vorderen Teil sehr dünn, stark unterhöhlt und stellenweise eingestürzt (F.Juvalta).
- 1979: Wie erwartet ist der vorspringende Eislappen in der Zungenmitte verschwunden, das Gletscherende breiter und regelmässiger geworden, so dass die Messbasis von 90 auf 150 Meter verbreitert werden kann. In der 17-jährigen Periode zwischen den in der Landeskarte festgehaltenen Gletscherständen von 1956 und 1973 ist das Zungenende im vordersten Punkt um 200 Meter, im jährlich vermessenen Bereich um durchschnittlich 334 Meter zurückgewichen, die Zungenfläche unterhalb 2800 Metern um 0.16 Quadratkilometer oder 26 Prozent, das Volumen um rund 7.5 Millionen Kubikmeter und die mittlere Eisdicke um insgesamt 14 Meter oder durchschnittlich 0.8 Meter im Jahr vermindert worden. Die Entwicklung seit 1973 lässt noch keine Tendenzänderung erwarten (F.Juvalta). - Vermessungsflug durch L+T am 13.9.79 (Verfasser).

#### 89 Verstankla

- 1978: Im Berichtsjahr hat der Gletscher die bescheidenen, in früheren Jahren am stationären Zungenende gebildeten Moränenwälle überfahren und vorgeschoben. Am nördlichen Zungenrand, wo sich das Eis über eine Felsterrasse vorschiebt, hat der über die Terrassenkante hinausgestossene Moränenschutt die Messmarke P teilweise verschüttet. Der südliche Rand des Gletscherendes liegt nach wie vor unter Bergsturzmaterial. An der Stelle, wo im Vorjahr das Wasser aus dem Geröll hervorquoll, befindet sich jetzt das von einer beachtlichen Eisschicht überdachte Gletschertor (J.Stahel). - Vermessungsflug durch L+T am 22.9.78 (Verfasser).
- 1979: Die Messung konnte bei schönem Wetter in schneefreiem Gelände und somit bei allen 4 Messpunkten ohne Schwierigkeiten durchgeführt werden. Obwohl der Vorstoss etwas kleiner war als im Vorjahr, war er am weiter vorgeschobenen Moränenwall klar zu erkennen. Der Eislappen auf der Felsterrasse an der Nordseite hat weiterhin Geröll über die darunterliegende Felswand herabgeworfen. Das Bergsturzmaterial aus der Nordflanke der Bergkette Verstanklaköpfe - Verstanklahorn erreicht allmählich das südliche Gletscherende. Bei weiterem Anwachsen des Gletschers muss in etwa 2 Jahren die Messlinie talwärts verlegt werden (J.Stahel).

#### 90 Silvretta

- 1978: Auf der rechten Seite der Gletscherzunge sind beträchtliche Mengen Altschnees angelagert worden. Links dagegen scheint das stellenweise eingefallene Zungenende weiterhin im Schwinden begriffen zu sein (VAW - H.Siegenthaler). - Vermessungsflug durch L+T am 22.9.78 (Verfasser).
- 1979: Der im Vorjahr angelagerte Firn und Schnee am nördlichen Zungenrand ist im Sommer 1979 weggeschmolzen. Der Gletscher selber war am Messdatum aber bis auf etwa 2700 Meter Meereshöhe, weiter oben mit einer 10 bis 20 Zentimeter dicken, Mitte August gebildeten Neuschneelage überzogen. Bis gegen 2800 Meter lag diese auf vorjährigem Firn. Auf der linken Seite, am Fusse der Krämerköpfe, zog sich die Altschneegrenze bis gegen 2560 Meter, auf der rechten Seite, längs des Gletscherrückens, bis gegen 2580 Meter hinunter. Die Umgebung des Gletschers war bis auf einige Mulden und Löcher schneefrei (VAW - H.Siegenthaler).

#### 91 Sardona

- 1978: Am Messdatum lag der Gletscher grossenteils noch unter der Winterschneedecke. Bei den Messmarken 1,2 und 4 konnte auf den Eisrand gemessen werden. Bei den übrigen Messpunkten war dieser durch Firnschnee verdeckt. In der Umgebung der beiden nördlichsten Messmarken haben sich ungewöhnlich grosse Schnee- und Firnflecken erhalten. Der Felsblock mit der Ende der 60er Jahre verlorenen Messmarke 3 wurde weit unterhalb des Gletschers gefunden. Er war seinerzeit vom Gletscher verschoben worden und ist in der Folge ins Vorgelände abgestürzt (W.Suter).
- 1979: Am Messdatum war der 10 Tage früher gefallene Neuschnee weitgehend verschwunden und behinderte die von den gleichen Punkten wie 1978 ausgehenden Messungen nicht. An der Gletscherzunge war stellenweise nicht blankes Gletschereis, sondern Firneis vorhanden. Im stark bewegten Teil des Gletschers, bei Messpunkt 1 und gegen Punkt 2 hin, ist Blankeis um nahezu 8 Meter vorgestossen, bei Messpunkt 4 dagegen leicht zurückgeschmolzen. Bei Punkt 2, zu dem man nur noch über den Gletscher gelangen kann, konnte der Eisrand unter dem stationär gebliebenen neuen Moränenwall nur mit Mühe festgelegt werden. Bei den übrigen Messpunkten ist der aus Firneis bestehende Gletscherrand mehr oder weniger stark zurückgeschmolzen. Die Firnfelder zwischen den Punkten 5 und 6 und nördlich von Punkt 6 sind wieder auf ihr normales Ausmass verkleinert worden (W.Suter).

#### 92 Roseg

- 1978: Das Gletscherende ist streckenweise unbestimmt, weil immer wieder Eismassen aus dem See auftauchen. Dabei kann schwimmendes von grundfestem Eis oft nicht unterschieden werden. Bei den Messstellen auf der linken Talseite oberhalb des Sees ist die Eisfront eindeutig zurückgeschmolzen. Das Toteis unter der rechtsufrigen Seitenmoräne erstreckt sich etwa 300 bis 400 Meter talauswärts (O.Bisaz). - Vermessungsflug durch L+T am 4.9.78 (Verfasser).
- 1979: Das Einmessen der stark zerteilten Schmelzfront am Zungenende des in den See eintauchenden Gletschers bereitet etwelche Schwierigkeiten. Auf der rechten Talseite liegt nach wie vor sehr viel Eis unter der Moräne (O.Bisaz).

#### 93 Tschierva

- 1978: Das erneute Vorstossen ist eindeutig (O.Bisaz). - Vermessungsflug durch L+T am 4.9.78 (Verfasser).
- 1979: Am Messdatum war Neuschnee nur noch stellenweise und in geringer Mächtigkeit vorhanden (O.Bisaz).

#### 94 Morteratsch

- 1978: Auf der Westseite hat sich ein Vorstoss ergeben, der jedoch wegen der Unsicherheit bei der Bestimmung des stark verschütteten Gletscherrands nicht gesichert ist (O.Bisaz).
- 1979: Die Messung konnte in schneefreiem Gelände durchgeführt werden. Der Gletscher ist auf der linken (westlichen) Talseite stark zurückgegangen (O.Bisaz).

#### 95 Calderas

- 1978: Die neue Messbasis ist rechtwinklig zur alten Basis und zur Fliessrichtung des Eises angelegt worden. Die angegebene Höhenkote gilt für das tiefergelegene Tor im schuttbedeckten Eis, das möglicherweise vom Err- bzw. Jenatschgletscher stammt. Das zweite Tor befindet sich rund 120 Meter weiter südlich und liegt etwa 20 Meter höher (O.Bisaz). - Vermessungsflug durch L+T am 4.9.78 (Verfasser).

#### 96 Tiatscha

- 1978: Die Zungentatze in der Mitte ist kompakter geworden und hat sich weiter vorgeschoben. Unterhalb der stationären Abbruchfronten an der Zungenflanke lag viel und z.T. frisch abgestürztes Eis (J.Könz) - Vermessungsflug durch L+T am 22.9.78 (Verfasser).

- 1979: Die Zunge in Gletschermitte hat sich trotz stärkerer Abschmelzung gleich weit vorgeschoben wie im Vorjahr. An ihrem oberen Ende, im Bereich der seitlichen Abbruchfronten, hat sich das Eis abgesenkt, so dass sich in der Gletscheroberfläche eine hohe Stufe gebildet hat (J.Könz).

#### 97 Sesvenna

- 1978: Der Gletscher ist erneut etwas vorgestossen, am meisten (3.6 m) im mittleren, am wenigsten (0.8 m) im östlichen Teil des Zungenendes (L.Rauch). - Vermessungsflug durch L+T am 25.9.79 (Verfasser).
- 1979: Nach dem geringfügigen Vorstoss im Vorjahr ist das Gletscherende vor allem im mittleren Teil, wo das Eis auch an Mächtigkeit verloren hat, deutlich zurückgegangen (L.Rauch).

#### 98 Lischana

- 1978: Eine 50 bis 80 Zentimeter mächtige Firndecke überlagerte das Gletscherende und auch dessen Umgebung in solcher Ausdehnung, dass eine Messung wiederum nicht vorgenommen werden konnte (L.Rauch). - Vermessungsflug durch L+T am 22.9.78 (Verfasser).
- 1979: Das Gletscherende ist seit der letzten, vor 4 Jahren durchgeführten Messung im Durchschnitt um rund 27 Meter vorgerückt. Dieser namhafte Längenzuwachs ist nicht auf die Bewegung des Gletschers zurückzuführen, sondern auf die Vereisung des nicht geschmolzenen Schnees der letzten 4 Jahre. Die Dicke der neuen Eisschicht, die zwischen 0.5 und 1.0 Metern schwankt, ist allerdings bescheiden, weshalb ein Rückzug des Gletschers auf seinen alten Stand innert kurzer Zeit durchaus möglich und zu erwarten ist (L.Rauch).

#### 99 Cambrena

- 1978: Die regelmässig vorrückende rechte Zungenhälfte ist spaltenlos geworden. Linksseitig hat sich eine etwa 50 Meter lange steile und sehr schmale Eiszunge talwärts vorgeschoben (A.Godenzi). - Vermessungsflug durch L+T am 20.9.78 (Verfasser).
- 1979: Der für die Längenänderung angegebene Wert ist geschätzt, da von den Punkten der alten Basis kein einziger mehr zu sehen war. Die Anlage der neuen Messbasis wurde erschwert durch den Mangel an geeigneten markanten Punkten im Gelände (A.Godenzi).

#### 100 Palü

- 1978: An der nordwestlichen Flanke des Zungenendes ist die Messung erschwert durch den grossen Moränenwall, den der Gletscher vor sich herschiebt, aber auch durch den ziemlich tief eingefressenen Gletscherbach. Das Gletschertor war kaum sichtbar (A.Colombo). - Vermessungsflug durch L+T am 20.9.78 (Verfasser).

#### 101 Paradisino

- 1978: Vermessungsflug durch L+T am 4.9.78. Die Luftbilder lassen erkennen, dass im Zungenbereich blankes Eis zutage trat, das Gletscherende jedoch unter mehr oder weniger mächtigen Firn- und Altschneeschichten verborgen blieb. Deren Rand lag deutlich weiter vorn als das mit den Luftbildern vom 2.9.71 erfasste apere Gletscherende (VAW - M.Aellen).
- 1979: Am angegebenen Beobachtungsdatum konnte der bereits eingeschneite Gletscher nicht vermessen werden (A.Godenzi).

#### 102 Forno

- 1978: Das westliche der beiden Gletschertore liegt auf 2245 Metern über Meer, das östliche 5 Meter höher (O.Bisaz). - Vermessungsflug durch L+T am 4.9.78 (Verfasser).
- 1979: Die angegebene Höhenkote gilt für das etwa 10 Meter tiefer gelegene westliche der beiden Gletschertore. Die im Vergleich zu früheren Perioden abgeschwächte Schwundtendenz der letzten Jahre dürfte teilweise auch durch das Gelände bedingt sein, da man vermuten darf, dass sich das Gletscherbett vom heutigen Gletscherende zusehends verflacht und möglicherweise sogar, wie im Nachbartal Albigna, in eine Mulde übergeht (O.Bisaz). - Vermessungsflug durch L+T am 17.9.79 (Verfasser).

#### 104 Basodino

- 1978: Vermessungsflug durch L+T am 21.9.78. Die Luftbilder zeigen, dass der Eisrand am Gletscherende in den letzten 2 Jahren nicht ausgeapert ist. Nur an den Stirnwölbungen der Zunge lag das Gletschereis frei. In allen Mulden auf dem Gletscher oder im Vorge-lände, vor allem auch längs des Gletscherendes überdauerten die Schneedecken des letz-ten und des vorletzten Winters den sehr kurzen Sommer des Berichtsjahrs (VAW - M.Aellen).
- 1979: Le favorevoli condizioni d'innevamento del mese di settembre hanno facilitato i rilievi. Il sensibile aumento del fronte ha portato alla scomparsa dei punti X76, 2, 3, non offrendo i medesimi sicure garanzie di stabilità, si è provveduto al loro rile-vamento con metodo polare, sfruttando un punto trigonometrico situato nelle immediate vicinanze del fronto, che dovrà servire tra l'altro da riferimento per le successive misurazioni (C.Valeggia). - Vermessungsflug durch V+D am 17.9.79 (Verfasser).

#### 105 Rossboden

- 1978: Vermessungsflug durch V+D am 11.9.78. Anhand der früheren Luftbilder konnte festgestellt werden, dass sich seit einigen Jahren eine von Geographiedoktorand H.Müller beobachtete Aufwölbung der Gletscheroberfläche gegen die eingesunkene, im vorderen Teil mit einer ausserordentlich mächtigen Moränendecke überzogene und weitgehend inak-tive Zunge vorschiebt. Durch den Schub der Aufwölbung werden die talwärtigen Eis- und Schuttmassen gestaucht und reaktiviert (VAW - M.Aellen).
- 1979: Die alte Gletscherzunge ist von etwa 3 bis 6 Metern mächtigem, sehr grobem Blockschutt überdeckt. Eine von hinten nachstossende zweite Gletscherstirn überfährt die alte Zunge und schiebt diese vor sich her. Dabei entstehen die von H.Müller beob-achteten Aufwölbungen der Gletscheroberfläche. Die alte Zunge ist in ihrem vordersten Teil seit dem letzten Jahr um mindestens etwa 4 bis 5 Meter eingesunken. In Zukunft wird auch die Verschiebung der hinteren Gletscherstirn gemessen (P.Dorsaz/M.Borter). - Vermessungsflug durch V+D am 5.9.79 (Verfasser).

#### 106 Mittelaletsch

- 1978: Vermessungsflug durch L+T am 21.9.78 (Verfasser).
- 1979: Vermessungsflug durch V+D am 12.9.79 (Verfasser).

#### 107 Bis

- 1978: Vermessungsflug durch V+D am 11.9.78. Seit dem am 20.7.77 durchgeführten Ver-messungsflug ist der Gletscher auf der orographisch linken Seite deutlich vorgerückt. In der nördlichsten Bachrunse haben abgestürzte Eismassen eine schmale, vom Gletscherende (ca. 2100 m ü.M.) bis gegen 1900 Meter Meereshöhe hinunterreichende Zunge gebildet. Auf der rechten Seite und vor allem im mittleren Teil, wo der Gletscher über steile Felsen zum "Mittelgrotzen" abbricht, hat sich das Zungenende wenig verändert (VAW - M.Aellen).
- 1979: Vermessungsflug durch V+D am 5.9.79. Der Vergleich der Luftbilder mit den Aufnahmen des Vorjahrs zeigt, dass die Zungenfront nun auch im südlichen und mittleren Teil vorgerückt ist, wobei die Bachrunse am nördlichen Rand des Mittelgrotzen mit abgestürztem Eis überführt wurde. Andererseits ist der schmale zungenförmige Sturzkegel am nördlichsten Ast des Bisbaches im Berichtsjahr stark zurückgeschmolzen. Nach persönlicher Mitteilung von A.Bezinge ist der Bisgletscher in den letzten 10 Jahren um rund 200 Meter vorgestossen (VAW - M.Aellen).

#### 111 Ammertzen

- 1978: Die ungewöhnlichen Verhältnisse des Berichtsjahrs zeigten sich u.a. darin, dass der bei herbstlichem Wetter begangene Weg zum tief verschneiten Gletscher durch eine frühlingshafte Landschaft mit blühenden Alpenrosen führte. Die nur auf Eisbuckeln und Moränenrücken ganz abgetragene Winterschneedecke erstreckte sich bei den beiden sicht-baren Messpunkten um 5.6 bzw. 15.5 Meter über den Gletscherend hinaus. Rechnet man nur den im Vorjahr angelagerten Schnee zum Gletscher, ergibt sich der in der Tabelle angegebene Längenzuwachs von 1.3 Metern. Der Eiswulst oberhalb des Felsaufschlusses im oberen Teil der Gletscherzunge ist merklich dicker geworden (E.Hodel).

- 1979: Die stark verschuttete Gletscherzunge war bis auf schmale Firnstreifen längs ihres Randes schneefrei. Auch am Zungenende überdauerte ein nun als Firn zum Gletscher gerechneter Rest der vorjährigen Schneedecke die lange Schmelzperiode, die bereits Ende Mai begann und die Winterschneedecke des Berichtsjahrs ziemlich rasch dahinschwinden liess. Ungefähr vom 18. Juli an zehrte die Wärme auch am Schnee aus dem Vorjahr. Der Gletscher ist, wie die auffallende Spaltenbildung erkennen lässt, bis in den oberen Teil der geröllbedeckten Zunge herab aktiv geworden (E.Hodel).

#### 114 Plattalva

- 1978: Der für die Längenänderung angegebene Zahlenwert ist geschätzt für den im Vorjahr angelagerten, nun als Firn zum Gletscher gerechneten Schnee. Die Winterschneedecke des Berichtsjahrs, überlagert von einer Neuschneedecke, reichte weit über die vollständig eingeschnittenen Messmarken hinaus ins Vorgelände (VAW - H.Siegenthaler).
- 1979: Am Messdatum war der Gletscher mit einer dünnen Neuschneesicht überdeckt. Am Zungenende lag sie auf dem im Vorjahr als Firn zum Gletscher gerechneten Schnee aus dem Haushaltsjahr 1976/77. Die jüngeren Schneeschichten sind im Sommer 1979 weggeschmolzen. Vermutlich ist der für die Zweijahresperiode 1977/79 bestimmte Vorstossbeitrag ganz der Messperiode 1977/78 zuzuschreiben und für das Berichtsjahr eine stationäre Lage des Gletscherendes anzunehmen (VAW - H.Siegenthaler). - Vermessungsflug durch V+D am 13.9.79 (Verfasser).

#### 115 Scaletta

- 1979: Vermessungsflug durch L+T am 13.9.79. Durch Vergleichen der neuen mit den am 13.9.73 aufgenommenen Luftbildern und mit der Landeskarte lässt sich der Betrag, um welchen der Gletscher in der Zwischenzeit durch den zungenförmig angelagerten Firn und Schnee verlängert worden ist, grob abschätzen und etwa 4 Hektometer in der Rinne des Hauptgewässers und etwa halb soviel in der Rinne des rund 150 Meter südlicher gelegenen Nebenbachs. Die neue Firnzunge endet rund 100 Meter unterhalb der markanten Endmoränen, die vermutlich beim 1890er und 1920er Vorstoss entstanden sind (VAW - M.Aellen).

#### 116 Albigna

- 1979: Vermessungsflug durch L+T am 17.9.79. Vergleicht man die neuen und die am 2.9.71 aufgenommenen Luftbilder mit den in der Landeskarte eingetragenen Ständen von 1956 und 1973, lässt sich die durch die Schmelzwirkung des Stausees verstärkte Verkürzung der Zunge grob abschätzen. In den 17 Jahren von 1956 bis 1973 ist die Zungenfront um ungefähr 525 Meter zurückgewichen, obwohl in der Zwischenzeit beispielsweise der vor Jahren abgetrennte nördliche Castelloletscher so kräftig vorgestossen ist, dass er mit dem Albignagletscher wieder durchgehend, nicht nur über seine regenerierte Zunge, zusammenhängt. In der Zweijahresperiode 1971/73 ist der Stausee auf Kosten des Albignagletschers um etwa 60 bis 70 Meter länger geworden, etwa gleich viel, ungefähr 70 bis 80 Meter, in den letzten 6 Jahren. Währenddessen ist die Zunge des Castello Nord weiter angewachsen und um ähnlich grosse Beträge in die angelagerten Eissturzmassen hineingefahren. Die angegebene Höhenkote entspricht dem in der Landeskarte als Spiegelkote des Stausees (= Stauziel) eingetragenen Wert (VAW - M.Aellen).

#### 119 Cavagnoli

- 1979: Le favorevoli condizioni d'innevamento del mese di settembre hanno facilitato i rilievi. Il ghiacciaio è costituito da due entità quasi completamente distinte, una delle quali immerge il fronte nel sottostante bacino del Cavagnoli e non è quindi misurabile. La linea stabilita nel mese di agosto del 1976 non è più reperibile. Si è quindi provveduto alla delimitazione di una nuova base che sfrutta un contraforte roccioso in gran parte parallelo al fronte del ghiacciaio. Logicamente non si possono fare confronti con le misure precedenti (C.Valeggia).

#### 120 Corno

- 1979: A causa del forte avanzamento del ghiacciaio, i punti di controllo esistenti non sono più reperibili. Per questo motivo sono stati fissati tre nuovi punti (V.Rossi). - Vermessungsflug durch V+D am 15.8.79 (Verfasser).

#### 4. B I L D T E I L

##### 4.1 BILDFOLGE DES 99. BERICHTS - LEGENDEN DER BILDТАFELN I bis IV

###### Tafel I

###### 107 Märjelensee am Grossen Aletschgletscher (vergleiche Tafel IV)

Ansicht vom Eggishorn am 22. August 1976. Bei niedrigem Wasserstand teilt sich der seiner Grösse und seines arktischen Gepräges wegen berühmte Märjelensee in mehrere kleine Seen und Tümpel auf. Infolge des Gletscherschwundes ist dies heutzutage sein Normalzustand. Das Bild zeigt den am Gletschereis gestauten See, der sich wie die übrigen Randseen am Aletschgletscher von Zeit zu Zeit in oder unter seinen Eisdamm entleert. Seit 1965 ist er in der Regel bereits während der Schneeschmelze im Frühjahr ausgelaufen. Ausnahmsweise, nach schneearmen Wintern, ist er 1964 und 1976 während des ganzen Jahres, 1979 bis Ende Juli voll geblieben. Der Moränensee genannte mittlere Teil liegt vor der Stirnmoräne, die durch den ins Seitental von Märjelen eindringenden Zungenlappen gebildet worden ist und auf Bild 112 dessen Stand von 1850 im Seebecken anzeigt. Der vordere, durch eine Felsschwelle abgedämmte See mit ganzjähriger Wasserführung und oberirdischer Entwässerung in den Moränensee tritt auf den Bildern nicht in Erscheinung.

###### Tafeln II und III

###### 108 bis 110 Fieschergletscher

108 Gletscherzunge am 14. Juli 1968. Der Fieschergletscher, der zweitlängste Alpengletscher, hat gegenwärtig eine Länge von 16 Kilometern. Seit seinem letzten geringfügigen Vorstoss vor fast 40 Jahren hat er sich ganz in das Tal des Weisswassers zurückgezogen. Früher ist ein Teil der Zunge über den Titer, den hellen Felsrücken unten rechts im Bild, in den Taltrog des Glingelwassers abgeflossen. Das schutfreie weisse Eis der Zungenmitte entstammt den obersten Teilen des Firngebiets, das im Gipfelplateau der Grindelwalder Fiescherhörner und am Finsteraarhorn (4273.9 m), der höchsten Erhebung der Berner Alpen, in Höhen über 4000 Metern beginnt (Zeichenerklärung siehe Legende zu Bild 110).

109 Stirn der Gletscherzunge im Tal des Glingelwassers im August 1849. Bei den grössten Vorstössen während der Kleinen Eiszeit (1600-1850 n. Chr.) schob sich der Fieschergletscher in die Waldbestände am Fuss des Titers vor.

110 Hinterer Teil der Gletscherzunge mit Studerfirn und Oberaarhorn im September 1850. Den im Bild festgehaltenen hohen Eisstand erkennt man heute noch gut im Gelände, beispielsweise an den im Bild 108 mit dem Buchstaben "H" markierten Seitenmoränen, deren Scheitel rund 100 Meter über dem heutigen Gletscherrand liegt. Etwa 50 Meter weiter oben liegen die mit "D" bezeichneten Moränenwälle der letzten späteiszeitlichen Vergletscherung (Daun, Egesen). Damals, vor rund 10 Jahrtausenden, reichte der 22 Kilometer lange Fieschergletscher knapp über das Gebiet des Dorfes Fiesch hinaus bis fast an den Rotten.

###### Tafel IV

###### 111 und 112 Märjelensee am Grossen Aletschgletscher

111 Ansicht vom Tälliigrat am 4. September 1850. Im letzten Jahrhundert hat man am Märjelensee staatlich angeordnete Veränderungen vorgenommen im Bestreben, die Hochwassergefahr, der die Unterlieger im Rhonetal durch Ausbrüche des Märjelensees immer wieder ausgesetzt waren, zu vermindern. Beim hohen Stand des Gletschers, wie ihn das Bild zeigt, war der Eisdamm rund 80 Meter höher als heute; der See erreichte zeitweise die Wasserscheide auf der Märjelenalp und entwässerte sich nach Osten ins Fieschertal. Durch einen in den Jahren 1828 und 1829 ausgehobenen Graben wurde diese Ueberlaufschwelle um 12 Fuss erniedrigt, wobei sich das Fassungsvermögen des Sees (10.7 Millionen m<sup>3</sup>) um rund 15% vermin-





108



109 110

derte. Mit der Zeit verlor der schlecht unterhaltene Kanal seine Wirksamkeit, der See-  
spiegel erreichte z.B. am 17.Juli 1878 wieder den alten Hochwasserstand, bevor er sich  
am 18. und 19.Juli sehr rasch entleerte mit verhältnismässig geringer Schadenwirkung.  
Ein Ausbruch von 7,5 Millionen Kubikmetern Wasser am 8. und 9.Juli 1892 erreichte Brig  
nach etwa 9 Stunden und hatte dort in der Rhone eine Flutwelle von 2 Metern Höhe zur  
Folge. Im Herbst 1894, 5 Jahre nach Baubeginn, erfolgte der Durchschlag des 583 Meter  
langen Felsstollens, der von nun an das Wasser auf der Höhe des Vordersees, 14 Meter un-  
ter dem Hochwasserstand, ins Fieschertal ableiten sollte. Damit wurde der grösstmögliche  
Seeinhalt auf rund 6 Millionen Kubikmeter heruntersgesetzt. Ende Juli 1896 trat der Stol-  
len erstmals - aber auch letztmals - für 6 Wochen in Funktion. Denn inzwischen hatte  
sich infolge des Gletscherschwunds der natürliche Ueberlauf am Eisdamm auf die Höhe des  
Stolleneingangs abgesenkt. Spätestens seit 1908, als O.Lütschg 1) die Abflussverhältnis-  
se des Märjelensees intensiv zu erforschen begann, hat der hintere See den vorderen nie  
mehr erreicht (Zeichenerklärung siehe Legende zu Bild 112).

112 Ansicht vom Eggishorn am 23.Oktober 1977. Entleertes Becken des hinteren Sees in der  
Bildmitte, rechts umsäumt vom Moränenwall, den der Gletscher bei seinen Vorstössen wäh-  
rend der Kleinen Eiszeit (1600-1850) im See abgelagert hat. Rechts davor der Moränensee.  
Die Pfeile bei den Buchstaben weisen auf die Lage des Gletscherrandes von 1850 bei der  
"heissen Platte" (H) und am Seeufer (S).

1) Lütschg, O. (1915): Der Märjelensee und seine Abflussverhältnisse. Annalen der  
Schweiz.Landeshydrographie, Bd.1

Aufnahmen Markus Aellen, VAW/ETHZ (107,108,112) und Daniel Dollfus-Ausset (109 bis 111, nach  
Kopien im Archiv der Gletscherkommission SNG).

## 4. ILLUSTRATIONS PHOTOGRAPHIQUES

### 4.1 ILLUSTRATIONS DU 99<sup>e</sup> RAPPORT - LEGENDES DES PLANCHES I A IV

#### Planche I

##### 107 Lac de Märjelen, au bord du Grand glacier d'Aletsch (confère planche IV)

Vue prise de l'Eggishorn le 22 août 1976. Par basses eaux, le lac, fameux pour son allure arctique, se subdivise en plusieurs petits lacs et mares; c'est actuellement, en période de régression glaciaire, son état normal. La figure montre le lac inférieur, dit postérieur, barré par la glace et qui, périodiquement, se vide sous la glace, tout comme les autres lacs marginaux du même glacier. Depuis 1965, le lac de Märjelen s'est vidé régulièrement lors de la fonte des neiges. Exceptionnellement, après des hivers pauvres en neige, il est resté plein en 1964 et 1976 pendant toute l'année, et en 1979 jusqu'à fin juillet. Le lac moyen ou lac de moraine se situe devant la moraine frontale formée par la langue glaciaire latérale qui pénètre dans le vallon de Märjelen. Cette moraine, visible sur la figure 112, y marque l'état du glacier en 1850. Le lac supérieur, dit antérieur, qui n'apparaît pas sur les clichés, est retenu par un rognon de roches mou-tonnées et, en restant plein pendant toute l'année, s'écoule dans le lac moyen.

#### Planches II et III

##### 108 à 110 Glacier de Fiesch

108 Langue glaciaire le 14 juillet 1968. Le glacier de Fiesch, qui est aujourd'hui le 2<sup>e</sup> glacier alpin en longueur, s'étend sur 16 kilomètres. Depuis son avance minime, il y a 40 ans environ, il s'est tout à fait retiré dans la vallée du Weisswasser. Précédemment, une partie de la langue se déversait dans le vallon du Glingelwasser, par-dessus le mamelon rocheux du Titer, qui apparaît plus clair, en bas à droite. La glace blanche, exempte de rocaille, du milieu de la langue provient des parties supérieures du névé qui commence au plateau des Fiescherhörner de Grindelwald et au Finsteraarhorn (4273.9 m), sommet culminant des Alpes bernoises (explication des symboles: voir légende de la figure 110).

109 Front de la langue glaciaire dans le vallon du Glingelwasser en août 1849. Lors des crues maximales du "Petit Age glaciaire" (1600-1850), le glacier de Fiesch a pénétré dans les forêts au pied du Titer.

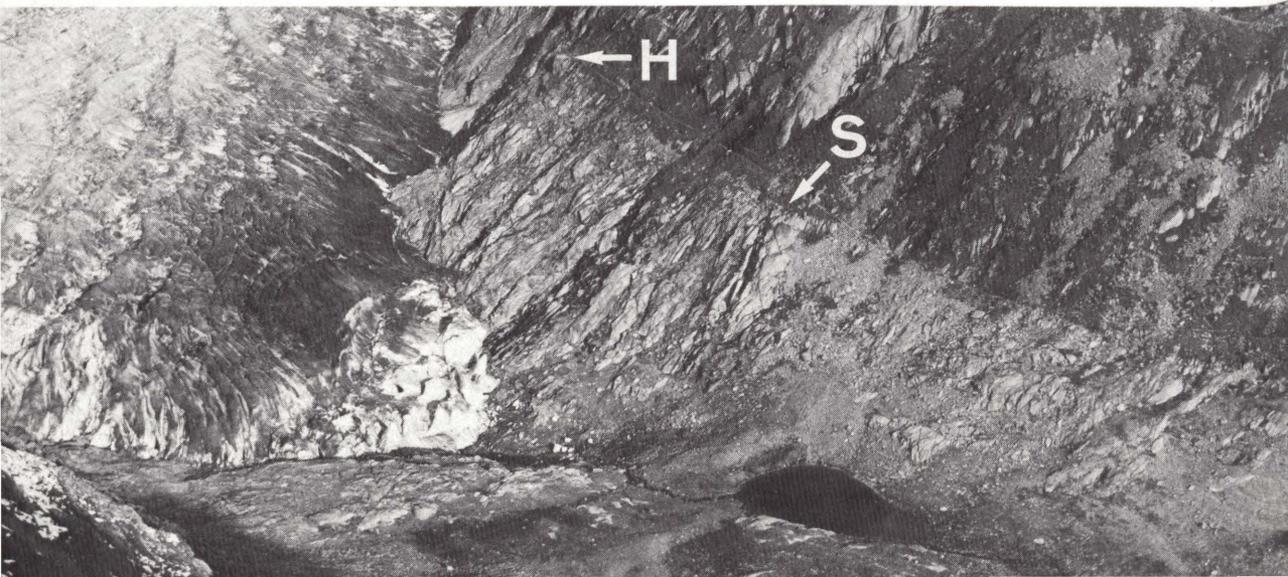
110 Partie postérieure de la langue avec le Studerfirn, au pied de l'Oberaarhorn, en septembre 1850. On reconnaît aujourd'hui le haut niveau de la glace, par exemple à la moraine latérale marquée "H" sur la figure 108 et dont l'arête se trouve à 100 m environ au-dessus du bord actuel du glacier. Environ 50 mètres plus haut encore se trouvent les moraines, désignées par "D", de la dernière glaciation de l'époque glaciaire tardive (Daun, Egesen); à l'époque (il y a dix millénaires) le glacier de Fiesch, long de 22 kilomètres environ, dépassait légèrement la région de Fiesch et se terminait non loin du Rhône.

#### Planche IV

##### 111 et 112 Lac de Märjelen, au bord du Grand glacier d'Aletsch

111 Vue prise du Tälligrat le 4 septembre 1850. Au siècle dernier, L'Etat du Valais a entrepris des mesures afin de réduire les risques d'inondation auxquels étaient exposées les régions en aval du glacier par les vidanges brusques du lac de Märjelen. A l'état du glacier représenté sur le cliché, la barre de glace était plus haute de 80 m environ qu'aujourd'hui. Le lac atteignait parfois la ligne de partage des eaux sur l'Alpe de Märjelen et se déversait alors, à l'est, vers le Fieschertal. Grâce à la tranchée creu-





sée en 1828 et 1829, ce déversoir fut abaissé de 12 pieds, réduisant le volume du lac (10,7 millions de m<sup>3</sup>) d'environ 15%. Mais, avec le temps, cette tranchée mal entretenue cessa de fonctionner, de sorte que, le 17 juillet 1878 par exemple, le lac atteignit son ancien niveau, avant de se vider rapidement, les 18 et 19 juillet, en causant des dégâts relativement peu importants. Une vidange de 7,5 millions de mètres cubes, les 8 et 9 juillet 1892, atteignit Brigue en 9 heures environ et produisit une montée du Rhône de 2 mètres. En automne 1894, cinq ans après le début des travaux, la galerie de décharge, longue de 583 mètres, fut percée au niveau du lac antérieur, à 14 mètres au-dessous du niveau maximal des hautes eaux. La capacité du lac fut ainsi réduite à environ 6 millions de mètres cubes. A fin juillet 1896, la galerie fonctionna pour la première et aussi pour la dernière fois pendant 6 semaines, car entre-temps, par suite de la régression du glacier, le déversoir naturel du lac s'était abaissé au niveau de la galerie d'évacuation. Depuis au moins 1908, lorsque O.Lütschg 1) commença à étudier le lac et les conditions de son écoulement, les eaux du lac postérieur ne sont plus jamais montées au niveau du lac antérieur (explication des symboles: voir légende de la figure 112).

112 Vue prise de l'Eggishorn le 23 octobre 1977. Bassin vide du lac postérieur (au centre), entouré à sa droite de la moraine que le glacier a déposée lors de ses crues pendant le "Petit Age glaciaire" (1600-1850) et qui barre le lac de moraine (à droite). Les flèches (près des lettres) montrent la position du bord du glacier en 1850 à l'endroit dit "Heisse Platte" (H) et au bord du lac (S).

1) Lütschg, O. (1915): Der Märjelsee und seine Abflussverhältnisse. Annalen der Schweiz.Landeshydrographie, Bd.I.

Photos Markus Aellen, VAW/EPFZ (107,108,112) et Daniel Dollfus-Ausset (109 à 111, d'après les copies aux archives de la Commission des glaciers SHSN).

#### 4.2 BILDFOLGE DES 100. BERICHTS - LEGENDEN DER BILDTAFELN V BIS VIII

##### Tafel V

- 107 Gornergletscher anfangs des 20 Jahrhunderts. Das in den ersten Jahren der 1904 erfundenen Farbphotographie aufgenommene Bild ist erschienen in der Reihe "Die Welt in Farben", herausgegeben 1907 von Johannes Emmer im Internationalen Weltverlag in Berlin-Schöneberg. Es handelt sich dabei vermutlich um eine der ersten nicht nur vom Gornergletscher, sondern von Gletschern überhaupt aufgenommenen Farbphotographien. Das Archiv der Gletscherkommission verdankt sie U.Weilenmann, Geographisches Institut der ETH Zürich, der sie auf einem Flohmarkt entdeckte und ihre Herkunft ermittelt hat. Sie zeigt im Vordergrund den "Bodengletscher" benannten vordersten Teil der Gletscherzunge, der heute fast ganz verschwunden ist. In der Bildmitte erkennt man neben dem Riffelhorn die Zunge des Monte-Rosa-Gletschers, der sich bis vor wenigen Jahrzehnten mit dem von rechts herunterfliessenden Grenzgletscher vereinigte. Beim Zusammenfluss dieser Gletscher mit dem vom Riffelhorn verdeckten östlichen Hauptstrom des Gornergletschers sammelt sich das Schmelzwasser im Gornersee, der auf der 1682 von Lambien gezeichneten, dem Freistaat Wallis zugeeigneten Landkarte eingetragen und mit Namen bezeichnet ist. Die Bilder der folgenden Doppelseite zeigen seinen gegenwärtigen Stand.
- 108 François-Alphonse Forel (1841-1912) im Jahre 1899, am Zungenende des Rhonegletschers. Aufnahme M.Lugeon im Archiv der Gletscherkommission. Professor F.-A.Forel gilt als der Begründer der Limnologie, d.h. der Seen- und allgemein der Binnengewässerkunde. Er begann 1880 im Zusammenhang mit Ueberschwemmungen des Genfersees systematisch Beobachtungen über die Veränderungen der Gletscher zu sammeln und in jährlichen Berichten zu publizieren. Sein erster, im Jahre 1881 im "Echo des Alpes" erschienener Bericht legte den Grundstein zu den 1893 von der Gletscherkommission der Schweizerischen naturforschenden Gesellschaft als Hauptaufgabe übernommenen und mit Unterstützung durch die Forstdienste der Gebirgskantone bis heute weitergeführten Beobachtungen und den in den Jahrbüchern, später in der Zeitschrift "Die Alpen" des Schweizer Alpen-Clubs veröffentlichten Gletscherberichten.

##### Tafeln VI und VII

109 bis 113 Gornerseen im Sommer 1979

- 109 Ansicht des Gletscherrandsees kurz vor seiner Entleerung. Aufnahme W.Schmid, VAW/ETHZ.
- 110 Gornerseen am 20.Juni 1979. Ausschnitt aus Luftbild Nr.6516 der Eidgenössischen Vermessungsdirektion.
- 111 Ueberlauftrinne zwischen den Teilbecken des Gletscherrandsees am 3.Juni 1979. Aufnahme H.Röthlisberger, VAW/ETHZ.
- 112 Eingang zum subglazialen Gerinne, durch das sich der Randsee Ende Juni in die Gornera entleert hat. Aufnahme U.Spring, VAW/ETHZ.
- 113 Gornerseen am 5.September 1979. Ausschnitt aus Luftbild Nr.36 der Eidgenössischen Vermessungsdirektion.

Das vom Monte-Rosa-Gletscher vor wenigen Jahrzehnten verlassene Zungenbecken enthält nebst dem Hauptbecken des zweigeteilten temporären Gletscherrandsees zwei kleine, durch Moränen und möglicherweise auch Toteis abgedämmte permanente Seen. Diese erkennt man auf den Bildern 110 und 113 unten links, den kleineren auch auf Bild 109 am linken Bildrand. Am 20.Juni sass der überflutete Gletscherrand offensichtlich noch am Seegrund auf. Bild 110 zeigt entsprechend wenig im Wasser treibendes Eis. In der Folge kam vor allem die als Halbinsel ins Hauptbecken vorspringende Eiszunge des Grenzgletschers unter Abspaltung zahlreicher Eisberge zum Schwimmen, wobei sie in mehrere, entsprechend ihrer Eisdicke verschieden stark gehobene Schollen zerbrach. Einzelne Bruchstellen treten auf



107 Δ

108 ▽





109 Δ

110 ∇

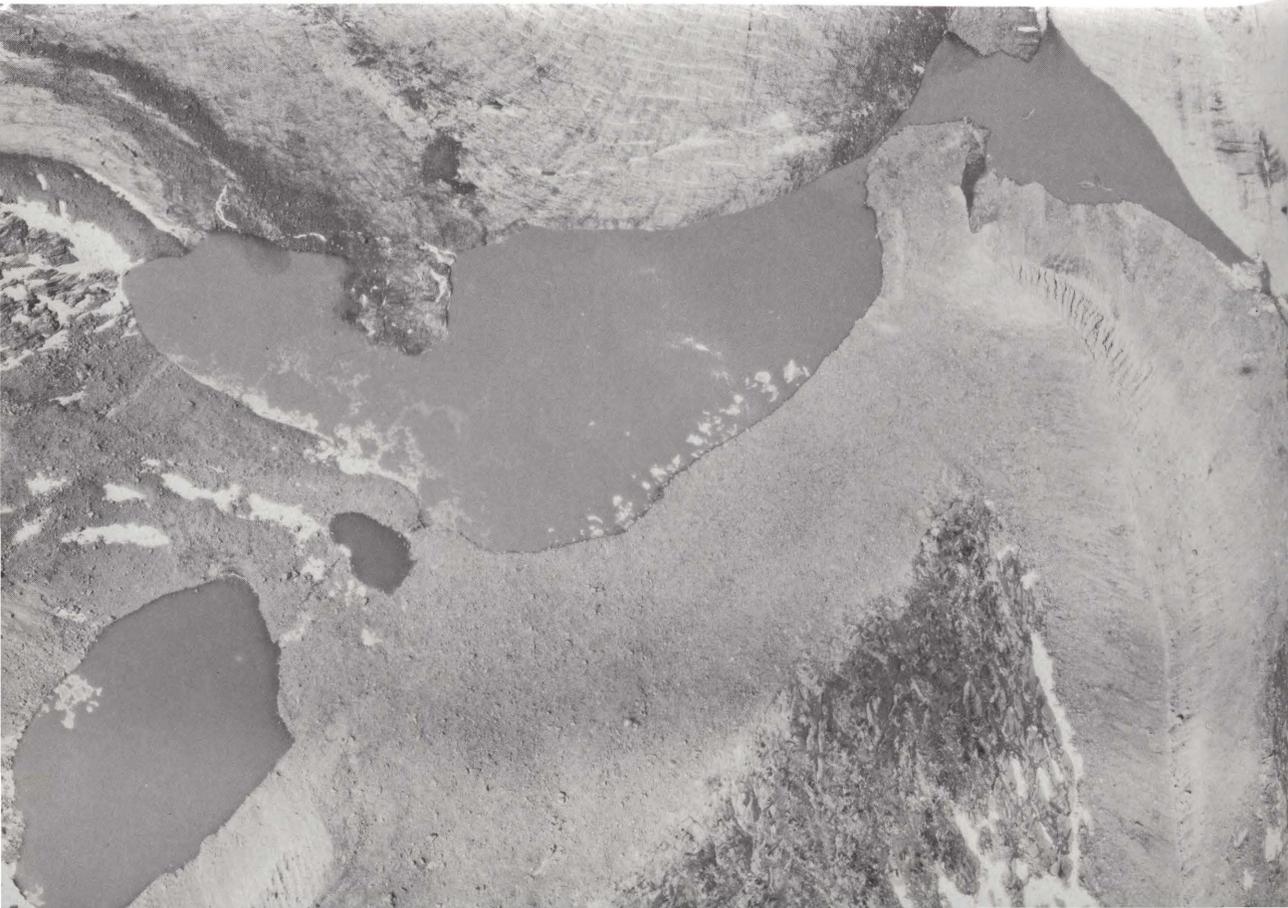


Bild 109 als weisse Steilwände und Risse deutlich hervor. Auf Bild 113 umgrenzen und unterteilen klaffende Bruchspalten die ehemals schwimmende Eismasse. Gestrandete Eisberge werfen als bizarre Eistürme lange Schlagschatten auf den Grund des entleerten Seebeckens oder liegen in wirren Blockhaufen am Gletscherrand. Die Pfeile weisen auf die Ueberlauf Rinne zwischen den Teilbecken des Randsees (a) und die Abflussöffnung im Hauptbecken (b). Der im Herbst des Vorjahrs vorhandene subglaziale Verbindungskanal zwischen den beiden Teilbecken hatte sich im Laufe des Winters verschlossen. Das vom kleinen nördlichen Randsee ins Hauptbecken überfliessende Wasser hat eine tiefe Rinne in den Eisriegel eingeschnitten (Bild 111), der auf Bild 110 ebenfalls unter Wasser steht.

Nach der Entleerung ist das subglaziale Gerinne des Seeablaufs (Bild 112) jeweils für kurze Zeit über längere Strecken begehbar, bevor es sich in der Tiefe wieder schliesst und mit Wasser auffüllt. Der Seeausbruch von Ende Juni 1979 wurde mit verschiedenen Messmethoden untersucht (vgl. Text S. 54).

#### Tafel VIII

114 Giessengletscher am 4. Oktober 1979. Aufnahme M. Aellen, VAW/ETHZ. Anzeichen beschleunigter Bewegung im Hochsommer und Herbst traten beim Giessengletscher an der Nordflanke der Jungfrau und bei zahlreichen anderen steilen Gletschern im Berichtsjahr besonders deutlich in Erscheinung. Bruchstufen in der Gletscheroberfläche, starke Zerschundung und teilweise Zertrümmerung des Eises im unteren Teil der Zunge sowie die im Vergleich zu früheren Jahren häufiger und grösser gewordenen Eisstürze über die Wände des Schneehorns (links im Bild) und durch die von Felsabsätzen unterbrochene Runse der "Giessenlamm" (unten rechts) lassen erkennen, dass grosse Teile der Gletscherzunge ins Rutschen geraten sind. Dabei ist ein auffälliges, unter dem Namen "Kriegsloch" bekanntes Felsfenster in der Zungenmitte zugeschüttet worden, so dass der Felsuntergrund vom Spätsommer bis zum Jahresende nicht sichtbar war. Seinen Namen verdankt das Kriegsloch dem Umstand, dass es sich bei Kriegsgefahr schliesse, in Friedenszeiten dagegen stets offenstehe. Kenner der Lokalgeschichte melden als verbürgte Ueberlieferung, dass es in den spanischen Kriegen, im Franzosenkrieg und im Ersten Weltkrieg geschlossen war, von 1919 bis 1939 offen blieb, bei Ausbruch des Zweiten Weltkrieges verschwand und erst seit dem letzten Kriegsjahr wieder offenstand. Das zufällige zeitliche Zusammentreffen seines erneuten Verschwindens mit dem Einfall russischer Armeeeinheiten in Afghanistan vermehrte die politische Besorgnis eines Teils der einheimischen Bevölkerung.

#### 4.2 ILLUSTRATIONS DU 100e RAPPORT - LEGENDES DES PLANCHES V A VIII

##### Planche V

- 107 Glacier du Gorner au début du XXe siècle. L'image parue dans la série "Die Welt in Farben" (Le monde en couleurs), éditée en 1907 par Johannes Emmer (Internationaler Weltverlag Berlin-Schöneberg), date des premières années de la photographie en couleurs, inventée en 1904. Il s'agit donc de l'une des premières photos en couleurs non seulement du Gorner, mais des glaciers en général. La Commission des glaciers la doit à U.Weilenmann, Institut de géographie de l'EPFZ, qui a fait cette trouvaille au marché aux puces et en a déterminé l'origine. Au premier plan, le cliché montre l'extrémité de la langue glaciaire, appelée "Bodengletscher", aujourd'hui à peu près disparue. Au centre, à côté du Riffelhorn, on reconnaît la langue du glacier du Mont Rose, réunie alors à celle du Grenzgletscher, qui descend de la droite. Au confluent de ces deux langues réunies et du glacier du Gorner proprement dit, dont la vue est cachée par le Riffelhorn, les eaux de fonte s'accumulent dans le "Gornersee". Sous ce nom, le lac figure sur la carte dessinée par Lambien (en 1682) et dédiée à la République indépendante du Valais. Les illustrations des pages suivantes le montrent à l'état actuel.
- 108 François-Alphonse Forel (1841-1912) visitant le glacier du Rhône en 1899. Cliché M.Lugeon aux archives de la Commission des glaciers SHSN. Forel est considéré comme le fondateur de la limnologie, la science des lacs et des eaux continentales. A la suite des inondations graves des rives lémaniques, en 1880, il a rassemblé systématiquement les observations faites sur les variations des glaciers et a publié les résultats de ses recherches dans des rapports annuels. Son premier rapport, paru en 1881 dans l'"Echo des Alpes", est à l'origine des observations poursuivies jusqu'à ce jour et des rapports publiés régulièrement dans la revue du Club alpin suisse. Depuis 1893, ces observations sont confiées à la Commission des glaciers de la Société helvétique des sciences naturelles, dont elles constituent la tâche essentielle, et qui peut compter sur la précieuse collaboration des services forestiers des cantons alpins.

##### Planches VI et VII

109 à 113 Lacs du Gorner en été 1979

109 Lac glaciaire marginal, quelques jours avant la vidange. Cliché W.Schmid, VAW/EPFZ.

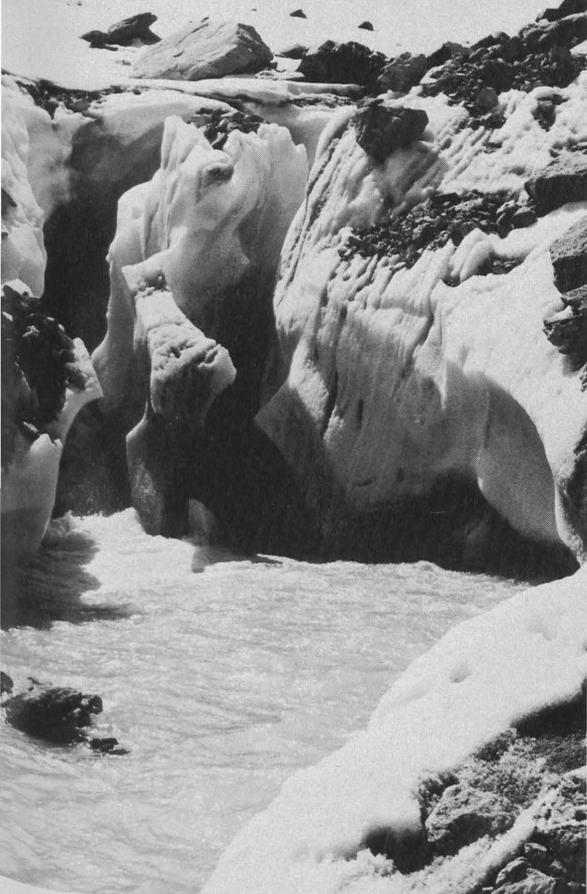
110 Lacs du Gorner, le 20 juin 1979. Détail du cliché aérien no 6516 de la Direction fédérale des mensurations cadastrales.

111 Canal de déversement, situé entre les bassins partiels du lac marginal, le 3 juin 1979. Cliché H.Röthlisberger, VAW/EPFZ.

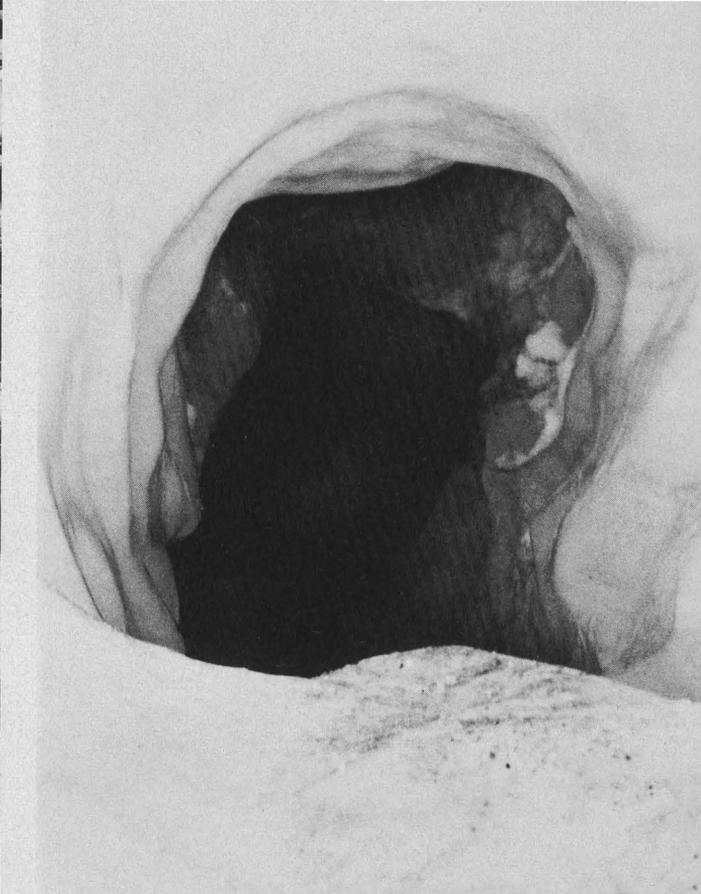
112 Entrée du canal sous-glaciaire, par lequel le lac marginal s'est vidé dans la Gornera, à la fin du mois de juin 1979. Cliché U.Spring, VAW/EPFZ.

113 Lacs du Gorner, le 5 septembre 1979. Détail du cliché aérien no 36 de la Direction fédérale des mensurations cadastrales.

Dans le terrain délaissé par le glacier du Gorner au cours des dernières décennies on trouve, outre le lac marginal temporaire, deux petits lacs permanents, retenus par des moraines et des masses éventuelles de vieille glace sous-jacente. On aperçoit ces deux lacs sur les figures 110 et 113 en bas à gauche; le plus petit des deux est visible aussi au bord gauche de la figure 109. Selon toute évidence, le 20 juin, le flanc inondé du glacier collait au lit glaciaire. Or, la figure 110 ne montre que peu de glace flottante. Par la suite, le lobe proéminent du Grenzgletscher est devenu une presque île de glace flottante, disloquée en de nombreux blocs tabulaires, émergeant selon leur épaisseur totale. On distingue nettement, sur la figure 109, les falaises et les crevasses blanches des failles récentes entre ces blocs. Un grand nombre d'icebergs se sont répandus dans le lac. La figure 113 les montre échoués sur le fond du lac vidé (où ils



111Δ



112Δ

113▽





jettent de longues ombres), ou entassés au bord du glacier. On y remarque aussi les crevasses béantes entrecoupant la partie jadis flottante du glacier. Les flèches indiquent le canal de déversement (A) entre les deux bassins du lac marginal et l'entrée du canal sous-glaciaire (B). Un canal sous-glaciaire, reliant les bassins du lac marginal durant l'automne de l'année précédente, s'était colmaté au cours de l'hiver. L'eau s'écoulant du petit dans le grand bassin a creusé un profond canal dans la glace (figure 111), inondé plus tard par les hautes eaux (figure 110). Durant la période comprise entre la vidange du lac et la nouvelle montée des eaux, il est possible de pénétrer dans le canal sous-glaciaire (figure 112). La vidange, qui s'est produite à la fin du mois de juin 1979, a été étudiée par différentes méthodes scientifiques (voir texte p. 61)

#### Planche VIII

114 Glacier de Giessen, le 4 octobre 1979. Cliché M.Aellen, VAW/EPFZ. Certains phénomènes, indiquant une accélération du mouvement glaciaire en été ou en automne, étaient particulièrement nets, en 1979, sur ce glacier du flanc nord de la Jungfrau, aussi bien que sur d'autres glaciers raides: les failles dans la surface glaciaire, le crevassement extraordinaire, l'effondrement de la partie inférieure de la langue et surtout les chutes de glace spectaculaires. Celles-ci, devenues plus importantes et plus fréquentes, ont dévalé les parois rocheuses du Schneehorn (à gauche) ou le couloir (interrompu par des replats rocheux) de la "Giessenlamm" (en bas à droite) à une mesure inhabituelle. On a constaté ainsi que des parties considérables du glacier s'étaient mises à glisser plus vite. Par la suite un affleurement du fond rocheux, situé au centre de la langue et connu sous le nom de "Kriegsloch" (Trou ou Creux de guerre), rarement recouvert de glace, a disparu entre la fin de l'été et celle de l'année. Il doit son nom à une croyance qui veut qu'il ne se ferme qu'en temps de guerre. Les connaisseurs de l'histoire locale se réfèrent à la tradition, selon laquelle le "Kriegsloch" était bouché pendant les guerres en Espagne, pendant l'invasion française et pendant la Première Guerre mondiale, et ils nous assurent qu'il était ouvert de 1919 à 1939, mais a disparu et ne s'est rouvert que vers la fin de la Seconde Guerre mondiale. Sa disparition récente, coïncidant par hasard avec l'invasion soviétique en Afghanistan, a provoqué quelque peu d'inquiétude parmi une partie de la population de la vallée de Lauterbrunnen.

## 5. M A S S E N H A U S H A L T

### 5.1 EINLEITUNG

In Tabelle 9 sind die von der VAW an den Gletschern von 4 Flusseinzugsgebieten bestimmten Haushaltszahlen der letzten 3 Jahre zusammengestellt. Die gesamte Massenänderung entspricht dem Gewinn oder Verlust an Eisvolumen in der Messperiode, die spezifische Massenänderung der Dicke der Schicht, die sich ergäbe, wenn dieser Gewinn oder Verlust als Wasser gleichmässig über den ganzen Gletscher verteilt würde. Als spezifische Massenänderung sind die Ergebnisse der Haushaltsbestimmungen an verschiedenen Gletschern direkt vergleichbar. Dies gilt in der Regel selbst dann, wenn die Messperioden nicht genau übereinstimmen.

In Tabelle 10 sind die Massenänderungen der Gletscher in drei verschieden grossen und in unterschiedlichem Ausmass vergletscherten Einzugsgebieten für die letzten drei Jahre dargestellt als Teilgrössen des natürlichen Wasserhaushaltes in den betreffenden Abflussbecken. Dabei werden die beiden Hauptkomponenten Niederschlag und Abfluss (bei Gries: Reservenänderung und Abfluss) anhand von Messungen geschätzt, um daraus unter Annahme eines invarianten Verdunstungsbetrags als weitere Hauptkomponente die Reservenänderung (bei Gries den Niederschlag) zu ermitteln. Andere Komponenten werden in dieser vereinfachten Haushaltsrechnung nicht in Betracht gezogen.

Tabelle 11, illustriert durch die Abbildung 9, gibt einen Einblick in den zeitlichen Verlauf des Wasserhaushalts im Einzugsgebiet der Massa während der Haushaltsjahre 1977/78 und 1978/79. Nach den in den Fussnoten zur Tabelle angegebenen Schätzformeln sind aus Niederschlag, Abfluss und Verdunstung die monatlichen Reservenänderungen und deren Summen für Winter-, Sommer und hydrologisches Jahr bestimmt worden. Ausgehend von den täglich gemessenen Niederschlags- und Abflussmengen sind für dieselben Jahre auch Tagesbilanzen aufgestellt worden. Dabei ist die invariant angenommene jährliche Verdunstungsrate ( $210 \text{ kg/m}^2$ ) gleichmässig auf die Monate verteilt und innerhalb der Monate in gleichgrossen Tagesraten (je  $1 \text{ kg/m}^2$ ) den niederschlagsärmsten Tagen zugewiesen worden. Aus den Extremwerten, welche die fortlaufende Summe der täglichen Reservenänderung im Frühjahr (Maximum) und im Herbst (Minimum) erreicht, ergibt sich die Gliederung in klimabedingte Haushaltsperioden, die nicht an feste Kalenderdaten gebunden sind. Tabelle 11b enthält entsprechende Angaben für die Jahreszyklen der Berichtsjahre und ihre beiden Phasen: die Aufbau- oder Zuwachsperiode vom Herbstminimum zum Frühjahrsmaximum und die Abbau- oder Schwundperiode vom Frühjahrsmaximum zum Herbstminimum.

Angaben über den Jahresgang der Aenderung der Wasserreserven im Einzugsgebiet der Rhone oberhalb des Genfersees sind aufgrund von Monatswerten in den Tabellen 12 und 13 zahlenmässig, in der Abbildung 10 graphisch dargestellt. Die Grundlagen dazu sind in Kapitel 6.2 des vorangehenden glaziologischen Jahrbuchs mit entsprechenden Angaben für die Jahre 1955/56 bis 1979/80 erläutert worden.

In den Tabellen 14 bis 16 und in den Abbildungen 11 bis 16 ist die räumliche Verteilung der Massenänderung am Schluss der beiden Haushaltsperioden 1977/78 und 1978/79 dargestellt für die Gletscher Gries, Limmern, Plattalva und Silvretta. Ergänzend dazu gibt Kapitel 6A eine zusammenfassende Uebersicht über die Haushalts- und Bewegungsmessungen und deren Ergebnisse am Griesgletscher im Aegidental, die seit 1961 jährlich wiederholt werden.

Die luftphotogrammetrisch bestimmten jährlichen Veränderungen der Aaregletscher vom Herbst 1977 bis zum Spätsommer 1979 sind in den Tabellen 17 und 18 des Kapitels 5.4 zusammengefasst.

Erstmals in diesem Jahrbuch enthalten sind in einem neuen Kapitel 5.5 mit den Tabellen 19 bis 23 die Ergebnisse der Beobachtungen, die in den Jahren 1977/78 und 1978/79 über den Firnzuwachs auf den Gletschern Clariden, Silvretta, Jungfraufirn und im Engadin gemacht worden sind. Diese Beobachtungen sind z.T. seit 1913 im Gang. Ihre Ergebnisse sind für die Jahre 1913/14 bis 1976/77 in besonderen Berichten (sog. Firnberichte) jährlich veröffentlicht worden. Fortan sollen sie durch Kapitel 5.5 des glaziologischen Jahrbuchs weitergeführt werden.

## 5.2 ERGEBNISSE DES HAUSHALTSJAHRES 1977/78

Zufolge der Aehnlichkeit im Witterungscharakter der letzten beiden Jahre haben die Gletscher in der Haushaltsperiode 1977/78 zum zweiten aufeinanderfolgenden Male einen beträchtlichen Massenzuwachs erhalten. Je nach Region ist der neue Zuwachs etwas grösser oder kleiner ausgefallen als im Vorjahr. Meistenorts, vor allem im Süden und Westen des Landes, war die Schneedecke am Winterende mächtiger, die für ihren Abbau zur Verfügung stehende Wärmemenge des Sommers jedoch geringer als in den letzten 20 Jahren. So ergab sich für die Gletscher Gries, Limmern (samt Plattalva) und Silvretta, wo die jährliche Massenänderung nach der sogenannten glaziologischen Methode direkt bestimmt wird, mit einer mittleren Zunahme der Eisdicke um gut einen Meter der zweit- bis dritthöchste Wert der betreffenden Messreihe. Der entsprechende, in der Tabelle als spezifische Bilanz angegebene Wasserwert des Berichtsjahrs ist bei Gries, wo seit 1961/62 gemessen wird, nur im Vorjahr mit 1263 Millimetern übertroffen worden. In der gleichen Periode wurden grössere Werte als im Berichtsjahr beim Limmerngletscher im Jahre 1964/65 mit 924 Millimetern, beim Silvrettagletscher 1964/65 mit 1338 Millimetern und 1965/66 mit 1213 Millimetern erreicht. Bei den Aletschgletschern liegt der entsprechende Wert von 1895 Millimetern Wasser oder rund 2 Metern Eis, der aus der für das Einzugsgebiet der Massa aufgestellten hydrologischen Bilanz abgeleitet wird, deutlich höher als das aus dem Vorjahr stammende bisherige Maximum (1478 mm Wasser) der seit 1922 berechneten Jahresbilanzen. Dabei sind mit einem mittleren Gebietsniederschlag von 2991 Millimetern (bisheriges Maximum 1976/77: 2928 mm) und einer mittleren Abflusshöhe von 1592 Millimetern (bisheriges Minimum 1964/65: 1659 mm) weitere Extremwerte dieser Messreihe aufgetreten.

Nach den photogrammetrischen Auswertungen von A.Flotron haben auch die Aaregletscher, für deren Talbereich nach der sogenannten geodätischen Methode die jährliche Volumenänderung ermittelt wird, mehr zugenommen als im Jahr 1974/75, dem bisher einzigen Jahr der 50jährigen Beobachtungsreihe mit einer bescheidenen Volumenzunahme (1.5 Millionen  $m^3$ ). Die fast zehnmal so grosse Zunahme im Berichtsjahr (13.8 Millionen  $m^3$ ) ergibt sich zum Teil aus Schätzungen, weil wegen der Schneebedeckung die obersten Profile auf dem Lauteraar und auf dem Oberaar nicht messbar waren. In den vermessenen Querprofilen mit mittleren Dickenänderungen zwischen 1.9 Metern Abnahme und 2.6 Metern Zunahme ist der Gletscher im Durchschnitt um rund einen halben Meter dicker geworden.

### 5.3 ERGEBNISSE DES HAUSHALTSJAHRES 1978/79

Im Berichtsjahr 1978/79 sind die für den Massenhaushalt der Gletscher massgeblichen Klimagrößen gesamthaft im allgemeinen nur wenig von den Normalwerten abgewichen. Bei manchen Gletschern ist die Massenänderung entsprechend klein geblieben. Der Massengewinn bei den Aletschgletschern und der Massenverlust bei den Gletschern Limmern, Plattalva und Silvretta fällt kaum ins Gewicht. Der Griesgletscher dagegen hat im Durchschnitt um fast einen Meter abgenommen. Er liegt in jenem Gebiet, das vom Frühjahr bis in den Sommer ein extremes Niederschlagsmanko aufwies.

Für die Aaregletscher hat sich nach den photogrammetrischen Vermessungen von A.Flotron im Talbereich gesamthaft ebenfalls ein im Vergleich zu früheren Jahren sehr bescheidener Verlust von rund  $3 \frac{1}{2}$  Millionen Kubikmetern Eis oder eine Dickenabnahme um durchschnittlich 24 Zentimeter ergeben. In den Teilgebieten Oberaar und Finsteraar hat die Eismasse im vermessenen Bereich um 1.6 bzw. 0.9 Millionen Kubikmeter zugenommen. Die mittlere Dickenänderung in den Querprofilen schwankt zwischen -1.1 und +3.2 Metern auf dem Oberaargletscher, zwischen -2.0 und +1.9 Metern auf dem Unteraargletscher.

## 5. B I L A N S   D E   M A S S E

### 5.1 INTRODUCTION

Le tableau 9 contient les résultats des bilans de masse, établis par les VAW pour les glaciers de 4 bassins versants. Le bilan total indique le gain ou la perte en volume de glace. Le bilan spécifique représente l'épaisseur de la couche d'eau que produirait ce gain ou cette perte réparti(e) sur la surface totale du glacier. Le bilan spécifique permet de comparer directement les résultats obtenus pour les différents glaciers, même dans la plupart des cas, où les périodes respectives de bilan ne sont pas strictement identiques.

Le tableau 10 donne les bilans hydrologiques des trois dernières années, établis pour trois bassins versants de différentes surface totale et part englacée. Les bilans sont calculées en dérivant l'une des composantes, la variation de la masse glaciaire (pour Gries: les précipitations), à partir des mesures du débit et des précipitations (pour Gries: du débit et des variations de la masse glaciaire), en admettant une valeur invariable de l'évaporation et en négligeant d'autres composantes. Il s'agit donc de calculs d'estimation utilisant des modèles rigoureusement simplifiés, où seules les composantes élémentaires du régime hydrologique sont considérées.

Le modèle appliqué au bassin versant de la Massa est représenté par les chiffres du tableau 11 et par les graphiques de la figure 9, qui révèlent les fluctuations des réserves en eau de ce bassin au cours des années de bilan 1977/78 et 1978/79. Selon les formules indiquées dans les remarques du tableau on a déterminé les variations mensuelles des réserves et leurs sommes saisonnières et annuelles. Les valeurs journalières publiées des débits et des précipitations ont permis d'établir aussi des bilans quotidiens, résumés dans le tableau 11b et représentés dans la figure 9 pour les années du présent rapport. Dans ces bilans, l'évaporation est supposée être invariable de l'ordre de  $210 \text{ kg/m}^2$  par an, soit de  $17$  ou  $18 \text{ kg/m}^2$  par mois. Ces mensualités ont été réparties en quote-parts égales de  $1 \text{ kg/m}^2$  sur les jours sans précipitations ou de pluviosité faible. En cumulant les variations journalières des réserves en eau, on obtient les valeurs extrêmes maximale (au printemps) et minimale (en automne), qui marquent le début ou la fin de périodes de bilan, qui sont définies suivant le cycle annuel des conditions climatiques et qui sont indépendantes des dates fixes du calendrier. Les bilans présentés dans le tableau 11b résument les bilans quotidiens des 2 cycles annuels de 1977/78 à 1978/79 et de leurs phases: période d'accumulation, qui dure du minimum automnal au maximum printanier, et période d'ablation, qui dure du maximum printanier au minimum automnal.

Le modèle similaire, appliqué au bassin versant du Rhône en amont du Lac Léman et représenté dans les tableaux 12 et 13 ainsi que dans la figure 10, reflète les fluctuations mensuelles des réserves en eau de ce bassin durant les années 1977/78 et 1978/79. Portant sur les années 1955/56 à 1979/80, ce modèle a été analysé et discuté dans le chapitre 6.2 du précédant annuaire glaciologique.

Les tableaux 14 à 16 et les figures 11 à 16 suggèrent la répartition spatiale des gains et des pertes de masse selon les observations faites, à la fin des années de bilan 1977/78 et 1978/79, sur les glaciers de Gries, de Limmern/Plattalva et de Silvretta. Les résultats des bilans de masse établis de 1960/61 à 1978/79 pour le glacier de Gries sont résumés dans le chapitre 6A.

Les variations annuelles des glaciers de l'Aar, déterminées par aérophotogrammétrie, sont résumées dans les tableaux 17 et 18 du chapitre 5.4 pour la période de l'automne 1977 jusqu'à la fin de l'été 1979.

Dans le nouveau chapitre 5.5 avec les tableaux 19 à 23 nous présentons les résultats des observations faites, en 1977/78 et 1978/79, sur l'accumulation des névés aux glaciers de Clariden, de Silvretta, du Jungfraufirn et dans l'Engadine. En partie, ces observations ont commencé en 1913 déjà. Les résultats des années 1913/14 à 1976/77 ont été publiés dans des rapports annuels spéciaux (dits "Firnberichte"). Dorénavant, on trouvera la suite de ces rapports dans le chapitre 5.5 de l'annuaire glaciologique.

Par suite des conditions climatiques assez similaires des deux dernières années, le bilan pour 1977/78 présente, pour la seconde année de suite, un accroissement important de la masse des glaciers. Selon les régions, le nouveau gain de masse surpasse ou n'atteint pas celui de l'année précédente. En général, mais surtout au sud et à l'ouest du pays, la couche de neige en fin d'hiver était la plus épaisse enregistrée au cours des vingt dernières années; en revanche, la quantité de chaleur disponible de l'été pour sa fusion était plus faible que pendant les vingt dernières années. C'est ainsi qu'aux glaciers de Gries, de Limmern (avec Plattalva) et de Silvretta, où la variation de masse est déterminée par la méthode directe, l'accroissement observé, qui est de l'ordre d'un mètre de glace en moyenne, occupe le deuxième ou le troisième rang d'importance de la série d'observations. Le bilan spécifique du Gries (où les mesures ont été commencées en 1961/62) n'a été dépassé que l'année précédente avec 1263 millimètres. Pour la même période, des valeurs supérieures à celles de 1978 ont été enregistrées au glacier de Limmern en 1964/65 avec 924 millimètres, au glacier de Silvretta en 1964/65 avec 1338 millimètres. Aux glaciers d'Aletsch l'accroissement de 1805 millimètres, soit environ 2 mètres de glace, calculé par le bilan hydrologique du bassin de la Massa, dépasse nettement le maximum (noté l'année précédente avec 1478mm d'eau) de la série remontant à 1922. D'ailleurs, avec une précipitation moyenne de 2991 millimètres sur le bassin (maximum antérieur: 2928 mm en 1976/77) et un écoulement moyen de 1592 millimètres (minimum antérieur: 1459 mm en 1964/65), l'année du rapport a fourni plusieurs nouvelles valeurs extrêmes de cette série d'observations.

D'après les restitutions photogrammétriques de A.Flotron, les glaciers de l'Aar, dont les variations annuelles de volume sont déterminées par la méthode dite géodésique pour les parties moyennes et basses, ont augmenté plus qu'en 1974/75, qui est la seule année de la série de 50 ans ayant présenté une augmentation modeste de volume (1.5 million de m<sup>3</sup>); l'accroissement presque dix fois supérieur de 1977/78 (13.8 millions de m<sup>3</sup>) résulte en partie d'estimations, car, en raison des conditions d'enneigement, les profils supérieurs du Lauteraar et de l'Oberaar ne pouvaient être mesurés. Dans les différents profils transversaux, les variations d'épaisseur vont de 1.9 mètre de diminution à 2.6 mètres d'augmentation; en moyenne, le glacier de l'Aar a épaissi d'un demi-mètre.

### 5.3 ANNEE DE BILAN 1978/79

En général et dans l'ensemble de l'année de bilan 1978/79, les éléments climatiques importants pour le bilan de masse des glaciers ne se sont guère écartés de la norme. Par conséquent, la masse de nombreux glaciers n'a varié que de peu. Le gain déterminé pour les glaciers d'Aletsch est resté aussi modeste que les pertes enregistrées par les glaciers de Limmern, de Plattalva et de Silvretta. Le glacier de Gries, en revanche, situé dans une région où le manque de précipitations a été excessif au printemps et au début de l'été, s'est aminci de près d'un mètre d'épaisseur, en moyenne, durant l'année du bilan.

D'après les restitutions photogrammétriques de A.Flotron, les parties basses et moyennes des glaciers de l'Aar ont subi une perte de volume au total de 3.5 millions de mètres cubes de glace, ce qui représente une diminution moyenne de 24 centimètres de l'épaisseur de la glace. Comparée aux valeurs habituelles, cette perte est restée remarquablement modeste. Dans les bassins particuliers de l'Oberaar et de Finsteraar, on a constaté une augmentation des volumes glaciaires respectivement de 1.6 et 0.9 millions de mètres cubes. Dans les différents profils transversaux, l'épaisseur moyenne a varié de -1.1 à + 3.2 mètres sur le glacier de l'Oberaar et de -2.0 à + 1.9 mètres sur le glacier de l'Unteraar.

Tabelle 9. Massenänderung einiger Gletscher in den Jahren 1976/77 bis 1978/79  
 Tableau 9. Bilans annuels de masse de quelques glaciers, de 1976/77 à 1978/79

Gletscher Glacier	Haushaltsjahr Année du bilan		Gletscher- flächen Surfaces glaciaires	Massenänderung gesamt spezifisch Bilans de masse totaux spécifiques		Gleichge- wichtslinie Ligne d'équilibre
	vom/du	bis/au		km <sup>2</sup>	B <sub>a</sub> * 1) 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	
Gries	30.9.76	29.9.77	6.34 3)	+	8.976 + 1274	2530
	29.9.77	26.9.78	6.34 4)	+	6.758 + 959	2670
	26.9.78	25.9.79	6.34 5)	-	6.232 - 885	3070
Aletsch	1.10.76	30.9.77	128.36 6)	+	210.740 + 1478	2768 7)
	1.10.77	30.9.78	128.28 8)	+	257.345 + 1805	2699 7)
	1.10.78	30.9.79	128.22 9)	+	23.127 + 162	2973 7)
Limmern	8.9.76	8.9.77	2.52 10)	+	2.206 + 788 11)	2555
	8.9.77	5.9.78	2.52 10)	+	2.400 + 856 11)	2410
	5.9.78	30.8.79	2.52 10)	-	0.101 - 36 11)	2800
Plattalva	8.9.76	8.9.77	0.86 10)	+	0.520 + 544 11)	2620
	8.9.77	5.9.78	0.86 10)	+	1.219 + 1276 11)	-- 12)
	5.9.78	30.8.79	0.86 10)	-	0.152 - 159 11)	2915
Silvretta	16.9.76	15.9.77	3.15 13)	+	2.171 + 620	2665
	15.9.77	14.9.78	3.15 13)	+	3.281 + 937	2550
	14.9.78	13.9.79	3.15 13)	-	0.196 - 56	2790

- 1) Gesamter Zuwachs oder Abtrag an Eisvolumen, berechnet für Aletsch aus der hydrologischen Bilanz des Einzugsgebiets Massa/Blatten bei Naters, für die übrigen Gletscher nach Zonen gleicher spezifischer Massenänderung mit einer angenommenen Dichte des Eises von 0.9 g/cm<sup>3</sup>.  
 Valeurs absolues des gains ou pertes en volume de glace, déterminées à partir du bilan hydrologique du bassin versant de la Massa/Blatten bei Naters pour les glaciers d'Aletsch, par intégration des zones à bilan spécifique égal pour les autres glaciers, en admettant une densité de la glace de 0.9 g/cm<sup>3</sup>.
- 2) Gleichmässig über den Gletscher verteilter Zuwachs oder Abtrag. Der Eismenge 1 kg/m<sup>2</sup> entspricht eine Wassersäule von 1 Millimeter Höhe.  
 Valeurs obtenues par la répartition des gains ou pertes de glace sur la surface du glacier. Une masse de glace de 1 kg/m<sup>2</sup> équivaut à 1 millimètre en hauteur d'eau.
- 3) Geschätzte Fläche für den 4. Oktober 1977 / Surface estimée pour le 4 octobre 1977.
- 4) Geschätzte Fläche für den 6. Oktober 1978 / Surface estimée pour le 6 octobre 1978.
- 5) Geschätzte Fläche für den 1. Oktober 1979 / Surface estimée pour le 1er octobre 1979.
- 6) Geschätzte Fläche für den 8. September 1977 / Surface estimée pour le 8 septembre 1977.
- 7) Aus den Pegelmessungen auf dem Jungfraufirn interpolierte Werte / Valeurs obtenues par interpolation des données collectées au Jungfraufirn.
- 8) Geschätzte Fläche für den 13. September 1978 / Surface estimée pour le 13 septembre 1978.
- 9) Geschätzte Fläche für den 14. September 1979 / Surface estimée pour le 14 septembre 1979.
- 10) Flächen vom 15. September 1977 / Surfaces du 15 septembre 1977.
- 11) Ueberarbeitete, von den früher publizierten abweichende Werte / Valeurs révisées, qui s'écartent des valeurs publiées précédemment.
- 12) Lage unterhalb des Gletscherendes / Située à l'aval du glacier.
- 13) Fläche vom 12. September 1973 / Surface du 12 septembre 1973.

Tabelle 10. Hydrologische Bilanzen einiger vergletscherter Einzugsgebiete in den Jahren 1976/77 bis 1978/79

Tableau 10. Bilans hydrologiques de quelques bassins versants englacés, de 1976/77 à 1978/79

Einzugsgebiet/Abflussmessstation	Fläche (km <sup>2</sup> )		Meereshöhe (m)		
	gesamt	vergletschert	Höchster Punkt	Gebietsmittel	Abflussmessstation
Bassin versant/Station limnigraphique	Surface (km <sup>2</sup> )		Altitude (m)		
	totale	englacée	Point culminant	Moyenne du bassin	Station limnigraphique
	F	G			
a) AEGINA/Staumauer Gries - Barrage de Gries	10.4*)	6.3	3373.8	2820	2337
b) MASSA/Blatten bei Naters	194.7	128.6	4195	2950	1446
c) RHONE/Porte du Scex	5220	746.6	4634.0	2130	374

\*) Siehe Fussnote 7 zu Tabelle 10a / Voir remarque 7 du tableau 10a.

a) Einzugsgebiet der Aegina (Griesgletscher) / Bassin de l'Aegina (glacier de Gries) 1)

Bilanzperiode		Abfluss	Verdunstung	Reservenänderung	Niederschlag	
Période du bilan		Écoulement	Évaporation	Variation des réserves	Gebietsmittel	Totalisator
vom/du	bis/au	2)	3)	4)	Moyenne du bassin 5)	Totalisateur 6)
30.9.76	29.9.77	1911	200	+ 794 7)	2905	2449
29.9.77	26.9.78	1575	200	+ 586	2361	2040
26.9.78	25.9.79	1998	200	- 540	1658	1347

1) Ergänzt Tabelle 10a des 97./98. Gletscherberichts. Alle Bilanzgrößen sind in kg/m<sup>2</sup> angegeben und beziehen sich auf die Gesamtfläche des Einzugsgebiets (siehe Fussnote 7).

Complète le tableau 10a des précédents rapports nos. 97/98. Les données du bilan, exprimées en kg/m<sup>2</sup>, se rapportent à la surface totale du bassin versant (voir remarque 7).

2) Durch das Kraftwerk bestimmte Werte für das hydrologische Jahr (1. Oktober - 30. September). Weitere Erläuterungen siehe Bemerkungen zu Tabelle 16 des 93./94. Gletscherberichts.

Valeurs déterminées par les forces motrices pour l'année hydrologique (1er octobre - 30 septembre). Explications détaillées voir remarques du tableau 16 des rapports nos. 93/94.

3) Invarianter Schätzwert / Valeur estimée (invariable).

4) Von der Massenänderung des Gletschers abgeleitete Werte (siehe Tabellen 9 und 14) / Valeurs dérivées du bilan de masse du glacier (voir tableaux 9 et 14).

5) Aus Abfluss, Verdunstung und Reservenänderung berechnete Werte / Valeurs calculées à partir de l'écoulement, de l'évaporation et de la variation des réserves.

6) Standortkoordinaten des Totalisators: 672.34/145.80 km, Höhe 2510 m ü.M. / Coordonnées du totalisateur: 672.34/145.80 km, altitude 2510 m s.m.

7) Seit Ende August 1977 wird das Wasser eines kleinen Baches zugeleitet. Dadurch ist die Fläche des Einzugsgebiets um 0.20 km<sup>2</sup> auf insgesamt 10.38 km<sup>2</sup> vergrößert worden.

Suite à l'adduction des eaux prises sur un petit torrent, dès la fin août 1977, le bassin versant, agrandi alors de 0.20 km<sup>2</sup>, comprend une surface totale de 10.38 km<sup>2</sup>.

## b) Einzugsgebiet der Massa (Aletschgletscher) / Bassin de la Massa (glaciers d'Aletsch) 1)

Bilanzjahr	Niederschlag	Verdunstung	Abfluss	Reserven- änderung	Gletscher- fläche	Spezifische Massenänderung
Année du bilan	Précipi- tations	Evaporation	Écoule- ment	Variation des réserves	Surface glaciaire	Bilan de masse spécifique
1.10.-30.9.	N 2) kg/m <sup>2</sup>	V 2) kg/m <sup>2</sup>	A 2) kg/m <sup>2</sup>	R 2) kg/m <sup>2</sup>	G 3) km <sup>2</sup>	B 4) kg/m <sup>2</sup>
1976/77	2929	210	1745	+ 974	128.36	+ 1478
1977/78	2990	210	1590	+ 1190	128.28	+ 1805
1987/79	2243	210	1925	+ 108	128.22	+ 162

- 1) Zusammenfassung der nachstehenden Tabelle 11a. Ergänzt Tabelle 11b des 97./98. Berichts.  
Récapitulation du tableau 11a, ci-après. Complète le tableau 11b des rapports nos. 97/98.
- 2) Erläuterungen siehe Tabelle 11a, Fussnoten 3 bis 6 / Explications voir tableau 11b, remarques 3 à 6.
- 3) Schätzwerte, berechnet aus der jährlich gemessenen Längenänderung des Grossen Aletschgletschers in der Annahme, diese sei ein Proportionalitätsmass für die Aenderung der Gletscherfläche im Einzugsgebiet der Massa. Weitere Erklärungen siehe Tabelle 11 und vorangehende Gletscherberichte.  
Valeurs estimées à partir des variations annuelles de longueur mesurées au Grand glacier d'Aletsch, en admettant que celles-ci soient proportionales aux variations de la surface englacée du bassin versant de la Massa. Explications détaillées voir tableau 11 et rapports précédents.
- 4) Schätzwerte, berechnet nach der Formel / Valeurs estimées selon la formule:  $B = R \cdot F / G$ .

## c) Einzugsgebiet der Rhone, oberhalb des Genfersees / Bassin du Rhône, en amont du Léman 1)

Bilanz- jahr	Nieder- schlag	Verdun- stung	Seerück- halt	Abfluss				Reserven- änderung
				gemessen	Ableitung	Zuleitung	reduziert	
Année du bilan	Précipi- tations	Evapo- ration	Rétention dans lacs	Écoulement mesuré	Dérivation	Adduction	réduit	Variation réserves
10 - 9	N 2)	V 2)	S 2)	A <sub>G</sub> 2)	A <sub>A</sub> 2)	A <sub>E</sub> 2)	A 2)	R 2)
1976/77	1731	300	33	1124	7	4	1160	+ 271
1977/78	1770	300	2	1184	7	7	1186	+ 284
1978/79	1323	300	- 5	1077	6	6	1072	- 49

- 1) Vergleiche Kapitel 6.2 im Anhang des 97./98. Berichts, Seiten 148-183. Alle Bilanzgrössen sind in kg/m<sup>2</sup> angegeben und auf die Gesamtfläche des Einzugsgebiets (5220 km<sup>2</sup>) bezogen.  
Confère chapitre 6.2 de l'annexe des 97e/98e rapports, pages 148-183. Les données du bilan, exprimées en kg/m<sup>2</sup>, se rapportent à la surface totale du bassin versant (5220 km<sup>2</sup>).
- 2) Erläuterungen siehe nachstehende Tabelle 12 / Explications voir ci-après, tableau 12.

Tabelle 11. Einzugsgebiet Massa/Blatten bei Naters (Aletschgletscher) - Hydrologische Bilanzen 1977/78 und 1978/79 1)

Tableau 11. Bassin versant de la Massa/Blatten bei Naters (glaciers d'Aletsch) - Bilans hydrologiques 1877/78 et 1978/79 1)

a) Kalendermässige Haushaltsperioden: Monate, Winter (Oktober-April), Sommer (Mai-September) und hydrologisches Jahr (1.Oktober - 30.September)

Périodes du calendrier: mois, hiver (octobre-avril), été (mai-septembre) et année hydrologique (1er octobre - 30 septembre)

Jahr Année	Bilanzgrösse 2) Composantes du bilan 2)	Monate - Mois											Winter 10-4	Sommer Eté 5-9	Jahr Année 10-9	
		10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8				9
1977/78	N Niederschlag 3)	375	251	166	278	335	331	78	254	319	212	296	95	1814	1176	2990
	A Abfluss 4)	124	25	9	6	4	4	8	46	236	420	446	262	180	1410	1590
	V Verdunstung 5)	17	18	17	18	17	18	17	18	17	18	17	18	122	88	210
	R Reservenänderung 6)	234	208	140	254	314	309	53	190	66	-226	-167	-185	1512	-322	+1190
	U Massenumsatz 7)	516	294	192	302	356	353	103	318	572	650	759	375	2116	2674	4790
1978/79	N Précipitations 3)	132	18	213	211	190	424	113	151	222	75	352	142	1301	942	2243
	A Ecoulement 4)	64	31	12	6	4	3	5	60	370	564	501	305	125	1800	1925
	V Evaporation 5)	17	18	17	18	17	18	17	18	17	18	17	18	122	88	210
	R Variation des réserves 6)	51	-31	184	187	169	403	91	73	-165	-507	-166	-181	1054	-946	+108
	U Régime hydrologique 7)	213	67	242	235	211	445	135	229	609	657	870	465	1548	2830	4378

1) Ergänzt Tabelle 11a des 97./98.Gletscherberichts - Complète le tableau 11a des 97e/98e rapports glaciologiques.

2) Die Bilanzgrössen sind in kg/m<sup>2</sup> angegeben und beziehen sich auf die Fläche des Einzugsgebiets (194.7 km<sup>2</sup>).

Les données du bilan, exprimées en kg/m<sup>2</sup>, se réfèrent à la surface totale du bassin versant (194.7 km<sup>2</sup>).

3) Schätzwerte, berechnet aus den Niederschlagsmessungen der SMA an den 3 Stationen Grindelwald (1040 m ü. M.), Fiesch (1060 m) und Kippel (1376 m). Die Station Kippel, aufgehoben am 1.10.1974, ist ersetzt durch die Station Ried/Lötschental (1480 m), in Betrieb seit 1.1.1974. Die Messreihen der beiden während nur 9 Monaten parallel geführten Stationen sind über die langjährige Reihe von Leukerbad (1385 m) provisorisch korreliert. Die Messwerte von Ried sind demgemäss mit dem Gewicht 1.037 in der Berechnung des Gebietsniederschlags eingesetzt.

Valeurs estimées, déterminées à partir des précipitations mesurées par l'ISM aux 3 stations de Grindelwald (1040 m s.m.), Fiesch (1060 m) et Kippel (1376 m). La station de Kippel, abandonnée le 1.10.1974, est remplacée par celle de Ried/Lötschental (1480 m), mise en service le 1.1.1974. Les séries d'observations des deux stations, n'étant parallèles que pendant 9 mois, ont été corrélées au provisoire à l'aide de la série multiannuelle de Loèche-les-Bains (1385 m). Par conséquent, les valeurs mesurées à Ried sont pondérées par un facteur de 1.037 pour le calcul des précipitations sur le bassin.

## Tabelle 11 - Tableau 11. Fortsetzung 1 - Continuation 1

- 4) Ergebnisse der Abflussregistrierung an der Limnigraphenstation Blatten bei Naters der Landeshydrologie (vgl. Tab. 10).  
Débits enregistrés à la station limnigraphique de Blatten bei Naters par le Service hydrologique fédéral (cf. tabl. 10).
- 5) Invarianter Schätzwert - Valeur estimée (invariable).
- 6) Schätzwerte, berechnet nach der Formel:  $R = N - A - V$ . Weitere Erklärungen siehe: Kasser P. und Aellen M. (1976) "Die Gletscher der Schweizer Alpen 1971/72 und 1972/73, 93. und 94. Bericht der GK/SNG" (Tab. 17, S. 82-83).  
Valeurs estimées selon la formule:  $R = N - A - V$ . Des explications plus détaillées sont données dans la publication: Kasser P. et Aellen M. (1980) "Les variations des glaciers suisses 1971/72 et 1972/73, 93e et 94e rapports de la CG/SHSN" (tabl. 17, p. 82-83).
- 7) Schätzwerte, berechnet nach der Formel:  $U = N + A + V$ .  
Valeurs estimées selon la formule:  $U = N + A + V$ .

Tabelle 11 - Tableau 11. Fortsetzung 2 - Continuation 2

b) Klimatische Haushaltsperioden: Zuwachsperiode, Schwundperiode und hydrologischer Jahreszyklus 1)

Périodes climatiques du bilan: Périodes d'accumulation, d'ablation et du cycle hydrologique annuel 1)

Haushaltsperiode - Période de bilan	Komponenten - Composantes			Bilanz - Bilan			
	Beginn Début	Ende Fin	Dauer Durée Tage-Jours	Vermehrung Augmentation 2)	Verminderung Diminution 3)	Reservenänderung Variation des ré- serves 4)	Massenumsatz Régime hydro- logique 5)
Zuwachsperiode	6.10.77	11.7.78	279	2523	688	+1835	3211
Période d'accumulation	27.9.78	27.5.79	243	1483	325	+1158	1808
Schwundperiode	12.7.78	26.9.78	77	430	1068	-638	1498
Période d'ablation	28.5.79	11.10.79	137	801	1916	-1115	2717
Jahreszyklus	6.10.77	26.9.78	356	2953	1756	+1197	4709
Cycle annuel	27.9.78	11.10.79	380	2284	2241	+43	4525

1) Die Anmerkungen zur vorhergehenden Tabelle 11a gelten sinngemäss auch für diese Tabelle.

Les notes explicatives du précédent tableau 11a se réfèrent également à ce tableau.

2) Summe der täglichen Niederschlagsmengen.

Somme des précipitations journalières.

3) Summe der täglichen Abflussmengen und der in Raten von 1 kg/m<sup>2</sup> den niederschlagsärmsten Tagen zugeteilten invarianten monatlichen Verdunstungsmengen.

Somme des débits journaliers et de l'évaporation, admise invariable pour les mois et répartie sur les jours des moindres précipitations à raison de 1 kg/m<sup>2</sup>.

4) Summe der täglichen Reservenänderungen.

Somme des variations journalières des réserves en eau.

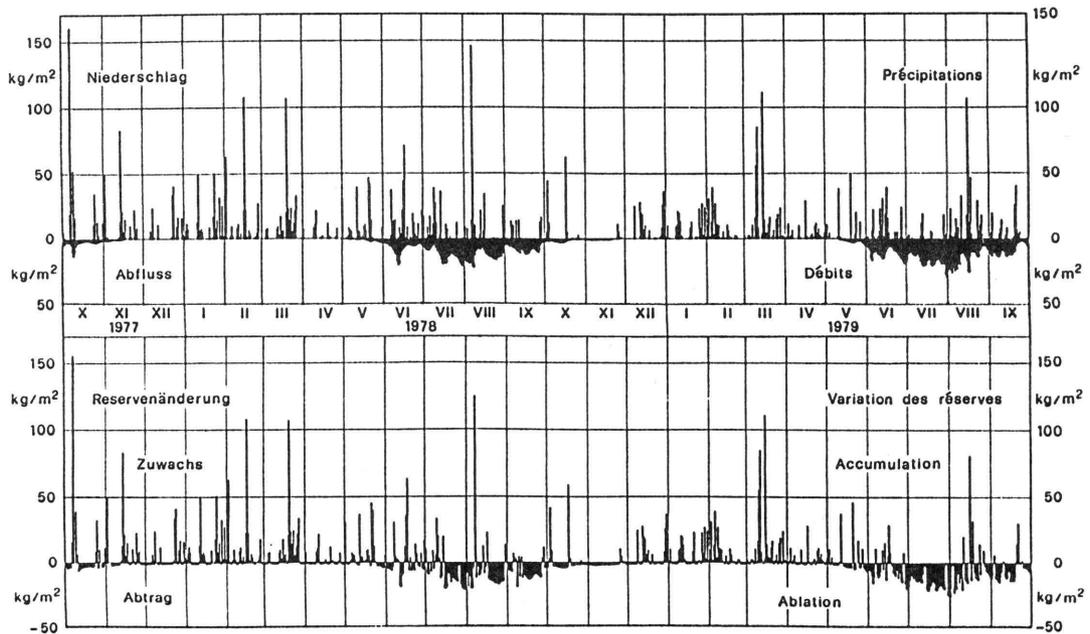
5) Summe der täglichen Massenumsätze.

Somme des régimes hydrologiques journaliers (volume d'eau en circulation).

Abbildung 9. Einzugsgebiet Massa/Blatten bei Naters (Aletschgletscher) - Hydrologische Bilanzen 1977/78 und 1978/79

Figure 9. Bassin versant de la Massa/Blatten bei Naters (glaciers d'Aletsch) - Bilans hydrologiques en 1977/78 et 1978/79

- a) Tageswerte für Niederschlag, Abfluss und Aenderung der Wasserreserven  
 Valeurs journalières des précipitations, des débits et de la variation des réserves en eau



- b) Monats- und Jahresgang der Reservenänderung - Kumulierte Tageswerte der Monate (schraffiert) und der hydrologischen Jahre (1. Oktober - 30. September)

Evolution des réserves en eau - Valeurs journalières cumulées par mois (hachures) et années hydrologiques (1er octobre - 30 septembre)

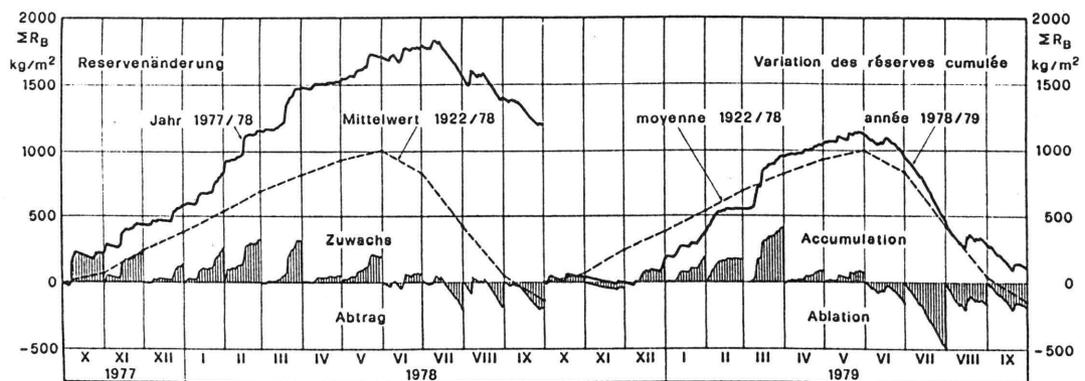
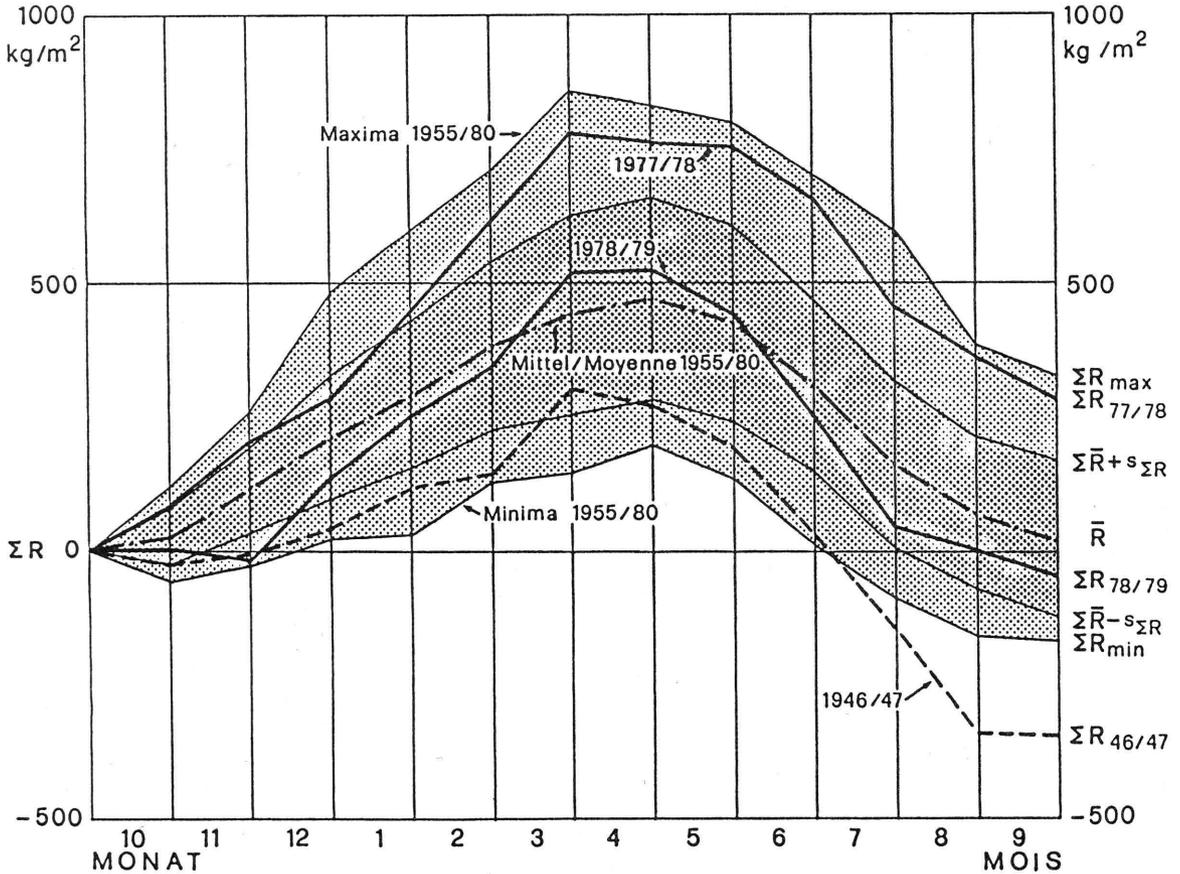


Abbildung 10. Einzugsgebiet Rhone/Porte du Scex - Jahresgang der Reservenänderung 1977/78 und 1978/79, verglichen mit Mittelwerten, Standardabweichungen und Extremwerten der Periode 1955/56 - 1979/80

Figure 10. Bassin versant du Rhône/Porte du Scex - Evolution des réserves en eau, en 1977/78 et 1978/79, comparée aux valeurs moyennes, déviations standard et valeurs extrêmes de la période 1955/56 - 1979/80



Statistische Angaben zu den Summenwerten am Monatsende in Abbildung 10 / Paramètres statistiques des valeurs cumulées, indiquées à la fin des mois dans la figure 10:

Parameter Periode (1.10.-Ende des angezeigten Monats)/Periode (1.10.-fin du mois indiqué):

Paramètre	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-----------	----	----	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Mittelwert und Standardabweichung 1955/80 - Valeur moyenne et déviation standard 1955/80:

$\bar{\Sigma R}$ kg/m <sup>2</sup>	27.4	116.3	213.1	291.0	381.5	441.9	469.8	425.3	309.2	161.1	69.0	20.1
$s_{\Sigma R}$ kg/m <sup>2</sup>	54.4	81.3	116.9	138.0	155.5	185.3	187.4	183.2	160.2	156.7	143.9	147.9

Normierte Abweichungen 1977/78 und 1978/79 - Déviations standardisées en 1977/78 et 1978/79:

$\tilde{R}/\omega_R$ 1977/78	1.7	1.7	0.9	1.7	2.3	2.7	2.3	2.7	3.2	2.8	3.0	2.6
$\tilde{R}/\omega_R$ 1978/79	-0.6	-2.5	-1.0	-0.4	-0.4	0.6	0.4	0.2	-0.5	-1.1	-0.7	-0.7

Tabelle 12. Einzugsgebiet Rhone/Porte du Scex - Hydrologische Bilanzen 1977/78 für Monate, Winter, Sommer und hydrologisches Jahr 1)

Bilanzgrösse 2)	Monate											Winter 10-4	Sommer 5-9	hydrol. Jahr 10-9		
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8				9	
Gebietsniederschlag N	3)	181	177	112	193	209	221	50	137	178	92	164	56	1143	627	1770
Gebietsverdunstung V	4)	15	6	3	3	6	15	24	48	51	51	45	33	72	228	300
Abfluss:																
- gemessen in Porte du Scex A <sub>G</sub>	5)	79	69	61	62	62	72	74	104	186	176	151	88	479	705	1184
- Ueberleitungen (A <sub>A</sub> -A <sub>E</sub> )	6)	0	1	1	1	1	1	0	0	-1	-1	-2	-1	5	-5	0
- Rückhalt in Stauseen S	7)	-2	-17	-30	-35	-33	-29	-30	-6	42	65	62	15	-176	178	2
- rekonstruiert für P.d.Scex A	8)	77	53	32	28	30	44	44	98	227	240	211	102	308	878	1186
Reservenänderung R	9)	89	118	77	162	173	162	-18	-9	-100	-199	-92	-79	763	-479	284
Normierte Abweichung $\tilde{R}/\omega_R$	10)	1.7	0.7	-0.3	1.9	1.4	2.5	-1.3	1.4	0.4	-1.4	0.0	-0.8	2.3	-0.3	2.6
Massenumsatz U	11)	273	236	147	224	245	280	118	283	456	383	420	191	1523	1733	3256

1) Vergleiche Tabelle 10c und Abbildung 10 hievor sowie Kapitel 6.2 des 97./98. Berichts (Glaziol. Jahrbuch, S. 148-183).

2) Alle Bilanzgrössen sind angegeben in kg/m<sup>2</sup> und beziehen sich auf die Gesamtfläche des Einzugsgebiets (5220 km<sup>2</sup>).

3) Nähere Angaben siehe Kapitel 6.22 des 97./98. Gletscherberichts.

4) Invarianter Schätzwert (vergleiche Kap. 6.23 und 6.25 des 97./98. Gletscherberichts).

5) Ergebnisse der Abflussmessungen in Porte du Scex (vergleiche Kap. 6.22 des 97./98. Gletscherberichts).

6) Ueberleitung von Wasser über die Grenzen des Einzugsgebiets:

- Ableitung A<sub>A</sub> vom Aegental nach Alpe Cruina ins Einzugsgebiet des Tessin,

- Zuleitung A<sub>E</sub> nach Emosson durch den "collecteur sud" aus dem Einzugsgebiet der Arve.

7) Aenderung der Stauhaltung in den Speicherbecken der Wasserkraftwerke: Rückhalt (+) im Sommer, Abgabe (-) im Winter.

8) Rekonstruierter "natürlicher" Abfluss in Porte du Scex:  $A = A_G + (A_A - A_E) + S$

9) Aenderung der (natürlichen) Wasserreserven im Gebiet:  $R = N - A - V$

10) Normierte Abweichung der Reservenänderung vom Mittelwert der Periode 1955/56 bis 1979/80:  $\tilde{R}/\omega_R$  mit

$\tilde{R} = R - \bar{R}$  Abweichung vom Mittelwert  $\bar{R}$  der Periode 1955/80 und

$\omega_R = 0.6745 \cdot s_R$  wahrscheinliche Abweichung, wobei

$s_R = \sqrt{\sum \tilde{R}^2 / (n - 1)}$  mittlere quadratische Abweichung oder Standardabweichung mit

$n = 25$

Umfang der Stichprobe (Haushaltsjahre 1955/56-1979/80).

11) Massenumsatz:  $U = N + A + V$

Tableau 13. Bassin du Rhône/Porte du Scex - Bilans hydrologiques 1978/79 pour mois, hiver, été et année hydrologique 1)

Composante du bilan 2)	Mois											Hiver 10-4	Eté 5-9	Année hydrol. 10-9		
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8				9	
Précipitations N	3)	70	10	185	136	130	230	61	85	106	52	181	77	822	501	1323
Evaporation V	4)	15	6	3	3	6	15	24	48	51	51	45	33	72	228	300
Ecoulement:																
- mesuré à Porte du Scex A <sub>G</sub>	5)	63	58	55	55	56	67	58	112	193	141	133	86	412	665	1077
- détourné (A <sub>A</sub> - A <sub>E</sub> )	6)	0	0	0	1	1	1	0	0	-1	-1	-1	0	3	-3	0
- retenu dans lacs artificiels S	7)	-14	-29	-30	-38	-21	-32	-24	4	55	67	49	8	-188	183	-5
- restitué à Porte du Scex A	8)	49	29	25	18	36	36	34	116	247	207	181	94	227	845	1072
Variation des réserves en eau R	9)	6	-25	157	115	88	179	3	-79	-192	-206	-45	-50	523	-572	-49
Déviat. standardisée $\tilde{R}/\omega_R$	10)	-0.6	-2.6	1.0	0.8	-0.0	2.9	-0.7	-1.4	-1.8	-1.6	1.4	-0.0	0.4	-1.1	-0.7
Régime hydrologique U	11)	134	45	213	157	172	281	119	249	404	310	407	204	1121	1574	2695

1) Confère tableau 10c et figure 10 ci-devant ainsi que chapitre 6.2 des 97/98e rapports (annuaire glaciol., p. 148-183).

2) Les composantes du bilan, exprimées en kg/m<sup>2</sup>, se rapportent à la surface totale du bassin (5220 km<sup>2</sup>).

3) Informations détaillées voir chapitre 6.22 des 97/98e rapports.

4) Valeur estimée, invariable (confère chap. 6.23 et 6.25 des 97/98e rapports).

5) Débits mesurés à Porte du Scex (confère chap. 6.22 des 97/98e rapports).

6) Eaux dérivées du bassin ou amenées au bassin du Rhône par:

- dérivation A<sub>A</sub> dans le bassin du Tessin, du Val de l'Aegina à l'Alpe Cruina.

- adduction A<sub>E</sub> par le "collecteur sud", du bassin de l'Arve à Emosson.

7) Variation du volume d'eau dans les bassins de retenue des forces motrices: vol. retenu en été (+), relâché en hiver (-).

8) Débits "naturels" à Porte du Scex, restitués:  $A = A_G + (A_A - A_E) + S$

9) Variation "naturelle" des réserves en eau:  $R = N - A - V$

10) Déviat. standardisée de R par rapport à la moyenne  $\bar{R}$  de la période 1955/56-1979/80:  $\tilde{R}/\omega_R$  avec

$\tilde{R} = R - \bar{R}$  déviat. par rapport à la moyenne 1955/80

$\omega_R = 0.6745 \cdot s_R$  déviat. probable, où

$s_R = \sqrt{\sum \tilde{R}^2 / (n - 1)}$  écart-type ou déviat. standard avec  
n = 25 nombre d'années de bilan (1955/56-1979/80)

11) Régime hydrologique ou volume d'eau en circulation:  $U = N + A + V$

Abbildung 11 / Figure 11

## GRIESGLETSCHER

Massenbilanz 1977/78

Einzugsgebiet des Stausees Gries  $F = 10,38 \text{ km}^2$ Vergletschertes Gebiet  $G = 6,34 \text{ km}^2$  (Stand 6.10.78)  $\frac{G}{F} = 61,1\%$ Mittlere spezifische Massenbilanz 29.9.1977 - 26.9.1978 =  $+959 \text{ kg m}^{-2}$ 

Lage der Gleichgewichtslinie 26.9.1978 = 2670 mü.M.

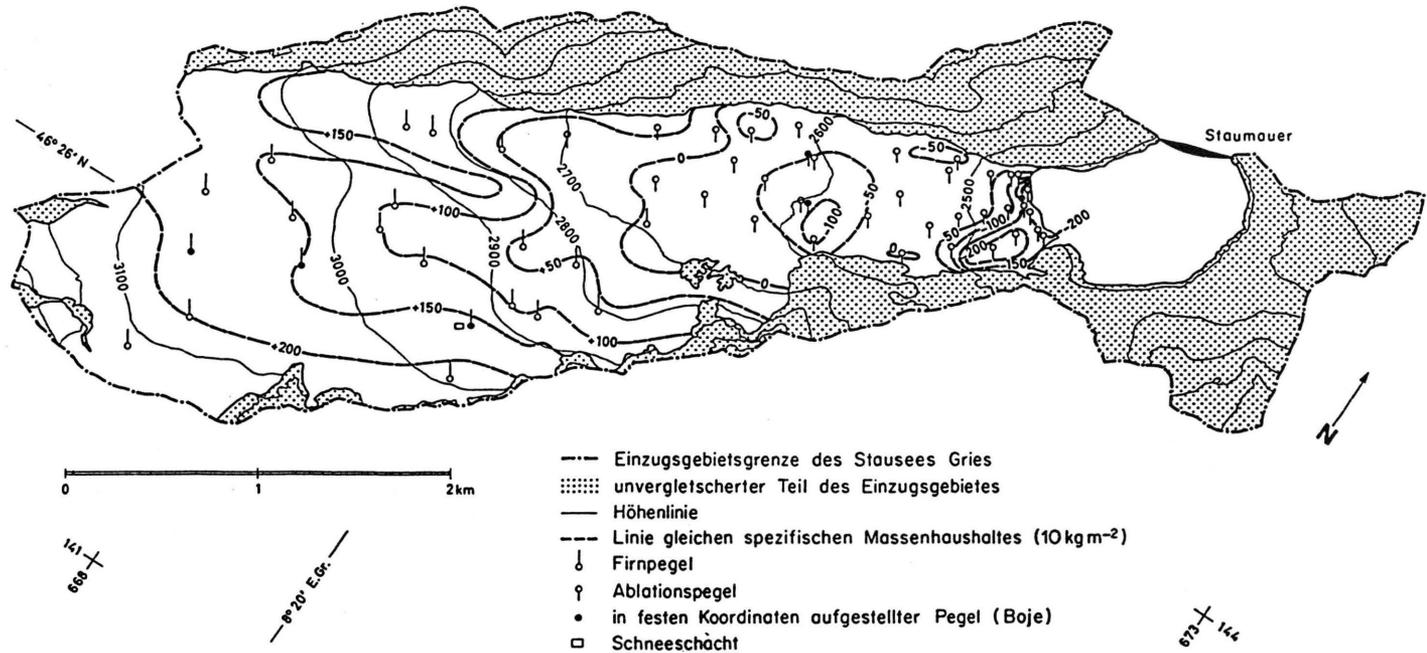
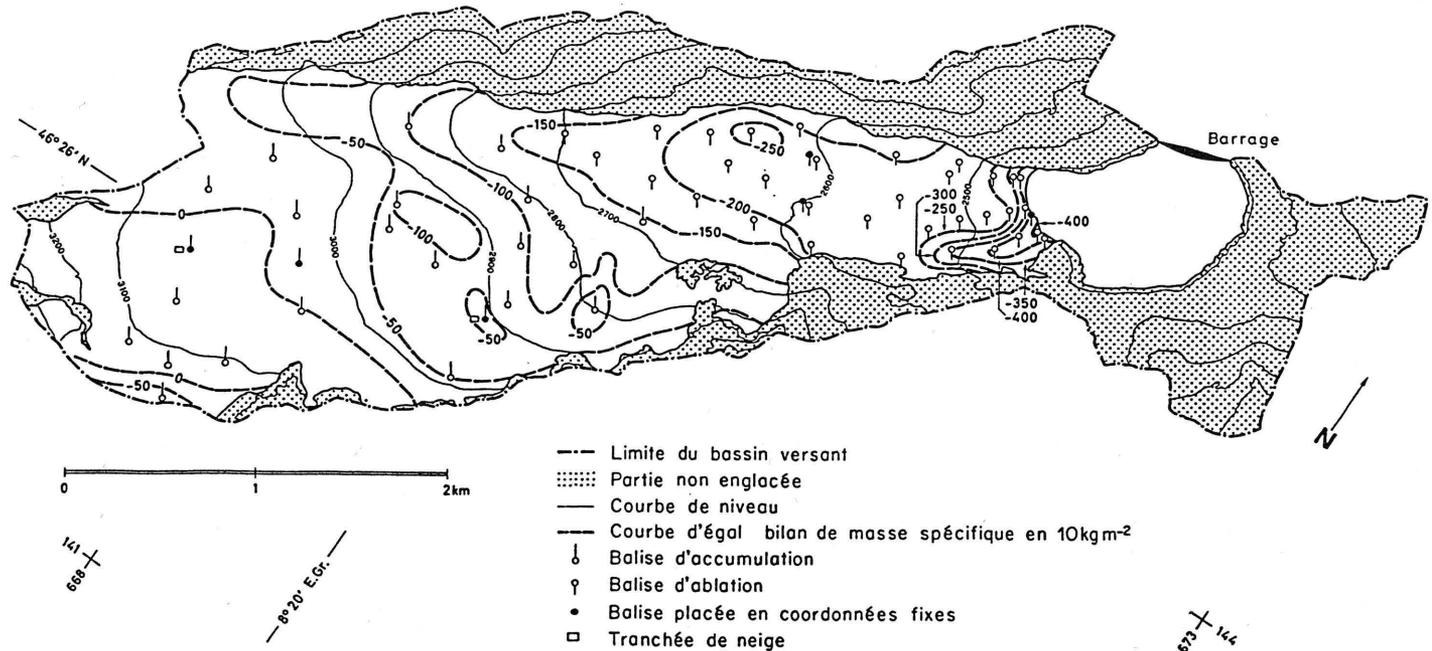
Zungenänderung 4.10.1977 - 6.10.1978 =  $-5.3 \text{ m}$ 

Abbildung 12 / Figure 12

# GLACIER DE GRIES

Bilan de masse en 1978/79

Bassin versant du lac  $S = 10,38 \text{ km}^2$   
Partie englacée du bassin  $G = 6,34 \text{ km}^2$  (le 25.9.79)  $\frac{G}{S} = 61,1\%$   
Valeur moyenne spécifique du bilan de masse,  
du 26.9.1978 - 25.9.1979 =  $-885 \text{ kg m}^{-2}$   
Altitude de la ligne d'équilibre, le 25.9.1979 = 3070 m.s.m.  
Variation du front du 6.10.1978 - 1.10.1979 =  $-21.8 \text{ m}$



# LIMMERN-und PLATTALVAGLETSCHER

Massenbilanz 1977/1978

Gletscherfläche (beide Gletscher)  $F = 3,38 \text{ km}^2$  (Stand 15.9.77)  
 Mittlere spezifische Massenbilanz 8.9.1977 - 5.9.1978 =  $+964 \text{ kg m}^{-2}$   
 Lage der Gleichgewichtslinie 5.9.1978 = 2410 m ü.M.  
 Zungenänderung: Limmerngletscher 31.8.1977 - 6.9.1978 =  $+3,7 \text{ m}$   
 Plattalvagletscher 6.9.1977 - 4.9.1978 =  $+5 \text{ m bis } +7 \text{ m}$

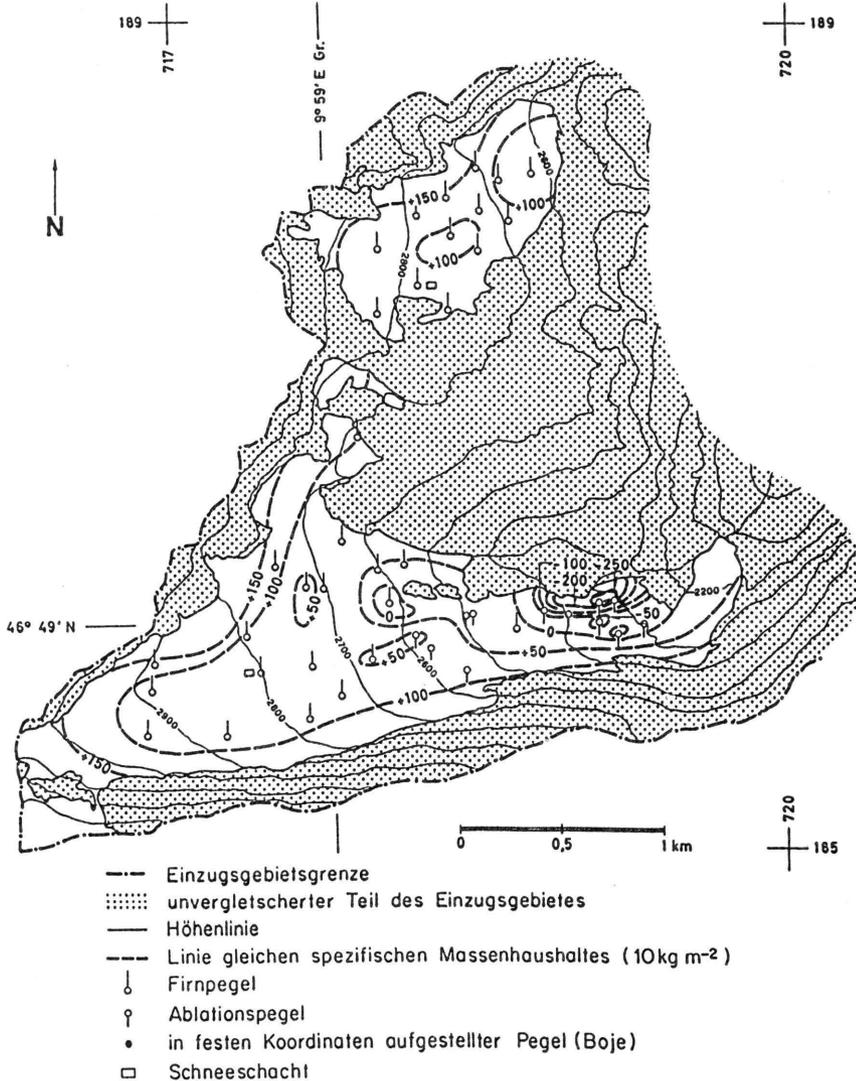


Abbildung 14 / Figure 14

# GLACIER DE LIMMERN ET DE PLATTALVA

Bilan de masse en 1978/79

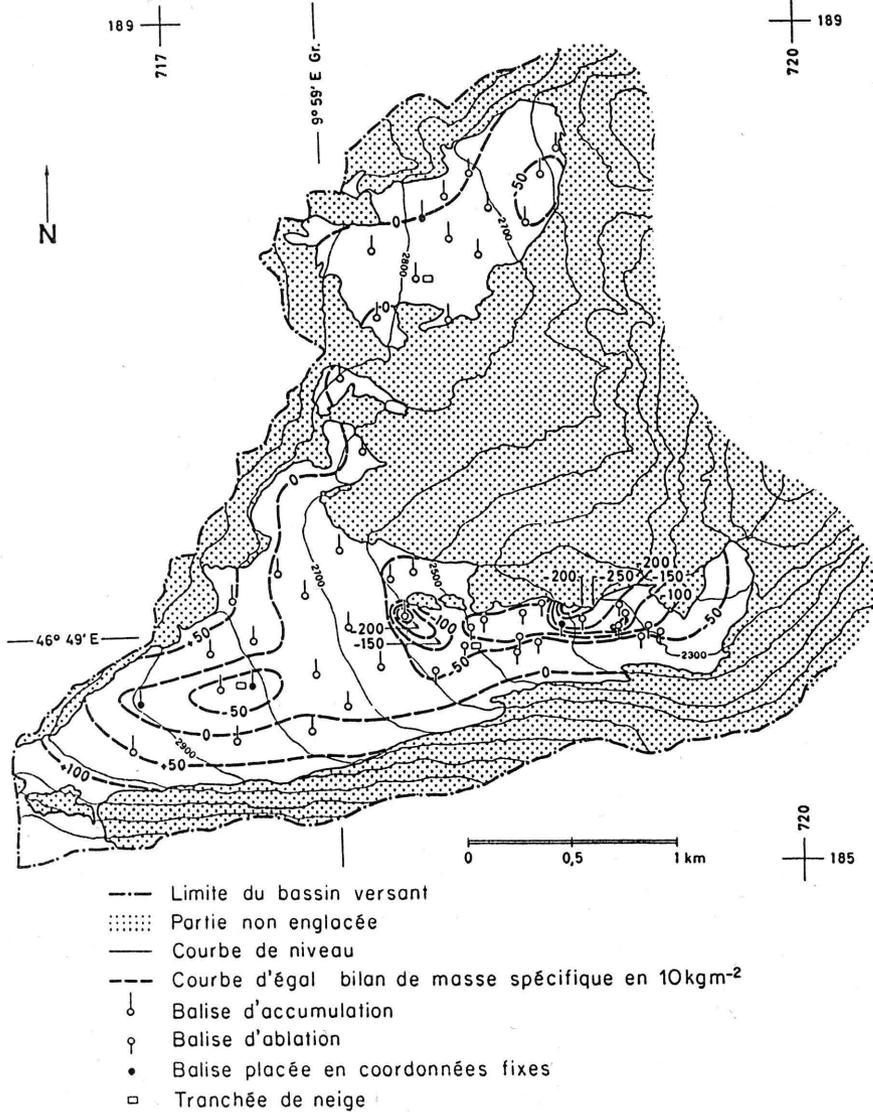
Surface des deux glaciers  $G = 3,38 \text{ km}^2$  (le 15.9.77)

Valeur moyenne spécifique du bilan de masse,  
du 5.9.78 - 30.8.79 =  $-67 \text{ kg m}^{-2}$

Altitude de la ligne d'équilibre, le 30.8.1979 = 2840 m.s.m.

Variation du front: Glacier de Limmern 6.9.78 - 29.8.79 =  $-1,3 \text{ m}$

Glacier de Plattalva 6.9.77 - 1.9.79 =  $+8,4 \text{ m}$



# SILVRETTAGLETSCHER

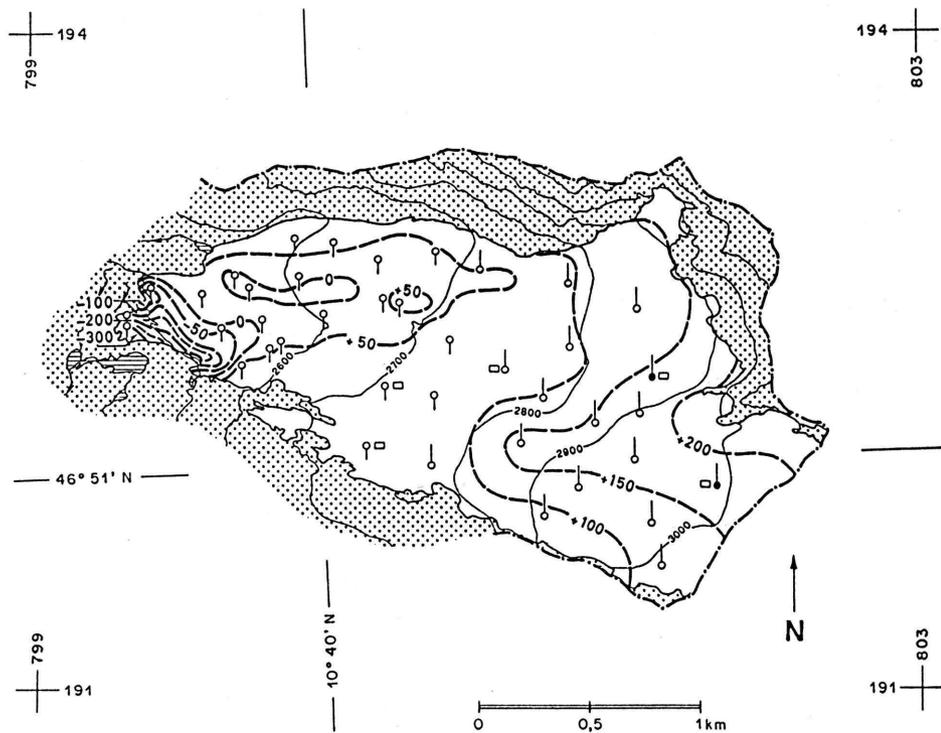
Massenbilanz 1977/78

Gletscherfläche  $F = 3,15 \text{ km}^2$  (Stand 12.9.73)

Mittlere spezifische Massenbilanz : 15.9.1977 - 14.9.1978 =  $+937 \text{ kg m}^{-2}$

Lage der Gleichgewichtslinie : 14.9.1978 = 2550 m.ü.M.

Zungenänderung : 19.9.1977 - 16.9.1978 =  $+4,1 \text{ m}$



- Einzugsgebietsgrenze
- ..... unvergletscherter Teil des Einzugsgebietes
- ☞ See
- Höhenlinie
- Linie gleichen spezifischen Massenhaushaltes in  $10 \text{ kg m}^{-2}$  (= cm Wasser)
- ⊥ Firnpegel
- ⊙ Ablationspegel
- in festen Koordinaten aufgestellter Pegel
- Schneeschacht

# GLACIER DE SILVRETTA

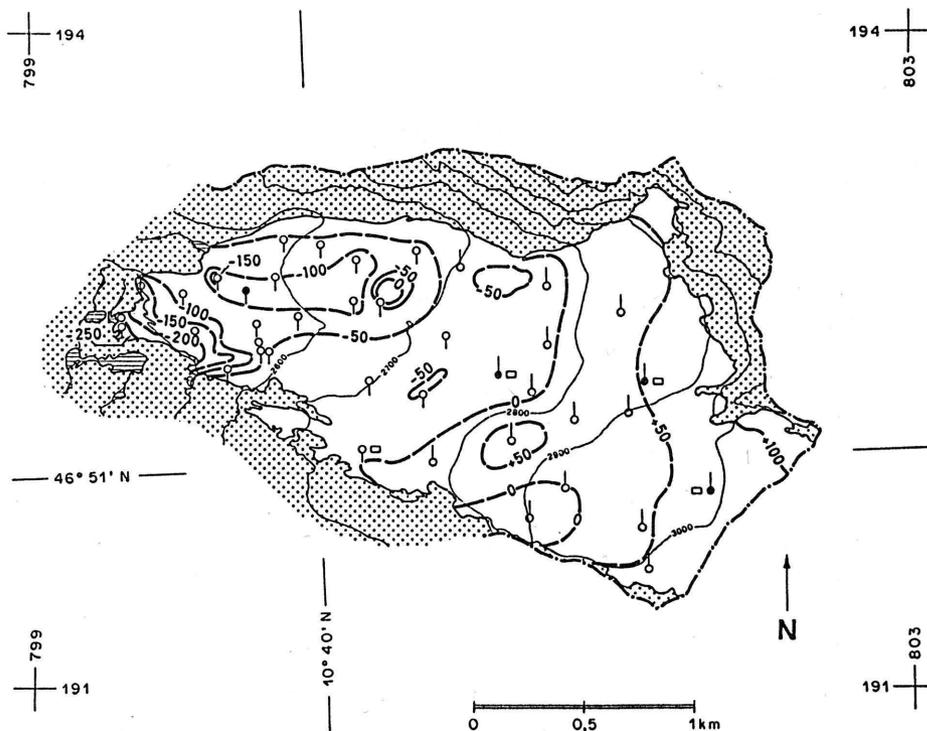
Bilan de masse en 1978/79

Surface du glacier G = 3,15 km<sup>2</sup> (Stand 12.9.1973)

Valeur moyenne spécifique du bilan de masse,  
du 14.9.1978 - 13.9.1979 = -56 kg m<sup>-2</sup>

Altitude de la ligne d'équilibre, le 13.9.1979 = 2790 m s.m.

Variation du front du 16.9.1978 - 16.9.1979 = -1,8 m



- Limite du bassin versant
- ..... Partie non englacée
- ☞ Lac
- Courbe de niveau
- Courbe d'égal bilan de masse spécifique en 10 kg m<sup>-2</sup>
- Balise d'accumulation
- ⊥ Balise d'ablation
- Balise placée en coordonnées fixes
- Tranchée de neige

Tabelle 14. Griesgletscher - Massenänderungen 1977/78 und 1978/79, für Höhenstufen von 100 Metern.

Tableau 14. Glacier de Gries - Bilans de masse 1977/78 et 1978/79, par échelons de 100 mètres d'altitude.

Messperioden / Années de bilan: 29.9.1977 - 26.9.1978  
26.9.1978 - 25.9.1979

Höhenstufen Echelons d'altitude	Flächen Surfaces		Massenänderungen		Bilans de masse	
	1)	2)	1977/78		1978/79	
	1978 m ü.M./m s.m. km <sup>2</sup>	1979 km <sup>2</sup>	gesamt 10 <sup>9</sup> kg	spezifisch kg/m <sup>2</sup>	totaux 10 <sup>9</sup> kg	spécifiques kg/m <sup>2</sup>
2300 - 2400	0.007	0.004	- 0.055 3)	- 8 000 3)	- 152 3)	- 38 000 3)
2400 - 2500	0.184	0.184	- 0.257	- 1 397	- 498	- 2 706
2500 - 2600	0.608	0.608	- 0.263	- 433	- 1.353	- 2 225
2600 - 2700	0.984	0.984	- 0.113	- 115	- 1.788	- 1 817
2700 - 2800	0.543	0.543	+ 0.229	+ 422	- 0.607	- 1 118
2800 - 2900	0.726	0.726	+ 0.742	+ 1 022	- 0.611	- 842
2900 - 3000	1.004	1.004	+ 1.372	+ 1 367	- 0.650	- 647
3000 - 3100	1.597	1.597	+ 2.876	+ 1 801	- 0.051	- 32
3100 - 3200	0.547	0.547	+ 1.230	+ 2 249	+ 0.065	+ 119
3200 - 3300	0.130	0.130	+ 0.293	+ 2 254	+ 0.033	+ 254
3300 - 3400	0.010	0.010	+ 0.023	+ 2 300	+ 0.003	+ 300
2300 - 3400	6.340	6.337	+ 6.077	+ 959	- 5.609	- 885

- 1) Flächen vom 15.8.79, mit Berücksichtigung der Verluste am Zungenende bis 26.9.78.  
Surfaces du 15.8.79, en tenant compte des pertes de surface survenues à la partie terminale de la langue jusqu'au 26.9.78.
- 2) Flächen vom 15.8.79 mit Berücksichtigung der Verluste am Zungenende bis 25.9.79.  
Surfaces du 15.8.79 en tenant compte des pertes de surface survenues à la partie terminale de la langue jusqu'au 25.9.79.
- 3) Einschliesslich der durch die Einwirkung des Stausees abgebauten Eismassen.  
Y compris les masses de glace fondues en contact avec le lac artificiel.

Tabelle 15. Limmern- und Plattalvagletscher - Massenänderungen 1977/78 und 1978/79, für Höhenstufen von 100 Metern.

Tableau 15. Glacier de Limmern et de Plattalva - Bilans de masse 1977/78 et 1978/79, par échelons de 100 mètres d'altitude.

Messperioden / Années de bilan: 8.9.1977 - 5.9.1978  
5.9.1978 - 30.8.1979

a) Limmern

Höhenstufen Echelons d'altitude m ü.M./m s.m.	Flächen Surfaces km <sup>2</sup>	Massenänderungen 1977/78		Bilans de masse 1978/79	
		gesamt	spezifisch	totaux	spécifiques
		10 <sup>9</sup> kg	kg/m <sup>2</sup>	10 <sup>9</sup> kg	kg/m <sup>2</sup>
2100 - 2200	0.032	+ 0.009	+ 281	- 0.016	- 500
2200 - 2300	0.085	- 0.005	- 59	- 0.058	- 682
2300 - 2400	0.101	- 0.019	- 188	- 0.097	- 960
2400 - 2500	0.177	+ 0.053	+ 299	- 0.119	- 672
2500 - 2600	0.211	+ 0.126	+ 597	- 0.119	- 564
2600 - 2700	0.380	+ 0.281	+ 739	- 0.092	- 242
2700 - 2800	0.623	+ 0.616	+ 989	- 0.022	- 35
2800 - 2900	0.427	+ 0.440	+ 1 030	+ 0.042	+ 98
2900 - 3000	0.277	+ 0.299	+ 1 079	+ 0.141	+ 509
3000 - 3100	0.100	+ 0.166	+ 1 660	+ 0.110	+ 1 100
3100 - 3200	0.017	+ 0.030	+ 1 765	+ 0.021	+ 1 235
3200 - 3300	0.034	+ 0.059	+ 1 735	+ 0.043	+ 1 265
3300 - 3400	0.060	+ 0.105	+ 1 750	+ 0.075	+ 1 250
2100 - 3400	2.524	+ 2.160	+ 856	- 0.091	- 36

1) Flächen vom 15.9.1977 / Surfaces du 15.9.1977

b) Plattalvagletscher

Höhenstufen Echelons d'altitude m ü.M./m s.m.	Flächen Surfaces km <sup>2</sup> 1)	Massenänderungen 1977/78		Bilans de masse 1978/79	
		gesamt	spezifisch	totaux	spécifiques
		10 <sup>9</sup> kg	kg/m <sup>2</sup>	10 <sup>9</sup> kg	kg/m <sup>2</sup>
2500 - 2600	0.048	+ 0.041	+ 854	- 0.016	- 333
2600 - 2700	0.168	+ 0.186	+ 1 107	- 0.055	- 327
2700 - 2800	0.348	+ 0.439	+ 1 261	- 0.049	- 141
2800 - 2900	0.202	+ 0.268	+ 1 327	- 0.024	- 119
2900 - 3000	0.090	+ 0.156	+ 1 733	+ 0.006	+ 67
3000 - 3100	0.004	+ 0.007	+ 1 750	+ 0.001	+ 250
2500 - 3100	0.860	+ 1.097	+ 1 276	- 0.137	- 159

1) Flächen vom 15.9.1977 / Surfaces du 15.9.1977.

Tabelle 16. Silvrettaqletscher - Massenänderungen 1977/78 und 1978/79 für Höhenstufen von 100 Metern.

Tableau 16. Glacier de Silvretta - Bilans de masse 1977/78 et 1978/79, par échelons de 100 mètres d'altitude.

Messperioden / Années de bilan: 15.9.1977 - 14.9.1978  
14.9.1978 - 13.9.1979

Höhenstufen Echelons d'altitude	Flächen Surfaces 1)  m ü.M./m s.m.	Massenänderungen		Bilans de masse	
		1977/78		1978/79	
		gesamt 10 <sup>9</sup> kg	spezifisch kg/m <sup>2</sup>	totaux 10 <sup>9</sup> kg	spécifiques kg/m <sup>2</sup>
2400 - 2500	0.031	- 0.065	- 2 097	- 0.069	- 2 226
2500 - 2600	0.385	+ 0.019	+ 49	- 0.364	- 945
2600 - 2700	0.498	+ 0.233	+ 468	- 0.282	- 566
2700 - 2800	0.789	+ 0.602	+ 763	- 0.123	- 156
2800 - 2900	0.628	+ 0.845	+ 1 346	+ 0.220	+ 350
2900 - 3000	0.577	+ 0.894	+ 1 549	+ 0.233	+ 404
3000 - 3100)					
3100 - 3200)	0.242	+ 0.425	+ 1 756	+ 0.209	+ 864
2400 - 3200	3.150	+ 2.953	+ 937	- 0.176	- 56

1) Flächen vom 12.9.1973 / Surfaces du 12.9.1973.

#### 5.4 MESSUNGEN AN DEN AAREGLETSCHERN - MENSURATIONS AUX GLACIERS DE L'AAR

##### Einleitung

An den Aaregletschern haben die Kraftwerke Oberhasli durch das Vermessungsbüro A.Flotron in Meiringen das langjährige Messprogramm im bisherigen Umfang weiterführen lassen. Die Hauptergebnisse der beiden Berichtsjahre sind in den Tabellen 17 und 18 zusammengefasst. In der nachstehenden Lageskizze (Abbildung 17) sind die luftphotogrammetrisch vermessenen Querprofile und die zugehörigen Passpunkte eingezeichnet. Ausführlichere Angaben über das Messprogramm mit einem Verzeichnis der Koordinaten aller Fixpunkte und mit Angaben über die Dauer der Beobachtungen an den einzelnen Messstellen sind im 90. Bericht enthalten.

##### Introduction

Aux glaciers supérieur et inférieur de l'Aar le programme de mensurations s'est poursuivi comme d'habitude, à la demande des Forces motrices de l'Oberhasli et par les soins du bureau de mensurations A.Flotron à Meiringen. Les résultats principaux des années du rapport sont résumés dans les tableaux 17 et 18. La situation des profils transversaux, mesurés par photographie aérienne, et des repères respectifs est représentée par le croquis de la figure 17. Le programme de mensurations a été défini dans notre 90e rapport, qui contient une liste complète des coordonnées des points fixes avec des indications sur la durée des observations aux divers sites.

Abbildung 17. Aaregletscher - Lage der Querprofile

Figure 17. Glaciers de l'Aar - Situation des profils transversaux

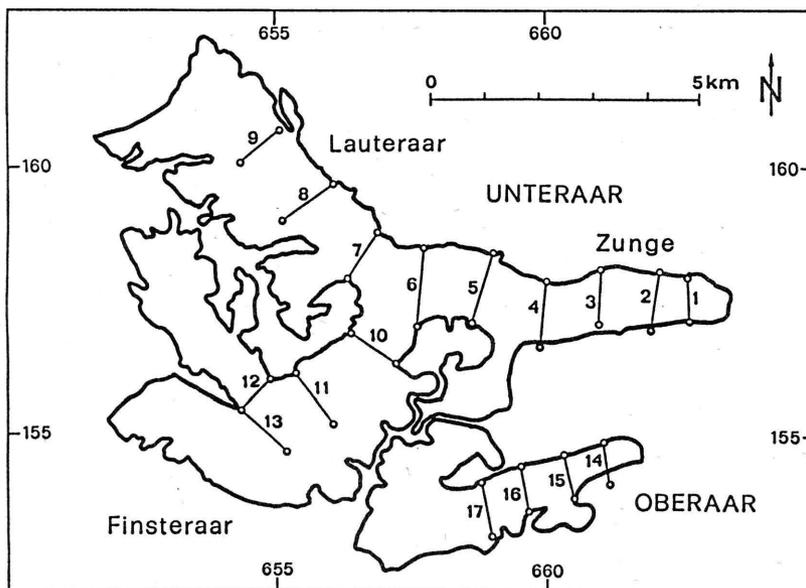


Tabelle 17. Die Aaregletscher im Jahre 1977/78 - Hauptergebnisse der Messperiode vom 8.9.77 bis 11.9.78  
Messungen im Auftrag der Kraftwerke Oberhasli (KWO), ausgeführt durch das Vermessungsbüro A.Flotron, Meiringen

Gletscher	Profil 1)	Gletscheroberfläche			Gletscherbewegung				Abschnitte zwischen den Profilen		
		Mittlere Höhe		Höhen- änderung m	Verschiebung		Geschwindigkeit		Abschnitt	Flächen- änderung m <sup>2</sup>	Volumen- änderung 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>
		1977 m ü.M.	1978 m ü.M.		Mittel m	Maximum m	Mittel m/Jahr	Änderung m/Jahr			
Unteraar:	Z1 Zungenende 1977								Z1 - K 2)	- 19 656	- 154
-Zunge	1	1979.4	1977.5	- 1.9	2.5	2.8	2.48	+ 0.46	K - 1		- 453
	2 Obere Brandlamm	2042.5	2041.0	- 1.5	4.4	7.6	4.40	+ 1.07	1 - 2		- 743
	3	2134.4	2134.8	+ 0.4	17.1	21.0	17.00	- 2.46	2 - 3		- 518
	4 Pavillon Dollfus	2219.3	2219.7	+ 0.4	17.6	27.4	17.42	- 0.65	3 - 4		+ 370
	5	2289.3	2290.2	+ 0.9	22.8	31.1	22.60	- 0.91	4 - 5		+ 881
	6 Mieseleneegg	2363.0	2363.1	+ 0.1	28.2	36.6	28.01	+ 1.67	5 - 6		+ 691
-Lauteraar	7	2429.9	2431.5	+ 1.6	26.1	34.7	25.86	+ 0.56	6 - 7		+ 811
	8 Wildläger	2513.6	3)		3)				7 - 8		3)
	9	2642.5	3)		3)				8 - 9		3)
-Finsteraar	10	2449.9	2451.5	+ 1.6	31.5	41.6	31.23	+ 0.33	6 - 10		+ 994
	11 Grunerhorn	2560.8	2561.7	+ 0.9	3)				10 - 11		+ 1816
	12 Strahlegg	2629.6	3)		3)				11 - 12/13		+ 2365
	13 Finsteraar	2654.6	2657.2	+ 2.6	3)						
									Z1 - 7/12/13		+ 6060
Oberaar	Z1 Zungenende 1977										
	Z2 Zungenende 1978								Z1 - Z2 2)	+ 2 028	+ 33
	14 mittleres Profil	2365.2	2365.8	+ 0.6	7.9	14.1	7.80	- 2.14	Z2 - 14		+ 136
	15 oberes Profil	2485.6	2486.5	+ 0.9	3)				14 - 15		+ 327
	16 oberstes Profil	2563.5	3)		3)				15 - 16		3)
	17	2675.1	3)		3)				16 - 17		3)
									Z2 - 15		+ 496

1) Die Lage der Profile ist in der Planskizze auf der vorangehenden Seite angegeben. Die Koordinaten der zugehörigen Kontrollpunkte für die luftphotogrammetrische Auswertung sind in einem Verzeichnis auf Seite 27 des 90. Berichts zusammengestellt.

2) K = Koordinatenlinie 663 km des offiziellen Netzes. Z1, Z2 = Zungenende zu Beginn bzw. am Schluss der Messperiode.

3) Nicht messbar wegen Schneebedeckung / Non mesurable à cause des conditions d'enneigement.

Tableau 18. Glaciers de l'Aar en 1978/79 - Résultats principaux de la période d'observations du 11.9.78 au 15.8.79  
Mensurations effectuées à la demande des Forces motrices de l'Oberhasli (KWO) par le bureau A.Flotron, Meiringen

Glacier	Profil 1)	Niveau de la surface			Mouvement du glacier				Sections limitées par les profils		
		Altitude moyenne		Variation 2)	Déplacement		Vitesse		Section 3)	Variation de la surface m <sup>2</sup>	Variation du volume 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> 2)
		1978 2)	1979		moyen	maximal	moyenne	Variation			
m s.m.	m s.m.	m	m	m	m	m/an	m/an				
Unteraar:	Z1 Front en 1978										
-Langue	1	1977.5	1976.0	- 1.5	1.6	2.3	1.70	- 0.80	Z1 - 1	- 8788	- 721
	2 Obere Brandlamm	2041.0	2039.5	- 1.5	2.6	4.6	2.82	- 1.58	1 - 2		- 653
	3	2134.8	2132.8	- 2.0	12.2	19.0	13.20	- 3.80	2 - 3		- 1640
	4 Pavillon Dollfus	2219.7	2219.2	- 0.5	14.6	19.8	15.76	- 1.66	3 - 4		- 1153
	5	2290.2	2290.5	+ 0.3	18.4	25.0	19.84	- 2.76	4 - 5		- 135
	6 Mieselenegg	2363.1	2363.3	+ 0.2	23.0	31.4	24.83	- 3.18	5 - 6		+ 346
-Lauteraar	7	2431.5	2430.1	- 1.4	21.9	30.6	23.69	- 2.17	6 - 7		- 571
	8 Wildläger	(2513.6)	2514.8	(+ 1.2)					7 - 8		(+ 1013)
	9	(2642.5)	2644.4	(+ 1.9)					8 - 9		(+ 1931)
-Finsteraar	10	2451.5	2451.3	- 0.2	28.1	35.9	30.29	- 0.94	6 - 10		0
	11 Grunerhorn	2561.7	2562.8	+ 1.1					10 - 11		+ 654
	12 Strahlegg	(2629.6)	2630.6	(+ 1.0)					11 - 12/13		(+ 204)
	13 Finsteraar	2657.2	2656.4	- 0.8							
									Z1 - 7/11		- 3873
Oberaar	Z1 Front en 1978										
	Z2 Front en 1979								Z1 - Z2	- 684	- 11
	14 Profil médian	2365.8	2364.7	- 1.1	7.4	13.0	7.98	+ 0.18	Z2 - 14		- 115
	15 Profil supérieur	2486.5	2486.8	+ 0.3					14 - 15		- 174
	16 Profil suprême	(2563.5)	2566.7	(+ 3.2)					15 - 16		(+ 1312)
	17	(2675.1)	2677.5	(+ 2.4)					16 - 17		(+ 1653)
									Z1 - 15		- 300

- 1) La situation des profils est indiquée par le croquis présenté ci-devant. Les coordonnées des points repères pour les relevés aéro-photogrammétriques sont reportées à la page 27 du 90e rapport.
- 2) Valeurs mises entre parenthèses se rapportent à la période biennale 1977/79 / Eingeklammerte Werte beziehen sich auf die Zwei-jahresperiode 1977/79.
- 3) K = ligne 663 km du réseau officiel des coordonnées suisses. Z1, Z2 = fronts glaciaires initial et final de la période de mesure.

## 5.5 DER FIRNZUWACHS IN EINIGEN FIRNGEBIETEN

### 5.51 Einleitung

Von 1914 an hat die im Jahr zuvor gegründete "Gletscher-Kommission der Physikalischen Gesellschaft Zürich" - ab 1926 kurzerhand als "Zür(i)cher Gletscherkommission" (ZGK) bezeichnet - jährliche Berichte herausgegeben über Niederschlags-, Schnee- und Firnakkumulationsmessungen, die seit 1913 im Claridengebiet, seit 1914 im Silvrettagebiet, seit 1915 im Parsennggebiet und seit 1918 im Aletschgebiet durchgeführt werden. In diesen Berichten, den sogenannten "Firnberichten", findet man auch die Ergebnisse ähnlicher Messungen, die vorübergehend im Val Bever (Jenatschgletscher 1924-1928 und 1933-34) und im Gotthardgebiet (Rondohütte ab 1941) vorgenommen worden sind. Nachdem sich die ZGK im Jahre 1946 aufgelöst hatte, sind ihre Messungen durch verschiedene, nachstehend genannte Institutionen und Privatpersonen weitergeführt worden. Die Firnberichte sind bis 1972 durch die SMA (damals noch MZA), nachher durch deren Mitarbeiter A.Lemans privat bis 1978 herausgegeben worden. Ein Verzeichnis der publizierten Berichte und ihrer Verfasser befindet sich am Schluss dieser Einleitung. Lemans ist 1979 schwer erkrankt. Nach vorübergehender Besserung, die ihm erlaubte, die Arbeit teilzeitlich wieder aufzunehmen, ist er im Frühling 1983 verstorben, bevor er den 65.Firnbericht fertigstellen konnte. Der 64.Bericht, der das Jahr 1976/77 betrifft, ist der letzte, in der gewohnten Form erschienene Firnbericht. Im vorliegenden, neu in das glaziologische Jahrbuch aufgenommenen Kapitel 5.5 sollen die Firnberichte in neuer Form weitergeführt werden. Es enthält die Berichte für die Jahre 1977/78 und 1978/79 (65. und 66.Firnbericht) in gekürztem Umfang. Titel und Aufbau lehnen sich an die Berichte von Lemans an. In den nachfolgenden Unterkapiteln 5.52 bis 5.54 sind die Hauptergebnisse der Firn- und Schneebeobachtungen gebietsweise zusammengestellt und kommentiert. Andere, in den früheren Firnberichten enthaltene Angaben sind weggelassen oder wie schon seit Jahren in den klimatischen Teil der Gletscherberichte oder glaziologischen Jahrbücher eingearbeitet (Kapitel 1, Tabellen 1 bis 4). Beiträge zu diesem Kapitel verdanken wir folgenden Mitarbeitern und Institutionen:

- A.Lemans, G.Gensler, SMA Zürich
- G.Kappenberger, SMA Osservatorio ticinese Locarno-Monti
- Hüttenwart B.Marti, Linthal
- EISLF Davos-Weissfluhjoch (E.Beck)
- Hochalpine Forschungsstation Jungfrauojoch (O.Wegmüller)
- VAW (Gruppe Gletscherbeobachtung der Abteilung für Glaziologie)



Die Messungen im Claridengebiet sind 1913 durch die nachmalige ZGK begonnen, nach deren Auflösung von 1946 bis 1972 durch die SMA (MZA), anschliessend bis 1980 durch die VAW und seither durch die GK/SNG weitergeführt worden. Zum Standardprogramm der letzten Jahre gehören folgende Erhebungen:

- Schneeakkumulation im Winterhalbjahr beim ortsfesten Pegel neben der Claridenhütte des SAC und bei den beiden Firnpegeln auf dem Gletscher
- jährlicher Firnzuwachs bei den zwei Pegeln auf dem Gletscher
- winterliche und jährliche Niederschlagsmenge in zwei in der Nähe der Firnpegel am Gletscherufer aufgestellten Totalisatoren.
- absolute Höhe der Gletscheroberfläche am Ausgangspunkt der Firnpegel
- Entfernung der Pegel von ihrem Ausgangspunkt.

Aus den Ergebnissen der täglichen Niederschlagsmessungen der SMA an 4 umliegenden Talstationen werden Vergleichswerte zu den Ergebnissen der Pegel- und der Totalisatormessungen ermittelt. Der Termin der Messungen ist weder im Frühjahr noch im Herbst an ein festes Kalenderdatum gebunden und fällt in der Regel nicht genau auf das Datum des Frühjahrsmaximums oder des Herbstminimums.

Die Hauptmessungen in den Berichtsjahren sind 1978 durch A.Lemans, 1979 stellvertretend für diesen durch G.Kappenberger durchgeführt worden. Wie seit vielen Jahren hat B.Marti die Pegel mehrmals auch zwischen den Hauptterminen abgelesen. Die nachfolgenden Kommentare zu den Beobachtungen und Ergebnissen verdanken wir G.Kappenberger, der 1983 die Betreuung der Messungen im Claridengebiet ganz übernommen hat.

- Beobachtungen 1978: Die Frühjahrsbegehung ist am 20.Juni - relativ spät - durchgeführt worden, als die grösste Schneehöhe wahrscheinlich bereits überschritten war. Bei der Claridenhütte lag der Schnee noch 2.80 Meter hoch. Beim unteren Firnpegel, der eine Schneehöhe von 4.52 Metern anzeigte, wurde durch Sondieren eine solche von 4.60 Metern ermittelt. Der Schneeschacht beim oberen Firnpegel erreichte die Ockerschicht, die im Herbst 1977 ausgestreut worden war, in 4.80 Metern Tiefe. Eislinsen und Sickerspuren, die bis auf den Herbsthorizont hinunterreichten, liessen erkennen, dass die Schneeschmelze bereits voll im Gang war. Bei einem verhältnismässig hohen Raumbgewicht (über  $500 \text{ kg/m}^3$ ) ergab sich ein Wasserwert von immerhin noch 257 Zentimetern.

Im eher kühlen und feuchten Sommer war der Massenverlust sehr gering. Mitte September wurde für den Firnzuwachs beim oberen Pegel ein Wasserwert von 241, beim unteren ein solcher von 176 Zentimetern bestimmt. Die Jahresbilanzwerte 1977/78 gehören zu den allerhöchsten der 65-jährigen Messreihe.

- Beobachtungen 1979: bei der Frühjahrsbegehung, am 27. Mai, zeigte der Hüttenpegel eine Schneehöhe von 2.80 Metern an. Die Sondierungen ergaben einen Schneezuwachs von 4.24 Metern beim unteren, von 4.58 Metern beim oberen Firnpegel. Im Schneeschacht beim oberen Pegel wurde für die Schneedecke ein Wasserwert von 196 Zentimetern bestimmt.

Im Herbst wurde die Schneedecke bei beiden Firnpegeln aufgegraben. Dabei zeigte sich, dass die Ockerschicht im Herbst 1978 nach dem Ausstreuen etwa 40 Zentimeter tief eingesunken war, bevor die Messstellen gut eine Woche später eingeschneit wurden. Der Wasserwert des Firnzuwachses war an beiden Orten bedeutend kleiner als im Vorjahr und entsprach ungefähr dem langjährigen Mittelwert.

- Ergebnisse der Beobachtungen 1978 und 1979: In Tabelle 19a sind die wichtigsten Ergebnisse der Schnee- und Firnmessungen auf dem Gletscher zusammengefasst für die Haushaltsperiode 1977/78, in Tabelle 20a für 1978/79. Die Tabellen enthalten auch die Ergebnisse der Pegelvermessung, die jeweils im Herbst stattfindet, wenn die Pegel auf dem Gletscher in ihre durch Rückwärtseinschneiden bestimmte Ausgangslage zurückversetzt werden. Die Höhenänderung entspricht der Dickenänderung des Gletschers am Ausgangspunkt der Pegel, wo die absolute Höhe der Gletscheroberfläche trigonometrisch mittels Theodolit bestimmt wird. Die Horizontalbewegung ergibt sich aus der Strecke, um die sich der Pegel im Laufe einer Messperiode von seiner Ausgangslage entfernt.

In Teil b der Tabellen 19 und 20 sind die mit den Totalisatoren am Gletscher aufgefangenen Niederschlagsmengen - ausgedrückt in Zentimetern Niederschlagshöhe - den Vergleichswerten gegenübergestellt, die aus den täglichen Beobachtungen an den benachbarten Niederschlagsmessstationen für die gleichen halbjährlichen und jährlichen Messperioden bestimmt werden.

Tabelle 19. Claridenfirn - Hauptergebnisse 1977/78

a) Winterschneedecke, jährlicher Firnzuwachs, Dickenänderung und Horizontalbewegung an den Messstellen auf dem Gletscher

Messperiode		Messstelle		Schnee- oder Firnzuwachs			Dicken- änderung m	Horizontal- bewegung m
vom	bis	Pegel	Höhe m ü.M.	Höhe m	Wasserwert cm	Raumgewicht g/cm <sup>3</sup>		
Winterschneedecke:								
15.10.77	20.6.78	unterer	2700	4.60				
14.10.77	17.6.78	oberer	2900	4.80	257	0.534		
Firnzuwachs:								
15.10.77	17.9.78	unterer	2700	3.21	176	0.547	+ 1.8	3.5
14.10.77	16.9.78	oberer	2900	4.14	241	0.582	+ 1.3	13.5

b) Saison- und Jahresniederschlag in Totalisatoren und an Vergleichsstationen

Messperioden: Winter 16.10.77 - 21.6.78 Beobachtungsjahr 16.10.77 - 16.9.78  
Sommer 21.6. - 16.9.78 Hydrologisches Jahr 1.10.77 - 30.9.78

Station	Höhe m ü.M.	Niederschlag der Messperioden			Niederschlag im hydrolog. Jahr		
		Winter cm	Sommer cm	Jahr cm	Summe cm 1)	Abweichung vom Normalwert cm 2)	Prozent
Totalisatoren:							
Claridenhütte	2480	144	66	210	229	+ 27	+ 14
Geissbützistock	2710	149	65	214	234	- 85	- 27
Vergleichsstationen:							
Tierfehd	820	124	63	187	202	+ 33	+ 20
Elm	962	114	53	167	179	+ 25	+ 16
Disentis	1173	81	32	113	124	- 1	- 1
Braunwald	1190	157	60	217	231	+ 44	+ 24
Urnerboden	1350	117	68	185	200	+ 39	+ 24

1) Für die Totalisatoren ist der gemessene Jahresniederschlag nach den Ergebnissen der täglichen Beobachtungen an den Vergleichsstationen reduziert worden.

2) Der Normalwert entspricht dem Mittelwert folgender Perioden:

1901/60 Vergleichsstationen  
1941/70 Totalisator Geissbützistock  
1961/70 Totalisator Claridenhütte

Tableau 20. Glacier de Clariden - Résultats principaux de l'exercice 1978/79

a) Accumulations nettes hivernale et annuelle, variation de l'épaisseur et mouvement horizontal du glacier

Période de mesure du	au	Site de mesure		Accumulation nette			Variation d'épaisseur m	Déplacement horizontal m
		Balise	Altitude	Hauteur de neige m	Equivalent en eau cm	Densité g/cm <sup>3</sup>		
		m	s.m.					
Accumulation hivernale:								
17.9.78	28.5.79	infér.	2700	3.87				
16.9.78	28.5.79	supér.	2900	4.64	196	0.423		
Accumulation annuelle:								
17.9.78	16.9.79	infér.	2700	0.85	46	0.536	- 0.6	3.3
16.9.78	16.9.79	supér.	2900	1.86	101	0.541	- 1.6	14.7

b) Précipitations saisonnières et annuelle observées aux totalisateurs et aux stations pluviométriques

Périodes de mesure: Hiver 16.9.78 - 27.5.79      Année d'observation 16.9.78 - 16.9.79  
 Été 27.5. - 16.9.79      Année hydrologique 1.10.78 - 30.9.79

Station	Altitude m s.m.	Précipitations des périodes de mesure			Précipitation de l'année hydrologique		
		Hiver cm	Ete cm	Année cm	Somme cm 1)	Déviatiion de la norme cm 2)	Pour-cent
Totalisateurs:							
Cabane de Clariden	2480	100	53	153	155	- 47	- 23
Geissbützistock	2710	108	48	156	158	- 161	- 51
Stations pluviométriques:							
Tierfehd	820	108	58	166	168	- 1	- 1
Elm	962	84	54	138	142	- 12	- 8
Disentis	1173	66	32	98	104	- 21	- 17
Braunwald	1190	119	58	177	177	- 10	- 5
Urnerboden	1350	101	60	161	162	+ 1	+ 0

1) Les valeurs annuelles observées des totalisateurs ont été réduites d'après les résultats des observations quotidiennes faites aux stations pluviométriques.

2) La norme (valeur normale ou moyenne) se rapporte aux périodes de référence suivantes:

- 1901/60 stations pluviométriques
- 1941/70 totalisateur Geissbützistock
- 1961/70 totalisateur Cabane de Clariden

## 5.53 Silvretta und Engadin

Im Silvrettagebiet sind die Messungen, deren Ergebnisse in den Firnberichten erfasst sind, im Jahr 1914 durch die ZGK begonnen, 1947 durch die SMA übernommen und 1956 an das EISLF weitergegeben worden. Die Angaben für Tabelle 21 verdanken wir E.Beck (EISLF), der die Erhebungen für den Firnbericht im Silvrettagebiet seit nunmehr 20 Jahren besorgt. Das Messprogramm, im Prinzip gleich aufgebaut wie bei Clariden, umfasst die Bestimmung der jahreszeitlichen und jährlichen Niederschlagsmengen in drei Totalisatoren unterhalb des Gletschers, des winterlichen Schneezuwachses beim Totalisator im Gletschervorfeld und beim Firnpegel auf dem Gletscher sowie des jährlichen Firnzuwachses beim Firnpegel. Im Gegensatz zu den vorangehenden Berichten, die zudem Vergleichswerte des jahreszeitlichen und jährlichen Niederschlags für 9 Stationen des Messnetzes der SMA enthalten, sind im vorliegenden Firnbericht nur noch die Ergebnisse der Beobachtungen an der Winterschneedecke und über den jährlichen Firnzuwachs wiedergegeben (Tabelle 21). Seit 1959 unterhält die VAW ein besonderes Messnetz mit zahlreichen, über den ganzen Gletscher verteilten, durch Pegelstangen markierten Messstellen, an denen die jährlichen Massenänderung als Firnzuwachs oder Eisabtrag gemessen wird, um daraus die Massenänderung des ganzen Gletschers zu berechnen (Tabellen 9 und 16). Im Kapitel 6.3 des vorletzten Jahrbuchs (95./96. Gletscherbericht) hat H.Siegenthaler (VAW) die Ergebnisse dieser Messungen und Berechnungen für die Periode 1959 - 1973 zusammengefasst.

Im Berninamassiv beobachtet G.Gensler (SMA) seit 1947 an drei vergletscherten Berggipfeln den jahreszeitlichen Verlauf der Höhenänderung der Firnoberfläche (Piz Misau und Piz Rosatsch) oder des Firnzuwachses (Piz Palü, Mittelgipfel) und, während des Sommers, das Ausapern der Gletscher und des umgebenden Geländes. Diese Beobachtungen werden als Fernerkundung mittels eines starken Fernrohrs von Samaden aus gemacht. Der Firnzuwachs wird, nach dem Prinzip der stratigraphischen Methode, anhand der Schichtstrukturen bestimmt, die in Spalten- oder Abbruchwänden aufgeschlossen sind. Das Erfassen der Dickenänderung des Gletschers aus der Höhenänderung seiner Oberfläche dagegen entspricht im Prinzip der geodätischen Methode zur Bestimmung des Gletscherhaushalts. Die Genauigkeit dieser Fernmessung wird auf 1/4 bis 1/2 Meter geschätzt (vergleiche 37. Firnbericht für 1949/50). Zu seinen Beobachtungen in den Berichtsjahren, deren Hauptergebnisse in den Zahlen der Tabelle 22 zusammengefasst sind, gibt Gensler die folgenden ergänzenden Kommentare:

- Beobachtungen 1978: Seit 1935 wird der im Laufe des Sommers erreichte Endstand des Ausaperns der Gletscher und des umliegenden Geländes jährlich festgehalten und verglichen. Im Sommer 1978 schmolz der Schnee auf normalerweise nicht vergletschertem Boden weniger weit zurück als in 38 Sommern der Vergleichsperiode, etwa gleich weit wie in 4 Jahren (1951, 1954, 1960 und 1961), aber etwas weiter als im Vorjahr. Auf den Gletschern ging der Schnee in 37 Jahren weiter zurück, in den vier genannten Jahren und 1966 etwa gleich weit und ebenfalls nur im Vorjahr etwas weniger weit. Die absolute Höhe des Firngrates des Palü-Mittel-

gipfels nahm vom September 1977 bis Januar 1978 um einen Meter ab und verharrte bis zum Ende des Sommers ohne merkbare Aenderung auf diesem Niveau. Am Firnabbruch, wo auf 3850 Metern Meereshöhe der jährliche Zuwachs bestimmt wird, sind anhand der Firnschichten, die als Jahresschichten interpretiert werden, auch folgende mehrjährige Zuwachsbeträge ermittelt worden: 9 Meter seit 1976, 12.8 seit 1975, 14.5 seit 1974, 18 seit 1972 und 21 Meter seit 1969. An Firnspalten im Persgletscher ist auf 3300 Metern ein Zuwachs von 3.2 Metern seit dem letzten und ein solcher von 6.2 Metern seit dem vorletzten Herbst beobachtet worden. Auf dem west-ostgerichteten Felsgrat am Piz Misaun (Koord. 788.7/144.2 km/3220 m ü.M.) ist in den letzten beiden Jahren auf vorher aperem Boden eine Firnschicht von 4 Metern Dicke abgelagert worden (2 1/4 m im Vorjahr, 1 3/4 m im Berichtsjahr).

- Beobachtungen 1979: Oberhalb 3000 Metern Meereshöhe brachte bereits der 26. August mit rund 50 Zentimetern Neuschnee, der auf leicht geneigten nordexponierten Firnflächen nicht mehr wegschmolz, den Beginn der Akkumulationsperiode. Schattenlagen oberhalb 2500 Metern wurden am 22. September mit 70 - 90 Zentimetern Neuschnee bleibend eingeschneit. Der schwere Neuschnee dieses Schneefalls verursachte Baumschäden bis in die Talsohle hinunter. Am 30. September lag infolgedessen die temporäre Schneegrenze nur sonnseits deutlich über der Talsohle, auf rund 2000 Metern Meereshöhe. Am 14. Oktober lag sie schattseits immer noch auf dieser Höhe, sonnseits dagegen auf nahezu 3000 Metern. Die absolute Höhe des Firngrates des Palü-Mittelgipfels lag im Januar 1979 um einen Meter höher, im Juli 1979 um 1 1/2 Meter tiefer als im September 1978. Bis zum 21. September, mit dem die Ablationsperiode zu Ende ging, dürfte die Nulllinie des Firnzuwachses (Gleichgewichtsgrenze) eine Höhe von 3000 Metern erreicht haben. Mehrjahreswerte des Firnzuwachses konnten im Herbst 1979 nicht bestimmt werden.

Tabelle 21. Silvrettagletscher - Winterschneedecke und jährlicher Firnzuwachs 1977/78 und 1978/79

Tableau 21. Glacier de Silvretta - Accumulations nettes hivernale et annuelle en 1977/78 et 1978/79

Messperiode	Messstelle	Höhe	Schneehöhe	Wasserwert	Raumgewicht	
Période de mesure	Site de mesure	Altitude	Hauteur de neige	Equivalent en eau	Densité	
vom/du	bis/au	m ü.M.	m	cm	g/cm <sup>3</sup>	
Winterschneedecke - Accumulation nette hivernale:						
1)	.77 22.4.78	Vorfeld	2460	3.11 2)	123	0.396
29.9.77	22.4.78	Firnpegel	2750	3.28	119	0.363
1)	.78 17.5.79	Vorfeld	2460	2.76 2)	115	0.416
19.9.78	17.5.79	Firnpegel	2750	3.36	131	0.390
Jährlicher Firnzuwachs - Accumulation nette annuelle:						
29.9.77	19.9.78	Firnpegel	2750	1.65	84	0.506
19.9.78	8.10.79	Firnpegel	2750	0.11	5	0.458

1) Datum des Einschneiens nicht bekannt (vergleiche Tabellen 3 und 4, Stationen Klosters und Weissfluhjoch) / Date inconnue de l'enneigement définitif (confère tableaux 3 et 4, stations de Klosters et Weissfluhjoch).

2) Mittelwert aus 100 Abstichen mit der Tiefenonde / Valeur moyenne déterminée à partir d'une centaine de mesures (sondages mécaniques à la perche).

Tabelle 22. Berninagebiet - Höhenänderung der Firnoberfläche und Firnzuwachs 1977/78 und 1978/79

Tableau 22. Massif de la Bernina - Variation du niveau de la surface glaciaire et accumulation nette en 1977/78 et 1978/79

Messdatum	Höhenänderung der Firnoberfläche 1)		Firnzuwachs 2)
Date de mesure	Variation du niveau de la surface du névé		Accumulation nette
	Piz Misaun (3090 m)	Piz Rosatsch (3100 m)	Piz Palü (3850 m)
	m	m	m
13.9.77	0	0	0
3.1.78	+ 1.2	+ 1.3	+ 2 1/2
22.3.78	+ 2.3	+ 2.2	
28.3.78	+ 2.3	+ 2.4	+ 4 1/2
30.7.78	+ 1.3	+ 1.1	+ 4
26.9.78	+ 0.3	+ 1.3	+ 4 3/4 (±1/4)
26.9.78	0	0	0
4.1.79	+ 1.2	+ 0.7	+ 1 3/4 (±1/4)
22.3.79	+ 2.1	+ 1.5	+ 2 1/2
7.7.79	+ 1.1	+ 0.6	+ 3 1/2
14.10.79	3)	+ 0.5	3)

1) - 3) Bemerkungen siehe Seite 149 / Remarques voir page 149.

#### 5.54 Jungfraufirn (Grosser Aletschgletscher)

Auf dem Jungfraufirn des Grossen Aletschgletschers ist der Verlauf des jährlichen Firnzuwachses in der Mulde unterhalb des Jungfraujochs von 1918 bis 1948 an zwei Pegeln (obere Boje 3380 m, untere Boje 3350 m ü.M.) durch das Personal der Jungfraubahn für die ZGK (bis 1946) und die SMA beobachtet worden. Anfangs der 1940er Jahre richtete die Kommission für Schnee- und Lawinenforschung der eidgenössischen Forstdirektion ein Messnetz von 10 Firnpegeln auf dem Jungfraufirn und 2 Firnpegeln auf dem Ewigschneefeld ein. Dieses Messnetz ist 1943 durch die GK/SNG und die VAW übernommen, im Firngebiet auf 5 Messstellen eingeschränkt und ab 1950 durch zahlreiche Messstellen im Ablationsgebiet ergänzt worden. Nachdem Pegel 3 dieses Messnetzes die Funktion der benachbarten älteren Bojen übernommen hatte, sind diese aufgegeben worden. Zwischenablesungen an den vom Jungfraujoch aus sichtbaren Firnpegeln des neuen Messnetzes sind durch den Hauswart der Hochalpinen Forschungsstation (HFS) mittels Fernrohr monatlich ein- bis zweimal durchgeführt worden. Die Angaben für die Berichtsjahre stammen von der Gruppe für Gletscherbeobachtung der VAW, die unter Leitung des Verfassers (Markus Aellen) die Hauptmessungen im Herbst besorgt hat und für die Zwischenmessungen an den Pegeln 3 und 5 auf die Unterstützung durch O.Wegmüller (HFS) zählen durfte. Abweichend von den früheren Firnberichten beschränken sich die Angaben für Pegel 3 auf die Ergebnisse der Hauptmessung im Herbst und einer Zwischenmessung im Frühjahr (Tabellen 23 und 24). Sie sind jedoch - wie jene für Clariden in Tabellen 19a und 20a - ergänzt mit Zahlenwerten für die Dickenänderung des Gletschers am Ausgangspunkt des Pegels und für die Horizontalverschiebung des Pegels sowie durch entsprechende Angaben für die beiden anderen Messstellen im Akkumulationsgebiet des Jungfraufirns. Die drei Firnpegel werden jedes Jahr an den selben Orten aufgestellt. Diese sind durch folgende Koordinaten festgelegt:

- P9 643.5635 / 152.7605 km
- P3 641.8177 / 154.8449 km
- P5 642.6260 / 155.4749 km

#### Bemerkungen zu den Fussnoten der Tabelle 22 / Remarques du tableau 22:

- 1) Aenderung der absoluten Höhe, bezogen auf den Stand zu Beginn der jährlichen Messreihe/  
Variation absolue de l'altitude par rapport au niveau initial de l'exercice annuel.
- 2) Zuwachs seit dem Anfangsdatum der jährlichen Messreihe, gemessen als Dicke der obersten Firnschicht, die in der Abbruchwand angeschnitten ist. Entspricht der Schneehöhe der Nettoakkumulation.  
Accumulation nette depuis le début de l'exercice annuel, déterminée en mesurant l'épaisseur de la supérieure des couches qui sont exposées dans la falaise de rupture du névé.
- 3) Messung wegen schlechten Wetters ausgefallen / Mesures empêchées par mauvais temps.

Tabelle 23. Grosser Aletschgletscher - Winterschneedecke, jährlicher Firnzuwachs, Dickenänderung und Horizontalbewegung an den Messstellen auf dem Jungfraufirn im Jahr 1977/78

Messperiode		Messstelle		Schnee- oder Firnzuwachs			Dicken- änderung m	Horizontal- bewegung m
vom	bis	Pegel	Höhe m ü.M.	Höhe m	Wasserwert cm	Raumgewicht g/cm <sup>3</sup>		
Winterschneedecke:								
			1a)	2)				
16.9.77	6.6.78	P 9	2929.2	4.35				
19.9.77	18.8.78	P 3	3350.3	6.20				
17.9.77	18.8.78	P 5	3505.3	8.45				
Firnzuwachs:								
			1b)				3)	
16.9.77	19.9.78	P 9	2921.1	2.30	130	0.566	+ 1.4	117.7
19.9.77	19.9.78	P 3	3348.5	5.75	305	0.530	+ 0.8	36.2
17.9.77	18.9.78	P 5	-	8.75	450 4)	-	+ 1.4	-

- 1) Oberflächenkote am Pegelstandort zu Beginn (1a) und am Schluss (1b) der Messperiode, d.h. am Anfangs- und am Endpunkt der Verschiebungsbahn des Pegels.
- 2) Am Pegel gemessene Werte. Ausnahme: Firnzuwachs bei P 5 ist durch Sondieren ermittelt worden, weil der Pegel nach dem 18.8.78 vermutlich abgebrochen und eingeschneit worden ist.
- 3) Änderung der Oberflächenkote am Ausgangspunkt der Pegel P 3 und P 5, mittlere Höhenänderung der Oberfläche im Querprofil durch den Ausgangspunkt von P 9 (13 Messwerte).
- 4) Schätzwert, berechnet aus der Schneehöhe mit einem angenommenen Raumgewicht von 0.520 g/cm<sup>3</sup>.

Tableau 24. Grand glacier d'Aletsch - Accumulations nettes hivernale et annuelle, variation de l'épaisseur et mouvement horizontal du glacier mesuré(e)s au Jungfraufirn en 1978/79

Période de mesure		Site de mesure		Accumulation nette			Variation d'épaisseur m	Déplacement horizontal m
du	au	Balise	Altitude m s.m.	Hauteur de neige m	Equivalent en eau cm	Densité g/cm <sup>3</sup>		
Accumulation hivernale:								
			1a)	2)				
19.9.78	10.5.79	P 9	2929.8	3.20				
19.9.78	7.5.79	P 3	3351.1	4.60				
18.9.78	7.5.79	P 5	3506.7	5.15				
Accumulation annuelle:								
			1b)				3)	
19.9.78	20.9.79	P 9	2920.2	-0.40	- 24 4)	-	- 0.2	116.1
19.9.78	19.9.79	P 3	3346.9	3.15	163	0.518	- 1.4	37.2
18.9.78	19.9.79	P 5	3503.4	3.75	184	0.491	- 2.4	31.4

- 1) Cote du niveau de la surface glaciaire au site de la balise, déterminée au début (1a) et à la fin (1b) de l'exercice, soit au point de départ et au point d'arrivée de la trajectoire parcourue par la balise.
- 2) Valeurs déterminées à partir des lectures faites sur les balises.
- 3) Variation du niveau de la surface glaciaire au point de départ des balises P 3 et P 5, variation moyenne des 13 observations faites sur le profil transversal qui passe par le point de départ de la balise P 9.
- 4) Valeur estimée, calculée à partir de la hauteur de neige, en admettant une densité de 0.6 g/cm<sup>3</sup>.

## 5.55 Accumulation nivale sur quelques glaciers Aperçu du chapitre 5.5

Les tableaux 19 et 23, qui concernent l'année 1977/78, sont rédigés en allemand, les tableaux correspondants de l'année 1978/79, nos. 20 et 24, sont rédigés en français. Les tableaux 21 et 22 sont bilingues.

### Chapitre 5.51: Introduction (p. 140-141)

La Commission des glaciers zurichoise (ZGK), fondée par la Société de physique de Zurich en 1913, éteinte en 1946, a publié des rapports annuels (dits "Firnberichte") sur l'accumulation nivale observée sur les glaciers de Clariden (dès 1913), de Silvretta (dès 1914) et d'Aletsch (dès 1918) ainsi que dans la région de Parsenn (dès 1915) et - passagèrement - sur plusieurs autres glaciers. Après 1946, les observations ont été poursuivies par l'ISM, puis par la CG/SHSN et les VAW (v. ci-après). Les rapports ont été édités par la ZGK, de 1914 à 1946, par l'ISM, de 1946 à 1972, et par A.Lemans (†1983), de 1972 à 1978. L'index des rapports publiés (nos. 1-64) se trouve à la page 141. Les rapports sont continués avec quelques modifications sous forme du chapitre 5.5 de l'annuaire glaciologique. La nouvelle série commence dans cette issue, qui contient les rapports sur les exercices de 1977/78 et 1978/79 (nos. 65 et 66 de l'ancienne série). Les personnes et institutions, qui ont contribué aux présents rapports sont citées à la page 141.

### Chapitre 5.52: Clariden (p. 142-145, tabl. 19-20)

Les observations commencées en 1913 dans la région du glacier de Clariden comprennent, aujourd'hui, les mesures suivantes:

- accumulation de neige hivernale aux points balisés sur le glacier (2 balises) et près de la Cabane de Clariden (1 balise)
- accumulation de névé annuelle sur le glacier (2 balises, 1 puits)
- variation annuelle de l'épaisseur et du mouvement du glacier aux points balisés (2 balises)
- précipitations hivernale et annuelle sur les rives du glacier (2 totalisateurs).

Dans les années du présent rapport, les mesures ont été effectuées par A.Lemans (en 1978) et par G.Kappenberger (en 1979).

### Chapitre 5.52: Silvretta et Engadine (p. 146-148, tabl. 21-22)

Les observations faites dans la région du glacier de Silvretta sont pareilles à celles de Clariden. Elles portent sur 2 balises placées dans la zone du névé et sur 3 totalisateurs situés à l'aval du glacier. Les mesures ont été commencées par la ZGK, en 1914, poursuivies par l'ISM, de 1947 à 1955, et dès lors sont effectuées par l'IFENA, qui a fourni les données récoltées par E.Beck en 1978 et 1979. En outre, les VAW entretiennent un réseau de

nombreuses balises réparties sur l'entier du glacier, afin de déterminer les variations annuelles de la masse, de l'épaisseur et du mouvement du glacier. Les résultats principaux de ces observations ont été résumés par H.Siegenthaler pour la période 1959-1973 dans le chapitre 6.3 de l'annuaire glaciologique 1982 (95e et 96e rapports de la CG/SHSN).

Dans le massif de la Bernina, G.Gensler observe les variations saisonnières et annuelles du niveau de la surface glaciaire dans la partie sommitale du Piz Misaun et du Piz Rosatsch ainsi que les variations de l'accumulation nivale près du sommet du Piz Palu et les variations de la surface déneigée dans ces régions, au cours de l'été. Ces observations sont faites à l'aide d'un télescope installé à Samedan et avec une précision de mesure qui est de l'ordre de 1/4 - 1/2 mètres.

Chapitre 5.54: Jungfraufirn (Grand glacier d'Aletsch, p. 149-150, tabl. 23-24)

Sur le névé du Grand glacier d'Aletsch, la ZGK a installé, en 1918, 2 balises d'accumulation à proximité du Jungfrauoch. Le personnel des chemins de fer de la Jungfrau a effectué des lectures bimensuelles sur ces balises jusqu'en 1948. Elles ont été remplacées par la balise P 3 d'un réseau de 12 balises que la Commission pour l'étude de la neige et des avalanches (SKSLF, fondée par la Direction fédérale des forêts) a installé vers 1940. En 1943, ce réseau a été remis aux soins des VAW et de la CG/SHSN. Vers 1950, il a été réduit à 6 balises d'accumulation, mais complété en revanche par un bon nombre de balises dans la zone d'ablation. Sur ce réseau contrôlé par mensurations terrestres, les VAW déterminent les bilans de masse spécifiques annuels ainsi que les variations de l'épaisseur et du mouvement du glacier. Les deux balises d'accumulation les plus proches du Jungfrauoch sont observées à l'aide de jumelles puissantes par le personnel de la Station scientifique, une ou deux fois par mois. Les résultats des années du présent rapport ont été fournis par la Section de glaciologie des VAW.

## 6. A N H A N G

### L A N G J A E H R I G E M E S S R E I H E N

#### 6A GRIESGLETSCHER (WALLIS) - GLAZIOLOGISCHE BEOBACHTUNGEN 1961-1979

Hans Siegenthaler

##### 6A.1 Einleitung

Zuoberst im Aeginental, das beim Dorf Ulrichen im Obergoms von Südosten her ins Rhonetal mündet, liegt der Griesgletscher in unmittelbarer Nähe der Landesgrenze. Durch das Aeginental führten bis ins 19. Jahrhundert bedeutende Saumwege über den zeitweise vergletscherten Griespass (2479 m ü.M.) südwärts nach Italien und über den unvergletscherten Nufenenpass (2478 m) ostwärts in den heutigen Kanton Tessin. Vor 20 Jahren ist der natürliche, durch eine Felsschwelle abgedämmte Griessee im Zungenbecken des Griesgletschers zum Hauptspeicher der Kraftwerke Aegina (KWA) ausgebaut worden. Mit dem Stauziel auf 2386,5 Metern Meereshöhe ist er der höchstgelegene Jahresspeicher der Schweiz. Die Strasse zur Stau-mauer verschafft im Sommer einen leichten Zugang zum Gletscher. Die Zufahrt aus der Nord-schweiz ist 1970 durch die neu eröffnete Strasse über den Nufenenpass, von der die Kraft-werkstrasse abzweigt, und ein Jahrzehnt danach durch den unter dem Gotthardpass durchge-frästen Strassentunnel weiter erleichtert worden. Die Stauanlage wurde an einer Stelle ge-plant, die der Gletscher erst vor wenigen Jahrzehnten freigegeben und von der er sich inzwi-schen noch nicht viel weiter als 300 Meter entfernt hatte. Im Hinblick auf den Bau und den Betrieb des Kraftwerks stellten sich verschiedene Fragen, zu deren Beantwortung glaziologi-sche und hydrologische Untersuchungen an Ort und Stelle erforderlich waren. Nachdem die VAW noch während der Planungsphase des für 80 Jahre konzessionierten und 1966 nach dreijähriger Bauzeit in Betrieb genommenen Kraftwerks von den KWA einen entsprechenden Auftrag erhalten hat, sind solche Untersuchungen seit 1961 im Gang.

Von massgeblicher Bedeutung für die Bemessung des Stauwehrs und für die Nutzung der Stauhal-tung waren u.a. die folgenden Fragen nach

- den zu erwartenden mittleren und extremen Abflussmengen aus dem zu zwei Dritteln ver-gletscherten Einzugsgebiet,
- der Wahrscheinlichkeit, dass bestimmte Abflussmengen, die für die Planung entscheidend wa-ren, über- oder unterschritten werden,
- dem voraussichtlichen Verhalten des Gletschers während der 80 Jahre der Konzessionsdauer, im allgemeinen, und
- der Wahrscheinlichkeit, dass der Gletscher innert dieser Zeitspanne bis zur Sperrstelle oder darüber hinaus vorstossen wird, im besonderen.

Für die Beantwortung dieser Fragen ist die Kenntnis des Massenhaushalts des Gletschers von zentraler Bedeutung. Entsprechend liegt der Schwerpunkt des im Sommer 1961 begonnenen und seither verschiedentlich modifizierten Messprogramms bei den Erhebungen über die Massenänderung des Gletschers. Die gestellten Fragen sind anfangs 1961, vor Beginn der Messungen und gestützt auf Annahmen und Erfahrungswerte aus andern Gebieten, durch P.Kasser in einem Gutachten der VAW beantwortet worden (Lit. 1). Die Messungen der ersten fünf Jahre - während der Bauphase des Kraftwerks - dienten in erster Linie der nachträglichen Überprüfung der Zahlengrundlagen für das erwähnte Gutachten. Die Fragen nach dem voraussichtlichen Verhalten des Gletschers und der Vorstosswahrscheinlichkeit sind 1967 aufgrund der inzwischen gemachten Beobachtungen in einem weiteren Gutachten (Lit. 1a) und später anhand mathematischer Fliessmodelle auch in verschiedenen Studien erörtert worden (Lit. 2 bis 4). Im vorliegenden Kapitel 6A dieses Jahrbuchs sind die wichtigsten Ergebnisse der Beobachtungsperiode 1961/79 in Zahlentabellen zusammengefasst, zum Teil in graphischen Darstellungen veranschaulicht und in kurzen Kommentaren erläutert, ohne auf die erwähnten oder andere Problemstellungen näher einzugehen. Die hier vorgelegten Ergebnisse der jährlichen Massenbilanzen des Griesgletschers und der hydrologischen Bilanzen des Einzugsgebiets Griessee sind nach den in Kapitel 6A.3 (Seite 160) skizzierten Methoden überarbeitet worden. Sie ersetzen die entsprechenden, in den vorangehenden Gletscherberichten und Jahrbüchern oder anderswo (Lit. 5) veröffentlichten Zahlen. Neben den geodätischen Aufnahmen (Kapitel 6A.2) und den glaziologischen Erhebungen (Kapitel 6A.3), die mit regelmässiger Periodizität wiederholt werden, sind im Zusammenhang mit dem besondern und einmaligen Ereignis der ersten Füllung des Stausees im Sommer 1966 auch limnologische Messungen (Kapitel 6A.4) und hydraulische Studien (Lit. 6) durchgeführt worden.

Durch den Betrieb der Kraftwerkanlage sind die Abflussverhältnisse der Aegina zeitlich und räumlich verändert worden (Lit. 7). Vor 1966 entwässerte sich der Griesgletscher durch Griesbach und Aegina in die Rhone. Einzig zu Zeiten hohen Eisstandes überfloss ein kleiner seitlicher Zungenlappen den Griespass und entliess sein Wasser durch die Tosa in den Langensee. Seit 1966 wird der Abfluss des Griesbachs, der in normalen Jahren vorwiegend aus Schnee- und Gletscherschmelze besteht, während des Sommers im Stausee zurückbehalten und im Laufe des Winters, nach der Nutzung im Kraftwerk Altstafel, unterirdisch durch Stollen nach Alpe di Cruina im Bedrettal und von dort den Kraftwerken im Maggital zu weiterer Nutzung zugeführt. Damit wird heute bis auf das Restwasser der ganze Abfluss des Griesgletschers aus dem Einzugsgebiet der Rhone übergeleitet in das Einzugsgebiet des Po, wobei das Wasser dem Langensee nicht mehr durch die Tosa, sondern durch die Maggia zufliesst.

## 6A.2 Veränderungen des Griesgletschers

Der heute rund 5.5 Kilometer lange Griesgletscher fliesst vom Gipfel des Blinnenhorns (3373.8 m) fast geradlinig durch ein mässig gestuftes, flaches Längstal nach Nordosten zum Griessee. Von dort fällt das Tal der Aegina, rechtwinklig nach Nordwesten umbiegend, als steiles Quertal in mehreren Stufen zum Rhonetal ab. Das Längstal mit dem Gletscher ist rechterhand begrenzt durch den Bergkamm, auf dem die Landesgrenze vom Blinnenhorn über den vergletscherten Rothornpass, das Rothorn (3287.4 m), das Bettelmatthorn (3043.7 m) und den Griespass zum Grieshorn (2928.4 m) verläuft. Linkerhand bestreicht der Gletscher den Fuss des steilen Südosthangs des Berggrats, der als scharfe Schneide von der Merezenbachschije (3182 m) über die Ritzhörner (3047 und 3022.9 m) und den Sulzgrat zum Faulhorn (2833.8 m) absinkt und sich über den Felsriegel, der die Staumauer trägt, in den Nufenenstock (2865.6 m) fortsetzt. Im obersten Teil hängt der Griesgletscher mit dem Sulzgletscher zusammen, der zwischen Blinnenhorn und Merezenbachschije westwärts ins Blinnental hinunterfliesst. Dieser wird - im Gegensatz zum Gletscherinventar (Lit. 8) - in den Untersuchungen der VAW ebensowenig zum Griesgletscher gerechnet wie der namenlose Gletscherlappen, der zwischen Blinnenhorn und Rothorn südwärts über die Wasserscheide und die Landesgrenze hinausreicht und ins Einzugsgebiet des Hohsandgletschers abfliesst.

Die Zunge des Griesgletschers endet seit 1966 abrupt in einer 25 bis 30 Meter hohen Schmelz- und Kalbungsfront am Griessee, die am linken Seeufer rund 500 Meter hinter der Staumauer liegt. Bei den grössten Vorstössen in geschichtlicher Zeit, letztmals um die Mitte des 19. Jahrhunderts, erstreckte sich die Gletscherzunge gut einen Kilometer über die Sperrstelle hinaus bis zur Alp Altstafel hinunter. Erst gegen die Mitte dieses Jahrhunderts schmolz das Zungenende hinter die Sperrstelle zurück ins oberste Talbecken, wo sich in den extremen Schwundjahren zwischen 1947 und 1953 ein nahezu kreisrunder natürlicher See bildete, der mit einer Fläche von etwa 5 Hektaren und einer grössten Tiefe von 20 Metern rund 45 000 Kubikmeter Wasser enthielt (Siehe Abbildung 25). Der volle Stausee fasst heute rund 18 Millionen Kubikmeter. Abbildung 18 zeigt verschiedene Lagen des Gletscherendes, die auf den offiziellen topographischen Karten, auf glaziologischen Spezialkarten oder auf Detailplänen dargestellt sind. Tabelle 25 gibt dazu die Zahlenwerte für die Längenänderung des Gletschers und die Höhenkote des Zungenendes. Diese Grössen werden seit 1961 jährlich durch Messungen im Gelände bestimmt. Bis 1965 wurde die Entfernung des flach auskeilenden Zungenendes von einem Steinmann im Vorfeld in einer festgelegten Richtung direkt gemessen. Seit dem Aufstau des Sees endet der Gletscher in einer steilen Front. Deren Fuss ist wie die Messlinie im Vorfeld im Herbst überflutet und dadurch der direkten Beobachtung entzogen. Deshalb wird ihre Lage seit 1966 an markanten Punkten der Front trigonometrisch mittels Theodolit von ortsfesten Vermessungsstativen am Seeufer aus bestimmt und aus der vom Gletscher freigegebenen oder mit Eis neu überführten Fläche die mittlere Längenänderung berechnet.

Gemäss der Messtischaufnahme von 1847 hatte der Gletscher wenige Jahre vor seinem letzten Maximalstand eine Fläche von rund 8.5 Quadratkilometern und eine Länge von etwa 7.7 Kilometern. Sein Schwund auf die heutige Grösse ist in Tabelle 26 durch Zahlenangaben dokumentiert für die photogrammetrisch erfassten Stände 1923, 1961 und 1979 (Gletscherfläche, verteilt auf Höhenstufen von 100 Metern) und für die dazwischenliegenden Zeiträume 1923/61 und 1961/79 (Änderung von Fläche, Volumen und mittlerer Eisdicke in denselben Höhenstufen). Die Verteilung der Flächen und mittleren Dickenänderungen auf die Höhenstufen ist - zum besseren Vergleich - auch graphisch dargestellt (Abbildung 19). Ausführliche Zahlenangaben für die Periode 1923/61 sind in einer früheren Publikation (Lit.5, Tabelle 17) zu finden, wo die Flächenverteilung und die aus der Verschiebung der Höhenkurven berechneten Volumen- und Dickenänderungen für Höhenstufen von 10 Metern angegeben sind. Die Zahlen für die Periode 1961/79 sind aus der neuen glaziologischen Spezialkarte des Griesgletschers (3. Umschlagseite und Kapitel 6A.5) abgeleitet, in der ausser dem glaziologischen Messnetz auf dem Gletscher auch das Netz der Vermessungsfixpunkte auf den Gletscherufern eingetragen ist. Es besteht aus 14 permanent signalisierten Passpunkten für die photogrammetrischen Auswertungen der Luftbilder und aus 10 ortsfesten Stahlrohrstativen für die terrestrische Vermessung des glaziologischen Messnetzes. Die Passpunkte sind durch weisse, mittels Steinschrauben am Boden befestigte Aluminiumtafeln markiert.

Die Dickenänderung des Gletschers ist auch direkt bestimmt worden aus dem Vergleich der Oberflächenprofile, die von 1961 bis 1964 jährlich und ausserdem in den Jahren 1967, 1973 und 1979 auf der Längsachse und in 4 Querschnitten luftphotogrammetrisch aufgenommen worden sind. In Abbildung 20 ist die Dickenänderung längs dieser Profillinien für die Periode 1961/79 in 100-facher Vergrösserung der Höhen gegenüber den Längen pseudoperspektivisch dargestellt. Der Figur entsprechen folgende Mittelwerte: Dickenzunahme im oberen Teil des Gletschers (oberhalb etwa 2735 m ü.M.) um rund 3 Meter im Längsprofil, 1.5 Meter im obersten und 3.5 Meter im zweitobersten Querprofil; Abnahme der Eisdicke im unteren Teil um nahezu 11 Meter im Längsprofil, 6.2 und 33.1 Meter in den Querprofilen; Abnahme um 3.4 Meter insgesamt (oder durchschnittlich 0.19 Meter pro Jahr) auch im ganzen Längsprofil oberhalb des durch den Stausee beeinflussten Frontbereichs. Aufgrund der Spezialkarte ergeben sich folgende Vergleichswerte: oberhalb etwa 2750 Metern Meereshöhe durchschnittlicher Dickenzuwachs um 3.0 Meter, Dickenschwund um durchschnittlich 12.9 Meter im unterhalb gelegenen Gebiet und - alles in allem genommen - um 1.7 Meter insgesamt (oder 0.10 Meter im Jahresdurchschnitt) über die ganze Gletscherfläche (vergleiche auch Kapitel 6A.3).

Tabelle 25. Griesgletscher - Lageänderung des Gletscherendes von 1847 bis 1979

Tableau 25. Glacier de Gries - Variations du front glaciaire, de 1847 à 1979

Messdatum	Lageänderung		Date de mesure	Variation du front		Altitude
	m 1)	m ü.M. 2)		m 1)	m s.m. 2)	
1847		1950 ca.	12.10.68	- 33.7		2370
1881	-660 ca.	2040 ca.	17.10.69	- 17.8		2373
1923	-370 ca.	2300 ca.	18.10.70	- 25.5		2373
1957	-540 ca.	2340 ca.	13.10.71	- 18.6		2373
1961	-160 ca.	2355 ca.	16.10.72	- 7.5		2370
12.10.61	-	2349 ca.	11.10.73	- 36.1		2370
10.10.62	- 21.0	2352	20.11.74	- 6.7		2371
7.10.63	- 16.8	2354	8.10.75	- 6.2		2371
16.10.64	- 24.2	2353	6.10.76	- 35.6		2374
9.10.65	- 11.4	2353	4.10.77	- 4.7		2374
12.10.66	-141.9 3)	2366	6.10.78	- 5.3		2381
13.10.67	- 53.6	2370	1.10.79	- 21.8		2376

- 1) Mittlere Längenänderung der Gletscherzunge seit der vorangehenden Beobachtung. Von Oktober 1961 an durch Messungen im Gelände jährlich bestimmt, für mehrjährige frühere Perioden aus topographischen Karten und Plänen ermittelt (vergleiche Abbildung 18).

Variation moyenne de longueur depuis la date de l'observation précédente, déterminée par mensuration terrestre annuelle, dès 1961, et à partir des relevés topographiques pour les périodes pluriannuelles antérieures (compare figure 18).

- 2) Vor 1966 ist die Höhe des tiefsten Punkts am Zungenende gemessen worden. Seit 1966 wird die mittlere Höhe für den Fuss der frontalen Eiswand geschätzt.

Altitude mesurée au point le plus bas du front glaciaire, avant 1966. Dès 1966, valeur approximative, estimée pour l'altitude moyenne du pied de la falaise frontale.

- 3) Gletscherende vom erstmals aufgestauten See überflutet. Seither ist der Fuss der Eisfront jedes Jahr teilweise im Wasser gestanden.

Front du glacier inondé par les eaux du lac artificiel, rempli pour la première fois. Dès lors, elles ont noyé le pied du front, chaque année.

Tabelle 26. Griesgletscher: Flächen-, Volumen- und Dickenänderung in Höhenstufen, nach topographischen Aufnahmen 1923, 1961 und 1979

Tableau 26. Glacier de Gries: Variations de la surface, du volume et de l'épaisseur par échelons d'altitude, selon les levés topographiques en 1923, 1961 et 1979

Höhenstufe Echelon d'altitude m ü.M. m s.m.	Fläche Surface			Flächenänderung Variation de la surface		Volumenänderung Variation du volume		Änderung der mittleren Eisdicke Variation de l'épaisseur moyenne			
	1923	1961	1979	gesamt - totale		jährlich-annuelle		gesamt - totale		jährlich-annuelle	
	1) km <sup>2</sup>	2) km <sup>2</sup>	3) km <sup>2</sup>	1923/61 km <sup>2</sup>	1961/79 km <sup>2</sup>	1923/61 106 m <sup>3</sup>	1961/79 106 m <sup>3</sup>	1923/61 m	1961/79 m	1923/61 m/Jahr	1961/79 m/an
2300 - 2400	0.112	0.127	0.004	+0.015	-0.123	-23.871	-4.794	-199.76	-73.19	-5.26	-4.07
2400 - 2500	0.716	0.297	0.184	-0.419	-0.113	-39.650	-7.170	-78.36	-29.81	-2.06	-1.66
2500 - 2600	0.613	0.563	0.608	-0.050	+0.045	-27.182	-5.685	-46.23	-9.71	-1.22	-0.54
2600 - 2700	1.303	1.082	0.984	-0.221	-0.098	-41.881	-7.201	-35.12	-6.97	-0.92	-0.39
2700 - 2800	0.699	0.605	0.543	-0.094	-0.062	-19.893	+0.366	-30.51	+0.64	-0.80	+0.04
2800 - 2900	0.813	0.752	0.726	-0.061	-0.026	-17.607	+3.295	-22.52	+4.46	-0.59	+0.25
2900 - 3000	1.040	1.015	1.004	-0.025	-0.011	-19.614	+4.307	-19.09	+4.27	-0.50	+0.24
3000 - 3100	1.572	1.574	1.597	+0.002	+0.023	-28.518	+4.536	-18.13	+2.86	-0.48	+0.16
3100 - 3200	0.772	0.533	0.547	-0.239	+0.014	-9.526	+1.031	-14.59	+1.91	-0.38	+0.11
3200 - 3300	0.201	0.133	0.130	-0.068	-0.003	-1.704	+0.061	-10.17	+0.46	-0.27	+0.03
3300 - 3400	0.016	0.009	0.010	-0.007	+0.001	-0.116	+0.003	-9.28	+0.32	-0.24	+0.02
2300 - 3400	7.857	6.690	6.337	-1.167	-0.353	-229.562	-11.251	-31.56	-1.73	-0.83	-0.10

1) Terrestrisch-photogrammetrische Aufnahme im Sommer 1923.

Relevés photogrammétriques terrestres de l'été 1923.

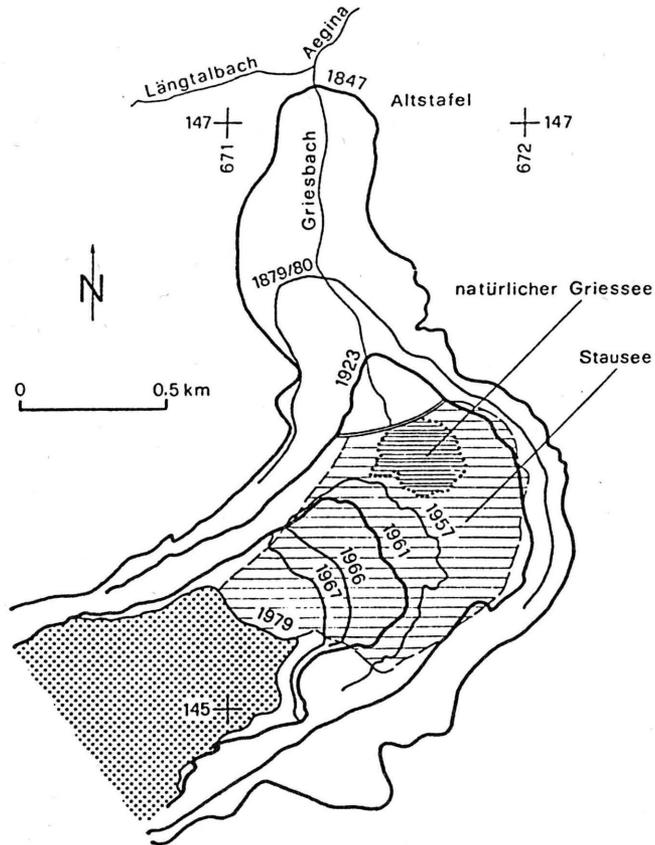
2) Luftphotogrammetrische Aufnahme vom 20. September 1961.

Relevé aérophotogrammétrique du 20 septembre 1961.

3) Luftphotogrammetrische Aufnahme vom 15. August 1979.

Relevé aérophotogrammétrique du 15 août 1979.

Abbildung 18. Griesgletscher - Lagen des Zungenendes von 1847 bis 1979, nach topographischen Aufnahmen  
 Figure 18. Glacier de Gries - Positions du front glaciaire, de 1847 à 1979, lors des relevés topographiques



Topographische Aufnahmen / Relevés topographiques:

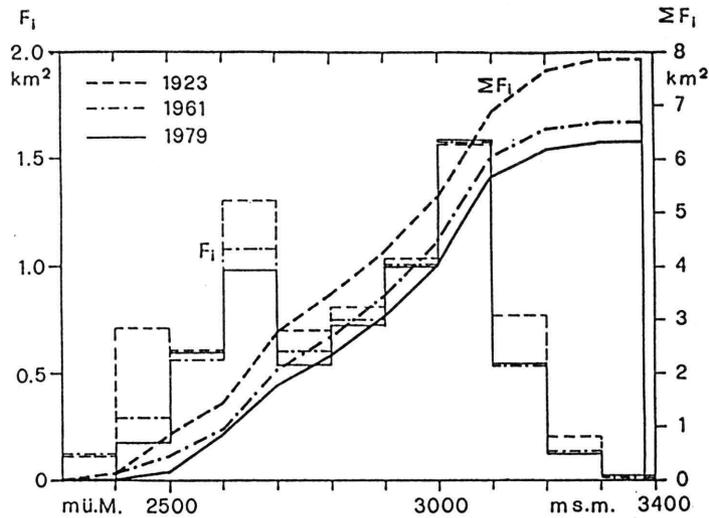
- 1847 Originalaufnahme durch J.A.Müller für die Dufourkarte (Messtischblatt Nr. XVIII, Unterabteilung 7, 1:50 000, Siegfried-Atlas Blatt 494) / Relevé original par J.A. Müller pour la carte Dufour (levé à la planchette, feuille no. XVIII, subsection 7, 1:50 000, atlas Siegfried, feuille 494).
- 1879/80 Messtischaufnahme durch F.Becker für die Siegfriedkarte (SA Blatt 490, 1:50 000, 1881) / Relevé à la planchette par F.Becker pour la carte Siegfried (AS feuille 490, 1:50 000, 1881).
- 1923 Terrestrisch-photogrammetrische Aufnahme durch L+T für die Landeskarte (Normalblatt 530, 1:50 000, 1939) / Relevé photogrammétrique terrestre par S+T pour la carte nationale (feuille normale 530, 1:50 000, 1939).
- 1957 Luftphotogrammetrische Aufnahme des Gletscherendes durch Vermessungsbüro H.Leupin, Bern, für Detailplan 1:2000 / Relevé aérophotogrammétrique du front glaciaire par le bureau de mensurations H.Leupin, Berne, pour plan spécial 1:2000.
- 1961 Luftphotogrammetrische Aufnahme für glaziologische Spezialkarte 1:10 000 (siehe Kapitel 6A.5) / Relevé aérophotogrammétrique pour la carte spéciale du glacier de Gries 1:10 000 (voir chapitre 6A.5).
- 1966 Terrestrische Vermessung des Zungenendes durch VAW / Mesuration terrestre du front glaciaire par les VAW.
- 1967 Luftphotogrammetrische Aufnahme für glaziologische Spezialkarte 1:10 000 (unveröffentlicht, s. Kapitel 6A.5) / Relevé aérophotogrammétrique pour carte spéciale du glacier (inédite, v. chapitre 6A.5).
- 1979 Luftphotogrammetrische Aufnahme für glaziologische Spezialkarte 1:10 000 (s. Kapitel 6A.5) / Relevé aérophotogrammétrique pour la carte spéciale du glacier de Gries 1:10 000 (v. chapitre 6A.5).

Abbildung 19. Griesgletscher - Fläche und Dickenänderung, in Höhenstufen von 100 Metern, nach den topographischen Aufnahmen von 1923, 1961 und 1979

Figure 19. Glacier de Gries - Surface et variation de l'épaisseur, par échelons de 100 mètres d'altitude, selon les levés topographiques en 1923, 1961 et 1979

a) Flächen und hypsographische Kurven 1923, 1961 und 1979

Surfaces et courbes hypsographiques en 1923, 1961 et 1979



$F_i$ : Flächenanteil der Höhenstufen  
Surface partielle des échelons  
 $\Sigma F_i$ : hypsographische Kurve (Summenkurve der  $F_i$ )  
Courbe hypsographique (cumulative des  $F_i$ )

b) Dickenänderungen 1923/61 und 1961/79

Variations de l'épaisseur 1923/61 et 1961/79

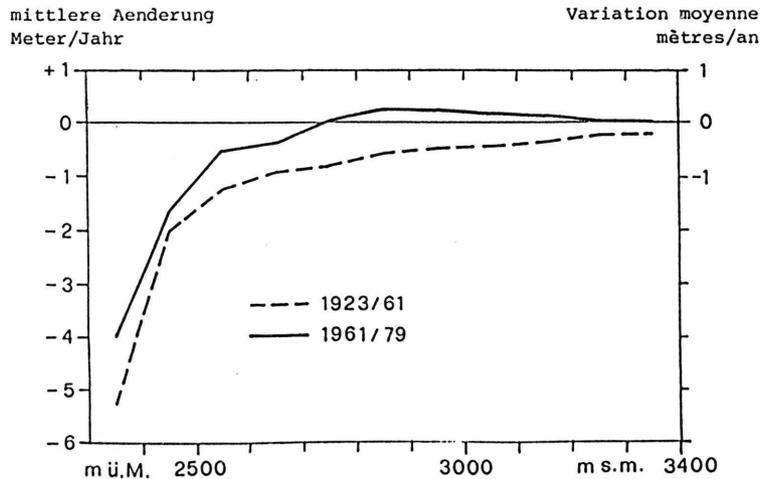
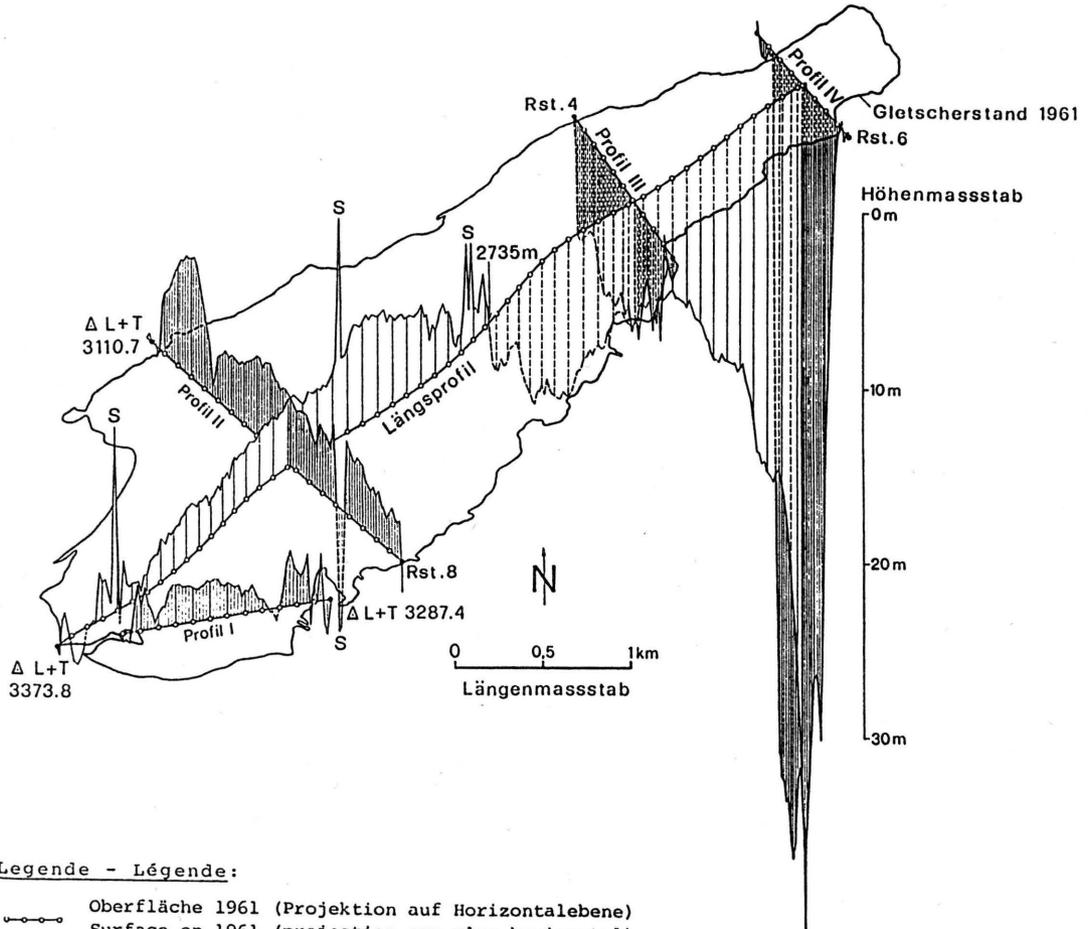


Abbildung 20. Griesgletscher - Höhenänderung der Gletscheroberfläche 1961/79  
 Figure 20. Glacier de Gries - Variation du niveau de la surface glaciaire, de 1961 à 1979

Luftphotogrammetrische Aufnahmen vom 20.9.1961 und 15.8.1979.  
 Darstellung des Gletschers: Grundriss 1961 mit lagerichtig eingezeichneten Profillinien.  
 Darstellung der Höhenänderung: Aufriss längs Profil, pseudoperspektivisch, 100-fach überhöht.  
 Levés aérophotogrammétriques des 20.9.1961 et 15.8.1979.  
 Plan horizontal: Situation du glacier en 1961 avec tracé des profils.  
 Plan vertical: Variation du niveau de la surface, vue en pseudoperspective, échelle verticale exagérée 100 fois par rapport à l'échelle horizontale.



Legende - Légende:

—○— Oberfläche 1961 (Projektion auf Horizontalebene)  
 Surface en 1961 (projection sur plan horizontal)

— Höhenänderung der Oberfläche 1961/79 - Variation du niveau de la surface 1961/79:

↑ Hebung - Soulèvement  
 ↓ Senkung - Abaissement

• Fixpunkt am Profilende: Triangulationspunkt (ΔL+T), ortsfestes Stahlrohrstativ VAW (Rst.)  
 Points repères de triangulation (ΔL+T), pylon en acier des VAW (Rst.)

S Spaltenzone - Zone crevassée

### 6A.3 Massenänderung des Gletschers und Wasserhaushalt des Einzugsgebiets Griessee

Im Einzugsgebiet des Griessees, das durchwegs über 2300 Metern Meereshöhe liegt und auf drei Fünfteln seiner Oberfläche vergletschert ist, spielt sich der Wasserhaushalt zu einem grossen Teil über den Massenhaushalt des Gletschers ab. Niederschlag fällt auf dieser Höhe vorwiegend in fester Form und wird in der temporären Schneedecke oder im perennierenden Firn und Eis des Gletschers gespeichert, bevor er zum Abfliessen kommt. Der Jahresabfluss - und damit die nutzbare Wassermenge im Stausee - hängt in normalen Jahren zum grossen Teil von der Menge des Wassers ab, das im Sommer durch die Schmelze aus der Winterschneedecke und aus älteren, verfirnten oder vereisten Reserven des Gletschers wieder freigesetzt wird. Der Massenhaushalt des Gletschers bestimmt weitgehend auch das zukünftige Verhalten der Gletscherzunge. Die jährliche Massenänderung des Gletschers stellt im Rahmen der Untersuchungen für die KWA eine wichtige Zielgrösse dar, die es möglichst gut zu erfassen gilt. Deshalb ist bereits in den ersten Jahren ein Netz von 32 mehr oder weniger gleichmässig über den ganzen Gletscher verteilten Messstellen (je 10 im Akkumulationsgebiet und im Bereich der Gleichgewichtslinie, 12 im Ablationsgebiet) mit Pegelstangen markiert worden, an denen der jährliche Firnzuwachs oder Eisabtrag direkt bestimmt wird. Bei 6 Messstellen wird seit 1967 die Messmarke als sogenannter Bojenpegel jeden Herbst in die Ausgangslage zurückversetzt. Ab 1969 ist das glaziologische Messnetz im Rahmen der Massenhaushaltsuntersuchungen der VAW ausserhalb des Auftrags sukzessive auf 70 bis 80 Pegel erweitert worden (siehe Spezialkarte).

In den ersten 8 Jahren ist die mittlere spezifische Massenänderung für Höhenstufen von 100 Metern aus den beobachteten Werten und ihrer Beziehung zur Meereshöhe empirisch ermittelt worden. Daraus ergibt sich die mittlere spezifische Massenänderung für den ganzen Gletscher als gewogenes Mittel der Höhenstufenwerte, mit den Höhenstufenflächen als Gewichten. Durch die Vermehrung der Messstellen wurde es möglich, unter Berücksichtigung der auf dem Gletscher sichtbaren, in einzelnen Jahren in Luftbildern erfassten Ausaperungsmuster und Firn- oder Schneeschichtgrenzen Zonen gleicher Massenänderung auszuscheiden (Abbildung 21). Deren Fläche wird, nach Höhenstufen gesondert, planimetrisch ermittelt. Mit Hilfe dieser Teilflächen wird schrittweise die Massenänderung in den Höhenstufen und für den ganzen Gletscher berechnet. Die Messreihe von 1961/62 bis 1978/79 der 18 Jahresbilanzen der Massenänderung ist wie folgt homogenisiert worden: Aufgrund der Beobachtungen an den grösseren Stichproben der Jahre nach 1970 sind die kleineren Stichproben der früheren Jahre mittels statistischer Verfahren durch simulierte Werte nachträglich so ergänzt worden, dass sich die Massenänderung in allen Jahren aus Zonen gleicher Änderung berechnen liess. Die Ergebnisse der überarbeiteten Jahresbilanzen 1961/62 bis 1978/79 sind in Tabelle 27 für den ganzen Gletscher zusammengefasst und durch weitere Angaben ergänzt, in Tabelle 28 auch für die einzelnen Höhenstufen angegeben. Sie ersetzen die früher publizierten Werte. Die Summe der 18 Jahreswerte mit je 9 positiven und negativen Summanden ergibt ein Ueberwiegen des Schwundes in der Grössenordnung einer halben Füllung des Stausees (9.8 Millionen Kubikmeter Wasser). Dementsprechend hat sich das Volumen des Gletschers von 1961 bis 1979 um insgesamt 10.9 Millionen

Kubikmeter Eis, seine mittlere Dicke um 1.7 Meter vermindert. Die durchschnittliche Dickenabnahme um 0.09 Meter pro Jahr stimmt mit dem geodätisch ermittelten Wert (0.10 m/Jahr) sehr gut überein (vergleiche Kapitel 6A.2) Ihr entspricht eine mittlere spezifische Aenderung der Gletschermasse um jährlich -83 Kilogramm pro Quadratmeter. Im Durchschnitt der Messreihe lag die mittlere Höhe der Gleichgewichtslinie am Ende der jährlichen Haushaltsperioden bei 2842 Metern über Meer, wobei das Nährgebiet rund 53 Prozent der Gletscheroberfläche umfasste (AAR = 0.53).

Die hydrologische Bilanz des Einzugsgebietes Griessee wird - gewissermassen rückwärtsschreitend - gerechnet oder rekonstruiert aus der Reservenänderung und dem Abfluss sowie der invariant angenommenen, auf 200 Millimeter pro Jahr veranschlagten Verdunstung. Der Gebietsniederschlag, üblicherweise als Eingangsgrösse eingesetzt, ergibt sich hier als Restglied der hydrologischen Grundgleichung. Als Reservenänderung wird die vorgehend besprochene Massenänderung des Gletschers eingesetzt, was in manchen Jahren gewiss nur näherungsweise zulässig ist. Der Abfluss des Griesbachs ist von 1957 bis 1966 jeweils im Sommer durch die KWA mit einem in der Nähe der vorgesehenen Sperrstelle aufgestellten Limnigraphen registriert, im Winter nach Abflussmessungen der Landeshydrologie an der Aegina bei Ladstafel und an der Massa bei Massaboden oder aus Vergleichen der Lufttemperaturen auf dem Grossen St. Bernhard mit den Sommerabflüssen im Griesbach geschätzt worden. Seit dem Beginn des Kraftwerkbetriebs wird der Seezufluss aus den Veränderungen des Wasserstands im See und aus den über die Turbine abgeleiteten Wassermengen täglich bestimmt. In den Angaben der Tabelle 29 für die hydrologischen Jahresbilanzen 1961/62 bis 1978/79 sind die überarbeiteten Werte der Massenänderungen aus Tabelle 27 berücksichtigt. Bei den Massenänderungen ist der Einfluss des Stausees auf den natürlichen Massenhaushalt zahlenmässig ausgedrückt. In Tabelle 29, die als näherungsweise Rekonstruktion des natürlichen Wasserhaushalts aufzufassen ist, wird ausserdem die Stauhaltung im Griessee rechnerisch ausgeschaltet, da sie aus dieser Sicht nicht eine Gebietsreserve darstellt, sondern als verzögerter Abfluss zu betrachten ist.

Um Vergleichswerte zum indirekt bestimmten jährlichen Gebietsniederschlag zu erhalten, sind 1964 ein Tagesniederschlagssammler an der Zufahrtsstrasse etwa 300 Meter unterhalb der Staumauer, ein Monatssammler bei der ebenfalls 1964 eingerichteten Wetterhütte oberhalb der Staumauer und ein Jahressammler in der Nähe des Cornopasses aufgestellt worden. Tages- und Monatssammler werden wöchentlich, der Jahressammler - bis zum Abschluss der Bauarbeiten monatlich kontrolliert - wird je einmal im Frühjahr und im Herbst abgelesen. In Tabelle 29 sind die Ergebnisse der Herbstmessungen am Totalisator Cornopass als jährliche Niederschlagshöhe mit dem indirekt bestimmten Gebietsniederschlag verglichen. In den ersten Jahren sind während des Winters periodische Messungen am Pegelnetz auf dem Gletscher vorgenommen und im Frühjahr durch Sondierungen und Dichtemessungen ergänzt worden, um den Schneezuwachs während der Akkumulationsperiode zu erfassen und dadurch Aufschluss zu erhalten über die zeitliche und räumliche Verteilung des Niederschlags. Besonders günstige Verhältnisse für die Schneemessungen wurden im Frühjahr 1962 angetroffen, da die Winterschneedecke auch im Firngebiet

auf eine hartgefrorene Gletscheroberfläche abgelagert worden war. Abbildung 22 zeigt die Variation des abgelagerten Winterniederschlags 1961/62 als Wasseräquivalent der Schneedecke in zwei Längsprofilen und in einem Querprofil auf dem Griesgletscher. Sie ist am 27.-29. April 1962 erfasst worden mit über 1000 Abstichen mit der Tiefenprobe und mit vier Schneeschächten, in denen das Raumgewicht durch Wägungen bestimmt wurde. Aus der Gesamtheit dieser Messungen ergibt sich eine Zunahme des Wasserwerts mit der Meereshöhe um 0.05 Meter pro Hektometer bei einem mittleren, auf das ganze Einzugsgebiet umgerechneten Wasserwert der Schneedecke von 1.24 Metern (vergleiche hierzu die Jahreswerte in Tabelle 29 und die Ausaperung im nachfolgenden Herbst 1962 auf dem Luftbild, Abb.25, 3. Umschlagseite). Ueber die Ausaperung und die klimatische Schneegrenze sind verschiedene Studien des Geographischen Instituts der Universität Bern am Beispiel des Griesgletschers durchgeführt worden (Lit. 9 bis 11).

Tabelle 27. Griesgletscher - Jährliche Massenänderung und Höhe der Gleichgewichtslinie, von 1961/62 bis 1978/79

Tableau 27. Glacier de Gries - Bilan de masse annuel et altitude de la ligne d'équilibre, de 1961/62 à 1978/79

Bilanzjahr		Gletscher- fläche	Massenänderung			Gleichgewichts- linie	
			gesamt	spezifisch	an der Front		
Année du bilan		Surface glaciaire 1) km <sup>2</sup>	Bilan de masse			Ligne d'équi- libre 5) m ü.M./m s.m.	
vom/du	bis/au		total 2) 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	spécifique 3) kg/m <sup>2</sup>	au front 4) 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>		
3.10.61	2.10.62	6.690 a)	- 6.293	- 847		3010	
2.10.62	3.10.63	6.690	+ 1.451	+ 195		2740	
3.10.63	2.10.64	6.690	- 7.319	- 985		3010	
2.10.64	5.10.65	6.690	+ 5.151	+ 693		2685	
5.10.65	3.10.66	6.595	- 0.453	- 62	- 0.569	2735	
3.10.66	13.10.67	6.380 b)	+ 2.303	+ 325	- 0.494	2695	
13.10.67	11.10.68	6.375	+ 4.016	+ 567	- 0.340	2680	
11.10.68	7.10.69	6.371	+ 3.296	+ 466	- 0.180	2705	
7.10.69	12.10.70	6.366	- 3.807	- 538	- 0.250	2970	
12.10.70	9.10.71	6.362	- 7.518	-1064	- 0.180	3145	
9.10.71	9.10.72	6.360	+ 3.144	+ 445	- 0.070	2710	
9.10.72	7.10.73	6.354	- 7.840	-1110	- 0.340	3135	
7.10.73	18.10.74	6.350	- 1.098	- 156	- 0.050	2835	
18.10.74	6.10.75	6.348 c)	+ 1.977	+ 280	- 0.050	2740	
6.10.75	30. 9.76	6.342	- 7.444	-1056	- 0.290	3100	
30. 9.76	29. 9.77	6.341	+ 8.976	+1274	- 0.040	2530	
29. 9.77	26. 9.78	6.340	+ 6.758	+ 959	- 0.040	2670	
26. 9.78	25. 9.79	6.337	- 6.232	- 885	- 0.150	3070	
Summe/Total			-10.932	-1499	- 3.043		
Mittel/Moyenne			6.443	- 0.607	- 83	- 0.169	2842

1) Fläche nach den luftphotogrammetrischen Aufnahmen vom 20.9.1961 (a), 1.9.1967 (b) und 15.8.1979 (c) planimetrisch bestimmt, seit 1966 auf die einzelnen Jahre reduziert nach Massgabe der Flächenverminderung am Zungenende, die weitgehend auf die Einwirkung des Stausees zurückzuführen ist.

Surfaces déterminées selon les relevés aérophotogrammétriques des 20.9.1961 (a), 1.9.1967 (b) et 15.8.1979 (c) et réduites, dès 1966, selon la diminution annuelle de la surface, qui est due avant tout à l'inondation du front glaciaire par les eaux du lac artificiel.

2) Eisvolumen, berechnet mit einer Dichte des Eises von 0.9 g/cm<sup>3</sup>. Gesamte Änderung, einschliesslich der durch den Stausee bewirkten Schmelzung.

Volume de glace, déterminé en admettant une densité de la glace de 0.9 g/cm<sup>3</sup>. Variation totale, comprenant aussi les pertes de fonte dues à l'influence du lac artificiel.

3) Der Eismenge 1 kg/m<sup>2</sup> entspricht eine Wassersäule von 1 Millimeter Höhe.

Une masse de 1 kg/m<sup>2</sup> équivaut à 1 millimètre en hauteur d'eau.

4) Volumen des Eises, das zwischen der alten und der neuen Zungenfront verschwunden ist.

Volume de la glace disparue entre les fronts glaciaires ancien et nouveau.

5) Durchschnittliche Meereshöhe am Ende des Bilanzjahres.

Altitude moyenne à la fin de l'année du bilan.

Tabelle 28. Griesgletscher - Jährliche Massenänderung von 1961/62 bis 1978/79 in Höhenstufen von 100 Metern, mit Angaben über den Einfluss des Stausees

Tableau 28. Glacier de Gries - Bilans de masse annuels, de 1961/62 à 1978/79, par échelons de 100 mètres d'altitude, avec indications sur l'influence du lac artificiel

Bilanzperioden siehe Tabelle 27/Périodes de bilan voir tableau 27

a) 1961/62 - 1965/66

Höhenstufen m ü.M.	Flächen km <sup>2</sup> 1)	Spezifische Massenänderung in kg/m <sup>2</sup> 2)				
		1961/62	1962/63	1963/64	1964/65	1965/66
- Massenänderung ohne Seeinfluss: 3)						
2300 - 2400	0.127	- 4165	- 3717	- 5291	- 2409	- 3062
2400 - 2500	0.297	- 3347	- 2869	- 3933	- 1394	- 2734
2500 - 2600	0.563	- 2748	- 1792	- 2947	- 494	- 1382
2600 - 2700	1.082	- 1885	- 1170	- 1937	- 272	- 737
2700 - 2800	0.605	- 909	+ 106	- 1299	+ 519	+ 116
2800 - 2900	0.752	- 420	+ 750	- 886	+ 964	+ 459
2900 - 3000	1.015	- 140	+ 1013	- 432	+ 1303	+ 419
3000 - 3100	1.574	+ 98	+ 1337	+ 290	+ 1524	+ 619
3100 - 3200	0.533	+ 362	+ 1679	+ 634	+ 1595	+ 1122
3200 - 3300	0.133	+ 752	+ 1752	+ 729	+ 2233	+ 1248
3300 - 3400	0.009	+ 778	+ 1778	+ 778	+ 2244	+ 1222
2300 - 3400	6.690	- 847	+ 195	- 985	+ 693	+ 16
- Seeinfluss: 4)						- 78
- Massenänderung mit Seeinfluss: 5)						
2300 - 3400		- 847	+ 195	- 985	+ 693	- 62
Reduzierte Flächen in km <sup>2</sup> : 6)						
2300 - 2400						0.032
2300 - 3400						6.595

1) Flächen vom 20. September 1961/Surfaces du 20 septembre 1961.

2) Berechnet mit den Werten der Flächenkolonne, ausgenommen für die Höhenstufe 2300-2400 in den Fällen, wo reduzierte Werte am Schluss der Tabelle angegeben sind.

3) Mittlere spezifische Massenänderung im Bereich des Gletschers, der am Ende des Bilanzjahres oberhalb der Zungenfront, d.h. ausserhalb des unmittelbaren Einflussbereichs des Stausees liegt.

4) Massenänderung im Gebiet des Stausees, zwischen der alten und der neuen Zungenfront, bezogen auf die ganze Gletscherfläche.

5) Mittlere spezifische Massenänderung des ganzen Gletschers.

6) Durch das Zurückschmelzen der Zungenfront reduzierte Flächen der untersten Höhenstufe und des ganzen Gletschers am Ende des Bilanzjahres.

b) 1966/67 - 1972/73

Echelons d'altitude m s.m.	Surfaces km <sup>2</sup> 1)	Bilans de masse spécifiques, en kg/m <sup>2</sup> 2)						
		1966/67	1967/68	1968/69	1969/70	1970/71	1971/72	1972/73
- Bilans non influencés par le lac: 3)								
2300 - 2400	0.027	- 2852	- 2000	- 2167	- 3538	- 3556	- 1714	- 4000
2400 - 2500	0.263	- 2167	- 1734	- 2251	- 3270	- 2817	- 981	- 3539
2500 - 2600	0.565	- 1034	- 715	- 1602	- 2205	- 2531	- 465	- 2851
2600 - 2700	0.987	- 434	- 213	- 705	- 1235	- 2152	- 285	- 2287
2700 - 2800	0.577	+ 549	+ 506	+ 622	- 248	- 1222	+ 192	- 1302
2800 - 2900	0.742	+ 841	+ 833	+ 1156	- 197	- 822	+ 578	- 764
2900 - 3000	1.004	+ 796	+ 1263	+ 1016	- 74	- 539	+ 744	- 385
3000 - 3100	1.577	+ 982	+ 1242	+ 1188	+ 230	- 281	+ 1055	- 184
3100 - 3200	0.503	+ 1298	+ 1328	+ 1694	+ 270	+ 6	+ 1163	+ 26
3200 - 3300	0.126	+ 1746	+ 1698	+ 1738	+ 254	+ 135	+ 1262	+ 254
3300 - 3400	0.009	+ 1778	+ 1778	+ 1778	+ 333	+ 222	+ 1333	+ 333
2300 - 3400	6.380	+ 395	+ 615	+ 491	- 503	- 1039	+ 455	- 1062
- Effet de l'influence du lac sur le bilan: 4)								
		- 70	- 48	- 25	- 35	- 25	- 10	- 48
- Bilan modéré par l'influence du lac: 5)								
2300 - 3400		+ 325	+ 567	+ 466	- 538	- 1064	+ 445	- 1110
Surfaces réduites, en km <sup>2</sup> : 6)								
2300 - 2400			0.022	0.018	0.013	0.009	0.007	0.001
2300 - 3400			6.375	6.371	6.366	6.362	6.360	6.354

1) Surfaces du 1er septembre 1967/Flächen vom 1. September 1967.

2) Calculés à partir des valeurs données dans la colonne des surfaces, à l'exception de l'échelon 2300-2400 et dans les cas, où des valeurs réduites sont indiquées à la fin du tableau.

3) Bilan de masse spécifique de la partie du glacier qui, à la fin de l'année du bilan, est située au-dessus de la falaise frontale et qui, jusqu'alors, n'a pas été exposée à l'influence du lac artificiel.

4) Bilan de masse de la zone exposée à l'action de fonte des eaux du lac (située entre les falaises frontales ancienne et nouvelle), rapporté à la surface totale du glacier.

5) Bilan de masse spécifique de l'ensemble total du glacier.

6) Surfaces à la fin de l'année du bilan, réduites par le recul de la falaise frontale.

c) 1973/74 - 1978/79

Höhenstufen m ü.M.	Flächen km <sup>2</sup>	Spezifische Massenänderungen, in kg/m <sup>2</sup> 2)						
		1) 1973/74	1974/75	1975/76	1976/77	1977/78	1978/79	
- Massenänderung ohne Seeinfluss: 3)								
2300 - 2400	0.004	- 3235	- 2533	- 4778	- 1125	- 2000	- 4250	
2400 - 2500	0.184	- 2967	- 1630	- 4467	- 897	- 1397	- 2706	
2500 - 2600	0.608	- 1688	- 995	- 2873	+ 219	- 433	- 2225	
2600 - 2700	0.984	- 1319	- 542	- 1991	+ 248	- 115	- 1817	
2700 - 2800	0.543	- 471	+ 72	- 1381	+ 703	+ 422	- 1118	
2800 - 2900	0.726	+ 101	+ 470	- 740	+ 1253	+ 1022	- 842	
2900 - 3000	1.004	+ 437	+ 665	- 460	+ 1621	+ 1367	- 647	
3000 - 3100	1.597	+ 684	+ 935	- 142	+ 2059	+ 1801	- 32	
3100 - 3200	0.547	+ 876	+ 1101	+ 132	+ 2411	+ 2249	+ 119	
3200 - 3300	0.130	+ 1100	+ 1115	+ 254	+ 2746	+ 2254	+ 254	
3300 - 3400	0.010	+ 1200	+ 1200	+ 300	+ 2800	+ 2300	+ 300	
2300 - 3400	6.337	- 149	+ 287	- 1015	+ 1280	+ 965	- 864	
- Seeinfluss: 4)								
		- 7	- 7	- 41	- 6	- 6	- 21	
- Massenänderung mit Seeinfluss: 5)								
2300 - 3400		- 156	+ 280	- 1056	+ 1274	+ 959	- 885	
Reduzierte Flächen, in km <sup>2</sup> : 6)								
2300 - 2400		0.017	0.015	0.009	0.008	0.007		
2300 - 3400		6.350	6.348	6.342	6.341	6.340		

1) Flächen vom 15. August 1979/Surfaces du 15 août 1979.

2) - 6) Siehe Tabelle 28a/Voir tableau 28b.

Tabelle 29. Hydrologische Bilanzen 1961/62 bis 1978/79 im Einzugsgebiet der Aegina (Griesgletscher)

Tableau 29. Bilans hydrologiques 1961/62 à 1978/79 du bassin versant de l'Aegina (Glacier de Gries) 1)

Bilanzperiode	Abfluss	Verdunstung	Reserven- änderung	Niederschlag	
				Gebietsmittel	Totalisator
Période de bilan	Ecoulement	Evaporation	Variation de la réserve	Précipitations	
	2)	3)	4)	Moyenne 5)	Totalisateur 6)
3.10.61 - 2.10.62	2355	200	- 557	1998	
2.10.62 - 3.10.63	2121	200	+ 128	2449	
3.10.63 - 2.10.64	2440	200	- 635	2005	
2.10.64 - 5.10.65	1434	200	+ 447	2081	1956
5.10.65 - 3.10.66	1611	200	- 39	1772	1343
3.10.66 - 13.10.67	1984	200	+ 204	2388	1874
13.10.67 - 11.10.68	1573	200	+ 355	2128	1887
11.10.68 - 7.10.69	1630	200	+ 292	2122	1642
7.10.69 - 12.10.70	1858	200	- 336	1722	1331
12.10.70 - 9.10.71	1960	200	- 665	1495	1361
9.10.71 - 9.10.72	1373	200	+ 278	1851	1457
9.10.72 - 7.10.73	2174	200	- 693	1681	1414
7.10.73 - 18.10.74	1744	200	- 97	1847	1684
18.10.74 - 6.10.75	1707	200	+ 175	2082	2147
6.10.75 - 30. 9.76	1836	200	- 658	1378	1183
30. 9.76 - 29. 9.77	1911	200	+ 794	2905	2449
29. 9.77 - 26. 9.78	1575	200	+ 586	2361	2040
26. 9.78 - 25. 9.79	1998	200	- 540	1658	1347
Summe/Total	33284	3600	- 961	35923	25115
Mittel/Moyenne	1849	200	- 53	1966	1674

1) Ergänzt Tabelle 10a dieses Jahrbuchs und ersetzt die früher publizierten Angaben. Alle Bilanzgrößen sind in  $\text{kg/m}^2$  angegeben und beziehen sich auf die Gesamtfläche des Einzugsgebiets (siehe Tabelle 10a).

Complète le tableau 10a de cet annuaire et remplace les valeurs publiées précédemment. Les données du bilan, exprimées en  $\text{kg/m}^2$ , se rapportent à la surface totale du bassin versant (voir tableau 10a).

2) Vom Kraftwerk für das Jahr vom 1. Oktober bis 30. September bestimmte Werte (siehe Bemerkungen zu Tabelle 16 des 93./94. Gletscherberichts).

Valeurs déterminées par les forces motrices pour l'année du 1er octobre au 30 septembre (voir remarques du tableau 16 des rapports nos. 93/94).

3) Invarianter Schätzwert / Valeur estimée (invariable).

4) Von der Massenänderung des Gletschers abgeleitete Werte (siehe Tabellen 27 und 28).

Valeurs dérivées du bilan de masse du glacier (voir tableaux 27 et 28).

5) Aus Abfluss, Verdunstung und Reservenänderung berechnete Werte.

Valeurs calculées à partir de l'écoulement, de l'évaporation et de la variation de la réserve.

6) Standort des Totalisators: Koordinaten km 672.34/145.80, Höhe 2510 m ü.M.

Coordonnées du totalisateur: 672.34/145.80 km, altitude 2510 m s.m.

Abbildung 21. Griesgletscher - Zonen gleicher Massenänderung in Jahren mit ausgeglichenem oder extrem unausgeglichenem Haushalt

Figure 21. Glacier de Gries - Zones d'égal bilan spécifique dans des années à bilan équilibré ou extrêmement déséquilibré

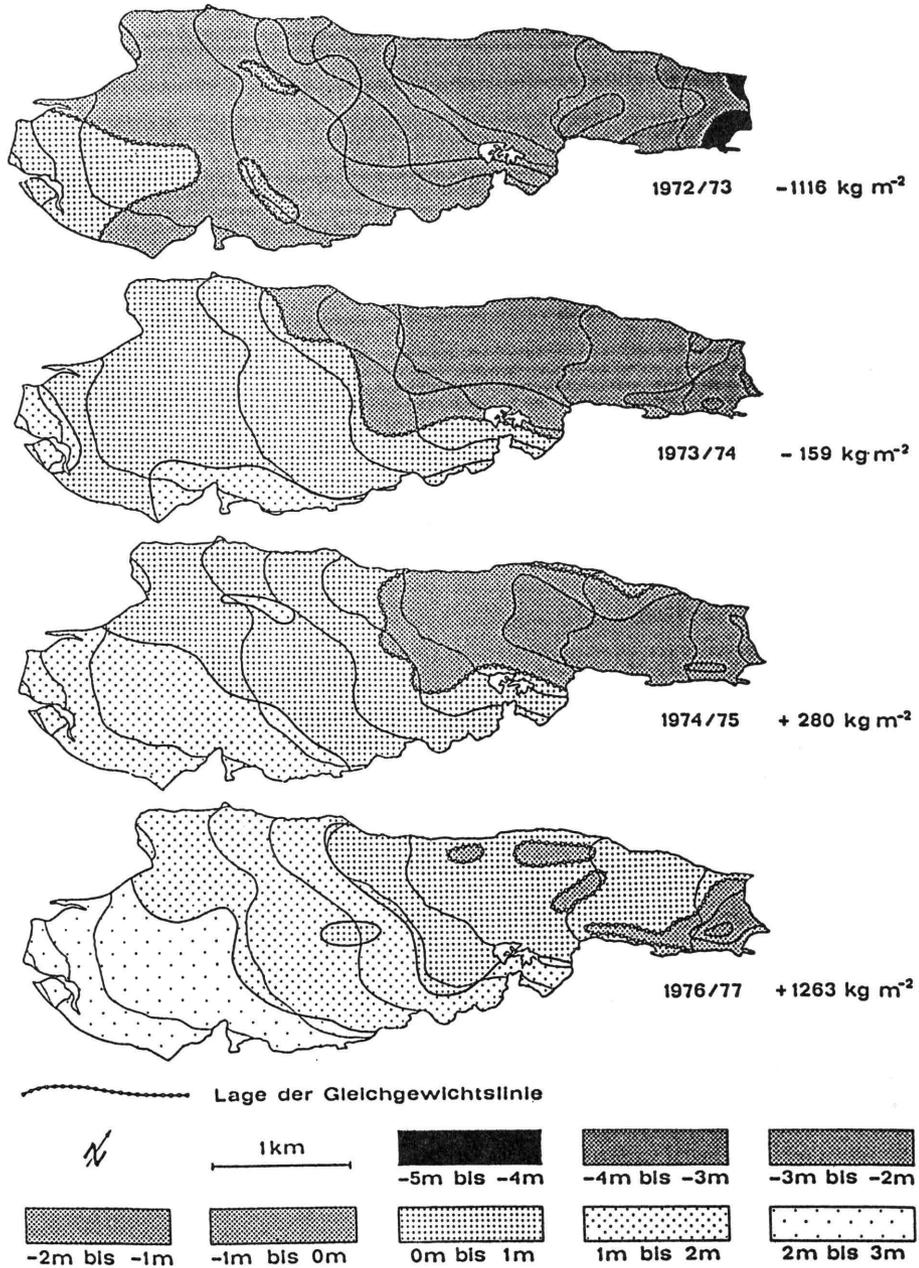
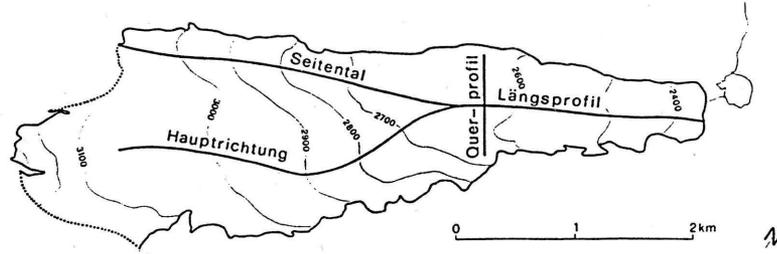


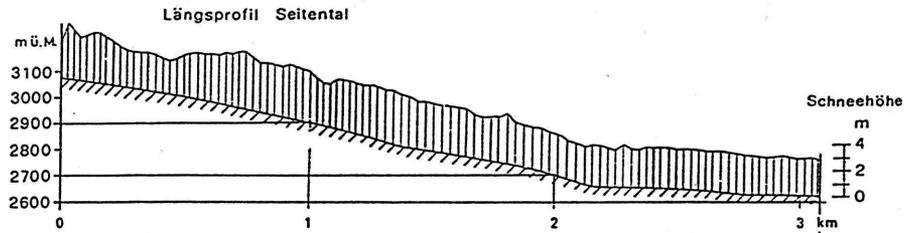
Abbildung 22. Griesgletscher - Schneehöhen im Längs- und im Querprofil, am 27.-29. April 1962

Figure 22. Glacier de Gries - Hauteurs de neige dans les profils longitudinal et transversal, les 27 - 29 avril 1962

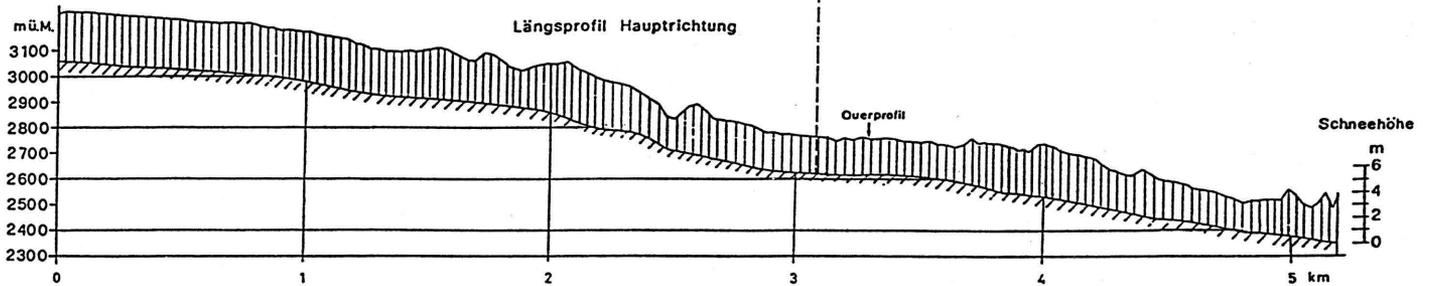
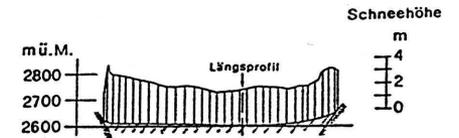
a) Messrouten - tracé des sondages



b) Längsprofile - Profils longitudinaux



c) Querprofil - Profil transversal



#### 6A.4 Bewegungsmessungen und weitere Untersuchungen

Neben dem Massenhaushalt weisen auch die Veränderungen der Fließgeschwindigkeiten auf das zukünftige Verhalten des Gletschers hin. Als Marken für die Messung der Eisbewegung an der Gletscheroberfläche dienen die Pegel des glaziologischen Messnetzes. Im Akkumulationsgebiet sind es im Firn eingesteckte Leichtmetallrohre, verlängert mit Bambusstangen, im Ablationsgebiet Holzgestänge, die in Bohrlöchern bis 30 Meter tief ins Eis eingesetzt werden. Die Bewegung der Pegel wird bestimmt, indem diese von den Vermessungsstationen am Ufer aus mittels Theodolit wiederholt vorwärts eingeschnitten werden. Die Geschwindigkeit, mit der sich die Messmarken und das sie umgebende Eis verschieben, ist örtlichen und zeitlichen Schwankungen unterworfen. In Abbildung 23 ist für 4 Messstellen die Horizontalkomponente der jährlichen Verschiebung dargestellt und mit der Aenderung der Gletscherdicke an den gleichen Messstellen verglichen. Die Geschwindigkeiten nehmen im Firngebiet von oben her (Boje I) gegen die Gleichgewichtslinie des Massenhaushalts hin (Boje III) zu; im Ablationsgebiet (Boje V) werden sie gegen das Zungenende hin (Boje VI) wieder kleiner. Bei den einzelnen Bojen sind die ortsbedingten Schwankungen seit 1967 dadurch ausgeschaltet, dass die Messmarke jeden Herbst in den gleichen Ausgangspunkt zurückversetzt wird. Die zeitlichen Schwankungen der Geschwindigkeit sind eng verknüpft mit jenen der Gletscherdicke. Im Firngebiet (Bojen I und III) verlaufen sie weitgehend parallel im Sinne einer generellen Geschwindigkeits- und Dickenzunahme während der 18 Jahre der Messperiode 1961/79. Im Zungengebiet jedoch hat sich die Bewegung bei abnehmender Gletscherdicke beschleunigt. An der untersten Messstelle, die 1971 und 1976 infolge des Zurückschmelzens der Zungenfront bergwärts verlegt wurde, sind das Absinken und die Bewegungsbeschleunigung besonders deutlich ausgeprägt, was zumindest teilweise auf den jährlichen Einstau des Zungenendes seit 1966 zurückzuführen sein dürfte.

Bei der ersten Füllung des Stausees, im Sommer 1966, wurde ein beträchtlicher Teil der Gletscherzunge unter Wasser gesetzt. Mit dem Loslösen und Auftreiben der überfluteten Eismassen musste gerechnet werden und ebenso mit Flutwellen als Folge solcher Kalbungen, die sich am 16. August und am 19. September auch ereigneten. Die Flutwellen wurden limnigraphisch registriert und gemessen. Ihre Amplitude erreichte bei der Staumauer mit 10 und 16 Zentimetern bei weitem nicht das befürchtete Ausmass von einem Meter oder mehr. Auffällig und eindrücklich hingegen war die Verwirbelung des Seewassers während des verhältnismässig langsamen Kalbungsvorgangs (Lit. 6). Infolge der Kalbung wurde der Gletscher in der Messperiode 1965/66 um den hohen Betrag von 142 Metern kürzer. In den 13 Jahren von 1966 bis 1979 wich die Front um weitere 274 Meter zurück, wobei der Stausee die Schmelzung an der benetzten Front wesentlich beschleunigt hat. Denn der See nimmt durch Strahlung und Wärmeübergang Energie aus der Atmosphäre auf und gibt diese zum Teil an das Eis ab. Um diesen Mechanismus etwas abzutasten, wurden einige Versuche durchgeführt. Zum Erfassen der thermisch erzeugten oder durch den Wind verursachten Strömungen genügten die Messungen indessen nicht. Interessant sind immerhin die in der Nähe der Staumauer gemessenen Temperaturen des Seewassers während der ersten Füllung des Stausees. In Abbildung 24 ist ihr räumlicher und zeitli-

cher Verlauf graphisch dargestellt. Durch den Schwund des Gletschers hat sich der nutzbare Rauminhalt des Stausees von 1966 bis 1979 um etwa 3 Millionen auf rund 18 Millionen Kubikmeter vergrößert.

Auf besondere Studien des geologischen Instituts der ETH Zürich über die Verformung des Gletschereises und der dabei entstehenden Oberflächenstrukturen des Griesgletschers (Lit. 12 und 13) ist im vorangehenden Jahrbuch (Seiten 48 und 56/57) hingewiesen.

Legende und Bemerkungen zu Abbildung 23 - Légende et remarques de la figure 23

	Pegel: balises:	durchlaufend <u>pluriannuelles</u>	Bojen <u>annuelles</u>
Messstellen im Nährgebiet (Auswahl) Points de mesure dans la zone d'accumulation (choix)		P 2, P 10	B I, B III
Messstellen im Zehrgebiet (Auswahl) Points de mesure dans la zone d'ablation (choix)		C/C', J	B V, B VI
Dickenänderung seit 1961 (Summe der jährlichen Änderungen) Variation de l'épaisseur par rapport à 1961 (somme des variations annuelles)		◇	□
Horizontalbewegung (mittlere Geschwindigkeit) - Jahreswert Mouvement horizontal (vitesse moyenne) valeur pour 1 an		▲	●
- Zweijahreswert valeur pour 2 ans		△	○

In der Kartenbeilage (s. 3. Umschlagseite) sind sämtliche Messstellen eingetragen. Die Dickenänderung bezieht sich auf den in der Karte dargestellten Stand der Gletscheroberfläche am 20.9.1961. Bei den Bojenpegeln, die normalerweise jedes Jahr in ihre Ausgangslage zurückversetzt werden, ist sie an diesem durch Koordinaten festgelegten Referenzpunkt bestimmt.

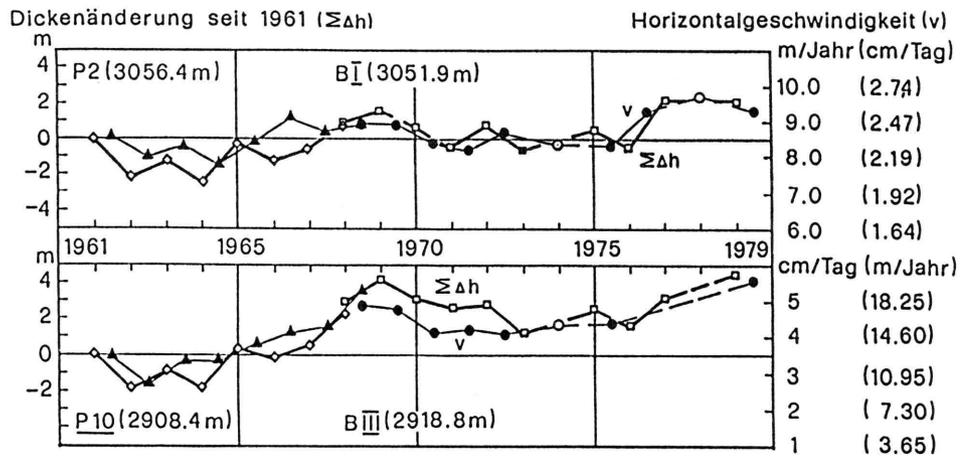
Dans la carte annexée (v. 3e page de couverture), les balises sont indiquées au nombre complet. La variation de l'épaisseur se réfère à l'état du glacier du 20.9.1961, représenté dans la même carte. Pour les balises annuelles, replacées normalement chaque année au même endroit, elle est déterminée à ce point de référence, qui est défini par des coordonnées fixes.

Abbildung 23. Griesgletscher - Horizontalbewegung und Dickenänderung von 1961 bis 1979

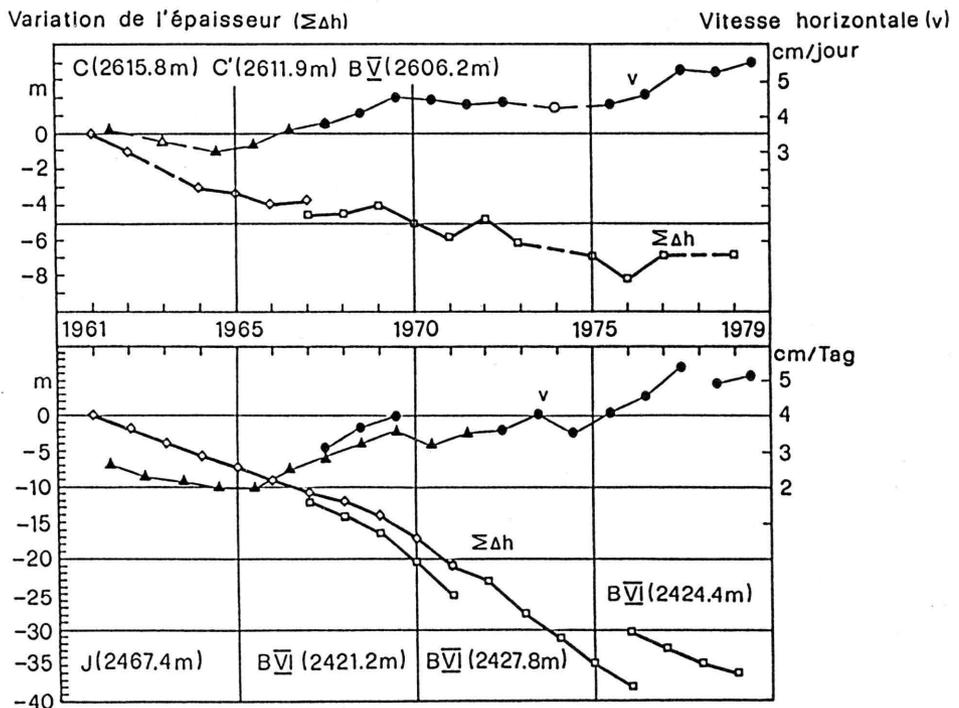
Figure 23. Glacier de Gries - Mouvement horizontal et variation de l'épaisseur, de 1961 à 1979

Legende und Bemerkungen siehe Seite 173 - Légende et remarques voir page 173

a) Nährgebiet - Zone d'accumulation



b) Zehrgebiet - Zone d'ablation





## 6A.5 Glaziologische Spezialkarte des Griesgletschers

Für die Untersuchungen der VAW im Auftrag der KWA ist der Griesgletscher von 1961 bis 1964 jährlich und zudem in den Jahren 1967, 1973 und 1979 aus der Luft fotografiert worden. Die Aufnahme vom 10. September 1962 ist auf der gefalteten Photobeilage im Originalmassstab (ungefähr 1:14 000) als nicht entzerrte Zusammensetzung der Luftbilder Nr. 7421 bis 7429 der Swissair Photo AG, Zürich, wiedergegeben (Abbildung 25, 3. Umschlagseite). Sie zeigt den Zustand des Gletschers und seines Vorfeldes mit dem natürlichen Griessee vor dem Beginn der Bauarbeiten an der Sperrstelle. Aufgrund der Luftbilder von 1961, 1967 und 1979 ist je ein Kurvenplan im Massstab 1:10 000 über die ganze Fläche des Gletschers aufgenommen worden. Die Pläne von 1961 und 1979 sind im selben Massstab samt allen Messstellen, die auf dem Gletscher oder auf dessen Ufern für die glaziologischen Untersuchungen und die photogrammetrischen Aufnahmen eingerichtet wurden, in der glaziologischen Karte dargestellt, die als Mehrfarbendruck gefalzt auf der dritten Umschlagseite dieses Jahrbuchs eingesteckt ist. Die Karte des Griesgletschers ist wie die Gletscherkarten des Silvretta- und des Limmerngebiets, die mit den vorangehenden Jahrbüchern erschienen sind, durch die L+T, die VAW und die GK/SNG herausgegeben worden und ebenso aus der Zusammenarbeit verschiedener Institutionen und Personen entstanden. Als Sachbearbeiter der VAW, der das Messprogramm am Griesgletscher durchführt, hat der Verfasser auch die Redaktion der Karte übernommen. Er konnte dabei auf das Mitwirken oder die Unterstützung folgender Institutionen und Mitarbeiter zählen:

- Swissair Photo AG, Zürich: Vermessungsflug vom 20. September 1961, mit Unterstützung durch Personal der AIAG für die Markierung der kontrastarmen Flächen des Firngebiets mit Russflecken,
- Eidgenössische Vermessungsdirektion, Bern (Direktor W.Bregenzler): Vermessungsflug vom 15. August 1979 durch Operateur R.Hübscher,
- Vermessungsbüro H.Leupin, Bern: Auswertung der Luftbilder am Stereoautographen,
- Bundesamt für Landestopographie, Bern, mit Direktor F.Jeanrichard und Mitarbeitern Ch.Trostel, J.Baechler und W.Meier: Herstellung der Karte,
- Kartographisches Institut der ETH Zürich, mit Prof. E.Spless und Mitarbeiter E.Stoll: Beratung beim Herstellen der Druckvorlagen für die Beschriftung der Karte mit dem Lichtsatzapparat des Instituts,
- Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie an der ETH Zürich (Prof. D.Vischer): mannigfache Unterstützung durch technische Mitarbeiter Pia Eugster, B.Nedela und W.Nobs,
- Kraftwerke Aegina AG, Ulrichen: Freigabe zur Publikation der gesamten im Auftragsverhältnis erarbeiteten Datengrundlagen; Betreuung der meteorologischen Beobachtungen im Griesgebiet und Mitwirken bei ergänzenden Untersuchungen durch die Stauwehrwärter A.Imfeld und A.Imoberdorf sowie den früheren Mitarbeiter G.Garbely,
- Partnerwerke der KWA, namentlich Kraftwerke Maggia AG, Locarno, mit Direktor H.Lüthi, Vizedirektor H.Fankhauser und Ingenieur O.Martini, und Schweizerische Aluminium AG (AIAG), Chippis und Zürich, mit Direktor W.Lepori und Ingenieuren H.Schnetzler und H.Von der Mühl: Auftragsverhandlungen,
- Gletscherkommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft: finanzielle Beiträge an Feldarbeiten und Publikation der Untersuchungsergebnisse in den Gletscherberichten.

Der Verfasser dankt den genannten wie auch den vielen ungenannten Mitwirkenden und der Direktion der VAW (Prof. G.Schnitter und Prof. Dr. D.Vischer) sowie dem langjährigen Chef der Abteilung für Hydrologie und Glaziologie der VAW (Tit.Prof. P.Kasser) für ihre Mitarbeit und Unterstützung.

#### 6A.6 Literaturhinweise

- 1) Kasser, P. (1961): Hydroglaziologische Untersuchungen über das Einzugsgebiet des Griessees. - Gutachten der VAW Bericht Nr. 50.1 z.Hd. des Konsortiums Elektrizitätswerk Aegidental (unveröffentlicht).
- 1a) - und Siegenthaler, H. (1967): (Dito), Bericht Nr. 50.7 (unveröffentlicht).
- 2) Berner, W. (1979): Fliessen von Gletschern - einfache Modellrechnungen im Zusammenhang mit dem Gasgehalt von Gletschern. - Mitteilungen der VAW/ETH Zürich Nr. 37, S. 57-70.
- 3) Bindschadler, R.A. (1980): The predicted behaviour of Griesgletscher (Wallis, Switzerland) and its possible threat to a nearby dam. - Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie, Band 16, Heft 1, S. 45-59.
- 4) - (1982): Modellrechnungen zum zukünftigen Verhalten des Griesgletschers, Wallis. - Zeitschrift "Wasser, Energie, Luft", 74. Jg., Heft 4, S. 113-116.
- 5) Kasser, P. (1967): Fluctuations of Glaciers 1959-1965. - Published by IASH (ICSI) and UNESCO, Paris.
- 6) Vischer, D. (1979): Kalbungswelle beim Aufbrechen einer überstauten Gletscherzunge. - Mitteilung der VAW/ETH Zürich Nr. 41, Festschrift Peter Kasser, S. 315-329.
- 7) Kasser, P. (1983): Die Variation der Wasservorräte im Einzugsgebiet der Rhone von Porte du Scex. - Glaziologisches Jahrbuch der GK/SNG, hrsg. VAW/ETH Zürich, S. 148-183.
- 8) Müller, F. et al. (1976): Firn und Eis der Schweizer Alpen. Gletscherinventar. - Geographisches Institut der ETH Zürich, Publikation Nr. 57.
- 9) Escher, H. (1970): Die Bestimmung der klimatischen Schneegrenze in den Schweizer Alpen. - Geographica Helvetica 25/1, S. 25-48.
- 10) - (1973): Zur Bestimmung des Niveau 365 in den Schweizer Alpen. - Zeitschrift für Geomorphologie Berlin, Suppl. Bd. 16, S. 90-103.
- 11) Hasler, M. (1975): Ausaperung und Klimaverlauf am Beispiel des Griesgletschers. - Geographica Helvetica 2, S. 57-65.
- 12) Hambrey, M.J. and Milnes, A.G. (1977): Structural geology of an Alpine Glacier (Griesgletscher, Valais, Switzerland). - Eclogae Geologicae Helveticae, Vol. 70, Nr. 3, S. 667-684.
- 13) - - and Siegenthaler, H. (1980): Dynamics and structure of Griesgletscher, Switzerland. - Journal of Glaciology, Vol. 25, No. 92, S. 215-228.

## 6A.7 Glacier de Gries (Valais) - Observations glaciologiques 1961-1979

### Aperçu du chapitre 6A

Les tableaux 25-29 et les figures 18-24 sont bilingues (en allemand et en français), la figure 25 et la carte glaciologique annexées (v. 3e p. de couverture) sont rédigées en allemand.

#### Chapitre 6A.1: Introduction (p. 153-154)

Le glacier de Gries est situé dans la partie haute de la vallée de l'Aegina, qui est reliée au Tessin par la route du col de Nufenen et à l'Italie par le sentier à mulet du col de Gries. Par la construction du barrage terminé en 1966, le petit lac naturel devant le front glaciaire a été agrandi, de sorte que les eaux retenues ont submergé la langue terminale du glacier. Les observations glaciologiques ont été commencées en 1961 à la demande des forces motrices de l'Aegina (KWA) avec les buts principaux suivants:

- prédiction des débits moyens et extrêmes du bassin versant, qui est englacé sur 2/3 de sa surface;
- prédiction du comportement général du glacier durant les 80 ans de durée de la concession et, en particulier,
- estimation des probabilités d'une crue glaciaire, qui pourrait produire des risques de danger pour le barrage, dont le site a été abandonné par le glacier depuis quelques décennies seulement.

L'installation et la gestion de l'aménagement hydroélectrique ont modifié le régime hydrologique de l'Aegina. Autrefois, les eaux du lac, provenant en grande partie de la fonte estivale de neige et de glace, se sont déversées sans délai dans l'Aegina, qui est tributaire du Rhône. Aujourd'hui, ces eaux sont retenues en majeure partie jusqu'en hiver et, après avoir passé par les turbines de l'usine à Altstafel, sont dérivées dans des galeries souterraines vers les aménagements hydroélectriques de la Maggia et relâchées dans le bassin versant du Tessin.

#### Chapitre 6A.2: Variations du glacier de Gries (p. 155-161, tabl. 25-26, fig. 18-20)

Le glacier de Gries s'accumule sur la pente nord-est du Blinnenhorn (3333.8 m s.m.) et s'écoule dans le tronçon supérieur de la vallée de l'Aegina. A l'état actuel, il mesure 5.5 kilomètres en longueur totale et se termine dans une falaise frontale sur les bords du lac de Gries, vers 2380 mètres d'altitude et à une distance de 0.5 kilomètres du barrage. A l'état de son étendue maximale des temps historiques, atteint pour la dernière fois vers 1850, il dépassait le site du barrage et se terminait sur l'Alpe d'Altstafel, environ 1 kilomètre plus loin, vers 1950 mètres d'altitude (fig. 18). La variation annuelle de la position du front glaciaire est mesurée depuis 1961 (tabl. 25). Lors du levé topographique en 1847, il recouvrait une surface de 8.5 km<sup>2</sup>, dont il a abandonné plus de 2 km<sup>2</sup> en 132 ans. Les variations de sa surface et de son épaisseur moyenne ont été déterminées à partir des levés topo-

graphiques effectués en 1923, 1961 et 1979 (tabl. 26, fig. 19). Les variations de l'épaisseur dans les profils longitudinal et transversaux ont été déterminées, en outre, par les levés aérophotogrammétriques de 1961, 1967, 1973 et 1979. Ces profils sont tracés dans la figure 20, qui donne une vue pseudoperspective des variations 1961/79 du niveau de la surface représentées à une échelle verticale exagérée (100 fois) par rapport à l'échelle horizontale.

#### Chapitre 6A.3: Bilan de masse du glacier et régime hydrologique du bassin versant (p. 162-171, tabl. 27-29, fig. 21-22)

Pour arriver aux buts de l'expertise et surtout pour vérifier les prédictions faites avant le début des mesures, il était important de connaître à fond le régime du glacier. Aussi, un réseau de 32 balises a été installé sur le glacier, en 1961, et élargi au nombre de plus de 70 balises, à partir de 1969. Sur ce réseau, on a déterminé les bilans annuels spécifiques de masse en fonction de l'altitude et établi le bilan total du glacier. Dans les premières années, le bilan total a été calculé à partir du gradient dérivé des valeurs spécifiques du bilan et à partir de la répartition de la surface glaciaire sur les échelons d'altitude. Plus tard, le nombre augmenté des points de mesure a permis de définir des zones d'égal bilan spécifique et de déterminer le bilan de masse total par l'intégration de ces zones (fig. 21). Par une analyse statistique des valeurs spécifiques, les observations des premières années ont été complétées de sorte qu'il a été possible de reconstruire les zones d'égal bilan spécifique pour les années 1961/62-1969/70. Les bilans annuels homogénéisés (tabl. 27-28), cumulés de 1961 à 1979, donnent en somme une diminution de la masse glaciaire de l'ordre de 10 millions de tonnes en 18 ans. La diminution du volume total du glacier, déterminée à partir des levés topographiques de 1961 et de 1979 (cf. carte annexée), est de l'ordre de 11 millions de m<sup>3</sup> de glace, soit de l'ordre de 9.9 millions de tonnes, en 18 ans.

Le bilan hydrologique du bassin versant est établi à partir des débits du lac mesurés par les KWA et à partir du bilan de masse du glacier, en admettant une valeur invariable pour l'évaporation (200 mm/an). Il en résulte une valeur calculée des précipitations moyennes annuelles sur le bassin (1966 mm). La moyenne annuelle des précipitations mesurées de 1964 à 1979 dans le totalisateur du Cornopass (situé sur la rive orientale du lac) est de l'ordre de 1674 millimètres (tabl. 29). En outre, les précipitations saisonnières ont été déterminées à partir des mesures sur l'accumulation de neige hivernale sur le glacier (fig. 22) et devant son front ou à partir des mesures hebdomadaires sur 2 petits totalisateurs (situés près du barrage) durant la saison estivale.

#### Chapitre 6A.4: Mesures du mouvement glaciaire et autres observations (p. 172-173, fig. 23-24)

La position des balises plantées sur le névé ou enfoncées dans la langue du glacier et déplacées suivant le mouvement glaciaire est déterminée par mensurations terrestres, chaque année. Ainsi, on saisit les variations annuelles de l'épaisseur et de la vitesse moyennes du

glacier aux endroits des mesures (fig. 23). La figure 23a montre les variations des deux données, de 1961 à 1979, dans la zone d'accumulation, où elles sont bien corrélées et suivent des tendances générales identiques vers un accroissement et une accélération du glacier. La figure 23b montre ces variations dans la zone d'ablation où, par contre, le mouvement s'est accéléré malgré la forte diminution de l'épaisseur, surtout dans la partie terminale (balise VI). Evidemment, la partie terminale a subi des modifications importantes à la suite des submersions estivales répétées du front glaciaire par les eaux du lac artificiel, à partir de 1966. Durant le premier remplissage du bassin de retenue, en été 1966, des observations limnologiques ont été faites dans l'attente d'éventuelles ondes de crue dans le lac, causées par les vélages du glacier (fig. 24). Sous l'influence des eaux retenues, le front glaciaire s'est décomposé, de sorte que le volume utilisable du lac s'est agrandi, de 1966 à 1979, de quelques 15 à 18 millions de m<sup>3</sup>.

Chapitre 6A.5: Carte glaciologique du Glacier de Gries (p. 176-177, fig. 25 et carte annexées, v. 3e p. de couverture)

Dans le cadre des travaux glaciologiques exécutés à la demande des KWA, le glacier de Gries a été saisi par des vols photogrammétriques dans les années 1961-1964, 1967, 1973 et 1979. Les clichés aériens du 10.9.1962, représentés sans correction des déformations perspectives, ont servi à composer la vue d'ensemble verticale (fig. 25 annexée, v. 3e p. de couverture). Elle montre le glacier et le terrain qu'il a délaissé dans leur état naturel, avant le début des travaux de construction au site du barrage. Les clichés des années 1961, 1967 et 1979 ont servi à la restitution photogrammétrique des plans à courbes de niveau, représentant le glacier entier à l'échelle 1:10 000. Les relevés de 1961 et 1979 sont reproduits dans la carte glaciologique annexée (v. 3e p. de couverture) avec les réseaux des mensurations glaciologiques (points de mesure balisés sur le glacier et points repères sur les rives). L'auteur, qui a présidé aux observations glaciologiques et à la rédaction de la carte spéciale du glacier de Gries, tient à remercier les personnes et institutions citées à la page 176 ainsi que toutes les autres, qui ont assisté aux travaux ou subventionné ce projet.

6B.1 Notizen zur Geschichte des Gletscherkollegiums SAC/SNG von 1869 bis 1893 und der Gletscherkommission SNG von 1893 bis 1984

Peter Kasser

Verzeichnis der Abkürzungen siehe Kapitel 6B.16 (S. 227-229)

6B.11 Die Gletscherkommission im Wandel der Zeit

Hundert Jahre Gletscherberichte geben Anlass zu Rückblick und Besinnung. Mancherlei Faktoren haben die Entwicklung der Gletscherkommission bestimmt, insbesondere

- die Zusammensetzung der Kommission,
- die dauernde Aufgabe der Kommission, den Stand und die Veränderungen der Schweizer Gletscher festzustellen,
- die Verbindungen der Kommission mit anderen Institutionen.

6B.11.1 Die Zusammensetzung der Kommission  
(vergleiche Kap. 6B.13 und Abb. 26)

Die Begeisterung im 19. Jahrhundert für die Natur unseres Landes und das Interesse, diese zu erforschen, motivieren die Bildung des Gletscherkollegiums. Initiant im Jahre 1868 ist der Schriftsteller und Literaturhistoriker E. Rambert, der auch naturwissenschaftlich arbeitet, vor allem auf dem Gebiet der Botanik. Gemeinsam mit zwei weiteren Alpinisten, dem Zoologen und Paläontologen L. Rütimeyer und dem Geologen A. Escher von der Linth vertritt er den Schweizerischen Alpenklub (SAC) im 1869 gegründeten Gletscherkollegium. Die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft (SNG) wählt ihrerseits den Ingenieur und Physiker A. Mousson sowie die Physiker L. Dufour und E. Hagenbach-Bischoff in das Kollegium. Dieses bestimmt den Naturforscher und Politiker E. Désor zum Präsidenten. In den Achtzigerjahren wird es ergänzt durch den Forstingenieur J. F. Coaz, Verfasser des eidgenössischen Forstgesetzes, durch den Arzt und Limnologen F. A. Forel, Begründer der Binnengewässerkunde und des Netzes für die langfristigen Beobachtungen an den Gletschern, und durch den Geologen A. Heim, der 1885 ein Handbuch der Gletscherkunde verfasst. Nach Désors Tod im Jahre 1882 übernimmt L. Rütimeyer den Vorsitz des Gletscherkollegiums, das sich 1893 auflöst und die Gletscherkommission der SNG bildet.

Der neuen Gletscherkommission unter der Leitung von E.Hagenbach-Bischoff gehören neben den Mitgliedern des aufgelösten Kollegiums auch die Physiker E.Sarasin, Forscher im Privatlaboratorium von A.de Rive in Genf, und L.du Pasquier aus Neuenburg an. Dieser begabte Geophysiker stirbt 1897 im Alter von 33 Jahren an Lungenentzündung. Als Nachfolger wird 1898 der Geologe M.Lugeon, Mitbegründer der Lehre vom Deckenbau der Alpen, in die Kommission gewählt. Dieser treten im Jahre 1909 der Geologe P.Arbenz und der Elektroingenieur und Geophysiker P.L.Mercanton als neue Mitglieder bei. E.Hagenbach-Bischoff stirbt 1910 als letztes der sieben Gründungsmitglieder von 1869. Zwei Jahre später stirbt F.A.Forel. Der Geophysiker A.de Quervain, Leiter der Grönlanddurchquerung von 1912, ergänzt die Kommission im Jahre 1913.

Die Zeit von 1910 bis 1918 ist geprägt durch den Präsidenten A.Heim. Mit den Autoren P.L.Mercanton und L.Held bringt er das Rhonegletscherwerk zu einem glücklichen Abschluss (Lit. Mercanton 1916). Er ist bestrebt, die Interessen der Wasserwirtschaft an den Gletschern zu nutzen, um die Arbeitsmöglichkeiten für die Gletscherkommission zu verbessern und die Fortsetzung der Untersuchungen am Rhonegletscher zu sichern (Kap. 6B.15.7). Am 1.1.1918 wird das "Bundesgesetz über die Nutzbarmachung der Wasserkräfte" rechtskräftig. Zu diesem Zeitpunkt gehören der Gletscherkommission als Mitglied an der Direktor der Abteilung für Wasserwirtschaft (ab 1919 A+W), L.W.Collet, der Direktor der Eidgenössischen Landestopographie (L+T), L.Held, und der Eidgenössische Oberforstinspektor, M.Décoppet. Die Meteorologie ist vertreten durch A.de Quervain, Adjunkt der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt (MZA), und durch P.L.Mercanton, nachmaliger Direktor der MZA. Im Jahre 1919 lösen der Ingenieur und Hydrologe O.Lütschg, Mitarbeiter der Abteilung für Wasserwirtschaft (neu A+W), und der Physiker A.Piccard, der nachmalige Stratosphären- und Tiefseeforscher, die zurücktretenden Mitglieder M.Lugeon und L.Held ab.

P.L.Mercanton leitet die Kommission vom 13.9.1918 bis zum 3.12.1949. Die ersten Jahre dieser Epoche stehen im Zeichen grosser Aktivität. Das A+W führt das Rhonegletscherwerk weiter. O.Lütschg intensiviert u.a. die hydroglaziologischen Untersuchungen im Mattmarkgebiet. A.de Quervain und O.Lütschg messen Bewegung und Erosion vorstossender Gletscher. Bald aber hat der neue Präsident Probleme zu lösen, die sich aus der aufziehenden Wirtschaftskrise ergeben. Im Jahre 1923 muss die Gletscherkommission Aufgaben übernehmen, die in den eidgenössischen Aemtern als Sparmassnahme gestrichen werden. Das Forschungsprojekt am Rhonegletscher wird fallengelassen, um wenigstens die Kontinuität in den jährlichen Erhebungen am Netz der Gletscherzungen aufrecht zu erhalten. Alle Kommissionsmitglieder setzen sich hiefür persönlich ein. A.de Quervain, der sich besonders auch für das Projekt einer hochalpinen Forschungsstation auf dem Jungfrauoch und für die Arbeiten der Zürcher Gletscherkommission einsetzt, stirbt nach schwerer Erkrankung im Januar 1927. Sein Ausfall trifft die Kommission hart. In dieser Situation ist die Mitarbeit der berggewohnten, in den Jahren 1924 und 1926 eingetretenen Mitglieder W.Jost, Physiker, und M.Oechslin, Forstingenieur, besonders notwendig. Zusätzliche Verstärkung bringt 1931 der Eintritt des Geologen und Bergführers R.Wyss. Nach dem Ausscheiden des nach Brüssel berufenen A.Piccard ergänzt sich die Kommission 1933 durch den Physiker A.Renaud, der seit einigen Jahren in ihrem

Auftrag die Dolinen am Gornergletscher untersucht und sich fortan vor allem mit der Physik und der Chemie des Gletscherkorns befasst. In den Jahren 1931 bis 1950 ist die Erkundung des Gletscherbetts mittels seismischer Sondierungen die zentrale Forschungsaufgabe der Kommission (Kap. 6B.15.3). Erste Messungen werden 1931 mit Hilfe des Geophysikalischen Instituts der Universität Göttingen durchgeführt. Der Gletscherseismograph des Physikers A.Kreis kommt 1936 erstmals zum Einsatz. A.Kreis tritt 1937 in die Kommission ein. Unter Leitung von W.Jost und A.Kreis arbeiten von Fall zu Fall alle damaligen Kommissionsmitglieder mit bei den Sondierkampagnen auf den Gletschern Rhone, Unteraar, Morteratsch und Plaine Morte. Die Vierzigerjahre bringen neue Mutationen. R.Wyss tritt aus, wonach 1943 der Bauingenieur R.Haefeli, Pionier in der Schneemechanikforschung und Initiator der glaziologischen Untersuchungen am Grossen Aletschgletscher, in die Kommission berufen wird. Der Physiker R.Florin löst A.Kreis, seinen ehemaligen Lehrer und Amtsvorgänger an der Kantonsschule Chur, im Jahre 1947 als Kommissionsmitglied ab. Im gleichen Jahr stirbt O.Lütschg. Als Nachfolger wählt die Kommission 1948 den Bauingenieur P.Kasser, der u.a. die hydroglaziologischen Messungen im Mattmarkgebiet weiterführt.

Neue Impulse bringt R.Haefeli als Präsident der Gletscherkommission vom 3.12.1949 bis Ende 1973. Das Einzugsgebiet der Massa wird mehr und mehr zum langfristigen Studienobjekt der Kommission. Das Geophysikalische Jahr 1957/58 (IGY) der Internationalen Union für Geodäsie und Geophysik (IUGG) gibt den Anstoss zur Aufnahme der Karte 1:10 000 der Aletschgletscher und zur Durchführung der Internationalen Glaziologischen Grönlandexpedition (EGIG, Kap. 6B.15.10d). M.de Quervain, Direktor des Eidgenössischen Instituts für Schnee- und Lawinenforschung (EISLF), leitet die EGIG-Gruppe Nivologie. Er löst 1957 den austretenden M.Oechslin in der Kommission ab. A.Renaud arbeitet im Rahmen der EGIG gemeinsam mit schweizerischen und ausländischen Hochschul-instituten an der Altersbestimmung von Gletschereis mittels radioaktiver Isotope. Er hat 1955 von P.L.Mercanton die Leitung der jährlichen Erhebungen am Netz der Gletscherzungen übernommen und beginnt anfangs der Sechzigerjahre mit Hilfe der L+T, die Fixpunkte der Gletschervermessung an das Koordinatennetz der Landesvermessung anzuschliessen. A.Renaud wird im Juni 1964 durch einen Herzinfarkt aus seiner rastlosen Tätigkeit herausgerissen. Er ist das letzte GK-Mitglied, das die Funktion des Delegierten für die Gletscherbeobachtungen unabhängig von seinem Beruf als ehrenamtliche Freizeittätigkeit ausgeübt hat. In den Jahren 1963 und 1964 sind auch P.L.Mercanton und W.Jost verstorben. Nach diesen Hinschieden wird die Kommission teilweise erneuert. Der Geophysiker H.Röthlisberger, Glaziologe an der ETH Zürich, und der Physiker Cl.Jaccard, Spezialist für Experimente am Kristallgitter des Eises, treten ihr 1965 bei. Der Physiker H.Oeschger folgt 1967 nach. Er führt Renauds EGIG-Arbeiten weiter und stellt seine Untersuchungen weitgehend in den Dienst der Klima- und Umweltforschung. P.Kasser übernimmt 1964 als Delegierter für die Gletscherbeobachtungen die Leitung der jährlichen Erhebungen. Im Auftrag der Unesco verfasst er eine Pilotstudie zur Publikation der Gletscherveränderungen auf der Erde (Lit. Kasser 1967), die 1967 zur Gründung des Permanent Service on the Fluctuations of Glaciers (PSFG, Kap. 6B.15.10b) führt. Anfangs der Siebzigerjahre tritt R.Florin aus der Kommission aus. Seinen Platz nimmt 1971

der Geograph und Glaziologe F.Müller ein, der nach elfjähriger Lehr- und Forschertätigkeit an der McGill University in Montreal die Leitung des Geographischen Instituts der ETH in Zürich übernommen hat. Die Arbeiten auf Axel Heiberg Island und am North Water Project leitet er weiterhin. Mit seinem ETH-Institut schafft er das Inventar 1973 der Schweizer Gletscher und greift die Untersuchungen am Rhonegletscher auf neuer Basis wieder auf. Er setzt sich besonders ein für die Schaffung eines Weltinventars der Gletscher (Kap. 6B.15.10c). 1976 löst er P.Kasser als Direktor des PSFG ab. Im Jahre 1972 tritt der Vermessungsingenieur A.Flotron der Kommission bei. Er führt mit seinem Privatbüro die langjährigen Messungen an den Aaregletschern für die Kraftwerke Oberhasli durch und entwickelt dabei eine Methode zur Messung der täglichen Gletscherbewegung mittels automatischer Kamera. Im Zusammenhang mit der Katastrophe von Mattmark im August 1965 führt eine Initiative Haefelis und der Gletscherkommission im Jahre 1973 zur Bildung der Arbeitsgruppe für Gefährliche Gletscher (AGG) durch das Eidgenössische Departement des Innern (Kap. 6B.15.4)

In den Jahren 1974 bis 1980 führt P.Kasser den Vorsitz der Gletscherkommission. Unter seiner Leitung tritt die Kommission verschiedentlich an die Öffentlichkeit (Kap. 6B.15.11). Sie beteiligt sich u.a. an der Gestaltung der Wanderausstellung "Die Schweiz und ihre Gletscher" der Schweizerischen Verkehrszentrale (SVZ) und an der Redaktion des gleichnamigen Buches. Alle Mitglieder wirken mit bei der Organisation und Durchführung des Gletschersymposiums an der Jahresversammlung der SNG in Brig, das unter dem Titel "Gletscher und Klima" als Jahrbuch 1978 der SNG erscheint. Im Reglement von 1979 werden die Aufgaben der Gletscherkommission neu definiert. Mit ihren Memoranden vertritt die Kommission die Interessen von Naturschutz und Gletscherforschung beim Kraftwerkprojekt Gletsch und bei der Planung der Wasserleitung Aletsch (Kap. 6B.15.5). Die Anpassung der periodischen Erhebungen über den Stand und die Veränderungen der Gletscher an den aktuellen Stand der Glaziologie ist wie die Entwicklung der Gletscherberichte zum "Glaziologischen Jahrbuch" ein besonderes Anliegen Kassers. Nach dem altersbedingten Rücktritt von R.Haefeli wird 1977 der Maschineningenieur A.Bezinge Mitglied der Kommission. Als Chef d'exploitation der Kraftwerke Grande Dixence hat er sich dauernd mit Gletscherproblemen auseinanderzusetzen. Im Juli 1980 erliegt F.Müller am Rhonegletscher einem Herzinfarkt. Auf das Jahresende tritt A.de Quervain, der als Direktor des EISLF die Altersgrenze erreicht hat, aus der Kommission.

Seit 1981 ist H.Röthlisberger Präsident der Gletscherkommission. Neue Mitglieder sind der Bauingenieur B.Salm, Spezialist für Lawinenmechanik, und der Geologe M.Aellen, der nach langjähriger Mitarbeit mit P.Kasser ab 1982 als Delegierter für die Gletscherbeobachtungen die jährlichen Erhebungen leitet. Mit dem Datum der SNG-Senatssitzung vom 5.5.1984 werden die austretenden Mitglieder A.Flotron, P.Kasser und H.Oeschger abgelöst durch den Meteorologen G.Gensler, Klimatologe an der SMA, den Physiker B.Stauffer, Spezialist für Untersuchungen an Eisbohrkernen, und den Geographen P.Wick, Direktor des Gletschergartens Luzern.

6B.11.2 Die dauernde Aufgabe - Erhebungen über den Stand und die Veränderungen der Schweizer Gletscher (vergleiche Kap. 6B.15.2)

Für F.A.Forel ist vor allem die Frage nach der Periodizität der Gletscherschwankungen im Vordergrund gestanden. Heute gibt es eine grosse Zahl wissenschaftlicher und technischer Probleme, bei deren Lösung die Daten über die Gletscherveränderungen verwendet werden. Diese Daten und die mit besonderen Untersuchungsmethoden gewonnenen im Gletschereis gespeicherten Informationen über den Niederschlag sind zu einem wichtigen Instrument der Klima- und Umweltforschung geworden. Im Zusammenhang mit dem CO<sub>2</sub>-Problem ist der Einfluss der Massenänderung der Gletscher auf den Wasserstand in den Ozeanen zu beachten.

Mit dem Ausbau der Wasserkraftanlagen und dem zunehmenden Bedarf an Wasser und Energie ist auch die wirtschaftliche Bedeutung der Gletscher gewachsen. Als Landesaufnahme nehmen die Gletscherbeobachtungen ihren Platz neben den meteorologischen und hydrologischen Erhebungen ein. Die Organisationen, die diese Erhebungen durchführen, sind in den Sechzigerjahren des 19. Jahrhunderts unter Mitwirkung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft (SNG) entstanden. Im Jahre 1861 wird die Kommission für Meteorologie der SNG gegründet, die 1863 ein Beobachtungsnetz von 80 Stationen aufbaut und ein Zentralbüro in Zürich einrichtet. Sie wird 1881 als Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt (MZA) ein eidgenössisches Amt (Lit. Maurer 1909, SNG 1928). Im Jahre 1863 wird die Kommission für Hydrometrie der SNG gegründet. Ihre Aufgaben übernimmt 1872 der Bund durch die Hydrometrische Abteilung im Oberbauinspektorat des EDI, aus der später die Abteilung für Landeshydrographie im Eidgenössischen Amt für Wasserwirtschaft (A+W, s. Kap. 6B.16) hervorgeht. Seit 1979 ist diese Abteilung als Landeshydrologie (LH) dem Eidgenössischen Amt für Umweltschutz angeschlossen. Im Jahre 1942 kommt als nivologische Landesanstalt dazu das Eidgenössische Institut für Schnee- und Lawinenforschung (EISLF), das aus der 1931 gegründeten, dem Eidgenössischen Oberforstinspektorat (OFI) unterstellten Schweizerischen Kommission für Schnee- und Lawinenforschung (SKSLF) hervorgegangen ist. Die drei vorgeannten Landesdienste veröffentlichen die Ergebnisse ihrer Erhebungen in den meteorologischen, hydrologischen oder nivologischen Jahrbüchern (s. Kap. 1.1, S. 22).

Die Verantwortung für die langfristigen glaziologischen Erhebungen ist - im Gegensatz zu den Diensten für die meteorologischen, hydrologischen und nivologischen Messungen - bei der SNG verblieben. Deren Gletscherkommission (GK) geht im Jahre 1893 hervor aus dem Gletscherkollegium des Schweizerischen Alpenklubs (SAC) und der SNG, das von 1869 bis 1893 bestanden hat (Kap. 6B.14 und 6B.15.1). Die GK hat keine Angestellten und verfügt lediglich über bescheidene Kredite, die knapp ausreichen für die Druckkosten der Gletscherberichte und für die Entschädigungen an die Beobachter, welche die Gletscherenden einmessen. Für die jährlichen Erhebungen über den Stand und die Veränderungen der Gletscher ist die Gletscherkommission der SNG angewiesen auf die Zusammenarbeit mit anderen Institutionen, die einen wesentlichen Teil der Arbeit leisten und ihre Messergebnisse zur Verfügung stellen. Heute kann die GK für ihren glaziologi-

schen Landesdienst auf die dauernde Mitarbeit verschiedener Institutionen zählen. Das Bundesamt für Landestopographie (L+T) führt die Landeskarten in sechsjährigem Turnus nach, druckt glaziologische Spezialkarten und liefert zusammen mit der Eidgenössischen Vermessungsdirektion (V+D) durch Vermessungsflüge wichtige Grundlagen. Das Personal der Kantonalen Forstdienste (KF) beobachtet alljährlich rund drei Viertel der Gletscherenden im Netz der Kommission. Die Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich (ETHZ) bestimmt jedes Jahr die Massenänderung verschiedener Gletscher, beherbergt das Archiv der GK, organisiert, sammelt und bearbeitet die Beobachtungen am Netz der GK und redigiert die Gletscherberichte.

In den Zeittabellen des Kapitels 6B.15.2 sind die wichtigsten Etappen im Ausbau der Beobachtungen von Forels Umfragen bis zum heutigen Stand der Erhebungen skizziert. Ueber die Gletscher des Beobachtungsnetzes wird in Kapitel 6B.2 berichtet. Die Tabellen des Kapitels 6B.3 enthalten die Ergebnisse der jährlichen Beobachtungen über die Längenänderung der Netzgletscher von 1880 bis 1979. In Abbildung 8 (S. 78) sind die wichtigsten Ergebnisse für die gleiche Periode zusammengefasst. Eine Liste der Gletscherberichte, in denen die einzelnen Beobachtungsjahre ausführlich beschrieben sind, ist auf der 4.Umschlagseite zu finden. Der SAC gewährt den Gletscherberichten seit 1883 Gastrecht in seinem Jahrbuch und der daraus hervorgegangenen Zeitschrift "Die Alpen". Vom 87.Bericht (1965/66) an hat sich parallel zu der Reihe in der SAC-Zeitschrift eine Reihe mit einer umfangreicheren Datensammlung entwickelt. Diese Reihe ist bis zum 90.Bericht (1968/69) als ergänzter Sonderdruck der SAC-Publikation erschienen. Vom 91.Bericht an wird sie als kommissionseigene Publikation herausgegeben, die mit dem 95./96.Bericht (1973/74 und 1974/75) ihre heutige Form als "Glaziologisches Jahrbuch" gefunden hat.

6B.11.3 Die Verbindungen mit anderen Institutionen  
(vergleiche Kap. 6B.15.10 und 6B.16)

Die Naturwissenschaftler und Ingenieure des 19. Jahrhunderts haben über ein für ihre Zeit universelles Wissen verfügt und auf ganz verschiedenen Gebieten gearbeitet. Von den damaligen Mitgliedern der Gletscherkommission und des vorangehenden Kollegiums ist zum Beispiel A. Mousson Bergbau-, Bau- und Vermessungsingenieur, Physiker und Geograph gewesen. E. Désor hat seine Studien als Jurist abgeschlossen und später als Geologe, Historiker, Archäologe und Anthropologe geforscht. Wie der Zoologe und Paläontologe L. Rütimeyer hat F. A. Forel sein Staatsexamen als Arzt bestanden. Er hat dann allgemeine Anatomie und Physiologie doziert, durch seine Untersuchungen am Genfersee die Limnologie begründet und das Beobachtungsnetz zur Erfassung der Gletscherveränderungen aufgebaut. L. du Pasquier hat in seinem kurzen Leben eigene Untersuchungen über die Morphologie des Quartärs, über die "Seiches" des Neuenburgersees, über den Einfluss der Gebirgsmassen auf die Lotabweichung, über Seismologie und über die Gletscherveränderungen ausgeführt. Kurze Studienaufenthalte an mindestens zehn ausländischen Hochschulen und einige Studienreisen haben ihn mit den meisten seiner Fachkollegen in persönliche Verbindung gebracht.

Die Glaziologie jener Zeit hat sich zur Hauptsache auf Glazialmorphologie, Eiszeitforschung und Gletschermechanik beschränkt. Die Entwicklung der Naturwissenschaften hat seither zu einer immer stärkeren Spezialisierung geführt. Das Fachgebiet Glaziologie dehnt sich heute auf alle denkbaren Aspekte von Schnee und Eis aus. Quartärgeologie, Gletschermechanik, Eisphysik, Altersbestimmung mittels Isotopen, Energie- und Massenhaushalt der Gletscher sind nur wenige von zahlreichen Fächern, die sich zu selbständigen Teilgebieten entwickelt haben und als Spezialgebiet von Geologen oder anderen Erdwissenschaftlern, Ingenieuren oder Physikern verschiedener Richtungen bearbeitet werden. Neue Institute sind entstanden, die sich mit Teilgebieten der Glaziologie befassen, beispielsweise die Abteilung für "Low Level Counting" am Physikalischen Institut der Universität Bern oder das Eidgenössische Institut für Schnee- und Lawinenforschung Weissfluhjoch-Davos (EISLF). Neue Kommissionen der SNG, zum Beispiel die Kommissionen für "14C-Datierungen und Quartärchronologie", "Klima- und Atmosphärenforschung" und "Polarforschung", haben enge Beziehungen zur Glaziologie. Die Spezialisierung geht weiter und die Zahl der beteiligten Institutionen und Wissenschaftler nimmt dauernd zu. Damit wird die Funktion der GK als Kontaktorgan für die glaziologische Forschung in der Schweiz immer wichtiger. Dies ist eine der Aufgaben, die im Reglement der GK festgelegt sind (Kap. 6B.15.1). Obwohl ihr die Kompetenzen zur Koordination fehlen, vermag die GK durch ihre Zusammensetzung und durch die Aktivität ihrer Mitglieder den Austausch von Informationen innerhalb und ausserhalb der Kommission zu fördern, Beziehungen zu schaffen und Doppelspurigkeiten vermeiden zu helfen. Die GK ist Mitglied der vom EDI eingesetzten "Arbeitsgruppe für gefährliche Gletscher" (AGG, Kap. 6B.15.4). Andere wichtige Verbindungen innerhalb der Schweiz sind im Zusammenhang mit der dauernden Aufgabe der GK als Landesdienst im vorangehenden Kapitel genannt.

Die GK hat zudem die Aufgabe, die Verbindungen zu den internationalen Organisationen zu unterhalten. Ausführliche Informationen über die internationale Zusammenarbeit der GK finden sich in den Zeittabellen des Kapitels 6B.15.10. Nachstehend wird auf einige Zusammenhänge hingewiesen. Die GK ist 1894 massgeblich beteiligt an der Gründung der "Internationalen Gletscherkommission" (IGK) der Union für Geologie. Die IGK, seit 1948 "Internationale Kommission für Schnee und Eis" (ICSI) genannt, schliesst sich 1927 der Hydrologischen Assoziation (IAHS) der Union für Geodäsie und Geophysik (IUGG) an. Die GK stellt den nationalen Korrespondenten zur ICSI und ist im Landeskomitee der IUGG vertreten. Die ICSI arbeitet unter Schweizer Beteiligung an den Programmen des Internationalen Hydrologischen Dezenniums (IHD) 1965-1974 mit. In diesem Rahmen ist auf Initiative der ICSI in den Sechzigerjahren der "Permanent Service on the Fluctuations of Glaciers" (PSFG) und in den Siebzigerjahren das "Temporäre Technische Sekretariat" (TTS) für die Aufnahme des Weltinventars der Gletscher (WGI) entstanden. PSFG und TTS/WGI haben ihren Sitz in der Schweiz an der Abteilung für Glaziologie der VAW an der ETH Zürich. Beide Dienste sind von Interesse für die Klimaforschung und damit auch für das "World Climate Programme" (WCP) des "United Nations Environmental Programme" (UNEP). An einem Expertentreffen in Zürich wird im November 1983 die weitere Entwicklung eingeleitet, die dazu führt, dass der PSFG und das TTS/WGI als Teil des WCP/UNEP ab Jahresbeginn 1986 in einen "World Glacier Monitoring Service" (WGMS) integriert werden.

Die Glaziologen sind weltweit in der "International Glaciological Society" (IGS) zusammengeschlossen. Die IGS, die etwa tausend Mitglieder umfasst, hat ihren Sitz in Cambridge (England) und gibt die 1947 gegründete Zeitschrift "Journal of Glaciology" heraus. Die GK hat - ohne formelle Bindungen - durch gemeinsame Mitglieder dauernd Kontakt mit der IGS, deren "Council" meistens ein Mitglied der GK angehört. Die Verbindungen der GK zur ICSI und zur IGS sind besonders wichtig, weil sich beide Organisationen an der Vorbereitung und Durchführung zahlreicher internationaler glaziologischer Fachkongresse beteiligen.

## 6B.12 Die Geschichte im Ueberblick

### 6B.12.1 Das Gletscherkollegium von 1869 bis 1893

Auf Initiative des SAC wird gemeinsam mit der SNG eine Organisation für die langfristige Gletscherforschung in der Schweiz aufgebaut, mit dem Rhonegletscher als zentralem Studienobjekt, an dem die L+T die Vermessungsarbeiten ausführt. F.A.Forel baut ein Netz auf zur Beobachtung der Gletscherenden und deren jährlicher Veränderung.

### 6B.12.2 Die Gletscherkommission von 1893 bis 1984

Mit den Erhebungen über den Stand und die Veränderungen der Schweizer Gletscher ist die Kommission dauernd beschäftigt. Auf andere Aufgaben und Impulse, die in den einzelnen Zeitabschnitten die Tätigkeit massgeblich mitbestimmt haben, weisen die Titel der nachstehenden Abschnitte a) bis e) hin.

#### a) 1893 bis 1916 - Der Abschluss des Rhonegletscherwerks

Nach dem Austritt des SAC aus der Arbeitsgemeinschaft wird die "Gletscherkommission" (GK) der SNG gegründet, die gemeinsam mit der L+T die Rhonegletschervermessung abschliesst. Die Beobachtungen an den Gletscherzungen werden durch das OFI organisiert und durch die KF ausgeführt. Die GK bearbeitet die Messergebnisse und publiziert sie in der Zeitschrift des SAC. GK, OFI und A+W befassen sich mit dem Problem der gefährlichen Gletscher. Eine internationale Gletscherkommission (IGK, CIG) wird auf Initiative Forels gegründet.

#### b) 1916 bis 1928 - Die Vorstossperiode

Das Vorstossen zahlreicher Gletscher und die wachsende Bedeutung der Wasserwirtschaft prägen diese Epoche. Das A+W übernimmt zunehmend glaziologische Messprogramme, bis organisatorische Rationalisierungsmassnahmen des Bundes im Jahre 1923 einschneidende Aenderungen bringen. Die GK übernimmt unter der Führung P.L.Mercantons vom OFI die operationelle Leitung der Gletscherbeobachtungen. Die Beobachtungen werden nach wie vor grösstenteils durch die KF ausgeführt. Das A+W streicht alle glaziologischen Programme. Diese werden teils durch die GK weitergeführt, teils durch O.Lütschg, der vom A+W zur MZA übertritt. Infolge des Weltkriegs 1914-1918 sind die internationalen Beziehungen bis zum Jahre 1927 weitgehend unterbrochen.

c) 1928 bis 1950 - Die seismischen Sondierungen

Die Rezession der Gletscher setzt erneut und progressiv ein. Die Wirtschaftskrise zwingt zu Einschränkungen. Neben der Kontinuität der jährlichen Messungen am Beobachtungsnetz erhält die seismische Bestimmung der Dicke der Gletscher erste Priorität. Eisdicken werden an den Gletschern Rhone, Unteraar, Morteratsch und Plaine Morte gemessen. Studien der SKSLF im Gebiet des Jungfraujochs führen zu Forschungsarbeiten am Grossen Aletschgletscher und zu Verbindungen mit der VAW. Das Institut für Gewässerkunde an der ETHZ wird nach dem altersbedingten Rücktritt seines Leiters O.Lütschg als Abteilung für Hydrologie der VAW angegliedert. Der Weltkrieg 1939-1945 unterbricht erneut die internationalen Beziehungen.

d) 1950 bis 1964 - Ausbau der Wasserkraftwerke und Geophysikalisches Jahr

Die Rezession der Gletscher verlangsamt sich. Die Projektierung von Wasserkraftanlagen im Hochgebirge erfordert zahlreiche glaziologische Studien. Kraftwerkgesellschaften führen zusammen mit Sondierfirmen an einigen Gletschern seismische Eisdickenmessungen und Tiefbohrungen durch und erstellen Sondierstollen im Eis, um die Möglichkeit subglazialer Wasserfassungen und des Baus von Wasserleitungsstollen unter den Gletschern abzuklären. Mitglieder der GK und Mitarbeiter der VAW wirken beratend mit. Die Abschätzung verfügbarer Wassermengen bringt der VAW Aufträge ein, welche das Einrichten von Pegelnetzen zur Messung der Akkumulation und der Ablation an der Gletscheroberfläche und damit des Massenhaushalts einzelner Gletscher ermöglichen. Das Internationale Geophysikalische Jahr 1957/58 gibt die Impulse zur Aufnahme der glaziologischen Karte des Aletschgebiets durch die L+T und zur Durchführung der Internationalen Glaziologischen Grönlandexpedition (EGIG) mit Beteiligung der GK.

e) 1964 bis 1984 - Gefährliche Gletscher, Hydrologisches Dezennium und internationale Zusammenarbeit

Vom Jahre 1964/65 an erholen sich die Gletscher in den Alpen. Zahlreiche Zungen stossen vor. Anfangs der Achtzigerjahre dürften sie im Mittel mit dem Klima der dreissig vorangehenden Jahre ungefähr im Gleichgewicht sein. Vorstossende Gletscher überfahren Wasserfassungen und wirken auch auf andere Bauwerke ein. Die Veränderung des Abflusses in stark vergletscherten Einzugsgebieten beeinflusst den Betrieb von Kraftwerken. Dadurch stellen sich Probleme, bei deren Lösung verschiedene Mitglieder der GK mitwirken. Ausgelöst durch die Katastrophe von Vajont im Oktober 1963 wird bei allen schweizerischen Kraftwerken mit Stauseen im Gebirge unter anderem die mögliche Gefährdung durch Gletscherlawinen und -hochwasser überprüft. Nach dem Gletschersturz von Mattmark im August 1965 werden Glaziologen zur Beurteilung der Sicherheit von Baustellen und bestehenden Anlagen beigezogen. Auf Initiative der GK entsteht eine Arbeitsgruppe für gefährliche Gletscher (AGG).

Das Internationale Hydrologische Dezennium 1965-1974 der Unesco gibt weltweit Impulse zur Inventarisierung der im Schnee und im Eis gespeicherten Süsswassermengen und zur Messung des Massen- und Energiehaushalts der Gletscher. Mitglieder der GK sind massgeblich beteiligt an

der Entwicklung zweier internationaler glaziologischer Organisationen mit Sitz in Zürich, nämlich des permanenten Dienstes zur Sammlung und Publikation der Daten über die Gletscherveränderungen auf der ganzen Erde (PSFG) und des temporären technischen Sekretariates (TTS), welches die Erstellung eines Weltinventars der Gletscher (WGI) koordiniert. Die beiden Dienste, PSFG und TTS/WGI, werden anfangs 1986 als Teil des "World Climate Programme" des UNEP zu einem "World Glacier Monitoring Service" (WGMS) mit Sitz bei der VAW an der ETH Zürich zusammengefasst.

Auf nationaler Ebene bringt diese Epoche das Inventar 1973 der Schweizer Gletscher und die Entwicklung der jährlichen Gletscherberichte zum glaziologischen Jahrbuch. Die GK setzt sich ein für den Schutz der Naturlandschaften bei Gletsch und am Aletschgletscher. Aus mancherlei Gründen befassen sich auch die Massenmedien zunehmend mit Gletschern.

### 6B.13 Die Mitglieder der Kommission von 1869 bis 1984

In Abbildung 26 (s. 3. Umschlagseite) sind die 41 Mitglieder des Gletscherkollegiums und der Gletscherkommission (GK) in der Reihenfolge ihres Eintritts aufgeführt. Graphisch dargestellt sind die Zeitspannen, in denen sie der GK als Mitglied (M), Präsident (P), Vizepräsident (V), Sekretär (S), Delegierter für die Gletscherbeobachtungen (D) oder Ehrenmitglied (E) angehört haben. Mit anderen Symbolen angezeigt sind die Mitarbeit als verantwortlicher Leiter der Rhonegletschervermessung (\*) und die Jahre, in denen einzelne Mitglieder in Ausstand getreten sind, weil sie als Zentralpräsident dem SAC (\*) oder der SNG (+) vorgestanden haben. Weisen zwei Mitglieder in einem Jahr das gleiche Funktionszeichen auf, haben sie sich innerhalb dieses Kalenderjahres abgelöst (z.B. P im Jahre 1949 für P.L.Mercanton und R.Haefeli).

Nachstehend folgen die Fussnoten Nr. 1 bis 41 zu Abbildung 26. Sie enthalten Kurzbiographien der verstorbenen Mitglieder und Angaben über Beruf und Stellung im Jahre 1884 aller anderen ehemaligen und aktiven Mitglieder. Die Fussnoten sind eingeleitet mit folgenden Personalien: Name, Vorname, Geburts- und Todesdatum oder Geburtsjahr, Beruf oder Ausbildung, wichtigster Ort des beruflichen Wirkens, Mitgliedschaft in der Kommission, gegebenenfalls Funktionen in der Kommission (s.o.), als Leiter der Rhonegletschervermessung (R) oder als Zentralpräsident (ZP) des SAC oder der SNG. Am Schluss jeder Kurzbiographie ist auf Nekrologe, Publikationsverzeichnisse, Fest- und Denkschriften hingewiesen.

#### Fussnoten zu Abbildung 26: Gletscherkollegium SAC/SNG 1869-1893 und Gletscherkommission SNG 1893-1984

- 1) Désor (Pierre-Jean) Edouard, 13.2.1811-23.2.1882, Naturaliste, Neuchâtel.  
M 1869-1882, P 1869-1882

Als Nachkomme einer Hugenottenfamilie bei Frankfurt am Main geboren. Nach dem Studium der Rechtswissenschaften in Giessen und Heidelberg als politischer Flüchtling in Paris, ab 1837 in der Schweiz. Wird Sekretär und Mitarbeiter von L.Agassiz, nimmt teil an den Kampagnen 1842-1846 am Unteraargletscher. 1846 in Schweden und Norwegen, 1847 und 1848 mit Agassiz in den USA, kartiert 1849-1851 beim US Geological Survey. Ab 1852 Professor für Geologie an der Akademie in Neuchâtel. Befasst sich auch mit Geschichte, Anthropologie und Archäologie, forscht 1863 mit A.Escher von der Linth in der Sahara. Ab 1859 Bürger von Neuchâtel, wird später Mitglied und Präsident des Grossen Rats, Nationalrat und Mitglied des Schweizerischen Schulrats. Sein Wohnsitz in Combe-Varin ist Treffpunkt von Wissenschaftlern, Politikern und Schriftstellern. Nachruf: L.Favre in Verh.SNG 1882, S. 81-104

- 2) Rütimeyer Ludwig, 26.2.1825-26.11.1895, Paläontologe, Basel.  
M 1869-1895, P 1882-1893

1850 Staatsexamen in Medizin, gleichzeitig geologische Promotionsarbeit. Ab 1855 Professor für Zoologie und Paläontologie an der Uni Basel. Arbeiten über prähistorische Tierwelt, hauptsächlich fossile Schildkröten von Solothurn und eoäne Bohnerzfauna von Egerkingen. Monographische Untersuchungen an Hirschen und Rindern, über die Odontographie des Pferdes, die Fauna der Pfahlbauten und die Geomorphologie der Schweiz. Nachruf: C.Schmidt in Verh.SNG 1895, 32 S., und Publikationsverzeichnis, 12 S.

- 3) Escher von der Linth Arnold, 8.6.1807-12.7.1872, Geologe, Zürich.  
M 1869-1872  
Sohn des Johann Conrad Escher v.d.L. (1767-1823). Ab 1856 o. Professor der Geologie an der Uni und am Eidg. Polytechnikum in Zürich. Begründer der Stratigraphie der nordalpinen Trias und der helvetischen Schichtfolge. Nachrufe: A.H. in Verh.SNG 1872, S. 362-367; O.Heer: Arnold Escher von der Linth, Lebensbild eines Naturforschers, Zürich 1873, 385 S.
- 4) Rambert Eugène, 6.4.1830-21.11.1886, Literaturhistoriker und Schriftsteller, Lausanne/Zürich.  
M 1869-1881, ZP/SAC 1882-1884  
Professor für französische Literatur an der Uni Lausanne 1855-1860 und 1881-1886, am Eidg. Polytechnikum 1860-1881. Befasst sich auch mit Naturwissenschaften, vor allem Botanik, ist 1868 Initiator zur Bildung des Gletscherkollegiums. Nachruf: S.Chavanne in Verh.SNG 1887.
- 5) Mousson Albert, 17.3.1805-6.11.1890, Ingenieur und Physiker, Zürich.  
M 1869-1878  
Als Nachkomme einer Hugenottenfamilie in Solothurn geboren. Studien in Genf, Göttingen (Bergbau) und Paris (Civilingenieur) an der Ecole Polytechnique. 1836-1878 Professor für Physik an der Uni Zürich, 1855-1878 für Experimentalphysik am Eidg. Polytechnikum in Zürich, schreibt 1854 "Die Gletscher der Jetztzeit", eicht 1867 mit Wild den eidg. Normalmeter in Paris, ist Präsident der 1861 gegründeten Meteorologischen Kommission der SNG. Nachruf: Verh.SNG 1890, S. 238.247.
- 6) Dufour Louis, 17.2.1832-14.11.1892, Physiker, Lausanne.  
M 1869-1877  
1853-1877 Professor für Physik an der Akademie in Lausanne. Bestimmt 1862 das Raumbgewicht von Eis zu 0.9176. Ab 1869 Mitglied des Schweizerischen Schulrats. Ist ab 1877 durch Krankheit zur Untätigkeit gezwungen. Nachruf: H.Dufour in Verh.SNG 1893, S. 216-230.
- 7) Hagenbach-Bischoff Eduard, 28.2.1833-23.12.1910, Physiker, Basel.  
M 1869-1874 und 1881-1910, P 1893-1910, ZP/SNG 1875-1880  
Studien in Basel, Berlin, Genf und Paris. 1862 Professor für Mathematik, 1863-1906 für Physik an der Uni Basel. Forschungen auf dem Gebiet der Strömungen in Flüssigkeiten, vor allem in Kappillaren. Glaziologische Publikationen über das Gletscherkorn, die Temperatur im Innern des Eises, die Rhonegletschervermessung und die Sprengwirkung des Eises. Nachruf: H.Veillon und F.A.Forel in Verh.SNG 1911, 17 S. mit Publikationsverzeichnis.
- 8) Coaz Johann Fortunat, 31.5.1822-18.8.1918, Forstingenieur, Bern.  
M 1880-1916, V 1893-1916, E 1916-1918, ZP/SAC 1865  
Geboren in Antwerpen als Sohn eines Schweizer Offiziers in holländischen Diensten. Schulen und Forstpraktikum in Chur. Studien an der Forstlehranstalt Tharand, Praxis beim sächsischen Vermessungs- und Forsteinrichtungswesen. Gebirgstopograph für das Eidg. Topographische Bureau, Sekretär General Dufours im Sonderbundskrieg, Erstbesteigungen 1846 Piz Kesch und 1850 Piz Bernina. 1851-1874 Neuorganisation des Forstwesens in Graubünden, 1875 Entwurf des 1.eidg. Forstgesetzes, 1875-1914 Eidg. Oberforstinspektor, Mitbegründer des Schweizerischen Nationalparks. Neben zahlreichen forstlichen Publikationen und Berichten in den SAC-Jahrbüchern 1881 Buch über "Die Lawinen der Schweizer Alpen" (2.Aufl. 1888) und 1886 Bericht über die Vermessungen am Rhonegletscher. Unter Coaz übernimmt das OFI 1893 die Leitung der jährlichen Gletscherbeobachtungen, welche durch die KF ausgeführt und durch die GK publiziert werden. Nachruf: Schweiz.Zeitschrift für Forstwesen, 69.Jg., Nr. 8/9, 1918, S. 155-161 inkl. Verzeichnis der forstlichen Publikationen.
- 9) Forel François Alphonse, 2.2.1841-8.8.1912, Arzt und Limnologe, Morges.  
M 1882-1892 und 1899-1912, ZP/SNG 1893-1898  
Studien in Genf, Montpellier (Ecole de médecine), Würzburg. 1874-1895 Professor für allgemeine Anatomie und Physiologie an der Akademie in Lausanne. Begründer der Limnologie, publiziert 1885 "La faune profonde des lacs suisses", 1892-1904 Monographie "Le Léman" (3 Bde.), 1901 "Allgemeine Limnologie". Begründer der jährlichen Berichte über die "Variations périodiques des glaciers suisses" (seit 1880). Erster Präsident der 1894 gegründeten I.G.K. Förderer der Schweizerischen Grönlandexpedition 1912/13. A.de Quervain benennt Grönlands höchsten Berg "Mont Forel"

(3383 m ü.M.). Das Publikationsverzeichnis enthält 288 Nummern, wobei Serien als eine Nummer gezählt sind, nach Fachgebieten aufgeteilt: Limnologie 166 Arbeiten, Glaziologie 66, Seismologie 12, Meteorologie 19, Naturgeschichte 28, Archäologie 12, Geschichte 10, Biographien 15. Nachruf: H.Blanc in Verh.SNG 1912, S. 109-132, Verzeichnis der Publikationen S. 133-148.

10) Heim Albert, 12.4.1849-31.8.1937, Geologe, Zürich.  
M 1883-1925, P 23.12.1910-13.9.1918, E 1926-1937

Studien in Zürich und Berlin. 1873-1911 Professor für Geologie am Eidg. Polytechnikum und 1875-1911 an der Uni Zürich. 1894-1926 Präsident der Geologischen Kommission der SNG. Dr.h.c. der Uni Bern und Oxford, Ehrenmitglied von 38, korrespondierendes Mitglied von 14 Gesellschaften aus 8 Ländern. Ueber 400 Publikationen; davon gehören zu den Hauptwerken: Handbuch der Gletscherkunde 1885, Geologie der Schweiz, Bd.I 1916-1919, Bd.II 1919-1922, Bergsturz und Menschenleben 1932. Publikationen über Geologie, Glaziologie, Erdbeben, Geotechnische Gutachten, Feuerbestattung, Kynologie. Nachruf: P.Arbenz in Verh.SNG 1937, S. 329-353 inkl. Verzeichnis der Publikationen (Hauptwerke bis 1929, Liste weiterer geologischer u.a. naturwissenschaftlicher Veröffentlichungen, Literaturangaben für vollständige Publikationsverzeichnisse und 18 weitere Nekrologe). Denkschrift "Albert Heim, Leben und Forschung", Verlag Wepf & Co., Basel 1952.

11) Sarasin Edouard, 20.5.1843-21.6.1917, Physiker, Genf.  
M 1893-1910 und 1917, S 1898, ZP/SNG 1911-1916

Nachkomme einer Huguenottenfamilie. Studien in Paris (Ecole Polytechnique), Heidelberg und Berlin. Ab 1867 Mitarbeiter im privaten Laboratorium des Physikers Auguste de la Rive in Genf. Forschungen und Publikationen über Elektrizität, Optik und Seiches. Redaktor der "Archives des sciences physiques et naturelles". Nachruf: L.de la Rive in Verh.SNG 1917, S. 59-64 und Publikationsverzeichnis S. 65-69.

12) Du Pasquier Léon, 24.4.1864-1.4.1897, Geophysiker, Neuenburg.  
M 1893-1897, S 1893-1897

Studien in Neuenburg, Zürich, Bonn und Berlin. 1890 Dissertation "Ueber die fluvio-glazialen Bildungen der Nordschweiz". 1895 Professor für Geologie an der Akademie in Neuenburg. Untersuchungen über Morphologie des Quartärs, Limnologie, Seismik und Lotabweichung. Mitglied der SNG-Kommissionen für Gletscher (1893), Geologie (1895) und Seismologie (1896). Stirbt 1897 an Lungenerkrankung. Nachrufe: M.de Tribolet in Bulletin de la Société des Sciences naturelles de Neuchâtel, t. XXV 1897, 60 S. und 4 S. Publikationsverzeichnis; F.A.Forel in Verh.SNG 1897, S. 231-233.

13) Lugeon Maurice, 10.7.1870-26.10.1953, Geologe, Lausanne.  
M 1898-1919, S 1899-1919, ZP/SNG 1923-1928

Mit M.Bertrand und H.Schardt Begründer der Lehre vom Deckenbau der Alpen. Geologische Forschungen in den französischen und schweizerischen Alpen. Geologischer Berater bei technischen Unternehmungen, vor allem Kraftwerkbauten und Erdölbohrungen. Rund 300 Publikationen. Nachruf: H.Bardoux in Verh.SNG 133, 1953, S.327-330 und Verzeichnis der Titel und Publikationen S. 331-341.

14) Mercanton Paul-Louis, 11.5.1876-25.2.1963, Elektroingenieur und Geophysiker, Lausanne.  
M 1909-1963, P 13.9.1918-3.12.1949, D 1924-1954

1894-1899 Ecole des ingénieurs de l'Université de Lausanne. Diplom als Elektroingenieur, 1901 Doktorat in Physik. 1901-1904 Ingenieur bei AEG Basel und im Bureau Lausanne. 1903 Privatdozent, 1904 Professor für theoretische Elektrizität an der Ecole des ingénieurs, 1920-1938 für Geophysik, Meteorologie und Topographie an der naturwissenschaftlichen Fakultät der Uni Lausanne. 1934-1941 Direktor der MZA in Zürich. Redigiert die 48 jährlichen Berichte über die Veränderungen der Schweizer Gletscher in den Jahren 1906/07 bis 1953/54, wovon 12 gemeinsam mit anderen Autoren. Uebernimmt 1924 vom OFI auch die Aufsicht über das Beobachtungsnetz und die jährlichen Erhebungen. Gibt 1913-1959 für die IGK die Berichte über die Veränderungen der Gletscher Europas heraus. Glaziologische Expeditionen 1910 nach Norwegen und Spitzbergen, 1912 als Leiter der Gruppe West mit A.de Quervain nach Grönland, 1921 nach Jan Mayen, mit Erstbesteigung des Beerensberges, und 1929 mit J.B.Charcot zur Vermessung dieses Gipfels. 1916 Publikation der Monographie "Vermessungen am Rhonegletscher - Mensurations au glacier du Rhône 1874-1915". Neben den

Berichten über die Gletscherveränderungen mehr als 300 Veröffentlichungen aus verschiedenen Gebieten der Geophysik, Glaziologie, Meteorologie und Archäologie. Mitglied der SNG-Kommissionen für den Nationalpark, für die Forschungsstation Jungfrauoch, für die Elektrizität der Atmosphäre und GK. Inhaber der eidgenössischen Radiokonzession Nr. 1 mit Datum vom 16.11.1911. 1910-1922 Mitglied des Gemeinderates von Lausanne. Nachruf: A.Renaud in Verh.SNG 143, 1963, S. 229-232 und Verzeichnis der Publikationen S. 233-241.

15) Arbenz Paul, 23.9.1880-30.1.1943, Geologe, Bern.  
M 1909-1916

Studien in Zürich, Berlin und Paris. 1907 Privatdozent in Zürich. 1914-1942 Professor für Geologie an der Uni Bern. Nachruf: H.Günzler-Seiffert in Mitt. der Natf. Ges. Bern 1943, S. 157-167 inkl. Verzeichnis der Publikationen.

16) De Quervain Alfred, 15.6.1879-13.1.1927, Geophysiker, Zürich.  
M 1913-1927, V 1917-1927

Nach Matura in Bern 1898-1901 am Observatoire de météorologie dynamique bei Versailles, für dieses im Januar bis April 1901 Registrierballonaufstiege in Russland. 1902 Dissertation in Bern bei E.Brückner. Praxis in Neuenburg und Strassburg. 1906-1927 Direktionsadjunkt an der MZA in Zürich. Ab 1911 Leitung der Erdbebenwarte Degenried. Bau des Universal-Seismographen de Quervain-Piccard. Grönlandexpeditionen 1909 und 1912 mit Durchquerung des Inlandeises. Gründungsmitglied 1913 der Zürcher Gletscherkommission, 1916 der Schweizerischen Gesellschaft für Geophysik, Meteorologie und Astronomie. Präsident der SNG-Kommission für die Forschungsstation Jungfrauoch und Realisator dieser Station. 1905 Privatdozent für Meteorologie in Strassburg, 1906 an der Uni Zürich und später an der ETHZ ebenfalls für Meteorologie. Vorlesungen auch über geographische Reiseinstrumente, Gletscherkunde und Seismologie. 1915 Titularprofessor an der Uni, 1922 Lehrauftrag an der ETH in Zürich. Ueber 70 Publikationen zeigen die Originalität und Vielfalt seiner durch Schlaganfall früh abgebrochenen Arbeiten. Nachruf: R.Billwiller in Verh. SNG 1917, S. 31-41 inkl. Publikationsverzeichnis.

17) Held Leonz, 11.2.1844-5.2.1925, Vermessungsingenieur, Bern.  
R 1881-1915, M 1916-1920, E 1916-1925

Matura in Chur, anschliessend Ausbildung in Bureau Gentsch und Geometerprüfung in Frauenfeld. Arbeiten in den Waldungen von Chur unter Coaz, Katasteraufnahmen in Diessenhofen. Ab 1872 Geographstopograph unter Oberst Siegfried für den Topographischen Atlas der Schweiz. Ab 1881 zusätzlich Rhonegletschervermessung, ebenfalls für das Eidg. Topographische Bureau, das 1902 Abteilung für Landestopographie (L+T) des Eidg. Militärdepartements wird. 1901-1920 Direktor der L+T. 1913 Ehrenmitglied des SAC, 1916 Dr.h.c. der ETH Zürich. Nachruf: H.Zöllli in "Die Alpen", Jg. 1, H. 6, 1925, S. 219-224.

18) Décoppet Maurice, 21.4.1864-8.12.1922, Forstingenieur, Bern.  
M 1917-1922

1892-1901 Oberförster des Kreises Aigle, zudem ab 1896 Lehrer für das untere Forstpersonal an der landwirtschaftlichen Schule. 1901-1914 Professor für Forstwissenschaften an der ETH Zürich. Begründer der schweizerischen Forststatistik. 1914-1922 Chef der Eidgenössischen Inspektion für Forstwesen, Jagd und Fischerei (als Nachfolger von Coaz). Nachruf: Engler in Schweiz. Zeitschr. für Forstwesen, 74.Jg., H. 1/2, 1923, S. 1-7 inkl. Verzeichnis der Publikationen.

19) Collet Léon William, 23.9.1880-13.10.1957, Geologe, Bern/Genf.  
M 1917-1937

1906 Privatdozent an Uni Genf. 1912-1918 Direktor der Abteilung für Wasserwirtschaft im EDI (s. A+W, Kap. 6B.16) in Bern. 1918-1940 Professor für Geologie und Paläontologie der Uni Genf. 1927-1929 Gastvorlesungen in Harvard USA. Nachrufe: E.Paréjas in Verh.SNG 137, 1957, S. 305-315 inkl. Verzeichnis der Publikationen.

20) Piccard Auguste, 28.1.1884-24.3.1962, Physiker, Zürich/Bruxelles.  
M 1919-1932

1906 Diplom als Maschineningenieur ETH, 1914 Dissertation über die Magnetisierungskoeffizienten des Wassers und des Sauerstoffs. 1917 Professor für Physik an der ETH Zürich, 1922 für Experimentalphysik an der Uni Brüssel. Am 18.8.1932 Stratosphärenflug im Ballon auf 16 940 Meter

Höhe. 1953 Tauchabstieg in Tiefsee bei der Insel Ponza bis 3150 Meter Tiefe (mit Vorstufe des Bathyskaphs seines Sohnes Jacques, der am 23.1.1960 im Marianengraben den Meeresboden in 11 000 Metern Tiefe erreicht). Nachruf: E.Stahel in Verh.SNG 142, 1962, S. 222-226 inkl. Auszug aus der Publikationsliste von H.Piccard, S. 227-230.

21) Lütschg-Lötscher Otto, 12.5.1872-22.7.1947, Ingenieur und Hydrologe, Bern/Zürich.  
M 1919-1947, S 1920-1926, V 1927-1947

Ausbildung als Bauingenieur am Polytechnikum Zürich. Praxis an der Grimselstrasse. 1896-1924 Ingenieur an der HA, später LH (s. A+W, Kap. 6B.16), ab 1919 Teil des Eidg. Amtes für Wasserwirtschaft in Bern. 1924-1934 Leiter der Hydrologischen Abteilung der MZA in Zürich. 1935-1940 Direktor des Instituts für Gewässerkunde an der ETH Zürich. 1926 Dr.h.c. der Uni Bern. 1933-1947 Präsident der Internationalen Assoziation für wissenschaftliche Hydrologie (AISH) der UGGI. Viele technische Gutachten und über 50 wissenschaftliche Publikationen. Hauptwerke: Der Märjensee und seine Abflussverhältnisse 1915, Ueber Niederschlag und Abfluss im Hochgebirge, Sonderdarstellung des Mattmarkgebietes 1926 (mit See- und Gletscherchronik, Hochwasserchronik, Schnee- und Wetterchronik), Zum Wasserhaushalt des Schweizer Hochgebirges, Beiträge zur Geologie der Schweiz - Hydrologie 1944-1954, Ueber die Verdunstung freier Wasseroberflächen 1946, Zum Wärmehaushalt der obersten Bodenschicht 1947. Nachruf: L.Wehrli und R.Bohner in Verh.SNG 127, 1947, S. 252-259 inkl. Liste der wichtigsten Publikationen.

22) Jost Wilhelm, 22.3.1882- 22.1.1964, Physiker, Bern.  
M 1924-1963, V 1947-1963

Doktoriert am Physikalischen Institut der Uni Bern. 1917-1952 Physiklehrer am Städtischen Gymnasium Bern. 1912/13 Grönlandexpedition mit A.de Quervain, Ueberwinterung auf der Disko Insel. Mit A.Kreis Leiter der seismischen Eisdickenmessungen der GK 1935-1939 und 1950 auf dem Unteraargletscher. Nachruf: R.Haefeli in Verh.SNG 144, 1964, S. 267-268.

23) Oechslin Max, 25.5.1893-8.9.1979, Forstingenieur, Altdorf.  
M 1926-1958, S 1927-1949

1919-1960 Forstingenieur in Altdorf, ab 1931 als Kantonsoberrforster, eigene Forschungen über Schnee und Lawinen. Mitglied der SKSLF. Redaktor der SAC-Zeitschrift "Die Alpen" 1941-1965. 1935 Dr.h.c. der Uni Basel für seine pflanzengeographische Arbeit über den Kanton Uri. 1960 Urkunde der ETH Zürich für sein Wirken als Gebirgsforstmeister und Kulturingenieur. 1961 Ehrenmitglied des SAC. Nachrufe: G.Gehrig in Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen, 131.Jg., Nr. 1, 1/1980, S. 99-101; Monatsbulletin des SAC, 11/1979; Publikationsverzeichnis mit 944 Titeln in Stadtbibliothek Schaffhausen.

24) Wyss Rudolf, 21.10.1885-3.12.1972, Geologe, Bern.  
M 1931-1943

Dissertation über Petrographie und Geologie des Finsteraar- und Lauteraargebiets. Rund 40 Jahre Sekundarlehrer in Bern. Bergführer und Wissenschaftler, Leiter von Bergführerkursen. Teilnahme an den niederländischen Expeditionen Vissers 1929/30 und 1935 im Karakorum. Ehrenmitglied des SAC. Nachruf: H.Kuhn im 68.Jahresbericht des Akademischen Alpenklubs Bern, für das Klubjahr 1972/73, 2 S.

25) Renaud André, 14.8.1904-8.6.1964, Physiker, Lausanne.  
M 1933-1964, S 1950-1964, D 1955-1964

"Licence ès Sciences" der Uni Lausanne. 1929-1945 Lehrer für Naturwissenschaften in Yverdon, 1945-1961 für Chemie und Physik an der waadtländischen Kantonsschule, 1961-1964 für Physik am Gymnasium in Lausanne. 1929 Expedition nach Jan Mayen mit P.L.Mercanton. Mitarbeit bei seismischen Sondierungen der GK am Unteraargletscher. Ab 1950 Untersuchungen am Gletscherkorn im kalten Eisschild des Jungfraujochs. 1957-1960 Teilnahme an EGIG (Kap. 6B.15.10d). März 1964 mit H.Oeschger in Thule Entnahme von Eisproben für Isotopenanalysen. Stirbt im Juni, bevor ihn die Nachricht erreicht, dass ihm der Nationalfonds einen Kredit zugesprochen hat, welcher ihm erlaubt hätte, sich für einige Jahre ausschliesslich der Glaziologie zu widmen. Nachruf: R.Haefeli in Verh.SNG 144, 1964, S.272-274.

- 26) Kreis Alfred, 6.10.1885-2.4.1964, Physiker, Chur.  
M 1937-1946  
Kantonsschule Frauenfeld. Studium der Mathematik und Physik an der ETH Zürich. 1910-1951 Physiklehrer an der Kantonsschule in Chur. Führt ab 1915 die Erdbebenwarte Chur, baut einen Seismographen (Typ de Quervain-Piccard, in Betrieb ab 1926), konstruiert einen tragbaren Seismographen 1931/32 für das A+W und 1935 in verbesserter Ausführung für die GK. Leiter bei den Gletschersondierungen. 1950 Dr.h.c. der ETH Zürich. Nachruf: R.Florin in Verh.SNG 144, 1964, S. 268-272 mit Publikationsverzeichnis.
- 27) Haefeli Robert, 4.8.1898-18.4.1978, Bauingenieur, Zürich.  
M 1943-1976, P 3.12.1949-1973  
1920 Diplom als Bauingenieur an der ETH Zürich. 1920-1935 Praxis im Kraftwerkbau in Deutschland, in Spanien und in der Schweiz. 1935-1942 Leiter der multidisziplinären Arbeitsgruppe der SKSLF in Davos. 1935 Aufbau des Erdbaulaboratoriums an der Versuchsanstalt für Wasserbau der ETH Zürich, Chef der Abteilung für Erdbau. 1939 Dissertation "Schneemechanik mit Hinweisen auf die Erdbaumechanik", 1942 Habilitationsschrift "Spannungs- und Plastizitätserscheinungen der Schneedecke", 1947 Professor für Erdbaumechanik, Schneemechanik und Lawinenverbau an der ETHZ. 1953 Pensionierung aus Gesundheitsrücksichten. Zwischen Zeiten schwerer Krankheit tätig mit Forschungsarbeiten und im privaten Ingenieurbüro. 1954-1957 Präsident der ICSI der AISH, 1956 erster Präsident der EGIG (Kap. 6B.15.10d). Auf seine Initiative arbeitet die GK als Konsequenz der Katastrophe von Mattmark ein Memorandum aus, das 1973 zur Bildung der AGG durch das EDI führt (Kap. 6B.15.4). 1968 Ehrenmitglied der IGS, 1976 des SAC und erhält Wegenermedaille der Deutschen Gesellschaft für Polarforschung, 1978 Ehrenmitglied der SNG. Nachrufe: J.Huder in Mitt. der Schweiz. Ges. für Boden- und Felsmechanik Nr. 100, Tagung 15./16.6.1979, 2 S. und Publikationsverzeichnis; A.von Moos in Schweiz. Bauzeitung 1978, Nr. 19, S.392; M.de Quervain in Journal of Glaciology Vol. 22, 1979, S. 405-407, und in "Polarforschung" 48.Jg., Nr. 1/2, 1978, S. 188-189; P.Kasser im Jahrbuch 1978 der SNG, wiss. Teil, S. 302-303. Weitere Nachrufe in Monatsbulletin des SAC, 6/1978, und ETH-Bulletin, Juli 1978.
- 28) Florin Reto, geb. 1913, Physiker, Chur.  
M 1947-1971, S 1964-1971  
Lehrer für Physik an der Kantonsschule Chur, im Ruhestand seit 1979.
- 29) Kasser Peter, geb. 1914, Bauingenieur, Zürich.  
M 1948-5.5.1984, D 1964-1981, P 1974-1980  
Chef der AHG an der VAW/ETHZ, im Ruhestand seit Oktober 1979
- 30) De Quervain Marcel, geb. 1915, Physiker, Davos.  
M 1957-1980, V 1964-1980  
Direktor des EISLF Weissfluhjoch-Davos, im Ruhestand seit Juni 1980.
- 31) Röthlisberger Hans, geb. 1923, Geophysiker, Zürich.  
M seit 1965, S 1972-1980, P seit 1981  
Chef der AG an der VAW/ETHZ, Dozent für Glaziologie an der ETHZ.
- 32) Jaccard Claude, geb. 1929, Physiker, Davos.  
M seit 1965, V seit 1981  
Direktor des EISLF Weissfluhjoch-Davos.
- 33) Oeschger Hans, geb. 1927, Physiker, Bern.  
M 1967-5.5.1984  
Professor für Experimentalphysik, insbesondere der Radioaktivität, an der Uni Bern, Leiter der Abteilung für Low level counting und nukleare Geophysik.
- 34) Müller Fritz, 16.5.1926-26.7.1980, Geograph, Montreal/Zürich.  
M 1971-1980  
1950-1954 Studium der Geographie an der ETHZ. Diplomarbeit über Frostbodenformen. 1952-1955 in Grönland mit Lauge Koch Sommerexpeditionen, Untersuchungen an Pingos in Scoresby Land. 1954 eigene Expedition ins Mackenzie Delta. 1956 Untersuchungen am Khumbugletscher (Mount Everest).

1957-1959 Glaziologe an der AH der VAW/ETHZ. 1959 Dissertation "Beobachtungen über Pingos". 1959-1970 McGill University Montreal, Leiter der jährlichen Expeditionen nach Axel Heiberg Island, 1961 Ernennung zum Professor. 1970-1980 Professor für Geographie an der ETHZ, Weiterführung der Studien auf Axel Heiberg, Untersuchungen an der North Water Polynya zwischen Grönland und Ellesmere Island, 1973 Inventar der Schweizer Gletscher, 1976 Direktor des PSFG (Kap. 6B.15.10b) und Leiter des TTS/WGI im Rahmen des UNEP (Kap. 6B.15.10c), 1979 Beginn neuer Untersuchungen am Rhonegletscher über Mesoklima, Massen- und Wasserhaushalt. Mitarbeit im Kuratorium des Instituts für Orts-, Regional- und Landesplanung der ETHZ, in der Geographisch-Ethnographischen Gesellschaft Zürich, in der Redaktionskommission der Zeitschrift "Geographica Helvetica", in der GK der SNG, in der Deutschen Gesellschaft für Polarforschung, in der IGS und in der ICSI. Nachrufe: D.Steiner in Vierteljahrsschrift der Natf. Ges. Zürich 125/4, 1980, S. 408-410; H.Lang in Bulletin der WMO, Vol. 30, no. 3, 7/1981, S. 222. Publikationsliste im GK-Archiv.

35) Flotron André, geb. 1928, Vermessungsingenieur, Meiringen.  
M 1972-5.5.1984

Inhaber eines Büros für Vermessungs- und Kulturtechnik.

36) Bezinge Albert, geb. 1927, Maschineningenieur, Sitten.  
M seit 1977

Chef d'exploitation des Forces Motrices de la Grande Dixence SA.

37) Aellen Markus, geb. 1934, Geologe, Zürich.  
M seit 1981, S seit 1981, D seit 1982

Sektionschef der Gruppe Gletscherbeobachtungen an der AG der VAW/ETHZ.

38) Salm Bruno, geb. 1932, Bauingenieur, Davos.  
M seit 1981

Sektionschef der Abteilung Schnee- und Lawinenmechanik im EISLF Weissfluhjoch-Davos, Lehrauftrag für Schnee- und Lawinenmechanik, Schneekunde und Lawinenverbau an der ETHZ.

39) Gensler Gian, geb. 1921, Meteorologe, Zürich.  
M seit 5.5.1984

Sektionschef an der SMA Zürich, Dozent für Geographie, insbesondere Klimatologie und Meteorologie an der Uni Zürich, im Ruhestand seit 1986.

40) Stauffer Bernhard, geb. 1938, Physiker, Bern.  
M seit 5.5.1984

Dozent für Experimentalphysik, insbesondere geophysikalische Glaziologie an der Uni Bern.

41) Wick Peter, geb. 1943, Geograph, Luzern.  
M seit 5.5.1984

Direktor des Museums Gletschergarten Luzern.

## 6B.14 Zeittabelle für das Gletscherkollegium von 1869 bis 1893

- 1868 Jahresversammlung des SAC in Bern. Annahme der Motion Rambert, der SAC möge sich zur wissenschaftlichen Erforschung der Gletscher mit der SNG in Verbindung setzen.
- 1869 14.5.: Anfrage des SAC an die SNG  
17.8.: Zusage der SNG  
Bildung des Gletscherkollegiums durch SAC und SNG. Das Kollegium wählt E.Désor zum Präsidenten (Kap. 6B.11.1 und 6B.13)
- 1869-1874: Beratung der Arbeitsprogramme
- 1872 2.9.: Die Delegiertenversammlung des SAC beschliesst, die "Instruktion für die Gletscherreisenden des SAC" zu veröffentlichen (Lit. SAC 1872) und beauftragt J.Siegfried-Bürgi, a.Lehrer, Zürich, mit der Erstellung eines "Gletscherbuches" als Sammlung aller Beobachtungen (Lit. SAC 1888)
- 1874 Der SAC publiziert "Die Gletscher der Schweiz, nach Gebieten und Gruppen geordnet. Ein Auszug aus dem auf Anordnung des SAC in Bearbeitung genommenen Gletscherbuche." (Lit. SAC 1874) als erstes Gletscherinventar der Schweiz, erstellt aufgrund der zur Verfügung stehenden Kartenwerke, vor allem der Exkursionskarten des SAC und der Dufourkarte (1842-1864) des ETB
- 26.4.: Der Rhonegletscher wird ausgewählt für eine eingehende langjährige Untersuchung durch die GK gemeinsam mit dem SAC und der SNG  
Ende Juli: Beginn der Feldarbeiten durch das ETB
- 1874-1892: Rhonegletschervermessung, 1.Teil:
- Verträge: 1874-1879 Auftrag SAC an ETB  
1880-1886 SAC mit ETB, mit Verlängerung bis 1889  
1890-1892 ETB mit SNG und SAC (Vertrag vom 15.12.1889)
  - Finanzierung: 1874-1879 SAC  
1880-1889 SAC und ETB  
1890-1892 ETB, SAC, SNG und Geologische Kommission der SNG
  - Wissenschaftliche Leitung: GK
  - Ausführung: ETB, mit Direktoren 1866-1879 H.Siegfried (1819-1879)  
1880-1882 J.Dumur  
1882-1900 J.J.Lochmann
  - Ingenieure am Rhonegletscher: 1874-1880 P.Gosset, A.von Tscharnier, H.Lindenmann  
1881-1901 L.Held (1881 mit M.Rosenmund) u.a.
  - Gehülfenobmann: 1882-1910 Felix Imahorn, Oberwald (s. Lit. Mercanton 1916, Einleitung Rüttimeyer und Vorwort Heim)
- 1879 stirbt J.Siegfried-Bürgi, das Gletscherbuch wird nicht weitergeführt
- 1880 F.A.Forel beginnt mit der Publikation jährlicher Berichte über die Veränderungen der Gletscher (s. 4.Umschlagseite) und mit dem Aufbau eines Netzes für die systematische Beobachtung, im Zusammenhang mit seiner Expertise für den "Procès du Léman" (Lit. Bruschin 1983, Kasser 1981). Frühere periodische Messungen sind z.B. 1851-1857 am Gornergletscher durch Clemenz durchgeführt (s. Forel, 9.Gletscherbericht), 1867 am Bifertengletscher durch SAC-Sektion Tödi, 1868 am Paradiesgletscher durch Coaz und im Wallis durch SAC-Sektion Tödi begonnen worden (Lit. SAC 1888)

1892 17.12.: Letzte Sitzung des Gletscherkollegiums. Der SAC will sich nur noch an den Kosten der für 1894 vorgesehenen Publikation beteiligen. Beschlüsse für die Anträge an das CC der SNG zur Weiterführung der Vermessungen am Rhonegletscher und zur Bildung einer Gletscherkommission der SNG (Auszug aus dem Sitzungsprotokoll):

"In Zusammenfassung der Resultate der gewalteten Diskussion wird einstimmig zum Beschluss erhoben:

- 1.) das Gletschercollegium gelangt an das C.C. der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft mit der Bitte:
  - a) die schweizerische naturforschende Gesellschaft möchte die Fortsetzung der Rhonegletschervermessungen, als eine wissenschaftliche und patriotische Pflicht, übernehmen, nachdem leider der S.A.C. dies nicht mehr tun will.
  - b) die schweizerische naturforschende Gesellschaft möchte eine Gletschercommission ernennen (unter Berücksichtigung der noch nicht abgelösten Verpflichtungen des bisherigen Gletschercollegiums gegenüber dem S.A.C.), und dieselbe mit der Fortsetzung der Rhonegletscherbeobachtungen betrauen.
  - c) das C.C. der naturforschenden Gesellschaft möchte Mittel und Wege berathen, wie die zur Fortsetzung der Beobachtungen nöthige jährliche Summe von ca. 1600 frs. aufgebracht werden könnte.
- 2.) der Herr Präsident Prof. Hagenbach wird ersucht:
  - a) namens des Gletschercollegiums beim eidgen. Departement des Innern, Abteilung Bauwesen, ein Gesuch um regelmässige hydrographische Beobachtungen (Pegelstation) an der jungen Rhone einzugeben.
  - b) ebenso die schweizerische meteorologische Commission zu ersuchen, die unsere Gletscherforschung unterstützenden meteorologischen Beobachtungen in der Nähe des Rhonegletschers in gutfindender Weise zu fördern.

Das Programm für die Vermessungsarbeiten Sommer 1893 ist festgestellt, es kann dasselbe sofort zur Ausführung gelangen, wenn die nöthigen Geldmittel bewilligt sein werden."

## 6B.15 Zeittabellen für die Gletscherkommission von 1893 bis 1983

### 6B.15.1 Gründung und Aufgaben

- 1893 4.9.: Wahl der Gletscherkommission der SNG zur wissenschaftlichen Erforschung der Schweizer Gletscher. Aufgaben:
- Weiterführung der Vermessungen am Rhonegletscher und Publikation der Ergebnisse (siehe Kap. 6B.15.6a),
  - Bearbeitung und Publikation der Beobachtungen über den Stand und die Veränderungen der Gletscher (siehe Kap. 6B.15.2).
- 1915 Geschichte der GK im Jubiläumsband zum hundertjährigen Bestehen der SNG (Lit. Heim 1915).
- 1916 2.6.: Auf Verlangen des CC/SNG redigiert A.Heim ein GK-Reglement. Darin werden die Aufgaben der GK eingegrenzt auf die Untersuchung und Beobachtung von Gletschern der Jetztzeit (Protokollbuch im Archiv der GK).
- 1938 Exposé über die bisherige Tätigkeit und die Aufgaben der GK an das CC/SNG zu Händen des EDI mit Kopie an das EFD. Besondere Betonung der Kommissionsarbeit im Sinne einer Landesanstalt (Protokollbuch im Archiv der GK).
- 1942 25.4.: Anpassung des GK-Reglements von 1916 an die Statuten der SNG. Aufgaben definiert als "Untersuchung der Gesamterscheinung der Gletscher. Ihr besonderes Forschungsgebiet sind die Gletscher der Schweizer Alpen, deren Stand sie regelmässig nachprüft." (Verh. der SNG, JV Sion, S. 271).
- 1979 7.4.: Anpassung des GK-Reglementes an die Statuten der SNG vom 11.10.1974 (Verh. der SNG, JV Lausanne, S. 163-166). Es werden Prioritäten gesetzt. Auszugsweise lauten die Aufgaben wie folgt:
- Art. 5: "Die jährlichen Erhebungen über den Stand und die Veränderungen der Gletscher in den Schweizer Alpen im Sinne einer Landesaufnahme sind die zentrale Aufgabe der GK."
- Art. 7: "Die GK kann Arbeiten Dritter, welche der Feststellung des Standes und der Veränderungen der Gletscher dienen, unterstützen, sofern die Resultate für die Berichte der GK zur Verfügung gestellt werden."
- Art. 8: "Die GK ist Mitglied der vom Eidgenössischen Departement des Innern eingesetzten 'Arbeitsgruppe Gefährliche Gletscher' (AGG)."
- Art. 9: "Die GK wirkt als Kontaktorgan für glaziologische Forschungsprogramme in der Schweiz".
- Art. 10: "Die GK unterhält die Verbindungen zu den internationalen glaziologischen Organisationen."
- Art. 11: "Die GK hält das öffentliche Interesse für die Bedeutung der Glaziologie im Rahmen der Erdwissenschaften sowie für den Umweltschutz und die Wirtschaft unseres Landes wach."

## 6B.15.2 Beobachtungen über Stand und Veränderungen der Gletscher

### 6B.15.2a Vorbemerkungen

Die jährlichen Erhebungen der Gletscherkommission der SNG über den Stand und die Veränderungen der Gletscher dienen als Grundlage für Untersuchungen über:

- die Beziehungen zwischen Gletschern und Klima, mit Anwendungen zur Rekonstruktion des Klimas der Nacheiszeit und zum Studium möglicher zukünftiger Entwicklungen,
- die Zusammenhänge zwischen Ernährung, Bewegung und Abbau der Gletscher,
- den Einfluss der morphologischen Parameter auf die Gletscherveränderungen,
- die Gefährdung von Unterliegern durch Eisstürze oder Seeausbrüche infolge des Wachstums oder des Schwunds der Gletscher,
- den Wasserhaushalt in vergletscherten Einzugsgebieten,
- die verfügbaren Wassermengen,
- die Bemessungsgrundlagen von Wasserkraftanlagen
- die Abflussvorhersagen zur Optimierung des Betriebs von Wasserkraftanlagen.

Die Ergebnisse der Erhebungen sind in den jährlichen Gletscherberichten publiziert (s. Verzeichnis auf der 4. Umschlagseite dieses Jahrbuchs). Im Sinne einer Landesaufnahme ergänzen diese Berichte die Jahrbücher der LH, der SMA und des EISLF wie auch die Kartenwerke der L+T und der V+D. Alle diese Informationen sind für die obgenannten Untersuchungen notwendig. Für die GK ist die Zusammenarbeit auch mit anderen Institutionen, in den letzten 40 Jahren vor allem mit der VAW, wichtig geworden. Manche Entwicklung ist ausserhalb der GK eingeleitet und später von der GK übernommen worden. In diesem Sinne sind in den nachstehenden Tabellen auch "GK-fremde" Arbeiten zitiert, die heute zu Aufgaben der GK geworden sind wie z.B. Inventare und Beobachtungen über Firnzuwachs und Massenänderungen.

Die Gletscherberichte enthalten heute vor allem Angaben über die jährlichen, an den Zungenenden gemessenen Längenänderungen und über die jährlichen Massenänderungen, die nach der glaziologischen Methode an Akkumulations- und an Ablationspegeln gemessen oder nach der hydrologischen Methode aus Niederschlag und Abfluss berechnet werden. Flächen- und Volumenänderungen werden für längere Zeitintervalle nach der geodätischen Methode aufgrund topographischer Karten aus wiederholten Vermessungsaufnahmen ermittelt. In den künftigen Jahrbüchern könnte vermehrt auch über Gletscherbewegung und Gletscherdicken berichtet werden. Nachstehend werden Hinweise gegeben über die Entstehung der Messnetze zur Erfassung der Längenänderungen (vergleiche auch Kap. 6B.2, S. 239-259), der Massenänderungen (vergl. Kap. 5.5, S. 140-152) und der Flächenänderungen (Inventare).

### 6B.15.2b Längenänderungen

- 1892 Gestützt auf den Beschluss der JV/SNG in Basel, ersucht das CC/SNG die eidgenössischen und kantonalen Behörden um Unterstützung für die Durchführung der jährlichen Erhebungen.
- 1893 Im Auftrag des Eidgenössischen Landwirtschaftlichen Departements (heute EVD) organisiert Oberforstinspektor J.F.Coaz die Arbeit mit den Kantonalen Forstdiensten (KF). Gemäss den "Instructions pour l'observation des variations des glaciers" (Lit. IOG 1893) liefert das Oberforstinspektorat (OFI) die Messformulare an die KF, welche die Beobachtungen ausführen und ihre Berichte an das OFI senden. Dieses leitet die Berichte über das CC an die GK der SNG weiter. Die GK bearbeitet die Messprotokolle und publiziert die Ergebnisse in Fortsetzung der Berichte F.A.Forels in der Zeitschrift des SAC. Die Akten werden beim CC/SNG archiviert.

- 1897-1914: Als Mitautor der Berichte Nr. 18 (1897) - 34 (1913) wirkt E.Muret \*) ausserhalb der GK massgebend mit (s. Fussnote).
- 1911 P.L.Mercanton sichtet beim CC/SNG in Genf das Archiv der GK, das zur "dauernden" Aufbewahrung zur L+T nach Bern geht.
- 1918 Das Archiv der GK wird von der L+T an das A+W übergeben.
- 1921 Mercanton macht von Militärflugzeugen aus erstmals Flugaufnahmen für die GK.
- 1923 13.10.: Das OFI will sich nicht mehr mit der Organisations- und Sammelarbeit für die Gletschermessungen befassen. Die GK betraut Mercanton mit dieser Aufgabe. Die KF führen ihre Beobachtungen weiterhin aus.
- 1927 O.Lütschg führt das Archiv der GK an der MZA in Zürich weiter.
- 1929 Die L+T stellt der GK erstmals aerophotographische Dokumente für Zungenmessungen zur Verfügung.
- 1935 Das Archiv der GK wechselt mit Lütschg von der MZA zum Institut für Gewässerkunde an der ETH.
- 1941 Das GK-Archiv wechselt von Lütschg zu M.Oechslin an das Kantonsforstamt Uri in Altdorf.
- 1948 Das GK-Archiv wechselt von Oechslin zu A.Renaud in Lausanne.
- 1955 Renaud übernimmt von Mercanton die Leitung der jährlichen Erhebungen am Netz der Gletscherzungen.
- 2.7.: Die GK ernennt Renaud zum Delegierten für die Gletscherkontrollen.
- 13.12.: Bildung einer GK-internen Arbeitsgruppe für die Gletscherbeobachtungen (AGB), mit Renaud als Leiter, Oechslin und P.Kasser als Mitgliedern.
- 1956 August: Herausgabe der neuen Instruktionen für die Beobachtung der Gletscherzungen mit Einführung des heute noch verwendeten Formulars für das Messprotokoll.
- 1957 R.Florin löst Oechslin in der AGB ab.
- 1957/58: Das Internationale Geophysikalische Jahr (IGY) der IUGG gibt den Anstoss zur Vermehrung der Gletscherbeobachtungen.
- 1961 Februar: Durch den Schweizerischen Schulrat wird die Abteilung für Hydrologie der VAW umbenannt in Abteilung für Hydrologie und Glaziologie (AHG).
- 1962 Die L+T übernimmt die aerophotogrammetrische Koordinatenbestimmung der Basispunkte der Gletschervermessung. Die GK führt die Signalisierungsarbeiten am Boden aus.
- 1964 8.6.: Renaud erliegt einem Herzinfarkt.
- 26.6.: Sitzung der GK. Kasser wird Delegierter für die Gletscherbeobachtungen, H.Röthlisberger wird Mitglied der AGB. Die Gletscherbeobachtungen der GK werden Schweizer Projekt des Internationalen Hydrologischen Dezenniums (IHD).
- 13.7.: Auf Anfrage des GK-Präsidenten vom 8.d.M. gewährt die VAW (Dir. G.Schnitter) der GK Gastrecht für die Leitung der Gletscherbeobachtungen durch Kasser und für das Archiv.
- 1972 Florin scheidet aus der AGB aus.
- 1979 Die AHG der VAW wird aufgeteilt in die Abteilung für Hydrologie (AH) und die Abteilung für Glaziologie (AG).
- 1982 M.Aellen löst Kasser ab als Delegierter für die Gletscherbeobachtungen.

---

\*) Muret Ernest, 24.4.1865-15.1.1955. Forstingenieur. Geboren in Morges, Studium an der ETH in Zürich, Schwiegersohn F.A.Forels, ist Forstingenieur ab 1892 in Visp, ab 1898 in Morges, 1902 Adjunkt von Coaz am OFI in Bern, 1903 bis Mai 1935 Kantonaler Inspektor für Forstwesen, Jagd und Fischerei in Lausanne.

6B.15.2c Massen- und Volumenänderungen  
(vergleiche Kap. 5, S. 110-152)

Hydrologische Bilanzen vergletscherter Einzugsgebiete

Laufend nachgeführte Beobachtungsreihen der VAW, zusammenfassend dargestellt für die Perioden:

- 1922-1977 Einzugsgebiet der Massa mit Aletschgletschern (Glaziol. Jahrbuch, 95./96. Bericht, Kap. 6.2, S. 134-145).  
1955-1980 Einzugsgebiet der Rhone bis Porte du Scex (Glaziol. Jahrbuch, 97./98. Bericht, Kap. 6.2, S. 148-183).  
1961-1979 Einzugsgebiet der Aegina mit Griesgletscher (Glaziol. Jahrbuch, 99./100. Bericht, Kap. 6A.3, S. 162-171).

Jährliche Massenänderung ganzer Gletscher aus Messungen an Pegelnetzen

Bis 1984 nachgeführte Messreihen der VAW, zusammenfassend dargestellt für die Perioden:

- 1947-1977 Limmern und Plattalva (Glaziol. Jahrbuch, 97./98. Bericht, Kap. 6.32, S. 186-197).  
1959-1973 Silvretta (Glaziol. Jahrbuch, 95./96. Bericht, Kap. 6.3, S. 146-157).  
1961-1979 Gries/Aegina (Glaziol. Jahrbuch, 99./100. Bericht, Kap. 6A.3, S. 162-171).

Jährliche Massenänderung an einzelnen Messstellen

Laufend nachgeführte Messreihen mit Bestimmung von:

- Firnzuwachs (Winter- und Jahreswerte der Nettoakkumulation)  
(vergleiche Kap. 5.5, S. 140-152)
  - seit 1913 Clariden (ZGK/MZA/VAW/GK)
  - seit 1914 Silvretta (ZGK/MZA/EISLF)
  - seit 1918 Jungfraufirn (ZGK/MZA/SKSLF/GK/VAW)
  - seit 1947 Berninagebiet (Gensler)
  
- Firnzuwachs und Eisabtrag (Nettoakkumulation und -ablation)
  - seit 1941 Grosser Aletsch (SKSLF/GK/VAW). Vergleich mit hydrologischer Bilanz des Einzugsgebiets Massa (vergleiche auch Kap. 6B.15.6b).
  - seit 1956 Allalin, Hohlaub, Kessjen, Schwarzberg (VAW für EW und KWM).
  - seit 1966 Giétro (VAW für EW und FMM).

Jährliche Profilaufnahmen mit Bestimmung der Volumenänderung im Zungengebiet

Im Auftrag von Kraftwerken laufend nachgeführte Messreihen:

- Aaregletscher (90. Gletscherbericht 1968/69, ergänzter Sonderdruck, S. 26). Berichte Flotron an KWO im Archiv der GK.
  - seit 1928 Unteraar (Büro Flotron für KWO)
  - seit 1946 Oberaar (Büro Flotron für KWO)
  
- weitere Gletscher (Berichte an Auftraggeber im Archiv der VAW).
  - seit 1965 Allalin (VAW für EW und KWM).
  - seit 1966 Giétro (Büro Leupin und VAW für EW und FMM).

### Volumenänderung in mehrjährigen Messintervallen

Geodätisch bestimmt aufgrund wiederholter Gesamtaufnahmen im Massstab 1:10 000 für:

- Mattmarkgebiet mit Allalin, Hohlaub, Kessjen, Monte Moro, Ofental, Schwarzberg, Seewjinen, Tälliboden

1932-34 (Lütschg 1944, Kap. 4)  
1932-46 (Kasser 1967)  
1946-56 (Kasser 1967)  
1956-67 (Kasser 1973)

- Aletschgebiet mit Grosse Aletsch, Mittelaletsch, Oberaletsch, Schönbühl, Triest, Wannenhorn, Zenbächen und übrigen Gletschern im Einzugsgebiet der Massa

1927-57 (Kasser 1967)

- Aeginaugebiet mit Griesgletscher

1923-61 (Kasser 1967)  
1961-79 (Siegenthaler, siehe Kap. 6A.2, S. 155-161 und 6A.5, S. 176)

- Silvrettagebiet

1938-56 Silvretta, Verstankla (Kasser 1967)  
1959-73 Silvretta (Glaziol. Jahrbuch, 95./96. Bericht, Kap. 6.3, S. 146-157)

- Limmerngebiet mit Limmern und Plattalva

1945-59 (Kasser 1967)  
1947-77 (Siegenthaler, in Glaziol. Jahrbuch, 97./98. Bericht, Kap. 6.3, S. 184-201).

### 6B.15.2d Inventare, insbesondere der Gletscherflächen

#### Gesamtschweizerische Darstellungen

- 1869-1895 Jegerlehner, J. 1902: Die Schneegrenze in den Gletschergebieten der Schweiz. Gerlands Beiträge zur Geophysik, Bd. V, S. 486-566. Grundlage: Topographischer Atlas der Schweiz 1:50 000 (Siegfriedatlas).
- 1917-1945 Mercanton, P.-L. 1958: Aires englacées et cotes frontales des glaciers suisses. Cours d'eau et d'énergie, no. 12. Grundlage: Neue Landeskarte der Schweiz 1:50 000, Planimetrierung durch Rindlisbacher (L+T). Mercanton ordnet den zeitlichen Schwerpunkt dieser Auswertung dem Jahr 1934, den der Arbeit Jegerlehner dem Jahr 1876 zu.
- 1973 Müller, F., Caflisch, T. und Müller, G. 1976: Firn und Eis der Schweizer Alpen. Gletscherinventar. Publikation Nr. 57 und 57a, Geographisches Institut der ETH Zürich. Grundlage: Landeskarte der Schweiz 1:25 000 mit Eintragung der Gletschergrenzen nach den Vermessungsflügen vom 5.-14.9.1973 durch Luftaufklärungsdienst und V+D.

Weitere Flächenangaben über die ganze Schweiz:

- Die Wasserverhältnisse der Schweiz, 8 Bde, HA 1896-1903, LH 1910-1913, A+W 1920-1924.
- Statistisches Jahrbuch der Schweiz, ab 1891.
- Hydrographisches Jahrbuch der Schweiz, A+W 1917-1977.
- Hydrologisches Jahrbuch der Schweiz, LH ab 1978.

#### Flächenänderung einzelner Gletscher

Für alle im Abschnitt "Volumenänderung in mehrjährigen Messintervallen" aufgeführten Gletscher (s.o.) sind in den zitierten Publikationen auch die Flächenänderungen während der angezeigten Messintervalle angegeben.

### 6B.15.3 Messung der Gletscherdicke

- 1897 F.A.Forel schenkt der GK Fr. 500.- für die Entwicklung einer **Methode, rasch tief in den Gletscher zu bohren und die Geschwindigkeit in verschiedenen Tiefen zu messen.**
- 1901 September: 2. Internationale Gletscherkonferenz in Vent im Oetzal. E.Hagenbach-Bischoff und F.A.Forel besichtigen die Bohrungen von H.Hess und A.Blümcke zur Bestimmung der Eis-tiefe am Hintereisferner.
- 1912 Legat von F.A.Forel von Fr. 500.- an die GK.
- 1920 P.L.Mercanton will eine Sondiermethode mittels Schallwellen erproben.
- 1921 Akustische Sondierversuche von Mercanton am Glacier d'Orny, ohne Erfolg.
- 1923 Kontakte mit Physiker P.Langevin, Paris, betreffend Anwendung von Ultraschall.
- 1924 Versuche von Mercanton mit elektrischen Sondiermethoden.
- 1926 August: Versuche von Langevin mit Ultraschall auf dem Eigergletscher, ohne Erfolg.
- 1927 W.Jost und Mercanton besprechen H.Mothes' Dissertation (Lit. Mothes 1929).
- 1928 Kontakte mit Mothes im Zusammenhang mit dessen Arbeiten am Grossen Aletschgletscher (Lit. Mothes 1929).
- 1929 4.5.: Mercanton informiert die GK über Mothes' Sondierungen vom Februar 1929 auf dem Konkordiaplatz des Grossen Aletschgletschers.
- 1930 Offerte des Geophysikalischen Instituts in Göttingen (Prof. Angenheister) für seismische Sondierungen am Rhonegletscher im Jahre 1931 (30 Tage, Fr. 5000.-).
- 1931 19.7.-14.8.: F.Gerecke, H.K.Müller und W.Riehn, Göttingen, sondieren mit Jost, M.Oechs-  
lin u.a. am Rhonegletscher.
- 1933 Versuche von Jost und Mercanton am Rhonegletscher mit Schallwellen, Ergebnis negativ.
- 1934 Seismograph von A.Kreis in Evaluation einbezogen.
- 1935 Drucklegung "Sondierungen am Rhonegletscher" (Lit. Jost 1936).  
Bau des "Gletscherseismographen Kreis".
- 1936 20.7.-8.8.: 1.seismische Kampagne am Unteraargletscher durch die GK, unterstützt durch  
SAC, KWO, BKW, L+T. Teilnehmer: W.Jost, A.Kreis, A.Renaud, R.Wyss mit 5 Mitarbeitern.
- 1937 18.7.-6.8.: 2.seismische Kampagne am Unteraargletscher.
- 1938 8.-15.7.: Elektrische Sondierungen auf dem Aarboden vor dem Unteraargletscher durch  
W.Fisch mit 1 Assistenten und 5 Gehilfen.  
10.-16.7.: Seismische Sondierungen auf dem Aarboden durch Kreis mit E.Wanner, R.Florin  
und 3 Gehilfen.  
17.-30.7.: Seismische Sondierungen auf dem Unteraargletscher durch Jost mit Kreis, Re-  
naud, Florin und 6 Gehilfen (vergleiche Protokoll der GK vom 26.11.1938).
- 1939 Seismische Sondierungen auf dem Unteraargletscher durch Kreis, Jost und Florin mit  
R.Jost, Renaud, H.Schlapbach, E.Vuille und 2 Angestellten der BKW, durch schlechtes  
Wetter stark behindert.
- 1940-41 Sondierungen durch Aktivdienst verhindert.
- 1942 Sondierungen in Andermatt an den Schotterablagerungen über dem Gotthardtunnel durch  
Kreis und Renaud.
- 1943 25.7.-7.8.: Seismische Sondierungen am Morteratschgletscher durch Jost, Kreis, Renaud  
und A.Süsstrunk mit 4 Studenten und 2 Maturanden.
- 1944 Anfrage des Staatsrats des Kantons Wallis für Sondierungen im Gebiet der Plaine Morte,  
im Zusammenhang mit einem Projekt zur Fassung von Wasser unter dem Gletscher.

- 1945 Juni-Juli: Einsatz der Seismik-Apparatur für Kraftwerkprojekt in Salanfe durch Kreis mit Süssstrunk.
- 1946 28.7.-17.8.: Seismische Sondierungen auf der Plaine Morte durch Kreis, Florin und Süssstrunk mit je 1 Techniker und Geometer sowie 7 Gehilfen.  
Sondierungen auf dem Gletschboden bei Gletsch durch Mercanton.
- 1947 Seismische Sondierungen auf dem Unteraargletscher durch Jost, Florin, Renaud und Süssstrunk.
- 1948 Seismische Sondierungen auf dem Gornergletscher im Zusammenhang mit dem Kraftwerkprojekt Grande Dixence, durch Firma Knecht und Süssstrunk im Auftrag der EOS.  
Tiefbohrungen mit Warmwasser (System Calciati) in den Gletschergebieten von Arolla für das Kraftwerkprojekt Grande Dixence im Auftrag der EOS.
- 1949 Seismische Sondierungen auf dem Gornergletscher durch Süssstrunk im Auftrag der EOS.  
Tiefbohrungen der EOS mit System Calciati und Horizontalstollen von 1050 m Länge im Zmuttgletscher.
- 1950 Abschluss der seismischen Feldarbeiten der GK auf dem Unteraargletscher. Jost und Florin (GK) mit Süssstrunk (Firma Knecht und Süssstrunk), unterstützt durch die KWO und mit Subventionierung durch die Eidgenössische Volkswirtschaftsstiftung und den SAC (Lit. Kreis, Florin und Süssstrunk 1952, Jost 1954, Florin 1984).
- 1950-1983: Mit den Arbeiten der GK am Unteraargletscher geht im Sommer 1950 die Pionierzeit der seismischen Dickenmessungen zu Ende. Zusammen mit anderen geophysikalischen Untersuchungsmethoden ist die seismische Erforschung des Untergrunds zu einem normalen Arbeitsgebiet der Sondierfirmen geworden, die für Projekte von Wasserkraftanlagen auch an Gletschern intensiv tätig werden. Untersuchungen über Wasserdruck und Gletscherbewegung veranlassen die Abteilung für Glaziologie der VAW/ETHZ in den Siebzigerjahren, eine "Jet-Methode" mit Heisswasser unter hohem Druck zu entwickeln, die rasche Tiefbohrungen in Eis ermöglicht (Lit. Iken, Röthlisberger und Hutter 1977). Die arbeits- und lohnintensive seismische Dickenmessung wird weitgehend abgelöst durch die im Ausland entwickelte Radarmethode (Lit. Watts and Anthony 1976). VAW und IG/ETHZ stellen eine Radarapparatur zusammen, die rasches und kostengünstiges Arbeiten auch im schwierigen Gelände des Hochgebirges ermöglicht (Lit. Haeberli, Wächter, Schmid und Sidler 1982).

#### 6B.15.4 Gefährliche Gletscher

##### 6B.15.4a Die Jahre von 1893 bis 1963

- 1893 In den "Instructions pour l'observation des variations des glaciers" des OFI an die KF steht:  
"Quant aux glaciers dangereux, qui donnent des menaces d'avalanches destructives ou de barrage de torrents, qui créent des lacs temporaires etc., il va sans dire, qu'ils doivent être surveillés avec soin par le personnel forestier, et que tous les faits importants qui les concernent doivent être signalés à temps aux autorités compétentes."
- 1895 11.9.: Gletschersturz an der Altels, dem 6 Menschen und 169 Stück Vieh zum Opfer fallen. Untersuchungen durch A.Heim, mit L.Du Pasquier und F.A.Forel.  
Dezember: Publikation "Die Gletscherlawine an der Altels am 11.September 1895", als 93. Neujahrsblatt der NGZ 1896 (Lit. Heim 1895).
- 1896 Ergänzende Publikationen von Du Pasquier in "Archives des Sciences physiques et naturelles", Genève, und "Bulletin de la Société des Sciences naturelles de Neuchâtel".
- 1894 28.6.: Ausbruch des durch den Otemmagletscher gestauten Sees im Zungenbecken des Glacier de Crête-Sèche (15. Gletscherbericht 1894, S. 16).
- 1895 18.6.: Erneuter Ausbruch des gleichen Sees (16. Gletscherbericht 1895, S.256).
- 1898 Ausbrüche von Wassertaschen am Glacier de l'Aneuve, am 22.6., und Hohberggletscher, am 21.8. (19. Gletscherbericht 1898, S. 18-19).  
17.7.: Schadenhochwasser im Val de Bagnes, verursacht durch Ausbruch des Sees am Glacier de Crête-Seche. Schadenssumme auf Fr. 110 000.- geschätzt (Lit. Mercanton 1898).
- 1915 Publikation der LH über die Ausbrüche des Märjelensees (Lit. Lütischg 1915).
- 1922 13.4.: Lütischg berichtet in der GK über den Ausbruch vom 3.10.1921 des Sees am Grubengletscher (Haslital) mit Murgang des Aerlenbachs (Bericht Kaech BKW) und über die Gletscherlawinen vom 25.2. und 8.3.1922 am Rhonegletscher.
- 1924 Zuschrift des Genfer Komitees der "Calamités mondiales" an die GK mit dem Vorschlag für die Kartierung von eventuellen Gletscherkatastrophen.
- 1926 Publikation von Lütischg, mit See- und Gletscherchronik von 1300 bis 1915, Hochwasserchronik von 563 bis 1922 und Schnee- und Wetterchronik von 1465 bis 1918 (Lit. Lütischg 1926).
- 1927 Der Altelsgletscher gibt Anlass zu Bedenken und wird durch W.Jost im Auftrag der GK beobachtet.
- 1928 Photoflug an der Altels und Untersuchungen am Boden durch Jost.  
28.4.: Jost berichtet in der GK über einen Gletscherabbruch an der Altels im Spätherbst 1927 und eine aerophotogrammetrische Aufnahme durch die L+T.
- 1929 4.5.: Jost berichtet in der GK über Gletschersturz an der Altels.
- 1944 Anfrage der BKW an P.L.Mercanton betreffend mögliche Bedrohung des Staubeckens Spitalamm durch den Unteraargletscher.
- 1951 1./2.7.: Hochwasser in der Lütischine infolge Wasserausbruchs am Unteren Grindelwaldgletscher (Bericht Jost in der GK).
- 1956 29./30.7.: Ausbruch des Steingletschersees am Sustenpass, untersucht durch R.Haefeli als Experte des Kantons Bern (Lit. Haefeli 1961).
- 1960/61: Abschätzung des Risikos eines Vorstosses des Griesgletschers bis zur projektierten Staumauer an der Aegina (VAW für Alusuisse und MKW).

#### 6B.15.4b Sicherheit von Stauanlagen

- 1963 9.10.: Katastrophe von Vajont mit rund 2000 Todesopfern (Lit. Schnitter 1972). Gletscher sind an den Ursachen des Ueberschwappens des Stausees nicht beteiligt. Die Katastrophe gibt jedoch Anlass, die Sicherheit aller Stauanlagen in der Schweiz zu überprüfen, auch in Bezug auf Gletscher und Schneedecke (Lawinen, Hochwasser).
- Dezember: Frageschema des EDI geht an alle Eigentümer von Stauanlagen mit dem Auftrag, die Sicherheitsexpertisen möglichst bis Ende 1964 durchführen zu lassen, und mit einer Liste der vom ASF beigezogenen Experten (R.Haefeli für Schnee und Gletscher).
- 1964-1966: Ausführung dieser Gutachten, wovon einige durch die AHG der VAW erstellt werden (s. Jahresberichte der VAW).
- 1967 13.2.: EDI an Bundesrat: Antrag über die Untersuchungen betreffend die Sicherheit der schweizerischen Stauanlagen geht in Vernehmlassung.
- 1968 20.3.: Bundesbeschluss über die Ergebnisse dieser Gutachten.

#### 6B.15.4c Der Gletschersturz von Mattmark und seine Auswirkungen

- 1965 30.8.: Katastrophe von Mattmark: Gletschersturz am Allalingletscher zerstört Baustelle und vernichtet 88 Menschenleben.
- 1965-1972: Mattmark-Prozess vor den Walliser Gerichten. Freispruch für alle Angeklagten durch das Kantonsgericht in Sitten. Keine Berufungen an das Bundesgericht.
- 1965-1968: Die Ueberwachungskommission von Mattmark, der u.a. P.Kasser und H.Röthlisberger angehören, befasst sich von September 1965 bis Mai 1968 ständig mit den Massnahmen zur Sicherung der Baustelle, zunächst während der Bergungsarbeiten, anschliessend während der Fertigstellung des Staudamms.
- 1965-1969: Die GK diskutiert das Problem der potentiellen Gefahren von Seiten der Gletscher. In einem Memorandum, das am 25.4.1969 mit Begleitschreiben des ZP/SNG und des GK-Präsidenten an das EDI geht, wird die Bildung einer "Arbeitsgruppe Gefährliche Gletscher" vorgeschlagen.
- 1969 16.5.: Das EDI ersucht das OFI (mit EISLF) und das ASF um Stellungnahme. In der Folge wird eine Studiengruppe (Vorsitz M.de Quervain) mit Beteiligung der GK gebildet.
- 1971 6.5.: Rundschreiben des EDI an die Kantone mit Gletschern.
- 1972 22.12.: Die Studiengruppe beantragt dem EDI, eine "Arbeitsgruppe für Gefährliche Gletscher" (AGG) zu schaffen, bestehend aus den Mitgliedern: Rechtsdienst EDI, ASF, OFI mit EISLF, BZ des EJPD, VAW/ETHZ, GK, Kantone Bern, Graubünden, Uri und Wallis.

#### 6B.15.4d Die Arbeitsgruppe für Gefährliche Gletscher

- 1973 18.1.: Das EDI bildet die "Arbeitsgruppe für Gefährliche Gletscher" (AGG) mit Sekretariat bei der VAW/ETHZ (Brief EDI an de Quervain EISLF) und informiert die Kantone.
- 2.2.: Auftrag des EDI an die VAW.
- 8.5.: Konstituierende Sitzung der AGG in Bern mit Uebergabe der Geschäfte vom Vorsitzenden der ad hoc-Studiengruppe an die VAW. Den Vorsitz der AGG übernimmt P.Kasser, Leiter der Geschäftsstelle wird H.Röthlisberger (s. Protokoll vom 23.5.1973).
- 1973-1983: Die AGG orientiert über ihre Arbeit in den Tätigkeitsberichten für 1973 bis 1976 jährlich (am 2.7.74, 2.4.75, 1.9.76 und 15.11.77), für 1977 und 1978 sowie 1979-1983 mehrjährlich (am 14.5.79 und 26.4.84).
- 1983-29.3.1984: Entwurf eines Reglementes für die AGG.
- 1960-1984: Untersuchungen der VAW/ETHZ an verschiedenen "gefährlichen Gletschern" (s. Jahresberichte der VAW).

## 6B.15.5 Naturschutz

### Stausee Gletsch

- 1973 11.7.: Im "Gesamtwirtschaftlichen Entwicklungskonzept Region Goms" wird das Vorgelände des Rhonegletschers, das als Objekt 3.44 im KLN-Inventar aufgenommen ist, durch Staatsratsbeschluss des Kantons Wallis geschützt, nachfolgend auch durch den Beschluss des EDI vom 12.1.1975.
- 1976 5.5.: Der Staatsrat des Kantons Wallis genehmigt ein Studienprojekt "Pumpspeicherwerk Gletsch, Feasibility Study" vom Februar 1976, das ein Konsortium, bestehend aus Lonza AG, Gampel, Schweizerische Aluminium AG, Chippis, und Wasserwirtschaftsamt des Bau- und Forstdepartements des Kantons Wallis, eingereicht hat.
- 17.5.: Das Studienprojekt wird durch das Bau- und Forstdepartement des Kantons Wallis an das EVED gesandt zur Ueberprüfung im Sinne von Artikel 5, Absatz 3, des Bundesgesetzes vom 22.12.1916 über die Nutzbarmachung der Wasserkräfte.
- 13.12.: Die GK nimmt Kenntnis vom Studienprojekt und diskutiert ihre Stellungnahme.
- 20.12.: Die Stellungnahme des Schweizerischen Bundes für Naturschutz geht an den Bundesrat.
- 1977 10.1.: Der Präsident der GK schickt den Entwurf eines "Memorandums über die Interessen der GK der SNG am Forschungsgebiet Rhonegletscher im Zusammenhang mit dem Kraftwerkprojekt Gletsch" samt einem Kommentar an die GK-Mitglieder.
- 15.1.: Das bereinigte Memorandum der GK geht zu Händen des EVED an die Direktion des A+W, welches das Studienprojekt im Auftrag des EVED prüft.
- 24.3.: Das Memorandum der GK wird in der Antwort des EVED an das Bau- und Forstdepartement des Kantons Wallis berücksichtigt.
- 10.7.: Das Generalsekretariat der SNG beschliesst, sich aufgrund der Artikel 22 des Wasserwirtschaftsgesetzes und 12 des Natur- und Heimatschutzgesetzes für eine eventuelle Einsprache vorsorglich vorzubereiten. Neben dem Memorandum der GK gehört dazu ein Gutachten des Botanischen Instituts der Universität Basel vom 20.9.1977.

### Wasserleitung Aletsch

- 1976 Oktober: Der "Verband für Wasserwirtschaft und Entwicklungsplanung im Aletschgebiet" (VWEA) stellt als Resultat der Voruntersuchungen ein Projekt für "Wasserversorgung und Bewässerung Aletschgebiet" auf, mit einer Wasserleitung gletscherseits des Eggishorns und des Bettmerhorns von Märjelen bis in die Nähe der Moosfluh (Variante Nord).
- 1978 25.4.: Das EVD und das EFZD genehmigen diese Variante Nord.
- 9.6.: Der Schweizerische Bund für Naturschutz (SBN) reicht gegen diese Verfügung Beschwerde beim Bundesrat ein.
- 27.9.: Besprechung zwischen Vertretern des VWEA und des SBN. Ueber den Abschluss eines Vertrags und den Rückzug der Beschwerde soll in einer Sitzung am 12.10.1978 entschieden werden.
- 8.10.: Zum Abschluss der Jahresversammlung der SNG in Brig findet eine glaziologische Exkursion in das Aletschgebiet statt.
- 10.10.: Kontakte der GK mit dem SBN und der SNG. Die GK will die Beschwerde des SBN unterstützen.
- 12.10.: Der Vorstand des SBN beschliesst einstimmig, die Beschwerde nicht zurückzuziehen.
- 18.10.: Entwurf der Stellungnahme der GK geht zur Vernehmlassung an die GK-Mitglieder und wird auf dem Korrespondenzweg bis am 26.10. bereinigt.

- 1978 31.10.: Die Stellungnahme der GK zur Variante Nord der Wasserleitung Aletsch geht an das Generalsekretariat der SNG.
- 8.11.: Die SNG nimmt in einem Schreiben an den Bundesrat Stellung gegen die Variante Nord der Wasserleitung Aletsch, mit dem Gutachten der GK und mit einer Stellungnahme des Präsidenten der Expertenkommission MAB als Beilagen.
- 1980 29.4.: Der Schweizerische Bundesrat beschliesst, die Beschwerde gutzuheissen und die Variante Nord des Projekts Wasserleitung Aletsch abzulehnen.

## 6B.15.6 Langfristige Programme an einzelnen Gletschern

### 6B.15.6a Rhonegletscher

(vergleiche Kap. 6B.14)

- 1893 Sommer: Finanzierung für 6 Jahre durch Subskription mittels Rundschreibens des ZK der SNG (in Verbindung mit dem alten Gletscherkollegium) an die KN, deren Mitglieder und weitere Freunde der Naturwissenschaft und der Alpenwelt. Ergebnis: Fr. 1050.- von Anstalten und Gesellschaften, Fr. 8261.64 von Privaten (entspricht in heutiger Währung etwa dem zehnfachen Betrag).
- 1894 16.,19.,20.2.: Vertrag für die Jahre 1894-1899 zwischen der SNG und dem ETB, ratifiziert durch das EMD. Gemeinsame Ausführung der Arbeiten; Kosten für Beobachtungen und Bearbeitung zu Lasten der SNG, mit Beitrag von einem Drittel oder maximal Fr. 400.- pro Jahr durch das ETB.
- L.Rütimeyer schreibt Einleitung zum Rhonegletscherwerk, das 1895 erscheinen soll.
- 1896 Beteiligung an der Landesausstellung in Genf.
- 1899 Vertrag vom Februar 1894 verlängert um 2 Jahre.
- 1902 Der GK geht das Geld aus. Ohne Publikation keine neue Subskription! Die L+T übernimmt bis auf weiteres die Kosten.
- 1906 7.1.: L.Held legt Dispositiv für die Rhonegletscherpublikation vor.
- 1910 10.7.: E.Hagenbach-Bischoff informiert SNG-Senat in Basel über die Situation.
- 30.7.: Konferenz des ZP/SNG (F.Sarasin) mit A.Heim, J.F.Coaz und L.Held in Bern, budgetieren lithographische Ergänzungsarbeiten an den Plänen (Fr. 6000.-) und redaktionelle Druckvorbereitungen (Fr. 4000.-).
- 6.9.: Sitzung der GK in Lausanne, P.L.Mercanton übernimmt die Redaktion.
- 26.11.: Sitzung im Gebäude der L+T in Bern; alter und neuer ZV/SNG, Quästorin der SNG, Präsident der Denkschriftenkommission, Vertreter des SAC, GK und L+T-Direktor Held nehmen Publikation in Denkschriften der SNG in Aussicht, veranschlagen Kosten für Druckvorbereitungen und Druck (je Fr. 10 000.-). Sofortiger Beginn der Arbeiten. Sicherung der Finanzierung durch private Garantiesubskription der Anwesenden.
- 1.12.: Gesuch des ZV/SNG an das EDI um Beitrag von Fr. 10 000.- für Druckvorbereitungen und Redaktionen.
- 9.12.: Antwort: der Departementschef wird das Gesuch 1911 dem Bundesrat mit Empfehlung vorlegen.
- 1911 Subvention von je Fr. 5000.- für 1912 fest zugesagt, für 1913 in Aussicht gestellt.
- 13.9.: Mercanton sichtet beim ZK/SNG in Genf das Archiv der GK, das zur dauernden Aufbewahrung zur L+T nach Bern kommt.
- 1912 Redaktionsarbeit verzögert sich wegen Abwesenheit Mercantons in Grönland.
- 1914 Weitere Verzögerungen durch Kriegsausbruch.
- Beteiligung an der Landesausstellung in Bern.
- 1915 14.9.: Mercanton reicht sein druckreifes Manuskript ein.
- 5.12.: Denkschriftenkommission der SNG beschliesst Aufnahme als Band 52.
- 13.12.: Held reicht sein druckreifes Manuskript ein.
- 1916 Druck der Publikation, Auslieferung an der JV/SNG am 20.7. in Scuol (Lit. Mercanton 1916).
- 1874-1915: Durchführung der Feldarbeiten (siehe Lit. Mercanton 1916).
- 1916-1918: Neuordnung der Tätigkeit der GK nach Abschluss der Rhonegletscherpublikation (siehe Kap. 6B.15.7).

- 1918 Arbeiten der L+T: Leupin wertet Stereo-Aufnahmen Grubenmann von 1917 für das Längsprofil aus.
- 1918-1922: Durchführung der Arbeiten durch A+W. Feldarbeiten 1918 durch Leupin (L+T) und Lüttschg (A+W), 1919 Lüttschg, 1920 Kobelt (A+W, später Bundesrat), 1921 und 1922 Kunt-schen (A+W).
- 1921 Lüttschg möchte nach Abschluss der 5 Vertragsjahre den Rhonegletscher zugunsten eines anderen, für seine Untersuchungen besser geeigneten Gletschers aufgeben.
- 1923 3.4.: Brief von A+W-Direktor Mutzner an die GK (Mercanton): Nach Mutzner kann der Abfluss als wasserwirtschaftlich wichtigste Grösse nur mit Limnigraphenstationen, nicht aber aus Niederschlags- und Gletschermessungen, die eher Sache der MZA sind, bestimmt werden. Am 22.2.1923 haben die Finanzkommissionen der eidgenössischen Räte den Bundesrat eingeladen, die Ausgaben des Bundes raschestmöglich zu senken. Das A+W, dessen Ausgaben von Fr. 196 000.- im Jahr 1917 über Fr. 462 000.- im Jahr 1920 auf Fr. 897 000.- im Jahr 1923 gestiegen sind, streicht ab 1924 sämtliche Niederschlags- und Gletschermessungen und leistet schon 1923 nur noch einen Uebergangsbeitrag an die GK (Fr. 1500), jedoch keine Arbeit mehr.
- 21.4.: Rundschreiben von Mercanton an die Mitglieder der GK.
- 11.5.: Sitzung der GK: Das Rhonegletscherprogramm wird beschränkt auf die Beobachtungen am Zungenende, Mercanton führt diese aus.
- 1920-1923: Niederschlagsmessungen im Rhonegebiet vom 1.10.1920 bis 30.9.1923 (siehe Lit. Lüttschg 1945, Anhang Tafel 11 und Zusammenstellung 11).
- 1928 1.-5.9.: Vermessung der Oberflächenprofile.
- 1931/1933/1935: Seismische Sondierungen Rhonegletscher (siehe Kap. 6B.15.3).
- 1939 Untersuchung der Moränenwälle bei Gletsch durch Mercanton.
- 1945 13.-15.9.: Terrestrische Vermessung der Oberflächenprofile durch A.Flotron, photogrammetrische Aufnahme 1:2000 der Gletscherzunge durch GEOD/ETHZ (M.Zeller) und L+T.
- 1946 Seismische Sondierungen Gletschboden (siehe Kap. 6B.15.3).
- 1956 Photogrammetrische Aufnahme 1:2000 der Gletscherzunge auf dem Stand vom 24.9.1955 durch GEOD/ETHZ (Zeller).
- 1979-1982: Untersuchungen über Mesoklima, Gletschermassenhaushalt und Wasserhaushalt im Einzugsgebiet der Rhone bis Gletsch im Rahmen eines Forschungsprojekts des GI/ETHZ (F.Müller†; vergleiche Kap. 6B.13, Fussnote 34), mit besonderer Studie über räumliche Verteilung der Massenänderung am Rhonegletscher in Beziehung mit Klimaelementen (Lit. Funk 1985).
- 1980/81: Ausstellung "Der Rhonegletscher und seine Umgebung" des GI/ETHZ im Rahmen des Jubiläums "125 Jahre ETH Zürich" (Lit. Wick 1980).

#### 6B.15.6b Aletschgletscher

Die langfristigen glaziologischen Untersuchungsprogramme am Grossen Aletschgletscher sind im Jahre 1940 durch die SKSLF initiiert worden. Seit 1945 werden sie zur Hauptsache durch die VAW und die GK getragen. Die nachstehende Zeittabelle enthält auch Hinweise auf andere Arbeiten und auf die Entwicklung der logistischen Möglichkeiten.

- 1894 Die Idee zur Errichtung einer Forschungsstation auf dem Jungfraujoch wird in die Konzession zum Bau der Jungfraubahn eingebaut.
- 1896-1912: Bau der Jungfraubahn.
- 1913 Gründung der ZGK mit A.de Quervain als Mitglied.
- 1915 Publikation der LH über den Märjelensee, insbesondere dessen Wasserausbrüche (Lit. Lüttsch 1915).
- 1918 ZGK beginnt mit Firnzuwachsmessungen auf dem Jungfrau firn (vergleiche Kap. 5.54).
- 1922 Gründung der Schweizerischen Jungfraujochkommission der SNG, mit A.de Quervain als Präsident. Gestaltung der Pläne für eine Forschungsstation.
- 1925 "Meteorologisches Pavillon" als Pilotanlage auf dem Jungfraujoch-Plateau errichtet (Lit. de Quervain 1925).
- 1928 Eisdicke am Konkordiaplatz seismisch zu rund 900 Metern bestimmt (Lit. Mothes 1929).
- 1931 Eröffnung der "Hochalpinen Forschungsstation Jungfraujoch" als internationale Stiftung. Gründung der SKSLF mit Sekretariat beim OFI, mit O.Lüttsch als Mitglied.
- 1932 Publikation über nacheiszeitliche Gletschervorstösse, u.a. des Grossen Aletschgletschers (Lit. Kinzl 1932)
- 1933 21.4.: Nach Verhandlungen von 1915 bis 1930 zwischen dem SBN und der Gemeinde Ried über ein Aletschreservat wird der SBN für 99 Jahre Pächter des Aletschwaldes.
- 1936/37: Bau des Sphinx-Observatoriums, u.a. mit meteorologischer Beobachtungsstation.
- 1937-1939: Schnee- und Firnuntersuchungen durch G.Seligman, T.P.Hughes und M.Perutz (Lit. Seligman 1941).
- 1940-1944: Die SKSLF führt Schneestudien am Jungfrau firn durch, um die Zweckmässigkeit von Lawinenforschungen im Hochgebirge zu überprüfen, und beteiligt sich am glaziologischen Untersuchungsprogramm.
- 1942 25.11.: R.Haefeli (VAW) legt der SKSLF ein Arbeitsprogramm für Gletscherforschung vor. Schreiben des OFI (Petitmermet) an die GK, das für eine Arbeitsgemeinschaft zwischen Schnee- und Gletscherforschung eintritt.
- 5.12.: Sitzung der GK mit Vertretern der SKSLF (Petitmermet und Hess). Resultat: Absprache zur Vermeidung von Doppelspurigkeiten, im übrigen bleiben die beiden Kommissionen unabhängig.
- Publikation über pollenanalytische Untersuchungen (Lit. Vareschi 1942).
- Publikation über botanische Bestandesaufnahme im Aletschreservat (Lit. Hess und Müller 1942).
- 1943 Eröffnung des Eidgenössischen Instituts für Schnee- und Lawinenforschung (EISLF) Weissfluhjoch-Davos.
- Haefeli wird Mitglied der GK.
- 1943/44: Finanzierung der glaziologischen Arbeiten am Aletschgletscher durch SKSLF, SAC (Dudley Wolf-Fonds) und GK.
- Monatliche Messung der Firnpegel auf dem Jungfrau firn und im Ewigschneefeld durch den Lawinendienst der Armee.

- 1944 Der GK wird ein ausführlicher Bericht (Haefeli, Kasser, Roch) über die Forschungsarbeiten 1942/43 am Jungfraujoch und Aletschgletscher vorgelegt.
- 1945 Die GK und die VAW übernehmen die Hauptverantwortung für das glaziologische Forschungsprogramm Aletsch.  
 Publikation des Geobotanischen Instituts Rübel über die Vegetation auf den jungen Seitenmoränen des Aletschgletschers (Lit. Lüdi 1945).
- 1946 Inbetriebnahme des Riederhornstollens. Von der Massa abgeleitete Wassermengen werden gemessen.  
 Herbst: Die MZA übernimmt die Firnpegel der sich auflösenden ZGK.
- 1948 Herbst: Die MZA gibt ihre Firnpegel zugunsten der Messstellen der GK und der VAW auf. Die Haushalts- und Bewegungsmessungen werden über den Konkordiaplatz hinaus bis Märjelen ausgedehnt. Zusammenfassende Publikation der Ergebnisse (Lit. Haefeli und Kasser 1948).
- 1948-1950: Unter Leitung von Perutz wird im Jungfraufirn ein Bohrloch elektrothermisch auf 137 Meter Tiefe senkrecht bis zur Gletschersohle vorgetrieben und flexibel verrohrt, um in der Folge durch wiederholte Neigungsmessungen die vertikale Geschwindigkeitsverteilung im Gletscher zu bestimmen (Lit. Perutz 1950, Gerrard, Perutz and Roch 1952).
- 1949 Erweiterung des Messnetzes durch Ablationspegel in der Gegend der Katzlöcher.
- 1950 Ausdehnung des Pegelnetzes bis Silbersand. Erstmals Einsatz des hydrothermischen Bohrers der VAW (System Kasser) zur Einrichtung der Ablationsmessstellen (Lit. Kasser 1951, 1953, 1960).
- 1951 Ausdehnung des Pegelnetzes bis zum Gletscherende.
- 1951/52: Messung der Winterabflussmengen in der Wasserfassung des Kraftwerks Aletsch.
- 1951-1963: Beratung der PTT durch Haefeli beim Bau des Eisstollens zwischen Jungfraujoch und Mathildenspitze. Der GK steht dadurch ein Eislaboratorium zur Verfügung. Eismechanische Untersuchungen (Lit. Haefeli und Brentani 1954, 1955; Haefeli 1961, 1963).  
 Chemisch-physikalische Untersuchungen am Gletscherkorn im Eislaboratorium Jungfraujoch (Lit. Renaud 1962).
- 1956 April: Gründungsversammlung der EGIG in Grindelwald und auf Jungfraujoch (vergleiche Kap. 6B.15.10d).  
 Holzfunde im Vorfeld des Grossen Aletschgletschers und Datierung alter Gletscherstände (Lit. Oeschger und Röthlisberger 1961).
- 1956/57: Internationales Geophysikalisches Jahr (IGY) gibt Impuls zur Aufnahme der glaziologischen Spezialkarte 1:10 000 des Aletschgebiets durch L+T und VAW, mit Unterstützung durch den Schweizerischen Nationalfonds und die GK (Lit. L+T und VAW 1960-1964, Kasser 1960, Kasser und Röthlisberger 1966).
- 1957 Erprobung des Prototyps für "EGIG-Pegel" auf Jungfraujoch.
- 1958 Eiskalotte Jungfraujoch: thermische Sondierung des Felsuntergrunds mit Temperaturmessung.  
 Publikation über pollenanalytische Untersuchungen (Lit. Welten 1958).
- 1954-1959: Publikationen über hydroglaziologische Untersuchungen (Lit. Kasser 1954, 1959).
- 1959-1964: Methodische Entwicklungen für Felduntersuchungen über den Einfluss von Strahlung und Temperatur auf den Schmelzprozess an Versuchsfeldern auf der Gletscheroberfläche, durch VAW mit OT/MZA. Vorversuche, Entwicklung eines Ablatographen, eines registrierenden Strahlungsbilanzmessgeräts und der Methodik für Erstellung und Betrieb einer Abflussmessstation auf dem Gletscher.
- 1965-1974: Internationales Hydrologisches Dezennium (IHD) gibt Impuls für neue Abflussmessstation vor dem Gletscher und für Messkampagne 1965 auf dem Gletscher.

- 1964/65: Bau und Inbetriebnahme der Abflussmessstation Massa/Blatten bei Naters als Ersatz für die alte, seit 1922 betriebene, durch die Erstellung des Kraftwerks Elektro-Massa mit dem Stausee Gebidem unbrauchbar gewordene Station Massa/Massaboden. Erstellungskosten der neuen Station Fr. 880 000.- (Lit. A+W 1966).
- 1965 Juli und August: Vergleichende Messungen zur Bestimmung des Energie-, Wasser- und Eishaushalts im Versuchsfeld Rotloch (4480 m<sup>2</sup>, 2175-2190 m ü.M.) auf dem Grossen Aletschgletscher, durch VAW und OT/MZA im Rahmen des IHD durchgeführt (Lit. Schönbächler 1967, Lang 1967, 1968, 1973, 1978, 1979, Kasser 1981, Brügger 1966).
- 1965-1971: Studien zur Messung und Registrierung der Akkumulation auf Gletschern mit geophysikalischen Methoden im Ewigschneefeld und auf dem Jungfraufirn durch VAW (Lit. Föhn 1971).
- 1968 Publikation über Blockgletscher "Grosses Gufer" (Lit. Messerli und Zurbuchen 1968).
- 1970 Einrichtung der meteorologischen Station Moosfluh durch VAW (Lit. Lang 1971-1976).
- 1973 Einrichtung automatischer Kameras zur Bestimmung der täglichen Schwankungen der Fließgeschwindigkeit des Eises in den Profilen Konkordia und Rinderturm nach der von A.Flotron am Unteraargletscher entwickelten Methode (Lit. Flotron 1973).
- 1973-1978: Studien der VAW über Wärmebilanz, Schmelzwasserversickerung und Grundwasserspiegel im Ewigschneefeld (Lit. Lang, Schädler und Davidson 1977, Schommer 1979).
- Tracerversuche zur Bestimmung der Fließzeiten des Wassers vom Ewigschneefeld und von Konkordia zum Gletscherende durch VAW und GI/Uni Bern (Lit. Lang, Leibundgut und Festel 1981).
- 1976 Eröffnung des Naturschutzzentrums Aletsch in der Villa Cassel, die 1902 an der Riederfurka erbaut, 1973 vom SBN erworben und in den folgenden Jahren renoviert worden ist.
- 1981 50 Jahre Hochalpine Forschungsstation Jungfrauoch (Lit. Aellen und Röthlisberger 1981).
- 1982 Publikation der VAW über Veränderungen der Aletschgletscher (Glaziol. Jahrbuch, 95./96. Bericht, Kap. 6.2, S. 134-145).
- 1984 Publikation des GI/Uni Zürich "Zur Geschichte der Aletschgletscher und des Fieschergletschers (Lit. Holzhauser 1984).

#### 6B.15.7 Neuordnung der Tätigkeit der Gletscherkommission von 1916 bis 1918

- 1915 21.12.: Direktor Collet schreibt an GK-Präsident (Heim), dass seine LH an zukünftigem Rhonegletscherprogramm interessiert ist und sich u.a. mit einer Limnigraphenstation Gletsch beteiligen möchte.
- 1916 5.2.: Die GK diskutiert künftige Aufgaben und Reglement.
- 14.2.: Heim schreibt an GK-Mitglieder mit der Bitte um Vorschläge für:
- a) Fortsetzung der Rhonegletschervermessung
  - b) wünschenswerte Untersuchungen insgesamt
  - c) Ausführungsprogramm der GK (Erkenntnisziel, Beobachtungsart, Organisation und Kostenvoranschlag).
- 2.7.: Sitzungen in Bern:  
vormittags GK: diskutiert Reglementsentwurf und Feststellungen, dass am Rhonegletscher nach 60 Jahren Rückzug eine Wachstumsperiode begonnen hat, die Beobachtungen fortgesetzt werden müssen, die Mittel dazu fehlen, Beobachtungen an anderen Gletschern ebenso wichtig sind.  
nachmittags: GK und Direktoren der L+T (Held), der LH (Collet) und der MZA (Maurer) mit Oberforstinspektor Décoppet (OFI) und mit Ingenieuren Leupin (L+T) und Rutgers (ZGK).  
Beschlüsse:
- 1) Rhonegletscher: Die L+T führt 1916 Messungen weiter wie bisher. Spezialkommission (Held, Leupin, Mercanton, de Quervain und Heim) bereinigt Langfristprogramm als Grundlage für Gesuch an Bundesrat um Aufnahme in das Budget der Landesanstalten.
  - 2) Die MZA führt Totalisatorenmessungen weiter, die LH misst Winterabflüsse an den Gletschern Grindelwald, Aare, Allalin, Schwarzberg.
  - 3) Das OFI intensiviert Vermessungen der Gletscherzungen.
- Die GK unterstützt:
- a) Topographische Aufnahme des Zungenbeckens Bifertengletscher durch GEOD/ETHZ.
  - b) Firnzuwachsmessungen der ZGK
- Die GK begrüsst, dass:
- c) die BKW Zungenende und Vorfeld des Unteraargletschers aufnehmen wollen
  - d) die LH Winterabflussmengen an Gletschern inklusive Wassertemperatur messen wollen.
- 1917 26.5.: Spezialkommission Rhonegletscher diskutiert Programm. Beschlüsse: Gesuche sind von Held an EMD und von Collet an EDI zu Händen des Bundesrates zu richten, wobei aus wasserwirtschaftlichem Interesse die LH die Arbeiten übernehmen sollte.
- 1918 1.1.: Das Bundesgesetz vom 22.12.1916 über die Nutzbarmachung der Wasserkräfte tritt in Kraft.
- 4.6.: Collet schreibt an Heim, dass die LH im Jahresbudget 1918 Fr. 3000.- für den Rhonegletscher eingesetzt hat.
- 13.6.: Programmsitzung der GK in Bern.
- 28.7.: Die L+T übergibt das Rhonegletscher-Archiv an die LH.
- 20./21.8.: Sitzung der GK im Belvédère ob Gletsch. L+T (Leupin) übergibt Arbeiten an LH (Lütschg): Profilmessungen am Gletscher, dazu hydrologisches Programm zur Bestimmung der Wasserbilanz aus Totalisatoren-, Firnzuwachs- und Abflussmessungen. Ablationsmessungen fallen aus Kostengründen weg (Gehilfenlöhne).

#### 6B.15.8 Beobachtungen an vorstossenden Gletschern von 1916 bis 1928

##### Bifertengletscher

- 1916 Kontakt der GK mit Prof. Bäschlin (GEOD/ETH).
- 1917 Messtischaufnahme 1:2500 des Zungenbeckens durch E.Schnitter, Assistent am GEOD/ETH (bei Prof. Becker), mit G.Schnitter (nachmaliger Direktor der VAW).
- 1918 Ergänzung der Karte durch E.Schnitter und A.de Quervain.
- 1919 Druck der Karte
- 1920 Publikation über "Das Zungenbecken des Bifertengletschers" (Lit. de Quervain und Schnitter 1920).

##### Oberer Grindelwaldgletscher

- 1918-1928: Bewegungsmessungen an der Gletscherstirn, Untersuchungen über die Erosion, Profilaufnahmen, Kartierungen des Gletscherendes und des Vorfelds, Aufnahme der Bewegung mit Filmkamera.
- 1918 Erosionsmessungen nach der Methode von Baltzer, Einrichtung der Messstellen durch Lütischg zu Lasten des A+W.
- 1919 Juni: Messtischaufnahme 1:2500 des Vorfelds durch E.Schnitter.
- 1921 Profilvermessungen und Messtischaufnahme des Zungenendes (Kobelt), Filmaufnahme der Bewegung des Eises (de Quervain, Ganz).
- 1922ca.: Beginn der Kryokinometermessungen am Zungenende (de Quervain).
- 1922/23: Kinematographische Aufnahmen.
- 1923 11.5.: de Quervain führt Gletscherfilm vor.
- 1925 Mai: Photogrammetrische Aufnahme durch Büro Helbling.
- 1925-1928: Einsatz von Kryokinegraphen zur Registrierung der Eisbewegung.
- 1926 Auswertung der Aufnahme Helbling durch Büro Leupin und Schwank.
- 1928 Letztmals Messungen nach Normalprogramm.
- 1929 Letztmals Profilvermessungen durch Blumer.
- 1919-1938: Publikationen (Lit. de Quervain 1919, 1920, 1921, Lütischg 1933a, 1933b, 1944/Kap. 5, Mercanton 1938).

##### Unterer Grindelwaldgletscher

- 1919 Auffinden der Erosionsmessmarken von Baltzer.
- 1921-1923: Profilvermessungen durch A+W (Kobelt 1921, Kuntschen 1922, 1923).
- 1923 Das A+W erstellt Limnigraphenstation.
- 1924-1929: Fortsetzung der Profilvermessungen durch Blumer im Auftrag der GK.
- 1970ca.: Feldbücher von Blumer an Kasser und in das Archiv der GK an der VAW.

##### Allalin- und Schwarzberggletscher

- 1914-1921: Glaziologische und hydrologische Untersuchungen im Mattmarkgebiet durch Lütischg.
- 1926 Publikation der Ergebnisse (Lit. Lütischg 1926).
- 1921-1928: Fortsetzung der Beobachtungen (LH, bzw. A+W, ab 1923 zu Lasten der GK).

## 6B.15.9 Verschiedenes

### Ergänzende hydrologische Untersuchungen vor 1918

- 1894 Auf Anfrage der GK erstellt J.Epper (HA) Pegelstationen an der Muttbachbrücke der Furkastrasse und an der oberen Rhonebrücke in Gletsch zur Messung der Abflussmengen.  
1895/96: Versuche mit Kiste als Niederschlagssammler in Oberwald (R.Billwiller, MZA-Direktor).  
1897 Niederschlagskiste (Gewicht 500 kg) auf dem Rhonegletscher in ca. 2650 m.ü.M. in Betrieb genommen.  
1898 Messung der Wasserbewegung im Rhonegletscher mittels Fluoreszein (F.A.Forel).  
1902 Studien über Schneehöhen und Firnlinie (M.Lugeon mit P.L.Mercanton).  
1903 Nivometer am Ornygletscher eingerichtet (Lugeon und Mercanton).  
1906 Nivometer bei der Station Eismeer der Jungfraubahn.  
1913 8.9.: Sitzung der GK in Frauenfeld: MZA-Direktor Maurer wird am Rhonegletscher zusätzliche Niederschlagsmesser aufstellen lassen.

### Langfristige Bewegungsversuche mit Schwimmern im Eis

- 1926-1932: Granatenhülsen mit eingeschlossenen Dokumenten werden in den Bergschründen am Jungfraujoch (1926) und am Rhonegletscher (1927, 1928) versenkt und als Schwimmkörper im Eis auf die Reise durch den Gletscher geschickt (Lit. Mercanton und Jost 1928).

### Dolinen (Entonnoirs) am Gornergletscher

- 1929-1932: A.Renaud untersucht dolinenförmige Eintiefungen der Gletscheroberfläche im Zungengebiet des Gornergletschers (Lit. Renaud 1936).

### Physikalisch-chemische Untersuchungen am Gletscherkorn

- 1935 30.11.: A.Renaud berichtet in der GK über seine ersten Untersuchungen.  
1936-1947: Weitere Untersuchungen im Eispalast des Jungfraujochs.  
1949 Untersuchungen in Eisstollen im Zmuttgletscher (Lit. Renaud 1948, 1951).

### Kryokinometermessungen

- 1922ca.: Beginn der Bewegungsmessungen mit Kryokinometer am Oberen Grindelwaldgletscher durch A.de Quervain (vergleiche Kap. 6B.15.8).  
1925-1928: Registrierung der Eisbewegung an der Front des Oberen Grindelwaldgletschers mittels Kryokinegraph (Lit. Lütshg 1933a, 1933b, 1944/Kap.5; s.a. Kap. 6B.15.8).  
1929 M.Oechslin misst Bewegung des "Sueggi-Schnees".  
1929 Wyss und Wieser messen Eisbewegung im Karakorum anlässlich der Visser-Expedition.  
1935 Wyss misst Eisbewegung im Karakorum (Lit. Mercanton 1935).

### Nivologische Untersuchungen von M.Oechslin

- 1929 Kryokinometermessungen an "Sueggi-Schnee".  
1935 Scherversuche in situ an der Schneedecke.  
1936 Versuche zur Bestimmung der Festigkeit der Schneedecke.  
1938 Messungen zur Bestimmung der Durchsickerung und Wasserkapazität der Schneedecke.

### Pflanzengeographische Untersuchungen von M.Oechslin

- 1930 Programm für botanische Untersuchungen als Mittel für die Altersbestimmung jüngerer Moränenbildungen im Gebiet Griesgletscher/Klausenpass (Unterschächen).  
1934 Ausapern alter Baumstämme am Zungenende des Findelengletschers.  
Manuskript über Ergebnisse der Untersuchungen am Griesgletscher wird vorgelegt.  
1935 Publikation über pflanzliche Besiedlung von Grundmoränenböden (Lit. Oechslin 1935).  
1942 Kontakte mit Lüdi und Vareschi.

### Gelber Schnee

- 1929 Untersuchungen von W.Jost über "gelben Schnee" (Lit. Jost 1929).

#### 6B.15.10 Internationale Zusammenarbeit

##### 6B.15.10a Die Berichte der Internationalen Gletscherkommission, 1894 bis 1960

- 1894 August: In Zürich wird am VI. Internationalen Geologen-Kongress die Internationale Gletscherkommission (CIG) zum Studium der Grössenänderungen der Gletscher auf der Erde gegründet.
- 1894-1897: F.A.Forel als Präsident und L.Du Pasquier als Sekretär der CIG redigieren die ersten internationalen Gletscherberichte.
- 1897-1927 werden die Berichte durch E.Richter, Graz (1897-1899), S.Finsterwalder, München (1900-1902), E.Muret (1900-1911), H.Fielding Reid, Baltimore (1903-1905), E.Brückner (1906-1909), Ch.Rabot, Paris (1910-1912) und P.L.Mercanton (1912-1928) redigiert. Sekretär der CIG sind Finsterwalder (1897-1899), Muret (1900-1912) und Mercanton (1913-1927).
- 1922 beschliesst die Sektion für Hydrologie (ab 1930 Assoziation, AIHS, benannt) der UGGI anlässlich einer Sitzung in Rom die Gründung einer "Commission glaciologique".
- 1927 20.4.: Die CIG beschliesst auf dem Korrespondenzweg mit 16 zu 2 Stimmen, sich aufzulösen und der AISH/UGGI anzuschliessen.  
3.9.: Die AISH/UGGI übernimmt in Prag die ehemalige CIG (ab 1948 CING, engl. ICSI genannt), mit Mercanton als Sekretär (vergleiche Kap. 6B.13). Geschichte der CIG siehe: (Lit. Hamberg 1930).
- 1927-1960: Mercanton führt die internationalen Gletscherberichte weiter bis 1959. Liste der Berichte siehe: (Lit. Kasser 1967).

##### 6B.15.10b Die Entwicklung eines permanenten Dienstes zur Beobachtung der Gletscherveränderungen auf der Erde, 1960 bis 1983

- 1960 25.7.-6.8.: Generalversammlung der UGGI in Helsinki. P.Kasser legt den letzten Bericht (Lit. Mercanton 1960) vor. Die UGGI genehmigt eine Resolution der ICSI/AISH, derzufolge die ICSI ein "Subcommittee on Variations of Existing Glaciers" (SVEG) bildet.
- 1961 9.-16.4.: Das SVEG tagt bei der VAW in Zürich. Die GK ist vertreten durch A.Renaud und P.Kasser.
- 1962 März.: Das SVEG schliesst seinen Bericht ab und empfiehlt der ICSI eine zu fassende Resolution (Lit. AISH 1962).  
10.-18.9.: Symposium über "Variations du régime des glaciers existants" der ICSI/AISH/UGGI in Obergurgl im Oetztal. Die GK ist vertreten durch R.Haefeli, P.Kasser und A.Renaud, die VAW durch Kasser und H.Röthlisberger. Die ICSI behandelt den Bericht des SVEG (siehe Lit. AISH 1962, S. 306-309).
- 1963 19.-31.8.: Generalversammlung der UGGI in Berkeley (USA). Die GK ist vertreten durch A.Renaud. Die UGGI beschliesst Empfehlung der AISH, unter der Verantwortung des Präsidenten der ICSI einen permanenten Dienst für die globale Beobachtung der Gletscherschwankungen auf der Erde einzurichten, gestützt auf die Berichte der nationalen Korrespondenten.
- 1964 7.-17.4.: An der "Réunion d'experts pour la Décennie Hydrologique Internationale" (DHI) der Unesco werden in Paris die Richtlinien für die DHI ausgearbeitet. Als Chefexperte des Schweizerischen Bundesrates begründet P.Kasser in mehreren Sitzungsreferaten die Aufnahme glaziologischer Forschungsprogramme in das DHI-Programm.
- 1965 Die ICSI/AISH wird vom DHI-Sekretariat der Unesco zur Beratung bei den glaziologischen DHI-Projekten beigezogen.  
Auftrag der UGGI/AISH/ICSI an P.Kasser zur Ausarbeitung einer "Pilot-Study" für die internationalen Gletscherbeobachtungen in den ausserpolaren Gebieten.

- 1966 3./4.5. und 1967, 2./3.5.: Officer-Sitzungen der ICSI mit dem DHI-Sekretariat der Unesco in Paris. P.Kasser legt die Manuskripte der Pilot-Study vor.
- 1967 Herbst: Die Pilot-Study "Fluctuations of Glaciers 1959-1965" wird als Beitrag zur DHI durch die AISH (ICSI) und die Unesco gemeinsam publiziert (Lit. Kasser 1967).  
Gründung des "Permanent Service on the Fluctuations of Glaciers" (PSFG) im Rahmen der "Federation of Astronomical and Geophysical Services" (FAGS) des "International Council of Scientific Unions" (ICSU), mit den Officers der ICSI/AISH als "Directing Board" und mit P.Kasser als Direktor des PSFG.
- 1963-1973: Grosses Verdienst für die Schaffung des PSFG kommt den Officers der ICSI zu, die unter dem (nach 4 Jahren ausgetauschten) Vorsitz von Mark F.Meier (USA) und Herfried Hoinkes (A) mit H.W.Ward (UK) als Sekretär über die AISH mit der UGGI verhandelt haben. Zudem hat das DHI-Sekretariat der Unesco für die ICSI-Officers folgende Arbeitssitzungen am Unesco-Sitz in Paris ermöglicht: 1966 und 1967 (s.o.), 1968 (23./24.4.), 1969 (3.-5.9.), 1970 (3.-6.5.), 1972 (17.-19.4.) und 1973 (14.-16.5.).
- 1973 erscheint als Band II der PSFG-Berichte "Fluctuations of Glaciers 1965-1970" (Lit. Kasser 1973). Nach dessen Erscheinen reicht P.Kasser seine Demission ein, um die Digitalisierung der Berichte und die Ausdehnung auf die Polargebiete einem jüngeren Nachfolger zu überlassen.
- 1975 25.8.-6.9.: XVI.Generalversammlung der UGGI in Grenoble. F.Müller wird Direktor des PSFG, womit dessen Sitz von der VAW an das GI/ETHZ wechselt.
- 1978 erscheint Band III: "Fluctuations of Glaciers 1970-1975" (Lit. Müller 1977).
- 1980 Nach dem Tode von F.Müller werden die Geschäfte des PSFG durch die Mitarbeiter des GI/ETHZ (K.Scherler) weitergeführt.
- 1983 W.Haeberli wird Direktor des PSFG, womit der Sitz dieses Dienstes an die VAW zurückkommt.

6B.15.10c Bestandesaufnahme der perennierenden Schnee- und Eismassen auf der Erde, 1955 bis 1983

- 1955-1967: Erste Anstrengungen im Zusammenhang mit dem IGY 1957 (Lit. IUGG 1956). Bis 1967 bereiten 8 Länder Inventare ihrer Gletscher vor (siehe Müller und Scherler in Lit. IAHS 1980, S. XIII-XX).
- 1965- 1974: Die DHI der Unesco gibt neuen Impuls (Lit. Unesco 1964, Resolution I-12).
- 1966 Mai: Anfrage des DHI-Sekretariats der Unesco an die ICSI zur Organisation dieser Aufgabe. Bildung einer Arbeitsgruppe unter der Leitung von F.Müller.
- 1968-1973: Die ICSI-Officers streben an ihren jährlichen Sitzungen die Schaffung eines "Temporary Technical Secretariat" (TTS) an, um die Arbeiten für das "World Glacier Inventory" (WGI) in Gang zu bringen.
- 1970 Die Arbeitsgruppe schliesst ihre Arbeit mit der Publikation eines "Guide" ab (Lit. Unesco 1970).  
Am Symposium der IAHS "on World Water Balance" in Reading legen F.Müller und C.S.L.Ommaney einen Bericht über den Stand der Arbeiten vor (Lit. IAHS 1971).
- 1973 Mai: Der DHI-Coordinating Council der Unesco übernimmt eine Resolution der ICSI/AISH für die Schaffung des TTS. Die ICSI ernennt F.Müller zum Direktor des TTS.
- 1975 25.8.-6.9.: Die IUGG-Generalversammlung in Grenoble fasst eine Resolution, worin sie die Zusammenarbeit ihrer Mitgliedländer und der internationalen Organisationen ICSU, UNEP, Unesco und WMO mit dem TTS/WGI und die Hilfe an die ICSI für die Finanzierung des TTS empfiehlt.
- 1976 Oktober: Beginn der operationellen Arbeit des TTS unter F.Müller am GI/ETHZ.

- 1978 17.-22.9.: Workshop der AISH über das "World Glacier Inventory" auf der Riederalp, organisiert durch das TTS (Lit. IAHS 1980, mit geschichtlichem Abriss).
- 1980 Nach dem Tode von F.Müller werden die Arbeiten im TTS vorerst am GI/ETHZ weitergeführt, im Kontakt mit Direktion und AG der VAW.
- 1981 31.8.-2.9.: "Review Meeting on World Glacier Inventory" in Zürich, mit Vertretern von ICSI, AIHS, WMO und UNEP.
- 1983 21./22.11.: Internationales Expertentreffen an der VAW, wo ein erster Entwurf für den "World Glacier Monitoring Service" diskutiert wird. Dieser Dienst soll das (am GI/ETHZ geführte) WGI in den PSFG integrieren und sich seinerseits eingliedern in das "World Climate Programme" der UNEP.
- 7.-9.12.: In diesem Zusammenhang nimmt W.Haeberli (VAW) als Leiter des PSFG teil am "Expert meeting on climate system monitoring" der WMO in Genf (Lit. VAW 1983).

#### 6B.15.10d Expeditionen im Ausland, 1909 bis 1984

- 1909 Expedition auf das Inlandeis in Nordgrönland von der Umanak Bay aus, A.de Quervain mit A.Stollberg und E.Bähler. Begegnung mit Arnold Heim (Lit. de Quervain 1910, 1911).
- 1912/13: Grönlandexpedition von A.de Quervain zur Durchquerung des Inlandeises, mit P.L.Mercanton als Leiter der Gruppe West und W.Jost als Ueberwinterner auf Disko (Lit. Mercanton 1916, de Quervain 1919, de Quervain und Mercanton 1920).
- 1921 P.L.Mercanton auf Jan Mayen. Einrichtung einer radio-telegraphischen Station mit Ekerold (Norwegen). Erstbesteigung des Beerenbergs mit J.M.Wordie, glaziologische Studien (Lit. Mercanton 1923).
- 1929 Croisière von P.L.Mercanton und A.Renaud mit J.B.Charcot auf dem Expeditionsschiff "Pourquoi-Pas". Höhenbestimmung des Beerenbergs auf Jan Mayen (Lit. Mercanton 1931).  
R.Wyss und Wieser mit Visser im Karakorum (Kryokinometermessungen).
- 1935 Mai: R.Wyss mit Visser im Karakorum.
- 1954 14.-25.9.: Generalversammlung der UGGI in Rom: R.Haefeli wird Präsident der ICSI (bis 1957, nachher R.Finsterwalder 1957-1960). Auf Initiative Frankreichs und der Schweiz wird im Rahmen des IGY 1957/58 die Internationale Glaziologische Grönlandexpedition (EGIG) vorbereitet, an der sich Dänemark, Deutschland, Frankreich, Oesterreich und die Schweiz beteiligen. Die "Expeditions Polaires Françaises" (EPF) unter P.E.Victor übernehmen die logistische Vorbereitung.
- 1956 3.-8.4.: Gründungsversammlung der EGIG in Grindelwald und auf dem Jungfrauoch. Zielsetzung: Untersuchung der Massenbilanz und der Bewegungsverhältnisse im rund 1000 km langen, zwischen dem 69. und 72. Breitengrad gelegenen West-Ost-Profil des Inlandeises. Für die Koordination der wissenschaftlichen Arbeiten wird ein Direktionskomitee eingesetzt, mit A.Bauer (F) als vollamtlichem Sekretär. Präsident des Landeskomitees Schweiz ist F.Kobold (ab 1966 M.de Quervain). Expeditionsleiter ist P.E.Victor.
- 1956/57: In der "Station Dumont" (1959 umbenannt in "Station Jarl-Joset"), östlich der Kulmination des Inlandeises auf 2800 m ü.M. gelegen, überwintern Dumont (F) und 3 Mitarbeiter, graben einen 40 m tiefen Schrägschacht und führen Messungen durch nach einem von R.Haefeli und M.de Quervain aufgestellten Programm.
- 1958 5.7.-1.8.: EGIG-Rekognoszierung auf dem Inlandeis bei der Disko Bay. Installation von Ablationspegeln durch A.Bauer und P.Kasser. Voruntersuchungen für die Altersbestimmung von Eis durch A.Renaud auf einer amerikanischen Basis auf dem Inlandeis.
- 1959/60: Durchführung der Hauptexpedition EGIG I vom 8.4.1959 bis 28.7.1960 mit 24 Wissenschaftlern und 31 Technikern. Aus der Schweiz nehmen teil: M.de Quervain (Leiter der CH-Gruppe und der Nivologie), A.Renaud (Physik und Chemie des Eises, Altersbestimmungen), A.Roch (Nivologie), F.Brandenberger (Rheologieprogramm von Haefeli) und P.Gfeller (Mitarbeiter in Geodäsiegruppe der BRD). R.Haefeli reist auf Einladung des Deutschen Hydro-

- graphischen Instituts mit dem Forschungs- und Vermessungsschiff "Gauss" in den Kangerdlugssuaq Fjord und führt glaziologische Studien am gleichnamigen Gletscher durch. Die meisten Teilnehmer der Sommerkampagne sind am 18.8.1959 in De Quervainshavn zurück. Brandenberger ist wissenschaftlicher Leiter des Ueberwinterungsteams in Jarl-Joset. Die Feldarbeiten in der Ueberwinterungsstation werden am 28.7.1960 abgeschlossen (Lit. Haefeli u.a. 1968, de Quervain u.a. 1969, Renaud u.a. 1968).
- 1960-1968: Bearbeitung des wissenschaftlichen Materials der EGIG I und Vorbereitung der für 1968 geplanten EGIG II. Zahlreiche Sitzungen des EGIG-Direktionskomitees, der Landeskomitees und der Arbeitsgruppen sichern die Koordination. Die Schweizer Teilnehmer sind folgendermassen beteiligt:
- Physik und Chemie des Eises: Leiter A.Renaud (†1964), H.Oeschger (ab 1964), in Zusammenarbeit mit folgenden Instituten:  
 Physikalisches Institut der Uni Bern (Houtermans, Oeschger)  
 Institut für anorganische Chemie der Uni Zürich (Schuhmacher)  
 Centre de recherches nucléaires de Saclay (Roth, Nief)  
 Biophysikalisches Institut der Uni Kopenhagen (Dansgaard)
  - Nivologie: Leiter M.de Quervain, mit seinen Mitarbeitern am EISLF
  - Rheologie: Leiter R.Haefeli, mit F.Brandenberger und dem GEOD/ETHZ (Kobold, Gfeller)
  - Geodäsie: F.Kobold als Experte (zudem 1962/63 als Präsident des Direktionskomitees).
- 1968 Sommer: Durchführung der EGIG II. An den Wiederholungsmessungen im Feld nehmen aus der Schweiz teil: B.Federer (EISLF, Leiter der Gruppe Nivologie) mit H.V.von Sury (GEOD/ETHZ, Assistent) und E.Beck (EISLF, Mitarbeiter).
- 1983 Abschluss der Publikationsreihe der EGIG I und EGIG II in "Meddelelser om Grønland", Bde. 173, Nr. 2 und 187, Nr. 6, mit je einer Liste der Publikationen "E.G.I.G." (S. V und VI) und mit Hinweisen auf anderswo erschiene Arbeiten oder im Manuskript zugängliche Bände. Als druckreife Manuskripte im EISLF oder im World Data Center C, Cambridge (GB), verfügbar sind folgende Schweizer Beiträge von EGIG II (1968):
- Federer, B. und Beck, E.: Nivologische Arbeiten der Internationalen Glaziologischen Grönlandexpedition (EGIG II, 1968). 60 S., inkl. 27 Tab. und 25 Abb. (vorgesehen als E.G.I.G. - Vol. 5, Nr. 4).
  - Haefeli, R. und von Sury, H.V.: Rheologisch-glaziologische Untersuchungen im Firngbiet des Grönländischen Inlandeises. 195 S., 15 Tab., 28 Abb., 5 Photos und 1 Karte (vorgesehen als E.G.I.G. - Vol. 5, Nr. 5).
  - Oeschger H., Stauffer, B. und Clausen, H.: Radioactive and Stable Isotope Studies at EGIG Camp III and Camp IV on the Occasion of EGIG II. 43 S., inkl. 10 Tab., 6 Abb. und 2 Photos (vorgesehen als E.G.I.G. - Vol. 5, Nr. 7).
  - Philbert, K.: Die thermische Tiefbohrung in Station Jarl-Joset und ihre theoretische Auswertung. 216 S. (vorgesehen als E.G.I.G. - Vol. 5, Nr. 6). Zusammenfassung siehe: (Lit. Philbert 1984).
- 1983 Der "organisme participant" Schweiz der EGIG wird formell aufgelöst. Als Archivstelle und Sachwalterin dient das EISLF.
- Einige Mitglieder der GK haben seit 1950 im Rahmen anderer Organisationen an weiteren glaziologischen Expeditionen im Ausland teilgenommen, z.B. F.Müller (s. Kap. 6B.13, Fussnote 34), H.Oeschger, H.Röthlisberger und B.Stauffer.
- 1984 Gründung der "Schweizerischen Kommission für Polarforschung" durch die SNG und die SGG, u.a. mit der Zielsetzung, ein Inventar der früheren und gegenwärtigen schweizerischen Forschungen in den Polargebieten und der Publikationen von Schweizer Forschern in diesem Bereich aufzunehmen (siehe Jahresbericht der "Commission suisse de recherche polaire" im Jahrbuch 1984 der SNG, S. 96/97).

6B.15.10e Exkursionen für ausländische Gäste in der Schweiz, 1899 bis 1982

- 1899 August: GK organisiert die 1. Internationale Gletscherkonferenz (Präsidium E. Richter, Graz) in Gletsch und auf der Grimsel, Exkursionen: Rhone- und Unteraargletscher.
- 1953 20.-23.7.: GK (Kasser, Renaud) führt die "Tournée glaciologique" der SHF (Section de glaciologie) vom Jungfraujoch über den Grossen Aletschgletscher nach Brig.
- 1962 2.-8.9.: ICSI/AIHS (Ward) organisiert mit GK, VAW und EISLF (Haefeli, Kasser, de Quervain, Renaud, Röthlisberger) vor dem Symposium in Obergurgl (s. Kap. 6B.15.10b) Exkursion in den Schweizer Alpen: Gornergrat, Grosser Aletschgletscher, Gletsch, Grimsel, Jungfraujoch, Steingletscher, Susten, Oberalp, EISLF Weissfluhjoch, Flüela.
- 1964 21.-28.8.: GK und VAW (Haefeli, Kasser, Röthlisberger) führen Exkursion des Instituts für Meteorologie und Geophysik der Uni Innsbruck: Stein- und Steinlimmigletscher, Jungfraujoch, Unter- und Oberaargletscher, Griesgletscher (Aegina), Grosser Aletsch-, Allalin- und Feegletscher, OT/MZA Locarno-Monti.
- 1967 4.-8.9.: Kasser organisiert und führt die "Tournée glaciologique" der SHF: Wildbachverbau Grosse Schliere, Lawinenverbau Wilerhorn, KWO Grimsel, Unteraar- Rhone- und Griesgletscher, Corno- und Prasnolapass, MKW Val Bavona, OT/MZA Locarno-Monti, Centovalli, Rossbodengletscher, Simplon, Stausee Grande Dixence.
- 29.9.-2.10.: GK und VAW (Haefeli, Kasser, Röthlisberger) organisieren Exkursion nach der UGGI-Generalversammlung in Bern: Oberer Grindelwaldgletscher, Jungfraujoch, Unteraar-, Rhone- und Grosser Aletschgletscher, Gornergrat, Grande Dixence-Kraftwerk Zmutt.
- 1974 6.-10.4.: EISLF (de Quervain, Föhn) organisiert Exkursion nach dem ICSI/AISH/UGGI-Symposium "on Snow Mechanics" in Grindelwald (Führungen Aellen, Müller, Röthlisberger m.a.): Oberer Grindelwaldgletscher, Jungfraujoch, Zentral- und Südschweiz (Schnee, Lawinen).
- 15.-25.8.: VAW und GK (Aellen, Bezinge, Haerberli, Iken, Kasser, Lang, Röthlisberger) führen Exkursion des Innsbrucker Instituts (s.o.) zu "vorstossenden und gefährlichen Gletschern der Schweizer Alpen": Oberer Grindelwaldgletscher, Gemmi (Altels), Trient-, Giétro-, Cheillon-, Tsidjiore Nouve-, Arolla-, Mont Miné-, Ferpèclegletscher, Randa (Bisgletscher), Gorner-, Gruben-, Rossboden-, Palü-, Cambrena-, Morteratsch-, Roseg- und Tschiervagletscher, ausserdem Gletschergarten Luzern, OT/MZA Locarno-Monti u.a.
- 9.-11.9.: Aellen führt die "Tournée glaciologique" der SHF von Ollomont bis Mauvoisin: Fenêtre-, Otemma-, Aiguillette-, Breney-, Tournelon Blanc- und Giétrogletscher.
- 1976 9./10.4.: GI/ETHZ (Müller) organisiert Exkursion nach der 10. Polartagung der Deutschen Gesellschaft für Polarforschung in Zürich (Führungen Aellen, Röthlisberger m.a.): Oberer Grindelwaldgletscher, Jungfraujoch, Moränen und andere Spuren der eiszeitlichen Aare- und Lüttschneegletscher.
- 23.-26.9.: Aellen führt Exkursion des "5e Colloque et Tournée glaciologique" der SAO/IGS in Livigno: Diavolezza, Piz Palü, Bellavista, Pers- und Morteratschgletscher.
- 1977 VAW (Haerberli, Kasser, Lang) und GI/ETHZ (Müller) organisieren mit Instituten der Uni Bern (Oeschger u.a.) den 19. Internationalen Gletscherkurs - erstmals in der Schweiz - im Naturschutzzentrum Aletschwald, mit Demonstrationen und Übungen auf dem Grossen Aletsch- und dem Griesgletscher; Exkursionen: Rossbodengletscher, Eggishorn.
- 1979 6.-9.9.: Röthlisberger führt Exkursion des "8e Colloque et Tournée glaciologique" der SAO/IGS in Saas Almagell: Allalinhorn, Fee-, Kessjen-, Hohlaub-, Allalin- und Schwarzberggletscher, Staudamm Mattmark.
- 1982 29.8.-2.9.: Aellen und Bezinge führen m.a. bei der "Tournée glaciologique" der SHF im Wallis: Fenêtre d'Arpette, Trientgletscher, Arpille, Musée cantonal und Caves Provins Sion, Kraftwerk Tseuzier, Illgraben, Grubengletscher, Saas Balen, Rossbodengletscher.
- 3.-5.9.: VAW (Aellen, Iken) führt m.a. Exkursionen des "11e Colloque et Tournée glaciologique" der SAO/IGS (Präsident W. Good, EISLF) im Naturschutzzentrum Aletschwald: Eggishorn, Grosser Aletschgletscher, Konkordiahütte / Löttschental, Langgletscher, Eggishorn.

B.15.10f Beziehungen zu internationalen Organisationen und Nachbarländern

Das Reglement der GK vom 7.4.1979 legt fest:

Art. 10: "Die GK unterhält die Verbindungen zu den internationalen glaziologischen Organisationen.

Insbesondere ernennt sie den Landeskorrespondenten für die Internationale Kommission für Schnee und Eis (ICSI), eine Kommission der AISH der UGGI.

Im Landeskomitee für die UGGI besetzt die GK einen der beiden Sitze für die AISH im Einverständnis mit der Hydrologischen Kommission.

Der Delegierte für die Gletscherbeobachtungen ist gleichzeitig Landeskorrespondent für den 'Permanent Service on the Fluctuations of Glaciers' (PSFG) der FAGS/ICSU."

Die meisten GK-Mitglieder sind auch Mitglied der "International Glaciological Society" (IGS), die etwa tausend Mitglieder aus Ländern aller Erdteile umfasst. Die GK ist in der Regel im "Council" der IGS vertreten (z.B. als Präsident: M.de Quervain und z.Zt. H.Röthlisberger). Drei GK-Mitglieder sind Ehrenmitglied der IGS.

Beziehungen zu den Nachbarländern bestehen namentlich in den Kontakten mit den entsprechenden oder verwandten Organisationen:

Section de glaciologie de la Société hydrotechnique de France  
IGS-Section des Alpes occidentales  
Kommission für Glaziologie der Bayerischen Akademie der Wissenschaften  
Deutsche Gesellschaft für Polarforschung  
Institut für Meteorologie und Geophysik der Universität Innsbruck  
Gletschermessdienst des Oesterreichischen Alpenvereins  
Comitato glaciologico Italiano

#### 6B.15.11 Information

Die Informationstätigkeit der GK stützt sich auf Artikel 11 des Reglements (vergleiche Kap.6B.15.1). Sie umfasst neben den periodischen Informationen über den Stand und die Veränderungen der Gletscher auch Publikationen von allgemeinem Interesse, Pressemitteilungen, Radio- und Fernsehinterviews zu aktuellen Fragen, Vorträge, Organisation von Tagungen und Exkursionen, Mitarbeit an Ausstellungen und Lehrmitteln. Beispiele hiefür sind:

- seit 1883: Jährliche Gletscherberichte in den Zeitschriften des SAC (vergleiche 4.Umschlagseite). Auflageziffer 1984 der Quartalshefte "Die Alpen": 69 128 Exemplare.
- 1943 13.3.: Referat von W.Jost in Radio Bern über Gletscherschwankungen.
- 1949 Broschüren "Les glaciers" und "Schweizer Gletscher" der Reihen "Trésors de mon pays" (no. 38) und "Schweizer Heimatbücher" (Nr. 30, siehe Lit. Renaud 1949).
- 1975 Juli: Spezialheft "Gletscher" der Monatszeitschrift "Schweiz-Suisse-Svizzera-Svizra-Schweiz" der SVZ (Lit. SVZ 1975).
- Interviews mit GK-Mitgliedern von Radio Beromünster über "Gletscherüberwachung", Radio Monte Ceneri über "Gletscher, Umwelt und Klima", Radio-Télévision Suisse Romande über "Cycle de l'eau et inventaire des ressources hydrologiques de notre pays".
- 1976 8.-10.10.: Pressenotizen zur JV/SNG in Genf, über "Tätigkeit der Gletscherkommission", "Gletschervorstösse", "Gletscher, Umwelt und Wirtschaft", "Gefährliche Gletscher".
- 1978 15.8.: Vernissage der SVZ-Wanderausstellung "Die Schweiz und ihre Gletscher. Von der Eiszeit bis zur Gegenwart" im Stockalperpalast in Brig. Beiträge von SVZ, VAW, GI/ETHZ, Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen Birmensdorf, PH und GI der Uni Bern, Alpines Museum Bern, Gletschergarten Luzern, Grande Dixence SA Sion, SNG-Jahresvorstand 1978 (Sektion Oberwallis Brig). Uebersetzungen in französische, englische und italienische Sprache, während mehrerer Jahre unterwegs durch verschiedene Länder in Europa und Nordamerika.
- 5.-7.10.: GK organisiert mit SNG-Zentralsekretariat und -Jahresvorstand das "Symposium über Gletscher und Klima" an der 158.JV/SNG in Brig, mit SVZ-Wanderausstellung (s.o.). Alle GK-Mitglieder sind beteiligt: 4 als Referenten von Hauptvorträgen, 2 mit Beiträgen zur Poster-Session, 2 als Leiter an Sitzungen (Lit. Kasser, Ed. 1981).
- 8.10.: Glaziologische Exkursion ins Aletschgebiet im Rahmen des Gletschersymposiums und der JV/SNG in Brig (Führungen durch Mitarbeiter von VAW, SBN, Uni Neuchâtel).
- 1979-1981: Fassung der SVZ-Wanderausstellung in Buchform, erscheint 1979 in deutscher, 1980 in französischer und 1981 in englischer und italienischer Ausgabe (Lit. Kasser und Haerberli 1979).
- 1981 22.10.: Pressekonferenz in Zürich zur Herausgabe der Lehrerdokumentation "Wasser", redigiert und herausgegeben durch die Schweizerische Vereinigung für Gewässerschutz und Luft-hygiene (VGL) Zürich (396 S. + Anh., mit Beiträgen der GK, VAW u.v.a.).

## 6B.16 Definition der Abkürzungen

AG	Abteilung für Glaziologie der VAW, seit 1.10.1979 (siehe auch AHG)	CIG	Commission Internationale des Glaciers (dts. IGK), seit 1894, ab 1927 der IAHS/UGGI, 1948 umbenannt in CING (vergleiche Kap. 6B.15.10a)
AGG	Arbeitsgruppe für Gefährliche Gletscher, seit 1973 (s. Kap. 6B.15.4)	CING	Commission Internationale des Neiges et des Glaces (engl. ICSI) der UGGI
AH	Abteilung für Hydrologie, 1.10.1979 -30.11.1983 der VAW, seither des GI der ETHZ (s.a. AHG)	DHI	Décennie Hydrologique Internationale (dts./engl. IHD) der Unesco, 1965-1974 (vergleiche Kap. 6B.15.10b)
AHG	Abteilung für Hydrologie und Glaziologie der VAW, 11.2.1961-30.9.1979; vor 1925 Teil des A+W, 1925-1934 Abteilung für Hydrologie der MZA, 1935 -1940 Institut für Gewässerkunde der ETHZ, 1941-1961 Abteilung für Hydrologie der VAW (s.a. AG und AH)	EDI	Eidgenössisches Departement des Innern
AIHS	Association Internationale d'Hydrologie Scientifique der UGGI (heute AISH)	EFZD	Eidgenössisches Finanz- und Zolldepartement (heute Eidg. Finanzdepartement)
AISH	Association Internationale des Sciences Hydrologiques (engl. IAHS) der UGGI	EGIG	Expéditions Glaciologiques Internationales au Groenland, 1959/60 und 1968 (vergleiche Kap. 6B.15.10d)
ASF	Eidgenössisches Amt für Strassen- und Flussbau (früher OBI)	EISLF	Eidgenössisches Institut für Schnee- und Lawinenforschung Weissfluhjoch-Davos, seit 1943, hervorgegangen aus 1935-1942 tätiger Forschergruppe der SKSLF
A+W	Bundesamt für Wasserwirtschaft des EVED, seit 1.6.1979; 1863 gegründete Kommission für Hydrometrie der SNG betreibt ab 1866 Hydrometrisches Zentralbüro, das 1872 als HA des OBI zum EDI kommt; 1908-1913 selbständige LH, wird 1914 Abteilung für Wasserwirtschaft, 1919 Eidgenössisches Amt für Wasserwirtschaft, das 1930 vom EDI zum Eidgenössischen Post- und Eisenbahndepartement (heute EVED) wechselt (s.a. AHG, HA und LH)	EJPD	Eidgenössisches Justiz- und Polizeidepartement
B+F	Bundesamt für Forstwesen und Landschaftsschutz des EDI, seit 1.6.1979; 1875-1979 Eidgenössisches Oberforstinspektorat (OFI). Grundlage: eidgenössisches Forstgesetz 1876 (ausgearbeitet durch J.F.Coaz)	EMD	Eidgenössisches Militärdepartement
BKW	Bernische Kraftwerke AG	EOS	Energie de l'Ouest-Suisse SA
BUS	Bundesamt für Umweltschutz des EDI	EPP	Expéditions Polaires Françaises
BZ	Bundesamt für Zivilschutz des EJPD	ETB	Eidgenössisches Topographisches Bureau, 1838-1901, seit 1902 L+T. Gründer: Henri-Guillaume Dufour (1787-1875), 1833 Oberstquartiermeister, 1847 General im Sonderbundskrieg, ETB-Chef bis 1865 (Lit. Oberli 1979, Imhof 1979)
CC	Comité central (dts. ZK)	ETHZ	Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
		EVD	Eidgenössisches Volkswirtschaftsdepartement
		EVED	Eidgenössisches Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement
		EW	Elektrowatt Ingenieur-Unternehmung AG
		FAGS	Federation of Astronomical and Geophysical Services des ICSU

FMM	Forces Motrices de Mauvoisin SA	KWM	Kraftwerke Mattmark AG
GEOD	Geodätisches Institut	KWO	Kraftwerke Oberhasli AG
Geol.K.	Geologische Kommission	LII	Abteilung für Landeshydrologie im BUS, seit 1.6.1979, vorher Abteilung für Landeshydrographie im A+W
GI	Geographisches Institut	L+T	Bundesamt für Landestopographie, seit 1.6.1979; 1838-1901 ETB, 1902-1979 Eidgenössische Landestopographie
GK	Gletscherkommission der SNG, seit 1893, Gletscherkollegium des SAC und der SNG 1869-1893 (vergleiche Kap. 6B.11-13)	MAB	Man and Biosphere - Projekt der Unesco
GMA	Schweizerische Gesellschaft für Geophysik, Meteorologie und Astronomie	MC	Motor Columbus AG
HA	Hydrometrische Abteilung des OBI (s.a. AHG, A+W und LH)	MKW	Maggia Kraftwerke AG
IAHS	International Association of Hydrological Sciences (frz. AIISH) der IUGG	MZA	Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt, 1864-1881 Kommission für Meteorologie der SNG, seit 1.5.1881 des Bundes (heute SMA)
ICSI	International Commission on Snow and Ice (frz. CING) der IAHS	NGZ	Naturforschende Gesellschaft in Zürich
ICSU	International Council of Scientific Unions	NOK	Nordostschweizerische Kraftwerke AG
IGK	Internationale Gletscherkommission (frz. CIG), seit 1894	OBI	Eidgenössisches Oberbauinspektorat
IGS	International Glaciological Society, seit 1972; 1936-1962 British Glaciological Society, 1963-1971 Glaciological Society	OFI	Eidgenössisches Oberforstinspektorat (heute B+F)
IGY	International Geophysical Year der IUGG, 1957/58	OT	Osservatorio Ticinese der SMA (MZA) in Locarno-Monti
IHD	International Hydrological Decade, Internationales Hydrologisches Dezenium oder Internationale Hydrologische Dekade der Unesco, 1965-1974	PH	Physikalisches Institut
IUGG	International Union of Geodesy and Geophysics (frz. UGGI) des ICSU	PSFG	Permanent Service on the Fluctuations of Glaciers der FAGS/ICSU, seit 1967, heute integriert in WGMS (vergleiche Kap. 6B.15.10b)
JV	Jahresversammlung	PTT	Post-, Telephon- und Telegraphenbetriebe des EVED
KF	Kantonale Forstdienste	SAC	Schweizerischer Alpenklub, seit 1863
KI	Institut für Kartographie	SAO	Section Alpes Occidentales der IGS
KLL	Kraftwerke Linth-Limmern AG	SBN	Schweizerischer Bund für Naturschutz
KN	Kantonale Naturforschende Gesellschaften	SGG	Schweizerische Geisteswissenschaftliche Gesellschaft
		SHF	Société Hydrotechnique de France
		SHSN	Société Helvétique des Sciences Naturelles (dts. SNG), seit 1815

SKSLF	Schweizerische Kommission für Schnee- und Lawinenforschung des B+F, seit 1931/32 (am 11.12.1931 Expertenkonferenz mit Selbstkonstitution des Ausschusses als SKSLF, 1932 formell bestätigt durch EDI; Lit. Haefeli 1961, Petitmermet 1946)	UNO	United Nations Organization
SMA	Schweizerische Meteorologische Anstalt des EDI, seit 1.6.1979; 1881-1979 MZA	VAW	Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie an der ETHZ, seit 1.10.1970; 1930-1934 Versuchsanstalt für Wasserbau, 1935-1970 für Wasserbau und Erdbau
SNG	Schweizerische Naturforschende Gesellschaft (frz. SHSN), seit 1815	V+D	Eidgenössische Vermessungsdirektion des EJPD
SVZ	Schweizerische Verkehrszentrale des EVED	WCP	World Climate Programme des UNEP
TTS	Temporary Technical Secretariat für das WGI, seit 1973, heute integriert in WGMS (vergleiche Kap. 6B.15.10c)	WGI	World Glacier Inventory (vergleiche Kap. 6B.15.10c)
UGGI	Union Géodésique et Géophysique Internationale (engl. IUGG) des ICSU	WGMS	World Glacier Monitoring Service, vereint ab 1986 PSFG und TTS/WGI (vergleiche Kap. 6B.15.10b,c)
UNEP	United Nations Environmental Programme	WMO	World Meteorological Organization
Unesco	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization	ZGK	Zürcher Gletscherkommission, 1913-1946 (vergleiche Kap. 5.51)
Uni	Universität	ZK	Zentralkomitee (frz. CC)
		ZP	Zentralpräsident
		ZV	Zentralvorstand

Dokumente

Für die Redaktion des Kapitels 6B.1 sind neben den im Folgenden als Literaturhinweise zitierten Publikationen, dem Schweizer Lexikon und weiteren Nachschlagewerken vor allem folgende Dokumente aus dem Archiv der Gletscherkommission benutzt worden:

Protokoll der letzten Sitzung des Gletscherkollegiums am 17.12.1892.

Protokolle der GK-Sitzungen vom 16.6.1894 (1.Sitzung) bis 12.4.1924 und vom 29.5.1927 bis 19.11.1984. Die Protokolle der Sitzungen zwischen 1924 und 1927 sind bereits in den Vierzigerjahren erfolglos gesucht worden.

Jahresberichte der GK von 1894 (für 1893/94) bis 1984, publiziert in den Verhandlungen der SNG.

Nekrologe der Mitglieder, zitiert in den Kurzbiographien des Kapitels 6B.13, (nebst biographischen Angaben im Schweizer Lexikon, Bde. 1-7, Encyclios-Verlag, Zürich 1945-1948, und in weiteren Nachschlagewerken).

"Instructions pour l'observation des variations des glaciers". 1893 durch das OFI und die GK herausgegebene Weisungen für die jährlichen Erhebungen.

Brief des A+W an die GK vom 3.4.1923 (vergleiche Kap. 6B.15.6a).

Exposé der GK an das EDI im Jahre 1938 (Verf. Mercanton).

Dossier "Arbeitsgruppe für gefährliche Gletscher":

- "Memorandum zum Problem 'Gefährliche Gletscher'" der GK vom 25.4.1969.
- Protokolle der Besprechungen vom 10.3. und 30.6.1970.
- Briefe des EDI, vom 18.1.1973 an die Regierungen der Kantone mit Gletschern und an die Direktion des EISLF, vom 2.2.1973 an die Direktion der VAW.
- Protokoll der konstituierenden Sitzung am 8.5.1973.
- Jahresberichte der AGG für 1973 bis 1983.

Dossier "Kraftwerk Gletsch" 1976/77.

Dossier "Wasserleitung Aletsch" 1978/80.

Jahresberichte der AH bzw. AHG von 1941 1943-1945 1947 1948 1951-1970.

Jahresberichte der VAW von 1949 und 1966-1983.

## Literaturhinweise

- Aellen M. und Röthlisberger H. 1981  
Gletschermessungen auf Jungfrauoch.  
In: 50 Jahre Hochalpine Forschungsstation  
Jungfrauoch. Hrsg. Wirtschaftsdienst der  
Kantonalbank von Bern, Bulletin Nr. 23,  
Oktober 1981, S. 82-92
- AISH 1962  
Resolutions of ICSI/AISH/IUGG, Helsinki 1960,  
and Report of the sub-committee on variations  
of existing glaciers. AIHS Publ. Nr. 58 (Sym-  
posium Obergurgl 1962), p. 306-309
- A+W 1917 - 1977  
Hydrographisches Jahrbuch der Schweiz
- Baltzer A. 1898  
Studien am Unter-Grindelwaldgletscher über  
Glazialerosion, Längen- und Dickenänderungen  
in den Jahren 1892-1897. Neue Denkschriften  
der SNG, Bd. XXIII, Abt. II, Zürich
- Brügger E. 1966  
Wärmehaushalt, Ablation und Abfluss. Feld-  
arbeiten auf dem Grossen Aletschgletscher,  
2200 m ü.M., Juli-August 1965. Filmdokument  
der AHG/VAW und des OT/MZA
- Bruschin J. 1983  
Régularisation des eaux du Léman, trois gé-  
nérations d'aménagement. Ingénieurs et ar-  
chitectes suisses, no. 17, 18 août
- Buss E. 1888  
Die ersten 25 Jahre des SAC. 276 S.
- Coaz J.F. 1881  
Die Lawinen der Schweizer Alpen.  
Bern 1881, 2. Auflage 1888
- Coaz J.F. 1910  
Statistik und Verbau der Lawinen. Bern
- Dübi H. 1913  
Die ersten 50 Jahre des SAC. IV+304 S.
- Florin R. 1984  
60 Jahre geophysikalische Arbeiten in Chur,  
eine wissenschafts-geschichtliche Studie.  
Jahresber. Natf. Ges. Graubünden 101 (1984),  
S. 31-52
- Flotron A. 1973  
Photogrammetrische Messung von Gletscherbewe-  
gungen mit automatischer Kamera. Schweizeri-  
sche Zeitschrift für Vermessung, Kulturtech-  
nik und Photogrammetrie, Fachheft 1/1973
- Föhn P. 1971  
Methoden der Massenbilanzmessung bei grossen  
Schneehöhen, untersucht im Firngebiet des  
Grossen Aletschgletschers. Beiträge zur Geo-  
logie der Schweiz, Hydrologie Nr. 20
- Forel F.A 1884  
La faune profonde des lacs suisses. Denkschrif-  
ten der SNG, Bd. 29,2
- Forel F.A. 1892, 1895, 1904  
Le Léman. Monographie limnologique.  
Tome I 1892, tome II 1895, tome III 1904,  
Librairie Rouge et Cie. Lausanne
- Forel F.A. 1901  
Handbuch der Seenkunde. Allgemeine Limnologie.  
Verlag Engelhorn Stuttgart
- Funk M. 1985  
Die räumliche Verteilung der Massenbilanz auf  
dem Rhonegletscher und ihre Beziehung zu Klima-  
elementen. Zürcher Geographische Schriften,  
Heft 24
- Gerrard J.A.F., Perutz M.F. und Roch A. 1952  
Measurement of the velocity distribution along  
a vertical line through a glacier. Proc. Royal  
Society, Ser. A, Vol. 213, p. 546-558
- Gurtner H. 1948  
Aus alten Chroniken. In: Grimsel, Kraftwerk-  
bauten im Oberhasli. Kraftwerke Oberhasli AG  
Innertkirchen, S. 6-30
- Haeberli W., Wächter H.P., Schmid W. und Sid-  
ler Cl. 1982  
Erste Erfahrungen mit dem US Geological Sur-  
vey-Monopuls Radioecholot im Firn, Eis und  
Permafrost der Schweizer Alpen. Arbeitsheft  
der VAW Nr. 6
- Haefeli R. 1939  
Schneemechanik mit Hinweisen auf die Erdbau-  
mechanik. In: Der Schnee und seine Metamor-  
phose. Beiträge zur Geologie der Schweiz, Geo-  
techn. Serie, Hydrologie, Lieferung 3

- Haefeli R. 1942  
Spannungs- und Plastizitätserscheinungen der Schneedecke. Schweizer Archiv, 8.Jg., H.9-12 und Mitteilungen der VAW Nr. 2
- Haefeli R., Roch A. und Kasser P. 1944  
Bericht über die Arbeiten 1942/43 am Grossen Aletschgletscher. Mappe im Archiv der GK
- Haefeli R. und Kasser P. 1948  
Beobachtungen im Firn- und Ablationsgebiet des Grossen Aletschgletschers. Schweiz. Bauzeitung, Jg. 66, Nr. 35, S. 477-481, Nr. 36, S. 489-494, Zürich
- Haefeli R. und Brentani F. 1954  
Beobachtungen in einer kalten Eiskalotte. IAHS, Gen. Ass. Rome, tome IV, p. 394-409
- Haefeli R. und Brentani F. 1955  
Observations in a cold ice cap. Journal of Glaciology, Vol. 2, Nr. 19, p. 623-630
- Haefeli R. 1959  
Die internationale glaziologische Grönland-Expedition 1957-1960. Schweiz. Bauzeitung, Jg. 77, Heft 29, S. 463-468, Zürich
- Haefeli R. 1961  
Eine Parallele zwischen der Eiskalotte Jungfrau-Joch und den grossen Eisschildern der Arktis und Antarktis. Geologie und Bauwesen, Jg. 26, Heft 4, S. 191-213, Wien
- Haefeli R. 1961  
Massnahmen zum Schutz der Unterlieger vor katastrophalen Ausbrüchen des Steingletschersees. Gutachten vom 15.9.1961 an Baudirektion des Kantons Bern im Archiv der GK
- Haefeli R. 1961  
Von den Anfängen der Schnee- und Lawinenforschung. Mitt. EISLF Nr. 17: 30 Jahre Eidgenössische Schnee- und Lawinenforschungs-kommission, 25 Jahre Schnee- und Lawinenforschung auf Weissfluhjoch. Schweiz. Zeitschr. f. Forstwesen, Jg. 112, Nr. 12, S. 735-741
- Haefeli R. 1963  
Observations in ice tunnels and the flow law of ice. In: Ice and Snow (Kingery W.D. ed.), M.I.T. Press, S. 162-186, Cambridge Mass.
- Haefeli R. 1967  
Research on Snow, Avalanches, Ice and Glaciers. In: The Development of Geodesy and Geophysics in Switzerland, p. 72-83, Zürich
- Haefeli R. und Brandenberger F. mit Gfeller P. 1968  
Rheologisch-glaziologische Untersuchungen im Firngebiet des Grönländischen Inlandeises. Meddelelser om Grønland, Bd. 177, Nr.1, 340 S. (auch E.G.I.G. 1957-1960, Vol. 5, No. 2)
- Halder U. 1976  
Aletsch, eine naturkundliche Einführung. SBN
- Hamberg A. 1930  
Das Schicksal der Internationalen Gletscher-kommission. Geografiska Annaler, H. 2 und 3
- Heim A. 1885  
Handbuch der Gletscherkunde. X+560 S., Verlag von J.Engelhorn Stuttgart
- Heim A. 1895  
Die Gletscherlawine an der Altels am 11. September 1895. Im Auftrag der GK/SNG bearbeitet unter Mitwirkung von L.Du Pasquier und F.A.Forel. 98.Neujaahrsblatt der NGZ 1896, 63 S.
- Heim A. 1915  
Die Gletscherkommission. Neue Denkschriften der SNG, Bd. L: Jahrhundertfeier, S. 171-180
- Heim A. 1916 - 1922  
Geologie der Schweiz. Bd. I 1916-1919, Bd. II 1919-1922, Verlag Chr.Herm.Tauchnitz Leipzig
- Heim A. 1932  
Bergsturz und Menschenleben. Vierteljahrsschr. der NGZ, Jg. 77
- Hess E. und Müller E. 1942  
Bestandesaufnahme 1942 im Aletschwaldreservat. Manuskript
- Holzhauser H.P. 1984  
Zur Geschichte der Aletschgletscher und des Fieschergletschers. Physische Geographie, Vol. 13, 448 S., GI der Uni Zürich

Hopf H. 1898

Originalaufzeichnungen der Forscher im Hotel des Neuchâtelais aus den Jahren 1840-1845. Jb.SAC XXXIII (1897/89), S. 342-347

IAHS 1971

(siehe Müller F. and Ommaney C.S.L. 1971)

IAHS 1980

Introduction to the world glacier inventory (by F.Müller and K.Scherler). IAHS-AISH Publ. Nr. 126, p. XIII-XX

Iken A., Röthlisberger H. and Hutter K. 1977

Deep drilling with a hot water jet. Zeitschr. f.Gletscherkunde und Glazialgeologie, Bd. XII (1976), H. 2, S. 143-156

Imhof E. 1979

Alpinist und Topograph - ein Herz und eine Seele. Die Alpen, 55.Jg., 1.Quart., S. 5-8

IOG 1893

Instructions pour l'observation des variations des glaciers. Instruktionen, hg. durch das OFI und die GK

IUGG 1956

Resolutions on Glaciology and Climatology. IUGG-News Letters, 5e année, no. 13

Jegerlehner J. 1902

Die Schneegrenze in den Gletschergebieten der Schweiz. Gerlands Beiträge zur Geophysik, Bd. V, S. 486-566

Jenny E. 1938

Zur Geschichte des Schweizer Alpenklubs 1863-1938. Die Alpen, XIV.Jg., Nr. 10, S. 373-532

Jost W. 1931

Der gelbe Schnee vom 24.April 1926. Die Alpen, VII.Jg., Nr. 2, S. 62-66

Jost W. 1936

Die seismischen Eisdickenmessungen am Rhonegletscher 1931. Denkschr. der SNG, Bd. 71

Jost W. 1938

Wie tief sind die Gletscher? Die Alpen, XIV.Jg., Nr. 12, S. 584-588

Jost W. 1952

Das Grimselgebiet und die Gletscherkunde. Exkursionsführer der SNG für 25./28.8.1952

Jost W. 1954

Etudes glaciologiques sur le glacier inférieur de l'Aar. Publ. no. 39 AIHS, Ass. gén. UGGI Rome, tome IV, p. 351-355

Kaech A. 1922

Bericht für die BKW über den Ausbruch vom 3.10.1921 des Sees am Grubengletscher (Oberhasli) mit Murgang des Aerenbachs.

Kaech A. 1946

Wasserkatastrophen zufolge Ausbruchs von Gletscherseen und die Trockenlegung des Grubengletschersees (Haslital). Schweiz. Bauzeitung, Bd. 127, S. 190

Kasser P. 1951

Ein leichter thermischer Eisbohrer zur Einrichtung von Ablationsmessungen auf Gletschern. Verh. der SNG, S. 95-96

Kasser P. 1953

Ablation und Schwund am Grossen Aletschgletscher. Verh. der SNG, 133.JV Lugano, S. 73-75

Kasser P. 1954

Sur le bilan hydrologique des bassins glaciaires avec application au Grand Glacier d'Aletsch. IAHS Publ. no. 39 (Rome), tome IV, p. 331-350

Kasser P. 1959

Der Einfluss von Gletscherrückgang und Gletschervorstoss auf den Wasserhaushalt. Wasser- und Energiewirtschaft, Jg. 51, Nr. 6, S. 155-168

Kasser P. 1960

Ein leichter thermischer Eisbohrer als Hilfsgesetz zur Installierung von Ablationsstangen auf Gletschern. Geofisica pura e applicata, vol. 45, 1960/I, p. 97-114, Milano

Kasser P. 1960

Glaziologischer Kommentar zur neuen im Herbst 1957 aufgenommenen Karte 1:10 000 des Grossen Aletschgletschers. Publ. no. 54 AIHS (Helsinki), p. 216-223

- Kasser P. and Röthlisberger H. 1966  
Some problems of glacier mapping experienced with the 1:10 000 map of the Aletsch glacier. Canadian Journal of Earth Sciences, Vol. 3, Nr. 3, Paper No. 8, p. 799-809
- Kasser P. und Schnitter G. 1967  
Hydrologie. In: Le développement de la géodésie et de la géophysique en Suisse, p. 84-93
- Kasser P. 1967  
Fluctuations of Glaciers 1959-1965. A contribution to the IHD. IAHS (ICSI) - Unesco
- Kasser P. 1973  
Fluctuations of Glaciers 1965-1970. A contribution to the IHD. IAHS (ICSI) - Unesco
- Kasser P. und Haeberli W. (wiss. Ed.) 1979  
Die Schweiz und ihre Gletscher. Von der Eiszeit bis zur Gegenwart. SVZ und Geographischer Verlag Kümmerly und Frey Bern. Ausgaben frz. 1980, it. und engl. 1981
- Kasser P. (Ed.) 1981  
Gletscher und Klima. Jahrbuch der SNG 1978, wiss. Teil, Birkhäuser Verlag
- Kasser P. 1981  
Rezente Gletscherveränderungen in den Schweizer Alpen. In: Gletscher und Klima. Jb. SNG 1978, wiss. Teil, S. 106-138
- Kinzi H. 1932  
Die grössten nacheiszeitlichen Gletschervorstösse in den Schweizer Alpen und in der Montblanc-Gruppe. Zeitschr.f.Gletscherkunde, Bd. XX, H. 4-5 (Finsterwalder Festschrift), S. 269-397, Leipzig
- Kreis A. 1944  
Seismische Sondierungen auf dem Morteratschgletscher. Verh. der SNG, 124.JV Segl, S. 95
- Kreis A., Florin R. und Süsstrunk A. 1952  
Die Ergebnisse der seismischen Sondierungen des Unteraargletschers 1936-1950. Verh. der SNG, 132.JV Bern, S. 125-126
- Lang H. 1967  
Ueber den Tagesgang im Gletscherabfluss. Veröffentlichungen der MZA, Nr. 4, S. 32-38
- Lang H. 1968  
Relations between glacier runoff and meteorological factors observed on and outside the glacier. IAHS Publ. Nr. 79 (IUGG Bern 1967), S. 429-439
- Lang H. 1971-1976  
Hydroglaziologisches Versuchsgebiet Aletschgletscher; Automatische Klimastation Moosfluh. Notizen in den Jahresberichten der VAW, Gruppe Hydrometeorologie
- Lang H. 1973  
Variations in the relation between glacier discharge and meteorological elements. AIHS Publ. Nr. 95 (ICSI/AIHS and IGS Symposium on Hydrology of Glaciers, Cambridge GB 1969), p. 85-94
- Lang H., Schädler B. and Davidson G. 1976  
Hydrological investigations on the Ewigschneefeld (Gr. Aletschgletscher). Zeitschr.f.Gletscherkunde und Glazialgeologie, Bd. 12, H. 2, S. 109-124
- Lang H. 1978  
Ueber die Bedeutung der Lufttemperatur als hydrometeorologischer Informationsträger. Arbeiten aus der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik Wien, H. 227, III/25, S. 1-8
- Lang H. 1979  
Einige Angaben zum Mesoklima im Gletscherbereich im Hinblick auf hydrologisch-glaziologische Berechnungen. Mitteilungen der VAW Nr. 41 (Festschrift Peter Kasser), S. 155-167
- Lang H., Leibundgut Ch. und Festel E. 1981  
Results from tracer experiments on the water-flow through the Aletschgletscher. Zeitschr. f.Gletscherkunde und Glazialgeologie, Bd. 15, H. 2 (1979), S. 209-218
- LH ab 1978  
Hydrologisches Jahrbuch der Schweiz
- Lüdi W. 1945  
Besiedlung und Vegetationsentwicklung auf den jungen Seitenmoränen des Aletschgletschers, mit einem Vergleich der Besiedlung im Vorfeld und des Oberen Grindelwaldgletschers. Bericht über das Geobotan. Forschungsinstitut Rübel für das Jahr 1944, S. 35-112

L+T und VAW 1960-1964

Karte 1:10 000 der Aletschgletscher, Stand September 1957, Bl. 1, 2, 3, 4a und 4b. Hg. durch L+T und VAW, mit Unterstützung der GK/SNG und des Schweiz. Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung

Lütschg O. 1915

Der Märjelensee und seine Abflussverhältnisse. Annalen der LH, Bd. I, XX+358 S., 52 T. ausserh. Text

Lütschg O. 1926

Ueber Niederschlag und Abfluss im Hochgebirge, Sonderdarstellung des Mattmarkgebietes. Mit See- und Gletscherchronik 1300-1915, Hochwasserchronik 1465-1918, XX+480 S., 47 T., Schweiz. Wasserwirtschaftsverband, Verbandsschrift Nr. 14, Veröffentlichung der HA/MZA

Lütschg O. 1929

Un institut de recherche en haute montagne, le Jungfraujoeh, 3457 m, et son importance scientifique. Bull. de la Murithienne, fasc. XLVI, 1928/29, p. 97-110

Lütschg O. 1933a

Observations sur le glacier supérieur de Grindelwald. Mouvement et érosion de 1921 à 1928. Arch. des sciences physiques et naturelles Genève, Fasc. 2, p. 201-205

Lütschg O. 1933b

Beobachtungen über das Verhalten des vorstossenden Oberen Grindelwaldgletschers im Berner Oberland. Verh. der SNG, 112. JV Thun 1932, S. 320-322 und Mitt. der GK Nr. 1, Bern 1933

Lütschg O. 1944

Die Bedeutung und Bewertung der Vorratsänderungen im Wasserhaushalt der Gletscher im Schweizer Hochgebirge. In: Lütschg 1944-1954, Bd. I, I. Teil (Kap. 4)

Lütschg O. 1944

Beobachtungen über das Verhalten des vorstossenden Oberen Grindelwaldgletschers (1921-1928), Eisbewegung und Erosion. In: Lütschg 1944-1954, Bd. I, I. Teil (Kap. 5)

Lütschg O. 1944-1954

Zum Wasserhaushalt des Schweizer Hochgebirges. Beiträge zur Geologie der Schweiz, Hydrologie, 4. Lieferung

Lütschg O. 1945

Ueber den heutigen Stand der Niederschlagsforschung im Schweizer Hochgebirge. In: Lütschg 1944-1954, Bd. I, I. Teil (Kap. 1, Anh. T. 11 und Zusammenstellung 11)

Lütschg O. 1946

Ueber die Verdunstungsgrösse freier Wasserflächen im Schweizer Hochgebirge. Denkschr. der SNG, Bd. LXXVI, Abh. 2

Lütschg O. 1947

Beitrag zur Kenntnis des Wärmehaushaltes der obersten Bodenschicht der Schweizer Alpen. Denkschr. der SNG, Bd. LXXVII, Abh. 2

Maurer J., Billwiller R. und Hess C. 1909

Das Klima der Schweiz. Hg. durch die Stiftung Schnyder von Wartensee mit Unterstützung der MZA (Geschichte der schweizerischen Meteorologie, S. 3-10)

Mercanton P.L. 1898

Les débâcles au Glacier de Crête-Sèche. Ann. SAC 1898

Mercanton P.L. 1916

Vermessungen am Rhonegletscher 1874-1915. Mit Einleitung von L. Rüttimeyer 1894, Vorwort von A. Heim und Beiträgen von L. Held, Hg. GK/SNG. Neue Denkschr. der SNG, Bd. LII, VIII+190 S.

Mercanton P.L. 1916

Mouvement de l'Inlandsis groenlandais. Archives de Genève

Mercanton P.L. 1918

Schneehöhen am Sankt Bernhard. Zeitschr. für Meteorologie, Nr. 11/12

Mercanton P.L. 1923

Le système glaciaire du Beerenberg de Jan Mayen. Arch. de Genève, déc. 1923 (a. GMA 1922)

Mercanton P.L. 1924

La première ascension du Beerenberg de Jan Mayen, Echo des Alpes, no. 8

- Mercanton P.L. et Jost W. 1928  
Le voyage des glaciers dans ses profondeurs. Une expérience à longue échéance. Arch. de Genève, sept. et oct. 1928
- Mercanton P.L. 1930  
La vraie altitude du Beerenberg de Jan Mayen. Rapp. Charcot 1929, Ann. hydrographiques 1930
- Mercanton P.L. 1935  
Le cryocinémètre de la Commission helvétique des glaciers. Zeitschr. f. Gletscherkunde, Bd. XXII, S. 163-170
- Mercanton P.L. 1938  
Présentation d'un film de la crue du glacier supérieur de Grindelwald. Helv. Physica Acta 11/38 et SHSN, Coire 1938
- Mercanton P.L. 1958  
Aires englacées et cotes frontales des glaciers suisses. Wasser- und Energiewirtschaft, Jg. 50, S. 347-351
- Mercanton P.L. 1960  
Rapport sur les variations de longueurs des glaciers européens, en 1956/57, 1957/58, 1958/59. IAHS Publ. no. 54 (Helsinki), p. 366-378
- Messerli B. und Zurbuchen M. 1968  
Blockgletscher im Weissmies und Aletsch und ihre photometrische Kartierung. Die Alpen, 44. Jg., H. 3
- Mothes H. 1929  
Neue Ergebnisse der Eisseismik. Zeitschr. für Geophysik, Jg. 5, H. 3/4, S. 120-144
- Mousson A. 1854  
Die Gletscher der Jetztzeit. Eine Zusammenstellung ihrer Erscheinungen und Gesetze. 216 S., Verlag von Fr. Schulthess Zürich
- Müller F. 1959  
Beobachtungen über Pingos. Detailuntersuchungen in Ostgrönland und in der kanadischen Arktis. Meddelelser om Grønland, Bd. 153, Nr. 3, 127 S., Copenhagen
- Müller F. und Ommaney C.S.L. 1971  
The contribution of glacier ice to the world water balance. A status report on the world glacier inventory. IAHS Publ. Nr. 94, Vol. III, p. 6-20
- Müller F., Cafilisch T. und Müller G. 1976  
Firn und Eis der Schweizer Alpen. Gletscherinventar. Publ. Nr. 57 und 57a, GI/ETHZ
- Müller F. 1977  
Fluctuations of Glaciers 1970-1975 (Vol. III). A contribution to the International Hydrological Programme. IAHS (ICSII) - Unesco
- Oberli A. 1979  
Dufourkarte und Siegfriedatlas. Die Alpen, 55. Jg., 1. Quartal, S. 9-16
- Oechslin M. 1933-1937  
Publikationen in "Mitteilungen und Berichte der naturforschenden Gesellschaft Uri"
- Oechslin M. 1935  
Beitrag zur Kenntnis der pflanzlichen Besiedlung der durch den Gletscher freigegebenen Grundmoränenböden, Griesgletscher - Klausen. Ber. der natf. Ges. Uri, H. 4, 1933/34-1934/35, S. 27-48
- Oechslin M. 1937  
Schneetemperaturen, Schneekriechen und Schneekohäsion. Schweiz. Zeitschr. für Forstwesen, 1/1937
- Oechslin M. 1938  
Lawinengeschwindigkeiten und Lawinenluftdruck. Schweiz. Zeitschr. für Forstwesen, 6/1938
- Oechslin M. 1942  
Die Bewegung und Kohäsion in der Schneedecke. Die Alpen, 1/1942, S. 8-17
- Oeschger H. und Røthlisberger H. 1961  
Datierung eines ehemaligen Standes des Aletschgletschers durch Radioaktivitätsmessungen an Holzproben und Bemerkungen zu Holzfunden an weiteren Gletschern. Zeitschr. f. Gletscherkunde und Glazialgeologie, Bd. IV, H. 3, S. 191-205
- Oeschger H., Renaud A. et Schuhmacher E. 1962  
Essais de datation par le tritium des couches de névé du Jungfraufirn et détermination de l'accumulation annuelle. Bull. de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles, vol. 68, p. 301
- Perutz M.F.  
Direct measurement of the velocity distribution in a vertical profile through a glacier. Journal of Glaciology, Vol. 1, Nr. 7, p. 382-383

Petitmermet M. 1946

Die praktische Bedeutung der schweizerischen Schnee- und Lawinenforschung. Mitt. EISLF, Nr. 1

Philbert K. 1984

Die thermische Tiefbohrung in Station Jarl-Joset und ihre theoretische Auswertung. Polarforschung 54(1), S. 43-49 (Zusammenfassung des im EISLF verfügbaren Manuskripts, 216 S.)

de Quervain A. 1910

Fjord-, Berg- und Schneeschuhfahrten in Grönland (mit A. Stollberg). Zeitschr. des Deutschen und Oesterreichischen Alpenvereins

de Quervain A. und Stollberg A. 1911

Durch Grönlands Schnee- und Eiswüste. Reise der deutsch-schweizerischen Grönlandexpedition 1909 auf das Inlandeis. Verlag Joseph Singer Strassburg und Leipzig

de Quervain A. 1919

Ueber die Ergebnisse der schweizerischen Grönlandexpedition. Vierteljahrsschrift der NGZ, 1 S.

de Quervain A. 1919

Ueber die Wirkung eines vorstossenden Gletschers. Vierteljahrsschrift der NGZ (Festschrift Albert Heim), 13 S.

de Quervain A. und Mercanton P.L. 1920

Ergebnisse der schweizerischen Grönlandexpedition 1912-1913. Denkschr. der SNG, Bd. LIII

de Quervain A. und Schnitter E. 1920

Das Zungenbecken des Bifertengletschers. Denkschr. der SNG, Bd. LV, Abh. 2

de Quervain A. 1920

Ueber die Versuche zur Bestimmung der Felserosion eines vorstossenden Gletschers. Verh. der SNG, JV Neuchâtel, IIe partie, 1/2 S.

de Quervain A. 1921

Beiträge zur Methode der Beobachtung der Gletscherbewegung. Verh. der SNG, JV Schaffhausen, II. Teil, 1 S.

de Quervain A. 1922

Die Tätigkeit der "Zürcher Gletscherkommission". Zeitschr. f. Gletscherkunde, XII. Bd. (1921/22), H. 3/4, S. 137-146

de Quervain A. 1925

Der Stand der meteorologischen und astronomischen Einrichtungen in der Forschungsstation Jungfrauoch im Herbst 1925. Vierteljahrsschr. der NGZ, LXX, S. 288-301

de Quervain M. mit Brandenberger F., Reinwarth O., Renaud A., Roch A. und Schneider R. 1969

Schneekundliche Arbeiten der Internationalen Glaziologischen Grönlandexpedition (Nivologie 1959). Meddelelser om Grønland, Bd. 177, Nr. 4, 282 S. (a. E.G.I.G. 1957-1960, Vol. 5, Nr. 1)

Renaud A. 1936

Les entonnoirs du glacier du Gorner. Denkschr. der SNG, Bd. 71

Renaud A. 1948

Contribution à l'étude du grain de glacier. UGGI Ass.gén. Oslo, Proc. Verb. des Séances, t. 2, p. 213-215

Renaud A. 1949

Les glaciers. Trésors de mon pays No. 38, Editions du Griffon Neuchâtel, 52 p., dts. Ausg.: Schweizer Gletscher. Schweizer Heimatbücher Nr. 30, Verlag Paul Haupt Bern

Renaud A. 1951

Nouvelle contribution à l'étude du grain de glacier. AIHS Publ. no. 32 (Bruxelles), t. 1, p. 206-211

Renaud A. 1958

La participation de la Suisse à l'Expédition glaciologique internationale au Groenland (EGIG) de 1957 à 1961. Revue internationale de l'horlogerie no. 8

Renaud A. 1962

(siehe Oeschger et al. 1962)

Renaud A. 1963

Analyse climatique des variations de longueur des glaciers de Pizol et Sardona (Suisse). Bull. de la Soc. Vaudoise des Sciences Naturelles no. 310, Vol. 68, Fasc. 5

Renaud A. mit Dansgaard W., Oeschger H., Schuhmacher E. u.a. 1968

Etudes physiques et chimiques sur la glace de l'Inlandsis du Groenland. Meddelelser om Grønland, Bd. 177, Nr. 2, 135 S. (a. E.G.I.G. 1957-1960, Vol. 5, Nr. 3)

- Röthlisberger H. und Aellen M. 1970  
Bewegungsregistrierung an der Zunge des Gietrogletschers. Schweiz. Bauzeitung, 88.Jg., H. 43, S. 981-986 und Mitt. der VAW Nr. 85
- Rübel E. 1935  
Eine allgemeine schweizerische Akademie und die bestehende Naturforscher-Akademie. Neue Schweizer Rundschau, Februarheft
- Rupe H. 1927  
L'Hôtel des Neuchâtelois. Die Alpen, 3.Jg., Nr. 2, S. 59-66
- SAC 1872  
Instruktion für die Gletscherreisenden des SAC. Jb. SAC, 7.Jg. (1871/72), S. 352-384
- SAC 1874  
Die Gletscher der Schweiz nach Gebieten und Gruppen geordnet. Für die Mitglieder des SAC als Manuskript gedruckt (Verfasser: J.Siegfried-Bürgli), Zürich
- SAC 1888  
(siehe Buss 1888)
- Schnitter G. 1972  
Das Unglück von Vajont. Folgerungen aus der Praxis des beratenden Ingenieurs in strafrechtlicher Hinsicht. Schweiz. Bauzeitung, 90.Jg., H. 39
- Schommer P. 1976  
Wasserspiegelmessungen im Firn des Ewigschneefelds (Schweizer Alpen). Zeitschr.f. Gletscherkunde und Glazialgeologie, 12.Bd., H. 2, S. 125-141
- Schönbächler M. 1967  
Beziehung zwischen Strahlungsbilanz und Ablation des Aletschgletschers. Veröffentlichungen der MZA Nr. 4, S. 39-42
- Seligman G. 1941  
The structure of a temperate glacier. Geographical Journal, Vol. 97, No. 5, p. 297-317
- SHSN 1928  
Notice historique. Liste des membres no. 26
- SNG 1942  
Reglement der Gletscherkommission. Verh. der SNG, JV Sitten, S. 271
- SNG 1979  
Reglement der Gletscherkommission. Verh. der SNG, JV Lausanne, S 163-166
- SVZ 1975  
Gletscher. Zeitschr. "Schweiz-Suisse-Svizzera-Schweiz" der SVZ, 48.Jg., H. 7, 45 S. (Mitarbeit: M.Aellen, W.Haeberli, P.Kasser, H.Lang, H.Röthlisberger, P.Wick, H.Zumbühl)
- Unesco 1964  
Final Report of the International Hydrological Decade, Intergovernmental Meeting of Experts. Unesco/NS/188, Annexe I
- Unesco 1970  
Perennial Snow and Ice Masses, a Guide for Compilation and Assemblage of Data for a World Inventory. Unesco Technical Papers in Hydrology no. 1 (also IAHS edition)
- Vareschi V. 1942  
Die pollenanalytische Untersuchung der Gletscherbewegung. Veröffentlichungen des Geobotanischen Instituts Rübel Nr. 19, S. 1-144, Zürich
- Wasserverhältnisse der Schweiz 1896-1924  
8 Bde., hg. durch HA/OFI 1896-1903, LH 1910-1913, A+W 1920-24
- VAW 1983  
Jahresbericht der VAW/ETHZ
- Watts R.D. and Anthony W. 1976  
Radio-Echo Sounding of temperate Glaciers. Ice Properties and Sounder Design Criteria. Journal of Glaciology, Vol. 17, Nr. 75, p. 39-48
- Welten M. 1948  
Die spätglaziale und postglaziale Vegetationsentwicklung der Berner Alpen und Voralpen und des Walliser Haupttales. Veröffentlichungen des Geobotanischen Instituts Rübel Nr. 34, S. 150-158, Zürich
- Welten M. 1982  
Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen in den westlichen Schweizer Alpen: Bern - Wallis. Denkschr. der SNG, Bd. 95, 104 S.
- Wick P. 1980  
Der Rhonegletscher und seine Umgebung. Ausstellungsbroschüre, 44 S., hg. Gletschergarten Luzern, Stiftung Amrein-Troller

## 6B.2 Das Beobachtungsnetz der Gletscherkommission

Markus Aellen

### 6B.2.1 Einleitung

Das vorliegende Kapitel ergänzt die Hinweise in Kapitel 6B.15.2b zur Geschichte der Beobachtungen über die Längenänderung der Gletscher mit Angaben über die Zahl und Lage aller Gletscher, die innerhalb der Landesgrenzen beobachtet worden sind, und mit Angaben über die Dauer dieser Beobachtungen. Die Gletscher, deren Zungenende in regelmässiger Wiederholung beobachtet worden ist, sind im Beobachtungsnetz zusammengefasst und durch morphologische Kennwerte beschrieben. Mit Angaben über die Gesamtzahl und -fläche der Gletscher in den Schweizer Alpen, aufgeteilt nach Gebirgsregionen und Abflussgebieten, wird das Beobachtungsnetz als statistische Stichprobe in Beziehung gebracht mit der Grundgesamtheit der Gletscher, die im Jahre 1973 durch eine gesamtschweizerische Bestandesaufnahme erfasst worden ist (Lit. Müller et al. 1976). Diese Angaben sind nützliche, zum Teil auch notwendige Grundlagen für die Interpretation der Beobachtungsergebnisse. Diese sind in Kapitel 6B.3 zusammengestellt und in einfacher Form statistisch zusammengefasst für die Periode 1879/80 bis 1978/79. Die Kennwerte mögen auch dienlich sein bei weitergehenden Untersuchungen über die Veränderung einzelner Gletscher und bei der Auswahl der Objekte für vergleichende Studien.

In der Zeit von 1880 bis 1893 sammelt F.A.Forel auf privater Basis alle Beobachtungen, die in jenen Jahren über die Veränderung der Gletscher im Bereich der Schweizer Alpen, im übrigen Alpenraum oder in ausseralpinen Gebieten gemacht werden oder aus früherer Zeit bekannt sind, und veröffentlicht die Ergebnisse in seinen jährlichen Berichten, den sogenannten "Rapports Forel" (1.-14.Gletscherbericht, s. 4.Umschlagseite und Kap. 6B.33). Dazumal werden erst wenige Gletscher jährlich beobachtet oder sogar vermessen, abgesehen vom Rhonegletscher (s. Kap. 6B.15.6a) ebenfalls in privatem Beginnen. Der Beschluss des Staatsrats des Kantons Wallis vom 16.2.1892, die Gletschermessungen durch die Mitarbeit des Forstpersonals unter der Leitung des Kantonsforstinspektors A.de Torrenté zu unterstützen, ist ein entscheidender und noch im selben Jahr vollzogener Schritt auf dem Weg zur Systematisierung der Erhebungen durch Einrichten eines Beobachtungsnetzes und eines Betreuungsdienstes mit bestimmten, für einzelne Gletscher zuständigen Beobachtern. Im Jahre 1893 übernimmt das Eidgenössische Oberforstinspektorat die Organisation der Beobachtungen in Zusammenarbeit mit den Forstdiensten der Gebirgskantone, deren Personal die Messungen durchführt, und mit der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, deren neugegründete Gletscherkommission die Ergebnisse auswertet und in jährlichen Berichten veröffentlicht (Lit. Eidg. Oberforstinspektorat und GK/SNG 1893). In der Folge verdoppelt sich von 1892 bis 1895 die Zahl der insgesamt beobachteten Gletscher, wobei sich

die Zahl der Messwerte sogar verdreifacht, da die Förster ihre Erhebungen von Anfang an auf die wiederholte Vermessung des Gletscherendes abstützen. In Tabelle 35 (s. Kap. 6B.3) und in Abbildung 8a (s. Kap. 3, S. 78) ist die Zahl der statistisch ausgewerteten Beobachtungs- und Messergebnisse der Jahre 1879/80 bis 1978/79 dargestellt. Diese Zeitreihen weisen beträchtliche, teils kurzfristige, teils längerfristige Schwankungen auf, die hinweisen auf mannigfaltige Schwierigkeiten bei den Erhebungen. Da die Längenänderung der Gletscher in der Regel mit einfachen Messmethoden und -geräten bestimmt wird, liegen die Schwierigkeiten weniger auf dem Gebiet der Messtechnik als vielmehr in den äusseren Umständen, die in hinderlicher oder förderlicher Weise auf die Erhebungen einwirken können. Neben ungünstigen Witterungs- oder Schnee- verhältnissen in mehreren Jahren, beispielsweise 1896, 1960 oder 1974, haben auch Naturkatastrophen wie z.B. der Lawinenwinter 1951/52 und die politischen oder wirtschaftlichen Krisen der Weltkriege 1914/18 und 1939/45 oder der Weltwirtschaftskrise der Dreissigerjahre verschiedentlich die Zahl der Beobachtungen und Messwerte in kurzfristigen Einbrüchen oder längerfristig und allmählich sinken lassen. Zum Teil hat die Veränderung der Gletscher selber dazu beigetragen, vor allem in Schwundperioden, indem manche Zungenenden undefinierbar oder unzugänglich geworden sind. Andererseits haben wachsendes Interesse an den Gletschern, namentlich in Vorstossperioden, und besondere Anstrengungen der Kommission (s. Kap. 6B.15.2b) und der zahlreichen, z.T. im Vorwort genannten Helfer zu einer allmählichen Zunahme der zählbaren Ergebnisse geführt. Dabei hat die Zahl der Messwerte zugenommen von minimal 5 im Jahre 1880 auf maximal 104 im Jahre 1971, während die Zahl der klassierten Gletscher von minimal 21 im Jahre 1883 gestiegen ist auf maximal 111 im Jahre 1979. Im Durchschnitt sind pro Jahr 74 Gletscher klassiert und 59 Messwerte für die Berechnung der mittleren Längenänderung berücksichtigt.

In den jährlichen Gletscherberichten Nr. 1 (1880) bis 100 (1978/79) ist die Längenänderung von insgesamt 351 Gletschern auf schweizerischem Hoheitsgebiet vermeldet, wobei alle namentlich in den Tabellen aufgeführten oder im Text erwähnten Gletscher mitgezählt sind. Diese sind in Tabelle 30 klassiert nach der Dauer der regelmässigen, in jährlichen oder mehrjährigen Zeitschritten wiederholten Beobachtung oder nach der Zahl der Jahre, in denen sie gelegentlich beobachtet worden sind. Im Beobachtungsnetz erfasst sind jene 160 Gletscher, deren Längenänderung - in 40 Fällen ausschliesslich in der Zeit vor 1956 - in wenigstens einer Fünfjahresperiode mindestens dreimal gemessen oder qualitativ bestimmt worden ist. Sie liefern die Daten für die jährlichen Stichproben in den Statistiken des Kapitels 6B.3. Die 120 Gletscher des heutigen Beobachtungsnetzes sind in Kapitel 6B.22 gesondert dargestellt. In Tabelle 32 sind sie namentlich aufgeführt mit einigen morphologischen Kenngrössen und mit Angaben über den Beginn der laufenden und gegebenenfalls der unterbrochenen früheren Mess- oder Beobachtungsreihe. In analoger Weise sind die 40 weiteren, vor 1956 zeitweise im Messnetz erfassten Gletscher in Kapitel 6B.23 und in Tabelle 33 beschrieben. Die übrigen 191 Gletscher, von denen lediglich vereinzelte, zeitlich oft weit voneinander entfernte, meist beiläufige oder zufällige Beobachtungen vorliegen, sind in Kapitel 6B.24 kurz besprochen und in Abbildung 30

verzeichnet. Sie sind in der vorliegenden Arbeit auch in den 26 Fällen, in denen sie ursprünglich als Netzgletscher in die Erhebungen einbezogen waren, nicht zum Beobachtungsnetz gezählt. Dementsprechend sind die Ergebnisse dieser sporadischen Beobachtungen, die nur zu einem kleinen Teil als Messwerte vorliegen, in den Statistiken des Kapitels 6B.3 in der Regel nicht berücksichtigt. Ausnahmen bilden das Jahr 1881 (s. Tab. 35) und die sporadischen, in Tabelle 34 enthaltenen Angaben für die Netzgletscher vor oder zwischen den Perioden mit regelmässiger Beobachtung (z.B. Griesgletscher VS 1884, Orny 1891).

Bei rund der Hälfte der 160 Netzgletscher erstreckt sich die Beobachtungsreihe, der bei längeren Unterbrüchen nur die Perioden mit regelmässiger Beobachtung zugerechnet sind, über mindestens ein halbes Jahrhundert. Diese Gruppe enthält 79 Gletscher des heutigen Messnetzes und 4 Gletscher, die vor 1956 zum Messnetz gehörten. Sie setzt sich gemäss den Grössenunterscheidungen der Tabelle 31a, die auf der Flächenausdehnung der Gletscher im Jahr 1973 beruhen, zusammen aus 15 kleinen, 42 mittelgrossen und 26 grossen Gletschern, die sich auf alle in Tabelle 31b ausgeschiedenen Teilgebiete der Schweizer Alpen verteilen. Sie bildet gewissermassen den Grundstock der jährlichen Erhebungen, an dem ersichtlich ist, in welchem Rahmen zeitlich oder räumlich mit einigermassen guter Beständigkeit und Verbindlichkeit der Ergebnisse gerechnet werden darf.

Der Gruppe der 77 Gletscher mit einer Beobachtungsreihe, die weniger als 50 Jahre umfasst, gehören die beiden Netzgletscher der kleinsten Grössenklasse, 30 kleine, 34 mittelgrosse und 11 grosse Gletscher an. Hievon sind heute noch 41 im Messnetz erfasst, nämlich 12 kleine, 18 mittlere und die 11 grossen. Da sich die Messreihen dieser Gletscher zeitlich nur zum Teil überschneiden, ist der tatsächliche Bestand des Messnetzes in den einzelnen Jahren stets wesentlich kleiner als der Gesamtbestand von 160 Gletschern. Er liegt im Durchschnitt bei rund 80 Gletschern, von denen - wie erwähnt - 74 eine qualitativ, 59 auch eine quantitativ verwertete Angabe über die Längenänderung geliefert haben.

Die Angaben über die Verteilung der Zahl und der Fläche der Netzgletscher auf Grössenklassen in Tabelle 31a und auf geographische Gebiete in Tabelle 31b sind ergänzt mit Vergleichswerten für die Gesamtheit der Gletscher in den Schweizer Alpen und in den betrachteten Teilbereichen. Diese Vergleichswerte stützen sich wie die Flächenangaben für die Netzgletscher auf das Gletscherinventar von 1973. Dabei ist zu beachten, dass die 634 im Inventar verzeichneten Einheiten mit einer Fläche unter zehn Hektaren in vielen Fällen als Gruppe bezeichnet sind, die sich aus mehreren noch kleineren Einheiten zusammensetzt. Sie sind in Tabelle 31a in der Grössenklasse '0' zusammengefasst und bei den Zahlenvergleichen in Tabelle 31b ausgeklammert. Demgemäss hat von den rund 1200 Gletschern der Schweizer Alpen in den Grössenklassen '1' bis '3' jeder achte während kürzerer oder längerer Zeit dem Beobachtungsnetz angehört. Dabei sind mit Ausnahme des Telligletschers (Lötschental, Fläche 9.57 km<sup>2</sup>) alle grossen und

nahezu die Hälfte der mittelgrossen, jedoch nur jeder zweiundzwanzigste der kleinen Gletscher und lediglich 2 der 634 kleinsten Inventareinheiten erfasst. Weil die grossen und mittleren Gletscher anteilmässig wesentlich häufiger erfasst sind als die kleinen, vertritt das Messnetz der 160 Gletscher nahezu zwei Drittel der gesamten Gletscherfläche. Ebenso vertritt in den Gebirgsregionen und in den Abflussgebieten der verhältnismässig kleine Zahlenanteil der Netzgletscher (8-19 % der jeweiligen Gesamtzahl) durchwegs einen wesentlich grösseren Flächenanteil (28-74 % der Gletscherfläche). Das zahlen- und das flächenmässige Verhältnis der 160 Netzgletscher zu den 1828 Inventareinheiten sind mit stärker aufgegliederter Grössenverteilung dargestellt in Abbildung 27 für die gesamten Schweizer Alpen, in Abbildung 28 für Teilbereiche, die einzelne oder mehrere Abflussgebiete umfassen. In diesen Darstellungen sind die Gletscher ebenfalls nach ihrer Flächenausdehnung im Jahr 1973 klassiert, wobei die Grössenklassen nach einer linearen, durch die Quadratwurzel der Fläche definierten Skala in äquidistanten Schritten von je einem Hektometer gegeneinander abgegrenzt sind. Die untere Skala zeigt, wie diese gleichmässig abgestuften kleineren Klassen in den summarisch vereinfachenden grösseren Klassen der Tabelle 31a zusammengefasst sind. Die Gesamtzahl oder Gesamtfläche der Gletscher in den einzelnen Grössenklassen wird durch die ganze Höhe der Säulen dargestellt. Deren geschwärtzter Teil entspricht dem zahlen- oder flächenmässigen Anteil der Netzgletscher.

Die Benennung der Gletscher hat im Laufe der hundert Berichtsjahre verschiedene Wandlungen durchgemacht, auf die in den Tabellen 32 und 33 hingewiesen wird, indem abweichende Bezeichnungen dem üblicherweise in den Gletscherberichten verwendeten Namen eines Gletschers angefügt sind. Die Benennung der Gletscher in den Berichten der letzten Jahre entspricht der modernen schriftsprachlichen Schreibweise der Ortsnamen in den offiziellen topographischen Karten (Landeskarten) der Schweiz. In den neueren Ausgaben der Landeskarten ist sie oft durch eine mundartliche Schreibweise ersetzt, die in den Tabellen mit Gleichheitszeichen in einfacher Klammer wiedergegeben ist. Die altertümliche Schreibweise der Namen in früheren Landeskarten und Gletscherberichten ist in Doppelklammern gesetzt, ebenso die abweichende Benennung eines Gletschers in den neuen oder alten Landeskarten oder in früheren Gletscherberichten. Angaben ohne Gleichheitszeichen in einfacher Klammer dienen der genaueren Ortsbezeichnung in Fällen, wo verschiedene Gletscher gleich oder ähnlich benannt sind, oder in Fällen, wo ein Gletscher in mehr als einer Zunge endet (s. Bemerkung 1 zu Tab. 32 und 33).

Als Ordnungsregel für die Darstellung der Beobachtungsergebnisse ist die Gliederung der Stichprobe nach Abflussgebieten wie auch die Reihenfolge in der Aufzählung der einzelnen Gletscher nach hydrologischen Gesichtspunkten von F.A.Forel bereits in seinem ersten Bericht eingeführt worden. Mit gelegentlichen Korrekturen oder kleinen Aenderungen ist diese Ordnung durch die ganze Reihe der Berichte bis heute beibehalten. Sie ist auch die massgebende Regel für die Zuteilung der Ordnungsnummer, unter der die Gletscher in den Tabellen 5-8 und 32-34 angeführt oder in den Abbildungen 6a, 7a, 29 oder 30 aufzufinden sind.

Tabelle 30. Dauer der Beobachtungen an den Gletscherzungen

Tableau 30. Durée des observations sur les fronts glaciaires

Dauer der Beobachungs- periode 1) in Jahren	Gletscher des heutigen Beobachtungsnetzes 2) Anzahl	Zeitweilig vor 1956 im Mess- netz erfasste Gletscher 3) Anzahl	Beobachtete Gletscher Gesamtzahl
Durée de la période d'observations 1) Années	Glaciers du réseau actuel 2) Nombre	Glaciers observés temporei- rement avant 1956 Nombre	Glaciers ob- servés Nombre total
1 - 4			191 4)
5 - 9	4	18	22
10 - 19	11	11	22
20 - 29	9	3	12
30 - 39	12	4	16
40 - 49	5		5
50 - 59	16 2a)	1 3a)	17
60 - 69	8 2b)	3 3b)	11
70 - 79	5 2c)		5
80 - 89	27 2d)		27
90 - 99	18 2e)		18
>100	5 2f)		5
<b>Total</b>	<b>120</b>	<b>40</b>	<b>351</b>

1) Gesamte Dauer der Periode(n) mit durchgehender jährlicher oder regelmässiger mehrjähriger Beobachtung bis 1979.

Durée totale de la (des) période(s) d'observations continues annuelle ou à intervalles réguliers pluriannuels jusqu'en 1979.

2) Gletscher Nr. 1-120 (s. Tab. 32 und Abb. 6a oder 7a). Nachstehend sind mit ihrer Nummer die Gletscher bezeichnet, die bis 1979 während 50 oder mehr Jahren beobachtet worden sind:

Glaciers nos. 1-120 (v. tabl. 32 et fig. 6a ou 7a). Les glaciers, dont la période d'observations a compris au moins 50 ans, en 1979, sont cités ci-après par leur numéro:

a) 8 10 23 34 37 38 60 62 65 66 67 70 74 89 96 112

b) 2 15 24 29 50 59 79 100

c) 46 56 64 76 104

d) 13 16 22 31 32 33 39 47 48 61 68 71 75 77 81 82 83 84 85 86 88 91 92 95 98 103 105

e) 4 5 7 11 14 18 19 25 27 42 44 45 53 57 58 72 73 102

f) 1 28 43 51 94.

3) Gletscher Nr. 121-160 (s. Tab. 33 und Abb. 29). Nachstehend sind mit ihrer Nummer die Gletscher bezeichnet, die vor 1956 während 50 oder mehr Jahren beobachtet worden sind:

Glaciers nos. 121-160 (v. tabl. 33 et fig. 29). Les glaciers, dont la période d'observations a compris au moins 50 ans, avant 1956, sont cités ci-après par leur numéro:

a) 141

b) 131 138 139.

4) Gletscher Nr. 161-351 (s. Abb. 30) - Glaciers nos. 161-351 (v. fig. 30).

Tabelle 31. Zahl und Fläche der Gletscher im Beobachtungsnetz und in der Gesamtheit der Schweizer Alpen im Jahr 1973 - Verteilung auf Grössenklassen, Gebirgsregionen und Abflussgebiete

Tableau 31. Nombres et surfaces des glaciers du réseau d'observations et de l'ensemble des Alpes suisses, en 1973 - Répartitions par classes de taille, régions orographiques et bassins versants

a) Verteilung auf Grössenklassen - Répartitions par classes de taille (vergleiche Abbildung 27 - confère figure 27)

<u>Klassierung 1)</u>		<u>Beobachtungsnetz 2)</u>				<u>Schweizer Alpen 3)</u>			
Klasse	Fläche km <sup>2</sup>	<u>aktuelles Netz</u>		<u>gesamtes Netz</u>		<u>absolute Werte</u>		<u>Prozentanteile</u>	
		Anzahl	Fläche	Anzahl	Fläche	Anzahl	Fläche	Anzahl	Fläche
<u>Classification 1)</u>		<u>Réseau d'observations 2)</u>				<u>Alpes suisses 3)</u>			
Classe	Surface km <sup>2</sup>	<u>réseau actuel</u>		<u>réseau total</u>		<u>valeurs absolues</u>		<u>pourcentages</u>	
		Nombre	Surface	Nombre	Surface	Nombre	Surface	Nombre	Surface
0	0.01 - 0.09			2	0.2	634	30.3	35	2
1	0.10 - 1.00	26	13.1	45	21.2	986	295.6	54	22
2	1.01 - 6.25	57	166.7	76	211.1	170	391.5	9	29
3	6.26 -86.76	37	615.2	37	615.2	38	624.8	2	47
$\Sigma(0+3)$	0.01 -86.76	120	795.0	160	847.7	1828	1342.2	100	100
$\Sigma(1+3)$	0.10 -86.76	120	795.0	158	847.5	1194	1311.9	65	98 4)

1) Wertung der Klassen:

<u>Klasse</u>	<u>Grösse der Gletscher</u>
0	winzig
1	klein
2	mittel
3	gross

Interprétation des classes:

<u>Classe</u>	<u>Taille des glaciers</u>
0	minuscule
1	petite
2	moyenne
3	grande

- 2) Aktuelles Netz: Gletscher Nrn. 1-120 (vergl. Tab. 32 und Abb. 6a oder 7a)  
 Gesamtes Netz: Gletscher Nrn. 1-160 (vergl. zusätzlich Tab. 33 und Abb. 29)  
 Réseau actuel: Glaciers nos. 1-120 (cf. tabl. 32 et fig. 6a ou 7a)  
 Réseau total: Glaciers nos. 1-160 (cf. en outre tabl. 33 et fig. 29)

3) Zahlen- und Flächenwerte gemäss Bestandesaufnahme im Jahr 1973 (Gletscherinventar).

Les valeurs indiquées des nombres et des surfaces se réfèrent à l'inventaire dressé en 1973.  
 Quelle - Source: Firn und Eis der Schweizer Alpen. Gletscherinventar. - Geographisches Institut der ETH Zürich, Publikation Nr. 57, 1976.

4) Grössenklasse 0 (winzige Gletscher) mit den Netzgletschern Nrn. 132 (Dard) und 158 (Petit Vélan) ist im Tabellenteil b) nicht berücksichtigt (s. nebenstehende Seite).

La classe de taille 0 (glaciers minuscules) avec les glaciers du réseau nos. 132 (Dard) et 158 (Petit Vélan) est omise dans la part b) du tableau (v. page suivante).

b) Verteilung auf Gebirgsregionen und Abflussgebiete - Répartitions par régions orographiques et bassins versants 1)  
(vergleiche Abbildung 28 - confère figure 28)

Gebirgs- region	Anzahl Gletscher ( $n_i$ ) und Gletscherfläche ( $F_i$ , in $\text{km}^2$ ):								Gebirgsregion oder Abflussgebiet 3)					
	Beobachtungsnetz 2)				gesamtes Netz									
Abfluss- gebiet	aktuelles Netz		Absolutwert		Anteil (%)		Absolutwert		Anteil (%)		Absolutwert		Anteil (%)	
	$n_1$	$F_1$	$n_1/n$	$F_1/F$	$n_2$	$F_2$	$n_2/n$	$F_2/F$	$n$	$F$	$n/\Sigma n$	$F/\Sigma F$		
Région orogr.	Nombre de glaciers ( $n_i$ ) et surface englacée ( $F_i$ , en $\text{km}^2$ ):													
Bassin versant	Réseau d'observations				Réseau total				Région orographique ou bassin versant					
	réseau actuel		val.absolue		pourcentage		val.absolue		pourcentage		val. absolue		pourcentage	
	$n_1$	$F_1$	$n_1/n$	$F_1/F$	$n_2$	$F_2$	$n_2/n$	$F_2/F$	$n$	$F$	$n/\Sigma n$	$F/\Sigma F$		
Alpen Nordseite - Versant nord des Alpes:														
Ia Aare	21	158.4	12	66	23	161.3	14	68	168	238.7	14	18		
Ib Reuss	11	37.7	8	41	18	50.4	13	55	134	91.6	11	7		
Ic Limmat	6	8.6	17	34	7	14.2	19	55	36	25.7	3	2		
II Rhone	6	3.0	29	44	7	3.3	33	48	21	6.9	2	1		
total	44	207.7	12	57	55	229.2	15	63	359	362.9	30	28		
Inneralpine Gebiete - Régions internes des Alpes:														
Id Rhein	11	20.3	6	26	18	25.9	10	33	188	78.7	16	6		
II Rhone	46	499.6	11	68	59	520.5	14	71	409	729.3	34	56		
V Inn	7	37.0	6	46	10	39.8	8	50	125	79.7	10	6		
total	64	556.9	9	63	87	586.2	12	66	722	887.7	60	68		
Alpensüdseite - Versant sud des Alpes:														
III Tessin	7	7.5	10	26	10	8.2	14	28	70	29.2	6	2		
IV Adda	5	22.9	12	71	6	23.9	14	74	43	32.1	4	2		
total	12	30.4	11	50	16	32.1	14	52	113	61.3	10	4		
Schweizer Alpen - Alpes suisses:														
$\Sigma(I+V)$	120	795.0	10	61	158	847.5	13	65	1194	1311.9	100	100		

1) Siehe Bemerkung 4 zu Tabellenteil a) - Voir remarque 4 de la part a) de ce tableau.

2) Siehe Bemerkungen 2 und 4 zu Tabellenteil a). Die Prozentangaben beziehen sich auf den zutreffenden Gesamtwert ( $n$  bzw.  $F$ ) der Region oder des Abflussgebiets.

Voir remarques 2 et 4 de la part a) de ce tableau. Les pourcentages se réfèrent aux ensembles totaux ( $n$  ou  $F$ ) de la région ou du bassin versant.

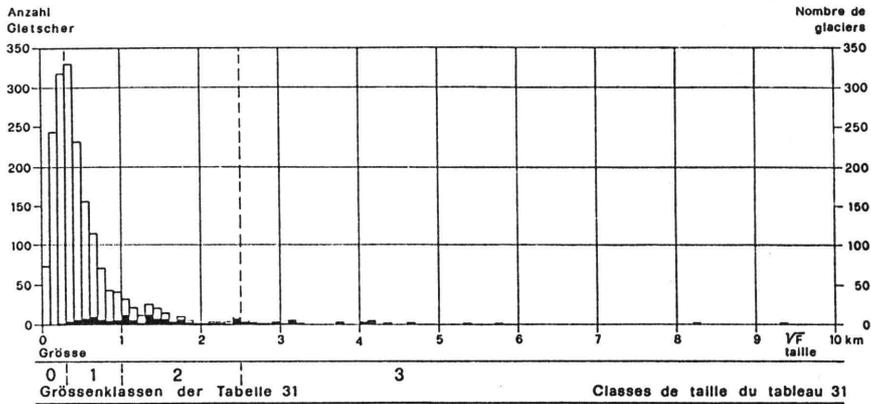
3) Siehe Bemerkungen 3 und 4 zu Tabellenteil a). Die Prozentangaben beziehen sich auf den Gesamtwert ( $\Sigma n$ ,  $\Sigma F$ ) der Schweizer Alpen.

Voir remarques 3 et 4 de la part a) de ce tableau. Les pourcentages se réfèrent aux ensembles totaux ( $\Sigma n$ ,  $\Sigma F$ ) des Alpes suisses.

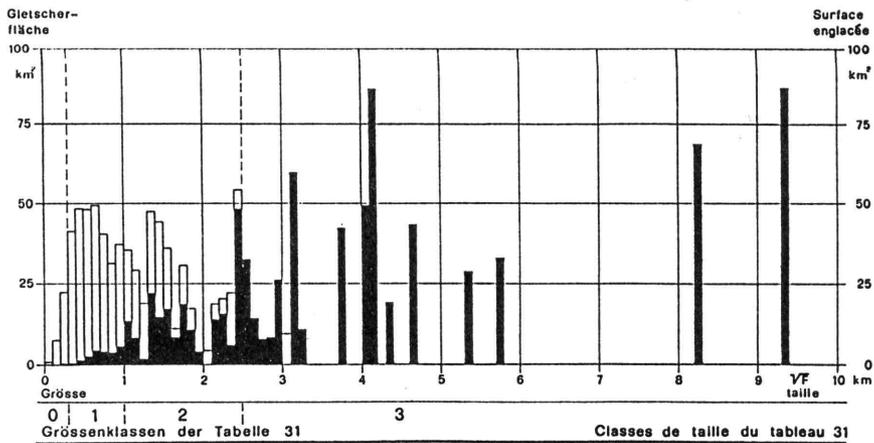
Abbildung 27. Zahl und Fläche der Gletscher im Beobachtungsnetz und in der Gesamtheit der Schweizer Alpen im Jahr 1973 - Verteilung auf Grössenklassen

Figure 27. Nombres et surfaces des glaciers du réseau d'observations et de l'ensemble total des Alpes suisses, en 1973 - Répartitions par classes de taille

a) Anzahl Gletscher pro Grössenklasse - Nombre de glaciers par classe de taille



b) Gletscherfläche pro Grössenklasse - Surface englacée par classe de taille



Legende zu den Abbildungen 27 und 28:

- ganze Höhe der Säulen: Gesamtzahl oder -fläche der Gletscher in den einzelnen Grössenklassen (total 1828 Gletscher)
- schwarzer Säulenteil: Anteil der Gletscher im Beobachtungsnetz (gesamtes Netz: 160 Gletscher)
- weisser Säulenteil: übrige Gletscher (191 sporadisch und 1477 nicht beobachtete Gletscher)

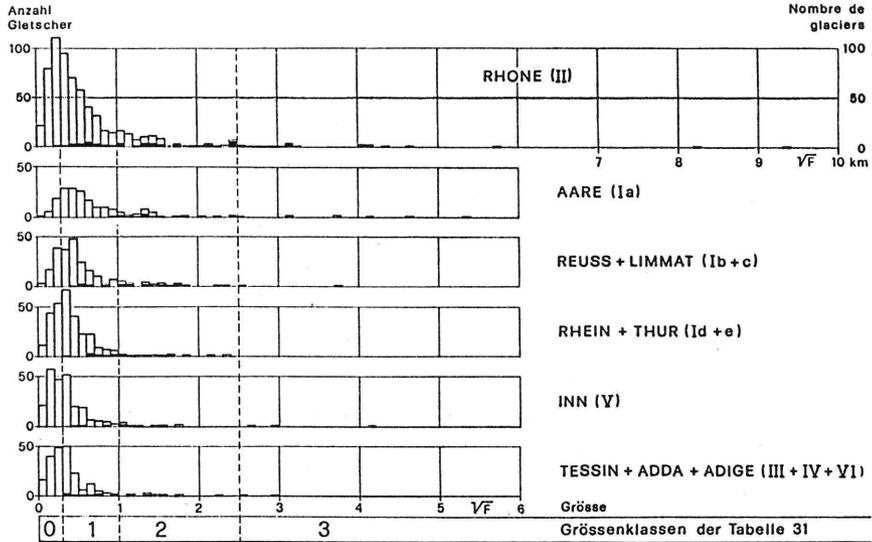
Légende des figures 27 et 28:

- hauteur totale des colonnes: nombre ou surface total(e) des glaciers compris dans les classes particulières (ensemble total: 1828 glaciers)
- partie noire des colonnes: part des glaciers compris dans le réseau d'observations (réseau total: 160 glaciers)
- partie blanche des colonnes: part des autres glaciers (191 observés sporadiquement et 1477 non observés)

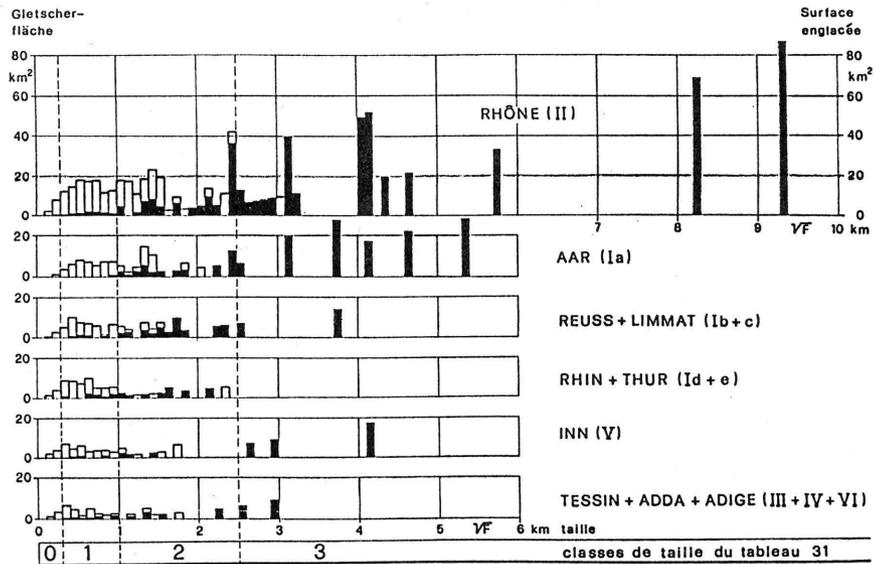
Abbildung 28. Zahl und Fläche der Gletscher im Beobachtungsnetz und in der Gesamtheit der einzelnen Abflussgebiete im Jahr 1973 - Verteilung auf Grössenklassen

Figure 28. Nombres et surfaces des glaciers du réseau d'observations et des ensembles partiels des bassins versants, en 1973 - Répartitions par classes de taille

a) Anzahl Gletscher pro Grössenklasse - Nombre de glaciers par classe de taille



b) Gletscherfläche pro Grössenklasse - Surface englacée par classe de taille



Legende s. S. 246 - Légende v. p. 246

Gegenwärtig sind die jährlichen Erhebungen über die Längenänderung der Gletscher in den Schweizer Alpen abgestützt auf ein Beobachtungsnetz von 120 Gletschern. Diese sind in Tabelle 32 einzeln aufgeführt mit ihrer Ordnungsnummer, mit einigen morphologischen Kenngrößen (Fläche, Länge, Höhenbereich, Neigung, Exposition) und mit Angaben über den Beginn der bis in die Gegenwart durchgehenden Beobachtungs- und Messreihen, gegebenenfalls auch der zeitweiligen oder sporadischen früheren Beobachtungen und Messungen. Die Gletscher, die bei der Einführung der Ordnungsnummern mit dem Gletscherbericht für das Jahr 1963/64 (85. Bericht) zum Beobachtungsnetz gehörten, sind mit den Nummern 1 bis 105 bezeichnet. Sie werden grossenteils - in einigen Fällen mit kürzeren oder längeren Unterbrüchen - seit mehr als 50 Jahren, beinahe zur Hälfte sogar seit mehr als 80 Jahren regelmässig beobachtet (vergleiche Tab. 30). Die übrigen, mit den Nummern 106 bis 120 belegten Gletscher sind in jüngerer Zeit ins Netz aufgenommen (Nr. 106 110 111 114 117 118) oder werden nach längerem Unterbruch erneut jährlich (Nr. 107 109 119 120) oder in mehrjährigen Zeitabständen (Nr. 108 112 113 115 116) beobachtet. Sie sind in Tabelle 8 mit den Hauptergebnissen der aktuellen Berichtsjahre entsprechend ihrer geographischen Lage eingeordnet, in den zugehörigen Bemerkungen wie in den Tabellen 6, 7, 32 und 34 in der Reihenfolge der Nummern aufgeführt. Die geographische Lage ist für alle Gletscher des heutigen Beobachtungsnetzes aus den Kartenskizzen der Abbildungen 6a und 7a ersichtlich, in denen durch die eingezeichneten oberirdischen Wasserscheiden auch die Zugehörigkeit zu den Abflussgebieten der Schweizer Alpen dargestellt ist.

Durch die Mitarbeiter der Kommission, die im Vorwort dieses Jahrbuchs genannt sind, werden 104 Netzgletscher nach Möglichkeit jedes Jahr im Gelände besucht, um das Zungenende terrestrisch zu vermessen oder zumindest photographisch zu erfassen. Bei den übrigen 16 Netzgletschern beruht die regelmässige Beobachtung in erster Linie auf Fernerkundung mittels senkrecht aufgenommenen Luftbildern, da ihr Zungenende infolge des Gletscherschwunds in einer engen Felschlucht, als Kalbungsfront an einem See oder als Abbruchfront in steilem Gelände für die direkte Beobachtung am Boden schwer zugänglich geworden ist. Die Vermessungsflüge werden durch die V+D oder die L+T über 9 Gletschern jährlich, über 7 Gletschern im Rahmen der Aufnahmen für die Nachführung der Landeskarten alle 6 Jahre wiederholt. Die jährlich aufgenommenen Luftbilder werden in 4 Fällen (Nr. 11 37 50 51) photogrammetrisch ausgewertet im Auftrag oder mit Unterstützung von Kraftwerkgesellschaften. In den übrigen Fällen (Nr. 49 55 56 64 107) ist die Auswertung wie bei den mehrjährlichen Aufnahmen der Netzgletscher Nr. 46, 108, 110, 112, 113, 115 und 116 vorläufig beschränkt auf behelfsmässige Ausmessungen oder visuelle Vergleiche zur näherungsweise quantitativen Bestimmung oder qualitativen Beurteilung der Längenänderung.

Die Gesamtheit der 1194 Gletscher der Schweizer Alpen in den Grössenklassen 1 bis 3, die bei der Bestandesaufnahme im Jahre 1973 eine Gesamtfläche von 1312 Quadratkilometern über-

deckten, ist im aktuellen Beobachtungsnetz mit 120 Einheiten und 795 Quadratkilometern Gletscherfläche anzahlmässig zu einem Zehntel, flächenmässig zu rund drei Fünfteln vertreten. Dabei sind mit 26 kleinen, 57 mittelgrossen und 37 grossen Netzgletschern von den Gletschern der Schweizer Alpen in der Grössenklasse 1 jeder achtunddreissigste, in Klasse 2 jeder dritte und in Klasse 3 alle bis auf einen in die jährlichen Erhebungen einbezogen. Die Angaben über die Verteilungen auf Gebirgsregionen und Abflussgebiete zeigen, dass die Auswahl der Netzgletscher in den grossräumigen nord-, süd- und inneralpinen Regionen annähernd gleiche Zahlen- und Flächenanteile der jeweiligen Gesamtheit umfasst wie in den Schweizer Alpen insgesamt. In den enger begrenzten, in der Grösse unterschiedlichen Bereichen der Flusseinzugsgebiete weichen diese Anteile deutlicher voneinander und vom Landesdurchschnitt ab: die prozentualen Anteile der Netzgletscher variieren bei der Anzahl der Gletscher zwischen 6 (Rhein, Inn) und 17 (Limmat), bei der Gletscherfläche zwischen 26 (Rhein, Tessin) und 71 (Adda). In den Gebieten mit kleinem Flächenanteil haben verhältnismässig grosse Gletscher wie z.B. Medel (Rhein), Alpjer und Weissmies (Tessin) dem Beobachtungsnetz nie angehört oder gehören wie z.B. Clariden (Limmat) und Zapport (Rhein) heute nicht mehr dazu.

Die Flächenausdehnung der einzelnen Gletscher ist in Tabelle 32 angegeben mit weiteren Kenngrössen, welche die Längen- und Höhenausdehnung wie auch die räumliche Orientierung jedes Netzgletschers beschreiben. Diese Grössen sind wie die Flächenwerte dem Gletscherinventar von 1973 entnommen und in einzelnen Fällen anhand der topographischen Landeskarten überarbeitet. Die Länge eines Gletschers ist horizontal längs der Fliessachse vom weitest entfernten Punkt zum Zungenende gemessen. Die Höhenausdehnung ist angegeben durch die begrenzenden Extremwerte, d.h. durch die Höhenkote je des höchst- und des tiefstgelegenen Punktes der Gletscheroberfläche. Die mittlere Neigung, berechnet aus der Differenz der Höhenkoten und der Länge des Gletschers, zeigt das Verhältnis der vertikalen zur horizontalen Ausdehnung in Prozenten an. Die Exposition, die als Haupttrichtung der Falllinien an der Gletscheroberfläche für das Nährgebiet und das Zehrgebiet gesondert angegeben ist, entspricht ungefähr der allgemeinen Fliessrichtung des Gletschers. In den meisten Fällen werden Lage und Orientierung der vielfach gekrümmten und gestuften Gletscheroberfläche durch die vorliegenden Angaben über Neigung und Exposition nur näherungsweise in globaler Vereinfachung ihrer besonderen Eigentümlichkeiten beschrieben. Die breite Streuung der Einzelwerte bei allen Kenngrössen lässt erkennen, dass im Beobachtungsnetz sehr verschiedenartige Gletscher zusammengefasst sind. Als Haupttypen der Gletscher in den Schweizer Alpen unterscheidet das Inventar von 1973 eine grosse Mehrheit mit vorwiegend winzigen Firn- oder Gletscherflecken und eine kleine Minderheit mit 51 grossen bis mittelgrossen, flachen bis mässig steilen Talgletschern von der mittleren Gruppe der Gebirgsgletscher. Zu diesen gehören die meisten mittelgrossen und kleinen, mehrheitlich steilen Hang- und Kargletscher mit Uebergangsformen zu Talgletschern oder zu relativ flachen und hochgelegenen Plateaugletschern. Das aktuelle Beobachtungsnetz umfasst nach diesen Unterscheidungen 72 Gebirgsgletscher und 48 Talgletscher. Das Durchschnittsformat aller heutigen Netzgletscher,

Tabelle 32. Die Gletscher des aktuellen Beobachtungsnetzes - Morphologische Parameter und Beginn der Zungenbeobachtungen (vergleiche Abbildungen 6a oder 7a, S. 76/77)

Tableau 32. Les glaciers du réseau d'observations actuel - Paramètres morphologiques et début de l'observation du front glaciaire (confère figures 6a ou 7a, p. 76/77)

Nr. Gletscher 1)	Morphologische Parameter 2)						Zungenbeobachtungen 3)				
	Fläche km <sup>2</sup>	Länge km	Meereshöhe		Mittlere Neigung Prozent	Exposition		spora- disch seit	zeit- weise seit	durch- gehend seit	Zahlen- werte seit
			max. m	min. m		Nähr- gebiet	Zehr- gebiet				
1 Rhone	17.38	10.2	3620	2125	15	S	S		1870	1874	1870
2 Mutt ((Gratschlucht))	0.57	1.1	3000	2580	38	NW	NW		1918	1927	1918
3 Gries (Aegina)	6.28	6.2	3373	2370	16	NE	NE	1880		1961	1961
4 Fiescher (West, Glingelwasser) (Ost, Weisswasser)	(heute nicht mehr vorhandene Zunge)								1880	1891	1891
5 Grosser Aletsch	86.76	24.7	4158	1506	11	SE	S-SW		1880	1958	1958
6 Oberaletsch ((Jegi))	21.71	9.1	3890	2134	19	SE	SE	1880		1886	1892
7 Kaltwasser	1.85	1.6	3370	2660	44	NW	W		1889	1964	1964
8 Tälliboden ((Thäliboden))	0.26	0.8	2935	2628	34	NW	NW	1880		1891	1891
9 Ofental	0.40	0.9	3025	2628	44	N	N		1922	1922	1922
10 Schwarzberg ((Schwarzenberg))	6.20	4.3	3650	2660	23	NE	NE		1922	1945	1922
11 Allalin	9.94	6.5	4190	2316	29	N	E		1882	1945	1919
12 Kessjen (=Chessjen Ost)	0.61	0.9	3240	2840	44	NE	NE		1880	1880	1892
13 Fee (Nord)	16.66	5.1	4360	2023	46	NE	NE		1928	1945	1928
14 Gorner ((Bodengletscher))	68.86	14.1	4609	2060	18	N	NW		1878	1914	1883
15 Zmutt ((Z'Mutt))	17.22	8.5	4100	2232	22	N	NW		1851	1892	1892
16 Findelen	19.09	9.3	4190	2321	20	NE	E	1880	1892	1927	1892
17 Ried ((Gasenried))	8.26	6.3	4280	2047	35	NW	W	1881	1892	1924	1892
18 Lang ((Lötschen))	10.03	7.7	3897	2005	25	NW	NW		1895	1957	1895
19 Turtmann (West) ((Tourtemagne))	6.98	5.8	4190	2265	33	SW	SW		1888	1892	1890
20 Brunegg (bis 1934 wie Turtmann)	6.12	4.9	4134	2430	35	NW	N		1883	1892	1885
21 Bella Tola	0.31	0.6	3000	2655	58	NW	NW	1934		1941	1941
22 Zinal ((Duran de Tsinal))	16.24	8.0	4260	2000	28	N	N		1878	1945	1945
23 Moming	5.77	3.8	4065	2300	46	N	N		1878	1891	1891
24 Moiry ((Moiré))	6.11	5.6	3845	2438	25	N	NW	1880	1911	1926	1911
25 Ferpècle	9.79	6.0	3680	2015	28	N	N		1891	1924	1891
26 Mont Miné (bis 1956 wie Ferpècle)	10.89	8.1	3724	1960	22	N	N		1884	1891	1891
27 Arolla, bas (=Mont Collon)	6.02	5.0	3716	2140	32	NW	N		1884	1965	1956
28 Tsidjiore Nouvelle ((Zigorenove))	3.12	5.0	3796	2265	31	N	N	1880		1884	1886
29 Cheillon ((Duran de Seillon))	4.73	4.0	3827	2620	30	N	NE		1878	1878	1882
30 En Darrey ((Lendarrey))	1.86	2.4	3703	2475	51	N	N	1880	1919	1924	1924
31 Grand Désert	1.85	2.3	3336	2760	25	NE	NE			1929	1929
32 Mont Fort (Tortin)	1.10	2.0	3328	2700	31	NW	N			1892	1892
33 Tsanfleuron ((Zanfleuron))	3.78	3.6	3016	2417	17	NE	E		1882	1892	1892
34 Otemma ((Hautemme))	16.55	8.5	3796	2420	16	SW	SW	1875	1882	1954	1889
35 Mont Durand ((Duran de Bagnes))	7.59	6.0	4280	2290	33	E	NE	1882	1885	1954	1890
36 Breney (=Brenay)	9.80	6.3	3827	2555	20	S	SW		1882	1885	1895
37 Giétro ((Giétroz))	5.94	5.4	3827	2480	25	S	SW	1882	1892	1952	1895
38 Corbassière	17.44	9.8	4314	2190	22	NW	W	1880	1889	1953	1889
39 Valsorey	2.34	4.1	3731	2395	33	N	N		1889	1950	1889
40 Tseudet	1.73	3.0	3731	2424	44	NE	NW		1888	1888	1889
41 Boveyre	1.99	2.5	3663	2603	42	N	N		1890	1956	1890
42 Saleina ((Saleinaz, Saleine))	5.03	6.4	3900	1713	34	NW	NW		1888	1888	1889
43 Trient	6.58	5.0	3490	1764	34	E	NE	1878	1888	1891	1891
44 Paneirosse ((Paneyrossaz))	0.45	0.7	2760	2380	54	N	N		1870	1878	1878
45 Grand Plan Nivé	0.20	0.4	2560	2350	52	N	N	1880		1893	1893
46 Martinets	0.59	1.8	2740	2105	35	N	N	1880		1893	1893
47 Sex Rouge	0.72	1.2	2890	2650	20	NE	NE	1880	1967	1894	1894
48 Prapio ((Prapioz))	0.36	0.9	3016	2400	68	N	NW			1898	1898
49 Pierredar	0.67	0.9	3020	2400	69	NW	NW			1898	1898
50 Oberaar ((Aar supérieur))	5.23	5.2	3462	2303	22	N	N		1921	1961	(1961)
51 Unteraar ((Aar inférieur))	28.41	13.5	4088	1909	16	N	N	1880	1920	1926	1926
52 Gault	13.70	6.8	3628	2135	22	NE	NE		1870	1880	1870
53 Stein	6.52	4.7	3492	1935	33	E	E		1886	1886	1895
54 Steinlimmi	2.21	2.7	3295	2092	45	N	N	1882		1958	1958
55 Trift (Gadmen)	17.19	7.1	3505	1710	25	N	N	1882		1894	1894
56 Rosenlaur	6.20	5.2	3704	1875	35	N	N	1882		1961	1961
57 Oberer Grindelwald ((G.supérieur))	10.07	5.5	3741	1230	46	N	N	1891	1921	1960	(1960)
58 Unterer Grindelwald ((G.inférieur))	21.71	9.0	4099	1235	32	NE	N		1880	1960	(1880)
59 Eiger	2.27	2.6	4099	2162	74	NW	NW		1879	1879	1879
60 Tschingel	6.18	3.8	3505	2170	35	W	NW	1883	1893	1962	1893
						N	E		1893	1962	1893

Tabelle 32. Fortsetzung - Tableau 32. Continuation

No.	Glacier 1)	Paramètres morphologiques 2)						Observation du front 3)				
		Surface km <sup>2</sup>	Long- ueur km	Altitude		Pente moyenne Pourcent	Exposition		spora- dique dès	tempo- raire dès	conti- nuelle dès	valeurs chiffrees dès
				max.	min.		Névé	Langue				
61	Gamchi ((Gamschi))	1.73	2.7	2837	1960	32	N	N	1883		1893	1893
62	Schwarz	1.60	3.9	3669	2206	38	SW	NW	1878	1920	1924	1924
63	Lämmern (=Wildstrubelgletscher)	3.35	2.5	3243	2502	30	E	E	1878	1917	1960	1917
64	Blümlisalp	2.98	2.9	3663	2205	50	NW	NW			1892	1893
65	Rätzli (Plaine morte)	9.80	4.0	2968	2320	16	NW	NW	1882		1924	1926
66	Tiefen	3.17	3.4	3530	2490	31	SE	SE		1923	1926	1926
67	Sankt Anna	0.44	0.9	2905	2570	37	N	N	1880		1926	1926
68	Kehlen (=Chelen)	3.15	3.3	3418	2100	40	SE	SE			1893	1893
69	Rotfirn (Nord, bis 1956 wie Kehlen)	1.21	2.3	3525	2015	66	E	NE			1956	1956
70	Damma ((Wintergletscher))	6.32	3.3	3520	2040	45	E	NE			1920	1921
71	Wallenbur ((Wallenbühl))	1.70	2.2	3280	2250	47	E	SE			1893	1893
72	Brunni	2.99	2.9	3295	2335	33	E	N			1882	1882
73	Hüfi	13.73	7.0	3240	1640	23	S	SW			1882	1882
74	Griess (Schächental)	2.48	1.3	3080	2180	69	N	NW			1929	1929
75	Firnapele (Ost)	1.18	1.1	2920	2165	69	NW	N		1894	1919	1894
76	Griessen (Obwalden)	1.27	1.3	2887	2460	33	W	NW		1894	1941	1894
77	Biferten	2.86	4.2	3614	1917	40	E	NE	1884	1893	1944	1893
78	Limmern (=Griessfirn Süd)	2.39	2.9	3421	2190	42	NE	NE	1880	1945	1959	1946
79	Sulz (=Hintersulz)	0.20	1.0	2480	1790	69	N	N			1912	1912
80	Glärnisch	2.09	2.3	2914	2295	27	W	W			1923	1923
81	Pizol	0.32	0.6	2785	2478	51	N	N			1894	1894
82	Lavaz	1.76	2.6	3020	2210	31	NE	N	1881		1899	1899
83	Punteglias ((Puntaiglas))	0.93	2.0	3005	2330	34	SE	S	1886		1895	1895
84	Lenta (=Länta)	1.40	2.6	3402	2300	42	N	N			1895	1895
85	Vorab ((Bündner Vorab))	2.51	2.0	2975	2560	21	E	SE			1881	1882
86	Paradies	4.60	3.6	3402	2345	29	N	NE			1898	1898
87	Suretta (West)	1.17	1.6	3005	2160	53	NE	NE		1921	1942	1942
88	Porchabella	2.59	2.5	3390	2592	28	N	N			1893	1893
89	Verstankla	1.06	2.0	3100	2360	37	NW	NW			1926	1926
90	Silvretta	3.25	3.5	3160	2428	21	NW	W	1886		1956	1956
91	Sardona (Nord, =Chli)	0.38	0.7	2790	2390	57	E	E	1886		1895	1895
92	Roseg	8.72	5.2	3650	2161	29	N	N	1881		1894	1894
93	Tschierva (bis 1934 wie Roseg)	6.83	5.0	3995	2150	37	NW	NW			1943	1943
94	Morteratsch	17.15	7.5	4020	2000	27	N	N		1874	1880	1874
95	Calderas ((Picuogll))	1.29	2.0	3360	2695	33	N	NE		1920	1951	1920
96	Tiatscha	2.11	2.2	3125	2495	29	S	S	1886		1926	1926
97	Sesvenna ((Scesvena))	0.67	1.2	3150	2725	35	NE	N			1956	1956
98	Lischana ((Lischanna))	0.21	0.6	3025	2760	44	NW	NW		1895	1916	1895
99	Cambrena	1.72	2.5	3500	2492	40	NE	NE		1889	1955	1889
100	Palü	6.62	4.0	3865	2320	39	E	E		1894	1954	1894
101	Paradisino (=Camp)	0.55	1.0	3245	2805	44	NW	W			1955	1955
102	Forno	8.77	6.8	3360	2180	17	N	N		1892	1894	1894
103	Bresciana	0.94	1.6	3402	2570	52	W	W			1896	1896
104	Basodino	2.30	1.6	3225	2435	49	NE	NE			1893	1893
105	Rossboden	1.89	3.9	3993	1920	54	N	N-E			1891	1891
106	Mittelaletsch	8.50	5.9	4195	2249	33	SE	SE			1970	1970
107	Bis ((Bies))	4.79	3.8	4505	2060	64	E	E	1880	1883	1971	(1900)
108	Orny	1.54	3.0	3300	2645	22	NE	E		1943	1882	1882
109	Alpetli ((Kanderfirn))	14.02	6.8	3270	2290	14	NW	SW		1893	1969	1893
110	Lötschberg (=Lötschen)	0.91	1.5	2750	2320	29	N	NE		1971		
111	Ammerten (Ost)	1.89	2.8	3243	2345	32	NW	NW			1969	1969
112	Dungel ((Wildhorn)) (=Tungel)	1.40	1.8	3200	2465	41	NE	N		1961	1893	1893
113	Gelten (West)	1.05	1.3	3000	2290	55	N	N		1911	1893	1893
114	Plattalva (=Griessfirn Nord)	0.73	1.1	2980	2546	40	E	E			1969	1969
115	Scaletta	0.66	1.1	3120	2510	56	N	NW		1935	1895	1895
116	Albigna	5.28	4.0	3388	2163	31	N	N	1882	1940	1926	1926
117	Valleggia	0.59	1.2	2820	2400	35	NE	NE			1971	1971
118	Val Torta (Bedretto)	0.17	0.6	2740	2450	48	N	N			1970	1970
119	Cavagnoli (=Cavagnöö)	1.32	2.3	2880	2510	16	NE	E		1893	1976	1893
120	Corno	0.27	0.7	2875	2500	54	N	N		1893	1974	1893

1), 2) Siehe Fussnoten zu Tabelle 33 - Voir remarques du tableau 33.

3) Angaben in Klammer (hinterste Kolonne): Ergebnisse liegen nur zum Teil als Zahlenwerte vor - Les parenthèses de la dernière colonne indiquent, que les résultats ne sont présentés qu'en partie sous forme de valeurs chiffrées.

beschrieben durch den Mittelwert der verschiedenen morphologischen Kennzahlen, weist die folgenden, mit ihrer Standardabweichung ergänzten Abmessungen auf:

Kenngrösse:	Mittel:	Standardabweichung:
Fläche	6.6 km <sup>2</sup>	11.3 km <sup>2</sup>
Länge	4.1 km	3.5 km
maximale Meereshöhe	3462.3 m ü.M.	475.9 m
minimale Meereshöhe	2277.8 m ü.M.	301.1 m
mittlere Neigung	36.0 ‰ (19.8°)	14.1 ‰ (8.0°)

Der Vergleich mit den Werten der Tabelle 32 zeigt indessen, dass keiner der 120 Netzgletscher in allen Teilen genau in dieses Normformat hineinpasst. Mit verhältnismässig kleinen Abweichungen ist das Mittelmass der Netzgletscher veranschaulicht im Talgletscher Stein (Nr. 53) und im Gebirggletscher Palü (Nr. 100), einem durch starken Schwund verkürzten früheren Talgletscher. Desgleichen findet man unter den vergleichbaren übrigen Gletschern mittleren Formats neben mehreren Talgletschern (z.B. Nr. 3 19 24 27 43 56 93) vor allem weitere zu Gebirggletschern verkürzte ehemalige Talgletscher (z.B. Nr. 10 20 23 60 70 86). Auf Zusammenhänge zwischen den morphologischen Kenngrössen, insbesondere der topographischen Orientierung der Gletscher und ihrer Längenänderung in ausgewählten Perioden (Hydrologisches Dezennium 1964/65-1973/74) oder Jahren (1947 1964 1965 1972 1975 1976 1977) ist in früheren Publikationen hingewiesen (Lit. Kasser und Aellen 1976, Kasser 1979).

## 6B.23 Zeitweilig vor 1956 im Beobachtungsnetz erfasste Gletscher

In der Zeitspanne zwischen 1880 und 1956 sind im Rahmen der jährlichen Erhebungen über die Längenänderung der Gletscher in den Schweizer Alpen neben 114 Gletschern des aktuellen Beobachtungsnetzes zahlreiche weitere Gletscher zeitweise, während weniger Jahre bis mehrerer Jahrzehnte regelmässig beobachtet und grossenteils auch vermessen worden. Sie sind in der vorliegenden Arbeit - im Gegensatz zu den früheren Gletscherberichten - nur dann zum Beobachtungsnetz gezählt und in den statistischen Zusammenfassungen der Messergebnisse berücksichtigt, wenn die Periode der regelmässigen Beobachtung mindestens fünf Jahre umfasst. Einzelne Ausnahmen sind in Tabelle 35 angezeigt. Mit dieser Einschränkung ergibt sich zusätzlich zum aktuellen Beobachtungsnetz eine Auswahl von 40 Gletschern, die in den Tabellen 30 und 31 in den Zahlenangaben für das gesamte Beobachtungsnetz mit 160 Gletschern eingeschlossen sind. In Tabelle 33 sind die 40 früheren Netzgletscher mit den Ordnungsnummern 121 bis 160 aufgeführt und durch morphologische Kenngrössen aus dem Gletscherinventar oder den ihm zugrunde liegenden topographischen Landeskarten sowie durch Angaben über die Periode der regelmässigen, gegebenenfalls auch der sporadischen Beobachtung oder Vermessung des Zungenendes in der gleichen Weise beschrieben wie die Gletscher des aktuellen Netzes in Tabelle 32. Ihre geographische Lage und ihre Verteilung auf die Abflussgebiete der Schweizer Alpen sind aus Abbildung 29 ersichtlich.

Von den 40 zeitweilig im Messnetz erfassten Gletschern liegen Beobachtungsreihen vor, die mit wenigen Ausnahmen (Nr. 156-160) mehr als fünf, in 4 Fällen (Nr. 131 138 139 140) sogar mehr als fünfzig Jahre umfassen (vergleiche Tabellen 30 und 33). Sie beginnen mehrheitlich vor der Jahrhundertwende während der Anfangsphase der systematischen Erhebungen, in der sich auch der Gletschervorstoss der Neunzigerjahre abgespielt hat. In den meisten übrigen Fällen beginnen sie in der Periode zwischen 1915 und 1926, die durch den Gletschervorstoss der Zwanzigerjahre geprägt ist und in der die Gletscherkommission nach dem Abschluss des Rhonegletscherwerks ihre Tätigkeit neu ordnet (s. Kap. 6B.12.2) und insbesondere die Organisation der jährlichen Erhebungen am Beobachtungsnetz neu regelt (s. Kap. 6B.15.2b). In den meisten - wenn nicht allen - Fällen sind diese Messreihen abgebrochen worden, nachdem das vermessene Zungenende infolge des andauernden Schwundes undefinierbar oder unzugänglich geworden war. Der erstgenannte Umstand trifft vor allem bei den kleinen und mehrheitlich ausgesprochen steilen Gletschern zu. Deren Zungenende ist in manchen Jahren unbestimmbar, weil es in Schwundjahren unter angesammeltem Moränen- oder Lawinenschutt, in niederschlagsreichen Jahren unter einer dauerhaften Winterschneedecke oder unter Lawinenschnee verborgen bleibt. Zuverlässige Beobachtungen sind an diesen Gletschern oft nur in Vorstossperioden leicht und jährlich wiederholbar, nachdem sich das Zungenende zu einer Steilfront aufgewölbt hat. Einzelne sehr kleine Gletscher (z.B. Nr. 132 155 158) sind während der Schwundperioden abgeschmolzen bis auf winzige Reste, die heute als Firn- oder Eisfeld nicht mehr alle typischen Merkmale eines Gletschers aufweisen. Der zweitgenannte

Umstand, erschwerte Zugänglichkeit, hat bei den meisten mittelgrossen zeitweilig, z.T. während Jahrzehnten erfassten Netzgletschern zum Abbruch der Messreihe geführt. Diese anfänglich im Talgrund oder in flacheren Hanglagen gut zugänglichen Gletscher enden heute mehrheitlich wie z.B. Schlossberg und Clariden mit einer Abbruchfront und vorgelagerten, z.T. perennierenden Sturzkegeln anstelle der ehemals vermessenen Gletscherzunge in steilem, von Eisschlag und Lawinen bestrichenem Gelände.

Nach ihren heutigen, auf dem Stand von 1973 im Inventar dokumentierten Abmessungen gehören der Gruppe der 40 ehemaligen Netzgletscher je 19 mittelgrosse und kleine Gletscher der Grössenklassen 2 und 1 sowie 2 winzige der Klasse 0 an (vergleiche Tab. 31a). Ihre Gesamtfläche, die in Tabelle 31 nicht in besonderen Zahlenwerten ausgeschieden, sondern implizit als Differenz der entsprechenden Werte des gesamten und des aktuellen Netzes enthalten ist, beträgt rund 52 Quadratkilometer. Die durchschnittliche Fläche der ehemaligen Netzgletscher ist somit fünfmal kleiner als die der heute beobachteten. Ebenso weichen die Durchschnittswerte der übrigen Masszahlen in Tabelle 33 deutlich von den Vergleichswerten aus Tabelle 32 ab. Sie ergeben für das Durchschnittsformat der ehemaligen Netzgletscher folgende Abmessungen und Standardabweichungen:

Kenngrösse:	Mittel:	Standardabweichung:
Fläche	1.3 km <sup>2</sup>	1.4 km <sup>2</sup>
Länge	1.5 km	0.8 km
maximale Meereshöhe	3193.3 m ü.M.	351.9 m
minimale Meereshöhe	2493.5 m ü.M.	230.5 m
mittlere Neigung	48.9 ‰ (26.1°)	15.0 ‰ (8.6°)

Die stärkere Neigung der Oberfläche bei geringerer vertikaler und horizontaler Ausdehnung ist kennzeichnend für die ehemaligen Netzgletscher im Vergleich mit den Gletschern des aktuellen Messnetzes. Das Inventar von 1973 bezeichnet 4 ehemalige Netzgletscher (Nr. 122 123 132 158) als Firn- oder Gletscherfleck, die übrigen 36 als Gebirgsgletscher. Ihr Durchschnittsformat ist in den Gebirgsgletschern Tälli (Nr. 121), Grands (130), Tierberg (133) und anderen näherungsweise veranschaulicht.

Tabelle 33. Zeitweilig vor 1956 im Messnetz erfasste Gletscher - Morphologische Parameter und Beobachtungsperiode (vergleiche Abbildung 29)

Tableau 33. Les glaciers du réseau observés temporairement avant 1956 - Paramètres morphologiques et période d'observation (confère figure 29)

Nr. Gletscher 1)	Morphologische Parameter 2)						Beobachtungsperiode		
	Fläche km <sup>2</sup>	Länge km	Meereshöhe		mittlere Neigung Prozent	Exposition		jährliche Beobachtung	sporadische Beobachtung
			max. m	min. m		Nähr- gebiet	Zehr- gebiet		
121 Tälli ((Thäli)) (Binn)	1.12	1.4	3160	2540	44	W	W	1924-1942	1916-1924
122 Mittenberg ((Mittlenberg))	0.36	1.1	3040	2700	31	W	W	1924-1942	1918-1924
123 Turben	0.22	0.5	3120	2820	60	SE	SE	1924-1933	1918-1924
124 Hohwäng	2.51	2.7	3680	2780	33	S	S	1916-1922	1887-1889
125 Gabelhorn	2.16	3.0	3770	2590	39	E	E	1883-1889	1918-1920
126 Jägi (Lötschental)	3.01	2.0	3740	2340	70	S	S	1921-1927	
127 Dala	0.24	1.0	2980	2580	40	SW	SW	1893-1901	1880 1919-1921
128 Pièce ((Torgnon))	2.04	3.3	3780	2620	35	E	N	1883-1889	
129 Aneuve ((La Neuvaz))	4.09	2.8	3800	2080	61	E	E	1888-1901	1883-85 1919-24
130 Grands	1.16	1.8	3280	2400	49	N	N	1881-1902	1919
131 Petit Plan Névé	0.32	0.6	2860	2400	77	N	N	1894-1955	1885 1890
132 Dard	0.07	0.6	2800	2260	90	N	N	1898-1921	
133 Tierberg ((Thier-))((Scheuchzerhorn))	1.07	1.5	3220	2460	51	NE	N	1921-1939	1892
134 Renfen	1.79	1.3	3080	2140	72	E	E	1921-1939	1886 1890
135 Witenwassereren ((Wytenwassereren))	1.32	1.5	3020	2500	35	N	NE	1893-96 1919-24 1935-38	
136 Lucendro (Nord)	0.27	0.6	2920	2640	47	NE	NE	1895-1911	1923
137 Schiessbach (=Flachenstein)	3.46	1.6	3220	2260	60	E	E	1920-1951	
138 Kartigel	1.71	1.5	3160	2360	53	NE	NE	1893-1953	
139 Schlossberg ((Erstfelder)) (=Glatt)	5.07	2.5	3100	1940	46	NE	NE	1893-1956	
140 Firnalpeli (West)	0.54	1.1	2580	1880	64	N	N	1893-1928	
141 Claridenfirn	5.64	2.9	3240	2540	24	E	E	1893-1943	1885
142 Segnes ((Segnassura, Obersegnes))	0.88	1.2	3080	2540	45	E	S	1893-1935	1880-1893
143 Zapport	2.63	1.3	3140	2300	65	N	N	1898-1931	1884-1886
144 Tambo	0.42	1.1	2900	2340	51	NE	NE	1898-1935	
145 Uertsch	0.45	1.2	3020	2660	30	NE	NE	1920-1928	
146 Err (Nord)	0.57	1.2	3200	2540	55	NW	NW	1894-1908	1890
147 Schwarzhorn (Flüela)	0.11	0.5	2880	2700	36	NE	NE	1895-1954	
148 Jöri	0.52	0.9	2900	2600	33	N	N	1895-1906	1886
149 Fex	1.40	1.6	3340	2360	61	N	N	1884-87 1922-24	
150 Picuogl (=Agnel)	1.12	1.5	3180	2800	25	NE	NE	1894-1949	
151 Lavin ((Jenatsch)) (=Lavinier)	0.34	0.7	3140	2860	40	E	E	1920-1934	
152 Cantone (=Cantun)	0.98	1.7	3340	2560	46	N	NW	1926-1940	
153 Rotondo (Süd)	0.24	1.1	2880	2580	27	SE	SE	1913-1921	1911
154 Muccia (=Mucia)	0.37	0.8	3040	2680	45	E	E	1899-1934	
155 Sassonero	0.10	0.6	2720	2430	48	N	N	1890-1905	1880-1890
156 Hohbalm	1.96	3.2	4280	2440	58	NE	E	1880-1885	
157 Sonadon	1.18	2.5	3820	2600	49	SW	SW	1890-1895	1919 1928
158 Vélan (Petit Vélan, Nord)	0.09	0.3	3100	2900	67	N	N	1891-1895	
159 Petoudes	0.83	0.8	3320	2440	55	NE	NE	1884-1888	1918
160 Roos (=Ross West, Meiental)	0.35	0.8	2900	2580	40	SE	SE	1893-1898	

No. Glacier 1)	Paramètres morphologiques 2)						Période d'observations		
	Surface km <sup>2</sup>	Lon- gueur km	Altitude		Pente moyenne Pourcent	Exposition		Observation annuelle	Observation sporadique
			max. m	min. m		Névé	Langue		

1) Die Bedeutung der Angaben in Klammern ist an den folgenden Beispielen erklärt - Les indications mises en parenthèses sont expliquées par les exemples suivants:

Tälli ((Thäli))	Altertümliche Schreibweise in früheren Gletscherberichten und Landeskarten - Orthographe antique des anciens rapports glaciologiques et des anciennes cartes nationales.
Pièce ((Torgnon))	Abweichende Benennung in früheren Gletscherberichten und Landeskarten - Nom cité dans les anciens rapports glaciologiques et les anciennes cartes nationales.
Schiessbach (=Flachenstein)	Abweichende Benennung in neueren Landeskarten - Nom cité dans les nouvelles cartes nationales.
Cantone (=Cantun)	Mundartliche Schreibweise in neueren Landeskarten - Orthographe dialectale adoptée dans les nouvelles cartes nationales.
Tälli (Binn)	Gebietsangabe zur Unterscheidung des Gletschers von anderen gleichnamigen Gletschern - Le glacier observé parmi plusieurs glaciers homonymes se situe dans la région indiquée.
Firnalpeli (West)	Bezeichnung der beobachteten Zunge eines Gletschers mit mehr als einer Zunge - La langue observée est indiquée, si un glacier se termine dans plusieurs langues.

2) Angaben gemäss Gletscherinventar von 1973 (vergl. Tab. 31), mit überarbeiteten Werten der Meereshöhen und der Neigung - Données tirées de l'inventaire des glaciers dressé en 1973 (cf. tabl. 31); valeurs révisées des altitudes et pentes.

Legenden der Abbildungen 29 und 30 - Légendes des figures 29 et 30

Abflussgebiet:	Gletscher Nr.:	Bassin versant:	Glaciers Nos.:
Ia Aare	133 134 225-251	II Rhône	121-132 156-159 161-224
Ib Reuss	135-140 160 252-263	III Tessin	153-155 346-351
Ic Linth/Limmat	141 264-274	IV Adda	152 340-345
Id Rhein (Bodensee)	142-148 277-310	V Inn	149-151 311-339
Ie Thur	275 276		

Abbildung 29: Verzeichnis der Gletscher (Nrn. 121-160) - Figure 29: Liste des glaciers (Nos. 121-160)

121 Tälli (Binn)	131 Petit Plan Névé	141 Claridenfirn	151 Laviner ((Jenatsch))
122 Mittenberg ((Mittlenberg))	132 Dard	142 Segnes ((sura, Obersegnes))	152 Cantone (=Cantun)
123 Turben	133 Tierberg (Scheuchzerhorn)	143 Zapport	153 Rotondo (Süd)
124 Hohwäng	134 Renfen	144 Tambo	154 Muccia (=Mucia)
125 Gabelhorn	135 Witenwasserer ((Wytenwass.))	145 Uertsch	155 Sassonero
126 Jägi (Lötschental)	136 Lucendro (Nord)	146 Err (Nord)	156 Hohbalm
127 Dala	137 Schiessbach (=Flachenstein)	147 Schwarzhorn (Flüela)	157 Sonadon
128 Pièce ((Torgnon))	138 Kartigel	148 Jöri	158 Vélan (Nord)
129 Aneuve ((La Neuva))	139 Schlossberg (=Glattfirn)	149 Fex	159 Petoudes
130 Grands	140 Firalpeli (West)	150 Picuogl (=Agnel)	160 Roos (=Ross)

Abbildung 30: Verzeichnis der Gletscher (Nrn. 161-351) - Figure 30: Liste des glaciers (Nos. 161-351)

161 Gersten (VS)	201 Corne du Boeuf	241 Breithorn (BE)	281 Dadora	321 Err (Süd)
162 Geren	202 Roc de Boudri	242 Schmadri	282 Porta da Spescha	322 Jenatsch
163 Rotondo (Nord)	203 Tounot	243 Rottal (BE)	283 Gliems	323 Piz Ot
164 Münstiger	204 Mont Bonvin	244 Silberlauri	284 Cavardiras	324 Crasta Mora
165 Blinnen	205 Arolla haut	245 Kilchbalm	285 Gaglianera	325 Piz Kesch (?Pischa)
166 Bächi (VS)	206 Ignes	246 Gspaltenhorn	286 Greina	326 Es-cha
167 Hangend Firn (Goms)	207 Roussettes	247 Balmhorn	287 Sut	327 Piz Vadred
168 Rappen	208 Aiguilles Rouges	248 Rinderhorn	288 Frisal (Tumbif)	328 Vallorgia
169 Feldbach	209 Biégnat ((Bréguet))	249 Altels	289 Cavirolas	329 Puntota
170 Rami	210 Nendaz (Mont Fort)	250 Biberg	290 Fluaz	330 Val da l'Aqua
171 Triest (=Driest)	211 Darbon	251 Olden	291 Mer	331 Val Diavel
172 Steinen	212 Epicoun	252 Mutten (UR)	292 Siat (Sethertobel)	332 Piz Quatervals
173 Seewjinen	213 Crête Sèche	253 Sidelen	293 Ault (Vrin)	333 Piz Esen
174 Hohlaub	214 Fenêtre	254 Guspis	294 Segnes sut	334 Sarsura
175 Fee (Süd)	215 Tsessette	255 Gafallen ((G'fall))	295 Lavadinas	335 Grialetsch
176 Fall	216 Bocheresse	256 Gurschen	296 Taminser (Lavoi)	336 Sagliains
177 Bider	217 Plangolin	257 Maasplank	297 Kirchalp	337 Planrai
178 Laquinhorn	218 Maisons Blanches	258 Alpligen	298 Piot	338 Val Sampuoir
179 Balfrin	219 Proz	259 Kalchtal	299 Juf	339 Fenga (Fimber)
180 Theodul	220 Mont Dolent	260 Tschingel (UR)	300 Mazza (West)	340 Mazza (Ost)
181 Furggen	221 Planereuses	261 Spiellauri	301 Sutfuina	341 Casnile
182 Trift (Zermatt)	222 Fonds	262 Felleli	302 Piz Dancla	342 Bacone (=Bacun)
183 Hubel	223 Noir	263 Scherhorn	303 Aela	343 Bondasca
184 Mellichen	224 Plan Névé (VS)	264 Tödi	304 Piz Platta	344 Cengalo
185 Weingarten	225 Strahlegg	265 Hinterröti	305 Weisshorn (Jörital)	345 Lambresso (?Schumbraida)
186 Hohlicht	226 Bächli (BE)	266 Sand	306 Pischa	346 Pesciora
187 Schali	227 Diechter	267 Geissbützi	307 See	347 Lucendro
188 Festi	228 Gruben (BE)	268 Vorderröti	308 Sauren (Sardona S)	348 Sellapass
189 Hohberg	229 Aerlen	269 Kisten	309 Glaser	349 Sella
190 Baltschieder	230 Weissenbach	270 Fiseten (=Langfirn)	310 Ringelspitz	350 Casiletto
191 Anen	231 Ritzlihorn	271 Vorab (GL)	311 Fedoz	351 Stabio
192 Distel	232 Hangendgletscher	272 Tschingel (GL)	312 Corvatsch	
193 Petersgrat (?Telli)	233 Dossen	273 Sauren (GL)	313 Munteratsch	
194 Nest	234 Weisssschjien	274 Kalttäli	314 Gögli (Julier)	
195 Mühlebach	235 Schwarzwald	275 Gross Schnee	315 Rosatsch	
196 Oberferden	236 Blau	276 Blau Schnee	316 Diavolezza	
197 Diablons	237 Kalli	277 Maighels	317 Pers	
198 Fluh	238 Guggi	278 Nalps	318 Albris	
199 Maying	239 Kuhlauenen	279 Gannaretsch	319 Languard	
200 Weisshorn (VS)	240 Giessen	280 Medel	320 Muragl	

Von 26 ursprünglich im Beobachtungsnetz erfassten Gletschern (s. nachstehende Nummern) liegen Zahlenwerte vor - L'observation commencée dans le cadre du réseau sur 26 glaciers (cités par les numéros suivants) a fourni des valeurs chiffrées:

- Jahreswerte - valeurs annuelles: 166 175 180 210 218 220 233 243 246 270 271 277 279 280 304 311 338 343 344 350
- Werte für mehrjähriges Intervall - valeurs pour intervalle pluriannuel: 169 190 194 200 252 303.

Abbildung 29. Zeitweilig vor 1956 im Beobachtungsnetz erfasste Gletscher  
 Figure 29. Glaciers du réseau observés temporairement avant 1956

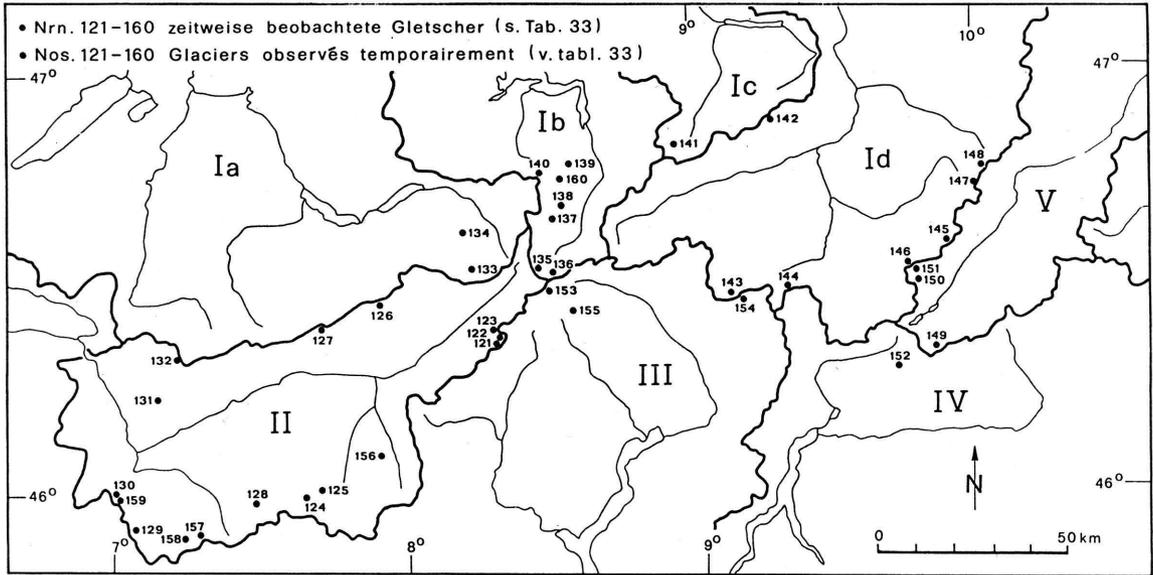
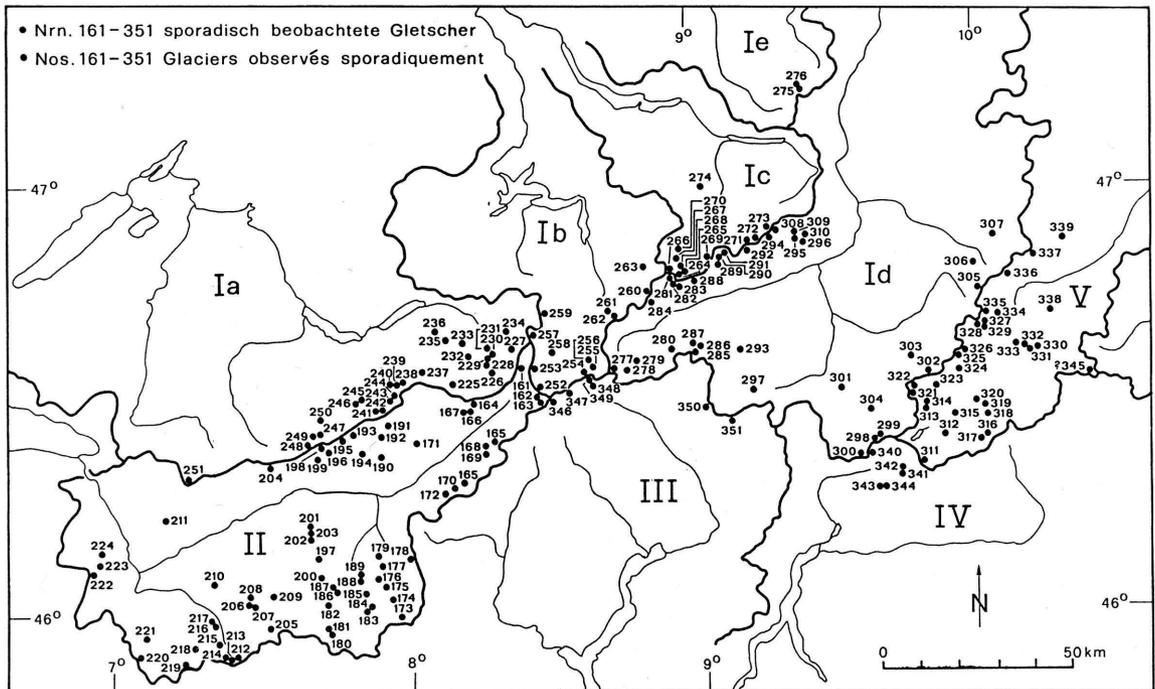


Abbildung 30. Sporadisch ausserhalb des Messnetzes beobachtete Gletscher  
 Figure 30. Glaciers observés sporadiquement hors du réseau



#### 6B.24 Sporadisch ausserhalb des Messnetzes beobachtete Gletscher

In den statistischen Uebersichten und Zusammenfassungen der früheren Gletscherberichte sind in der Regel alle Gletscher berücksichtigt, an denen Zungenmessungen durchgeführt worden sind. Mit der im vorliegenden Bericht im Sinne einer Homogenisierung der Beobachtungsreihen eingeführten Beschränkung des Messnetzes auf Gletscher, die innert wenigstens einer Fünffjahresperiode mindestens dreimal beobachtet worden sind, werden die Ergebnisse von 26 Gletschern, an denen Zungenmessungen begonnen, aber weniger als dreimal wiederholt worden sind, in der Tabelle 34 und - mit Ausnahmen - in der Tabelle 35 ausgeklammert. In manchen Jahren sind beiläufig zu den Zungenmessungen oder bei anderen, mehr oder weniger zufälligen Gelegenheiten wie z.B. Geländeaufnahmen für topographische oder geologische Kartierungen Einzelbeobachtungen an zahlreichen weiteren Gletschern gemacht worden. Deren Ergebnisse liegen gewöhnlich als qualitative Aussage für ein einzelnes Jahr oder für kurze mehrjährige Zeitspannen vor, gelegentlich auch als Zahlenwert für eine lange Zeitspanne von mehreren Jahrzehnten. Sie sind in den Gletscherberichten meistens ausserhalb der Tabellen vermeldet und in den Statistiken nicht erfasst. Solche Angaben liegen vor von 165 namentlich erwähnten Gletschern. Sie beziehen sich in der Regel auf die Längenänderung, ausnahmsweise auf die Breiten- oder Dickenänderung der Gletscherzunge. In weiteren Ausnahmefällen betreffen sie besondere Ereignisse wie Gletscherstürze (z.B. Altels 1895) oder Seeausbrüche (z.B. Crête Sèche 1894). Im weiteren ist verschiedentlich in pauschalen Meldungen vermerkt, dass in einer Region die Gletscher allgemein im Schwinden begriffen sind (z.B. Berner Oberland 1880) oder dass in einer Region keine vorstossenden Gletscher festgestellt worden sind (z.B. Glarner und Bündner Alpen 1890-1892). Diese generellen, für eine unbestimmte Zahl von Gletschern gültigen Aussagen sind statistisch nicht verwertet.

Die 26 kurzfristig gewissermassen am Rande des Beobachtungsnetzes gemessenen und die 165 ausserhalb des Netzes beobachteten Gletscher sind mit den Ordnungsnummern 161 bis 351 in der Abbildung 30 eingetragen und in der zugehörigen Legende mit ihrem Namen aufgeführt. Die Reihenfolge der Aufzählung ergibt sich nach den in Tabelle 8 angewandten Regeln aus der geographischen Lage mit Berücksichtigung der Verteilung auf die Abflussgebiete der Schweizer Alpen. Die Meldungen über solche zusätzlichen Beobachtungen und Messungen liegen mit ähnlicher zeitlicher Häufung vor wie die Erhebungen an den ehemaligen Netzgletschern. Sie stammen zum weitest grossen Teil aus den Perioden 1880-1894 (114 Meldungen) und 1918-1932 (128 Meldungen). In diesen Perioden haben sich einerseits die Gletschervorstösse der Neunziger- und der Zwanzigerjahre abgespielt (vergleiche Tab. 35 und Abb. 8b). Andererseits ist in den gleichen Perioden das Messnetz eingerichtet oder erweitert und der Beobachtungsdienst aufgebaut oder reorganisiert worden (s. Kap. 6B.12.2 und 6B.15.2b). Besonders ergiebig sind die Jahre 1886 mit 32 und 1921 mit 36 zusätzlich beobachteten Gletschern, aber auch die Jahre 1920 mit 19 und 1923 mit 18 zusätzlichen Meldungen. In den Spitzenjahren 1886 und 1921, die zu den Jahren mit sehr starkem Schwund der Gletschermasse gehören, sind die Gletscher nach mehrjährigen Wachstumsperioden erstmals wieder in überdurchschnittlicher Masse ausgeapert und dadurch für die Beobachtung leicht erfassbar geworden.

## 6B.25 Literaturhinweise

- (Eidg. Oberforstinspektorat und Gletscherkommission SNG) 1893: Instructions pour l'observation des variations des glaciers. Gedruckt, Archiv der Gletscherkommission SNG
- Gletscherberichte 1881-1986: zitiert in Kapitel 6B.33 (S. 276) und auf 4.Umschlagseite
- Gletscherkommission der SNG 1956: Instruktion für die Kontrolle der Gletscher in den Schweizeralpen. Vervielfältigt, Archiv der Gletscherkommission SNG
- Haefeli R. 1956: Gletscherschwankung und Gletscherbewegung. Schweiz. Bauzeitung, 73.Jg., Nr. 42+44, S. 626-631+693-697 (1955), 74.Jg., Nr. 44, S. 667-669. Mitt. VAWE Nr. 40
- Haefeli R. 1960: Zur Entwicklung der Schnee- und Gletscherforschung. Wasser- und Energiewirtschaft, Jg. 52, S. 215-224. Mitt. VAWE Nr. 49
- Heim A. 1915: Die Gletscherkommission. Neue Denkschriften der SNG, Bd. 50, S. 171-180
- Kasser P. 1959: Der Einfluss von Gletscherrückgang und Gletschervorstoss auf den Wasserhaushalt. Wasser- und Energiewirtschaft, Jg. 51, Nr. 6, S. 155-168. Mitt. VAWE Nr. 49
- Kasser P. und Müller W. 1960: Ueber die Gletscheränderungen seit 1900 in den Schweizer Alpen mit Hinweisen auf die Bedeutung für die Wasserwirtschaft. Wasser- und Energiewirtschaft, Jg. 52, Nr. 8/10, S. 224-233. Mitt. VAWE Nr. 49
- Kasser P. 1967: Fluctuations of glaciers 1959-1965. A contribution to the International Hydrological Decade. IASH(ICSU)-Unesco, 122 S.
- Kasser P. 1970: Remarques sur les variations des glaciers suisses et le réseau d'observations. Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie, Bd. VI, H. 1-2, S. 141-150
- Kasser P. 1970: Gründung eines "Permanent Service on the Fluctuations of glaciers". Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie, Bd. VI, H. 1-2, S. 193-200
- Kasser P. 1973: Influence of changes in the glacierized area on summer runoff in the Porte du Scex drainage basin of the Rhone. AISH Publ. No. 95, S. 219-225
- Kasser P. und Aellen M. 1976: Les variations des glaciers suisses en 1974/75 et quelques indications sur les résultats récoltés pendant la Décennie Hydrologique Internationale de 1964/65 à 1973/74. La Houille Blanche, No. 6/7, p. 467-481
- Kasser P. 1979: On the effect of topographic orientation on the variation of glacier length. Riv. Ital. di geofisica e scienze affini, Vol. V, p. 93-96. IAHS/AISH Publ. No. 126, 305-311
- Kasser P. 1981: Rezente Gletscherveränderungen in den Schweizer Alpen. In: Gletscher und Klima. Jahrbuch der SNG 1978, wissenschaftl. Teil, S. 106-138
- Mercanton P.L. 1958: Aires englacées et cotes frontales des glaciers suisses. Cours d'eau et d'énergie, no. 12, 10 S.
- Müller F., Caflisch T. und Müller G. 1976: Firn und Eis der Schweizer Alpen. Gletscherinventar. Publ. Nr. 57 und 57a, Geographisches Institut der ETH Zürich
- Schweizerischer Alpenklub 1872: Instruktion für die Gletscherreisenden des SAC. Jahrbuch des SAC, 7.Jg. (1871/72), S. 352-384
- Schweizerischer Alpenklub (Verf. Siegfried-Bürgi J.) 1874: Die Gletscher der Schweiz nach Gebieten und Gruppen geordnet. Für die Mitglieder des SAC als Manuscript gedruckt. Druck Zürcher & Furrer Zürich, 100 S.

## 6B.3 Jährliche Längenänderung der Gletscher von 1879/80 bis 1978/79

Markus Aellen

### 6B.31 Einleitung

Die Längenänderungen der Gletscher in den Schweizer Alpen werden seit 1880 in den jährlichen Gletscherberichten publiziert, die sich in lückenloser Folge von den "Rapports Forrel" schrittweise zum "Glaziologischen Jahrbuch" der Gletscherkommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft entwickelt haben. Das Verzeichnis dieser Berichte, ihrer Verfasser und der Zeitschriften, in denen sie erschienen sind, ist ohne Titelangaben auf der 4. Umschlagseite dieses Jahrbuchs enthalten. Der zugehörige Originaltitel ist mit seinen von Zeit zu Zeit vorgenommenen Abwandlungen in den Literaturhinweisen wiedergegeben (Kap. 6B.33).

In der vorliegenden Arbeit sind die Ergebnisse der Beobachtungsjahre 1879/80 bis 1978/79 aus dem ersten bis hundertsten Gletscherbericht in Tabellenform zusammengestellt und zusammengefasst. Tabelle 34 enthält die einzelnen Beobachtungsreihen der 160 Netzgletscher, die in Kapitel 6B.2 beschrieben sind. In Tabelle 35 sind die Ergebnisse für jedes einzelne der 100 Beobachtungsjahre statistisch zusammengefasst, indem die Stichprobe der beobachteten Gletscher in die drei Klassen der wachsenden, stationären und schwindenden Gletscher unterteilt wird. Zudem ist aus den einjährigen Messwerten ein Mittelwert der jährlichen Längenänderung berechnet. Die wichtigsten Zahlen dieser Statistik sind als Zeitreihen graphisch dargestellt in Abbildung 8 dieses Jahrbuchs (S. 78). Der Kommentar in Kapitel 6B.32 ist weitgehend beschränkt auf allgemeine Erläuterungen zu den Tabellen. Ausführliche Angaben über die einzelnen Beobachtungsjahre und Bemerkungen zu einzelnen Gletschern sind in der Gletscherchronik oder im Kommentar zur Haupttabelle des Gletscherberichts für das betreffende Jahr veröffentlicht (vergleiche z.B. im vorliegenden Jahrbuch Kap. 2 und 3 samt Tab. 8 und zugehörigen Bemerkungen auf S. 83-101).

Die Angaben in Tabelle 34 sind aus den jährlichen Gletscherberichten übernommen mit Aenderungen, Vereinfachungen oder Ergänzungen, die nachstehend beschrieben sind.

Die Auswahl der Gletscher ist beschränkt auf die 120 Einheiten des aktuellen Messnetzes (Gletscher Nr. 1-120, Kap. 6B.22) und auf die 40 zeitweilig vor 1956 im Messnetz erhaltenen Einheiten (Gletscher Nr. 121-160, Kap. 6B.23).

Die verzeichneten Daten beziehen sich auf die Längenänderung. In fünf nachstehend erwähnten Ausnahmefällen sind Angaben über die Aenderung der Breite oder der Dicke der Gletscherzunge berücksichtigt und mit besonderer Bezeichnung (y,z) unbeziffert eingetragen:

Aenderung der Breite (y):	1886 Mont Miné	1887 Gauli
Aenderung der Dicke (z):	1885 Saleina, Aneuve	1900 Rätzli

Angaben ohne Bedeutung für die statistische Zusammenfassung in Tabelle 35 sind weggelassen. Dies betrifft insbesondere den ausdrücklichen Vermerk, dass ein Gletscher nicht beobachtet wurde, ebenso den Vermerk, dass ein Gletscher z.B. wegen Neuschneebedeckung nicht messbar war, oder den Vermerk, dass eine Messung z.B. mangels Vergleichsdaten kein klassierbares Ergebnis lieferte.

Andererseits ist ein Ergebnis vermerkt, wenn ein Gletscher im Herbst besucht, aber nicht vermessen worden ist, weil sein Zungenende noch vom Winterschnee des Berichtsjahrs oder von einer mehrjährigen Schneedecke überlagert war. Ist ein Gletscher in einem einzelnen Sommer nicht ausgeapert, ist er als stationärer Gletscher verzeichnet. Ist er in mehreren aufeinanderfolgenden Sommern nie ausgeapert, ist er vom zweiten Jahr an als wachsender Gletscher eingetragen. Die einzelnen, durch diese Interpretation der Beobachtermeldungen zusätzlich gewonnenen Ergebnisse sind mit Sternchen bezeichnet. Sie erscheinen als Ergänzung der bisher publizierten Daten grossenteils erstmals im vorliegenden Gletscherbericht.

Die bezifferten Angaben sind durchwegs in ganzen Zahlen ausgedrückt. Werte, die in den Originalberichten als gebrochene Zahl vorliegen, sind auf- oder abgerundet, wenn ihr absoluter Betrag grösser ist als Eins. Absolute Beträge unter Eins sind stets auf Null abgerundet, wobei das zugehörige Vorzeichen hinfällig wird.

Die Beobachtungsreihe einzelner Gletscher ist bei früheren Anlässen, z.B. für die Ausstellung "Die Schweiz und ihre Gletscher" (s. Kap. 6B.15.11), oder im Rahmen der vorliegenden Arbeit gesamthaft überarbeitet worden. Eine solche Reihe kann Werte aufweisen, die von den früher publizierten Zahlen abweichen oder in den Originalberichten nicht vorkommen. Zur nachstehenden Aufzählung überarbeiteter Reihen ist zu bemerken, dass die Bearbeitung in einigen Fällen erst teilweise durchgeführt ist (z.B. Unterer Grindelwald, Blümlisalp, Basodino).

Überarbeitet und aufgrund der im Archiv vorhandenen Dokumente ergänzt ist die Reihe des Rhonegletschers, die nun als längste und bis auf wenige Zweijahreswerte vollständige Reihe von Jahreswerten bis 1870 zurückreicht (s. Tab. 30 und 32). Bearbeitet oder in Bearbeitung ist auch die Reihe der Gletscher Allalin, Fee (Nord), Gorner, Oberer und Unterer Grindelwald, Blümlisalp, Hüfi, Firnalpeli Ost und West, Paradies, Roseg-Tschierva, Morteratsch, Calderas, Picuoggl, Lavin, Cambrena, Palü, Forno und Basodino. Bearbeitet und in den Gletscherberichten zusammenfassend dargestellt sind folgende Beobachtungsreihen:

Gries (99./100.Ber., Kap. 6A.2)	Porchabella (95./96.Ber., Kap. 6.1. Beachte neuen Wert für 1954/56: -30 statt +43)
Grosser Aletsch (95./96.Ber., Kap. 6.2)	
Trient (92.Ber., S. 43-47)	Silvretta (95./96.Ber., Kap. 6.3)
Limmern und Plattalva (97./98.Ber., Kap. 6.31)	

Für zahlreiche Gletscher ist die Messreihe ausserdem in weiteren, z.T. in Kapitel 6B.33 zitierten Publikationen zusammenfassend dargestellt.

Die Rundung der Zahlenwerte auf ganze Meter entspricht der Genauigkeit, die bei der einzelnen Messung normalerweise auch mit einfachen Mitteln erreichbar ist und von den Beobachtern nach Möglichkeit eingehalten wird. Das Messverfahren ist nur in grundsätzlicher Hinsicht festgelegt, da die örtlichen Gegebenheiten von Gletscher zu Gletscher verschieden sind und im Laufe der Zeit mit der Verlagerung des Zungenendes auch beim einzelnen Gletscher ändern können. In ihren Richtlinien für die Durchführung der Messungen (s. Lit. Gletscherkommission 1956 in Kap. 6B.25) empfiehlt die Kommission, Distanzmessungen auf mehreren, über die ganze Breite des Gletschers verteilten, von markierten Basispunkten im Vorgelände ausgehenden Messlinien parallel zur Längsachse der Gletscherzunge auf einen halben Meter genau vorzunehmen, Richtung und mittleres Gefälle der Messstrecke zu bestimmen und die Meereshöhe des Gletschertors oder des tiefsten Punktes am Zungenende näherungsweise zu ermitteln. Die Wahl der Messtechnik und der Messinstrumente ist dem Beobachter weitgehend freigestellt. In der Regel wird der Abstand des Zungenendes von den Basispunkten oder vorgeschobenen Hilfspunkten im Gelände direkt gemessen, die Längenänderung aus der Verkürzung oder Verlängerung dieses Abstands - bei mehreren Messlinien als arithmetisches Mittel - berechnet. Die Zahl der Messlinien variiert je nach Breite, Form und Zugänglichkeit des Gletscherendes zwischen 1 und 10 (oder mehr). In einigen Fällen wird das Zungenende in einem Polygonzug in allen Einzelheiten vermessen und im Grundriss maßstäblich aufgezeichnet. Anhand dieser Plandarstellung wird die Längenänderung geometrisch ermittelt aus der Änderung des Abstands auf äquidistanten Messlinien (20-50 Ordinatenlinien mit Äquidistanz 10 oder 20 m) oder aus der Flächenänderung (Zuwachs- oder Schwundfläche, gemittelt durch die Breite). Bei den Gletschern, die jedes Jahr luftphotogrammetrisch vermessen werden (Allalin, Giétro, Ober- und Unteraar), wird die Längenänderung ebenfalls aus der Flächenänderung am Zungenende berechnet. In allen Fällen wird sie grundsätzlich als Horizontalmass bestimmt. Bei geringem Gefälle der Messstrecke erübrigt sich die Reduktion des Geländemasses.

Die statistischen Angaben in Tabelle 35 beziehen sich auf zwei Stichproben, deren jährlich wechselnde Grösse in den Kolonnen N und M angezeigt ist. Die Stichprobe N umfasst alle an den Netzgletschern gemachten Beobachtungen eines Berichtsjahrs, aus denen ersichtlich ist, ob sich das Zungenende eines Gletschers seit der vorangehenden (letztjährigen oder früheren) Beobachtung verlagert hat oder unverändert geblieben ist. Die wenigen Ausnahmen mit Angaben über die Breiten- oder Dickenänderung sind mitgezählt. In dieser Stichprobe sind die Gletscher nach der Art (Qualität) ihrer Längenänderung den drei Klassen der wachsenden, stationären und schwindenden Gletscher zugeteilt. Die Klassenhäufigkeiten sind als absolute Grösse ( $n_i$ ) und als relative Grösse ( $n_i/N$  in %) angegeben. Die Stichprobe M ist als Teilmenge der Stichprobe N beschränkt auf die Messwerte, an denen ersichtlich ist, wie gross die Längenänderung eines Gletschers seit der Vorjahresmessung ist. Aus diesen einjährigen Messwerten wird die durchschnittliche Längenänderung der Gletscher im Berichtsjahr ermittelt. Auf Besonderheiten und weitere Ausnahmen bei den statistischen Berechnungen wird im Folgenden hingewiesen.

Die Grösse der jährlichen Stichproben ist - wie erwähnt - gegeben für N durch die Zahl der an den Netzgletschern gewonnenen klassierbaren Ergebnisse (einschliesslich Angaben über Breiten- oder Dickenänderung, s. S. 261), für M durch die Zahl der in N enthaltenen einjährigen Messwerte. Ausnahmsweise sind im Jahr 1881, das im Rahmen des in Kapitel 6B.2 festgelegten Messnetzes mit 18 klassierbaren Ergebnissen und vier einjährigen Messwerten die kleinsten Stichproben aufweist, fünf zusätzlich gemessene Gletscher klassiert, von denen vier bei der Berechnung der mittleren Längenänderung berücksichtigt sind (s. Fussnote zu Tab. 35, S. 274).

Der Klasse der wachsenden Gletscher sind alle in N enthaltenen Gletscher zugeteilt, bei denen ein Längenzuwachs a) im Betrag von mindestens 1 Meter gemessen, b) ohne Bestimmung des Betrags bei der direkten Beobachtung im Gelände oder anhand photographischer, kartographischer oder anderer Vergleichsdokumente festgestellt oder c) aus der Beobachtung, dass der Gletscher in mehreren aufeinanderfolgenden Sommern nie ausaperte, abgeleitet worden ist. In Tabelle 34 ist Fall b mit der Angabe "+x", Fall c mit der Angabe "+x\*" vermerkt.

Der Klasse der stationären Gletscher sind alle in N enthaltenen Gletscher zugeteilt, bei denen das Zungenende a) sich um einen gemessenen Betrag von weniger als 1 Meter verlagert hat, b) bei der direkten Beobachtung oder anhand der Vergleichsdokumente keine namhafte Veränderung erkennen lässt oder c) in einem einzelnen Sommer nicht ausgeapert und somit sicher nicht zurückversetzt worden ist. In Tabelle 34 ist die Längenänderung in den Fällen a und b ohne Unterschied mit "0", in Fall c mit "0\*" angegeben. In Tabelle 35 sind diese Angaben in den Fällen a und b als Messwerte behandelt, soweit sie als Einjahreswerte vorliegen.

Der Klasse der schwindenden Gletscher sind alle in N enthaltenen Gletscher zugeteilt, bei denen ein Längenschwund a) im Betrag von mindestens 1 Meter gemessen oder b) ohne Bestimmung des Betrags bei der direkten Beobachtung im Gelände oder anhand von Vergleichsdokumenten festgestellt worden ist. In Tabelle 34 ist Fall b mit der Angabe "-x" vermerkt.

Die relativen Klassenhäufigkeiten sind in Prozenten der jährlichen Grösse der Stichprobe (N) angegeben.

Die mittlere jährliche Längenänderung ist als arithmetisches Mittel berechnet aus den Messwerten, die an den Netzgletschern für das Beobachtungsjahr bestimmt worden sind. Als Ausnahme ist das Jahr 1881 mit 4 zusätzlichen Messwerten bereits genannt. Eine weitere Ausnahme bilden Zweijahreswerte, die einen Längenzuwachs ausweisen, nachdem der Gletscher im ersten Jahr nicht ausgeapert ist. In diesen Fällen ist der Längenzuwachs dem zweiten Jahr zugeschrieben und in die Berechnung der mittleren Längenänderung einbezogen. Solche Werte treten im Jahr 1897 mehrfach, in einigen weiteren Jahren als seltene Ausnahme auf. Umgekehrt sind Einjahreswerte nicht berücksichtigt, wenn eine offensichtliche Störung auf menschliche Tätigkeit zurückzuführen ist. Dies trifft namentlich zu bei Gletscherzungen, die durch einen Stausee überflutet worden sind. Aus diesem Grund sind die Werte für Gries (Aegina) ab 1966, für Oberaar von 1954-1976 und für Unteraar von 1933-1976 nur ausnahmsweise in Jahren mit geringer Störung (infolge niedrigen Wasserstandes oder kurzer Dauer des Einstaus) im Mittelwert enthalten.

Die zusammenfassenden Zahlen am Schluss der Tabelle 35 bestätigen die deutliche, in den hundert Jahren der Beobachtungsperiode vorherrschende Schwundtendenz der Gletscher in den Schweizer Alpen. Im Durchschnitt sind von 74 beobachteten Gletscherzungen 51 (69 %) kürzer geworden. Die durchschnittlich aus 59 Messwerten berechnete mittlere Längenänderung ergibt einen Schwund um jährlich 7.4 Meter oder insgesamt rund 3/4 Kilometer seit 1880. Bei diesen Angaben ist indessen zu beachten, dass sie an Stichproben erhoben sind, die beträchtliche zeitliche und räumliche Unregelmässigkeiten aufweisen. Diese Inhomogenität kommt in der Streuung der Stichprobenumfänge deutlich zum Ausdruck: die Standardabweichung ( $s_x$ ), gemessen an der mittleren Grösse der jährlichen Auswahl ( $\bar{x}$ ), beträgt für N rund 30, für M rund 40 Prozent. Zu beachten ist auch die steigende langfristige Tendenz dieser Grössen (vergleiche Abb. 8a).

Die graphische Darstellung der Zeitreihen in Abbildung 8 (s. S. 78) zeigt ausserdem, dass in Perioden extremen Gletscherschwunds (oder -wachstums) die Prozentwerte der Klassenhäufigkeiten (Abb. 8b) als Verhältniszahlen mit mathematisch begrenzter Werteskala sichtlich weniger aussagekräftig sind als die Werte der mittleren Längenänderung (Abb. 8c), die mit mathematisch - im Rahmen der physikalischen Möglichkeiten - offener Skala beispielsweise das Jahr 1947 als extremstes Schwundjahr der hundertjährigen Beobachtungsperiode deutlich herausheben.

Tabelle 34. Jährliche Längenänderung der Gletscher in den Schweizer Alpen von 1879/80 bis 1978/79

Tableau 34. Variation annuelle de longueur des glaciers des Alpes suisses, de 1879/80 à 1978/79

Nr.	Gletscher	Beobachtungsjahr																				
		1880	1881	1882	1883	1884	1885	1886	1887	1888	1889	1890	1891	1892	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899	
1	Rhone	-52	-55	-73	-18	-20	-10	-10	-12	-12	-11	-7	-5	-1	-2	-20	-20	-8	-12	-5	-10	
3	Gries (Aegina)	-600 <sup>33</sup>	.	.	.	-x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
4	Fiescher	-x <sup>10</sup>	.	.	.	-x	+x	.	.	.	+x	.	.	-6	-4	-5	-22	-34	-6	-2	-3	
5	Grosser Aletsch	-x <sup>10</sup>	-75 <sup>11</sup>	.	.	-x	.	.	.	-100	-x	-x	+x	-5	-7	-6	-5	-6	-10	-16		
6	Oberaletsch	-x	-275 <sup>11</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
7	Kaltwasser	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-x	.	.	-2	-7	-2	-15	-1	-1	+12	-2	
8	Tälliboden	-x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
10	Schwarzberg	.	.	-x	.	-x	.	.	.	.	.	+29	.	+x	.	.	.	.	.	.	.	
11	Allalain	-x	-x	-x	+x	+50 <sup>3</sup>	+x	+x	0	0	-x	+18	+x	+x	+6	+6	-6	-1	0	-12	-1	
13	Fee (Nord)	-x <sup>16</sup>	.	.	+x <sup>3</sup>	+50	+46	+20	+x	+x	+x	+43	.	+35	+6	-26	-5	-1	0	-1	-3	
14	Gorner	-x	-x	.	0	+x	+4 <sup>2</sup>	0	-x	-x	+x	.	0	.	-26	-26	.	-4 <sup>2</sup>	-9	-8	-3	
15	Zmutt	-x	-x	.	.	.	.	.	-x	.	.	.	.	.	-5	-3	.	-9 <sup>2</sup>	-12	-13	-27	
16	Findelen	.	-x	.	.	.	.	0	+x	.	+x	.	.	.	+30	+60	.	-6 <sup>2</sup>	-4	-9	-9	
17	Ried ((Gasenried))	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+14	+12	-15	.	
18	Lang ((Lötschen))	.	.	.	.	.	.	.	-x	0	-8	.	.	+12	+8	+7	+1	-1	-10	-1	.	
19	Turtmann	.	.	.	-x	.	-x	-63	-85	.	.	.	.	.	-112 <sup>6</sup>	+5	-2	-1	-9	-9	-6	
21	Bella Tola	-x <sup>2</sup>	.	.	.	.	.	-x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
22	Zinal ((Durand))	-x <sup>2</sup>	-x	.	.	.	.	-x	.	-x	.	.	.	-14	-24	-20	-100	-50	-50	-30	-60	
23	Moming	0	.	.	.	.	.	+x	+x	+x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
24	Moiry	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-5	-6	-7	-8	-4	+3	+4	-4	
25	Ferpêche	.	.	.	.	-x	.	-x	-x	.	-x	.	.	-5	+4	+7	0	-3	-11	-10	-3	
26	Mont Miné	.	.	.	.	-x	.	+y	-x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
27	Arolla bas	-x	.	.	.	-x	-x	-600 <sup>31</sup>	-26	-25 <sup>2</sup>	.	-x	-x	-1	+5	+9	-2	0	-16	-8	-38	
28	Tsidjiore Nouve	+x <sup>2</sup>	+x	+150 <sup>2</sup>	.	+x	+173 <sup>3</sup>	+20	+50	.	+50	+x	+x	+100	+102	+74	+25	+5	-73	-49	-43	
29	Cheillon	-x	.	.	.	.	-x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
31	Grand Désert	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-x	-15	-20	-5	-4	-5	-10	-20	
32	Mont Fort (Tortin)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-x	-18	-16	0	-10	0	-4	-12	
33	Tsanfleuron	.	.	.	.	-x <sup>2</sup>	-12	.	.	.	.	.	.	.	-28	-68	-42	-38	-7	-11	-56	
34	Otemma ((Hautemma))	-x <sup>5</sup>	0	.	.	.	.	.	-x	-x	-x	-3	-22	-x	-17	-15	-3	-43	-5	-17	-31	
35	Mont Durand	.	.	-x	.	.	.	.	-x	-x	-x	-x	-x	-5	-x	-18	-3	-5	-27	-7	-10	-15
36	Breney	.	0	.	.	.	.	.	-x	-x	.	.	+x	.	0	+x	+x	-5	-5	-3	-15	
37	Giétro	+x	+x	.	.	.	+x	.	.	.	+x	+21	+17	+x	-6	-1	+x	.	.	.	.	
38	Corbassière	.	.	.	.	.	.	.	.	-x	.	-30	-10	-10	-9	0	-4	-1	+7	+3	-8	
39	Valsorey	.	.	.	.	.	.	.	.	+x	.	-2	+17	+3	-3	-2	-5	-3	-3	-5	+1	
40	Tseudet	.	.	.	.	.	.	.	.	+x	.	.	+8	+x	+x	-x	+3	.	+4 <sup>2</sup>	-2	-3	
41	Boveyre	.	.	.	.	.	.	.	.	+x	.	+19	.	+20	+20	-9	+18	+17	+12	+14	+13	
42	Saleina	-40 <sup>2</sup>	.	.	.	.	.	-z	.	+x	-21	.	-x	+15	+8	-4	-2	+3	-8	-23	-17	
43	Trient	+14	-10	+4	+10	+10	+12	+19	+20	+20	+11	+12	+17	+15	+12	+8	+2	0	-1	-13	-7	
44	Paneirosse	-x <sup>20</sup>	.	.	.	.	-x	.	0	.	.	-x	.	.	.	-4	-4	0	-4	-1	-4	
45	Grand Plan Névé	-x <sup>20</sup>	.	.	.	.	-x	.	.	.	.	-x	.	.	.	-22	-8	0	-3	-2	-3	
46	Martinets	-x	.	.	.	.	-x	.	.	.	.	-x	.	.	.	.	-4	0	0	0	-1	
47	Sex Rouge	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+8	
48	Prapio	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-3	
50	Oberaar	-220 <sup>23</sup>	-x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
51	Unteraar	-35 <sup>5</sup>	-x	.	.	-23 <sup>4</sup>	.	+23 <sup>2</sup>	.	0	-10	.	-x	-200 <sup>7</sup>	-2	-30	-14	-3	-25	-14		
52	Gauli	.	.	.	.	.	.	0 <sup>4</sup>	-y	-x	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
53	Stein	.	.	-x	.	.	.	.	.	+x	.	.	-x	.	.	+4	-7	-1	+3	-12	-8	
54	Steinlimmi	.	.	-x	.	.	.	.	.	.	.	.	-x	.	.	.	.	.	.	.	.	
55	Trift (Gadmen)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-x	0	.	.	.	.	.	.	.	
56	Rosenloui	-x	.	+61 <sup>2</sup>	+24	+30	+x	+x	0	0	0	0	+x	.	.	-6	-23	-8	+25	+10	-2	
57	Ober Grindelwald	-1	+30	+x	+x	+x	.	+x	+x	+x	.	+x	+x	+x	.	+51	+10	-3	+24	+5	-3	
58	Unter Grindelwald	-50	-80	0	+10	+5	0	0	0	0	.	0	0	-x	-x	-7	0	0	0	0	-23	
59	Eiger	.	.	.	+70 <sup>8</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0 <sup>17</sup>	-70 <sup>10</sup>	0	0	0	0	-27	
60	Tschingel	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-5	-22	0*	-6 <sup>2</sup>	0*	-22 <sup>2</sup>	
61	Gamchi	.	.	.	.	+15	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-13	-4	-4	-3	-5	-3	
62	Schwarz	-x <sup>2</sup>	.	-x	.	.	.	.	.	.	.	-x <sup>9</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
63	Lämmern	-x <sup>2</sup>	.	-x	.	-x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
64	Blümlisalp	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-x	.	-6	-8	-5	-5	-2	-2	
65	Rätzli	.	.	-x	.	.	.	-x	.	-x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-x <sup>17</sup>	
67	Sankt Anna	-x <sup>25</sup>	.	-365 <sup>16</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
68	Kehlen	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-10	-14	0*	-10 <sup>2</sup>	.	-52	
71	Wallenbur (W'-bühl)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-14	-26	0*	+x*	-19 <sup>3</sup>	-13	
72	Brunni	.	.	.	-10	-23	-10	-110	-12	-5	-17	-14	-15	-30	-32	-31	-55	-3	.	.	-31	
73	Hüfi	.	.	-x	-27	-49	-43	-103	-18	0	-5	-28	-10	-11	-15	-8	-10	-9	.	.	-4	
75	Firnalpeli (Ost)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-6	0*	-11 <sup>2</sup>	-7	+1	

Tabelle 34. Fortsetzung 1 - Tableau 1. Continuation 1: Gletscher Nrn./Glaciers nos. 76-160 1880-1899

Nr.	Gletscher	Beobachtungsjahr																			
		1880	1881	1882	1883	1884	1885	1886	1887	1888	1889	1890	1891	1892	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899
76	Griessen (OW)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	0*	-10 <sup>2</sup>	-10	-4
77	Biferten	.	.	.	.	0	-x	.	.	.	-x	.	.	.	.	.	-6 <sup>2</sup>	0*	+x*	-12 <sup>3</sup>	.
78	Limmern	-x	.	.	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
81	Pizol	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+8	-20	0*	+13 <sup>2</sup>	-7	.
82	Lavaz	.	-x	.	.	.	.	-28 <sup>4</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	-x	.	.	.	.
83	Punteglias	.	.	.	.	.	.	-x <sup>4</sup>	.	.	.	.	.	.	-x <sup>3</sup>	.	.	0*	-6 <sup>2</sup>	-9	-16
84	Lenta	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0*	-8 <sup>2</sup>	-9	-12
85	Vorab	.	-x	-x	.	.	.	-300 <sup>4</sup>	.	.	.	.	.	-27 <sup>6</sup>	.	-20 <sup>2</sup>	0*	-8 <sup>2</sup>	-13	.	
86	Paradies	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-216 <sup>26</sup>	-8	.
88	Porchabella	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+7	-8	0*	-10 <sup>2</sup>	.	-8 <sup>2</sup>
90	Silvretta	.	.	.	.	.	.	-x <sup>4</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
91	Sardona	.	.	.	.	.	.	-x <sup>4</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0*	+9 <sup>2</sup>	-6	.
92	Roseg	.	-315 <sup>23</sup>	.	.	.	.	0	.	.	.	-x	.	.	.	+14	0*	+3 <sup>2</sup>	+8	-56	
94	Morteratsch	-1006	-41 <sup>3</sup>	-x	-16 <sup>2</sup>	-16	-24	-12	-20	-38	-14	-18	-18	-10	-24	.	-12	0*	-37 <sup>2</sup>	-12	+2
96	Tiatscha	.	.	.	.	.	.	-x	.	.	.	.	.	.	.	-800 <sup>44</sup>	.	.	.	.	.
98	Lischana	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0*	-5 <sup>2</sup>	+1	.
99	Cambrena	.	.	.	.	.	.	.	.	-12	+2	-4	-4	-3	.	.	.	.	.	.	.
100	Palü	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+4	0*	-24 <sup>2</sup>	-4	-11
102	Forno	.	-140 <sup>25</sup>	.	.	+x	.	-x	-x	.	.	.	.	.	.	.	-15	0*	-9 <sup>2</sup>	-12	-20
103	Bresciana	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-2 <sup>2</sup>	.
104	Basodino	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-x <sup>30</sup>	-14	-23	0	0*	+x*	+x <sup>3</sup>
105	Rossboden	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+5	0	0	0	0	0	0	-1
107	Bis	-x	.	.	+x	+x	.	+x	+x	+x	+x	.	.	.	.	.	.	-x	.	.	.
108	Orny	.	.	+x	+10	+15	-7	.	.	.	.	.	.	+11	.	.	.	.	.	.	.
109	Alpetli (Kander)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-8	-11	0*	+x*	+x*	-8 <sup>4</sup>
112	Dungel (Wildhorn))	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-21	-10	0*	-27 <sup>2</sup>	-27	-6
113	Gelten (West)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-25	+10	0*	+x*	-21 <sup>3</sup>	+17	.
115	Scaletta	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0*	+x*	+5 <sup>3</sup>	.
116	Albigna	.	-150 <sup>20</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
119	Cavagnoli	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-12	-11	-7	0*	-5 <sup>2</sup>	-4
120	Corno	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-x	.	-19 <sup>2</sup>	0*	+x*	.	.
124	Hohwäng	.	.	.	.	.	.	.	+x	.	+x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
125	Gabelhorn	.	.	.	+x	.	.	+x	+x	+x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
127	Dala (Fluh)	-x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-13	.	.	.	.	+18 <sup>5</sup>
128	Pièce (Torgnon)	.	.	.	+x	+50	+x	+x	+x	+x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
129	Aneuve	.	.	.	+x	+x	-z	.	.	-17	.	.	0	+4	0	-5	-4	+6	-5	-19	-11
130	Grands	.	-16	-2	+3	+3	+27	+17	+9	+6	.	+5	+4	.	.	.	+35 <sup>4</sup>	+x*	+x*	+x*	+10 <sup>4</sup>
131	Petit Plan Névé	.	.	.	.	.	-x	.	.	.	.	-x	.	.	.	.	0	0	-3	0	-1
132	Dard	.	-x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+2
133	Tierberg (Grimsel)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-x	.	.	.	.	.	.	.
134	Renfen	.	.	.	.	.	.	+x	.	.	.	+x <sup>4</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.
135	Witenwasserer	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-26	-18	0	.	.	.
136	Lucendro	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0*	+x*	-3 <sup>3</sup>	.
138	Kartigel	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-5	-6	0*	-5 <sup>2</sup>	-13	-6	.
139	Schlossberg (Glatt)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-16	-13	0*	+x*	-16 <sup>3</sup>	-9	.
140	Firnalpeli (West)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-8	0*	-8 <sup>2</sup>	+14	-4
141	Claridenfirn	.	.	.	.	.	-x	.	.	.	.	.	.	.	-3	-19	0*	+x*	+16 <sup>3</sup>	.	.
142	Segnes (Ober-)	-50 <sup>10</sup>	.	-x	.	.	.	-x <sup>3</sup>	.	+x <sup>2</sup>	.	.	.	-x <sup>5</sup>	-27	.	0*	-8 <sup>2</sup>	-40	-13	
143	Zapport	.	.	.	-75 <sup>12</sup>	.	.	-57 <sup>2</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-4
144	Tambo	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-4
146	Err (Nord)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	.	.	.	-5	0*	+x*	-6 <sup>3</sup>	-11
147	Schwarzhorn (Flüela)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0*	+x*	+4 <sup>3</sup>	.
148	Jöri	.	.	.	.	.	.	-x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0*	+x*	0 <sup>3</sup>	.
149	Fex	.	.	.	+x	.	-x	-x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
150	Picuogl (Agnel)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-17	0*	-13 <sup>2</sup>	-20	-2
155	Sassonero	+20 <sup>30</sup>	.	.	.	.	-40 <sup>10</sup>	.	.	.	.	+20 <sup>5</sup>	.	-20 <sup>3</sup>	-7	+6	0	0*	+2 <sup>2</sup>	-3	
156	Hohbalm	-x	.	-x <sup>3</sup>	+15	+x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
157	Sonadon	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-8	+x	+x	.	+x	.	.	.	.	.
158	Vélan	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+x	+x	+x	+x	+x	.	.	.	.	.
159	Petoudes	.	.	.	+x	+x	+x	+x	+x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
160	Roos (Ross, UR)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	-24	0*	+x*	-170 <sup>3</sup>	.

No. Glacier 1880 1881 1882 1883 1884 1885 1886 1887 1888 1889 1890 1891 1892 1893 1894 1895 1896 1897 1898 1899

Année d'observation

Legende siehe S. 267 - Légende voir p. 271

Tabelle 34. Fortsetzung 2 - Tableau 34. Continuation 2: Gletscher Nrn./Glaciers nos. 1-81 1900-1919

Nr.	Gletscher	Beobachtungsjahr																				
		1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909	1910	1911	1912	1913	1914	1915	1916	1917	1918	1919	
1	Rhone	-11	-16	-13	-12	-8	-22	-16	-25	-29	-21	-13	-10	-11	+14	.	+22 <sup>2</sup>	+15	+4	+15	+33	
2	Mutt ((Gratschlucht))	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+32	
4	Fiescher	-1	-2	-3	-2	-3	0	-3	-2	-4	-6	-3	-2	0	-6	.	-11 <sup>2</sup>	+7	+3	0	+8	
5	Grosser Aletsch	-30	-12	-6	-12	-20	-25	-12	-7	-1	-25	-20	-18	-3	-11	-7	-6	-36	-5	-9	-9	
6	Oberaletsch	.	.	.	.	.	.	-325 <sup>25</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
7	Kaltwasser	-2	+7	+6	+6	-2	-11	-8	-3	+1	-8	-6	-10	+7	-6	0	.	+4	.	0	+8	
10	Schwarzberg	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+150 <sup>30</sup>	.	.	.	+x	.	-140 <sup>6</sup>	+x	+x	+x	+52	
11	Allalin	-2	-27	-8	-2	-1	-1	-31	-1	0	-4	-2	-2	-2	-3	.	+50 <sup>6</sup>	+20	+30	+18	+22	
13	Fee (Nord)	-2	-x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-100 <sup>13</sup>	.	+x <sup>2</sup>	.	0 <sup>2</sup>	+10	
14	Gorner	-5	-10	-6	-5	-5	-5	-7	-2	-3	.	-17 <sup>2</sup>	-5	-7	-6	-8	-6	-10	-8	-7	-16	
15	Zmutt	-12	-10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
16	Findelen	-5	-15	-16	-12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+x	.	.	+17 <sup>3</sup>	
17	Ried ((Gasenried))	.	-1 <sup>3</sup>	-2	.	+6 <sup>2</sup>	-x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
18	Lang ((Lôtschen))	0	0	0	-7	-10	.	-27 <sup>2</sup>	-11	-1	-16	0	-14	-5	-2	0	.	+3 <sup>2</sup>	-2	+61	+67	
19	Turtmann	-9	-8	-4	-8	-10	.	-38 <sup>2</sup>	-7	+1	-10	-14	-18	-6	-29	-19	-6	+4	-22	-4	+16	
22	Zinal	-20	-10	-20	-13	-15	-10	-15	-12	-15	-16	-25	-22	-10	-10	-11	-23	-14	-42	-21	-26	
23	Moming	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+6 <sup>2</sup>	.	.	.	+13 <sup>2</sup>	+5	
24	Moiry	-10	-10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
25	Ferpècle	-11	-5	0	0	-3	-3	0	0	-22	-15	-22	-28	-11	-30	-35	-8	+6	-12	-6	-12	
27	Arolla bas	-9	-9	-2	-5	.	.	.	.	-3	-14	-45	-26	-26	-22	-17	-11	-3	-5	-6	-12	
28	Tsidjiore Nouvelle	-63	-69	-11	.	-21 <sup>2</sup>	-47	-27	-22	-12	-4	-17	-20	-3	-2	-20	+22	+25	+18	+20	+20	
29	Cheillon	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+x	
31	Grand Désert	-7	-19	-10	-4	-15	-40	-15	-15	-10	-12	-5	-20	-10	-8	0	-20	+13	-15	-17	-6	
32	Mont Fort (Tortin)	0	0	-16	.	.	.	.	-26	-4	-22	-2	-8	0	0	0	0	0	-4	0	0	
33	Tsanfleuron	+3	-17	+24	.	-132 <sup>2</sup>	-18	-10	+11	+6	-3	-14	-3	+9	0	+2	-8	-3	-5	0	-2	
34	Otemma	-12	-22	-5	0	-19	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
35	Mont Durand	-5	-13	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2+x	.	
36	Breney	-5	-15	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2+x	.	
37	Giétro	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+x	+x	0	0
38	Corbassière	-4	-2	0	.	-18 <sup>2</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
39	Valsorey	-5	-2	-2	-2	-3	-4	-5	-3	0	0	-3	-6	-1	-4	-3	-2	-8	0	-4	-4	
40	Tseudet	0	0	0	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
41	Boveyre	+9	+22	-8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
42	Saleina	-11	-13	-6	-5	-8	-6	-7	-5	-1	-9	-7	-26	-31	-13	-10	-12	+17	+28	+38	+19	
43	Trient	-6	-7	-5	-10	-18	-24	-18	-21	-27	-14	-7	-16	.	-11 <sup>2</sup>	-8	0	+15	+26	+27	+31	
44	Paneirosse	-4	-1	+3	-4	-8	-6	-8	-13	-10	-4	+3	-18	+14	0	.	-36 <sup>2</sup>	+10	0	-8	-32	
45	Grand Plan Névé	-2	-2	+2	-2	-4	0	-8	-3	+1	-8	+x	-3	+15	-3	.	-5 <sup>2</sup>	.	+x	+8	+7	
46	Martinetts	0	-1	+1	0	+1	0	-2	+1	0	-1	+1	-10	0	+1	+x	+16 <sup>2</sup>	+8	+4	+10	+200	
47	Sex Rouge	-13	+13	+11	+4	-17	.	+5 <sup>2</sup>	+8	+1	+2	+9	-11	.	+9 <sup>2</sup>	.	+5 <sup>2</sup>	+3	-6	.	+2 <sup>2</sup>	
48	Prapio	-5	0	+13	+4	-20	.	+9 <sup>2</sup>	-13	-4	.	+19 <sup>2</sup>	-14	+10	-x	.	-4 <sup>2</sup>	+13	-12	+7	+14	
51	Unteraar	-25	-8	-14	-14	-6	-8	-3	-7	-29	-1	-9	-10	+4	-14	-8	-12	-11	-7	-7	-8	
53	Stein	+2	-4	+6	-6	-13	0	-15	0	+6	-3	+3	-11	+3	+9	+6	+9	+14	+12	-6	+6	
56	Rosenlauri	-40	-x	-x	-x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+x	
57	Ober Grindelwald	+12	-6	0	+18	-12	-32	-13	-43	-34	-16	-11	0	+20	+17	+38	.	+62 <sup>2</sup>	+30	+63	+20	
58	Unter Grindelwald	-86	-34	0	-30	0	-53	-60	+20	+25	+10	+15	-40	+20	+20	+10	.	-40 <sup>2</sup>	-70	+10	+10	
59	Eiger	0	0	0	0	0	.	+34 <sup>2</sup>	-67	+35	-25	-10	+27	0	+14	+15	0	+14	+6	+13	+10	
60	Tschingel	-1	-4	0	-x	.	.	.	-20 <sup>5</sup>	.	-20 <sup>2</sup>	.	-60 <sup>2</sup>	.	.	.	.	.	.	0	.	
61	Gamchi	-2	-12	0	0	-2	-12	-7	+14	-4	+3	-2	-6	-1	+15	-1	+12	-3	+29	-2	+16	
63	Lämmern	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-11 <sup>2</sup>	
64	Blümlisalp	-4	-4	0	+1	+2	-12	+5	+4	-18	-8	-3	-8	-1	-1	-2	+10	0	+6	-3	+15	
65	Rätzli	-2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
68	Kehlen	-28	-15	+29	.	-18 <sup>2</sup>	.	-15 <sup>2</sup>	-6	.	-13 <sup>2</sup>	-10	-18	-5	-5	-2	+38	.	+31	+10	+20	
71	Wallenbur (-bühl)	-19	-19	0	.	.	-21 <sup>3</sup>	-15	-7	-15	+2	-7	-15	-3	-2	-8	-4	.	-2 <sup>2</sup>	+8	+23	
72	Brunni	-6	-23	-6	-5	-3	-21	-20	-9	-16	-2	-24	-18	-15	-6	-x	-32 <sup>2</sup>	-6	-17	.	0 <sup>2</sup>	
73	Hüfi	-13	-59	-9	-5	.	-14 <sup>2</sup>	-13	-3	-10	-2	0	-4	-3	-3	-10	-23	-2	+24	+10	+6	
75	Firnalpeli (Ost)	-28	0*	+x*	.	-2 <sup>4</sup>	-17	+5	-5	-4	+x	+11	+12	+x	0	.	.	+x	-1	.	+x	
76	Grïessen	.	-27 <sup>2</sup>	-2	-2	-9	-4	-32	-33	+6	-22	.	-3 <sup>2</sup>	.	+2 <sup>2</sup>	+10	.	0	-31	.	-7 <sup>2</sup>	
77	Biferten	.	-13 <sup>3</sup>	.	.	.	.	-8 <sup>5</sup>	.	-6 <sup>2</sup>	.	.	-38 <sup>3</sup>	0*	.	.	.	.	+88 <sup>6</sup>	+14	+18	
79	Sulz	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-13	.	.	.	+16 <sup>4</sup>	+x	+13	
81	Pizol	-3 <sup>2</sup>	0	-1	.	-1 <sup>2</sup>	0	0	0	-1	+3	+4	-7	+2	+7	+10	-6	+4	-21	+1	+2	

No. Glacier 1900 1901 1902 1903 1904 1905 1906 1907 1908 1909 1910 1911 1912 1913 1914 1915 1916 1917 1918 1919  
Année d'observation

Tabelle 34. Fortsetzung 3 - Tableau 34. Continuation 3: Gletscher Nrn./Glaciers nos. 82-160 1900-1919

Nr.	Gletscher	Beobachtungsjahr																				
		1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909	1910	1911	1912	1913	1914	1915	1916	1917	1918	1919	
82	Lavaz	-11	-15	-11	0*	-42 <sup>2</sup>	.	-32 <sup>2</sup>	-16	-16	-6	-19	-20	-12	-15	+20	.	-2 <sup>2</sup>	-14	-6	-19	
83	Punteglias	-4	-3	-12	-10	-8	-8	-4	-8	-10	-5	-11	-5	-10	+22	+15	.	.	-12 <sup>3</sup>	+6	-14	
84	Lenta	-10	-19	-10	.	-26 <sup>2</sup>	.	-21 <sup>2</sup>	+3	-13	.	+7	-13	.	+3	+12	+11	+22	+8	+297 <sup>2</sup>		
85	Vorab	-20 <sup>2</sup>	-6	-73	.	-14 <sup>2</sup>	.	.	+133 <sup>3</sup>	.	.	.	-18 <sup>4</sup>	.	.	.	.	.	.	.		
86	Paradies	-11	0	-3	+3	-22	.	-68 <sup>2</sup>	-32	-13	.	-13 <sup>2</sup>	-17	+11	-22	.	.	-14 <sup>3</sup>	+10	-10 <sup>2</sup>		
88	Porchabella	-11	-4	-6	-4	-8	-12	-7	-6	-7	-7	-3	-21	+14	-5	+1	.	-2 <sup>2</sup>	.	-6 <sup>2</sup>	+6	
91	Sardona	-1	0	0	.	-1 <sup>2</sup>	0	0	0	-1	+2	+4	-5	+3	+8	+6	-6	+5	0	-23	+19	
92	Roseg	-15	-12	-24	-35	-10	-21	-6	-3	-5	-49	-4	-32	0	-25	.	.	+20 <sup>3</sup>	+56	+25	+12	
94	Morteratsch	-5	-9	-8	-6	-6	0	-3	-7	-20	-30	-9	-20	+5	-10	.	.	-12 <sup>3</sup>	-6	-10	-5	
98	Lischana	-12	-11	-11	-6	-9	-10	-9	.	-3 <sup>2</sup>	-2	+10	-24	.	.	.	.	+2	+3	+16	+10	
100	Palü	-2	-8	-15	-13	-15	-18	-1	-52	-16	-37	-25	-27	-22	-24	-22	.	-12 <sup>2</sup>	.	+32 <sup>2</sup>	+66	
102	Forno	-13	-6	-10	-11	-11	-13	-12	-6	-25	-6	-19	-12	-14	-13	-14	.	.	+20 <sup>3</sup>	-14 <sup>3</sup>	-18	-2
103	Bresciana	+10 <sup>2</sup>	.	.	-12 <sup>3</sup>	-16	-9	.	-8 <sup>2</sup>	.	.	.	-14 <sup>4</sup>	.	+4 <sup>2</sup>	.	.	.	-4 <sup>4</sup>	.	-3 <sup>2</sup>	
104	Basodino	-78	-2	-8	-2	-11	-14	.	-40 <sup>2</sup>	.	+2 <sup>2</sup>	.	-38 <sup>2</sup>	.	+8 <sup>2</sup>	.	.	+2 <sup>3</sup>	.	.	+51 <sup>3</sup>	
105	Rossboden	-4	-3	-8	-4	-10	-6	-8	-5	-2	-1	-6	+10	+4	+7	+3	+26	+14	+15	+36	+30	
107	Bis	.	-3	-7	-8	-x	.	-20 <sup>3</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+x	
108	Orny	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+x	
109	Alpetli (Kander)	-16	-13	0*	+x*	-1 <sup>3</sup>	-1	+28	0	-x	-x	.	.	.	.	.	.	.	.	+x	+x	
112	Dungel (Wildhorn)	-13	-4	+4	-8	-3	.	-24 <sup>2</sup>	-12	-7	-7	.	-50 <sup>2</sup>	.	0 <sup>2</sup>	.	+118 <sup>2</sup>	-55	-57	-4	-5	
113	Gelten (West)	-42	-6	0	-x	-3	.	-16 <sup>2</sup>	-9	-7	-6	0*	-7 <sup>2</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	
115	Scaletta	-8 <sup>2</sup>	-7	-2	+3	-8	.	-10 <sup>2</sup>	.	+3 <sup>2</sup>	+7	0*	-9 <sup>2</sup>	.	.	.	.	.	.	-x	+6	
116	Albigna	.	.	.	.	-250 <sup>49</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
119	Cavagnoli	-13	-7	-4	+1	-1	-4	.	-35 <sup>2</sup>	.	.	-464 <sup>3</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
120	Corno	.	.	.	.	-50 <sup>7</sup>	-3	.	-10 <sup>2</sup>	.	-33 <sup>2</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
121	Tälli (Binn)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
122	Mittenberg	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+x	.
123	Turben	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+x	.
124	Hohwäng	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+x	+x
127	Dala (Fluh)	-32	-x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
129	Aneuve	-18	-22	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+17
130	Grands	.	.	+6 <sup>3</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+x	.
131	Petit Plan Nivé	0	-2	+4	-6	0	0	-3	-3	+4	-4	0	0	+6	-3	.	+4 <sup>2</sup>	+2	+2	+6	.	
132	Dard	-10	+5	+9	-32	+24	.	+5 <sup>2</sup>	-17	-7	+6	+12	-26	.	+8 <sup>2</sup>	.	+x	+30 <sup>3</sup>	+2	.	+2	
136	Lucendro	.	-35 <sup>3</sup>	.	.	-35 <sup>3</sup>	-6	.	.	.	-12 <sup>4</sup>	.	-65 <sup>2</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	
138	Kartigel	-4	-7	-2	.	-1 <sup>2</sup>	-13	-17	+11	-5	-10	+5	-5	-3	-1	-5	-4	+1	-12	+1	+45	
139	Schlossberg (Glatt)	-5	-4	+2	-4	-9	-6	-1	-6	-2	-4	.	-3 <sup>2</sup>	-1	0	0	0	0	0	0	.	
140	Firnalpeli (West)	-9	0*	-2 <sup>2</sup>	+2	-10	-7	+21	-6	+19	.	+13 <sup>2</sup>	+2	0	+9	+11	.	+11	+3	.	+x	
141	Claridenfirn	.	-36 <sup>3</sup>	.	.	.	.	-32 <sup>5</sup>	-11	-7	.	.	-20 <sup>3</sup>	0*	.	.	.	+x	+40 <sup>6</sup>	+x	+16	
142	Segnes (Ober-)	-12	-11	-111	.	-17 <sup>2</sup>	.	-62 <sup>2</sup>	-14	-4	-30	0*	-34 <sup>2</sup>	.	.	.	.	.	0	.	.	
143	Zapport	-13	-8	-1	+4	-10	.	-40 <sup>2</sup>	-27	-23	.	-90 <sup>2</sup>	-24	+12	+2	.	.	.	+5 <sup>3</sup>	+15	-4 <sup>2</sup>	
144	Tambo	-9	-4	-4	+1	-7	-5	-2	-4	-3	.	+4	-10	+10	-7	.	.	.	+1 <sup>3</sup>	+7	+25 <sup>2</sup>	
146	Err (Nord)	-2	0	-20	.	.	.	.	-1 <sup>5</sup>	-1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
147	Schwarzhorn	-10 <sup>2</sup>	-5	-1	0	-11	-7	-7	+1	-3	+8	0*	-7 <sup>2</sup>	.	.	.	.	.	.	+7	-3	0
148	Jöri	-10 <sup>2</sup>	-10	-2	.	.	.	-25 <sup>4</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
150	Picuogl (Agnel)	-16	-7	-11	+2	-17	+3	-4	-4	-17	-10	-2	.	-6 <sup>2</sup>	-1	-10	.	.	.	-12 <sup>3</sup>	+4 <sup>2</sup>	
153	Rotondo (Süd)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-160 <sup>16</sup>	.	.	.	.	.	+44 <sup>3</sup>	-26	.	+8 <sup>2</sup>
154	Muccia	+5	-x	0	+4	-20	-20	-57	+17	-2	-30	-11	-30	+8	+3	.	-14	+12	-8	-6	.	
155	Sassonero	-17	-2	0	+1	+28	-2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
157	Sonadon	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+x
159	Petoudes	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+x

Legende (vergleiche Legende zu Tabelle 8, S. 82, und Erläuterungen auf S. 261) - Légende voir p. 271

Längenänderung in Metern	Angabe bezieht sich auf:	Hinweis auf:
+ Zuwachs, Vorstoss	x <sup>n</sup> Längenänderung in mehrjährigem Intervall: n = Anzahl Jahre	↓ Trennung in 2 Gletscher: 1934 Turtmann-Brunegg, Roseg-Tschierva 1956 Ferpèche-Mont Miné, Kehlen-Rotfirn 1969 Grosser Aletsch-Mittelaletsch
0 unverändert, stationär	y Aenderung in der Breite: 1886 Mont Miné, 1887 Gauli	Messung am Fieschergletscher: vor 1959 an Westzunge (Glingelwasser) seit 1959 an Ostzunge (Weisswasser)
- Schwund, Rückzug	z Aenderung in der Dicke: 1885 Saleina, Aneuve 1900 Rätzli	
x Betrag nicht beziffert		
* Gletscherende nicht ausgeapert		
? unsicher		

Tabelle 34. Fortsetzung 4 - Tableau 34. Continuation 4: Gletscher Nrn./Glaciers nos. 1-72 1920-1939

Nr.	Gletscher	Beobachtungsjahr																				
		1920	1921	1922	1923	1924	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938	1939	
1	Rhone	+12	+22	-28	-9	-3	-12	+4	+6	-6	-5	-20	-16	-16	-9	-25	-17	-10	0	-5	-7	
2	Mutt	+12	+53	-51	0	.	.	.	+x	-10	0	-4	+6	-10	-4	-16	-7	.	.	-14 <sup>3</sup>	-8	
4	Fiescher	+6	-7	-4	-2	+3	+4	+8	+2	+1	-11	-8	+2	-2	-11	-30	-2	-4	-4	-3	-16	
5	Grosser Aletsch	-21	-30	-20	-78	-33	-10	-14	-25	-18	-14	-18	-4	-2	-3	-13	-1	-7	-18	-19	-18	
6	Oberaletsch	.	-x	.	.	.	.	.	.	-300 <sup>21</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
7	Kaltwasser	-2	-6	0	-9	-6	-9	.	-3	-10	-15	-6	-14	-12	-10	-7	.	+20 <sup>2</sup>	-44	-10	.	
8	Tälliboden	.	.	-x	0	-2	0	0	-x	-6	-2	.	-25 <sup>2</sup>	-11	-16	-4	.	.	.	-x	-x	
9	Ofental	.	.	-x	0	0	0	-7	.	-4	-3	-2	-12	-2	-13	-5	.	-8	.	-x	-x	
10	Schwarzberg	+70	.	+x	+x	+10	0	-110	-28	-22	-x	.	-35 <sup>3</sup>	-22	-16	-16	-52	0	-22	-17	-8	
11	Allalin	+27	+17	+15	+40	-18	-10	-7	-10	-2	0	-4	-10	-8	-10	-20	-29	-18	-29	-27	-29	
12	Kessjen	.	.	.	.	.	.	.	.	+x	0*	.	-10 <sup>3</sup>	-4	-4	.	.	.	.	.	.	
13	Fee (Nord)	+12	+10	+4	0	-2	-2	-5	-3	-7	-19	-15	-12	-16	-7	-12	-24	-21	-20	-60	-38	
14	Gorner	-14	-17	-12	-10	-12	-7	-6	-10	-6	-2	-16	-8	-10	-11	-14	-17	-16	-10	-10	-17	
15	Zmutt	.	.	-x	.	.	.	.	.	-11	-13	0	0	-2	.	.	.	-10 <sup>4</sup>	.	.	.	
16	Findelen	+35	.	+x	.	.	-x	-45 <sup>2</sup>	-11	-18	-24	-24	-26	+3	.	-44 <sup>2</sup>	.	-40 <sup>2</sup>	.	-50 <sup>2</sup>	.	
18	Lang ((Lôtschen))	+83	+51	+27	+15	+4	-8	-7	+27	+4	-2	+6	+5	0	-7	-32	-6	-22	-4	-8	-4	
19	Turtmann (West)	-2	+10	-2	-1	+6	-4	-2	-3	-21	-4	-12	-6	-9	-2	-28	+20	-32	-7	-20	-26	
20	Brunegg (T.Ost)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-x	.	.	.	
22	Zinal	+32	-16	-4	-2	-5	+2	+2	+4	0	0	.	-22	-2	+4	-4	+5	-5	-5	-8	+12	
23	Moming	.	.	.	.	.	.	.	+9	-2	0	.	-38 <sup>2</sup>	-8	+1	-30	-12	-18	0	-2	-4	
24	Moiry	.	.	.	.	.	-4	-6	-26	+12	0	.	-14 <sup>2</sup>	-5	-22	-16	-40	-12	-6	-23	+14	
25	Ferpèche	-8	-10	-6	-8	-4	-2	-6	-24	-4	-2	-8	-14	-4	+4	-23	-8	-2	-4	.	-16 <sup>2</sup>	
27	Arolla bas	-11	0	-4	0	-6	-4	+24	0	0	-11	-2	-4	-11	-10	-6	-4	-4	-10	.	-26 <sup>2</sup>	
28	Tsidjiore Nouve	+15	+6	-10	+13	-6	-4	-23	-14	-4	-26	-10	-22	-61	-35	-44	-19	-9	.	.	-42 <sup>3</sup>	
29	Cheillon	+x	+x	.	-x	.	-5	0	-5	-1	-7	-4	-2	-2	-4	-4	-2	-5	-19	-14	.	
30	En Darrey	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-440 <sup>49</sup>	.	0	-4	-8	-4	-1	-6	-3	-10	.	
31	Grand Désert	-20	-24	-19	-2	-14	-12	+2	-10	-14	-28	-12	-10	-10	-20	-20	-9	-10	.	-15 <sup>2</sup>	.	
32	Mont Fort (Tortin)	0	-8	0	0	0	-4	+4	-3	-6	-4	0	-2	-2	-5	-8	-4	-2	.	-5 <sup>2</sup>	.	
33	Tsanfleuron	-16	-20	-13	0	+1	-18	-2	-11	-21	-48	-24	0	-38	-13	-22	-5	+1	-26	-10	-6	
34	Otemma	-x <sup>3</sup>	-30	.	-x	-x	.	.	-100 <sup>3</sup>	.	.	-x	.	-32 <sup>2</sup>	.	.	.	.	.	.	.	
35	Mont Durand	.	+x	.	.	.	.	.	-x	.	.	-x	.	-8 <sup>5</sup>	.	.	.	.	.	.	.	
36	Breney	+x <sup>3</sup>	+x	.	-x	.	.	.	-x	.	.	-x	.	-11 <sup>2</sup>	.	.	.	.	.	.	.	
37	Giétro	0	-x	.	0	-x	-x	.	0	-x	.	-x	.	0	.	.	.	.	.	.	.	
38	Corbassière	.	.	.	-x	.	.	+x	-2	-4	.	-18 <sup>2</sup>	.	.	-48 <sup>3</sup>	-x	.	.	.	.	.	
39	Valsorey	-6	-2	-2	-4	-28	-x	0	0	0	0	0	0	0	-7	-6	-14	-8	0	0	-60	
40	Tseudet	.	.	.	+x	.	.	.	.	+x	.	.	.	-x	.	-x	.	.	.	.	.	
42	Saleina	+14	+10	+20	-12	-6	+19	+4	-10	+3	-7	-4	-6	0	-9	-20	-10	-10	-14	-11	-24	
43	Trient	+24	+20	+6	0	0	-5	-6	-2	-5	-5	-17	-16	-10	-16	-25	-20	-12	-25	-25	-14	
44	Paneirosse	-5	-20	+2	+2	0	-4	-11	+9	-120	-5	+12	-33	+18	+4	-6	-6	.	-31 <sup>2</sup>	-26	.	
45	Grand Plan Névé	-20	-16	.	+9 <sup>2</sup>	+7	.	+3	+4	-2	0	+2	.	+2 <sup>2</sup>	+8	-4	.	.	+20 <sup>3</sup>	-13	-16	
46	Martinet	-15	-10	.	+25 <sup>2</sup>	+8	0	+2	-1	+x	-12	-3	+4	+5	+4	.	-8 <sup>2</sup>	.	+8 <sup>2</sup>	-2	+2	
47	Sex Rouge	-3	-15	.	0 <sup>2</sup>	.	0	+x	+1	-6	-27	+30	-14	-4	+7	-7	+1	.	+5 <sup>2</sup>	+10	0	
48	Prapio	-21	-19	.	-8 <sup>2</sup>	-x	-21	+10	+16	-16	-x	+15	-5	-12	-8	+4	+x	.	0 <sup>2</sup>	-13	-4	
49	Pierredar	.	-x	.	-x	0	+x	0	0	-x	-x	0	.	0	.	0	.	.	.	.	.	
50	Oberaar	+x	-4	-x	.	.	.	.	-15	0	0*	-27 <sup>2</sup>	-4	-16	-31	-25	-13	-18	-18	-17	-14	
51	Unteraar	-8	-14	-14	-14	-14	-7	-7	-16	-10	-12	-14	-13	-12	-54	-67	-43	-41	-40	-30	-26	
52	Gauli	-x	-x	-x	-x	-x	-x	-x	-x	-x	-x	0	-x	-x	0	0	-x	0	0	0	0	
53	Stein	+8	+3	0	0	-3	-9	-5	-2	-14	-4	-2	0	-12	-9	-14	-16	0	-10	-29	-43	
55	Trift (Gadmen)	.	-x	-x	-x	-x	-x	-x	-x	-x	-x	-x	-x	-x	-x	-x	-x	-x	-x	-x	-x	
56	Rosenlaur	+x	+x	+x	+x	-10	-6	0	-10	-15	-13	-9	-18	-12	-12	-10	-23	-10	-11	-8	-x	
57	Ober Grindelwald	+45	+13	+5	+2	-2	-15	-10	-6	-10	-10	-41	-19	-29	-12	-x	-68 <sup>2</sup>	-14	-17	-30	-x	
58	Unter Grindelwald	+10	+22	+5	+12	+14	+9	+2	-1	+2	+7	-8	+5	+3	+2	0	-28 <sup>2</sup>	+2	.	-5	-15	-15
59	Eiger	+x	+3	0	0	-x	-20	-16	.	-7 <sup>2</sup>	-11	-4	0	-6	-3	-x	-13 <sup>2</sup>	.	-18	-8	.	
60	Tschingel	+x	+30 <sup>3</sup>	.	-x	.	+4	.	.	+x	0	.	.	+5 <sup>2</sup>	+x	-x	.	.	.	-28 <sup>3</sup>	.	
61	Gamchi	+11	0	-3	+15	0	-x	+x	-x	-17 <sup>2</sup>	-3	.	-15 <sup>2</sup>	-18	-5	.	-33 <sup>2</sup>	.	.	-10 <sup>3</sup>	.	
62	Schwarz	+x	+x	.	.	.	+1	+6	-2	+4	-4	0	+2	+1	-2	+10	0	+3	+2	-2	+10	
63	Lämmern	-3	-x	.	.	-x	-x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
64	Blümlisalp	+7	0	0	0	+2	+1	+7	-5	-10	-5	0	-7	-6	-6	-12	-8	-7	-10	-7	.	
65	Rätzli	.	-x	.	.	-x	-x	.	.	-11 <sup>3</sup>	-19	-4	-7	-14	-14	-16	-1	-7	-10	-26	-4	
66	Tiefen	.	.	.	0	.	.	+x	+8	-5	-10	-2	-4	-1	+6	-23	-5	-6	-7	-6	-4	
67	Sankt Anna	.	.	.	.	0	.	+x	+1	-10	-2	-4	+4	+2	-7	.	-43 <sup>2</sup>	-3	-4	-6	-3	
68	Kehlen	+22	+2	+4	-30	-9	-10	+14	-7	-18	+17	-10	-8	-18	-12	-6	-6	-2	-3	-5	-9	
70	Damma	+x	.	+10	0	.	-5 <sup>2</sup>	+13	-10	-4	+25	-18	-11	-6	-9	-46	-19	+12	-4	-5	-3	
71	Wallenbur ((-bühl))	+32	+18	+6	-31	+14	-4	+72	-8	+11	+11	-17	+16	-7	-33	+10	-8	-4	-5	-1	-13	
72	Brunni	-4	-22	+4	-6	-4	-14	-1	-19	-4	-4	-8	0	-12	-4	.	-25 <sup>2</sup>	+4	-10	-8	0	

Tabelle 34. Fortsetzung 5 - Tableau 34. Continuation 5: Gletscher Nrn./Glaciers nos. 73-160 1920-1939

Nr.	Gletscher	Beobachtungsjahr																				
		1920	1921	1922	1923	1924	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938	1939	
73	Hüfi	+51	-30	+14	-8	-4	+3	+5	+8	-4	+x	-2	-4	-2	+23	-19	-7	-20	-22	-33	-4	
74	Griess (Klausen)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+x	-8	+1	+1	-9	-5	-4	-4	+14	-20	+2	
75	Firnalpeli (Ost)	.	-15 <sup>2</sup>	+2	+3	-1	-14	+12	-8	-12	-24	-x	.	-2 <sup>2</sup>	-3	-2	-4	.	.	0 <sup>3</sup>	.	
76	Griessen (OW)	-8	-30	-x	+5 <sup>2</sup>	-10	-5	-6	-2	-24	-12	-2	.	.	-42 <sup>3</sup>	-12	-21	.	.	.	.	
77	Biferten	+105	-32	.	+40 <sup>2</sup>	.	.	+19 <sup>3</sup>	.	.	-28 <sup>3</sup>	0	0	-6	-6	-24	-8	-4	.	-12 <sup>2</sup>	.	
79	Sulz	.	-10 <sup>2</sup>	.	+3 <sup>2</sup>	.	.	+3 <sup>3</sup>	.	-2 <sup>2</sup>	0	-6	0	-2	+2	-2	+2	-6	-6	-2	.	
80	Glärnisch	.	.	.	.	.	.	-17 <sup>3</sup>	.	-x	-9 <sup>3</sup>	.	.	.	-23 <sup>4</sup>	-10	.	-18 <sup>2</sup>	.	-5 <sup>2</sup>	.	
81	Pizol	-6	-16	0	+4	-5	-13	+12	.	-14 <sup>2</sup>	-4	-16	+3	-5	+2	-59	+8	.	.	+3 <sup>3</sup>	.	
82	Lavaz	-12	-18	-7	-8	-6	-8	+5	-6	-10	-16	-4	-4	-8	-2	-16	-16	-7	-7	-7	.	
83	Punteglias	+15	-22	-42	-6	-7	+10	-5	-2	-12	-13	-4	-9	-4	-5	-8	-1	-3	-7	-4	.	
84	Lenta	-180	-299	.	.	.	-324 <sup>4</sup>	-10	.	-15	+15	0	-30	-6	-2	.	-10 <sup>2</sup>	-2	+6	.	.	
85	Vorab	.	-21 <sup>4</sup>	.	+4 <sup>2</sup>	.	-7 <sup>2</sup>	+9	-6	.	-16 <sup>2</sup>	-19	-2	-8	-6	-24	-6	-2	-4	-4	-4	
86	Paradies	-5	-55	-35	-x	-18	-16	-7	-21	-21	-17	-10	-10	-3	-10	-30	-24	.	.	-28 <sup>2</sup>	-45	
87	Surette	.	-x	-x	-x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
88	Porchabella	-1	-5	-5	-7	-5	-8	0	-8	-14	-8	-12	-13	-4	-10	-14	-10	-4	-12	-11	.	
89	Verstankla	.	.	.	.	.	.	.	-30	+10	-2	-6	-4	-8	-4	-4	.	-22 <sup>2</sup>	+8	-10	.	
90	Silvretta	+x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
91	Sardona	-10	-14	0	+4	-8	-5	+9	-2	-16	-6	-6	+4	-19	-8	-18	-3	.	-x <sup>2</sup>	.	.	
92	Roseg	+12	-4	-18	-32	-32	-24	-32	-34	-24	-10	-12	-12	.	.	-16 <sup>3</sup>	-11	-15	-10	-8	-24	
93	Tschierva	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
94	Morteratsch	-16	-6	-9	-10	-12	-6	-9	-9	-8	-11	-11	-12	-15	-4	-15	-14	-7	-12	-26	-34	
95	Calderas ((Picuogl))	.	-13	.	-14 <sup>2</sup>	-2	-6	+4	-14	-8	-8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
96	Tiatscha	.	.	.	.	.	.	.	-30	+57	-60	-4	-2	-7	-9	-20	+20	.	.	-8 <sup>3</sup>	.	
98	Lischana	+3	-16	.	-7 <sup>2</sup>	-12	+2	+28	-26	-6	-12	-10	.	-11 <sup>2</sup>	-4	+1	0	.	.	.	.	
100	Palü	+6	+23	-x	.	-7	+4	.	.	-5 <sup>2</sup>	-20	-16	.	-27 <sup>2</sup>	-39	.	.	.	.	.	.	
102	Forno	-4	-22	-11	-x	-9 <sup>2</sup>	-5	+x	.	-5	-14	-7	.	-22 <sup>2</sup>	-40	-15	+12	.	-17 <sup>2</sup>	.	-34 <sup>2</sup>	
103	Bresciana	.	-13 <sup>2</sup>	.	-34 <sup>2</sup>	+4	-6	+50	.	-34 <sup>2</sup>	.	-9 <sup>2</sup>	-16	+14	-13	.	.	.	-x <sup>4</sup>	-6	+2	
104	Basodino	.	+9 <sup>2</sup>	.	-4 <sup>2</sup>	-3	+10	-7	.	-9 <sup>2</sup>	-12	+10	-12	+18	-43	-26	.	.	+17 <sup>3</sup>	0	+15	
105	Rosboden	-20	+20	+37	+78	+40	+9	-12	-34	-4	-41	-51	+20	-7	-1	-14	-36	-16	-52	-119	.	
108	Orny	+2	-6	.	-9 <sup>2</sup>	-2	0	+4	-6	-6	-8	-6	+2	-x	.	-24 <sup>3</sup>	.	-24 <sup>2</sup>	.	.	.	
109	Alpetli	+x	0	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
112	Dungel ((Wildhorn))	+54	-81	-12	.	-x	-x	.	-x	-15	.	.	-4	0	-4	-9	0	.	0 <sup>2</sup>	.	-6 <sup>2</sup>	
115	Scaletta	.	+4	.	.	.	.	.	.	.	.	0	-6	-8	-4	+7	-6	.	.	.	.	
116	Albigna	.	.	-x	-x	.	.	-x	-4	-8	-4	.	-25 <sup>2</sup>	-8	-12	0	-2	.	.	-x <sup>3</sup>	.	
121	Tälli (Binn)	.	-x	.	.	.	+4	0	-8	-12	-12	0	+23	-30	-14	-13	-x	.	-15 <sup>3</sup>	.	+5 <sup>2</sup>	
122	Mittenberg	.	.	.	-x	.	0	+7	+2	-35	+2	-4	0	-6	-7	-10	-x	.	-11 <sup>3</sup>	.	.	
123	Turben	.	-x	.	-x	.	+2	+7	-2	-23	+2	-13	+7	-x	-12 <sup>2</sup>	.	.	.	.	.	.	
124	Hohwäng	+x	.	+x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
126	Jägi (Lötschental)	.	-x	+18	+9	+10	.	+12 <sup>2</sup>	+x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
127	Dala (Fluh)	0	-x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
129	Aneuve	+x	.	.	+x	-x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
131	Petit Plan Névé	.	+x	.	+10 <sup>2</sup>	+7	+2	+3	+19	-2	+3	+5	-7	+13	+1	+5	.	.	0 <sup>3</sup>	0	-2	
132	Dard	+x	-x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
133	Tierberg	.	+x	+x	+x	+x	+x	0	0	.	0	-x	0	-x	0	-x	.	-x	0	0	-x	
134	Renfen	.	+x	+x	+x	+x	+x	+x	+x	.	0	.	+x	0	0	0	.	0	0	0	-x	
135	Witenwasseren	0	.	.	0	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-15	-12	-9	.	
136	Lucendro	.	.	.	-x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
137	Schiessbach	.	+35	+28	-12	-21	-9	+32	-28	-31	+2	-21	+4	-17	-38	-8	-6	-16	+11	-9	-5	
138	Kartigel	-4	-15	+4	-6	-12	-20	+9	-6	-7	-11	-4	-10	+5	-7	-3	+8	-3	-12	-9	-4	
139	Schlossberg	+13 <sup>2</sup>	-18	-12	-2	-20	-14	+14	+2	-6	-11	-5	+2	-2	-1	-3	-9	-5	-1	-15	-2	
140	Firnalpeli (West)	+x	.	-x	-5	-x	-3	+x	.	-x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
141	Claridenfirn	+x	-86	.	+34 <sup>2</sup>	+x	-x	-3	.	-40 <sup>2</sup>	-37	+1	+35	-15	.	.	.	+3 <sup>3</sup>	-x	.	-5	
142	Segnes (Ober-)	.	+x	.	-14 <sup>2</sup>	.	-4	+5	-6	.	-10 <sup>2</sup>	.	-26 <sup>2</sup>	-12	-4	-16	-6	.	.	.	.	
143	Zapport	+17	-18	-4	-x	-2	-14	+11	+14	-10	-15	.	-24 <sup>2</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	
144	Tambo	-4	-5	-4	-5	-1	-1	.	+10	-11	-20	-4	-2	-3	-4	-10	-6	.	.	.	.	
145	Uertsch	.	-8	.	-4 <sup>2</sup>	-9	-9	.	-5	-15	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
147	Schwarzhorn	+2	-10	.	.	.	-2	+2	+2	+2	-2	-1	0	0	-6	-4	-5	.	-6	-6	.	
149	Fex	.	.	-x	-x	-x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
150	Picuoagl (Agnel)	+x	-11	.	.	.	-4	-2	-10	-16	-8	-7	.	-14 <sup>2</sup>	-6	-10	-6	.	-22 <sup>2</sup>	.	.	
151	Laviner (Jenatsch)	.	-20	.	-24 <sup>2</sup>	-2	-4	+4	-6	-17	-7	.	.	.	.	-47 <sup>5</sup>	.	.	.	.	.	
152	Cantone	.	.	.	.	.	.	+x	-6	-4	-4	.	-14 <sup>2</sup>	-2	-8	-8	-8	.	.	-21 <sup>3</sup>	.	
153	Rotondo (Süd)	.	0 <sup>2</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
154	Muccia	-11 <sup>2</sup>	-60	.	-63 <sup>2</sup>	-19	-17	-15	-112	-28	-28	-6	.	0	-32	-47	.	.	.	.	.	
155	Sassonero	.	.	.	.	-x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
157	Sonadon	.	.	.	.	.	.	.	.	+x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

No. Glacier 1920 1921 1922 1923 1924 1925 1926 1927 1928 1929 1930 1931 1932 1933 1934 1935 1936 1937 1938 1939  
Année d'observation

Legende siehe S. 267 - Légende voir p. 271

Nr.	Gletscher	Beobachtungsjahr																				
		1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	
1	Rhone	+7	+14	-10	-10	-135	-15	-30	-80	-30	-22	-20	-7	0	0	0	0	0	-9	-2	-8	
2	Mutt	-3	.	-27 <sup>2</sup>	-x	-25	-x	-17	-46	-x	-32	-12	-10	-41	-19	-x	-19	0	-14	-10	-x	
4	Fiescher (West)	+8	+2	-10	-4	-6	-3	-4	-10	-4	-4	-6	-2	-2	-4	-2	-4	-3	-2	-5	-2	
5	Grosser Aletsch	-21	-20	-2	-26	-24	-12	-14	-24	-7	-9	-10	-15	-24	-29	-9	-44	-6	-24	-20	-10	
6	Oberaletsch	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-240 <sup>30</sup>	.	
7	Kaltwasser	.	-126 <sup>3</sup>	-86	-74	.	-100 <sup>2</sup>	-4	.	-110 <sup>2</sup>	-41	-16	+8	.	-71 <sup>2</sup>	+8	0	-44	-18	-36	-17	
8	Tälliboden	-33 <sup>6</sup>	.	.	-73 <sup>2</sup>	.	+6 <sup>2</sup>	+5	-24	-4	-20	-18	0	-14	-23	-10	-9	+2	-10	0	0	
9	Ofental	-32 <sup>4</sup>	.	.	.	.	.	0	.	-3	-12	-10	-6	-6	-12	-2	-14	-1	-6	-2	-8	
10	Schwarzberg	.	.	.	.	.	.	-12	-38	-4	-42	-20	-10	-6	-12	-8	-18	-9	-8	-10	-6	
11	Allalin	-4	.	+8	-6	.	.	-190 <sup>3</sup>	-140	-5	-55	-19	-8	-22	-19	-20	+13	-24	+15	+2	+2	
12	Kessjen	.	.	.	.	.	.	0	-5	-2	-8	-10	-5	-9	-30	-1	-10	0	-2	-12	-7	
13	Fee (Nord)	-18	-26	-20	-6	+8	-20	-10	-30	-12	-20	-18	-28	-6	-30	-x	.	-520 <sup>3</sup>	.	+35 <sup>2</sup>	+9	
14	Gorner	-8	-8	-40	-5	-20	-23	-34	-19	-16	-23	-95	-186	-24	-27	-30	-20	-24	-36	-20	-56	
15	Zmutt	.	.	.	-128 <sup>7</sup>	.	.	.	-64 <sup>4</sup>	.	-23 <sup>2</sup>	-14	-8	.	-51 <sup>2</sup>	-6	-4	.	-24 <sup>2</sup>	-36	-32	
16	Findelen	.	.	.	-53 <sup>5</sup>	.	.	.	-178 <sup>4</sup>	-24	-29	-21	-17	-19	-26	-15	-10	.	-24 <sup>2</sup>	-478	-41	
17	Ried	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-9	-24
18	Lang ((Lötschen))	-10	-14	-26	-40	-16	-26	-6	-12	.	-12 <sup>2</sup>	-22	-14	-8	-10	-6	-6	-12	-5	-12	-14	
19	Turtmann (West)	+13	-86	-6	-25	+4	-28	-3	-14	-2	-14	-18	-30	-10	-6	-32	-10	-29	-12	-66	-10	
20	Brunegg (T.Ost)	.	-100 <sup>7</sup>	-x	-15	-28	-30	-12	-16	-19	-28	-79	-16	-39	-29	-53	-2	-93	-8	-5	-7	
21	Bella Tola	.	.	.	.	.	.	+10	-10	-7	+6	-15	-4	.	-7 <sup>2</sup>	-6	+7	.	+22 <sup>2</sup>	+4	-32	
22	Zinal ((Duran))	-10	0	-14	-11	-7	-28	-9	-4	-8	-11	-8	-3	-5	-6	-10	+2	-4	-8	-10	-14	
23	Moming	-14	-28	-6	-7	-16	-6	-2	-20	-4	-13	-12	-2	-18	-6	-32	-7	-4	-8	-10	-16	
24	Moiry	-6	-6	-16	-1	-2	-16	-8	-20	-2	-20	-3	-4	0	-6	-2	0	-17	-6	-14	-6	
25	Perpècle	-8	-6	-14	-9	.	-18 <sup>2</sup>	-32	-22	-14	-10	-6	-9	-8	-61	-18	-11	-47	-34	-42	.	
26	Mont Miné	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	†	-6	-54	.	
27	Arolla bas	-19	-3	-22	-21	.	-37 <sup>2</sup>	-16	-23	-17	-3	-24	-18	-25	-6	-5	-34	-13	-24	-10	-21	
28	Tsidjiore Nouve	-24	0	-26	+15	.	-26 <sup>2</sup>	+20	0	+3	-23	-3	-39	-13	-15	-4	-1	-6	-9	-12	-4	
29	Cheillon ((Duran))	-72	-3	-8	-2	-12	-2	-2	-9	-3	-9	-2	-5	-4	-11	-6	-1	-2	-18	-2	-6	
30	En Darrey	-3 <sup>2</sup>	-6	-4	-10	-13	-8	-6	-5	-9	-8	-11	-7	-6	-4	-7	+32	-26	+27	-41	-70	
31	Grand Désert	-6 <sup>2</sup>	-14	-32	-24	-21	-18	-4	-28	-6	-23	-15	-5	-7	-13	-9	+20	-18	-7	-7	-24	
32	Mont Fort ((Tortin))	-4 <sup>2</sup>	-1	-10	-12	-11	-12	-1	-13	0	-14	-6	-3	-8	-4	-2	+3	-10	-2	-6	-10	
33	Tsanfleuron	-5	+1	-11	-14	-33	-3	-10	-41	-3	-23	-59	-18	-24	-6	-34	+8	+16	-6	-39	-82	
34	Otemma	.	.	.	.	.	.	.	-x	.	.	-x	.	.	.	.	-10	-20	0	-22	-15	
35	Mont Durand	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-30 <sup>2</sup>	-53	.	
36	Breney	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-7	-6	-9	-9	-16	-13	
37	Giétro	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-x	.	.	.	.	-6 <sup>2</sup>	-3	0	0 <sup>2</sup>	
38	Corbassière	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-x	-x	.	-114 <sup>3</sup>	.	-14 <sup>2</sup>	-18	-14	-46	-12	
39	Valsorey	-x	-4	-14	-14	-25	-44	.	-10 <sup>2</sup>	-37	-8	-26	-20	.	-58 <sup>2</sup>	-29	0	-21	-22	-15	-31	
40	Tseudet	.	.	-x	-x	-x	.	.	.	-x	.	.	.	.	.	.	.	.	-14	-5	-20	
42	Saleina	-24	-5	-26	-6	-2	0	-12	-32	-18	-28	-33	-19	-26	-14	-45	-19	-20	-9	-11	-46	
43	Trient	-21	-6	-6	+3	-3	-15	-16	-17	-15	-28	-26	-36	-43	-34	-36	-54	-20	-20	+15	+8	
44	Paneirosse	.	?+45 <sup>3</sup>	.	.	.	.	.	-331 <sup>6</sup>	-4	-x	.	.	.	-73 <sup>4</sup>	-1	0	.	-2 <sup>2</sup>	+2	-x	
45	Grand Plan Névé	.	-11 <sup>2</sup>	.	+41 <sup>2</sup>	.	.	-60 <sup>3</sup>	-36	-2	-11	+19	+2	.	-8 <sup>2</sup>	-20	+6	.	-11 <sup>2</sup>	.	-3 <sup>2</sup>	
46	Martinets	.	-6 <sup>2</sup>	.	0 <sup>2</sup>	.	.	-46 <sup>3</sup>	-13	.	+6 <sup>2</sup>	-10	-10	.	-12 <sup>2</sup>	-2	+2	.	-8 <sup>2</sup>	+1	-4	
47	Sex Rouge	-x	+37	.	.	-90 <sup>3</sup>	.	+88 <sup>2</sup>	-91	.	+32	-15	+22	+15	.	+73 <sup>2</sup>	+2	0	-3	-1	-4	
48	Prapio	+15	-6	-47	-x	-58 <sup>2</sup>	.	+64 <sup>2</sup>	-88	.	+12	-26	+25	-7	.	+60 <sup>2</sup>	+15	+2	-12	+2	-2	
50	Oberaar	-11	-7	-22	-18	-22	-13	-20	-23	-13	-27	-26	-27	-36	-6	-91	-98	-75	-44	-37	-60	
51	Unteraar	-14	-26	-11	-29	-26	-10	-11	-17	-23	-23	-12	-10	-26	-11	-17	-13	0	-5	-2	-6	
53	Stein	-11	-4	-3	0	0	0	0	0	0	0	-x	0	-x	0	-20	-17	-12	-8	-7	-22	
55	Trift ((Gadmen))	-x	.	.	.	.	.	.	.	-x	-x	.	-x	.	.	.	.	.	.	.	.	
56	Rosenlauri	.	.	.	.	.	.	.	-x	-x	-x	-x	-x	.	.	-14	-x	.	.	.	.	
57	Ober Grindelwald	-x	-x	-38 <sup>4</sup>	-4	-x	-24 <sup>2</sup>	-6	-23	-6	-x	-51 <sup>2</sup>	0	-x	-67 <sup>2</sup>	-11	-x	-x	-x	-x	-142 <sup>5</sup>	
58	Unter Grindelwald	-15	-20	-10	-10	-6	-20	-25	-32	-25	-19	-x	-40 <sup>2</sup>	-19	-63	-43	-30	-16	-14	-16	-38	
61	Gamchi	.	-20 <sup>3</sup>	.	.	-1 <sup>3</sup>	-1	-4	.	-9 <sup>2</sup>	-8	-9	-4	.	-9 <sup>2</sup>	0	-3	-4	-3	-13	-x	
62	Schwarz	.	+16 <sup>2</sup>	+4	.	0 <sup>2</sup>	.	-3 <sup>2</sup>	+2	0	0	-4	-7	-5	0	-4	0	+1	-1	-2	-x	
64	Blämlisalp	-10 <sup>2</sup>	0	-7	-12	.	-6 <sup>2</sup>	-14	-7	-12	-15	-23	-18	-18	-1	-5	0	.	-12 <sup>2</sup>	-x	-37 <sup>2</sup>	
65	Rätzli	.	-42	-16	-26	.	.	-28 <sup>3</sup>	-34	-14	-28	-32	-16	.	-36 <sup>2</sup>	.	.	-68 <sup>3</sup>	-43	-47	-17	
66	Tiefen	-1	-4	-10	-13	-16	-5	.	-11 <sup>2</sup>	-12	-15	-12	-15	-11	-18	-22	+10	-13	-12	-6	-16	
67	Sankt Anna	0	-4	-4	-11	0	-2	-3	-6	-27	-9	-15	-2	-32	-10	-30	-2	-20	-11	-8	+4	
68	Kehlen	+2	-12	-2	-4	-12	-14	-25	-32	-18	-23	-8	-26	-33	-21	-38	+4	-14	-22	-14	-23	
69	Rotfirn ((Nord))	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	†	-8	-26	+12	

No. Glacier

1940 1941 1942 1943 1944 1945 1946 1947 1948 1949  
Année d'observation

Tabelle 34. Fortsetzung 7 - Tableau 34. Continuation 7: Gletscher Nrn./Glaciers nos. 70-160 1940-1959

Nr. Gletscher	Beobachtungsjahr																					
	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959		
70 Damma	-13	-8	-20	-17	-9	-24	-13	-12	-11	-18	-18	-5	-20	-38	-3	+14	-10	-22	+12	.		
71 Wallenbur ((-bühl))	-3	-16	-13	-21	-12	+18	-8	-18	-4	-10	-25	-26	.	-13	0	.	-18 <sup>2</sup>	-21	-28	.		
72 Brunni	0	-10	-10	-2	-6	-38	-11	-18	-4	-21	-x	-10 <sup>2</sup>	-8	-25	-14	-3	-4	.	-8 <sup>2</sup>	.		
73 Hüfi	0	+6	-6	-36	+13	+7	-19	-14	-24	-33	.	-13 <sup>2</sup>	-12	-10	-8	-6	-4	-25	-37	.		
74 Griess (Klausen)	+6	-7	-4	+1	-5	.	-4 <sup>2</sup>	-4	+10	-11	-4	+1	.	.	-3 <sup>3</sup>	0	.	.	-5 <sup>3</sup>	+2		
75 Firnalpeli (Ost)	.	+2 <sup>3</sup>	.	.	.	.	-x <sup>5</sup>	-14	+7	.	-16 <sup>2</sup>	.	.	-2 <sup>3</sup>	.	.	+22 <sup>3</sup>	+12	-31	.		
76 Griessen (OW)	.	.	.	-20 <sup>2</sup>	.	.	.	-53 <sup>4</sup>	+4	.	-25 <sup>2</sup>	.	.	-24 <sup>3</sup>	.	.	+23 <sup>3</sup>	+9	-30	.		
77 Biferten	-x <sup>2</sup>	.	.	.	-x	-x	.	.	.	-x <sup>4</sup>	.	.	.	.	.	.	.	-90 <sup>8</sup>	-2	-4	.	
78 Limmern	.	.	.	.	.	.	.	-11 <sup>2</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-78 <sup>12</sup>	.	
79 Sulz	-9 <sup>2</sup>	+6	.	-10 <sup>2</sup>	-x	0	-6	-6	+3	-x	-16 <sup>2</sup>	0	-1	.	-x	+4	.	+2	-7	.		
80 Glärnisch	.	-5 <sup>3</sup>	.	-14 <sup>2</sup>	.	-3 <sup>2</sup>	.	-40 <sup>2</sup>	-9	-x	.	.	.	.	.	.	.	-14 <sup>9</sup>	-x	-5 <sup>2</sup>	.	
81 Pizol	.	+36 <sup>3</sup>	-12	.	.	+2 <sup>3</sup>	+2	-74	+53	-80	-26	-14	.	+18 <sup>2</sup>	.	.	+16 <sup>3</sup>	0	-38	-37	.	
82 Lavaz	-22 <sup>2</sup>	-18	-14	-24	-5	.	-12 <sup>2</sup>	-22	0	-18	-12	+12	-4	-24	-22	+15	.	-28 <sup>2</sup>	-25	-3	.	
83 Punteglias	-18 <sup>2</sup>	-16	-9	.	-14 <sup>2</sup>	-7	.	-42 <sup>2</sup>	-12	-60	-40	-4	.	-22 <sup>2</sup>	-5	-7	-10	-2	-9	-8	.	
84 Lenta	-4 <sup>3</sup>	-2	-10	-8	-26	-9	-4	-19	-7	-5	-22	-4	.	-64 <sup>2</sup>	-10	-3	-8	-56	-8	-8	.	
85 Vorab	.	-2 <sup>2</sup>	-8	-48	+8	-2	-2	-33	+20	-43	-34	-34	.	-27 <sup>2</sup>	0	-14	-19	.	.	-22 <sup>3</sup>	.	
86 Paradies	.	-18 <sup>3</sup>	-20	-40	.	-23 <sup>2</sup>	-14	-46	-62	-4	-82	+70	.	-131 <sup>2</sup>	-20	-54	-40	-34	-16	-31	.	
87 Suretta	.	.	.	-14	.	-17 <sup>2</sup>	-2	.	0 <sup>2</sup>	-23	-20	+145	.	-72 <sup>2</sup>	-17	+23	-8	-51	-16	-16	.	
88 Porchabella	-16 <sup>2</sup>	-8	.	-23 <sup>2</sup>	.	-10 <sup>2</sup>	-28	-41	-14	-26	-34	-23	.	-34 <sup>2</sup>	-10	.	-30 <sup>2</sup>	-8	-22	.	.	
89 Verstankla	-13 <sup>2</sup>	.	-28 <sup>2</sup>	-14	.	-15 <sup>2</sup>	+24	-56	-13	-21	-20	+18	.	-34 <sup>2</sup>	.	-x <sup>2</sup>	.	+43 <sup>2</sup>	-11	-20	.	
90 Silvretta	.	.	.	.	.	-x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-8	-9	-16	.
91 Sardona	.	+3 <sup>4</sup>	.	.	.	-133 <sup>4</sup>	-10	-25	+28	-24	-4	-34	.	+29 <sup>2</sup>	-7	.	-9 <sup>2</sup>	0	-12	-7	.	
92 Roseg	-12	-18	-8	-12	-5	-26	-14	-12	-8	-x	-109 <sup>2</sup>	.	.	.	.	-255 <sup>5</sup>	.	-78 <sup>2</sup>	-32	-26	.	
93 Tschierva	.	.	.	-250 <sup>9</sup>	+2	-9	-12	-13	-11	-13	-30	-24	.	-52 <sup>2</sup>	-33	-37	.	-117 <sup>2</sup>	-40	-18	.	
94 Morteratsch	-42	-22	-22	-20	-34	-22	-20	-48	-12	-19	-20	-26	.	-48 <sup>2</sup>	-36	-16	-20	-31	-46	-39	.	
95 Calderas	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-38 <sup>2</sup>	-8	-5	.	-18 <sup>2</sup>	-8	-17	.	
96 Tiatscha	+13 <sup>2</sup>	-32	-18	-24	+2	-51	-9	-30	.	-x <sup>2</sup>	-x	-x	-10	-12	-17	-3	-3	+10	-14	+14	.	
97 Sesvenna	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-4	-8	-6	.	
98 Lischana	-18 <sup>5</sup>	.	-16 <sup>2</sup>	.	.	-6 <sup>3</sup>	0	-18	.	-15 <sup>2</sup>	-10	0	.	-14 <sup>2</sup>	.	0 <sup>2</sup>	0	+14	-30	-10	.	
99 Cambrena	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-2	-5	-2	-3	.	.
100 Palü	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-542 <sup>18</sup>	-14	-16	-24	-20	-20	.	
101 Paradisino (Campo)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-4	0	-15	+1	.
102 Forno	-42	.	-36 <sup>2</sup>	-18	.	-23 <sup>2</sup>	-19	-30	-28	-40	-26	-22	.	-38 <sup>2</sup>	-28	-14	-24	-31	-28	.	.	
103 Bresciana	0	+11	-3	-7	-2	-6	.	-105 <sup>2</sup>	.	-18 <sup>2</sup>	-22	-x	-6	-8	-6	-4	-14	-18	-22	22	.	
104 Basodino	+19	.	-53 <sup>2</sup>	.	-12 <sup>2</sup>	-1	-19	-116	+2	-78	+24	.	.	.	.	.	-45 <sup>6</sup>	-18	-8	-7	.	
105 Rossboden	-2 <sup>2</sup>	+15	+12	-6	-10	-8	+16	-2	0	-11	-5	+7	-7	-8	-4	-2	.	-2	-2	-11	.	
108 Orny	.	.	.	+21 <sup>7</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
112 Dungal ((Wildhorn))	.	+11 <sup>2</sup>	.	-16 <sup>2</sup>	.	.	+10 <sup>3</sup>	.	.	-11 <sup>3</sup>	.	.	.	0	.	.	.	+12 <sup>3</sup>	+2	-1	-x	.
116 Albigna	-x <sup>2</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-750 <sup>49</sup>	.	.	.	.	.
121 Tälli (Binn)	.	.	-27 <sup>3</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
122 Mittenberg	.	.	-61 <sup>5</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
129 Aneuve	.	.	.	.	-x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
131 Petit Plan Névé	.	-34 <sup>2</sup>	.	+21 <sup>2</sup>	.	.	-30 <sup>3</sup>	-18	0	-28	.	-7 <sup>2</sup>	.	-123 <sup>2</sup>	+109	+4	.	.	.	.	.	
137 Schiessbach	+14	+21	-4	-7	-16	-14	-23	-38	+4	-18	-14	-147	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
138 Kartigel	-4	-9	-4	-7	-17	.	-6 <sup>2</sup>	-7	-1	.	-10 <sup>2</sup>	0	-11	-2	.	.	.	.	.	.	.	
139 Schlossberg (Glatt)	-3	0	-x	0	-x	-2	-35	-20	-12	-27	-10	-46	.	-2	.	.	+105 <sup>3</sup>	.	.	.	.	
141 Claridenfirn	-x <sup>2</sup>	.	-250 <sup>22</sup>	-x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
147 Schwarzhorn (Flüela)	.	-10 <sup>3</sup>	.	-2 <sup>2</sup>	.	-8	0	-18	0	-8	-12	0	.	-16 <sup>2</sup>	-6	.	.	.	.	.	.	
150 Picuogl (Agnel)	.	-29 <sup>4</sup>	-10	-14	-4	-11	-12	-13	-6	-14	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
152 Cantone	-17 <sup>2</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Légende (confère légende du tableau 8, p. 82, et notes explicatives p. 261) - Legende siehe S. 267

Variation de longueur en mètres	Observation référant à la	Indication de la:
+ en crue, avance	x <sup>n</sup> variation de longueur en intervalle pluriannuel: n = nombre d'années	† séparation en 2 glaciers:
0 inchangé, stationnaire		1934 Turtmann-Brunegg, Roseg-Tschierva
- en décrue, recul	y variation en largeur:	1956 Ferpècle-Mont Miné, Kehlen-Rotfirn
x valeur non chiffrée	1886 Mont Miné, 1887 Gauli	1969 Grosser Aletsch-Mittelaletsch
* front du glacier non déneigé	z variation en épaisseur:	langue observée du glacier de Fiesch:
? incertain	1885 Saleina, Aneuve	1.occidentale (Glingelwasser) avant 1959
	1900 Rätzli	1.orientale (Weisswasser) dès 1959

Nr.	Gletscher	Beobachtungsjahr																			
		1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
1	Rhone	-7	-4	-3	-86	-6	-12	+11	-5	-11	+6	0	+7	-10	-5	+3	+17	-18	+15	+7	-3
2	Mutt	.	+5 <sup>3</sup>	-14	-4	-8	0*	+12 <sup>2</sup>	-5	-4	+2	+2	-2	+3	0	+2	+3	-2	+x*	+19 <sup>2</sup>	+31
3	Gries (Aegina)	.	.	-21	-17	-24	-11	-159	-36	-34	-18	-26	-19	-8	-36	-7	-6	-36	-5	-5	-22
4	Fiescher (Ost)	-7	-38	-57	-3	-36	-23	-15	-28	-10	-23	-11	-19	-19	-22	-24	-30	-21	-13	+19	-8
5	Grosser Aletsch	-23	-19	-25	-15	-26	-63	-74	-36	-8	-16	-25	-34	-28	-42	-40	-2	-10	-27	-28	-22
6	Oberaletsch	.	.	.	.	-15 <sup>7</sup>	-9	-8	-19	-8	-5	0	-8	-7	-14	-8	0	-7	0	-2	0
7	Kaltwasser	.	-24 <sup>2</sup>	-6	-3	-4	-6	.	-37 <sup>2</sup>	0	-6	-10	-16	.	.	.	0*	-11 <sup>5</sup>	+62	+36	-12
8	Tälliboden	.	+5 <sup>2</sup>	-3	.	-7 <sup>2</sup>	0*	+5 <sup>2</sup>	-6	-3	0	-3	0*	+x*	-3 <sup>3</sup>	0	+9	-22	0*	+x*	+x*
9	Ofental	.	.	+4 <sup>3</sup>	.	-8 <sup>2</sup>	0*	-13 <sup>2</sup>	-6	-4	0	-9	-x	.	.	.	.	.	0*	+x*	+x*
10	Schwarzberg	-x	-x	-5 <sup>3</sup>	-20	-8	-4	-4	-3	-6	0	-5	-2	+5	-6	-1	+8	-2	+13	+14	+10
11	Allalin	-29	+35	-12	+6	-23	-394	+101	+9	+109	+12	+173	-9	+3	+25	+9	+44	-17	+4	+20	+96
12	Kessjen	.	-6 <sup>2</sup>	-9	-4	-16	0*	+10 <sup>2</sup>	-4	0	0	-6	-2	0*	-13 <sup>2</sup>	-x	+5 <sup>2</sup>	-12	0*	+x*	+x*
13	Fee (Nord)	.	+33 <sup>2</sup>	+15	+6	+9	+9	+6	+7	+12	+10	+16	+18	+30	+21	+12	+14	+6	+9	+6	+17
14	Gorner	.	-27 <sup>2</sup>	-11	-28	-41	-23	.	-54 <sup>2</sup>	-40	-33	-18	-19	-17	-27	.	-63 <sup>2</sup>	-48	-3	-13	.
15	Zmutt	.	-43 <sup>2</sup>	-32	-19	-26	-24	-13	-17	-13	-19	-19	-14	-8	-22	-32	-6	-46	-30	-54	-22
16	Findelen	-19	-20	-32	-15	-30	-21	-27	-11	-12	+3	-4	-2	+2	-17	.	-35 <sup>2</sup>	-6	-22	-3	0
17	Ried	-12	-12	-15	-8	-13	-23	-11	-21	-10	-16	-5	-10	-8	-10	-9	-4	-4	-5	-3	-15
18	Lang	-16	-8	-35	.	.	.	.	-81 <sup>6</sup>	-14	.	-17	-22	.	-32 <sup>2</sup>	.	-38 <sup>2</sup>	-17	-33	+26	-187
19	Turtmann (West)	-17	-25	-25	-18	-14	-6	-6	-9	-10	-6	-8	-37	+16	-9	+6	+13	-4	-3	-3	-13
20	Brunegg (T.Ost)	-19	-17	-54	-93	-105	+21	-29	-45	-4	+11	-21	-5	-8	-8	-2	0	-3	+5	-3	+23
21	Bella Tola	.	+12 <sup>2</sup>	-3	-26	-7	-1	+18	+21	+21	-2	+4	-36	-14	-2	0	+18	-24	-10	+8	+51
22	Zinal	.	-32 <sup>2</sup>	-10	-16	-16	-19	0	-2	-16	-29	-1	-10	-42	+45	+33	-82	-32	-25	+22	+10
23	Moming	.	-7 <sup>2</sup>	-16	-13	-13	-24	-26	-167	-3	+15	+15	0	-5	-4	+x	-6	.	+14 <sup>2</sup>	0	-12
24	Moiry	-7	-8	-14	-30	-15	-38	-22	-11	-10	-17	-3	-4	-4	-4	.	-2 <sup>2</sup>	-6	0	-2	-6
25	Ferpècle	-62 <sup>2</sup>	-29	-15	-205	.	.	-23 <sup>3</sup>	-4	-3	-2	0	0	+1	+8	.	+2 <sup>2</sup>	+4	+5	+5	+2
26	Mont Miné	-40 <sup>2</sup>	-20	.	0	.	.	0	0	-10	-4	-7	-7 <sup>2</sup>	+17	+x	+x	+x	-6	+19	+8	+2
27	Arolla bas	-13	-9	-6	-7	-10	-29	-8	-2	-2	-2	-3	-1	+4	+7	+7	+16	+6	+8	+8	+8
28	Tsidjiore Nouve	-6	-3	-4	-20	-16	.	.	-14 <sup>3</sup>	-6	-2	-2	-4	+11	+9	+8	+13	+10	+16	+5	+10
29	Cheillon	-2	-4	-4	-3	-6	-2	-4	-7	-3	-9	-8	-15	-23	-314	.	-58 <sup>2</sup>	-19	-7	-6	-5
30	En Darrey	+97	-100	0	-22	-6	0*	+x*	-10 <sup>3</sup>	-2	-2	+16	-10	-16	-50	.	-53 <sup>2</sup>	-36	0	+x*	-2 <sup>2</sup>
31	Grand Désert	.	-42 <sup>7</sup>	+22	-138	-59	0*	+x*	-9 <sup>3</sup>	.	-18 <sup>2</sup>	-20	-19	-30	-19	.	-35 <sup>2</sup>	-4	-13	.	+4 <sup>2</sup>
32	Mont Fort (Tortin)	+4	-8	-6	-66	.	-11 <sup>2</sup>	0*	-30 <sup>2</sup>	.	-1	-2	-8	-4	-6	.	-6 <sup>2</sup>	-6	-3	.	+12 <sup>2</sup>
33	Tsanfleuron	-6	-14	0	-5	-16	-3	+10	-21	-3	-16	+6	-28	-10	-1	0	-7	-15	-48	+16	+36
34	Otemma	-19	-x	.	-20	-14	-12	-13	-10	-1	-60	-66	-95	-43	-17	-x	-97 <sup>2</sup>	-18	-18	-5	0
35	Mont Durand	-16 <sup>2</sup>	-5	-4	-12	-22	-7	-2	0	-18	-107	-2	-8	-21	0	0	-10	-9	-5	-13	-9
36	Breney	-20	-36	-6	-30	-16	-3	-10	-14	-10	-10	-30	-20	-11	-18	.	-33 <sup>2</sup>	-30	-6	-8	-23
37	Giétro	.	0 <sup>2</sup>	-6	+2	-2	+3	+4	+1	+8	+4	+9	+17	+19	+2	0	+5	0	+6	+4	+6
38	Corbassière	.	-22 <sup>2</sup>	-3	-3	-19	-27	+1	-13	-17	-3	-9	-8	+4	+7	-12	+9	0	0	+7	-1
39	Valsorey	-12	-8	0	-50	-11	-5	-5	0	+1	+10	+8	0	+3	0	.	+10	+4	+1	+5	+1
40	Tseudet	-10	-8	-5	-12	-10	0	-3	+2	-14	-24	0	-12	-5	-5	.	-22 <sup>2</sup>	-9	-4	-26	+5
41	Boveyre	.	.	.	-12	+9	-3	+6	+2	+2	.	+14	+3	+2	.	.	+11 <sup>3</sup>	+8	+3	+4	+3
42	Saleina	-11	-7	-5	-4	-9	0	.	+10 <sup>2</sup>	+5	+6	+8	+4	+18	+20	.	+34 <sup>2</sup>	+8	+6	+6	+12
43	Trient	+17	-26	+32	+21	+18	+8	+24	+27	+24	+15	+25	+22	+14	+22	+13	+10	+3	+5	+3	+9
44	Paneirosse	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+26 <sup>12</sup>	-17	.	-14 <sup>2</sup>	0*	-x	+6 <sup>3</sup>	-7	+36	-16
45	Grand Plan Névé	-4	-2	+2	0	.	+x*	+x*	-14	+2	-1	+27	-31	.	-12 <sup>2</sup>	0*	0*	+11 <sup>3</sup>	-8	+40	-18
46	Martinets	-19	-14	0	0	.	.	.	-x <sup>4</sup>	.	.	.	.	.	-x	0	0	-x	.	.	.
47	Sex Rouge	+6	-4	0	0	-25	+15	0	-2	+3	0	+6	-6	-7	-x	0*	+3 <sup>3</sup>	-7	+3	+3	0
48	Prapio	+15	-16	+6	-15	-24	+24	-39	-10	+x	-x	+13	-21	-12	-x	+x*	-2 <sup>3</sup>	-4	+6	+11	-4
49	Pierredar	.	.	+4	-7	-7	+15	+8	-6	+x	0	0	0	0*	-4 <sup>2</sup>	+15	-x	-x	.	+x <sup>2</sup>	-x
50	Oberaar	-36	-34	-25	-26	-36	-30	-6	-21	-18	-14	-19	-12	-18	+1	-24	-7	0	+7	+6	-2
51	Unteraar	-15	-10	-11	-18	-13	-19	-17	-21	-15	-13	-7	-7	-12	-12	-14	-14	-16	-9	-33	-15
52	Gauli	-39 <sup>2</sup>	-22	-6	-3	-8	-4	-8	-7	-11	-7	.	-10 <sup>2</sup>	-3	-10	-22	-9	-12	-5	-1	-4
53	Stein	-6	-20	-18	-12	-32	-6	-9	-1	0	0	+7	+9	+15	+10	.	+37 <sup>2</sup>	+6	+7	+22	+12
54	Steinlimmi	.	.	-8	-11	-32	-1	0	-1	0	-5	0	-3	-4	-7	.	+8 <sup>2</sup>	-17	+2	+61	-56
55	Trift (Gadmen)	.	-14	-10	-14	.	-18 <sup>2</sup>	-5	-9	.	-x <sup>2</sup>	-x	-x	-x	-x	-5	0	-x	-x	0	0
56	Rosenlauri	.	+9	+6	+12	.	+18 <sup>2</sup>	+25	+12	+x	+7	+x	+x	+x	-x	-15	.	.	0 <sup>4</sup>	.	+x
57	Ober Grindelwald	+9	+16	-4	+11	+4	+10	+15	+30	+30	+25	+40	+50	+68	+40	+35	+17	0	+12	+6	+7
58	Unter Grindelwald	-3	-11	-72	-48	-25	-10	-15	-20	-15	0	-20	-30	-20	-10	-x	-35 <sup>2</sup>	-8	-4	+75	0
59	Eiger	.	.	.	+10	-11	-10	-12	+43	+11	+10	+10	+10	+9	+x	+x	+25 <sup>3</sup>	+10	+8	+9	+3
60	Tschingel	.	.	.	.	-20 <sup>2</sup>	-x	-7 <sup>2</sup>	.	-11 <sup>2</sup>	-4	-6	-5	-13	0	0	+8	+2	+2	+10	+7
No.	Glacier	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
		Année d'observation																			

Tabelle 34. Forts. 9 (Schluss) - Tableau 34. Cont. 9 (fin): Gletscher Nrn./Glaciers nos. 61-120 1960-1979

Nr. Gletscher	Beobachtungsjahr																				
	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	
61 Gamchi	-14 <sup>2</sup>	-5	-10	-11	-11	-4	+8	+3	+5	+4	+10	+10	+10	0	+4	+9	-3	-3	+7	+3	
62 Schwarz	-2 <sup>2</sup>	-1	0	-1	-5	0	0	0	-2	-1	-1	-4	-2	-6	-2	0	-4	+2	0	-6	
63 Lämmern	.	-6	-2	-57	-6	-4	0	-26	-8	-13	-13	-12	-5	-7	-2	+4	-16	+2	+4	-9	
64 Blümlisalp	-x	.	.	.	.	.	.	.	-228 <sup>9</sup>	+2	0	-2	+1	+5	+3	.	+4 <sup>2</sup>	+6	+7	+1	
65 Rätzli	-21	+6	-22	-12	.	-46 <sup>2</sup>	-6	-3	-5	-7	-3	-12	-25	-19	.	-13	-18	-2	+2	-5	
66 Tiefen	-18	+10	-37	-9	-20	-20	+3	-16	-6	-13	-10	-13	-13	-14	+4	+3	-7	+5	+4	-8	
67 Sankt Anna	-15	+21	-6	0	-7	+4	+15	-8	-1	+13	-21	-9	+2	-22	0	+8	+4	+4	+1	0	
68 Kehlen	-13	-22	.	-150 <sup>2</sup>	-21	-31	+21	-36	0	+17	+9	+10	+9	+13	+10	+16	+11	+5	+9	+19	
69 Rotfirn (Nord)	-4	+8	.	+12 <sup>2</sup>	-6	-10	+4	+14	+10	+9	+4	+6	+1	+6	-6	+4	+4	+6	+3	+4	
70 Damma	-43 <sup>2</sup>	-13	-11	-21	-21	-10	0	-22	+4	0	-10	-13	0	+6	+2	+14	+9	+5	+13	+10	
71 Wallenbur ((-bühl))	.	-18 <sup>3</sup>	0	-7	.	-1 <sup>2</sup>	-5	-2	-6	-6	+2	-10	0	+3	0	.	+4 <sup>2</sup>	-7	+12	-4	
72 Bruni	.	-24 <sup>3</sup>	-10	-5	-6	-2	-2	-2	+4	-7	.	-23 <sup>2</sup>	-12	+50	-15	-38	-26	0	+49	-40	
73 Hüfi	.	-145 <sup>3</sup>	-28	-16	-6	-8	+11	+14	-44	-1	.	+7 <sup>2</sup>	+16	+6	+x	+6 <sup>2</sup>	-38	0	+18	+29	
74 Griess (Klausen)	-19	+30	-6	-2	-2	-1	0	-1	+1	-16	-2	-10	-5	-13	-6	0	-5	+1	+x*	-4 <sup>2</sup>	
75 Firnalpeli (Ost)	-8 <sup>2</sup>	.	-6 <sup>2</sup>	.	-5 <sup>2</sup>	+48	.	+3 <sup>2</sup>	+3	-13	.	-12 <sup>2</sup>	-2	.	.	+50 <sup>3</sup>	-39	+22	+26	-14	
76 Griessen (OW)	.	-8 <sup>3</sup>	-8	.	.	+78 <sup>3</sup>	+24	0	+45	-6	-12	-121	-11	.	.	+7 <sup>3</sup>	.	-2 <sup>2</sup>	.	0	
77 Biferten	-2	.	0 <sup>2</sup>	0	-7	+3	-1	-3	+4	0	+4	+21	+10	+4	+x	+9 <sup>2</sup>	-5	+4	+5	+3	
78 Limmern	.	.	.	-48 <sup>5</sup>	-1	-2	-2	0	-8	0	0	-11	-6	-7	-2	+9	-11	0	+4	-1	
79 Sulz	+6 <sup>2</sup>	0	+2	0	-7	+1	+5	+3	+12	+2	+2	+1	+4	.	.	+4 <sup>3</sup>	+4	-2	+14	-2	
80 Glärnisch	-4	-1	0	-8	-3	+18	-6	-5	-2	-6	+1	-10	-3	-6	.	-3 <sup>2</sup>	+4	+6	+1	-4	
81 Pizol	-16	0*	+36 <sup>2</sup>	-29	-20	0**+161 <sup>2</sup>	-26	-1	-7	0	0	-61	+3	-15	.	+61 <sup>2</sup>	-44	+9	+81	-22	
82 Lavaz	-20	+8	-18	-5	+53	+11	+2	-21	0	-37	-10	-6	.	.	.	+114 <sup>4</sup>	.	-109 <sup>2</sup>	+92	-54	
83 Punteglias	-4	-6	-11	-10	-32	+2	+7	-4	-4	-6	-8	-18	+2	-14	.	-16 <sup>2</sup>	-1	-4	-10	0	
84 Lenta	.	-52 <sup>2</sup>	-18	-10	-17	0	-x	-24 <sup>2</sup>	-48	-7	-24	-7	-2	.	.	-12 <sup>3</sup>	-7	-12	-3	-2	
85 Vorab	.	-2 <sup>2</sup>	-12	-22	-11	+x	+x	+26 <sup>3</sup>	0*	+52 <sup>2</sup>	-16	-37	-28	-51	+2	0	-13	+11	+x	-2 <sup>2</sup>	
86 Paradies	.	-38 <sup>2</sup>	-51	-48	.	-48 <sup>2</sup>	-25	-2	+12	-10	-14	-44	0	-9	-11	-4	-371	-43	+94	-56	
87 Suretta	.	.	+55 <sup>3</sup>	-40	.	-9 <sup>2</sup>	+44	+10	+58	-38	-27	-49	+30	-53	+12	+147	-128	+71	-14	+14	
88 Porchabella	.	-43 <sup>3</sup>	-8	-22	-24	-31	-8	-9	-13	-18	-10	-16	-1	-x	.	-80 <sup>3</sup>	-20	-8	-4	-37	
89 Verstankla	.	-8 <sup>2</sup>	-4	-6	-10	-2	-4	-1	+2	-8	.	-x	+12 <sup>3</sup>	0	+2	+9	-6	+6	+6	+4	
90 Silvretta	-3	-10	-12	-13	-7	+x	+6 <sup>2</sup>	-9	0	-13	-4	-8	-3	-8	+3	+7	-2	+10	+4	-2	
91 Sardona	-2	0	+13	-16	-16	+10	+18	+4	+2	-1	.	-6 <sup>2</sup>	0	.	.	+16 <sup>3</sup>	-10	+2	+7	-4	
92 Roseg	-26	-38	-32	-30	-33	-x	-18 <sup>2</sup>	-28	-50	-31	-18	-42	-33	-37	-114	-16	+13	.	0 <sup>2</sup>	-42	
93 Tschierva	-54	-18	-58	-50	-4	-41	-13	-10	+24	+17	+16	+10	+10	+22	+56	-3	-34	.	+11 <sup>2</sup>	+12	
94 Morteratsch	-35	-33	-45	-38	-44	-38	-41	-31	-5	-8	-24	-4	-12	-11	-14	-16	-27	-5	-5	-23	
95 Calderas	-6	-6	-10	-10	-13	-2	-8	-4	-4	-12	-16	-10	-12	-14	-24	.	.	-33 <sup>3</sup>	-22	.	
96 Tiatscha	.	-19 <sup>2</sup>	-15	-9	.	-120 <sup>2</sup>	-5	-1	0	-2	0	-5	+2	+x	+15 <sup>2</sup>	+1	0	+1	+4	+4	
97 Sesvenna	.	-3 <sup>2</sup>	-8	-7	-6	0*	-20 <sup>2</sup>	+20	0	-18	-7	-10	+3	-5	-4	0	-2	+2	+2	-7	
98 Lischana	.	+17 <sup>2</sup>	-18	.	-15 <sup>2</sup>	0*	+55 <sup>2</sup>	-7	+8	-20	-3	-3	-2	-3	.	-12 <sup>2</sup>	.	0*	+x*	+27 <sup>4</sup>	
99 Cambrena	+8	-16	-9	+32	+2	0	+3	+4	+5	+1	+6	-2	+6	.	.	+2 <sup>3</sup>	+2	+8	+8	+5	
100 Palü	-11	-37	-22	-24	-8	-16	.	-15 <sup>2</sup>	.	-4 <sup>2</sup>	+18	-8	+22	.	.	+30 <sup>3</sup>	+4	+8	+10	.	
101 Paradisino (Campo)	-10	-12	-7	+11	0	-6	+6	-4	-2	-2	-4	-2	.	.	.	.	.	.	+x*	.	
102 Forno	-71 <sup>2</sup>	-28	-20	-52	.	-41 <sup>2</sup>	-28	-21	-29	-35	-27	-23	-9	-10	.	-14 <sup>2</sup>	.	-52 <sup>2</sup>	-12	-12	
103 Bresciana	-21	+7	-23	-8	-7	-14	-15	+6	+1	-1	-33	-16	.	.	.	.	-x <sup>5</sup>	0	0	-15	
104 Basodino	-12	-9	-7	-10	0	0*	-3 <sup>2</sup>	+16	+5	+2	-4	+3	.	+9 <sup>2</sup>	+x	+5 <sup>2</sup>	-3	+x*	+x*	+26 <sup>3</sup>	
105 Rossboden	-3	-4	-2	-4	-6	-6	-3	-7	-1	-3	-5	-2	-2	-2	-2	-5	-2	0	+12	-11	
106 Mittelaletsch	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-x	-58	-41	-6	-11	-5	-68	-10	+4	-13	
107 Bis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	+x	+x	0	+x	+x	0	
108 Orny	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+30 <sup>4</sup>	.	.	.
109 Alpetli (Kander)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-4	-5	+6	0	0	+2	0	+3	+2	0	
110 Löttschberg	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	.	.	.	.	.	.	.
111 Ammertten	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	-5	0	-2	.	+8	-10	0	+1	+3	
112 Dungal ((Wildhorn))	.	+18 <sup>3</sup>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-75 <sup>13</sup>	0	.	.	.	
113 Gelten	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-150 <sup>14</sup>	0	.	.	.	
114 Plattalva	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0	-9	-1	-14	0	+6	-8	0	+6	+2	
115 Scaletta	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-x	-100 <sup>2</sup>	.	.	.	.	+350 <sup>6</sup>	
116 Albigna	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-425 <sup>18</sup>	.	.	.	.	-100 <sup>6</sup>	
117 Valleggia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-15 <sup>2</sup>	-4	+10	0	+x*	.	
118 Val Torta	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-8	.	.	+20 <sup>2</sup>	-24	+20	-44	+x*	+54 <sup>3</sup>	
119 Cavagnoli	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0*	.	+x <sup>3</sup>	
120 Corno	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+10	-13	+40	.	+171 <sup>2</sup>

Legende siehe S. 267 - Légende voir p. 271

Tabelle 35. Jährliche Längenänderung der Gletscher in den Schweizer Alpen von 1879/80 bis 1978/79  
- Statistische Zusammenfassung (Vergleiche Abbildung 8, Seite 78)

Tableau 35. Variation annuelle de longueur des glaciers des Alpes suisses, de 1879/80 à 1978/79  
- Récapitulation statistique (Confère figure 8, page 78)

Jahr	Anzahl klassierte Gletscher				Prozentanteile der Klassen			Mittlere Längenänderung	
	insgesamt N (=100%)	wachsend n <sub>1</sub>	stationär n <sub>2</sub>	schwindend n <sub>3</sub>	wachsend n <sub>1</sub> /N %	stationär n <sub>2</sub> /N %	schwindend n <sub>3</sub> /N %	Messwerte Anzahl M	Mittelwert in Metern
1879/80	37	4	1	32	11	3	86	5	- 17.8
80/81	23*	2	0	21*	9	0	91*	8**	- 16.5**
81/82	26	6	3	17	23	12	65	6	- 14.2
82/83	21	12	1	8	57	5	38	10	- 1.9
83/84	35	18	1	16	51	3	46	14	+ 6.1
1884/85	31	12	1	18	39	3	58	11	- 3.7
85/86	43	15	6	22	35	14	51	14	- 15.1
86/87	33	12	4	17	36	12	52	14	- 13.3
87/88	26	13	3	10	50	12	38	8	- 3.2
88/89	32	12	3	17	38	9	53	13	- 2.3
1889/90	34	12	4	18	35	12	53	21	+ 1.4
90/91	30	13	3	14	43	10	47	18	- 1.3
91/92	38	15	2	21	40	5	55	21	+ 4.7
92/93	46	13	3	30	28	7	65	33	- 1.9
93/94	63	14	4	45	22	6	72	59	- 5.4
1894/95	74	15	7	52	20	10	70	65	- 9.2
95/96	82	7	44	31	8	54	38	45	- 5.5
96/97	80	25	10	45	31	13	56	62	- 5.9
97/98	79	16	7	56	20	9	71	61	- 7.8
98/99	77	10	0	67	13	0	87	71	- 10.5
1899/1900	85	6	6	73	7	7	86	81	- 11.4
1900/01	88	4	11	73	5	12	83	81	- 9.3
01/02	80	15	16	49	19	20	61	76	- 6.0
02/03	63	15	8	40	24	13	63	58	- 4.5
03/04	72	5	3	64	7	4	89	56	- 8.0
1904/05	54	1	8	45	2	15	83	51	- 11.1
05/06	67	8	3	56	12	4	84	46	- 9.8
06/07	70	11	5	54	16	7	77	63	- 8.4
07/08	66	11	3	52	17	5	78	63	- 6.4
08/09	62	12	1	49	19	2	79	54	- 9.7
1909/10	61	16	7	38	26	12	62	52	- 5.6
10/11	70	3	2	65	4	3	93	59	- 14.0
11/12	54	20	8	26	37	15	48	52	- 0.6
12/13	63	22	6	35	35	10	55	53	- 3.2
13/14	42	15	5	22	36	12	52	39	- 1.4
1914/15	41	14	4	23	34	10	56	28	- 1.4
15/16	64	42	5	17	66	8	26	45	+ 2.4
16/17	71	36	5	30	51	7	42	57	- 1.1
17/18	65	35	8	22	54	12	34	53	+ 5.0
18/19	79	55	4	20	70	5	25	59	+ 12.9
1919/20	83	47	4	32	56	5	39	61	+ 4.9
20/21	98	30	5	63	31	5	64	69	- 12.7
21/22	71	24	8	39	34	11	55	52	- 2.6
22/23	96	26	16	54	27	17	56	53	- 2.3
23/24	83	17	8	58	20	10	70	66	- 4.2
1924/25	90	18	7	65	20	8	72	74	- 5.0
25/26	92	49	8	35	53	9	38	75	+ 0.7
26/27	93	22	5	66	24	5	71	81	- 7.1
27/28	102	15	4	83	15	4	81	82	- 9.4
28/29	101	11	13	77	11	13	76	89	- 8.6

\*) einschliesslich der zusätzlich beobachteten Gletscher/y compris les glaciers suivants observés hors du réseau:  
Medels (-6 m), Gannaretsch (-5 m), Maighels (-4 m), Val Sampuoir (-2 m), Aela (-123 m).

\*\*) einschliesslich der vorgenannten Gletscher ohne Aela/y compris les glaciers cités ci-devant sauf Aela.

Tabelle 35. Fortsetzung - Tableau 35. Continuation

Année	Nombres de glaciers recensés				Pourcentages des classes			Variation de longueur	
	total	en crue	station- naires	en décrue	en crue	station- naires	en décrue	valeurs par- ticulières	variation moyenne
	N (=100%)	n <sub>1</sub>	n <sub>2</sub>	n <sub>3</sub>	n <sub>1</sub> /N %	n <sub>2</sub> /N %	n <sub>3</sub> /N %	nombre M	en mètres
1929/30	91	8	11	72	9	12	79	82	- 7.1
30/31	91	19	12	60	21	13	66	77	- 4.4
31/32	102	13	8	81	13	8	79	86	- 6.8
32/33	97	14	4	79	14	4	81	91	- 8.1
33/34	92	6	4	82	7	4	89	80	- 13.3
1934/35	82	10	3	69	12	4	84	67	- 8.2
35/36	67	6	4	57	9	6	85	55	- 7.7
36/37	73	9	9	55	12	12	76	58	- 8.4
37/38	80	2	7	71	2	9	89	62	- 13.6
38/39	58	8	3	47	14	5	81	45	- 10.1
1939/40	63	9	4	50	14	6	80	38	- 7.1
40/41	68	16	4	48	23	6	71	49	- 6.6
41/42	65	3	0	62	5	0	95	53	- 13.5
42/43	73	6	3	64	8	4	88	54	- 13.6
43/44	56	6	3	47	11	5	84	43	- 13.3
1944/45	65	4	3	58	6	5	89	46	- 12.7
45/46	75	9	5	61	12	7	81	62	- 9.3
46/47	81	1	2	78	1	2	97	71	- 26.6
47/48	78	10	8	60	13	10	77	68	- 8.3
48/49	84	4	2	78	5	2	93	68	- 19.9
1949/50	81	2	0	79	2	0	98	68	- 18.5
50/51	80	10	7	63	12	9	79	70	- 10.0
51/52	49	1	2	46	2	4	94	47	- 14.2
52/53	78	2	4	72	3	5	92	48	- 15.5
53/54	74	4	4	66	5	5	90	66	- 12.2
1954/55	77	18	9	50	23	12	65	68	- 5.7
55/56	71	9	6	56	13	8	79	58	- 13.0
56/57	90	10	5	75	11	6	83	70	- 11.3
57/58	91	8	1	82	9	1	90	83	- 16.2
58/59	83	8	2	73	10	2	88	70	- 15.7
1959/60	66	8	0	58	12	0	88	53	- 8.7
60/61	92	16	4	72	17	4	79	63	- 10.4
61/62	94	12	9	73	13	10	77	90	- 11.4
62/63	93	10	7	76	11	7	82	88	- 18.5
63/64	88	5	2	81	6	2	92	80	- 14.4
1964/65	98	21	16	61	21	16	63	72	- 12.0
65/66	95	35	9	51	37	9	54	84	+ 0.2
66/67	101	23	5	73	23	5	72	87	- 7.0
67/68	100	33	11	56	33	11	56	90	- 0.9
68/69	105	25	10	70	24	9	67	94	- 6.5
1969/70	103	30	12	61	29	12	59	96	- 2.1
70/71	110	18	5	87	16	5	79	104	- 10.6
71/72	101	39	7	55	39	7	54	92	- 2.8
72/73	104	26	9	69	25	9	66	82	- 10.0
73/74	79	30	17	32	38	22	40	54	- 2.8
1974/75	108	56	10	42	52	9	39	53	+ 5.1
75/76	105	25	8	72	24	8	68	91	- 15.0
76/77	109	52	16	41	48	15	37	88	- 0.1
77/78	107	77	6	24	72	6	22	91	+ 8.2
78/79	111	48	11	52	43	10	47	89	- 4.4
Summe (Σx)	7420	1675	616	5129	-	-	-	5921	-736.9
Mittel (x̄)	74	17	6	51	23	8	69	59	- 7.4
Streuung (s <sub>x</sub> )	22.9	14.0	5.5	20.9	16.7	6.4	18.7	23.8	6.61

Erläuterungen siehe Seite 263 - Notes explicatives voir page 263.

### 6B.33 Literaturhinweise

Die jährlichen, auf der 4. Umschlagseite verzeichneten Gletscherberichte sind unter folgenden Titeln mit zusätzlicher Angabe des Berichtsjahrs erschienen:

- Les variations périodiques des glaciers des Alpes. Bericht Nr.	1-23	Jahr	1880-1902
- Les variations périodiques des glaciers des Alpes suisses.	24-70		1903-1949
- Les variations des glaciers des Alpes suisses.	71-75		1949-1955
- Les variations des glaciers suisses.	76-100		1956-1978/79
- Les glaciers des Alpes suisses. (Kurzfassung in "Les Alpes")	92-106		1970/71-1984/85
- Die Gletscher der Schweizer Alpen.	84-106		1962/63-1984/85

Zusammengefasste Messreihen einzelner oder mehrerer Gletscher sind ausserhalb der Gletscherberichte (vergleiche Kap. 6B.32) publiziert oder dargestellt u.a. in:

- Aellen M. 1979: Neuzeitliche Gletscherveränderungen. In: Die Schweiz und ihre Gletscher. Hg. Schweizerische Verkehrszentrale, Verlag Kümmerly+Frey Bern, S. 70-89. Uebersetzt  
1980: Les variations glaciaires des temps modernes. In: La Suisse et ses glaciers.  
1981: Recent fluctuations of glaciers. In: Switzerland and her glaciers.  
Le variazioni glaciali dei tempi moderni. In: La Svizzera e i suoi ghiacciai.
- Aellen M. 1986: Les variations récentes des glaciers des Alpes suisses. In: Geografia fisica e dinamica quaternaria, vol. 8(2), 1985, p. 73-82
- Beeler F.N. 1977: Geomorphologische Untersuchungen am Spät- und Postglazial im Schweizerischen Nationalpark und im Berninapassgebiet. Diss. Universität Zürich, 276 S.
- Bircher W. 1982: Zur Gletscher- und Klimageschichte des Saastales. Physische Geographie Vol. 9, Geogr. Inst. Univ. Zürich, 250 S.
- Eugster U. 1962: Les récentes variations des petits glaciers du Pizol et de Sardona. AIHS Publ. No. 58, p. 166-172. (s.a. Renaud 1963, op.cit. S. 237 hievor).
- Guex J. 1929: Au glacier du Trient 1878-1928. In: Les Alpes, année V, fasc. 1, p. 34-39
- Holzhauser H.P. 1983: Zur Geschichte der Aletschgletscher und des Fieschergletschers. Physische Geographie Vol. 13, Geogr. Inst. Univ. Zürich, 450 S.
- Kasser P. und Bisaz O. 1968: Die Gletschermessungen auf dem Gebiet des Forstkreises Oberengadin-Bergell. In: Bündnerwald, Jg. 21, Nr. 5, S. 183-188
- Kasser P. 1981: Rezente Gletscherveränderungen in den Schweizer Alpen. In: Gletscher und Klima. Jahrb. der SNG 1978, wiss. Teil, S. 106-138
- King L. 1974: Studien zur postglazialen Gletscher- und Vegetationsgeschichte des Sustenpassgebietes. Basler Beiträge zur Geographie, H. 18, Verlag Helbling und Lichtenhahn
- Lütschg O. 1926: Ueber Niederschlag und Abfluss im Hochgebirge. Sonderdarstellung des Mattmarkgebietes. Schweiz. Wasserwirtschaftsverband, Verbandsschrift Nr. 14, 480 S.
- Maisch M. 1981: Glazialmorphologische und gletschergeschichtliche Untersuchungen im Gebiet zwischen Landwasser- und Albulatal. Phys. Geogr. Vol. 3, Geogr. Inst. Univ. Zürich, 217 S.
- Müller H.N. 1975: Untersuchungen ehemaliger Gletscherstände im Rossbodengebiet, Simplon. Diplomarbeit, Geogr. Inst. Univ. Zürich, 117 S.
- Oechslin M. 1945: Die Gletscher im Kanton Uri. In: Der Gotthard, 3.Folge, H. 1, 10 S.
- Renner F. 1982: Beiträge zur Gletschergeschichte des Gotthardgebietes und dendroklimatologische Analysen an fossilen Hölzern. Phys. Geogr. Vol. 8, Geogr. Inst. Univ. Zürich, 116 S.
- Suter J. 1981: Gletschergeschichte des Oberengadins: Untersuchung von Gletscherschwankungen in der Err-Julier-Gruppe. Phys. Geogr. Vol. 2, Geogr. Inst. Univ. Zürich, 170 S.
- Zumbühl H.J. 1980: Die Schwankungen der Grindelwaldgletscher in den historischen Bild- und Schriftquellen des 12. bis 19. Jahrhunderts. Denkschr. der SNG Bd. 92, Birkhäuser Verlag, 279 S.

## 6B.4 Centenaire des rapports sur les variations des glaciers suisses Aperçu du chapitre 6B

Chapitre 6B.1: Aperçu historique. Notices sur le Collège glaciaire CAS/SHSN, de 1869 à 1893, et sur la Commission des glaciers SHSN, de 1893 à 1984 (p. 181-238).

Le Collège glaciaire et la Commission des glaciers sont présentés sous divers aspects dans les chapitres 6B.11-12 (p. 181-191) et dans la figure 26 (3e p. de couverture). Des informations supplémentaires sont données dans les chapitres 6B.13-17 (p. 192-238). Les sujets traités sont indiqués dans la table des matières (p. 19/20).

Les membres de la Commission et ceux de l'organe qui l'a précédé, dit Collège glaciaire, sont cités dans la figure 26 par leur nom et avec les fonctions qu'ils ont revêtu. Ainsi, la figure indique pour chacune des 41 personnes la durée de leur affiliation et pour chacune des années 1869 à 1984 les personnes qui ont été membres du Collège ou de la Commission. La constitution de la Commission est retracée dans le chapitre 6B.11.1 (p. 181-184), où les membres sont introduits, suivant l'ordre de leur entrée, par leurs relations avec les sciences glaciologiques et avec les activités de la Commission. La tâche principale de la Commission est définie dans le chapitre 6B.11.2 (p. 185-186) sous le titre "Tâche permanente: Les relevés périodiques sur l'état actuel et sur les variations des glaciers suisses". Sur le plan national, l'importance de ces relevés est comparable à celle des observations météorologiques, hydrologiques ou nivologiques. Outre la subvention de la SHSN, c'est avant tout la collaboration des services forestiers cantonaux, de l'Office fédéral de la topographie, de la Direction fédérale des mensurations cadastrales et des Laboratoires de recherches hydrauliques, hydrologiques et glaciologiques de l'EPFZ, qui permet à la Commission de collectionner et dépouiller, année par année, les données glaciologiques et de les publier dans ses "Annuaire glaciologiques", issus des "Rapports Forel". Le chapitre 6B.11.3 (p. 187-188) révèle les nombreuses connections de la Commission avec d'autres institutions, en rappelant que l'évolution des sciences naturelles et techniques mène à une spécialisation progressive et qu'un nombre croissant d'institutions ou de personnes privées s'intéresse aux recherches glaciologiques, tant sur le plan national que sur le plan international. Par conséquence, la Commission joue un rôle de plus en plus important, car elle facilite les contacts entre les divers domaines de recherches glaciologiques en Suisse. L'abrégé de l'histoire de la Commission, qui est donné dans le chapitre 6B.12 (p. 189-191), résume les activités de la Commission dans l'ordre chronologique et en discerne les époques caractéristiques. Dans le chapitre 6B.13 (p. 192-198), qui commente la figure 26, le portrait des membres de la Commission est donné par des notes biographiques et par des références nécrologiques et bibliographiques pour les membres décédés, par l'indication de leur profession et de leur position pour les autres. Les tableaux chronologiques des chapitres 6B.14-15 (p. 199-226) portent sur les domaines indiqués dans la table des ma-

tières. Les abréviations sont expliquées dans le chapitre 6B.16 (p. 227-229). Le chapitre 6B.17 réfère aux documents consultés et aux publications citées.

#### Chapitre 6B.2: Le réseau d'observations de la Commission des glaciers (p. 239-259).

Les relevés annuels sur les variations des glaciers des Alpes suisses portent en premier lieu sur les variations en longueur. Un nombre de quelques 351 glaciers observés à ce sujet sont cités dans les rapports nos. 1-100, référant aux exercices de 1880 à 1979 (v. 4e p. de couverture). Les glaciers observés régulièrement pendant au moins cinq ans (au nombre de 160) sont compris dans le réseau d'observations. Dans le chapitre 6B.21 (p. 239-247), les glaciers du réseau sont mis en relation avec la totalité des glaciers des Alpes suisses quant au nombre et à la surface englacée. Ces relations sont également démontrées pour des sous-ensembles, soit les classes de taille, les régions orographiques et les bassins versants. La totalité des glaciers suisses est recensée dans l'inventaire dressé en 1973, qui a fourni la plupart des données morphologiques indiquées dans les tableaux 31-33. Sur la base de celles-ci, les 120 glaciers du réseau actuel et les 40 glaciers, dont l'observation a été abandonnée avant 1956, sont décrits dans les chapitres respectifs 6B.22 (p. 248-252) et 6B.23 (p. 253-257). Le chapitre 6B.24 (p. 257-258) réfère aux 26 glaciers, où l'observation a duré moins de cinq ans, ainsi qu'aux 165 glaciers observés occasionnellement hors du réseau.

#### Chapitre 6B.3: Variation annuelle en longueur des glaciers suisses, de 1879/80 à 1978/79 (p. 260-276).

Les résultats des relevés annuels sont publiés, chaque année, dans les rapports glaciologiques édités par la Commission (cités à la 4e p. de couverture). Dans ce volume, les données récoltées lors des exercices de 1880 à 1979 sur la variation en longueur des glaciers sont compilées et résumées. Elles sont commentées de façon générale dans le chapitre 6B.32 (p. 260-263), reportées en particulier pour chacun des 160 glaciers du réseau dans le tableau 34 (p. 264-273) et résumées pour chaque année dans le tableau 35 (p. 274-275). Le résumé des résultats annuels comprend les nombres et les pourcentages des glaciers en crue, stationnaires ou en décrue ainsi que la valeur moyenne de la variation en longueur. Cette moyenne est calculée à partir des valeurs particulières déterminées pour l'intervalle unique de l'année en question. Une représentation synoptique des principales données statistiques du tableau 35 est publiée dans le chapitre 3 de ce volume (fig. 8, p. 78).

## 7. S U M M A R I E S I N E N G L I S H

### Introduction

An annual survey of the actual state and recent variation of the glaciers in the Swiss Alps is the central task of the "Gletscherkommission (GK) der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft (SNG)" (Glacier Commission of the Swiss Academy of Natural Sciences). "The glaciers of the Swiss Alps 1977/78 and 1978/79" are reports 99 and 100 in a series founded by F.A.Forel in 1880. The index of this series is given on page 4 of the cover. Since 1964, the GK/SNG has been indebted to the "Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH)" (Laboratory of Hydraulics, Hydrology and Glaciology annexed to the Federal Institute of Technology) in Zürich for collecting the annual observation data and for the preparation of the annual reports; these reports are published with financial support from the SNG.

To determine any changes in length, a network of 120 glaciers has been selected. Appropriate measurements are carried out at 81 glaciers by the cantonal forestry services, at 4 by hydroelectric power companies, at 22 by scientific institutions and at 13 by individual collaborators. Determining changes in mass of 5 glaciers is part of a long-term programme of the VAW. The aerial photogrammetrical survey is made by the "Bundesamt für Landestopographie (L+T)" (Swiss Federal Topographical Survey) and the "Eidgenössische Vermessungsdirektion (V+D)" (Swiss Federal Office of Cadastral Surveying). The descriptions of the climatic conditions are based upon data from the "Schweizerische Meteorologische Anstalt (SMA)" (Swiss Meteorological Institute) in Zürich, the "Landeshydrologie (LH) des Bundesamtes für Umweltschutz (BUS)" (Hydrological Service of the Swiss Federal Office for Environmental Protection) in Berne, the "Eidgenössisches Institut für Schnee- und Lawinenforschung (EISLF)" (Swiss Federal Institute for the Study of Snow and Avalanches) in Davos-Weissfluhjoch and the VAW in Zürich.

The bilingual French-German reports in hand utilise, as far as possible, texts, tables, graphs and photographs which have been published in a summarized form in the magazine of the Swiss Alpine Club, viz. "Die Alpen". These summaries appear, as a rule, one year after the actual observations have been made. The structure and contents of chapters 1 to 5 were standardised in reports 95 and 96 and completed by an additional chapter (5.5) in reports 99 and 100 (in hand). This form will be maintained until further notice. Chapter 6 contains additional information (see table of contents p. 283-287).

### Chapter 1: Climate and Weather

In the balance year 1977/78, the mass of the glaciers in Switzerland increased at a similar rate as in the previous year. While mass gain was not extremely high in some regions, new maximum values were observed in other regions. Heavy snow-falls from the middle of January

to the end of March had built up a deeper snow-cover than in most winters of the previous 30 years, in most parts of the Alps. In the High Alps, accumulation steadily went on during the following 3 months, when cold periods were unusually frequent. Melting season started extremely late, around 10th of July, and lasted only 11 weeks (15 would have been normal). Moreover, it was interrupted and shortened by several cold periods with snow-falls in July and August. When the balance year came to its end with the new snow-falls of September 26th or October 18th, the old snow-cover still extended far beyond the snouts of many small glaciers.

In the balance year 1978/79, total precipitation and mean air temperature came close to their average values in the reference period 1931-1960. However, in most regions strong deviations were observed in particular months or seasons. Excessive precipitation in March and intensive melting from the middle of June to the middle of August were most important features in the mass household of the glaciers. On most glaciers, annual rates of both, accumulation and ablation, were near average values and almost equivalent, accordingly to the overall climatic conditions of the year. Due to the more or less evenly balanced household, glacier mass in the Swiss Alps was much the same at the beginning and at the end of the balance year.

## Chapter 2: Glacier Chronicle

The periodical "Ice" of the International Glaciological Society reports, from time to time, about glaciological activities and about particular glaciological events in the Swiss Alps. A list of the flights made over glaciers for aerial photogrammetrical survey in the years 1978 and 1979 is given in table 5.

## Chapter 3: Position Changes of Glacier Termini

The measurement of glacier front positions (Tables 6 to 8 and figures 6 to 8) gave the following results:

Year of exercise	Number of glaciers			sample size
	advancing	stationary	retreating	
1977/78	76	6	24	106
1978/79	48	10	51	109

Figure 8 shows the fractions of advancing, stationary and retreating glaciers as a percentage of the respective sample sizes and also - for the first time - the mean annual variation in length for the years 1879/80 to 1978/79.

## Chapter 4: Photographic Section

The titles of the pictures, taken from the magazine "Die Alpen", can be found in the table of contents (page 284).

## Chapter 5: Mass Balance

The specific changes in mass have been determined for 5 glaciers (tables 9, 14 to 16 and figures 11 to 16). In the last 3 years, the following rates, expressed in kg/m<sup>2</sup> or millimeters water equivalent, were observed:

Balance Year	Specific mass balance of the glaciers				
	Gries	Aletsch	Limmern	Plattalva	Silvretta
1976/77	+ 1274	+ 1478	+ 788	+ 544	+ 620
1977/78	+ 959	+ 1805	+ 856	+ 1276	+ 937
1978/79	- 885	+ 162	- 36	- 159	- 56

The balance years are defined in table 9, which also includes the glaciated surface areas and the equilibrium line altitudes. Hydrological balances for the catchment areas of the rivers Aegina/Stausee Gries, Massa/Blatten bei Naters and Rhone/Porte du Scex are given in tables 10 to 13 and in figures 9 and 10. Information about surface area and volume changes for both, the upper and the lower Aaregletscher can be found in tables 17 and 18. Data on firn accumulation, thickness and velocity variations, collected on Claridenfirn (Glaronese Alps) and other glaciers, are presented in chapter 5.5. This new chapter will continue a series of special reports, which have been published on that subject every year, since 1914. A list of the former reports with the names of the authors and editors is given in chapter 5.51 (page 141).

## Chapter 6: Appendix

### Chapter 6A: Gries Gletscher (Valais) - Glaciological Observations 1961-1979

Gries glacier is terminating, since 1966, in an artificially dammed lake. In connection with technical consultancy work of the VAW for the local hydroelectric power company, hydroglaciological studies were commenced, in 1961, with mainly two aims: a) to predict the probabilities of the glaciers advancing as far as the site of the (then projected) dam as a function of time, b) to evaluate the annual frequency of distinct volumes of water flowing into the lake. After some of the consulting work had been concluded, the studies were carried on as a contribution to more fundamental investigations. Gries glacier now belongs to the network of long-term observations on glacier fluctuations in Switzerland. The author Hans Siegenthaler, who was in charge of the project, gives a review over the main results of his observations in the years 1961 to 1979. A comparison is made between mass change determined by the glaciological method (annual observations on a stake network, tables 27 and 28, figure 21) and mass change determined by the geodetic method (topographic surveys in 1961 and 1979, table 26, figures 19 and 20, map in fold of the backcover). Annual variations of ice thickness and mean surface velocities are shown in figure 23. Water temperature was measured repeatedly at various depth levels during the first filling of the storage lake, in summer 1966 (figure 24), when the glaciers terminus was flooded and partly desintegrated into swimming icebergs.

## Chapter 6B: A century of Swiss glaciological reports

A review over the first hundred years of systematic observations on glacier variations in the Swiss Alps, started in 1880, is given by Peter Kasser (chapter 6B.1) and Markus Aellen (chapters 6B.2 and 6B.3).

Chapter 6B.1: Historical abstract. Notes on the "Gletscherkollegium", from 1869 to 1893, and on the "Gletscherkommission", from 1893 to 1984

The Swiss Glacier Commission was founded by the SNG in 1893 to replace the "Gletscherkollegium" (Glacier College), which had been founded by the Swiss Alpine Club and the SNG together in 1869 and dissolved in 1893. The histories of both commissions, the former and the present, are outlined in chapters 6B.11 and 6B.12. A list of the members is given in figure 26 (in fold of backcover), which includes also the annual function(s) performed by each member. Biographical comments are given in chapter 6B.13. Additional information on a variety of topics named in the table of contents is chronologically given in each table of chapters 6B.14 and 6B.15.

Chapter 6B.2: The observation network of the Glacier Commission

The length variations of some 351 Swiss glaciers are described in the annual reports nr. 1-100 referring to the surveys from 1879/80 to 1978/79. Only 160 of these glaciers have been observed on a regular basis over a period of five or more years and hence are chosen as network glaciers. The network glaciers are described by morphological parameters, such as surface area, total length, maximum and minimum altitudes, mean slope and exposure. The number and surface area of the network glaciers are compared to the total number and area of the glaciers in the Swiss Alps, based on the inventory established in 1973.

Chapter 6B.3: Annual variations in glacier length from 1879/80 to 1978/79

The annually surveyed length variations of the network glaciers are compiled from the reports nr. 1-100 for the years 1879/80-1978/79. The data are reported in table 34 as a time series for each network glacier. A statistical summary of each yearly data set is given in table 35 and includes such data as the number of observed glaciers, the number and percentage of advancing, stationary and retreating glaciers, the number of measured values and the mean annual value of length variation. The main statistical features are represented as a time series in figure 8 (page 78) of this volume.

A list of the documents annexed in the fold of the backcover is given in German and French on page 288.

T A B L E O F C O N T E N T S

		page
	Table of contents (German, French)	11,16
1	CLIMATE AND WEATHER	21,27
1.1	INTRODUCTION	21,27
1.2	THE YEAR 1977/78	23,29
1.3	THE YEAR 1978/79	24,31
	Tables 1 and 2. Degree-days of months April to October	
	a) absolute values, b) relative values (in % of mean 1959/79)	
	Tab. 1: in 1978	34
	Tab. 2: in 1979	35
	Figures 1 and 2. Daily values of mean air temperature, sum of precipitation and altitude of 0°-isothermal level in the atmosphere	
	Fig. 1: in 1977/78	36
	Fig. 2: in 1978/79	38
	Figures 3 and 4. Precipitation, mean air temperature, duration of sunshine and run-off - Deviation of monthly, seasonal and annual values from respective means of reference period 1931/60	
	Fig. 3: in 1977/78	40
	Fig. 4: in 1978/79	42
1.4	DATA ON WINTER SNOW-COVER	44
	Remarks concerning the observation network	44
	Figure 5. The observation network - Stations referred to in tables 3 and 4	45
	Table 3. Data on snow-cover in winter 1977/78	46
	Table 4. Data on snow-cover in winter 1978/79	47
2	CHRONICLE	48,55
2.1	GLACIOLOGICAL ACTIVITIES AND SPECIAL EVENTS IN 1977/78	48,55
2.2	GLACIOLOGICAL ACTIVITIES AND SPECIAL EVENTS IN 1978/79	51,58
	Table 5. Aerial survey of glaciers in 1978 and 1979	63
3	VARIATION OF GLACIER TERMINI	68,71
3.1	EXERCISE 1977/78	68,71
3.2	EXERCISE 1978/79	70,73
	Tables 6 and 7. Variation of glacier termini - Statistics regarding the main	
	a) river basins, b) mountain regions of Switzerland	
	Tab. 6: for the year 1977/78	74
	Tab. 7: for the year 1978/79	75
	Figures 6 and 7. The glaciers of the Swiss Alps - Observation network showing	
	a) observed glaciers, b) variation of glacier termini	
	Fig. 6: in 1978	76
	Fig. 7: in 1979	77
	Figure 8. Variation of glacier termini in the Swiss Alps - Main results of exercises 1879/80 to 1978/79	78
	a) Size of the annual samples	
	b) Percentage of advancing and of retreating glaciers	
	c) mean annual length variation	
	Table 8. Variation of glacier termini in 1977/78 and 1978/79	79
	(with notes on particular glaciers: see p. 83-101)	
4	PHOTOGRAPHICAL ILLUSTRATIONS	102,104
4.1	ILLUSTRATIONS OF THE 99th REPORT - FIGURE CAPTIONS OF PLATES I-IV	102,104

	page
Plates I-IV, photographs 107-112:	
Lake of Märjelen (Aletsch glacier) in 1976	(phot.) (107)
Fiescher glacier in 1968, 1849 and 1850	(108-110)
Lake of Märjelen (Aletsch glacier) in 1850 and 1977	(111 112)
4.1 ILLUSTRATIONS OF THE 100th REPORT - FIGURE CAPTIONS OF PL. V-VIII	106,108
Plates V-VIII, photographs 107-114:	
Gorner glacier at beginning of 20th century	(107)
F.A.Forel visiting Rhone glacier in 1899	(108)
Lakes of Gorner in summer 1979	(109-113)
Giessen glacier (Jungfrau) in autumn 1979	(114)
5 MASS BALANCES	
5.1 INTRODUCTION	110,114
5.2 RESULTS OF BALANCE YEAR 1977/78	112,116
5.3 RESULTS OF BALANCE YEAR 1978/79	113,117
Table 9. Annual mass balances of some glaciers, from 1976/77 to 1978/79	118
Table 10. Annual hydrological balances of glaciated river basins, from 1976/77 to 1978/79	
a) Aegina (with Gries glacier)	119
b) Massa (with Aletsch glaciers)	120
c) Rhone, above Lake of Geneva	120
Table 11. Massa river basin (Aletsch glaciers) - Monthly, seasonal and annual hydrological balances 1977/78 and 1978/79 for	
a) calendar periods: months, seasons, hydrological years	121
b) for climatic periods: accumulation and ablation periods, annual cycle	123
Figure 9. Massa river basin (Aletsch glacier) - Daily hydrological balance and variation of water storage 1977/78 and 1978/79	
a) specific values of precipitation, run-off and water storage	124
b) water storage cumulated over months and hydrological years	124
Figure 10. Rhone river basin (above Lake of Geneva) - Monthly variation of water storage cumulated over hydrological years 1977/78 and 1978/79, compared to mean, standard deviation and extreme values 1955/80	125
Tables 12 and 13. Rhone river basin (above Lake of Geneva) - Monthly, seasonal and annual hydrological balances	
Tab. 12: in 1977/78	126
Tab. 13: in 1978/79	127
Figures 11 to 16. Annual mass balances 1977/78 and 1978/79 - Zones of equal specific mass change on some glaciers	
Fig. 11 and 12: Gries glacier (Aegina)	128,129
Fig. 13 and 14: Limmern- and Plattalva glaciers	130,131
Fig. 15 and 16: Silvretta glacier	132,133
Tables 14 to 16. Annual mass balances 1977/78 and 1978/79 versus altitude	
Tab. 14: Gries glacier (Aegina)	134
Tab. 15: a) Limmern glacier, b) Plattalva glacier	135
Tab. 16: Silvretta glacier	136
5.4 SURVEYS ON OBERAAR AND UNTERAAR GLACIERS	137
Introduction	137
Figure 17. Oberaar and Unteraar glaciers - Location of the profiles	137
Table 17. Oberaar and Unteraar glaciers - Results of survey 1978	138
Table 18. Oberaar and Unteraar glaciers - Results of survey 1979	139
5.5 SNOW AND FIRN ACCUMULATION ON SOME GLACIERS	140
5.51 Introduction	140
5.52 Clariden glacier	142

	page
Tables 19 and 20. Clariden glacier - Main results of 1978 and 1979 surveys	
a) Winter snow-cover, annual net accumulation, change of thickness and horizontal movement	
b) seasonal and annual precipitation totalized in rain gauges and observed at pluviometric stations	
Tab. 19: in 1977/78	144
Tab. 20: in 1978/79	145
5.53 Silvretta glacier and Engadine region	146
Table 21. Silvretta glacier - Winter snow-cover and annual net accumulation in 1977/78 and 1978/79	148
Table 22. Glaciers of Bernina group - Thickness changes and net accumulation in 1977/78 and 1978/79	148
5.54 Jungfraufirn (Aletsch glacier)	149
Tables 23 and 24 Jungfraufirn - Winter snow-cover, annual net accumulation, change of thickness and horizontal movement	
Tab. 23: in 1977/78	150
Tab. 24: in 1978/79	150
5.55 Summary of chapter 5.5 in French	151
6 APPENDIX: REVIEW OF LONGTERM OBSERVATIONS	153
6A GRIES GLACIER (VALAIS) - GLACIOLOGICAL OBSERVATIONS 1961-1979	153
Hans Siegenthaler	
6A.1 Introduction	153
6A.2 Variations of Gries glacier	155
Table 25. Length variations from 1847 to 1979	157
Table 26. Surface, volume and thickness changes 1923/61 and 1961/79 versus altitude	158
Figure 18. Position of glacier terminus on maps from 1847 to 1979	159
Figure 19. Surface and change of thickness versus altitude, determined after the surveys in 1923, 1961 and 1979	
a) Surface area and hypsographical curve in 1923, 1961 and 1979	160
b) Thickness changes 1923/61 and 1961/79	160
Figure 20. Change of surface level in profiles from 1961 to 1979	161
6A.3 Glacier mass balance and hydrological balance of the river basin	162
Table 27. Gries glacier - Annual mass balance and altitude of equilibrium line from 1961/62 to 1978/79	165
Table 28. Gries glacier - Annual mass balance versus altitude, with values indicating the influence of the artificial lake	
a) from 1961/62 to 1965/66	166
b) from 1966/67 to 1972/73	167
c) from 1973/74 to 1978/79	168
Table 29. Basin of Griessee - Annual hydrological balances 1961/62-1978/79	169
Figure 21. Gries glacier - Zones of equal specific mass balance in years with well balanced or extremely imbalanced household	170
Figure 22. Gries glacier - Depth of winter snow-cover in longitudinal and transversal profiles, in April 1962	171
6A.4 Measures on glacier movement and other observations	172
Figure 23. Gries glacier - Mean annual velocity and variation of ice thickness from 1961 to 1979 in the a) firn area, b) ablation area	174
Figure 24. Griessee - Surface levels and water temperatures in depth profiles during first filling of the artificial lake, in summer 1966	175

	page	
6A.5	Glaciological map of Gries glacier	176
	Figure 25. Gries glacier - Aerial photograph (vertical view), Swissair Photo Zürich, September 10th 1962	in fold of backcover
	Special map. Gries glacier 1:10 000 - Surveys 1961 and 1979	in fold of backcover
6A.6	List of references	177
6A.7	Summary of chapter 6A in French	178
6B	A CENTURY OF SWISS GLACIOLOGICAL REPORTS	181
6B.1	Notes on the history of the "Gletscherkollegium SAC/SNG" from 1869 to 1893 and of the "Gletscherkommission SNG" from 1893 to 1984 Peter Kasser	181
6B.11	The Commission and its evolution	181
11.1	The constitution of the commission	181
11.2	The permanent task - Annual surveys on the state and the variation of gla- ciers in the Swiss Alps	185
11.3	The relations with other institutions	187
6B.12	Historical abstract	189
12.1	The "Gletscherkollegium" (Glacier College) from 1869 to 1893	189
12.2	The "Gletscherkommission" (Glacier Commission) from 1893 to 1984	189
a)	1893 to 1916 - Conclusion of the Rhone glacier survey	189
b)	1916 to 1928 - The period of advancing glaciers	189
c)	1928 to 1950 - The seismic soundings on glaciers	190
d)	1950 to 1964 - Hydroelectric power plants and Geophysical Year	190
e)	1964 to 1984 - Dangerous glaciers, Hydrological Decade and international collaboration	190
6B.13	The members of the Commission from 1869 to 1984	192
	Figure 26. "Gletscherkollegium SAC/SNG" 1869-1893 and "Gletscherkommis- sion SNG" 1893-1984	in fold of backcover
6B.14	The Glacier Colleges chronicle from 1869 to 1893	199
6B.15	The Glacier Commissions chronicles from 1893 to 1984	201
15.1	Foundation and tasks	201
15.2	Surveys on the state and the variations of the glaciers	202
a)	Introductory note	202
b)	Length variations	202
c)	Mass and volume variations	204
d)	Inventories, namely of glaciated areas	205
15.3	Depth soundings on glaciers	206
15.4	Dangerous glaciers	208
a)	The years from 1893 to 1963	208
b)	Security of the dammed lakes	209
c)	The Mattmark glacier fall and its consequences	209
e)	The working group on dangerous glaciers	209
15.5	Protection of natural environments	210
15.6	Longterm investigations on some glaciers	212
a)	Rhone glacier	212
b)	Aletsch glaciers	214
15.7	Reorganisation of the Commissions activities from 1916 to 1918	217
15.8	Observations on advancing glaciers from 1916 to 1928	218
15.9	Other investigations	219
15.10	International collaboration	220
a)	The reports of the International Glacier Commission from 1894 to 1960	220
b)	The development of a world-wide Permanent Service on the Fluctuations of Glaciers from 1960 to 1983	220

	page	
6B.15.10	c) The development of a world inventory of perennial snow and ice masses from 1955 to 1983	221
	d) Expeditions to foreign regions	222
	e) Study tours in Switzerland with foreign glaciologists	224
	f) Relations with international organisations and glaciological groups in neighboring countries	225
15.11	Public information	
6B.16	List of abbreviations	226
6B.17	List of references	230
	Documents	230
	Publications	231
6B.2	The observation network of the Glacier Commission Markus Aellen	239
6B.21	Introduction	239
	Table 30. Length of records on variation of glacier termini	243
	Table 31. Number and surface area of the network glaciers and of all glaciers in the Swiss Alps in 1973 - Frequency distribution	
	a) in size classes	244
	b) in mountain regions and river basins	245
	Figures 27 and 28. Number and surface area of the network glaciers and of all glaciers in 1973 - Frequency distribution in size classes for	
	a) the number of glaciers, b) the glaciated area	
	Fig. 27: in the whole of the Swiss Alps	246
	Fig. 28: in the river basins of the Swiss Alps	247
6B.22	The actual observation network	248
	Table 32. The glaciers of the actual network - Morphological parameters and beginning of the observation on length variation	250
6B.23	Former network glaciers (temporarily observed before 1956)	253
	Table 33. The former network glaciers (temporarily observed before 1956) - Morphological parameters and observation period	255
	Figure 29. The former network glaciers (temporarily observed before 1956)	257
6B.24	Sporadic observation of glaciers beside the network	258
	Figure 30. Glaciers observed beside the network (named on p. 256)	257
6B.25	List of references	259
6B.3	Annual length variation of the network glaciers, 1879/80-1978/79 Markus Aellen	260
6B.31	Introduction	260
6B.32	The results of the annual surveys on the network	261
	Table 34. Annual length variation of glaciers in the Swiss Alps, from 1879/80 to 1978/79	264
	Table 35. Annual length variation of glaciers in the Swiss Alps, from 1879/80 to 1978/79 - Statistical summary	274
6B.33	List of references	276
6B.4	Summary of chapter 6B in French	277
7	SUMMARY OF CHAPTERS 1-6 in English	279
	Table of contents in English	283
	List of annexed documents	288
		287

Beilagen (s. 3.Umschlagseite)

Griesgletscher (Wallis). Karte 1:10 000. Aufnahmen 1961 und 1979

Abbildung 25. Griesgletscher am 10.September 1962. Aufnahme Swissair Photo AG, Zürich  
(Zusammensetzung der Luftbilder Nrn. 7421-7429)

Abbildung 26. Gletscherkollegium SAC/SNG 1869-1893 und Gletscherkommission SNG 1893-1984

Annexes (v. 3e page de couverture)

Glacier de Gries (Valais). Carte 1:10 000. Relevés 1961 et 1979

Figure 25. Glacier de Gries, le 10 septembre 1962. Cliché Swissair Photo SA, Zurich  
(Clichés aériens nos. 7421-7429 composés)

Figure 26. Collège glaciaire CAS/SHSN 1869-1893 et Commission des glaciers SHSN 1893-1984

## Verzeichnis der publizierten Berichte - Index des rapports publiés

Jährliche Berichte über die Veränderungen der Schweizer Gletscher, begonnen im Jahre 1880 durch F.A.Forel (1841-1912).

Rapports annuels sur les variations des glaciers suisses, créés en 1880 par F.A.Forel (1841-1912).

Verfasser - Auteurs:	Bericht - Rapport:		Jahr - Année:
	Nr.	No.	
F.A.Forel	1	15	1880 - 1894
F.A.Forel et L.Du Pasquier	16	17	1895 - 1896
F.A.Forel, M.Lugeon et E.Muret	18	27	1897 - 1906
F.A.Forel, E.Muret, P.L.Mercanton et E.Argand		28	1907
F.A.Forel, E.Muret et P.L.Mercanton	29	32	1908 - 1911
E.Muret et P.L.Mercanton	33	34	1912 - 1913
P.L.Mercanton	35	70	1914 - 1949
P.L.Mercanton et A.Renaud	71	75	1950 - 1954
A.Renaud	76	83	1955 - 1961/62
P.Kasser	84	91	1962/63 - 1969/70
P.Kasser und M.Aellen	92	104	1970/71 - 1982/83
M.Aellen	105	106	1983/84 - 1984/85

Verfasser der Jahrbücher - Auteurs des Annaires:

P.Kasser, M.Aellen und H.Siegenthaler 95+96 - 99+100 1973/74+74/75 - 1977/78+78/79

Die Berichte sind in folgenden Zeitschriften erschienen - Les rapports ont paru dans les périodiques suivants:

Zeitschrift - Périodique:	Bericht - Rapport	
	Nr.	No.
Echo des Alpes XVII-XVIII, Genève 1881-1882	1	2
Jahrbuch des SAC - Annuaire du CAS XVIII-LVIII, Bern 1883-1924	3	44
Die Alpen - Les Alpes, Jg.-Année 1-62, Bern 1925-1986	45	106 *)
*) ohne Tabellen publiziert - publiés sans les tableaux	71	75
in gekürzter Fassung publiziert - publiés en extrait	85	106

Als Sonderdrucke sind erhältlich - Tirés-à-part disponibles:

Extrait de la revue "Les Alpes"	81	86
Extrait complété de la revue "Les Alpes"	87	90
Publication de la Commission des glaciers de la SHSN	91	93+94
Publikation der Gletscherkommission der SNG		93+94
Glaziologisches Jahrbuch - Annuaire glaciologique	95+96	99+100





GRIESGLETSCHER am 10. September 1962  
Aufnahme Swissair Photo AG, Zürich



# Griesgletscher

1 : 10 000

Aufnahmen 1961 und 1979

Bundesamt für Landestopographie 3084 Wabern

Versuchsanstalt für Wasserbau,  
Hydrologie und Glaziologie ETH Zürich

Gletscherkommission der SNG Zürich

1983

# Griesgletscher

Luftphotogrammetrische Aufnahmen  
am 20. September 1961 und 15. August 1979

-  Gletschergrenzen 1961
-  Firnschneegrenze 1961
-  Gletschergrenzen 1979
-  Firnschneegrenze 1979
-  Neuschneegrenze 1979
-  Einzugsgebietsgrenze
-  Seen 1961
-  Seen 1979

Vermessungsstationen:

-  Triangulationspunkt
-  Fixes Stativ
-  Permanente Signaltafel

Messpunkte auf dem Gletscher:

-  Pegel zur Messung des spezifischen Massenhaushalts  $\bar{b}$  und der Horizontal-komponente der Geschwindigkeit  $V_h$
-  Pegel mit alljährlich gleicher Ausgangslage (Boje)

Unterschied zwischen den Gletscherständen 1961 und 1979 dargestellt durch horizontale Schnittflächen:

-  Bei Zunahme der Gletscherdicke
-  Bei Abnahme der Gletscherdicke

$V_h$  in m/Jahr (Jahr 1975/76)  
 $\bar{b}$  in  $\text{kg/m}^2 \cdot \text{Jahr}$  (Periode 1961/79)  
Pegelbezeichnung

Masstab 1 : 10 000  
Aequidistanz 10 m

Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie ETH Zürich

Gletscherkommission der SNG Zürich

Druck: Bundesamt für Landestopographie 3084 Wabern

1983