DIE GLETSCHER DER SCHWEIZER ALPEN 1973/74 und 1974/75

95. und 96. Bericht

LES VARIATIONS DES GLACIERS SUISSES 1973/74 et 1974/75

95e et 96e 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

1982

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

1973/74 und 1974/75

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

1973/74 et 1974/75

PETER KASSER*, MARKUS AELLEN*,** und HANS SIEGENTHALER**

*) Gletscherkommission der SNG / Commission des glaciers de la SHSN

**) Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie an der ETH Zürich / Laboratoires de recherches hydrauliques, hydrologiques et glaciologiques de l'EPF à Zurich

95. und 96. Bericht

GLAZIOLOGISCHES JAHRBUCH DER GLETSCHERKOMMISSION DER SNG

95e et 96e rapports

ANNUAIRE GLACIOLOGIQUE DE LA COMMISSION DES GLACIERS DE LA SHSN

1982

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)

Publikation der Gletscherkommission
der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft (SNG)
c/o Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie an der
Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich (VAW/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
de l'Ecole polytechnique fédérale à Zurich (VAW/EPFZ)
Gloriastrasse 37/39, ETH-Zentrum, CH-8092 Zürich.

Druck von Stämpfli & Co. AG, Bern 1982

Imprimée par Staempfli & Cie. SA, Berne 1982

© Gletscherkommission der SNG
Commission des glaciers de la SHSN

ERRATA

p.7 (à compléter) : "P.Mercier, Lausanne (1,2,15,43)" (voir p.5)

S.124 (ergänzen): Unteraar "-Finsteraar" (siehe Seite 125)

Notiz

Die im Jahre 1893 gegründete Gletscherkommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft (SNG) verfolgt die gleichen Ziele wie das "Gletscherkollegium", das durch den Schweizerischen Alpenklub (SAC) und die SNG gemeinsam im Jahre 1869 geschaffen und im Jahre 1893 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", commission fondée par le Club alpin suisse (CAS) et la SHSN, en 1869, et dissoute lors de la création de la commission actuelle.

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
**Peter Kasser, Herrliberg, Alt-Präsident / ancien président	1948
Albert Bezinge, Sion	1977
André Flotron, Meiringen	1972
Hans Oeschger, Bern	1967
Bruno Salm, Davos	1981

Arbeitsgruppe für Gletscherbeobachtungen / groupe de travail pour l'observation des glaciers

**Vorsitzender / préposé
*Mitglied / membre

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

Depuis 1964, la Commission des glaciers de la SHSN est redevable de la collection des résultats des contrôles annuels et de la rédaction du rapport annuel aux Laboratoires de recherches hydrauliques, hydrologiques et glaciologiques (VAW) de l'Ecole polytechnique fédérale à Zurich (EPFZ).

V O R W O R T

Die Berichte Nr. 1 bis 83 sind in französischer Sprache, die Berichte Nr. 84 bis 94 in zwei parallelen Reihen, französisch und deutsch, herausgegeben worden. Das vorliegende glaziologische Jahrbuch für die 95. und 96. Berichtsperiode enthält erstmals beide Sprachen in einem Heft. Tabellen und Abbildungen, die sich nur auf ein Jahr beziehen, sind für das erste Jahr deutsch, für das zweite Jahr französisch beschriftet. Andere Tabellen und Abbildungen sind zweisprachig. Die Bemerkungen zu den Längenänderungen der einzelnen Gletscher (Tab. 8) sind nur in der Originalsprache der Beobachter, d.h. deutsch, französisch oder italienisch aufgenommen. Die umfangreichen Zahlentabellen mit Klima- und Abflussdaten sind weggelassen, weil diese Informationen in den im Kapitel 1.1 zitierten Jahrbüchern der zuständigen Institutionen zu finden sind. Beibehalten sind die Tabellen mit den Summen der positiven Tagesmittel der Lufttemperatur (Tab. 1 und 2), einige Daten über die Winterschneedecke (Tab. 3 und 4, Abb. 5) sowie die graphischen Darstellungen zur Beschreibung der klimatischen Verhältnisse (Abb. 1 bis 4). Auf das "Verzeichnis von Publikationen" wird verzichtet. Diese Angaben sind zum grossen Teil in der "Bibliographia scientiae naturalis Helvetica" der Eidgenössischen Landesbibliothek enthalten. Ein Teil der Texte, Tabellen und Abbildungen ist aus der Zeitschrift des Schweizerischen Alpenklubs (SAC) "Die Alpen", 4. Quartal 1975 (51. Jg.) und 1. Quartal 1977 (53. Jg.) übernommen worden.

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

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

Die Institutionen und freien Mitarbeiter, welche jährlich die Gletscherenden einmessen (Kap. 3), sind nachstehend genannt mit den in Klammern beigefügten Nummern der beobachteten Gletscher (Tab. 8):

- Kantonale Forstdienste

  Bern (52 bis 56, 59 bis 65, 109)
  Graubünden (82 bis 89, 92 bis 98, 100, 102)
  Sankt Gallen (81, 91)
  Uri (66 bis 74)
  Wallis (7, 13, 14, 18 bis 33, 39 bis 42, 105)
  Glarus (77, 79, 80)
  Obwalden (75, 76)
  Tessin (103, 104, 117, 118, 120)
  Waadt (44 bis 49)

- Kraftwerke Oberhasli (50, 51)
- Kraftwerke Mauvoisin (37, 38)
- Eidgenössisches Institut für Schnee- und Lawinenforschung, Weissfluhjoch-Davos (115)
- Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich (3 bis 6, 8 bis 12, 17, 78, 90, 106, 107, 110, 114)

- Individuelle Mitarbeiter:

  Jean-Louis Blanc, Les Peseux, NE (34 bis 36)

  Viktor Boss, Grindelwald, mit Hans Boss, Zweilütschinen (57, 58)

  Aldo Godenzi, Chur (99, 101)

  Erwin Hodel, Adelboden (111)

  Pierre Mercier, Lausanne (1, 2, 15, 43)

  Rudolf Zimmermann, Zermatt (16)

Die Bildseiten und die Legenden in Kapitel 4 sind unverändert aus den oben erwähnten Quartalsheften des SAC übernommen.

Die Untersuchungen über den Massenhaushalt (Kap. 5) gehören zum wissenschaftlichen Langfristprogramm der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich. Sachbearbeiter für das Gebiet der Aletschgletscher ist Markus Aellen, für die Gletscher Gries, Limmern, Plattalva und Silvretta Hans Siegenthaler.

Die Tabellen und graphischen Darstellungen der Kapitel 1 bis 5 sollen in den zukünftigen Berichten weitergeführt werden. Der Anhang (Kap. 6) dagegen wird von Jahrbuch zu Jahrbuch verschieden sein und möchte von Fall zu Fall folgenden Zielsetzungen dienen:

1) Datenzusammenstellungen für langjährige bisher noch nicht oder nur teilweise publizierte Messreihen von einzelnen Gletschern oder Einzugsgebieten, z.B. von Lageänderungen der Gletscherenden, von Aenderungen der Gletscherflächen oder von Massenänderungen. Dabei ergeben sich in einzelnen Fällen durch Neubearbeitungen des Beobachtungsmaterials besser gesicherte Werte, die von den ursprünglich publizierten etwas abweichen können und diese ersetzen. Bei der Lageänderung von Gletscherenden kann dieser Fall eintreten durch nachträgliche Auswertung von Luftaufnahmen und Ausgleich der weniger genauen Messungen, die zeitlich dazwischen liegen, bei Flächenänderungen durch Interpolation von Messlücken anstelle von Extrapolation durch regressive Beziehungen, bei Massenänderungen durch Ergänzen der in den ersten Jahren geringen Anzahl Messpunkte mittels Pegelkorrelationen, um nur einige Beispiele zu nennen.
2) Charakteristiken für langjährige Reihen von Gletscher- oder Klimadaten, wie zum Beispiel Mittelwerte, Extremwerte, Streuungen, Quantile, Tendenzangaben, welche als Vergleichswerte, gewissermassen als Massstab für die Beurteilung von Werten der Berichtsjahre dienen.
3) Ausgabe von Spezialkarten, zum Beispiel für verschiedene Stände eines Gletschers und der sich daraus ergebenden Volumen- und Flächenänderungen in Abhängigkeit von der Meereshöhe.
4) Messreihen für einzelne Messpunkte oder Profile eines Gletschers für mehrere Jahre, als nachträgliche Ergänzung der Informationen in den Kapiteln 1 bis 5.
5) Hinweise auf anderswo publizierte Angaben über Veränderungen der Schweizer Gletscher.

P R E F A C E

Les rapports nos. 1 à 83 ont été publiés uniquement en langue française, les nos. 84 à 94 en deux éditions, française et allemande. Le présent annuaire glaciologique, qui concerne les années du 95e et du 96e rapport, réunit les deux langues des deux années dans un volume bilingue. Les tableaux et les figures, qui se rapportent séparément à l'une et à l'autre des deux 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 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, citées au chapitre 1.1. On a gardé pourtant les tableaux contenant les sommes des moyennes journalières positives de la température de l'air (tabl. 1), les informations sur la couverture neigeuse (tabl. 3 et 4, fig. 5) ainsi que les représentations graphiques illustrant les conditions climatiques (fig. 1 à 4). On a abandonné, en outre, l'index des publications, puisque la plupart des oeuvres a été citée dans la "Bibliographia scientiae naturalis Helvetica", éditée par la Bibliothèque nationale suisse. Une partie des textes, des tableaux et des illustrations du présent rapport a été publiée dans la revue trimestrielle du Club alpin suisse (CAS) "Les Alpes", 4e trimestre 1975 (51e année) et 1er trimestre 1977 (52e année).

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

Les vols photogrammétriques ont été effectués par l'Office fédéral de la topographie (S+T) ou par la Direction des mensurations cadastrales (D+M; tabl. 5). L'Institut géodésique de l'EPF Zurich ainsi que 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 observés (voir tabl. 8), indiqués entre paranthèses:

- Services forestiers des cantons de

  Berne (52 à 56, 59 à 65, 109)
  Grisons (82 à 89, 92 à 98, 100, 102)
  Saint Gall (81, 91)
  Uri (66 à 74)
  Valais (7, 13, 14, 18 à 33, 39 à 42, 105)
  Glaris (77, 79,80)
  Obwald (75, 76)
  Tessin (103, 104, 117, 118, 120)
  Vaud (44 à 49)

- Forces motrices de l'Oberhasli (50, 51)
- Forces motrices de Mauvoisin (37, 38)
- Institut fédéral pour l'étude de la neige et des avalanches, Weissfluhjoch-Davos (115)
- Laboratoires de recherches hydrauliques, hydrologiques et glaciologiques de l'EPF Zurich (3 à 6, 8 à 12, 17, 78, 90, 106, 107, 110, 114)
- Collaborateurs individuels

  Jean-Louis Blanc, Les Peseux (34 à 36)

  Viktor Boss, Grindelwald, et Hans Boss, Zweilütschinen (57, 58)

  Aldo Godenzi, Chur (99, 101)

  Erwin Hodel, Adelboden (111)

  Rudolf Zimmermann, Zermatt (16).

Les illustrations et les légendes du chapitre 4 sont tirées des fascicules respectifs de la revue "Les Alpes", cités plus haut.

L'établissement des bilans de masse fait partie des programmes de recherches scientifiques des Laboratoires de recherches hydrauliques, hydrologiques et glaciologiques de l'EPF Zurich. Markus Aellen est responsable des mesures sur les glaciers d'Aletsch et Hans Siegenthaler est chargé des observations sur les glaciers de Gries, de Limmern, de Plattalva et de Silvretta.

Les tableaux et les représentations graphiques des chapitres 1 à 5 se retrouveront dans les rapports futurs, pour les années respectives, tandis que l'annexe (chap. 6) pourra varier d'une édition à l'autre. Il devrait servir aux buts suivants:

1) Compilation des données d'une longue série d'observations qui, jusqu'ici, n'ont été publiées qu'en partie et qui se réfèrent à un glacier ou à un bassin versant particulier, comme par exemple des données sur les variations de la longueur, de la surface, du volume ou de la masse d'un glacier. Dans certains cas, la révision d'une série de mesures produira des résultats plus assurés, qui peuvent s'écarter quelque peu des valeurs publiées qu'ils remplaceront. Le cas peut se produire, par exemple, à la suite des restitutions photogrammétriques, ultérieures aux observations terrestres et qui permettent de compenser avec une meilleure certitude les mesures intermédiaires, parfois moins précises, sur la variation de longueur d'un glacier. Ces restitutions permettent aussi de combler, par interpolations plutôt que par extrapolations regressives, des lacunes dans une série d'observations sur la variation de la surface d'un glacier. Un autre cas semblable peut se présenter, si, en adoptant des méthodes de corrélations statistiques, on s'applique à compléter les mesures sur le bilan de masse d'un glacier, établi souvent avec moindre précision, pendant les premières années d'une série, à cause du nombre de balises trop petit.

2) Présentation de paramètres statistiques, qui caractérisent une longue série de données glaciologiques ou climatologiques, soit les valeurs moyennes ou extrèmes, les écarts standardisés, les fréquences fractionnaires ou les tendances. Ces grandeurs servent d'étalon ou de base de référence à évaluer la normalité ou l'excentricité des résultats récoltés pendant un exercice particulier.

3) Publication de cartes spéciales, représentant, par exemple, deux états différents d'un glacier, et présentation des données respectives sur la variation de la surface et du volume, déterminées par échelons d'altitude.

4) Présentation de données complémentaires aux chapitres 1 à 5 et qui résultent de séries de mesures pluriannuelles, répétées périodiquement à certains points ou sur certaines lignes de profil d'un glacier.

5) Avis sur des informations publiées ailleurs sur les variations des glaciers suisses.

I N H A L T

Seite

Inhaltsverzeichnis 9

1 KLIMA UND WITTERUNG 15

1.1 EINLEITUNG 15

1.2 DAS JAHR 1973/74 17

1.3. DAS JAHR 1974/75 20

Tabellen 1 und 2. Summe der positiven Tagesmittel der Lufttemperatur in den Monaten April bis Oktober
Tabelle 1: im Jahr 1974 30
a) absolute Werte, in Grad Celsius 30
b) relative Werte, in Prozenten der Periodenmittel 1959/75 30
Tabelle 2: im Jahr 1975 31
a) absolute Werte, in Grad Celsius 31
b) relative Werte, in Prozenten der Periodenmittel 1959/75 31

Abbildungen 1 und 2. Temperaturtagesmittel, tägliche Niederschlagsmenge und Höhenlage der Nullgradisotherme
Abbildung 1: im Jahr 1973/74 32
Abbildung 2: im Jahr 1974/75 34

Abbildungen 3 und 4. Niederschlag, Temperatur, Sonnenscheindauer und Abfluss, bezogen auf die Mittelwerte der Periode 1931-1960, dargestellt für Monate, Winter, Sommer und Jahr
Abbildung 3: im Jahr 1973/74 36
Abbildung 4: im Jahr 1974/75 38

1.4 DATEN UEBER DIE WINTERSCHNEEDECKE 40

Bemerkung zu den Schneemessstationen 40

Abbildung 5. Schneemessstationen 41
Tabelle 3. Daten über die Schneedecke im Winter 1973/74 42
Tabelle 4. Daten über die Schneedecke im Winter 1974/75 43

2 GLETSCHERCHRONIK 44

2.1 TAETIGKEIT UND BESONDERE EREIGNISSE IM JAHRE 1973/74 44

2.2 TAETIGKEIT UND BESONDERE EREIGNISSE IM JAHRE 1974/75 47

Tabelle 5. Vermessungsflüge in den Jahren 1974 und 1975 60

3 LAGEAENDERUNG DER GLETSCHERENDEN 64

3.1 JAHR 1973/74 64

3.2 JAHR 1974/75 65

Tabellen 6 und 7. Lageänderung der Gletscherenden - Zusammenfassungen
a) für das ganze schweizerische Beobachtungsnetz
b) für die Einzugsgebiete der Hauptflüsse
Tabelle 6: Jahr 1973/74 70
Tabelle 7: Jahr 1974/75 71

Abbildungen 6 und 7. Die Gletscher der Schweizer Alpen - Beobachtungen und Ergebnisse
Abbildung 6: im Jahre 1974 72
Abbildung 7: im Jahre 1975 73

Tabelle 8. Lageänderung der Gletscherenden 1973/74 und 1974/75 74
(mit Bemerkungen zu einzelnen Gletschern, S. 78 - 98)

Seite

4 BILDTEIL 99

4.1 BILDFOLGE DES 95. BERICHTS - BILDLEGENDEN 99

Bildtafeln I bis IV
Tafel I: Unteraargletscher am 18. September 1970
Tafel II: Klimastation Moosfluh am Grossen Aletschgletscher, am 16. Mai 1973
Tafel III: Tiatschagletscher am 23. September 1972 und am 13. September 1974
Tafel IV: Eigergletscher am 12. September 1969

4.2 BILDFOLGE DES 96. BERICHTS - BILDLEGENDEN 101

Bildtafeln V bis VIII
Tafel V (Bild 11): Grosser Aletschgletscher am 11. September 1976
Tafeln VI und VII (Bilder 12 bis 17): Felsversackungen am Grossen Aletschgletscher (4. Oktober 1965, 26. September 1967, 21. September 1970, 8. Oktober 1975, 11. Oktober 1967 und 15. Juli 1975
Tafel VIII (Bild 18): Gornergletscher am 15. Juli 1974

5 MASSENHAUSHALT 105

5.1 EINLEITUNG 105

5.2 ERGEBNISSE DES HAUSHALTSJAHRES 1973/74 105

5.3 ERGEBNISSE DES HAUSHALTSJAHRES 1974/75 106

Tabelle 9. Massenänderung einiger Gletscher in den Jahren 1972/73 bis 1974/75 109
Tabelle 10. Hydrologische Bilanzen einiger vergletscherter Einzugsgebiete in den Jahren 1972/73 bis 1974/75
a) Einzugsgebiet der Aegina (Griesgletscher) 110
b) Einzugsgebiet der Massa (Aletschgletscher) 111
c) Einzugsgebiet der Rhone (oberhalb des Genfersees) 111
Tabelle 11. Einzugsgebiet der Massa/Blatten bei Naters (Aletschgletscher) - Hydrologische Bilanzen für Monate, Jahreszeiten und Jahre 1972/73 bis 1974/75 112
Abbildungen 8 und 9. Einzugsgebiet der Massa/Blatten bei Naters - Hydrologische Bilanzen 1973/74 und 1974/75
Abbildung 8: Tageswerte von Niederschlag, Abfluss und Reservenänderung 113
Abbildung 9: Tageswerte der Reservenänderung, kumuliert vom 1. Oktober 1973 bis 30. September 1974 und vom 1. Oktober 1974 bis 30. September 1975 113
Abbildung 10. Griesgletscher - Massenbilanz 1973/74 114
Abbildung 11. Griesgletscher - Massenbilanz 1974/75 115
Abbildung 12. Limmern- und Plattalvagletscher - Massenbilanz 1973/74 116
Abbildung 13. Limmern- und Plattalvagletscher - Massenbilanz 1974/75 117
Abbildung 14. Silvrettagletscher - Massenbilanz 1973/74 118
Abbildung 15. Silvrettagletscher - Massenbilanz 1974/75 119
Tabellen 12 bis 14. Massenänderungen 1973/74 und 1974/75, für Höhenstufen von 100 Metern
Tabelle 12: Griesgletscher 120
Tabelle 13: Limmern- und Plattalvagletscher
a) Limmerngletscher 121
b) Plattalvagletscher 121
Tabelle 14: Silvrettagletscher 122

Seite

5.4 MESSUNGEN AN DEN AAREGLETSCHERN 123

Einleitung 123

Tabelle 15. Die Aaregletscher im Jahre 1973/74 - Hauptresultate 124
Tabelle 16. Die Aaregletscher im Jahre 1974/75 - Hauptresultate 125

6 ANHANG : LANGJAEHRIGE BEOBACHTUNGSREIHEN AN AUSGEWAEHLTEN GLETSCHERN UND LITERATURHINWEISE 126

6.1 PORCHABELLAGLETSCHER 126

Einleitung 126

Tabelle 17. Porchabellagletscher - Lageänderungen des Zungenendes von 1893 bis 1975 130
Abbildung 16. Porchabellagletscher
a) Flächenschwund 1850ca. - 1973 131
b) Längenschwund 1850ca. - 1975 131
Tabelle 18. Porchabellagletscher - Gletscherfläche, nach den topographischen Aufnahmen von 1845 bis 1973 132
Abbildung 17. Porchabellagletscher - Lage des Gletscherendes, nach den topographischen Aufnahmen von 1845 bis 1973 133

6.2 ALETSCHGLETSCHER 134

Einleitung 134

Tabelle 19. Grosser Aletschgletscher - Lageänderungen des Zungenendes von 1892 bis 1975 138
Abbildung 18. Grosser Aletschgletscher - Längenschwund von etwa 1860 bis 1975 139
Tabelle 20. Einzugsgebiet der Massa (Aletschgletscher) - Gletscherfläche, nach den topographischen Aufnahmen von 1880 bis 1973 140
Abbildung 19. Grosser Aletschgletscher und Oberaletschgletscher - Lage der Gletscherenden 1653 bis 1974, nach topographischen Aufnahmen oder rekonstruiert nach Moränenwällen 141
Tabelle 21. Einzugsgebiet der Massa (Aletschgletscher) - Hydrologische Jahresbilanzen 1922/23 bis 1974/75, reduziert auf das Einzugsgebiet der Abflussmessstation Blatten bei Naters 142
Tabelle 22. Grosser Aletschgletscher - Höhenlage der Gleichgewichtslinie auf dem Jungfraufirn von 1950 bis 1975 145

6.3 SILVRETTAGLETSCHER 146

Einführung 146

Tabelle 23. Silvrettagletscher - Jährliche Lageänderungen des Gletscherendes, von 1956 bis 1975 152
Abbildung 20. Silvretta- und Verstanklagletscher - Lage der Gletscherenden, nach topographischen Aufnahmen von 1849 bis 1973 153
Tabelle 24. Silvrettagletscher - Jährliche Massenänderung und Höhe der Gleichgewichtslinie, von 1959/60 bis 1972/73 154
Tabelle 25. Silvrettagletscher - Jährliche Massenänderung für Höhenstufen von 100 Metern, von 1959/60 bis 1972/73 155
a) 1959/60 bis 1963/64 b) 1964/65 bis 1968/69 155
c) 1969/70 bis 1971/72 d) 1972/73 156
Tabelle 26. Silvrettagletscher - Flächen- und Volumenänderung von 1959 bis 1973, für Höhenstufen von 100 Metern 157
Karte 1:10 000. Silvretta-, Verstankla- und Chammgletscher - Aufnahmen 1959 und 1973 (Klappe der 3. Umschlagseite)

6.4 LITERATURHINWEISE 158

TABLE DES MATIERES

page

Table des matières 12

1 CONDITIONS CLIMATIQUES 22

1.1 INTRODUCTION 22

1.2 L'ANNEE 1973/74 25

1.3 L'ANNEE 1974/75 28

Tableaux 1 et 2. Somme des moyennes journalières positives de la température de l'air; mois d'avril à octobre
Tableau 1: en 1974 30
a) valeurs absolues, en degrés Celsius 30
b) valeurs relatives, en pourcent des moyennes 1959/75 30
Tableau 2: en 1975 31
a) valeurs absolues, en degrés Celsius 31
b) valeurs relatives, en pourcent des moyennes 1959/75 31

Figures 1 et 2. Température moyenne journalière, somme journalière des précipitations et altitude de l'isotherme de zéro degré à 13 heures
Figure 1: en 1973/74 32
Figure 2: en 1974/75 34

Figures 3 et 4. Précipitations, températures, durée d'insolation et écoulement - Valeurs mensuelles, saisonnières et annuelles relatives aux moyennes de la période 1931-1960
Figure 3: en 1973/74 36
Figure 4: en 1974/75 38

1.4 DONNEES NIVOLOGIQUES 40

Remarque concernant les stations nivométriques 40

Figure 5. Stations nivométriques 41
Tableau 3. Enneigement de l'hiver 1973/74 42
Tableau 4. Enneigement de l'hiver 1974/75 43

2 CHRONIQUE DES GLACIERS 51

2.1 ACTIVITE ET EVENEMENTS PARTICULIERS EN 1973/74 51

2.2 ACTIVITE ET EVENEMENTS PARTICULIERS EN 1974/75 54

Tableau 5. Vols photogrammétriques des annees 1974 et 1975 60

3 VARIATIONS DES FRONTS GLACIAIRES 67

3.1 VARIATIONS EN 1973/74 67

3.2 VARIATIONS EN 1974/75 68

Tableaux 6 et 7. Variations des fronts glaciaires - Récapitulations
a) pour l'ensemble du réseau d'observation suisse
b) pour les bassins versants de la Suisse
Tableau 6: en 1973/74 70
Tableau 7: en 1974/75 71

Figures 6 et 7. Les glaciers des Alpes suisses - Observations et résultats
Figure 6: en 1974 72
Figure 7: en 1975 73

Tableau 8. Variations des fronts glaciaires en 1973/74 et en 1974/75 74
(avec remarques sur la variation de certains glaciers, aux pages 78 - 98)

page

4 ILLUSTRATIONS PHOTOGRAPHIQUES 100

4.1 ILLUSTRATIONS DU 95e RAPPORT - LEGENDES 100

Planches I à IV
Planche I: Glacier inférieur de l'Aar, le 18 septembre 1970
Planche II: Station climatologique de Moosfluh au Grand glacier d'Aletsch, le 16 mai 1973
Planche III: Glacier de Tiatscha, les 23 septembre 1972 et 13 septembre 1974
Planche IV: Glacier de l'Eiger, le 12 septembre 1969

4.2 ILLUSTRATIONS DU 96e RAPPORT - LEGENDES 103

Planches V à VIII
Planche V (Fig. 11): Grand glacier d'Aletsch, le 11 septembre 1976
Planches VI et VII (Fig. 12 à 17): Zones d'affaissements rocheux au Grand glacier d'Aletsch, les 4 octobre 1965, 26 septembre 1967, 21 septembre 1970, 8 octobre 1975, 11 octobre 1967 et 15 juillet 1975
Planche VIII: Glacier du Gorner, le 15 juillet 1974

5 BILANS DE MASSE 107

5.1 INTRODUCTION 107

5.2 ANNEE DE BILAN 1973/74 107

5.3 ANNEE DE BILAN 1974/75 108

Tableau 9. Bilans annuels de masse de quelques glaciers, de 1972/73 à 1974/75 109
Tableau 10. Bilans hydrologiques de quelques bassins versants englacés, de 1972/73 à 1974/75 110
a) Bassin de l'Aegina (Glacier de Gries) 110
b) Bassin de la Massa (Glaciers d'Aletsch) 111
c) Bassin du Rhône (en amont du Léman) 111
Tableau 11. Bassin versant de la Massa/Blatten bei Naters (Glaciers d'Aletsch) - Bilans hydrologiques mensuels, saisonniers et annuels, de 1972/73 à 1974/75 112
Figures 8 et 9. Bassin de la Massa/Blatten bei Naters (Glaciers d'Aletsch) - Bilans hydrologiques en 1973/74 et 1974/75
Figure 8: Valeurs journalières des précipitations, des débits et de la variation des réserves 113
Figure 9: Valeurs journalières de la variation des réserves, cumulées du 1er octobre 1973 au 30 septembre 1974 et du 1er octobre 1974 au 30 septembre 1975 113
Figure 10. Glacier de Gries - Bilan de masse en 1973/74 114
Figure 11. Glacier de Gries - Bilan de masse en 1974/75 115
Figure 12. Glaciers de Limmern et de Plattalva - Bilan de masse en 1973/74 116
Figure 13. Glaciers de Limmern et de Plattalva - Bilan de masse en 1974/75 117
Figure 14. Glacier de Silvretta - Bilan de masse en 1973/74 118
Figure 15. Glacier de Silvretta - Bilan de masse en 1974/75 119
Tableaux 12 à 14. Bilans de masse 1973/74 et 1974/75, par échelons de 100 mètres d'altitude
Tableau 12: Glacier de Gries 120
Tableau 13: Glaciers de Limmern et de Plattalva
a) Glacier de Limmern 121
b) Glacier de Plattalva 121
Tableau 14: Glacier de Silvretta 122

page

5.4 MENSURATIONS AUX GLACIERS DE L'AAR 123

Introduction 123

Tableau 15. Glaciers de l'Aar en 1973/74 - Résultats principaux 124
Tableau 16. Glaciers de l'Aar en 1974/75 - Résultats principaux 125

6. ANNEXE: SERIES D'OBSERVATION MULTIANNUELLES DE GLACIERS CHOISIS ET REFERENCES DE PUBLICATIONS 128

6.1 GLACIER DE PORCHABELLA 128

Introduction 128

Tableau 17. Glacier de Porchabella - Variations du front glaciaire, de 1893 à 1975 130
Figure 16. Glacier de Porchabella
a) Surfaces glaciaire en 1973 et délaissée depuis environ 1850 131
b) Recul du front glaciaire d'environ 1850 à 1975 131
Tableau 18. Glacier de Porchabella - Surface glaciaire, d'après les relevés topographiques de 1845 à 1973 132
Figure 17. Glacier de Porchabella - Situation du front glaciaire, d'après les relevés topographiques de 1845 à 1973 133

6.2 GLACIERS D'ALETSCH 136

Introduction 136

Tableau 19. Grand glacier d'Aletsch - Variations du front glaciaire, de 1892 à 1975 138
Figure 18. Grand glacier d'Aletsch - Recul du front glaciaire, d'environ 1860 à 1975 139
Tableau 20. Bassin de la Massa (Glaciers d'Aletsch) - Surface englacée, d'après les relevés topographiques de 1880 à 1973 140
Figure 19. Glaciers d'Aletsch Grand et Supérieur - Situations des fronts glaciaires, de 1653 à 1974, représentées par des relevés topographiques ou reconstruites selon des moraines marginales 141
Tableau 21. Bassin versant de la Massa (Glaciers d'Aletsch) - Bilans hydrologiques des années 1922/23 à 1974/75; valeurs réduites au bassin versant de la station limnigraphique à Blatten bei Naters 142
Tableau 22. Grand glacier d'Aletsch - Altitude de la ligne d'équilibre au Jungfraufirn, de 1950 à 1975 145

6.3 GLACIER DE SILVRETTA 149

Introduction 149

Tableau 23. Glacier de Silvretta - Variations annuelles du front glaciaire, de 1956 à 1975 152
Figure 20. Glaciers de Silvretta et de Verstankla - Situation des fronts glaciaires, d'après des relevés topographiques de 1849 à 1973 153
Tableau 24. Glacier de Silvretta - Bilans annuels de masse et altitude de la ligne d'équilibre, de 1959/60 à 1972/73 154
Tableau 25. Glacier de Silvretta - Bilans annuels de masse, de 1959/60 à 1972/73, par échelons de 100 mètres d'altitude 155
a) 1959/60 à 1963/64 b) 1964/65 à 1968/69 155
c) 1969/70 à 1971/72 d) 1972/73 156
Tableau 26. Glacier de Silvretta - Variations de surface et de volume glaciaire, de 1959 à 1973, par échelons de 100 mètres d'altitude 157
Carte 1:10 000 des glaciers de Silvretta, de Verstankla et de Chamm - Relevés de 1959 et de 1973 (pli de la 3e page de couverture)

6.4 REFERENCES DE PUBLICATIONS 158

1. KLIMA UND WITTERUNG

1.1 EINLEITUNG

Die Abbildungen 1 und 2 auf den Seiten 32 bis 35 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 Jungfraujoch 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 13 Uhr-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 jeweilen 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

---

(1) Nummern in Klammern beziehen sich auf die Literaturangaben am Ende dieses Kapitels 1.1

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 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 den Publikationen von A. Lemans (7) entnommen sind. Die Daten über die Schneedecke sind enthalten in den Tabellen 3 und 4, 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 Kurzberichte über "Schnee und Lawinen" von M. Schild, die für den 95. Bericht in extenso übernommen, für den 96. Bericht (9) auszugsweise eingearbeitet worden sind.

Literaturangaben zu Kapitel 1.1

(1) Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt, 110. Jg.,1973

(Dito), 111. Jg., 1974

(Dito), 112. Jg., 1975

(2) Beiheft zu den Annalen der MZA (Jahrgang 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 (Jahrgang 1978): Klimatologie der Schweiz, Heft 21/0 - Die Nullgradisotherme 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, Jahrgänge 1973, 1974 und 1975

(4) Tägliche Wetterberichte der MZA, Jahrgänge 1973, 1974 und 1975

(5) Monatliche Witterungsberichte der MZA, Jahrgänge 1973, 1974 und 1975

(6) Hydrographisches Jahrbuch der Schweiz. - Hrg. vom Eidg. Amt für Wasserwirtschaft, Bern, Verlag Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale (EDMZ), Bern, Jahrg. 1973, 1974 und 1975

(7) A.Lemans: Der Firnzuwachs pro 1973/74 in einigen schweizerischen Firngebieten, 61. Bericht, Zürich 1975. - Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft Zürich, Jg. 120, Heft 2, S. 181-188

(Dito) ...pro 1974/75, 62. Bericht, Zürich 1976, Jg. 121, Schlussheft, S. 340-348

(8) Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen, Winter 1973/74, Winterbericht des EISLF, Weissfluhjoch/Davos, Nr. 38. - Verlag EDMZ, Bern

(Dito) ...,Winter 1974/75, Nr. 39

(9) M.Schild: Schnee und Lawinen im Winter 1974/75. - Monatsbulletin des SAC 4/1976, S.58/59

1.2 DAS JAHR 1973/74

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

Nach einer dreiwöchigen Wärmeperiode begann auf Säntis (2500 m ü.M.) und Weissfluhjoch (2540 m ü.M.) schon am 22. September der Aufbau der permanenten Winterschneedecke. Doch setzte der Winter auf den Gletschern der Schweizer Alpen nur zögernd ein, indem die Schneemengen vorerst gering waren und die tiefgelegenen Gletscherzungen erst im Laufe einer längeren Zeitspanne definitiv eingeschneit wurden. In der Nordwestschweiz und in Mittelbünden geschah dies anfangs Oktober, in der Zentralschweiz nach Mitte Oktober, in den Berner und Walliser Alpen und auf der Alpensüdseite schliesslich zwischen dem 26. November und 1. Dezember.

Im Oktober entsprachen die Niederschlagssummen überall ungefähr den langjährigen Mittelwerten, mit Ausnahme des Alpsteins, wo die Normalwerte deutlich überschritten wurden. Die Monatstemperaturen waren oberhalb 1500 bis 2000 Meter über Meer etwas zu hoch, in tieferen Lagen dagegen an den meisten Stationen etwas zu kühl. Der in Tal- und Berglagen relativ sonnenreiche Monat November war im Engadin, auf Gütsch und in den südlichen Walliser Tälern zu warm, in den anderen Gebieten wurden ungefähr normale Temperaturen gemessen. Er brachte dem Berner Oberland und Wallis normale Niederschlagsmengen, den Glarner Alpen, dem Alpstein und Mittelbünden einen Ueberschuss an Niederschlag, während das Engadin und die Alpensüdseite zu trocken waren. Im Dezember waren die Monatstemperaturen etwas zu hoch, wichen aber sonst nirgends stark von den Normalwerten ab. Die Niederschlagssummen dagegen übertrafen die Durchschnittswerte stark am Alpennordhang von der Grimsel an ostwärts, in Mittelbünden, im Bergell und im Tessin. In den restlichen Gebieten waren die Dezemberniederschläge ungefähr normal.

In aussergewöhnlichem Ausmass waren der Januar, weniger extrem der Februar und der März durch stark überdurchschnittliche Temperaturen gekennzeichnet. Nur auf der Alpensüdseite wurden die Normalwerte im März kaum überschritten. Die Niederschläge im Januar waren im Engadin und westlich der Glarner und Tessiner Alpen zu klein, im östlichen Mittelbünden zu gross und in den übrigen Gebieten ungefähr normal. Im Februar erhielten die südlich der Linie Rhone-Rhein gelegenen Gebiete der Alpen deutlich überdurchschnittliche Niederschlagssummen. Nördlich davon wurden die Normalmengen nur leicht überschritten, im Unterengadin nicht ganz erreicht. Im März war der Alpennordhang allgemein etwas zu trocken, der östliche Teil Mittelbündens zu niederschlagsreich, während in den übrigen Gebieten die Normalwerte meist knapp erreicht oder überschritten wurden. Im Monat April blieben sowohl die Temperaturen in Hochlagen als auch die Niederschlagsmengen im allgemeinen unter dem Durchschnitt.

Die sieben Monate des Hochgebirgswinters waren gesamthaft zu warm bei meist unterdurchschnittlicher Sonnenscheindauer. Die Niederschlagsmengen überschritten die Mittelwerte nur im östlichen Teil des Alpennordhangs und im Osten von Mittelbünden. Im Berner Oberland, Wallis und Engadin war es zu trocken, auf der Alpensüdseite fielen ungefähr normale Niederschlagsmengen.

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

Abgesehen von der Alpensüdseite, wo die Monatstemperaturen im Mai und Juli ungefähr den Normalwerten entsprachen, waren die Monate Mai, Juni, Juli und September überall zu kalt. Besonders gross war das Wärmedefizit im Juni. Einzig der Monat August brachte in den gesamten Schweizer Alpen einen kräftigen Wärmeüberschuss. In den Monaten Mai, Juni und September fielen in den Waadtländer und westlichen Berner Alpen sowie im Unterwallis und im östlichen Mittelbünden deutlich überdurchschnittliche Niederschlagsmengen. Mit Ausnahme des östlichen Mittelbünden, wo die Juli- und Augustniederschläge nur wenig von der Norm abwichen, wurde dieser Ueberschuss in den erwähnten Gebieten durch das Niederschlagsdefizit der Monate Juli und August teils mehr als aufgewogen.

Der Sommer als Ganzes war überall zu kalt, der Abbau der Winterschneedecke erfolgte spät. Die Waadtländer Alpen, das Unterwallis, das östliche Mittelbünden und das Unterengadin erhielten übernormale Niederschlagsmengen, in den übrigen Gebieten war es fast überall etwas zu trocken. Im Gegensatz zum Vorjahr ging die Ablationsperiode auf allen Schweizer Gletschern mit der zyklonalen Westlage vom 22. bis 26. September innert weniger Tage zu Ende. Der dem klaren 27. September folgende Kaltlufteinbruch mit ergiebigen Niederschlägen und ein aussergewöhnlich trüber und kalter Oktober erlaubten keine Ausaperung mehr.

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

Die relativ hohen Temperaturen von Januar bis März im aussergewöhnlich milden Winter hatten für die Gletscher keine besondere Bedeutung. Wichtig waren der verspätete Abbau der Schneedecke im zu kalten Sommer und der frühe Winteranfang in der letzten Septemberdekade. Aus diesen Gründen war die Dauer der Ablationsperiode aussergewöhnlich kurz und die Abschmelzung an den Gletscherenden und in der gesamten Ablationszone gering. Für die Erhaltung der Gesamtmasse der Gletscher zählen aber auch die Niederschlagsmengen. Diese waren in den Waadtländer Alpen, im Unterwallis und in den Glarner Alpen ungefähr normal, im östlichen Mittelbünden und im Unterengadin zu gross und in allen übrigen Gebieten deutlich zu klein. Bei allgemein unterdurchschnittlicher Wasserführung der Gletscherbäche hat sich die Gesamtmasse der Gletscher in den Gebieten mit Niederschlagsdefizit nur wenig verändert, während die Gletscher in Gebieten mit grossem Niederschlagsüberschuss beträchtlich an Masse gewonnen haben.

d) Schnee und Lawinen im Winter 1973/74

(Bericht von M. Schild und S. Gliott, EISLF Davos-Weissfluhjoch)

Besonders für die höheren Berglagen unseres Alpengebietes begann der Winter sehr früh; er wies in den meisten Regionen überdurchschnittliche Schneemengen auf und dauerte ausserordentlich lange.

Auf dem Versuchsfeld des Eidgenössischen Instituts für Schnee- und Lawinenforschung Weissfluhjoch/Davos, das für ähnliche Höhenlagen der Schweizer Alpen als repräsentativ gelten darf, begann der Winter mit dem Schneefall vom 22. September 1973. Nach sehr schneereichem Verlauf - an gesamthaft 19 Tagen wurden neue maximale Schneehöhen gemessen - endete er für diesen Messort erst am 2. August 1974. Mit 314 Tagen Schneebedeckung erwies sich die Berichtsperiode 1973/74 als der längste Winter seit Beginn der Beobachtungen im Jahre 1936.

Durch die intensiven Schneefälle im Frühwinter und durch einige Wärmeeinbrüche mit Regen bis in höhere Lagen, besonders in den Regionen nördlich des Alpenkammes und in den Bergen Nord- und Mittelbündens, entstand bereits im Frühwinter ein solides Fundament der Schneedecke, das für die späteren Schneefälle eine tragfähige Unterlage darstellte. Die gebietsweise intensiven Schneefallperioden im Hochwinter ergaben damit nur neuschneebedingte Gefahrensituationen, die zudem bei meist relativ hohen Temperaturen von kurzer Dauer waren. Ab Mitte März vollzog sich in den tieferen Lagen ein rascher Abbau der Schneedecke; im Hochgebirge entstanden während dieser Zeit ideale Verhältnisse für den Frühlingsskilauf.

Nach dem 15. April herrschten auf der Alpennordseite für mehrere Wochen nochmals winterliche Verhältnisse: Oberhalb etwa 2500 Meter ergaben teilweise bedeutende Schneefälle im Laufe des Monats Mai einen mässigen Schneezuwachs. Auch der folgende Monat brachte noch keineswegs sommerliche Verhältnisse, betrug doch auf Weissfluhjoch die Summe des im Juni gefallenen Neuschnees 80 Zentimeter.

Der Schneereichtum in weiten Teilen unserer Alpen und die hohen Temperaturen während des Hochwinters wirkten sich günstig auf den Aufbau der Schneedecke aus. Auf der ganzen Nordabdachung, im nördlichen Wallis, in Nord- und Mittelbünden sowie auf der Alpensüdseite entwickelte sich ein sehr solides Schichtgefüge. Die Schneedecke hat sich meist schon kurz nach Neuschneefällen gut gesetzt und verfestigt und damit sehr tragfähig erwiesen. Die Zahl der Schadenfälle in den zuletzt erwähnten Regionen war denn auch verhältnismässig gering. Weniger günstig verlief die Entwicklung im Engadin (mit Ausnahme des Maloja/Berninagebiets) und in den südlichen Walliser Alpen vor allem deshalb, weil hier die Hochwinterniederschläge kein nennenswertes Ausmass erreichten. Die Schneedecke blieb deshalb ohne Verdichtung, und die aufbauende Metamorphose zu einem grobkörnigen, kohäsionsarmen Schichtgefüge mit teilweise

ausgeprägten Schwimmschneehorizonten konnte sich ungehindert vollziehen. Es überrascht denn auch nicht, dass rund zwei Drittel der Schadenlawinen in diesen Regionen niedergegangen sind. Damit hat sich erneut bestätigt, dass es nicht in erster Linie die Schneemengen sind, die das Unfall- und Schadengeschehen eines Winters bestimmen, sondern der Zustand der Schneedecke.

Von 35 bekannt gewordenen Unfall- und Schadenlawinen des Winters (langjähriges Mittel an Schadenfällen 116, Todesopfer 25) verursachten 17 ausschliesslich Sachschaden an Strassen , Bahngeleisen, Skiliften und elektrischen Leitungen, vereinzelt auch an Wäldern und landwirtschaftlichen Gebäuden. Die übrigen 18 Lawinen, bei denen 45 Personen verschüttet oder mitgerissen wurden, forderten 14 Todesopfer und 18 Verletzte.

1.3 DAS JAHR 1974/75

Auf den Gletschern ging der Sommer 1974 zu Ende mit der zyklonalen Westlage vom 22. bis 26. September, die Schnee bis auf 1300 Meter über Meer hinunter brachte. Nach weiteren, ergiebigen Schneefällen vom 28. bis 30. September vorerst im Süden und Westen, anschliessend im Osten, war die permanente Winterschneedecke auf den Gletschern gesichert, um so mehr, als der Monat Oktober überall sehr kalt und mit Ausnahme der Alpensüdseite auch niederschlagsreich war. Die Niederschlagssummen von Oktober bis April übertrafen die langjährigen Mittelwerte im gesamten schweizerischen Alpenraum. Die Schneehöhen und Wasseräquivalente der Schneedecke erreichten ihr Maximum an den meisten Stationen von 1250 bis 2500 Metern Meereshöhe in der ersten Hälfte April, mancherorts mit neuen Höchstwerten seit Beginn der Beobachtungen. Ganz aussergewöhnlich war die lange Wärmeperiode Mitte November bis Mitte März, während der die Temperaturen in tieferen Lagen nur an wenigen Tagen unter das langjährige Mittel sanken, meistens aber erheblich höher waren. Im Februar war zudem auch die Sonnenscheindauer in allen Regionen und Höhenlagen über dem Durchschnitt. Für den Hauhalt der Gletscher war dieser extrem milde Winter kaum von Bedeutung, weil die Schmelzwassermengen in diesen Höhenlagen gering waren, in der mächtigen Schneedecke gespeichert wurden und zum Teil wieder gefroren. Im Gegensatz zu den überdurchschnittlichen Schneemengen in der Höhe stellte sich aber eine ausgesprochene Schneearmut unter etwa 1000 Meter über Meer ein. In mittleren Höhenlagen begann die bis mehrere Meter dicke Schneedecke in grossem Ausmass auf der Grasnarbe zu gleiten, was grosse Kriechschäden an Bauten und vor allem an der Vegetation bewirkte. Probleme entstanden auch durch den vorzeitigen Austrieb der Pflanzen. Die Lawinengefahr für den Touristen war dank der guten Setzung und damit der Stabilisierung der Schneedecke im allgemeinen gering. Erst die Neuschneefälle vom 4. bis 7. April, deren Summe in den zentralen Schweizer Alpen stellenweise Werte von über 250 Zentimeter erreichte, brachte kurzfristig eine katastrophale Lawinensituation. Am Wochenende des 5./6. April wurden in den

Schweizer Alpen rund 850 Schadenlawinen festgestellt, die 14 Opfer forderten und viele Sachwerte vernichteten. Im gesamten Winter fanden in der Schweiz 27 Menschen den weissen Tod.

Die Niederschlagssummen von Mai bis September wichen nirgends wesentlich von den langjährigen Mittelwerten ab. Die Schneeschmelze wurde durch Schneefälle vom 3. und 4. Mai, Anfangs Juni sowie 18., 19. und 30. Juni verzögert. Auf dem Versuchsfeld Weissfluhjoch (2540 m über Meer) lag die Schneedecke ununterbrochen vom 23. September bis zum 29. Juli, also während 309 Tagen. Seit Beginn der Beobachtungen im Jahre 1936/37 ist dieser Wert nur 1973/74 um 5 Tage übertroffen worden. Entsprechend kurz war auf Weissfluhjoch der Sommer 1974 mit nur 52 Tagen.

In den gesamten Schweizer Alpen wichen die mittleren Sommertemperaturen von Mai bis September 1975 nur wenig von den Normalwerten ab bei einem Defizit an Sonnenschein im Westen und in der Zentralschweiz. Immerhin gab es einige Wärmeperioden mit intensiver Schneeschmelze. Die Ablationsperiode des Sommers 1975 endete nach drei überdurchschnittlich warmen Wochen unvermittelt mit der Depression über Mitteleuropa vom 10. bis 13. Oktober, die nördlich der Alpen Schneefälle bis gegen 600 Meter über Meer und im Tessin am 12. und 13. Schnee bis in die Niederungen brachte.

Das hydrologische Jahr 1974/75 als ganzes war sehr gletscherfreundlich. Die Gletscher nahmen an Masse zu. Die Jahresabflussmengen in den vergletscherten Einzugsgebieten waren im Berner Oberland etwas grösser, im Wallis etwas geringer als das langjährige Mittel und entsprachen in den anderen Gletschergebieten praktisch den Normalwerten, weil das Defizit an Eisablation mehr oder weniger durch die überdurchschnittliche Schneeschmelze kompensiert wurde. Die unvergletscherten Gebiete lieferten den Niederschlagsmengen entsprechende Abflussmengen, welche die langjährigen Mittelwerte deutlich übertrafen.

1. CONDITIONS CLIMATIQUES

1.1 INTRODUCTION

L'évolution des conditions climatiques durant les années du présent rapport est représentée dans les figures 1 et 2 (p. 32 à 35) 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 Jungfraujoch, 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. On a indiqué dans la figure, 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 et les

---

(1) Les chiffres mis entre parenthèses se rapportent aux références citées aux pages 23 et 24.

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, sont tirés des publications de A.Lemans (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 et S.Gliott. Ils sont publiés intégralement pour la première année, dans le 95e rapport, partiellement pour la seconde année, dans le 96e rapport.

Références

(1) Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt (MZA), 110. Jg. 1973, 111. Jg. 1974 und 112. Jg. 1975

(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 den Regenmess-Stationen der Schweiz, Jg. 1973, 1974 und 1975

(4) Bulletins météorologiques quotidiens de l'Institut suisse de météorologie (ISM), années 1973, 1974 et 1975

(5) Bulletins climatologiques mensuels de l'ISM, années 1973, 1974 et 1975

(6) Annuaire hydrographique de la Suisse. Publié par l'Office fédéral de l'économie hydraulique, Berne, années 1973, 1974 et 1975. - Edité par l'Office central fédéral des imprimés et du matériel, Berne

(7) Lemans A.: Der Firnzuwachs pro 1973/74 in einigen schweizerischen Firngebieten. 61. Bericht, Zürich 1975. - Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft Zürich, Jg. 120, Heft 2, S. 181-188

(Dito) ...pro 1974/75. 62.Bericht, Zürich 1976. - Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft Zürich, Jg. 121, Schlussheft, S. 340-348

(8) Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen, Winter 1973/74, Winterbericht des EISLF, Weissfluhjoch-Davos, Nr. 38. - Verlag Eidgenössische Drucksachen- und Materialzentrale, Bern

(Dito) ...Winter 1974/75, Nr. 39

(9) Schild M.: Schnee und Lawinen im Winter 1974/75. - Monatsbulletin des SAC 4/1976, S. 58/59

1.2 L'ANNEE 1973/74

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

Après une période chaude de trois semaines, la nouvelle couverture de neige a commencé à se former le 22 septembre au Säntis (2500 m) et au Weissfluhjoch (2540 m). Toutefois l'hiver ne s'est établi que lentement dans la zone des glaciers parce que les chutes de neige furent tout d'abord faibles et parce que les langues glaciaires à basses altitudes ne furent enneigées définitivement que plus tard. Ce fut le cas, au début d'octobre, dans le nord-est du pays et aux Grisons, puis, après la mi-octobre, en Suisse centrale, dans les Alpes bernoises et valaisannes et finalement, entre le 26 novembre et le 1er décembre, au sud des Alpes.

En octobre, les hauteurs de précipitations ont correspondu à la norme, sauf dans l'Alpstein où elles furent supérieures. Les températures du mois furent un peu trop hautes au-dessus de 1500 à 2000 mètres, un peu trop basses aux niveaux inférieurs. Le mois de novembre ensoleillé, même en plaine, fut trop chaud en Engadine, au Gothard et dans les vallées méridionales du Valais; il fut à peu près normal ailleurs. Les précipitations furent normales dans l'Oberland bernois et en Valais, excédentaires dans les Alpes glaronaises, dans l'Alpstein et aux Grisons, tandis que l'Engadine et le Tessin étaient trop secs. En décembre les températures ont été un peu trop élevées sans dépasser notablement la norme. Les précipitations ont été fortement excédentaires sur le versant nord, du Grimsel aux Grisons, dans le Bregaglia et au Tessin; elles furent à peu près normales ailleurs.

Des températures anormalement élevées ont caractérisé les mois de janvier, février et mars; au sud des Alpes, la normale fut toutefois à peine dépassée en mars. En janvier les précipitations ont été trop faibles en Engadine et à l'ouest des Alpes glaronaises et tessinoises, normales ailleurs. En février il y eut excédent d'eau au sud de la ligne Rhône-Rhin; au nord, la normale fut à peine dépassée et, en Engadine, à peine atteinte. En mars le versant nord des Alpes fut un peu trop sec, plutôt humide dans la partie orientale des Grisons, tandis que dans les autres régions la normale fut juste atteinte ou dépassée. En avril et en montagne, température et précipitations restèrent inférieures à la norme.

Dans l'ensemble, les sept mois de l'hiver alpin ont été trop chauds et trop peu ensoleillés. Les précipitations ne furent excédentaires que sur le versant nord oriental et dans l'est des Grisons; le Valais et l'Engadine furent trop secs, et au sud des Alpes, les pluies furent normales.

b) L'été (ler mai au 30 septembre)

Si l'on écarte le sud des Alpes, où les températures furent à peu près normales en mai et en juillet, partout les mois de mai, juin, juillet et septembre furent trop froids; le manque de chaleur fut particulièrement prononcé en juin; seul le mois d'août a présenté un fort excédent de chaleur dans tout le massif alpin. En mai, juin et septembre les pluies ont été nettement surabondantes dans les Préalpes vaudoises, dans la partie occidentale des Alpes bernoises ainsi que dans le Bas-Valais et dans l'est des Grisons. Sauf dans cette dernière région, l'excédent d'eau fut plus que compensé par l'insuffisance des mois de juillet et d'août.

Dans l'ensemble, l'été fut partout trop froid, de sorte que le désenneigement fut tardif. Tandis que les Alpes vaudoises, le Bas-Valais, l'est des Grisons et la Basse-Engadine recevaient les quantités normales de précipitations, le reste du massif alpin fut presque partout trop sec. Sur les glaciers, la période d'ablation prit fin partout en quelques jours avec les vents d'ouest du 22 au 26 septembre. Le refroidissement très pluvieux qui suivit le 27 septembre ainsi qu'un mois d'octobre sombre et froid ne permirent aucune reprise de la fonte de neige ni de glace au cours de cet automne hivernal.

c) L'année hydrologique (ler octobre au 30 septembre)

Les températures relativement hautes de janvier à mars d'un hiver extrêmement doux n'ont pas eu d'influence particulière sur les glaciers; en revanche la disparition tardive de la couche de neige et le début précoce de l'hiver à la fin de septembre ont été importants. La période d'ablation fut en effet très courte et la fonte des langues terminales réduite. Les précipitations, facteur essentiel du bilan glaciaire, ont été à peu près normales dans les Alpes vaudoises, dans le Bas-Valais et dans les Alpes glaronaises, trop fortes dans l'est des Grisons et en Engadine, notablement trop faibles ailleurs. Dans les régions à déficit pluvial la masse totale de glace n'a guère changé; dans les régions à fort excédent, elle a notablement augmenté.

d) Neige et avalanches durant l'hiver 1973/74
Rapport de M.Schild et S.Gliott (IFENA)

L'hiver a débuté très tôt, surtout aux hautes altitudes; il a accusé dans la plupart des régions alpines une quantité de neige supérieure à la normale et a duré très longtemps.

Sur le terrain des mesures de l'IFENA au Weissfluhjoch sur Davos qui peut être considéré comme représentatif pour son niveau d'altitude, l'hiver a commencé avec la chute de neige du 22 septembre; après de nombreuses périodes très neigeuses - il y eut 19 jours avec des hauteurs de neige records - il ne prit fin que le 2 août. Avec 314 jours de sol enneigé, il a été le plus long observé à cette station depuis 1936.

Le début de l'hiver, marqué par de fortes chutes de neige et quelques réchauffements accompagnés de pluie jusqu'aux hautes altitudes, vit se former une couche de fond solide. A la suite les abondantes chutes au coeur de l'hiver n'ont créé que les risques modérés de glissements superficiels de neige fraîche et qui, souvent par température relativement élevée, n'ont été que de courte durée. Dès la mi-mars, la couche de neige se mit à fondre rapidement aux basses altitudes; plus haut les conditions furent alors idéales pour le ski de printemps.

De nouveau après le 15 avril et pendant plusieurs semaines, des conditions hivernales régnèrent sur le versant nord des Alpes; en mai, au-dessus de 2500 mètres, d'assez fortes chutes de neige accrurent la couche au sol. Et même le mois suivant n'eut rien d'estival, puisque, au Weissfluhjoch, la somme des chutes de neige s'éleva à 80 centimètres en juin.

L'abondance de neige sur la plus grande partie des Alpes et les hautes températures ont, au cours de l'hiver, favorisé la stabilisation du manteau neigeux, de sorte qu'une couche solide et stable s'est établie sur tout le versant nord, dans le nord du Valais et des Grisons comme au sud des Alpes. Cette couche s'est rapidement tassée peu après les apports de neige fraîche en devenant portante. Aussi les accidents furent-ils relativement rares dans ces régions-ci. Les conditions furent moins favorables en Engadine (sauf dans la région de la Maloja et de la Bernina) et dans les vallées méridionales du Valais, parce que les chutes de neige y furent peu importantes. La couche au sol ne s'y est pas suffisamment tassée et la métamorphose constructive qui mène à un tissu à gros grains peu cohérents a pu aisément se poursuivre. Il n'est donc pas surprenant que les deux tiers des avalanches destructrices soient descendues dans ces régions-là. Une fois de plus s'est confirmé le fait que ce ne sont pas les quantités excessives de neige qui, en premier lieu, sont à l'origine des accidents ou dégâts causés par les avalanches, mais plutôt les instabilités de l'état et de la structure du manteau neigeux.

En moyenne pluriannuelle, en Suisse, 116 cas de dégâts matériaux et 25 morts sont dus aux avalanches d'un seul hiver. Les 35 accidents d'avalanche connus de l'hiver 1973/74, dans 17 cas n'ont causé de dégâts qu'aux routes, aux voies ferrées, aux skilifts ou aux conduites électriques, par places aussi aux forêts et aux fermes. Dans les 18 autres cas, les avalanches ont enseveli ou emporté 45 personnes, dont 14 ont été tuées et 18 ont été blessées.

1.3 L'ANNEE 1974/75

Pour les glaciers, l'été 1974 s'est terminé par la situation cyclonale du 22 au 26 septembre, avec des chutes de neige jusqu'à 1300 mètres d'altitude. Le manteau hivernal permanent des glaciers s'est formé du 28 au 30 septembre, à la suite d'abondantes chutes de neige, tout d'abord au sud et à l'ouest, puis à l'est. La couche de neige a augmenté pendant le mois d'octobre qui fut partout très froid et riche en précipitations, sauf au sud des Alpes. Pour toutes les régions des Alpes suisses, le total des précipitations hivernales (d'octobre à avril) a été supérieur à la moyenne pluriannuelle. Pour la plupart des stations situées entre 1250 à 2500 mètres d'altitude, dans la première quinzaine du mois d'avril, la hauteur de la couche neigeuse et son équivalent en eau ont atteint leurs valeurs maximales de l'hiver qui, à plusieurs endroits ont excédé les anciens records. La longue période de chaleur de la mi-novembre à la mi-mars a été tout à fait extraordinaire. Pendant cette période, les températures ont pour la plupart du temps dépassé sensiblement les valeurs moyennes en basses altitudes. En outre, en février, la durée d'ensoleillement a été supérieure à la moyenne dans toutes les régions et à toutes les altitudes. Cet hiver particulièrement doux n'a pratiquement eu aucun effet sur le bilan de masse des glaciers, car les quantités d'eaux de fonte, faibles à ces altitudes, ont été retenues et en partie regelées dans l'épaisse couverture neigeuse. Contrairement aux quantités de neige, qui, aux hautes altitudes, furent supérieures à la moyenne, un manque de neige important a été enregistré au-dessous de 1000 mètres environ. Aux altitudes moyennes, la couverture neigeuse, qui pouvait atteindre plusieurs mètres de profondeur, a commencé à glisser fortement sur le terrain herbeux, causant de gros dommages de fluage aux constructions et surtout à la végétation. D'autres problèmes ont été posés par la poussée précoce des plantes. Le danger d'avalanche pour les touristes fut généralement petit, grâce au bon tassement et par conséquent à la consolidation de la couverture neigeuse. Mais les chutes de neige abondantes tombées du 4 au 7 avril (avec des valeurs de neige fraîche cumulée dépassant 250 cm à quelques endroits de la région centrale des Alpes) ont provoqué à court terme une situation catastrophique. Pendant le week-end du 5 au 6 avril, on a dénombré quelque 850 avalanches destructives qui ont fait 14 victimes et anéanti de nombreux biens. Pendant l'hiver 1974/75, 27 personnes ont péri en Suisse de la mort blanche.

Partout la somme des précipitations de mai à septembre ne s'est que peu écartée de la moyenne pluriannuelle. La fonte des neiges a été retardée par les chutes de neige des 3 et 4 mai, du début de juin et des 18, 19 et 30 du même mois. L'enneigement continu au Weissfluhjoch (2450 m) s'est étendu du 23 septembre au 29 juillet, soit pendant 309 jours. Depuis le début des observations (1936/37), cette valeur ne fut dépassée de cinq jours qu'en 1973/74. Par conséquent, l'été 1974 au Weissfluhjoch a été très court: 52 jours. Dans toutes les Alpes suisses, la température moyenne estivale (de mai à septembre 1975) ne s'est que

peu écartée de la normale. En été un déficit d'ensoleillement a été constaté à l'ouest et en Suisse centrale. Il y eut tout de même quelques périodes chaudes, accompagnées de fontes intensives. Après trois semaines de chaleur excessive, la période d'ablation de l'été 1975 s'est terminée brusquement par la dépression de l'Europe centrale du 10 au 13 octobre, qui a apporté, au nord des Alpes, des chutes de neige jusqu'à 600 mètres d'altitude. Au Tessin, les 12 et 13 du même mois, la neige est descendue jusqu'au fond des vallées.

L'année hydrologique 1974/75 a été favorable aux glaciers, qui ont augmenté de volume. L'écoulement annuel dans les bassins versants englacés s'est avéré un peu plus important que la norme pluriannuelle dans l'Oberland bernois. Il a été plus faible en Valais, de valeur égale dans les autres régions glaciaires, car le déficit d'ablation de glace a été plus ou moins compensé par une fonte de neige supérieure à la moyenne. En accord avec les précipitations abondantes, les bassins non glaciaires ont fourni des débits nettement plus élevés que les valeurs moyennes.

Tabelle 1. Summe der positiven Tagesmittel der Lufttemperatur in den Monaten April bis Oktober 1974[1]

a) absolute Werte, in Grad Celsius

Station	Meereshöhe in Metern	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Mai/Sept.
a) Messstationen									
Gütsch	2287	0	49	115	217	270	139	0	790
Säntis[2]	2500	0	18	54	109	212	109	0	502
Weissfluhjoch	2667	0	15	50	135	210	114	0	524
Jungfraujoch (Sphinx)	3578	0	0	2	9	41	9	0	61
Payerne (700 mb)[3]	3100	0	7	20	62	99	36	0	224
München (700 mb)[3]	3100	0	3	8	41	106	57	0	215
Mailand (700 mb)[3]	3100	0[7]	8	38	129	141	66	0[7]	382
b) Extrapolationen für Firngebiete									
Clariden[4]	2700	0	15	55	142	192	82	0	486
Clariden[4]	2900	0	3	31	106	155	58	0	353
Silvretta[5]	2750	0	10	40	123	196	104	0	474
Jungfraufirn (P 3)[6]	3350	0	0	6	24	68	19	0	117

1) Auszug aus A.Lemans, "Der Firnzuwachs pro 1973/74 in einigen schweizerischen Firngebieten". 61. Bericht, Zürich 1975, ergänzt.
2) Durch A.Lemans korrigierte, mit der Messreihe vor 1960 vergleichbare Werte.
3) Temperaturmessungen in der freien Atmosphäre (Niveau 700 mb = etwa 3100 m ü.M.) nach Radiosondierungen (Mittelwert aus 1-Uhr- und 13-Uhr-Aufstieg, berechnet von G.Gensler).
4) Werte reduziert nach Gütsch.
5) Werte reduziert nach Weissfluhjoch.
6) Werte reduziert nach Jungfraujoch (Sphinx).
7) Schätzwert.

b) relative Werte, in Prozenten der Periodenmittel 1959/75

Station	Meereshöhe	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Mai/Sept.
a) Messstationen									
Gütsch	2287		85	79	95	119	85		96
Säntis[2]	2500		43	51	68	128	89		84
Weissfluhjoch	2667		48	53	85	127	97		92
Jungfraujoch (Sphinx)	3578								85
Payerne[3]	3100		88	56	84	129	68		90
München[3]	3100		43	25	66	151	119		98
Mailand[3]	3100		67	76	126	134	106		115
b) Extrapolationen für Firngebiete									
Clariden[4]	2700		74	65	93	127	82		96
Clariden[4]	2900		30	53	90	133	81		94
Silvretta[5]	2750		39	48	84	129	98		92
Jungfraufirn (P 3)[6]	3350								85

1 - 6) siehe oben, Tab. 1a).

Tableau 2. Somme des moyennes journalières positives de la température de l'air; mois d'avril à octobre 1975[1)]

a) valeurs absolues, en degrés Celsius

Station	Altitude m s.m.	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Mai/Sept.
a) Stations d'observation									
Gütsch	2287	16	55	108	234	237	200	74	834
Säntis[2)]	2500	12	47	86	171	188	164	60	656
Weissfluhjoch	2667	4	40	81	168	171	165	53	625
Jungfraujoch (Sphinx)	3578	0	0	4	22	17	6	0	49
Payerne (700 mb)[3)]	3100	0	9	18	72	82	50	21	231
Munich (700 mb)[3)]	3100	0	6	29	66	66	74	20	241
Milan (700 mb)[3)]	3100	0	12	30	109	88	66	33	305
b) Extrapolations pour les névés de									
Clariden[4)]	2700	1	23	56	159	165	123	33	526
Clariden[4)]	2900	0	15	35	121	131	88	18	390
Silvretta[5)]	2750	2	33	72	154	158	150	46	567
Jungfraufirn (P 3)[6)]	3350	0	2	10	44	38	15	1	109

1) Extrait de A.Lemans, "Der Firnzuwachs pro 1974/75 in einigen schweizerischen Firngebieten". 62. Bericht, Zürich 1976.
2) Valeurs corrigées par A.Lemans, comparables avec les longues séries d'avant 1960.
3) Observations dans l'atmosphère libre, faites au moyen de radiosondages au niveau de 700 millibars = environ 3100 mètres sur mer (valeurs moyennes des sondages de 1 heure et de 13 heures, calculées par G.Gensler).
4) Valeurs extrapolées d'après Gütsch.
5) Valeurs extrapolées d'après Weissfluhjoch.
6) Valeurs extrapolées d'après Jungfraujoch (Sphinx).

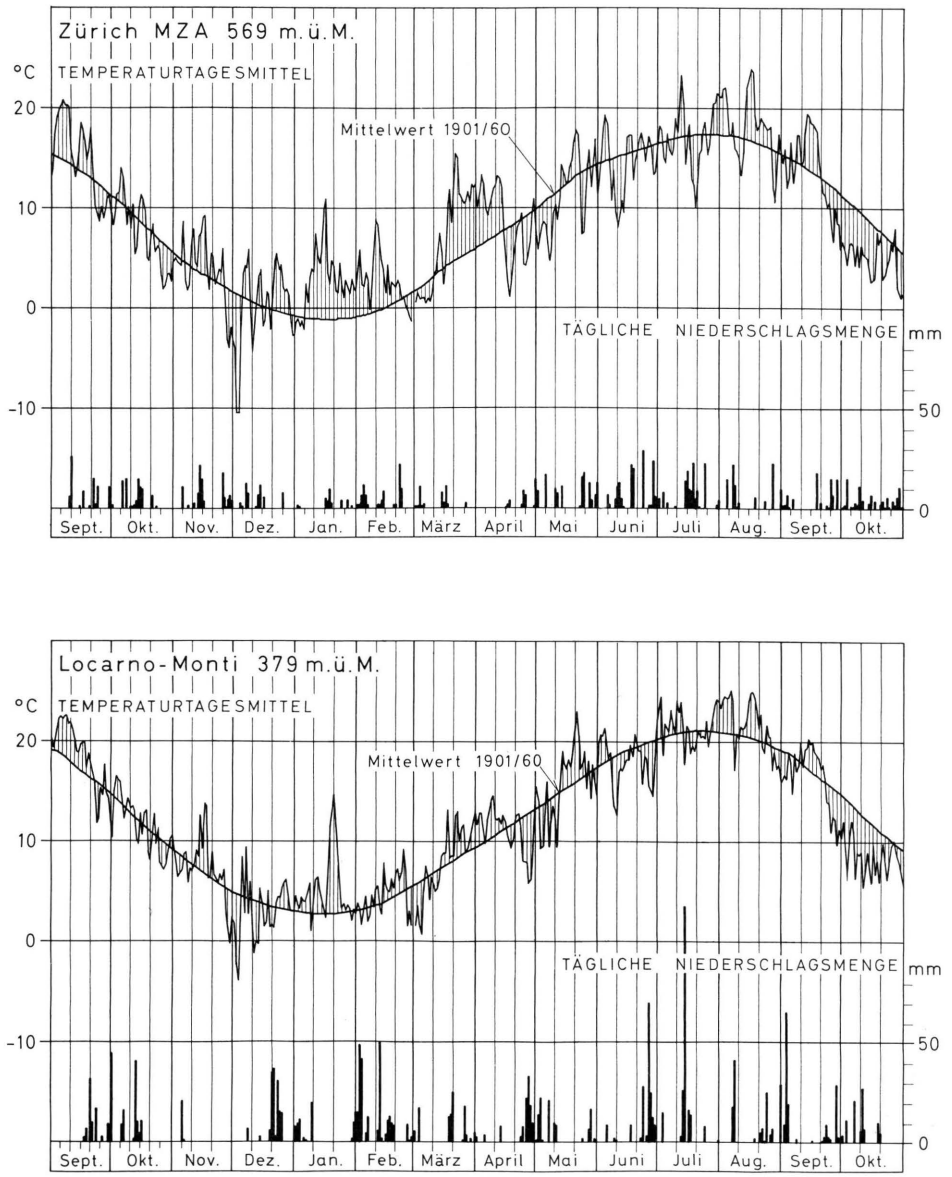
b) valeurs relatives, en pourcent des valeurs moyennes de la période 1959/75

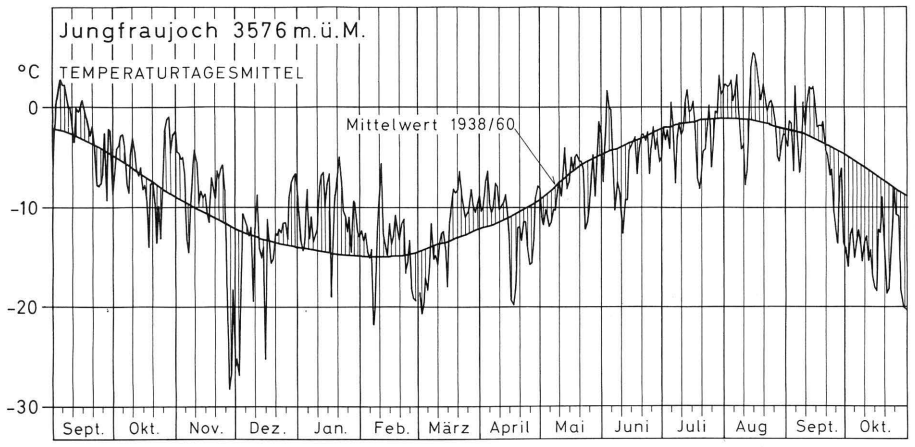
Station	Altitude m s.m.	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Mai/Sept.
a) Stations d'observation									
Gütsch	2287	127	95	74	103	105	122	79	102
Säntis[2)]	2500	143	112	82	107	114	134	89	110
Weissfluhjoch	2667	95	127	85	105	103	141	93	110
Jungfraujoch (Sphinx)	3578			47	84	68	55		69
Payerne (700 mb)[3)]	3100		112	50	97	106	94	68	93
Munich (700 mb)[3)]	3100		86	91	106	94	154		110
Milan (700 mb)[3)]	3100		100	60	107	84	106		92
b) Extrapolations pour les névés de									
Clariden[4)]	2700	48	113	67	104	109	123	75	104
Clariden[4)]	2900		150	60	102	113	123	69	104
Silvretta[5)]	2750	69	130	86	105	104	142	95	110
Jungfraufirn (P 3)[6)]	3350		125	53	93	84	62		79

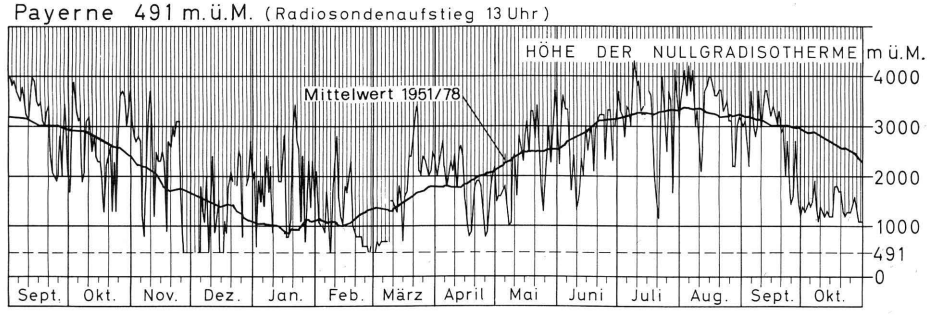
1 - 6) voir ci-devant, tab. 2a).

Abbildung 1 / Figure 1

TEMPERATURTAGESMITTEL, TÄGLICHE NIEDERSCHLAGSMENGE UND HÖHENLAGE DER NULLGRADISOTHERME im Jahr 1973/74




Jungfraujoch 3576 m.ü.M.
°C
TEMPERATURTAGESMITTEL
0
-10
-20
-30
Mittelwert 1938/60
Sept.
Okt.
Nov.
Dez.
Jan.
Feb.
März
April
Mai
Juni
Juli
Aug
Sept.
Okt.


Payerne 491 m.ü.M. (Radiosondenaufstieg 13 Uhr)
HÖHE DER NULLGRADISOTHERME
m ü.M.
4000
3000
2000
1000
491
0
Mittelwert 1951/78
Sept.
Okt.
Nov.
Dez.
Jan.
Feb.
März
April
Mai
Juni
Juli
Aug.
Sept.
Okt.

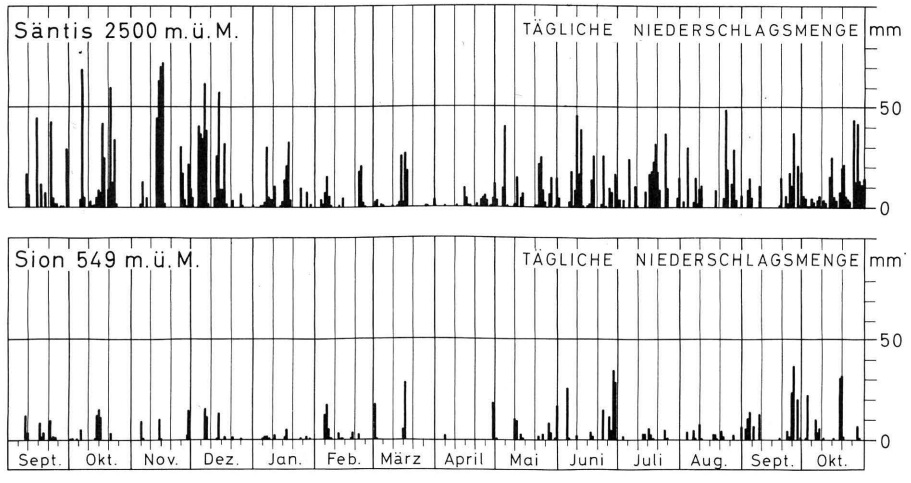
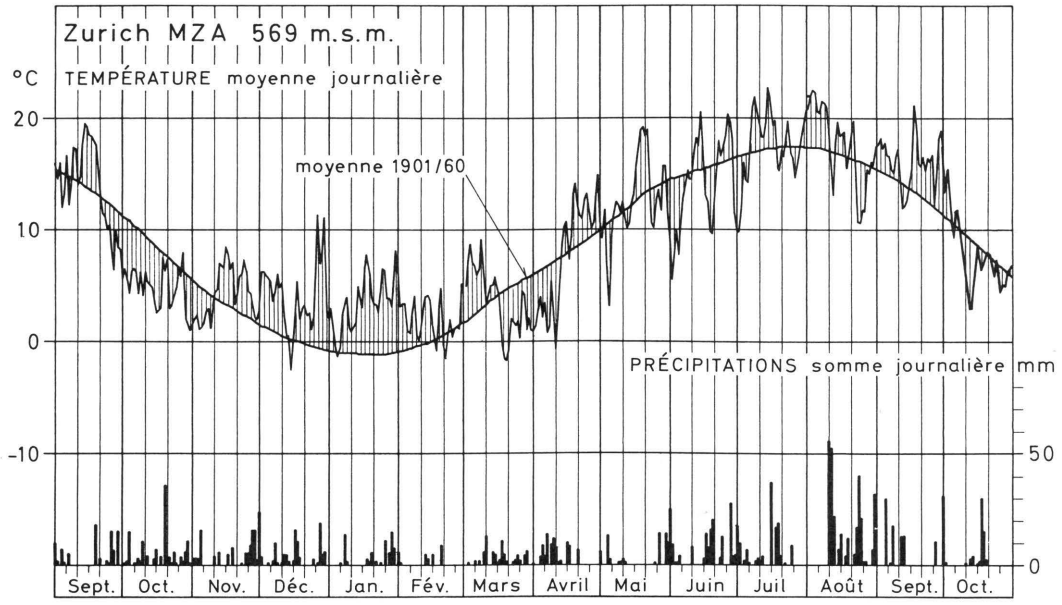
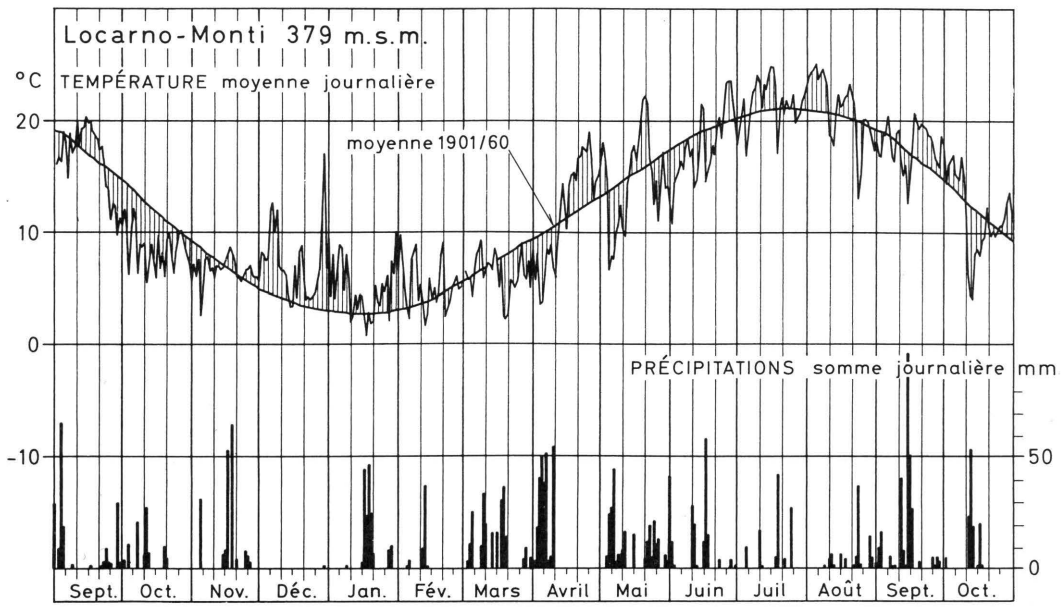
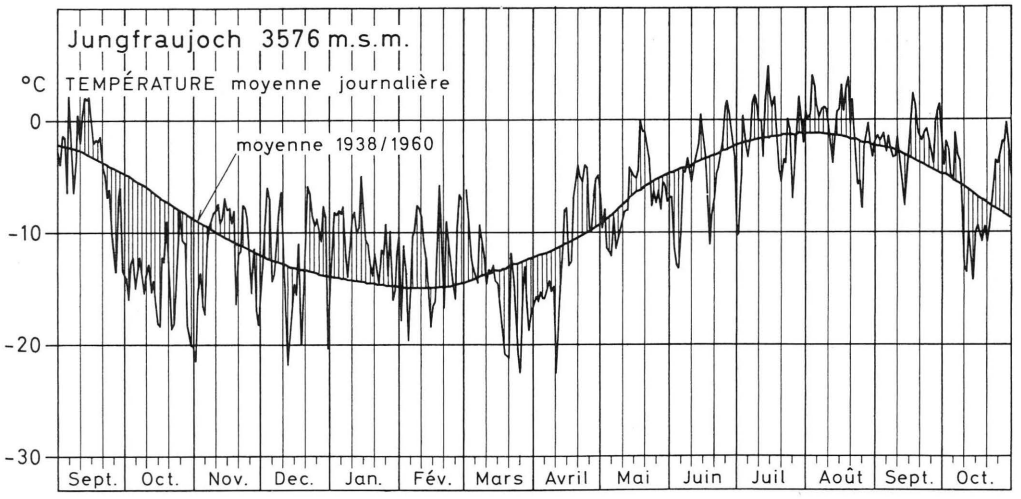

Säntis 2500 m.ü.M.
TÄGLICHE NIEDERSCHLAGSMENGE
mm
50
0
Sion 549 m.ü.M.
TÄGLICHE NIEDERSCHLAGSMENGE
mm
50
0
Sept.
Okt.
Nov.
Dez.
Jan.
Feb.
März
April
Mai
Juni
Juli
Aug.
Sept.
Okt.

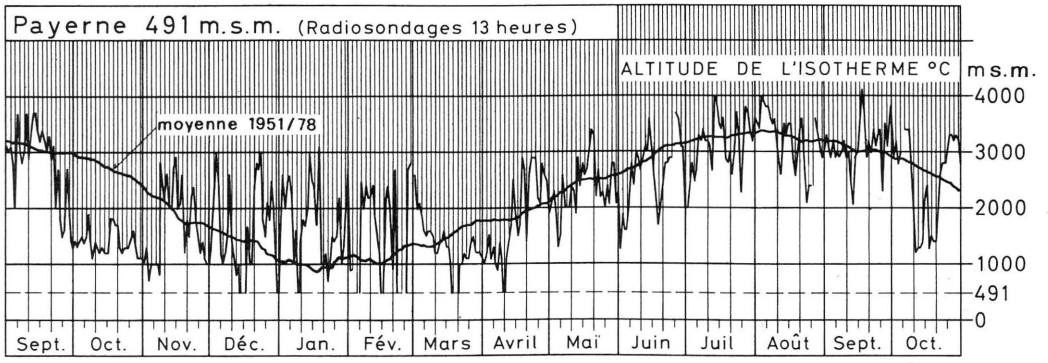
Abbildung 2 / Figure 2

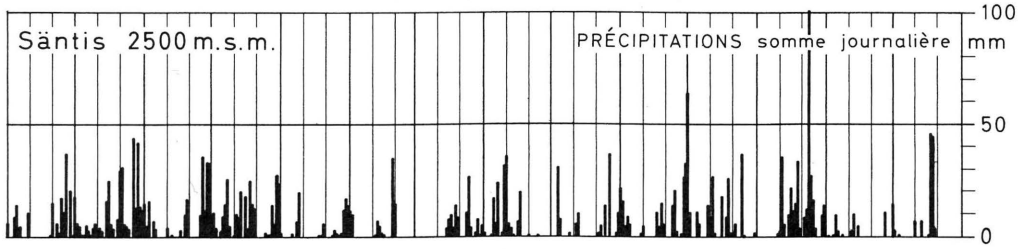
TEMPÉRATURE (moyenne journalière), PRÉCIPITATIONS (somme journalière) ET ALTITUDE DE L'ISOTHERME 0 °C (Radiosondages 13 h) en 1974/75






Jungfraujoch 3576 m.s.m.
°C TEMPÉRATURE moyenne journalière
0
-10
-20
-30
moyenne 1938/1960
Sept. Oct. Nov. Dec. Jan. Fév. Mars Avril Mai Juin Juil Août Sept. Oct.


Payerne 491 m.s.m. (Radiosondages 13 heures)
ALTITUDE DE L'ISOTHERME °C
m s.m.
4000
3000
2000
1000
491
0
moyenne 1951/78
Sept. Oct. Nov. Déc. Jan. Fév. Mars Avril Maï Juin Juil Août Sept. Oct.


Säntis 2500 m.s.m.
PRÉCIPITATIONS somme journalière
100
mm
50
0

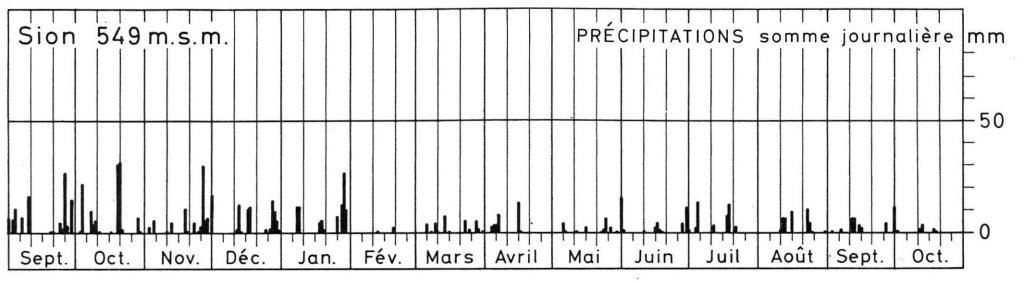

Sion 549 m.s.m.
PRÉCIPITATIONS somme journalière
mm
50
0
Sept. Oct. Nov. Déc. Jan. Fév. Mars Avril Mai Juin Juil Août Sept. Oct.

Abbildung 3 / Figure 3

NIEDERSCHLAG, TEMPERATUR, SONNENSCHEINDAUER UND ABFLUSS 1973/74

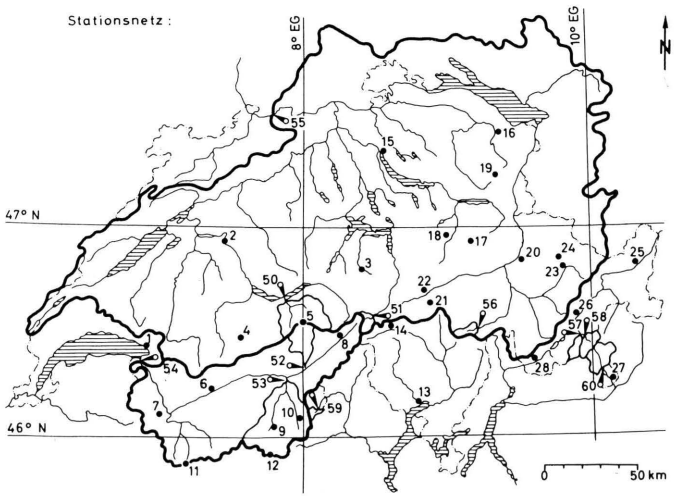
Werte 1973/74, der Monate und der Jahreszeiten bezogen auf die Mittelwerte der Periode 1931 ÷ 1960 [für Ausnahmen siehe 1)]

10, ..., 9 Monate Oktober 1973 bis September 1974
W = Winter = Oktober bis April
S = Sommer = Mai bis September
J = Jahr = Oktober bis September

1) Ausnahmen

Nr.	Station	Temperatur	Sonnenscheindauer	Abfluss
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

Stationsnetz:

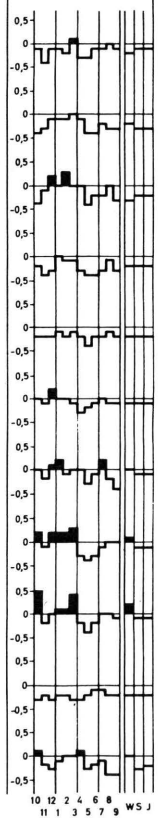


Abflussmengen

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

Abfluss-Stationen

Nr.	FLUSS / Station	m.ü.M.	Einzugsgebiet ganze Fläche F in km²	Einzugsgebiet mittlere Höhe m.ü.M.	Einzugsgebiet Gletscherfläche % 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 •

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

ΔT = Abweichung vom Mittelwert in °C

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

Nr.	Station / m.ü.M.	Niederschlag $\frac{\Delta N}{\bar{N}}$	Temperatur ΔT °C	Sonnenscheindauer $\frac{\Delta S}{\bar{S}}$
1	Montreux 408			
2	Bern 572			
3	Engelberg 1018			
4	Adelboden 1355			
5	Jungfraujoch 3576			
6	Sion 549			
7	Les Marécottes 1040			
8	Reckingen 1330			
9	Zermatt 1632			
11	Gr. St. Bernard 2479			
12	Testa Grigia 3488			
13	Locarno-Monti 379			
14	Airolo 1149			
15	Zürich 569			
16	St. Gallen 664			
17	Elm 962			
18	S.: Braunwald 1190			
19	Säntis 2500			
20	Chur 585			
21	Platta Medels 1378			
22	S.: Disentis 1173			
23	Davos Platz 1561			
24	Weissfluhjoch 2667			
25	Schuls 1295			
26	Bever 1712			
27	Brusio 840			
28	Vicosoprano 1065			

Abbildung 4 / Figure 4

PRÉCIPITATIONS, TEMPÉRATURES, DURÉE D'INSOLATION ET ÉCOULEMENT EN 1974 / 75

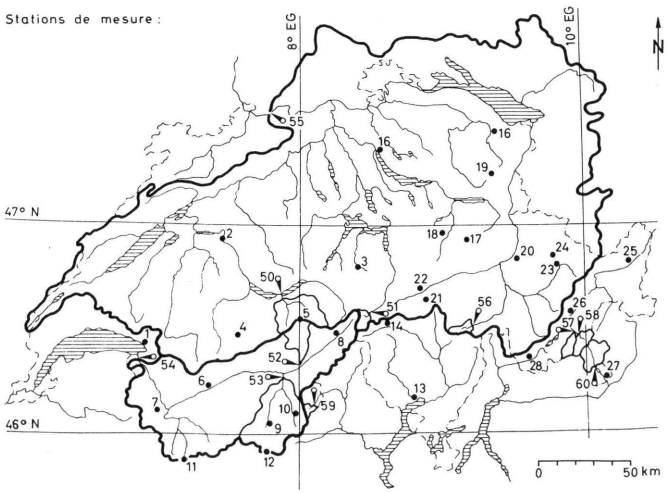
Valeurs mensuelles, saisonnières et annuelles de l'année 1974 / 75 relatives aux valeurs moyennes de la période 1931÷1960 [exceptions voir 1)]

10, ... ,9 mois d'octobre 1974 à septembre 1975
H = hiver = octobre à avril
E = été = mai à septembre
A = année = octobre à septembre

1) Exceptions :

No.	Station	Température	Durée d'insulation	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 :

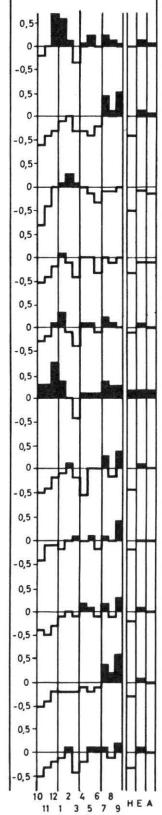


Mesure des débits

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

Stations de jaugeage :

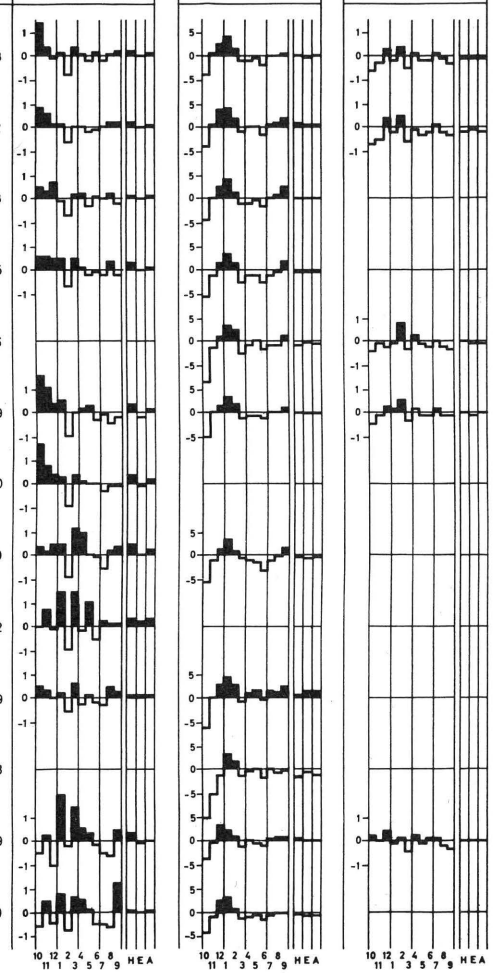
No.	RIVIÈRE / Station	m.s.m.	Bassin versant : Superficie totale S en km²	Bassin versant : Altitude moyenne m.s.m.	Bassin versant : Aire englacée en % de S	Débits $\frac{\Delta D}{\overline{D}}$
50	LÜTSCHINE / Gsteig	582	379	2050	19.5	
51	FURKAREUSS / Realp	1559	61	2465	13.8	
52	MASSA / Blatten bei Naters	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	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	



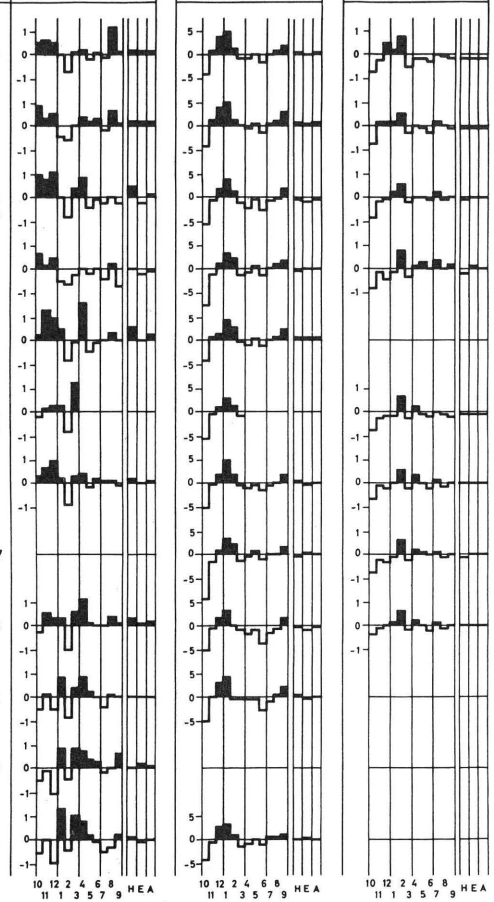
Données météorologiques •

$\frac{\Delta P}{\bar{P}}$ = $\frac{\text{Écart de la moyenne}}{\text{Valeur moyenne}}$ ΔT °C = Écart de la moyenne $\frac{\Delta D}{\bar{D}}$ = $\frac{\text{Écart de la moyenne}}{\text{Valeur moyenne}}$

No	Station / m.s.m.	Précipitation $\frac{\Delta P}{\bar{P}}$	Température ΔT °C	Durée d'insolation $\frac{\Delta E}{\bar{E}}$
1	Montreux 408			
2	Bern 572			
3	Engelberg 1018			
4	Adelboden 1355			
5	Jungfraujoch 3576			
6	Sion 549			
7	Les Marécottes 1040			
8	Reckingen 1330			
9	Zermatt 1632			
11	Gr. St. Bernard 2479			
12	Testa Grigia 3488			
13	Locarno Monti 379			
14	Airolo 1149			



No	Station / m.s.m.	Précipitaton $\frac{\Delta P}{\bar{P}}$	Température ΔT °C	Durée d'insolation $\frac{\Delta E}{\bar{E}}$
15	Zürich 569			
16	St. Gallen 664			
17	Elm 962			
18	S.: Braunwald 1190			
19	Säntis 2500			
20	Chur 585			
21	Platta Medels 1378			
22	S.: Disentis 1173			
23	Davos Platz 1561			
24	Weissfluhjoch 2667			
25	Schuls 1295			
26	Bever 1712			
27	Brusio 840			
28	Vicosoprano 1065			



1.4 DATEN UEBER DIE WINTERSCHNEEDECKE

Bemerkung zu den Schneemessstationen

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) und die Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) an der ETH Zürich betriebenen Messstellen. Die Stationen Nr. 14, 16, 18, 19, 22, 25 und 26 gehören zum Beobachtungsnetz des EISLF, die übrigen Stationen zum gemeinsamen Netz des EISLF und der VAW. Vollständigere Datensätze sind im Jahrbuch "Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen, Winter 1973/74", Winterbericht des EISLF, Weissfluhjoch-Davos, Nr. 38 und im entsprechenden Jahrbuch für das Jahr 1974/75, Winterbericht Nr. 39, zu finden.

1.4 DONNEES NIVOLOGIQUES

Remarque concernant les stations nivométriques

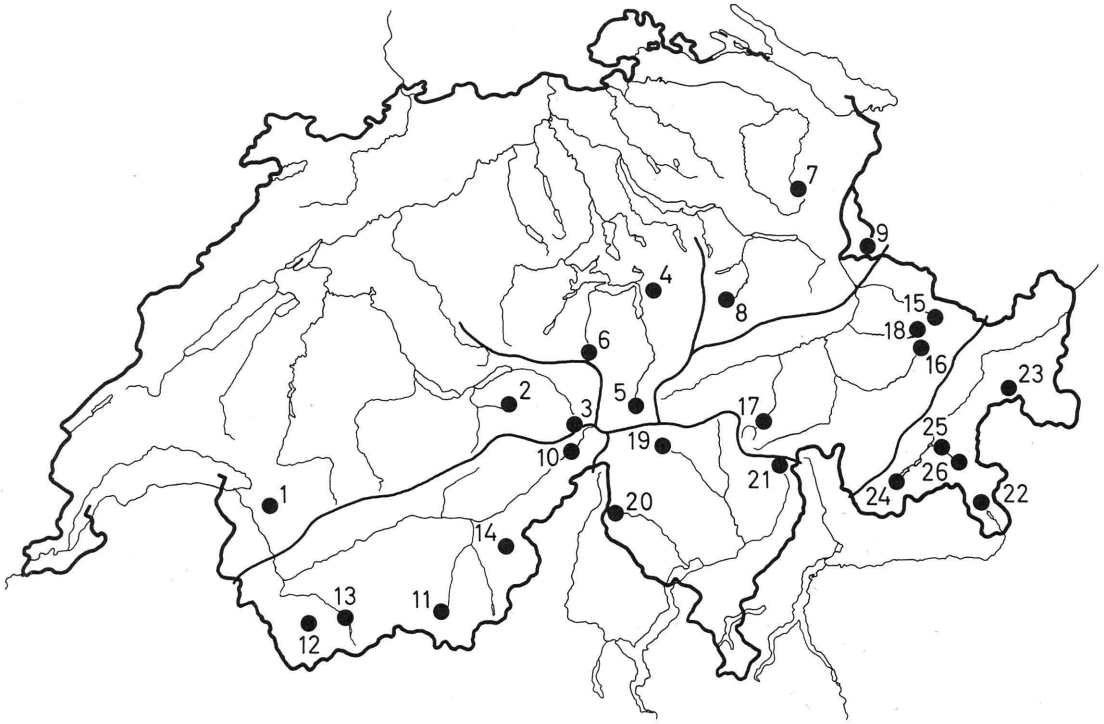
Les stations nivométriques indiquées à la figure 5 ainsi que dans les tableaux 3 et 4 ont été choisies parmi les stations entretenues par l'Institut fédéral pour l'étude de la neige et des avalanches à Weissfluhjoch-Davos (IFENA) ou par les Laboratoires de recherches hydrauliques, hydrologiques et glaciologiques (VAW) de l'EPF Zurich. Les stations nos. 14, 16, 18, 19, 22, 25 et 26 font partie du réseau de l'IFENA, les autres stations font partie du réseau commun à l'IFENA et aux VAW. Des données plus complètes ont été publiées dans l'annuaire "Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen, Winter 1973/74", Winterbericht des EISLF, Weissfluhjoch-Davos (rapport de l'IFENA à Weissfluhjoch-Davos), no. 38 ainsi que dans l'annuaire respectif, no. 39, pour 1974/75.

Abbildung 5

Figure 5

SCHNEEMESSSTATIONEN

STATIONS NIVOMETRIQUES



a) Alpennordseite		b) inneralpin		c) Alpensüdseite + Engadin	
Nr. Station	Höhe m.ü.M.	Nr. Station	Altitude m.s.m.	Nr. Station	Höhe m.ü.M.
1 Leysin	1250	10 Ulrichen	1345	19 Ambri	1000
2 Grindelwald-Bort	1570	11 Zermatt	1610	20 Bosco-Gurin	1490
3 Grimsel	1970	12 Bourg-St-Pierre	1650	21 San Bernardino-Dorf	1630
4 Stoos	1290	13 Mauvoisin	1840	22 Poschiavo	1014
5 Andermatt	1440	14 Simplon Hospiz	2000	23 La Drossa	1710
6 Trübsee	1800	15 Klosters EW	1200	24 Maloja	1810
7 Schwägalp	1290	16 Davos-Dorf	1560	25 Pontresina	1840
8 Braunwald	1320	17 Zervreila	1735	26 Berninahäuser	2049
9 Malbun	1600	18 Weissfluhjoch	2540		
a) Nord des Alpes		b) Régions internes		c) Sud des Alpes et Engadine	

Tabelle 3. Daten über die Schneedecke im Winter 1973/74

Station	Meereshöhe	Periode mit permanenter Schneedecke			Grösste Schneehöhe		Grösster Wasserwert der Schneedecke	
	Meter	erster Tag	letzter Tag	Dauer Tage	Betrag cm	Datum	Betrag mm	Datum
Leysin.....	1250	26.11.	21.3.	116	73	8.2.	166	2.3.
Grindelwald-Bort..	1570	26.11.	6.4.	132	132	24.2.	320	15.3.
Grimsel.....	1970	18.10.	7.6.	233	290	17.3.	-	-
Stoos.....	1290	26.11.	27.3.	122	118	24.2.	298	14.3.
Andermatt.....	1440	26.11.	22.4.	148	171	8.2.	470	15.3.
Trübsee.....	1800	18.10.	4.6.	230	220	15.3.	817	14.3.
Schwägalp.....	1290	26.11.	5.4.	131	160	24.+25.2.	511	15.3.
Braunwald.....	1320	26.11.	30.4.	156	221	8.2.	625	15.3.
Malbun.....	1600	26.11.	29.3.	124	104	8.2.	201	15.3.
Ulrichen.....	1345	25.11.	13.4.	140	169	8.2.	424	15.3.
Zermatt.....	1610	29.11.	6.4.	129	96	17.3.	150	15.3.
Bourg-St.-Pierre..	1650	27.11.	22.3.	116	62	8.2.	99	1.+16.3.
Mauvoisin.....	1840	26.11.[1]	11.4.	137	135	8.2.	244	1.3.
Klosters EW.....	1200	24.10	4.5.	192[2]	200	19.1.	527	15.3.
Davos-Dorf.....	1560	14.11.	27.4.	165	167	19.1.	382	15.3.
Zervreila.....	1753	22.10.	29.4.	190	124	17.3.	314	15.3.
Weissfluhjoch.....	2540	22. 9.	1.8.	314	271	8.2.	1007	17.5.
La Drossa.....	1710	15.11.	29.4.	166	109	5.3.	246	14.3.
Pontresina.....	1840	28.11.	4.4.	128	98	5.3.	-	-
Berninahäuser.....	2049	27.11.	3.4.	128	114	5.3.	-	-
Simplon Hospiz....	2000	29.11.	26.5.	179	172	4.+ 5.3.	-	-
Ambri.....	1000	9.12.	31.3.	112	126	13.2.	-	-
Bosco-Gurin.....	1490	30.11.	5.5.	157	255	5.3.	536	8.3.
Poschiavo.....	1014	1. 3.	17.3.	17	38	5.3.	-	-
San Bernardino-Dorf	1930	9.12.	9.5.	152	188	5.3.	435	15.3.
Maloja.....	1810	28.11.	5.5.	159[3]	160	5.3.	401	15.3.

1) Interpoliert nach Fionnay (1500 m ü.M.) / date interpolée d'après Fionnay (1500 m s.m.)
2) Aper am 14. November 1973 / sans neige le 14 novembre 1973
3) Aper am 8. Dezember 1973 / sans neige le 8 décembre 1973

Tableau 4. Enneigement de l'hiver 1974/75

Station	Altitude	Période d'enneigement continu			Hauteur maximale de la couche de neige		Valeur maximale de l'équivalent en eau de la couche de neige	
	m s.m.	Premier jour	Dernier jour	Durée jours	cm	Date	mm	Date
Leysin.....	1250	21.10.[1]	20.4.	181	75	11.4.	136	31.3.
Grindelwald-Bort..	1570	25. 9.	18.5.	236	220	7.4.	677	16.4.
Grimsel.....	1970	23. 9.	15.7.	296	602	11.4.	-	-
Stoos.....	1290	29. 9.	15.5.	229	245	11.4.	730	12.4.
Andermatt.....	1440	25. 9.[2]	2.6.	251	326	7.4.	939	15.4.
Trübsee.....	1800	25. 9.	7.7.	286	440	11.4.	1406	16.4.
Schwägalp.....	1290	25. 9.	16.5.	234	255	11.4.	828	14.4.
Braunwald.....	1320	25. 9.	23.5.	241	286	11.4.	1026	16.4.
Malbun.....	1600	25. 9.	17.5.	235	220	11.4.	462	21.4.
Ulrichen.....	1345	26. 9.	15.5.	232	260	6.4.	741	15.4.
Zermatt.....	1610	20.10.	12.5.	205	172	11.3.	389	15.4.
Bourg-St-Pierre...	1650	7.10.[3]	24.4.	200	110	7.4.	276	16.4.
Mauvoisin.....	1840	-	-	-	276	11.4.	857	14.4.
Klosters EW.....	1200	8.10.	13.5.	218	205	11.4.	624	15.4.
Davos-Dorf.....	1560	8.10.	10.5.	215	138	11.+12.4.	472	15.4.
Zervreila.....	1735	25. 9.	27.5.	245	260	10.4.	686	15.4.
Weissfluhjoch.....	2540	23. 9.	28.7.	309	322	11.4.	1171	15.5.
La Drossa.....	1710	7.10.	12.5.	218	157	6.4.	418	12.4.
Pontresina.....	1840	6.11.	30.4.	175	143	10.4.	-	-
Berninahäuser.....	2049	23. 9.	15.5.*	234*	220	10.+11.4.	-	-
Simplon Hospiz....	2000	12.10.	7.6.*	238*	280	11.3.	-	-
Ambri.....	1000	8. 1.	20.4.	102	102	5.4.	-	-
Bosco-Gurin.....	1490	5.11.	20.5.	197	320	7.4.	710	11.4.
Poschiavo.....	1014	17. 1.[4]	23.2.	37	43	20.3.	-	-
San Bernardino-Dorf	1630	8.10.	21.5.	225	295	10.4.	765	15.4.
Maloja.....	1810	29. 9.	24.5.	238	285	10.4.	731	15.4.

1 Sans neige du 18 février au 9 mars / aper vom 18. Februar bis 9. März
2 Sans neige le 28 septembre et le 5 octobre / aper am 28. September und 5. Oktober
3 Sans neige le 18 novembre / aper am 18. November
4 Sans neige le 11 février / aper am 11. Februar
* Valeurs et dates interpolées / interpolierte Werte und Termine

2. GLETSCHERCHRONIK

2.1 TAETIGKEIT UND BESONDERE EREIGNISSE IM JAHRE 1973/74

Das Berichtsjahr 1973/74 wird in Bezug auf die Anzahl der beobachteten Gletscherzungen - zumindest im Rahmen der letzten Jahrzehnte - vom Chronisten den mageren Jahren zugezählt werden müssen. Dass es nicht eines der magersten im letzten halben Jahrhundert geworden ist, verdanken wir vor allem dem Umstand, dass seit einigen Jahren eine ganze Reihe von Gletschern nicht nur am Boden, sondern regelmässig auch aus der Luft beobachtet werden. Obwohl der stark verspätete und unvollständige Abbau der Winterschneedecke sowie der Mangel an klaren Schönwetterperioden im Sommer für die Beobachtung aus der Luft ziemlich ungünstige Verhältnisse schufen, wurden dank dem grossen Einsatz der Eidgenössischen Landestopographie (L+T) und der Eidgenössischen Vermessungsdirektion (V+D) an den wenigen guten Tagen (2 im August, 3 im September) zahlreiche Gletscher in allen Teilen der Schweizer Alpen ausser in Graubünden beflogen. Die dabei erfassten Gletscher sind in Tabelle 5 aufgezählt. Photogrammetrisch ausgewertet worden sind für die VAW die Aufnahmen vom Allalin, durch das Geodätische Institut der ETH Zürich, und für die Kraftwerke Oberhasli die in ihrem Auftrag durch die V+D von den Aaregletschern aufgenommenen Luftbilder, durch das Vermessungsbüro A.Flotron in Meiringen. Bei mehr als der Hälfte der 35 aus der Luft beobachteten Netzgletscher ergab das Luftbild die Grundlage für die Beurteilung des Verhaltens oder für eine grobe Schätzung der Längenänderung.

Die von der VAW entwickelte hydrothermische Methode zum raschen Abteufen von Schmelzlöchern bis zur Gletschersohle wurde weiter verbessert. Durch Einsatz eines leistungsstarken, allerdings auch schwereren Oelbrenners anstelle der leichten Benzinbrenner wurde die Vortriebsgeschwindigkeit auf über 100 Meter pro Stunde erhöht, die Wartung vereinfacht und ausserdem die Betriebssicherheit wesentlich verbessert (10*).

Mit diesem verbesserten Gerät wurde im Juli und August auf dem Gornergletscher eine grössere Anzahl von Löchern mit einer Gesamtlänge von über 3 Kilometern gebohrt, um die Wasserdruckverhältnisse an der Gletschersohle zu untersuchen. In 6 Löchern wurde die angestrebte Verbindung mit dem subglazialen Abflussystem erreicht. Anschliessend ist während mehrerer Wochen der Wasserdruck registriert worden, wobei ausser den täglichen und wetterbedingten Schwankungen insbesondere die Auswirkung des Ausbruchs des Gornersees vom 28. Juli bis 1. August gut erfasst werden konnte. Die über ein Gebiet von 0.7 Quadratkilometer verteilten Messstellen zeigten z.B. im Tagesgang des Wasserdrucks erhebliche Unterschiede sowohl in räumlicher Hinsicht als auch in der zeitlichen Entwicklung. Die gemessenen Drücke lagen jedoch im Rahmen der Mittelwerte und Tagesamplituden, die für den Gornergletscher aufgrund der an der

---

(10*) In Klammern gesetzte Zahlen mit Sternchen verweisen auf die Literaturangaben am Schluss dieses Kapitels (siehe Seiten 58 und 59).

VAW vor einigen Jahren entwickelten Theorie berechnet worden waren. Parallel zu den Druckmessungen wurde die Oberflächengeschwindigkeit des Gletschers durch täglich zwei Aufnahmen mit automatischer Kamera registriert, um Zusammenhänge zwischen Wasserdruck und Gletscherbewegung zu erkennen (11*).

Einzelne Bohrlöcher von 50 bis 200 Metern Tiefe dienten der Fortführung von Versuchen, welche das Institut für Geophysik an der ETH Zürich der seismischen Wirksamkeit von Tiefensprengungen widmet.

Ferner ergaben Temperaturmessungen in einem Bohrloch im Eis des Grenzgletschers (Oberflächenkote 2600 m) in verschiedenen Tiefen Werte von etwa - 2.5 °C, was der bisher geläufigen Annahme, wonach die Zungen der Alpengletscher durchwegs temperiert seien, widerspricht. Zur Ueberprüfung dieser Frage und im Hinblick auf die vermuteten Zusammenhänge zwischen Permafrostzonen und dem Vorkommen sogenannten kalten Eises in alpinen Gletscherzungen sind am Grubengletscher (Saastal) im März die Temperaturen an der Basis der Winterschneedecke über einen grösseren flächenhaften Bereich kartiert worden. Später, im Herbst und Winter, sind in 10 Meter tiefen, vom Fletschhorngipfel zur Gletscherzunge in einem Längsprofil angeordneten Bohrlöchern auch die Eistemperaturen gemessen worden (12*).

Die 1969 begonnenen Anstrengungen, weitere Seeausbrüche an diesem Gletscher zu verhindern, sind weitergeführt worden. Die baulichen Massnahmen betrafen im wesentlichen Befestigungsarbeiten am Einlauf des Entlastungsstollens bei dem vom Gletscher gestauten Randsee, am Auslauf des durch die alten Stirnmoränen abgedämmten Sees talseits des Gletscherendes und im Gerinne des Fällbachs beim Uebergang von Hofern- zu Grubenalp. Während der Arbeiten am Stolleneinlauf begann sich von der gegenüberliegenden Kalbungsfront des Gletschers eine etwa 2000 bis 3000 Kubikmeter grosse Eislamelle abzulösen. Aus dem vom 28. August bis 19. September 1974 mit Kryokinemetern überwachten Bewegungsablauf und aufgrund der beobachteten Rissbildung im Bewegungsscharnier konnte ihr Absturz rechtzeitig vorausgesagt werden, so dass die durch den Sturz ausgelöste, etwa 1 Meter hohe Flutwelle den Arbeitern nicht gefährlich werden konnte (13*).

Nachdem bereits im Herbst 1973 zahlreiche Gletscher wegen früher Schneefälle nicht besucht werden konnten, verhinderte der auf den kalendermässigen Beginn des Herbstes 1974 erfolgte endgültige Wintereinbruch bei rund der Hälfte aller regelmässig beobachteten Gletscherzungen die Messung am Objekt. Die wenigen nach dem 22. September überhaupt noch möglichen und durchgeführten Begehungen waren in manchen Fällen mit Gefahren oder grossen Schwierigkeiten verbunden und gelangen nur dank ausserordentlichen Anstrengungen, wofür den beteiligten Beobachtern besondere Anerkennung gebührt. Von den insgesamt 55 im Gelände oder luftphotogrammetrisch gewonnenen Resultaten verdanken wir 33 den Forstorganisationen der Kantone Wallis (8), Bern (5), Uri (7), Graubünden (10) und Tessin (3), 3 den Kraftwerkgesellschaften Mauvoisin (1)

und Oberhasli (2), 13 der VAW und 6 den privaten Mitarbeitern P.Mercier (4), H. und V.Boss (1) und H.Rutishauser (1). Bei 20 Gletschern ist wie erwähnt das Luftbild zu Rate gezogen worden, und bei 4 Gletschern gaben terrestrische Photos, die M.Aellen als Teilnehmer an zwei glaziologischen Exkursionen im Unterwallis aufzunehmen Gelegenheit hatte, mehr oder weniger sichere Hinweise auf das Verhalten der Zunge.

Die Angaben über die Längenänderungen in Tabelle 8 beruhen in 2 Fällen auf begründeten Vermutungen, in 8 Fällen auf naheliegenden Annahmen. In 9 Fällen konnte die Verlagerung oder auch die unveränderte Lage des Gletscherendes eindeutig festgestellt, aber nicht in Zahlenwerten ausgedrückt werden. Die Verschiebungsbeträge sind bei 12 Gletschern geschätzt, bei 47 gemessen worden. In einem Fall sind die Messungen nach langem Unterbruch wieder aufgenommen worden und ergaben mangels Vergleichsdaten noch kein Resultat. Die statistische Zusammenstellung in Tabelle 6 gibt für das Berichtsjahr wie im Vohrjahr getrennte Angaben für das im 84. Bericht festgelegte Beobachtungsnetz von 105 Gletschern und für das seither auf 115 regelmässig beobachtete Zungen erweiterte Netz.

In personeller Hinsicht haben sich in den letzten zwei Jahren wenig Aenderungen ergeben: 1973 hat Herr E.Zeller, der seit 1966 für die regelmässige und sorgfältige Messung der Gletscher Gamchi, Alpetli, Schwarz und Lämmern besorgt war, vom Forstamt Frutigen in einen neuen Wirkungskreis in der Ostschweiz gewechselt. Seinem Amtsnachfolger, Herrn U.Vogt, verdanken wir die lückenlose Weiterführung der Beobachtungen. Nachdem Herr W.Suter zum Vorsteher des Kreisforstamtes Sargans gewählt worden ist, hat sein Kollege vom Kreisforstamt See, Herr U.Eugster, Weesen, nach fast 20 Jahren die mit viel Interesse und grosser Sorgfalt betreute Beobachtung der oft recht unbequemen Gletscher Pizol und Sardona an die zuständige Amtsstelle zurückgegeben. Wir danken Herrn Zeller und Herrn Eugster mit besonderem Nachdruck für ihre langjährige und zuverlässige Mitarbeit und heissen ihre Nachfolger, die ja zum Teil bereits früher an den Messungen beteiligt waren, als Mitarbeiter herzlich willkommen.

Im Namen der Gletscherkommission danken wir auch allen übrigen Mitarbeitern und Institutionen, die uns bei der Durchführung unseres Messprogramms in irgendeiner Weise behilflich waren, für ihre tatkräftige Unterstützung. Besonderer Dank gebührt den Unentwegten, welche Mühen und Gefahren einer winterlichen Begehung auf sich nahmen, um die Lückenlosigkeit langjähriger Messreihen zu erhalten.

2.2 TAETIGKEIT UND BESONDERE EREIGNISSE IM JAHRE 1974/75

Dank den Schönwetterperioden am Schluss des Berichtsjahres 1974/75 konnte der aktuelle Stand von rund 150 Gletschern durch Vermessung der Zungen oder im Luftbild festgehalten werden. Davon gehören 107 zu dem von der Gletscherkommission seit 1892 für die Beobachtung der klimabedingten langfristigen Gletscherveränderungen aufgebauten Netz, 13 werden von der VAW im Zusammenhang mit praktischen Problemen im Auftrag von Dritten oder im Rahmen ihrer für die Gruppe für gefährliche Gletscher durchgeführten Erhebungen eingehend untersucht und regelmässig beflogen. Bei den 30 übrigen, nicht regelmässig beobachteten Gletschern ergab sich die Gelegenheit zur Aufnahme aus Vermessungsflügen, die von der L+T für die Revision der Landeskarte ausgeführt wurden.

Obwohl etliche Zungen noch im Herbst ganz oder teilweise unter Resten der übermächtigen Winterschneedecke lagen, war es möglich, bei allen 107 beobachteten Netzgletschern die Richtung und - mit 6 Ausnahmen - den Betrag der Verlagerung des Gletscherendes seit der letzten, in 41 Fällen um mehr als ein Jahr zurückliegenden Messung anzugeben. Erfreulich hoch ist mit 96 die Zahl der auf Messungen am Boden beruhenden Meldungen. Von diesen verdanken wir 70 den Forstdiensten der Kantone Wallis (22), Bern (10), Uri (9), Obwalden (2), Glarus (3), Sankt Gallen (2), Graubünden (16) und Tessin (4), je 12 der VAW und den privaten Mitarbeitern P.Mercier (4), R.Zimmermann (1), J.-L.Blanc (3), H. und V.Boss (2), E.Hodel (1) und A.Godenzi (1 sowie 1 der Kraftwerkgesellschaft Mauvoisin. Bei 12 Gletschern sind die entsprechenden Angaben aus den von L+T und V+D erstellten Luftbildern gewonnen worden durch photogrammetrische Auswertung am Autographen (4) oder durch visuellen Vergleich mit früheren Aufnahmen (8). Photogrammetrisch ausgewertet worden sind wie in früheren Jahren 1 Gletscher für die VAW durch das Geodätische Institut der ETHZ (Allalin), 1 für die Kraftwerkgesellschaft Mauvoisin durch das Vermessungsbüro H.Leupin in Bern (Giétro) und 2 für die Kraftwerkgesellschaft Oberhasli durch das Vermessungsbüro A.Flotron in Meiringen (Aaregletscher). Ausserdem liegen Luftbilder vor von 30 weiteren, am Boden gemessenen Netzgletschern. Das ausführliche Verzeichnis der im Sommer 1975 durch L+T und V+D von Gletschern erstellten Senkrechtaufnahmen, von denen etwa die Hälfte von den jährlich wiederholten Flügen stammt, ist in Tabelle 5 enthalten.

Das Beobachtungsnetz der Gletscherkommission ist im Berichtsjahr unverändert geblieben. Es ist jedoch auf eine kleine Aenderung bei der Berichterstattung hinzuweisen: In der statistischen Zusammenstellung in Tabelle 7 wird im Gegensatz zu früher nicht mehr auf das im 84. Bericht festgelegte Netz von 105 Gletschern eingegangen, sondern nur noch auf das seither erweiterte Netz von 115 regelmässig beobachteten Zungen.

Bei den Forstdiensten der Kantone Wallis und Bern eingetretene Personalwechsel betreffen auch die Gletscherbeobachtung: Herr H.Dorsaz, Kantonsforstinspektor in Sitten, und Herr H.Vogt, Kreisoberförster in Meiringen, sind in den Ruhestand getreten. Beiden dürfen wir im Namen der Gletscherkommission für jahrzehntelange, mit grossem Einsatz geleistete Mitarbeit unseren besonderen Dank aussprechen: Herrn Dorsaz für die Betreuung der Gletschermessungen von 1940 bis 1964 im Walliser Forstkreis 4 (Susten) und anschliessend während 12 Jahren im ganzen Kanton Wallis; Herrn Vogt für die gewissenhafte Weiterführung der bis ins letzte Jahrhundert zurückreichenden Messreihe am Steingletscher und für den Neubeginn bzw. die Wiederaufnahme der Zungenmessungen am Gauli-, Steinlimmi-, Trift- und Rosenlauigletscher. Als neuer Kantonsforstinspektor in Sitten amtet Herr H.Andenmatten, der mit Gletschermessungen seit vielen Jahren bestens vertraute bisherige Inspektor des Forstkreises Susten. Sein Nachfolger in diesem Amt ist Herr Forstingenieur M.Borter. Herr Dr.R.Straub, der neue Kreisoberförster in Meiringen, hatte während seiner Praktikantenzeit im Unterwallis Gelegenheit, Gletschermessungen vorzunehmen. Wir heissen die neuen Mitarbeiter der Gletscherkommission in unserem Kreis willkommen und möchten nicht nur den zurückgetretenen, sondern auch allen bisherigen Mitarbeitern für ihre regelmässigen Meldungen, von denen jede einzelne einen wertvollen Baustein zur Erfassung der Gletscherveränderungen in den Schweizer Alpen darstellt, unsern verbindlichen Dank aussprechen.

Bei den praxisbezogenen glaziologischen Arbeiten der VAW, welche seit einigen Jahren vorwiegend Sicherheitsfragen behandeln (14*), bildete im Berichtsjahr erneut das Objekt Grubengletscher im Saastal einen Schwerpunkt. Der vom Gletscher gestaute Randsee, über dessen Ausbrüche (1968, 1970) und künstliche Absenkung wir wie über die übrigen Sanierungsmassnahmen am Fällbach zu wiederholten Malen berichtet haben, dehnt sich infolge von Kalbungen an der steilen, stellenweise überhängenden Eisfront von Jahr zu Jahr weiter aus. Deshalb wurde es notwendig, diesen Teil des Gletschers genauer zu untersuchen, als es mit den vor einigen Jahren durchgeführten Rotationsbohrungen möglich war. Mit dem an der VAW entwickelten hydrothermischen Tiefbohrgerät wurden in weniger als 3 Wochen 40 zusätzliche Sondierbohrungen von durchschnittlich 25 Metern Tiefe vorgetrieben. Es bestätigte sich, dass der See auch auf dem heutigen, künstlich tiefgehaltenen Stand teilweise durch einen Grundmoränenwall, streckenweise aber durch das Gletschereis gestaut wird. Aufgrund von Temperaturmessungen in den Bohrlöchern ist anzunehmen, dass das Eis in den Randpartien der Gletscherzunge am Untergrund angefroren ist. Wie schon bei den Rotationsbohrungen wurde an einigen Stellen artesisch gespanntes Wasser angebohrt. In anderen Bohrlöchern dagegen senkte sich der Wasserspiegel, fiel jedoch in keinem einzigen Fall unter das Niveau der Seeoberfläche. Derart unterschiedliche Wasserdruckverhältnisse dürften auf das Fehlen eines gutausgebildeten Drainagesystems im untersuchten Bereich zurückzuführen sein. Unter den gegenwärtigen Verhältnissen ist ein neuer Seeausbruch kaum zu befürchten. Wegen der fortschreitenden Ausdehnung des Sees auf

Kosten seiner natürlichen Abdämmung muss jedoch die weitere Entwicklung im Auge behalten werden. Möglichkeiten für weitere Sicherungsmassnahmen zusätzlich zu den bereits ausgeführten umfangreichen Sanierungsarbeiten werden geprüft (15*).

Während der Bohrarbeiten auf dem Grubengletscher bot sich erneut Gelegenheit, die Relativbewegung einer von der Kalbungsfront sich ablösenden Eislamelle bis zum Moment des Abbruchs zu messen. Die gewonnene Absturzkurve stimmte mit den Ergebnissen der Vorjahresmessungen gut überein. Die mathematische Untersuchung der in den letzten Jahren am Grubengletscher und am Weisshorn aufgenommenen Verschiebungskurven beschleunigt bewegter Eismassen und der Versuch, sie in einem zweidimensionalen physikalischen Modell darzustellen, sind Gegenstand einer wissenschaftlichen Studie (16*,17*,18*). Zusammen mit der für den Bau von glaziologischem und anderem Spezialgerät eingerichteten mechanischen Werkstätte R.Sarbach in Sankt Niklaus VS wird an der Weiterentwicklung der bei Einsätzten am Weisshorn ausprobierten registrierenden mechanischen Bewegungsmessanlage gearbeitet (19*). Dieselbe Firma baute im Auftrag der Kraftwerkgesellschaft Mauvoisin die 1968 aufgestellte, im Hochwinter 1974/75 durch eine Grosslawine zerstörte - ebenfalls mechanische - Bewegungsmessanlage am Giétrogletscher in etwas modifizierter Form und an lawinensicherem Standort neu auf: statt in einem freistehenden Gittermast wurde das Spanngewicht des Messkabels an einer senkrechten Felswand aufgehängt.

Bei den auf verschiedenen Gletschern weitergeführten Messungen kurzfristiger Schwankungen in der Gletscherbewegung stehen die wissenschaftlichen Aspekte (Grundlagenforschung) im Vordergrund. Mit zwei automatischen Kameras am Aletsch, mit einer am Gorner und mit der von A.Flotron am Unteraar betriebenen Kamera ist über längere Perioden (mehrere Wochen bis zu einem vollen Jahr) in täglichen Intervallen, mit dem Theodolit während mehrtägiger Begehungen im Juni und Juli an mehreren Stellen des Unteraar in halbtägigen Intervallen gemessen worden. Die zuerst von Flotron am Unteraar beobachtete Hebung der Gletscheroberfläche um etwa einen halben Meter während des Bewegungsmaximums zur Zeit der Schneeschmelze trat erwartungsgemäss auch im Berichtsjahr in gleicher Art und ähnlichem Ausmass auf, sowohl am Unteraar wie bei den anderen Gletschern. Ausserdem konnte nachgewiesen werden, dass die Bewegungsvariationen den Aenderungen in der Witterung entsprechen und an den verschiedenen Messstellen praktisch gleichzeitig auftreten. An der Deutung dieser Erscheinung wird im Rahmen eines z.T. vom Nationalfonds unterstützten wissenschaftlichen Programms zur Erforschung des Wassers im Gletscher und seines Einflusses auf die Gletscherbewegung gearbeitet (10*,11*,20*,26*).

Im Rahmen des gleichen Forschungsprogramms hat die VAW 1973 auf dem Ewigschneefeld Untersuchungen über das Wasser im Firn begonnen und diese im Berichtsjahr weitergeführt (21*, 22*,23*). Die hiefür gebohrten Löcher wurden 1975 so angelegt, dass sie zugleich der elektrischen Auslotung der von 1962 bis 1972 jährlich im obern Querprofil auf der Gletscheroberfläche ausgelegten Drahtschlaufen dienen konnten. Mit der sogenannten Wechselstrommethode

liessen sich die 1969, 1971 und 1972 verlegten Doppeldrähte in Tiefen von 22.4 bzw. 16.5 und 14.0 Metern mit einer Genauigkeit von ± 20 Zentimetern orten. In Gletschermitte hatten sie sich von der Ausgangslage um rund 150 bzw. 100 und 75 Meter entfernt. Die Ortung der älteren Drahtauslagen mit der sogenannten Gleichstrommethode scheiterte teilweise an Schwierigkeiten bei der Interpretation der Messergebnisse, teilweise am schlechten Wetter, das die Durchführung von modifizierten Messungen zur Bestimmung der Fehlerquellen verhinderte. Die elektrischen Drahtmessungen sind vor einigen Jahren mit anderen Verfahren zur Bestimmung des Massenhaushalts bei grossen Schneehöhen im Rahmen einer Dissertation eingehend untersucht und beschrieben worden (24*).

Besondere Ereignisse im Sinne von Gletscherkatastrophen oder andern mit Gletschern verknüpften Schadenfällen blieben im Berichtsjahr glücklicherweise aus. Die gefährliche Lawinensituation im Frühjahr hatte vor allem in den ausserhalb der Gletscherregion gelegenen Teilen des Alpengebiets ein katastrophales Ausmass. Allerdings hinterliessen einige Grosslawinen auch auf den Gletschern ihre zum Teil noch im Hochsommer sichtbaren Spuren. So drangen auf dem Aletsch- und auf dem Giétrogletscher Staub- und Schneebrettlawinen weit über den normalen Ablagerungsbereich am Hangfuss in ganz flachem Gelände bis gegen die Gletschermitte vor. Eine vom Bettmerhorn auf die Zunge des Aletschgletschers abgestürzte Staublawine übersprang das vor sieben Jahren an vermeintlich völlig sicherem Standort aufgestellte Glaziologenbiwak im Rotloch, das jedoch keinen Schaden nahm, weil es völlig eingeschneit und im Schutz eines grossen Felsrückens nicht der vollen Wucht der Druckwelle ausgesetzt war. Die mechanische Bewegungsregistrieranlage am Giétrogletscher dagegen ist - wie bereits erwähnt - schon im Früh- oder Hochwinter von einer Lawine völlig zerstört und im Stausee versenkt worden. Während der Schneeschmelze kam es mancherorts zu beträchtlichen Materialumlagerungen im Bereich der alten steilen Seitenmoränen, indem diese wegen des grösseren Schmelzwasseranfalls stärker durchnässt wurden als in normalen Jahren und als Murgänge oder Schlammströme über die am Hangfuss teilweise noch vorhandene Schneedecke auf den Gletscher abflossen.

Mit dem Haushaltjahr 1973/74 ging das internationale hydrologische Dezennium (IHD) zu Ende. Die während dieser Zeit gesammelten Beobachtungen über die Veränderungen der Gletscher in den Schweizer Alpen sind in einer Studie als Vergleichsbasis für die Ergebnisse des Berichtsjahres bearbeitet und veröffentlicht worden (25*).

2. CHRONIQUE DES GLACIERS

2.1 ACTIVITE ET EVENEMENTS PARTICULIERS EN 1973/74

Compte tenu du nombre de glaciers visités, l'année 1973/74 doit être considérée par le chroniqueur comme pauvre, comparée à la moyenne de la dernière décennie. Si elle n'est pas une des plus pauvres du demi-siècle écoulé, cela est dû au fait que, depuis quelques années, une série de glaciers sont observés régulièrement non seulement sur place mais encore par avion. En dépit de la disparition très tardive et partielle de la neige et de la rareté des périodes de temps clair en été, qui constituèrent des conditions défavorables à l'observation aérienne, de nombreux glaciers ont été photographiés grâce au concours efficace du Service topographique fédéral (L+T) et de la Direction fédérale des mensurations cadastrales (V+D), et cela lors des rares journées favorables (2 en août et 3 en septembre). Le tableau 5 donne la liste des glaciers dont nous avons obtenu des clichés aériens. Les clichés de l'Allalin ont été dépouillés pour le compte des VAW par l'Institut géodésique de l'EPF de Zurich; ceux des glaciers de l'Aar, pris par V+D, ont été dépouillés par le bureau de mensurations A.Flotron à Meiringen sur demande des Forces Motrices de l'Oberhasli. Pour plus de la moitié des 35 glaciers survolés et appartenant au réseau d'observations, la photographie aérienne a été le seul document permettant d'apprécier leur comportement ou leur variation de longueur.

La méthode hydrothermique, développée par les VAW pour le rapide forage de trous par fusion jusqu'au lit du glacier, a été encore améliorée. En utilisant un brûleur à mazout plus puissant, mais aussi plus lourd, on a pu accroître la vitesse de sondage à plus de cent mètres par heure, tout en simplifiant la surveillance et en augmentant notablement la sûreté de fonctionnement (10*).

Avec cet engin amélioré, on a pratiqué, en juillet et en août, sur le Glacier du Gorner, un assez grand nombre de trous d'une longueur totale de 3 kilomètres, pour y étudier la pression de l'eau au niveau du lit rocheux; celui-ci fut atteint six fois. Pendant plusieurs semaines on a alors enregistré la pression de l'eau, ce qui permit de mettre en évidence la variation diurne et celle due aux changements de temps, et encore l'effet d'une vidange du Lac du Gorner du 28 juillet au 1er août. Les forages répartis sur une surface de 0.7 kilomètres carrés ont montré de notables écarts, par exemple de la variation diurne de la pression de l'eau, tant dans l'espace que dans le temps. Pourtant les valeurs observées de la pression se sont groupées autour des moyennes et des amplitudes diurnes, qui avaient été calculées sur la base de la théorie élaborée par les VAW, il y a quelques années. Parallèlement aux mesures

---

(10*) Les chiffres entre parenthèses et marqués d'un astérisque se réfèrent à la liste des publications donnée à la fin de ce chapitre (voir pages 58 et 59).

de pression, on a mesuré la vitesse superficielle à l'aide de deux clichés par jour, par caméra automatique, afin d'étudier la relation entre la pression de l'eau et le mouvement du glacier (11*).

Quelques trous de 50 à 200 mètres de profondeur ont servi à poursuivre des essais que l'Institut de Géophysique de l'EPF Zurich a consacrés à l'effet sismique d'explosions en profondeur.

Des mesures de température, faites dans un forage du Grenzgletscher à la cote de 2600 mètres, ont donné à différentes profondeurs des valeurs de - 2.5° ce qui contredit l'idée, courante jusqu'ici et selon laquelle les langues glaciaires des Alpes seraient toujours tempérées, c'est-à-dire voisines de zéro degré. Pour réexaminer cette question ainsi que la relation supposée entre les zones à gel permanent et la présence de glace dite froide dans la langue, on a repéré en mars la température sur une assez grande surface du Glacier de Gruben (Saastal) et cela à la base de la couche de neige d'hiver. En automne et en hiver, on a ensuite mesuré la température de la glace, à 10 mètres de profondeur, sur un profil longitudinal du même glacier (12*).

On a poursuivi les efforts, tentés depuis 1969, afin d'empêcher de brusques vidanges d'eau sur ce glacier. On a consolidé l'entrée de la galerie au niveau du lac retenu par la glace, l'émissaire du lac retenu par l'ancienne moraine frontale à l'aval de la langue et enfin le lit du Fällbach, au passage de l'Alpe Hofern à l'Alpe Gruben. Pendant les travaux, à l'entrée de la galerie, un gros sérac de 2000 à 3000 mètres cubes a commencé à se détacher du glacier. Grâce aux mesures du mouvement au cryocinémètre, du 28 août au 19 septembre 1974, ainsi qu'à l'observation de la zone de rupture, on a pu prévoir à temps la chute de ce sérac, de sorte que la vague d'un mètre de hauteur n'a causé aucun danger pour les ouvriers (13*).

Alors que, en automne 1973, on n'avait pu visiter de nombreux glaciers en raison des chutes de neige précoces, l'invasion froide de l'équinoxe de 1974, qui marqua l'entrée définitive de l'hiver en montagne, a empêché les mensurations d'environ la moitié des glaciers à contrôler. Les quelques rares visites encore possibles, après le 22 septembre, furent rendues difficiles et même parfois dangereuses et exigèrent de gros efforts de la part des observateurs, auxquels va notre gratitude toute particulière. Parmi les 55 résultats obtenus sur le terrain ou par aérophotogrammétrie, on en doit 33 aux organisations forestières du canton du Valais (8), de Berne (5), d'Uri (7), des Grisons (10), et du Tessin (3), trois aux Forces motrices de Mauvoisin (1) et de l'Oberhasli (2), 13 aux VAW et 6 aux collaborateurs privés P.Mercier (4), H. et V.Boss (1) et H.Rutishauser (1). Pour 20 glaciers on a fait appel à la photo aérienne, et pour 4 autres les clichés terrestres, pris par M.Aellen lors de deux excursions glaciologiques en Bas-Valais, ont fourni des renseignements plus ou moins sûrs concernant le comportement de la langue.

Les données concernant les variations de longueur du tableau 8 reposent, dans deux cas, sur des suppositions fondées, dans 8 cas sur des arguments vraisemblables; dans 9 cas on a pu constater nettement un déplacement (ou une immobilité) de la langue terminale, mais sans pouvoir l'exprimer en chiffres. Les déplacements sont évalués pour 12 glaciers, mesurés pour 47. Dans un cas, les mesures ont été reprises après une longue interruption et n'ont de ce fait pas fourni de résultats. Le résumé statistique du tableau 6 fournit séparément les données relatives au réseau du 84e rapport pour 105 glaciers, et celles relatives au réseau agrandi depuis lors à 115 glaciers.

Il y a peu de changements, depuis deux ans, en ce qui concerne le personnel. En 1973, M. E.Zeller qui s'était chargé des mesures régulières et soignées des glaciers de Gamchi, Alpetli, Schwarz et Lämmern a passé de l'Office forestier de Frutigen à un nouveau centre d'activité en Suisse orientale. C'est à son successeur, M. U.Vogt, que nous devons la poursuite ininterrompue des observations. Après que M. W.Suter eut été nommé à la tête du district forestier de Sargans, son collègue du district du lac, M. U.Eugster à Weesen, a remis à l'Office compétent le soin d'observer les glaciers de Pizol et de Sardona (souvent malcommodes), comme il l'a fait pendant presque vingt ans. Nous remercions chaleureusement MM. Zeller et Eugster de leur longue et sûre collaboration, et nous sommes heureux d'acceuillir en qualité de collaborateurs leur successeurs, qui ont déjà participé autrefois et ailleurs aux mesures des glaciers.

Au nom de la Commission de glaciers, nous remercions de leur vigoureux appui tous les autres collaborateurs et institutions qui, d'une façon ou d'une autre, ont aidé à réaliser notre programme de mesures. Un grand merci s'adresse particulièrement aux collaborateurs, qui ont bravé fatigue et dangers des sorties hivernales, dans l'intention d'assurer la continué des longues séries de mesures.

2.2 ACTIVITE ET EVENEMENTS PARTICULIERS EN 1974/75

Les périodes de beau temps, vers la fin de l'exercice 1974/75, ont permis de recenser l'état actuel d'environ 150 glaciers, soit par mensurations terrestre, soit par vols photogrammétriques. 107 glaciers observés appartiennent au réseau établi dès 1892 par la Commission des glaciers afin d'observer à longue échéance les variations glaciaires dues aux changements des conditions climatiques; 13 glaciers sont étudiés de façon détaillée et régulière, sur le terrain ou à l'aide de clichés aériens, par les VAW. Cette étude s'accomplit dans le cadre des enquêtes menées d'une part au sein du groupe constitué pour l'observation des glaciers dangereux et d'autre part en connexion avec divers problèmes pratiques, traités à la demande de tierces personnes ou d'institutions. L'observation des 30 autres glaciers, qui ne font pas partie d'un réseau observé de façon régulière, a été facilitée par les vols photogrammétriques, effectués par S+T pour la révision de la Carte nationale.

Bien que, même en automne, quelques langues aient été complètement ou partiellement recouvertes par des restes de la puissante couche de neige de l'hiver précédent, nous avons pu indiquer (pour les 107 glaciers observés du réseau) dans quelle direction et exprimer en chiffres, à six exceptions près, de quelle distance leur front s'est déplacé depuis les dernières mesures qui, dans 41 cas, datent de deux ou même de plusieurs années. Grâce aux efforts des observateurs, le nombre de glaciers mesurés au sol a atteint le total réjouissant de 96, dont 70 ont été observés par les services forestiers des cantons du Valais (22), de Vaud (2), de Berne (10), d'Uri (9) d'Obwalden (2), de Glaris (3), de Saint-Gall (2), des Grisons (16), et du Tessin (4), 12 par les VAW, 12 par les collaborateurs privés: MM. P.Mercier (4), R.Zimmermann (1), J.-L.Blanc (3), H. et V.Boss (2), E.Hodel (1) et A.Godenzi (1), et 1 par les Forces motrices de Mauvoisin. Pour 12 glaciers, les résultats ont été obtenus grâce aux photos aériennes prises par S+T ou D+M, et dépouillées soit par photogrammétrie (4), soit par comparaison visuelle avec les photos aériennes, prises les années précédentes. Une restitution photogrammétrique a été réalisée (comme ces dernières années) pour le glacier de l'Allalin par l'Institut de géodésie de l'EPFZ (pour les VAW), pour le glacier de Giétro par le Bureau de mensurations H.Leupin à Berne (pour les Forces motrices de Mauvoisin), et pour les 2 glaciers de l'Aar par le Bureau de mensurations A.Flotron de Meiringen (pour les Forces motrices d'Oberhasli). En outre, nous avons reçu des photos aériennes de 30 glaciers du réseau, mesurés au sol. La liste complète des prises de vue verticales, effectuées en 1975 par S+T ou D+M et dont la moitié environ provient de vols répétés annuellement, est donnée par le tableau 5.

Pour l'exercice 1974/75, le réseau d'observations de la Commission des glaciers n'a pas changé. On notera cependant une petite modification dans la compilation statistique du tableau 7 qui - contrairement au passé - ne comprend plus seulement le réseau de 105 glaciers, tel qu'il est défini dans le 84e rapport. Il donne, en effet, les résultats d'un réseau porté à 115 langues observées.

Des changements de personnel dans les services forestiers des cantons du Valais et de Berne concernent aussi l'observation des glaciers: M. H.Dorsaz, inspecteur cantonal des forêts à Sion, et M. H.Vogt, inspecteur du district forestier d'Oberhasli à Meiringen, ont pris leur retraite. Au nom de la Commission des glaciers, nous les remercions tous deux très vivement de leur fidèle collaboration et de leur engagement personnel, dont nous avons profité pendant des dizaines d'années: M. H.Dorsaz a relevé les mesures des glaciers du 4e district forestier du Valais (Souste) de 1940 à 1964, et dans tout le canton pendant les 12 années suivantes; M. H.Vogt a assuré la continuité des mesures du glacier de Stein, commencées déjà au siècle dernier, et il a entrepris ou continué l'observation des langues glaciaires du Gauli, Steinlimmi, Trift et Rosenlaui. Le nouvel inspecteur cantonal des fôrets à Sion, M. H.Andenmatten, en qualité d'inspecteur du district forestier de Souste, s'est chargé pendant bien des années, et de manière impeccable, des mesures des glaciers de son rayon. Son successeur est l'ingénieur forestier M. M.Borter. Le nouvel inspecteur du district de Meiringen/Oberhasli, Dr.Straub, a procédé à des mesures de glacier pendant son stage dans le Bas-Valais. Nous souhaitons la bienvenue aux nouveaux collaborateurs de la Commission des glaciers et nous voudrions, par la même occasion, adresser nos sincères remerciements aux collaborateurs, qui nous ont quittés, et dire également notre gratitude à tous les autres collaborateurs, qui nous remettent régulièrement leurs rapports. Chaque observation représente un élément valable et important pour l'observation des variations des glaciers des Alpes suisses.

Depuis quelques années, les travaux de glaciologie appliquée des VAW se sont orientés de plus en plus vers des problèmes de sécurité (14*). Ainsi le glacier de Gruben, dans la vallée de Saas, a été de nouveau un centre d'activité. Dans les rapports précédents, nous avons décrit à plusieurs reprises les ruptures de 1968 et de 1970, les vidanges artificielles du lac retenu par le glacier ainsi que les autres mesures de consolidation prises à son émissaire, le Fällbach. Les chutes de glace périodiques au front du glacier, raide et parfois en surplomb, augmentent l'étendue du lac d'année en année. Il est donc devenu nécessaire d'approfondir l'étude de cette partie du glacier, commencée il y a quelques années par des sondages à la foreuse mécanique. La nouvelle foreuse hydrothermique, développée par les VAW pour atteindre de grandes profondeurs, a permis de procéder, en moins de trois semaines, à 40 forages de sondage supplémentaires, profonds en moyenne de 25 mètres. On a constaté alors que,

même à son niveau actuel, maintenu artificiellement bas, le lac n'est retenu qu'en partie par une espèce de digue naturelle formée par la moraine de fond, mais que, à certains endroits, il est barré par la glace elle-même. Les températures mesurées dans les trous de forage nous font penser que la glace des parties latérales de la langue est quasiment soudée à son lit par le gel. Comme la première fois, quelques forages ont produit de l'eau sous pression artésienne. Dans d'autres forages, en revanche, le niveau de l'eau s'abaissait, sans jamais descendre au-dessous du niveau du lac. Une telle variabilité de la pression de l'eau peut s'expliquer par un système de drainage déficient dans la région observée. Une nouvelle et brusque vidange du lac ne semble guère possible actuellement. Mais l'élargissement continuel du lac au détriment de son endiguement naturel exige que l'on continue les observations et que l'on suive le développement en cours. Il conviendra d'envisager également de nouvelles mesures de sécurité au cas, où les travaux de consolidation effectués jusqu'ici se révéleraient insuffisants (15*).

Lors des travaux de forage à Gruben, il a été possible, une fois de plus, de mesurer jusqu'au moment de la rupture le mouvement relatif d'un sérac lamellaire, qui se détachait du front glaciaire. La courbe démontrant l'accélération du mouvement de la glace jusqu'à la chute est en bonne corrélation avec les résultats de l'année précédente. Les VAW ont analysé mathématiquement les courbes de vitesse de masses glaciaires accélérées qu'on a pu observer ces dernières années au glacier du Gruben et au Weisshorn et s'efforcent d'autre part de les reproduire par un modèle physique bidimensionnel (16*,17*,18*). Avec la collaboration des ateliers mécaniques R.Sarbach à St-Nicolas VS, équipés entre autres pour le développement d'instruments spéciaux de glaciologie, on a perfectionné le système mécanique pour l'enregistrement du mouvement glaciaire, mis à l'épreuve déjà au Weisshorn (19*). Sur commande des Forces motrices de Mauvoisin, la même maison a reconstruit le cryocinégraphe - également mécanique - qui avait été installé au glacier de Giétro en 1968 et qui fut détruit par une grosse avalanche en hiver 1974/75. La nouvelle construction est quelque peu modifiée et placée mieux à l'abri des avalanches: la masse qui tend le câble de mesure est suspendue au sommet d'une paroi de rocher verticale et non plus dans un pylône grillagé exposé sur un ressaut rocheux.

Dans les mesures des variations à court terme du mouvement glaciaire, faites par les VAW sur différents glaciers, les aspects scientifiques de recherche fondamentale restent au premier plan. A l'aide de 2 caméras automatiques installées à l'Aletsch, d'une au Gorner et de celle de A.Flotron à l'Unteraar, on a fait des mesures quotidiennes pendant des périodes allant de quelques semaines jusqu'à une année entière. En outre, des mesures avec le théodolite à intervalles biquotidiens, portant sur des périodes de plusieurs jours, ont été exécutées, en juin et juillet, à plusieurs endroits de l'Unteraar. Le soulèvement de la

surface du glacier d'environ un demi-mètre est un phénomène particulièrement intéressant qui se présente lors du maximum de vitesse en coincidence avec la fonte des neiges. Il a été observé pour la première fois par A.Flotron et s'est reproduit comme prévu pendant l'exercice, et dans des proportions équivalentes, tant à l'Unteraar qu'aux autres endroits observés. De plus, il a été prouvé que les variations du mouvement glaciaire correspondent aux changements du temps et sont donc plus ou moins simultanées pour les différents points d'observation. L'interprétation de ce phénomène fait partie d'un programme scientifique réalisé par les VAW avec l'appui du Fonds national suisse pour la recherche scientifique. L'objectif de ce programme est l'étude des eaux intra- et sous-glaciaires en général, et l'analyse de l'influence de ces eaux sur le mouvement glaciaire en particulier (10*,11*,20*,26*).

Dans le cadre de ce même programme, pendant l'exercice, les VAW ont poursuivi des études commencées en 1973 sur la nappe phréatique de l'Ewigschneefeld (21*,22*,23*). En 1975, les forages nécessaires à ces fins ont été espacés, de sorte qu'ils puissent servir en même temps aux sondages électriques pour localiser les fils de cuivre nus et câbles isolés, déposés chaque automne, de 1962 à 1972, dans le même profil transversal, à la surface du névé. Par la méthode à courant alternatif on a réussi à localiser avec une précision de ± 20 centimètres les câbles doubles posés en 1969, 1971 et 1972, qui entre-temps ont été ensevelis à des profondeurs de 22.4, 16.5 et 14.0 mètres respectivement. Au milieu du glacier, ils s'étaient éloignés de leur position initiale d'environ 150, 100 et 75 mètres respectivement. Les tentatives de déceler, par la méthode à courant continu, la position des fils et câbles posés précédemment ont échoué, en partie à cause des difficultés rencontrées lors de l'interprétation des résultats, en partie à cause du mauvais temps défendant de faire des mesures modifiées, qui auraient permis de déceler les sources d'erreurs. Ces deux méthodes électriques ont été étudiées et comparées, dans le cadre d'une thèse, avec d'autres méthodes pour la détermination des bilans spécifiques annuels de masse, dans les zones à très forte accumulation de neige (24*).

Par chance, cette année il n'y a eu aucun dommage grave dû à l'activité des glaciers. La situation d'avalanches au mois d'avril a eu des conséquences catastrophiques, surtout en dehors des régions glaciaires. Toutefois, quelques grosses avalanches ont laissé des traces visibles sur les glaciers jusqu'en plein été. A l'Aletsch et au Giétro, des avalanches de neige poudreuse ou des plaques de neige immenses ont pénétré, en dépassant de bien loin leur zone de dépôt habituelle au pied de la pente, jusqu'au centre des grands replats au milieu du glacier. Une avalanche de neige poudreuse tombant du Bettmerhorn a atteint la langue du glacier d'Aletsch en sautant par-dessus le bivouac des glaciologues, installé à Rotloch il y a sept ans, à un endroit présumé sûr. Par chance, la baraque, complètement enfouie sous la neige et située à l'abri d'une grande tête rocheuse, n'eut pas à subir le choc total de l'avalanche et resta intacte. Moins fortunée, comme nous l'avons déjà dit, a été l'installation

cryocinégraphique au glacier de Giétro, qui fut complètement détruite et précipitée dans le lac de Mauvoisin par une avalanche tombée du Mont Pleureur, au début ou au milieu de l'hiver déjà. Pendant la fonte des neiges on a vu assez fréquemment s'écrouler des dépôts morainiques, surtout des anciennes moraines latérales très abruptes. Il faut présumer que, par suite de la fonte des masses extraordinaires de neige - bien plus tard dans la saison qu'aux années normales -, les terrains instables, saturés d'eau, se sont transformés en coulées de boue dévalant les pentes et recouvrant la neige encore présente et parfois les parties marginales du glacier.

Avec l'exercice de 1973/74, la Décennie hydrologique internationale (DHI) s'est terminée. L'analyse des observations faites sur les variations des glaciers des Alpes suisses pendant cette période a permis de faire une évaluation détaillée des résultats de l'exercice (25*).

Literaturangaben zum vorliegenden Kapitel / Liste des publications

(10*) Iken, A., Röthlisberger, H. und Hutter, K. (1978): Deep drilling with a hot water jet. - Zeitschr. für Gletscherkunde und Glazialgeologie, Bd. XII, H. 2, S. 143-156

(11*) Iken, A. (1978): Variations of surface velocities of some alpine glaciers measured at intervals of a few hours. Comparison with arctic glaciers. - Zeitschr. für Gletscherkunde und Glazialgeologie, Bd. XIII, H. 1/2, S. 23-35

(12*) Haeberli, W. (1977): Eistemperaturen in den Alpen. - Zeitschr. für Gletscherkunde und Glazialgeologie, Bd. XI, H. 2, S. 203-220

(13*) Haeberli, W. (1975): Ueberwachung von Kalbungsflutwellen am Grubengletscher. - Schweiz. Bauzeitung, 93. Jg., H. 43, S. 694-696

(14*) Röthlisberger, H. (1974): Möglichkeiten und Grenzen der Gletscherüberwachung. - Neue Zürcher Zeitung (Beilage Forschung und Technik) vom 29.4.1974, Nr. 196

(15*) Röthlisberger, H. (1979): Glaziologische Arbeiten im Zusammenhang mit den Seeausbrüchen am Grubengletscher, Gemeinde Saas Balen (Wallis). - Mitt. der VAW, Nr. 41, Festschrift Peter Kasser, S. 233-256

(16*) Haeberli, W. und Röthlisberger, H. (1976): Beobachtungen zum Mechanismus und zu den Auswirkungen von Kalbungen am Grubengletscher (Saastal Schweiz). - Zeitschr. für Gletscherkunde und Glazialgeologie, Bd. XI, H. 2, S. 221-228

(17*) Haeberli, W. (1977): Experience with glacier calving and air-bubbling in high alpine water reservoirs. - Journal of Glaciology, Vol. 19, No. 81, p. 589-594

(18*) Iken, A. (1977): Movement of a large ice mass before braking off. - Journal of Glaciology, Vol. 19, No. 81, p. 595-605

(19*) Reimann, R. (1979): Gletscherbewegungsmessgerät. - Zeitschr. "Material und Technik", Nr. 4, 1979, S. 182-186

(20*) Aellen, M. und Iken, A. (1979): Variationen der Gletscherbewegung. - Mitt. der VAW, Nr. 37, S. 111-126

(21*) Lang, H., Schädler, B. und Davidson, G. (1977): Hydrological Investigations on the Ewigschneefeld - Grosser Aletschgletscher. - Zeitschr. für Gletscherkunde und Glazialgeologie, Bd. XII, H. 2, S. 109-124

(22*) Schiegg, H.O. und Schommer, P. (1978): Ein elektrothermischer Firnbohrer. - Zeitschr. für Gletscherkunde und Glazialgeologie, Bd. 14, H. 1, S. 125-131

(23*) Schommer, P. (1979): Rechnerische Nachbildung von Wasserspiegelganglinien im Firn und Vergleich mit Feldmessungen im Ewigschneefeld (Schweizer Alpen). - Zeitschr. für Gletscherkunde und Glazialgeologie, Bd. 14, H. 2, S. 173-190

(24*) Föhn, P. (1972): Methoden der Massenbilanzmessung bei grossen Schneehöhen, untersucht im Firngebiet des Grossen Aletschgletschers. - Beitr. zur Geologie der Schweiz - Hydrologie, Nr. 20, Diss. ETH Zürich, lll S.

(25*) Kasser, P. et 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, 1976, p. 467-481

(26*) Spring, U. (1980): Interglazialer Wasserabfluss: Theorie und Modellrechnungen. - Mitt. der VAW Nr. 48, 197 S.

Tabelle 5. Vermessungsflüge in den Jahren 1974 und 1975

Tableau 5. Vols photogrammétriques des années 1974 et 1975

Die nachstehend verzeichneten Flüge wurden von der Eidgenössischen Landestopographie (L+T) oder der Eidgenössischen 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 (siehe Abb. 6 und 7).

Les vols mentionnés dans le tableau ont été effectués par le Service topographique fédéral (L+T) ou par la Direction des mensurations cadastrales (V+D) en rapport avec les observations de la Commission des glaciers, 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 fig. 6 et 7).

Nr.	Gletscher	Aufnahmedatum		Luftbild	Fluglinie	Aufnahme	LK Blatt	Bemerkungen
No.	Glacier	Date du levé		Clichés	Ligne de vol	levé	CN Feuille	Remarques
1)	Name / Nom	1974	1975	Nrn./Nos.	Nr./No.		Nr./No.2)	
a)	Jährliche Aufnahmen für die Gletscherkommission - Levés annuels pour la Commission des glaciers.							
1	Rhone		23. 9.	6284-6291	GlK 2W	L+T	1230/1231	
			8.10.	6623-6627	GlK 1W	L+T		
5	Grosser Aletsch	13. 9.		4121-4133	1	L+T	1269	
		13. 9.		4134-4143	2	L+T		3)
		13. 9.		4144-4151	3	L+T		
			23. 9.	6271-6283	1	L+T		
			8.10.	6638-6648	3	L+T		3)
			8.10.	6628-6637	4	L+T		
48	Prapio	7. 8.		3606-3611	35	L+T	1285	4)
			6.10.	8707-8717	2	V+D		4)
55	Trift (Gadmen)	11. 9.		3957-3962	GlK 4W	L+T	1210	
			23. 9.	6292-6297	GlK 4W	L+T		
56	Rosenlaui	11. 9.		3963-3965	GlK 6W	L+T	1229/1230	
57	Oberer Grindelwald	13. 9.		4113-4120	GlK 2W	L+T	1229	
			23. 9.	6252-6259	GlK 2W	L+T		
58	Unterer Grindelwald	11. 9.		3976-3980	GlK 1W	L+T	1229	
			23. 9.	6247-6251	GlK 1W	L+T		
61 64	Gamchi Blümlisalp	11. 9.		3981-3988	GlK 9W	L+T	1248	5)
104	Basodino	13. 9.		4106-4112	GlK 1W	L+T	1271	6)
			9.10.	6674-6682	GlK 1W	L+T		6)

1) Ziffern 1 - 120: Nummer des Gletschers im Beobachtungsnetz der GK/SNG (siehe Tab. 8)
Chiffres 1 - 120: Numéro des glaciers du réseau d'observation de la CG/SHSN (v. tabl. 8)

2) Blattnummer der Landeskarte 1:25 000
Numéro des feuilles respectives de la carte nationale 1:25 000

3)-6) Zusätzlich erfasste Gletscher siehe Seite 63
Pour les glaciers qui, en outre, sont représentés sur les clichés, voir page 63

Tabelle 5 / Tableau 5: Fortsetzungen b und c / Continuations b et c

Nr. No.	Gletscher Glacier	Aufnahmedatum Date du levé		Luftbild Clichés	Fluglinie Ligne de vol	Aufnahme levé	LK Blatt CN Feuille	Bemerkungen Remarques
1)	Name/Nom	1974	1975	Nrn./Nos.	Nr./No.		Nr./No.2)	
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 S-Flanke)	11. 9.		3966-3970	GlK 7W	L+T	1249	7)
			23. 9.	6260-6264	GlK 7W	L+T		7)
Hn	Hohbalmen	13. 9.		4579-4585	5	V+D	1328	8)
			2.10.	8621-8626	5	V+D		8)
			2.10.	8599-8604	6	V+D		8)
Tr	Trift (Fletschhorn)		2.10.	8589-8597	8	V+D	1309	9)
Br	Bider	13. 9.		4576-4578	4	V+D	1328	
			2.10.	8627-8629	4	V+D		
107	Bis	13. 9.		4525-4531	2	V+D	1328	10)
			2.10.	8605-8611	1	V+D		10)
			2.10.	8612-8620	2	V+D		10)
Fi	Festi							
Hg	Hohberg		23. 9.	8380-8386	3	V+D	1328	11)
Hf	Hochfirn (Jungfrau)	11. 9.		3971-3975	GlK 6W	L+T	1249	12)
			23. 9.	6265-6270	GlK 6W	L+T		12)
Si	Sillern						1248/1268	
Ba	Balmhorn	13. 9.		4152-4164	GlK 11W	L+T	1267	13)
Al	Altels		9.10.	6694-6705	GlK 11	L+T	1267	13)
105	Rossboden		2.10.	8554-8557	7	V+D	1309	14)
Ht	Hohlentrift		2.10.	8589-8597	8	V+D	1309	9)
c)	Jährliche Aufnahmen für die VAW - Levés annuels pour les VAW.							
10	Schwarzberg	13. 9.		4564-4568	3	V+D	1329	
		13. 9.		4573-4575	4	V+D		
			22. 9.	8361-8365	3	V+D		
			22. 9.	8354-8356	4	V+D		
11	Allalin	13. 9.		4559-4563	1	V+D	1329	15)
		13. 9.		4569-4572	2	V+D		15)
			22. 9.	8357-8360	1	V+D		15)
			22. 9.	8348-8353	2	V+D		15)
			6.10.	8756-8758	1	V+D		15)
			6.10.	8752-8755	2	V+D		15)
Gr	Gruben (Saas)	13. 9.		4532-4542	30	V+D	1309	
			2.10.	8639-8646	30	V+D		
TB	Tournelon Blanc		6.10.	8732-8735	4	V+D	1346	16)
37	Giétro		23. 9.	8395-8401	2	V+D	1346	17)
			3.10.	8617-8678	2	V+D		17)
			6.10.	8746-8751	2	V+D		17)
			6.10.	8736-8744	3	V+D		
49	Pierredar	7. 8.		3606-3611	35	L+T	1285	4)
			6.10.	8696-8701	1	V+D		18)
			6.10.	8702-8706	2	V+D		18)

Tabelle 5 / Tableau 5: Fortsetzung d / Continuation d

Nr. No.	Gletscher Glacier	Aufnahmedatum Date du levé		Luftbild Clichés	Fluglinie Ligne de vol	Aufn. levé	LK Blatt CN Feuille	Bemerkungen Remarques
1)	Name/Nom	1974	1975	Nrn./Nos.	Nr./No.		Nr./No.2)	
d)	Aufnahmen in mehrjährigem Turnus für die Gletscherkommission - Levés à intervalles pluriannuelles pour la Commission des glaciers.							
2	Mutt		8.10.	6620-6622	5	L+T	1251	
G	Geren		6.10.	6568	10	L+T	1251	19)
3	Gries		8.10.	6661-6673	4	L+T	1370	20)
7	Kaltwasser		5. 8.	6049-6052	4	L+T	1289	21)
17	Ried		22. 9.	8366-8373	31	V+D	1308	
			2.10.	6374-6376	18	L+T		
19	Turtmann	6. 8.		3558-3563	GlK 2W	L+T	1307	
20	Brunegg		22. 9.	6240-6244	GlK 2W	L+T	1308	
21	Bella Tola	6. 8.		3553-3557	GlK 1W	L+T	1307	
			5. 8.	6064-6066	GlK 1W	L+T		
33	Tsanfleuron	7. 8.		3637-3641	36	L+T	1286	22)
PN	Plan Névé VS	7. 8.		3642-3646	29	L+T	1304	23)
44	Paneyrosse	7. 8.		3612-3615	35	L+T	1285	
45	Grand Plan Névé VD		6.10.	8723-8731	1	V+D	1305	
46	Martinets	7. 8.		3616-3621	35	L+T	1305	
			6.10.	8718-8722	1	V+D		
53	Stein		23. 9.	6298-6303	GlK 5W	L+T	1211	
54	Steinlimmi							
66	Tiefen		8.10.	6597-6613	GlK 7W	L+T	1231	
M	Mutten		6.10.	6523-6524	9	L+T	1251	
67	St. Anna		6.10.	6530-6533	GlK 6W	L+T	1231	24)
S	Schatz		8.10.	6556	10	L+T		
68	Chelen							
69	Rotfirn		8.10.	6597-6613	GlK 7W	L+T	1231	
70	Damma							
71	Wallenbur		8.10.	6614-6619	GlK 8W	L+T	1231	25)
72	Brunni	12. 9.		4077-4082	GlK 1W	L+T	1212	26)
73	Hüfi	12. 9.		4083-4091	GlK 2W	L+T	1192	27)
74	Griess UR	12. 9.		4070-4076	GlK 1W	L+T	1192	
77	Biferten	12. 9.		4092-4098	GlK 3W	L+T	1193	28)
78	Limmern	12. 9.		4054-4061	GlK 4W	L+T	1193	
114	Plattalva	12. 9.		4062-4096	GlK 5W	L+T	1193	
R	Rotondo		9.10.	6688-6693	GlK 3	L+T	1251	29)
117	Valleggia		8.10.	6651-6660	GlK 7W	L+T	1251	
118	Val Torta							
119	Cavagnoli		9.10.	6683-6687	GlK 6W	L+T	1271	

Tabelle 5 / Tableau 5: Fortsetzung d / Continuation d

Nr. No.	Gletscher Glacier	Aufnahmedatum Date du levé		Luftbild Clichés	Fluglinie Ligne de vol	Aufn. levé	LK Blatt CN Feuille	Bemerkungen Remarques
1)	Name/Nom	1974	1975	Nrn./Nos.	Nr./No.		Nr./No.2)	
A	Alpjen		2.10.	6381-6321	8	L+T	1309	30)
			2.10.	6340-6342	9	L+T		31)
W	Weissmies		6.10.	6478-6482	13	L+T	1309	

3) Mittelaletsch
4) Diablerets, Tchiffaz, Sex Rouge, Mauvais, Pierredar, Culan
5) Gspaltenhorn, Morgenhorn, Vorderer Blüemlisalp (Oberer Oeschinen), Oeschinen (Unterer Oeschinen), Fründen, Doldenhorn
6) Antabbia
7) Eiger, Guggi
8) Fee, Fall
9) Hohkraut, Trift (Laggin), Bodmer, Zibelenfluh
10) Hohlicht, Schali
11) Kin, Dürren
12) Guggi, Kühlauenen, Giessen
13) Lötschberg, Faulen, Fründen, Doldenhorn, Schwarz
14) Griessernen, Bodmer
15) Hohlaub, Kessjen
16) Bocheresse
17) Luette
18) Diablerets, Mauvais, Culan
19) Kühboden, Sidelen, Saas, Rotondo
20) Ritz, Merezenbach, Corno
21) Aurona, Leone
22) Tchiffaz
23) Soi, Chalins
24) Gurschen
25) Chalchtal, Hang, Flachenstein
26) Stalden
27) Ruchen
28) Hinterer Röti, Frisal
29) Kühboden, Geren, Saas
30) Kaltwasser, Hohmatten
31) Bodmer, Zibelenfluh, Laquin (Laggin), Tälli, Zwischbergen

3. LAGEAENDERUNG DER GLETSCHERENDEN

3.1 JAHR 1973/74

Obwohl im 95. Berichtsjahr weniger Gletscher beobachtet wurden als im Vorjahr, hat die Zahl der vorstossenden Gletscher um 5 zugenommen auf 29, bzw. 30 im erweiterten Netz. Im Berichtsjahr sind 41 Prozent der beobachteten Gletscher vorgestossen. Dieser Anteil ist seit dem Beginn der Messreihe im Jahre 1890 nur sechsmal (1916 - 1920 und 1926) übertroffen worden. Diese Jahre sind - zusammen mit 1923 - die einzigen, in denen wie im Berichtsjahr weniger als die Hälfte der beobachteten Gletscher zurückging. Solange jedoch nicht gleichzeitig wesentlich mehr als die Hälfte vorstösst, kann kaum von einem allgemeinen Vorstoss die Rede sein.

Von den im Berichtsjahr vorstossenden Gletschern haben 17 (Mutt, Allalin, Fee, Mont Miné, Bas d'Arolla, Tsidjiore Nouve, Trient, Oberer Grindelwald, Eiger, Blümlisalp, Chelen, Damma, Hüfi, Biferten, Tschierva, Tiatscha und Basodino) ihren in den Vorjahren begonnenen Vorstoss fortgesetzt, zwei, eventuell drei (Gamchi, Verstankla und eventuell Bis) waren stationär, die restlichen zehn (Rhone, Turtmann, Zinal, Moming, Prapio, Pierredar, Tiefen, Vorab, Suretta und Silvretta) sind nach einem Unterbruch wieder im Vorrücken. Bei der ersten Gruppe sind mit wenigen Ausnahmen Gletscher zu finden, die kräftig vorstossen, wie z.B. der Tschierva, der mit 56 Metern erheblich weiter vorrückte als der Obere Grindelwald (etwa 35 m), Zinal (33 m) und alle anderen. Dabei handelt es sich eindeutig um echte Vorstösse, bei denen die Abschmelzung den Eisnachschub durch die Gletscherbewegung nicht auszugleichen vermochte. Besondere Erwähnung verdient der Tsidjiore Nouve, der an der Aussenseite seiner bogenförmigen Bahn stellenweise höher steht als bei den früheren Hochständen, so dass er die hohen Seitenmoränen richtiggehend überbordet. Die Gletscher der zweiten und dritten Gruppe sind mit Ausnahme des Zinal und des Pierredar nur wenige Meter vorgestossen. Auch diese Vorstösse sind aufgrund der Messprotokolle als echt zu betrachten, doch ist anzunehmen, dass in einigen Fällen normale Schmelzbeträge durchaus zur Kompensation der Gletscherbewegung genügt hätten. Zwei im Vorjahr stossende Zungen (Giétro und Wallenbur) sind stationär geblieben, vier (Corbassière, Oberaar, Rotfirn und Val Torta) kürzer geworden und zwei (Saleina und Stein) nicht besucht worden. Bei den schwindenden Gletschern fallen die extrem hohen Rückzugsbeträge des Brunni (etwa 350 m) und des Roseg (113.6 m) auf. Sie sind im ersten Fall bedingt durch den im letzten Bericht erwähnten Gletschersturz, im zweiten Fall durch das Abschmelzen der Toteismassen vor der Zunge. Bei einigen Gletschern, wie z.B. dem Aletsch, hielt auch in diesem Jahr der starke Schwund unvermindert an, wogegen zahlreiche andere Gletscher nur wenig kürzer geworden sind. Dabei dürfte die Dauer der Schmelzperiode, welche am tiefgelegenen Ende des Aletschgletschers weniger von der Norm abwich als bei höher gelegenen Gletscherenden, ein massgebender Faktor gewesen sein.

Aufgrund der mittleren Längenänderung von rund - 7 Metern müsste das Berichtsjahr als ausgesprochenes Schwundjahr bezeichnet werden. Nun sind im angegebenen Wert auch die ausserordentlichen Verkürzungen des Brunni und Roseg enthalten. Ohne Berücksichtigung des ersten reduziert sich die mittlere Längenänderung auf - 1.25 Meter im bisherigen bzw. - 1.77 Meter im erweiterten Netz, womit der Wert für 1971/72 (- 2.4 bzw. - 2.7 m) unterschritten und derjenige für 1969/70 (- 1.26 m) egalisiert wird. Würden gar beide Gletscher ausgeklammert, ergäbe sich mit + 0.65 bzw. -0.02 Meter ein neuer Extremwert (bisher - 0.35 im Jahr 1967/68) für die Periode 1950 - 1974, für welche die jährliche mittlere Längenänderung berechnet und publiziert worden ist.

Dank dem gletscherfreundlichen Klima des Berichtsjahres hat sich die allgemeine Rückzugstendenz der Schweizer Gletscher nicht wie erwartet erhalten oder sogar verstärkt, sondern merklich abgeschwächt, was sich aber bei normalen Klimaverhältnissen bereits im nächsten Jahr wieder ändern könnte.

3.2 JAHR 1974/75

Im 96. Berichtsjahr hat sich die Zahl der vorstossenden Gletscherzungen fast verdoppelt, von 30 auf 56. Diese stattliche Zahl ist seit Beginn der systematischen Zungenmessungen im Jahre 1890/91 erst zweimal übertroffen worden: 1919 wurde von 57, 1920 von 62 Gletschern ein Vorstoss gemeldet. In beiden Jahren war dies wie im Berichtsjahr - und ausserdem in den Jahren 1916 und 1926 - mehr als die Hälfte der beobachteten Gletscher. Nach den in Prozenten ausgedrückten Anteilen der vorstossenden Gletscher an der Stichprobe der betreffenden Jahre ergibt sich folgende Rangordnung: 1919 (69), 1916 (64), 1920 (61), 1926 (53), 1975 (52); ferner 1917 (50). Es scheint demnach angebracht, das Ergebnis des Berichtsjahres als bestes Ergebnis der letzten 50 Jahre und zugleich eines der fünf besten in der gesamten 85 Jahre umfassenden Beobachtungsperiode als besonderes Ereignis zu vermerken. Bei näherer Betrachtung der in Tabelle 8 für die Längenänderung der einzelnen Gletscher angeführten Werte zeigt sich jedoch, dass trotz günstigem Klima nicht weniger als 18, also rund ein Drittel der gemeldeten Vorstösse, mit Beträgen unter 5 Meter im letzten Jahr, bzw. unter zehn Meter in den beiden letzten Jahren, so bescheiden ausgefallen sind, dass bei normaler Abschmelzung die vorstossenden Zungen kaum noch in der Ueberzahl gewesen wären.

Als echte Vorstösse, bei denen die Gletscherbewegung die Schmelzverluste am Zungenende überkompensiert, sind unseres Erachtens 44 Fälle, darunter 16 von sehr bescheidenem Ausmass, anzusehen. In 11 Fällen ist die Längenzunahme auf Anlagerung von Firn- oder Lawinenschnee, in einem Fall (Sardona) wahrscheinlich auf besondere Bewegungsvergältnisse (Zungenrutschung) zurückzuführen. Bei 24 Gletschern hat der Vorstoss im Berichtsjahr eingesetzt.

Von den Vorstössen, die in früheren Jahren einsetzten, haben 32 angedauert, 6 sind unterbrochen worden oder zu Ende gegangen. Ueberrascht hat der Stillstand des Tschierva, der seit 1967 ohne Unterbruch um insgesamt rund 150 Meter vorgerückt ist. Dieser Betrag ist eher mässig im Vergleich mit einigen anderen Vorstössen, die schon seit längerer Zeit und z.T. über längere Strecken im Gang sind. Bereits seit mehr als einem Jahrzehnt sind ohne Unterbruch vorgerückt die folgenden vier Gletscher: Fee (230 m in 16 Jahren), Trient (290 m in 14 J.), Oberer Grindelwald (etwa 550 m in 13 J.) und Sulz (32 m in 11 J.). Die grössten Vorstossbeträge des Berichtsjahres sind bei Suretta (147 m) auf Firnanlagerung, bei Allalin (44 m) auf die durch eine Zungenrutschung verstärkte Gletscherbewegung zurückzuführen. Zahlreiche grössere Vorstossbeträge verteilen sich auf zwei oder mehr Jahre, z.B. Lavaz (114 m in 4 Jahren), Pizol (61 m in 2 J.), Firnalpeli (50 m in 3 J.), Stein (37 m in 2 J.) und Palü (30 m in 3 J.). Trotz dem gletscherfreundlichen Klima haben vor allem einige Talgletscher im Wallis unerwartet stark gelitten. Am meisten verkürzt worden sind im Berichtsjahr Zinal (82 m) und Fiescher (30 m), im zweijährigen Messintervall 1973/75 Otemma (97 m), Gorner (63 m), Cheillon (58 m), En Darrey (53 m), Lang (38 m), Grand Désert und Findelen (je 35 m) sowie Breney (33 m). Der Porchabellagletscher ist in drei Jahren um 80 Meter zurückgegangen.

Die Ueberzahl der vorstossenden Gletscher kommt auch in der mittleren Längenänderung zum Ausdruck, die einen deutlich positiven Wert erreicht hat. Dies ist in der Periode 1950 - 1975, für welche ein solcher Mittelwert vorliegt, noch nie der Fall gewesen.

In der auf Seite 59 erwähnten Studie (25*) über die Gletscherveränderungen während des hydrologischen Dezenniums sind die Beziehungen zwischen den im Berichtsjahr beobachteten Längenänderungen und einigen morphologischen Merkmalen der 96 in der Stichprobe erfassten Gletscher statistisch untersucht worden. Dabei hat sich die früher geäusserte Meinung bestätigt, dass entsprechend ihrer kürzeren Reaktionszeit vorwiegend kleine steile Gletscher vorstossen. Nur bei den 48 kleinsten Gletschern ist auch eine Beziehung zwischen Längenänderung und Meereshöhe des Zungenendes nachgewiesen worden. Es hat sich herausgestellt, dass das Zahlenverhältnis zwischen vorstossenden und schwindenden Gletschern bei südexponierten Gletschern nicht dasselbe ist wie bei den nach Norden, Osten oder Westen gerichteten. Verhältnismässig am meisten vorstossende Gletscher sind im Nordostsektor mit einer Verhältniszahl von 1.72 (mehr vorstossende als schwindende Zungen) zu finden, am wenigsten im Südwestsektor mit dem Quotienten 0.73 (weniger vorstossende als schwindende Zungen). Auch bei den südexponierten (Quotient 0.90) sind weniger Gletscher im Vorstoss als im Rückzug. Im übrigen nehmen die Werte von SW nach NE einerseits über West (1.07), Nordwest (1.33) und Nord (1.55) ähnlich zu wie andererseits über Süd (0.90), Südost (1.36) und Ost (1.61). Die Ursachen dieser Verteilung sind in einem Bericht untersucht worden, der in Kapitel 6.4 auf Seite 158 zitiert ist (Kasser P. 1980). Die Verstärkung der Vorstosstendenz im gletscherfreundlichen Berichtsjahr 1974/75 betrachten wir als eine durch besondere Umstände begünstigte Episode und noch nicht als Beginn eines allgemeinen Gletschervorstosses.

3. VARIATIONS DES FRONTS GLACIAIRES

3.1 VARIATIONS EN 1973/74

Bien que les glaciers contrôlés aient été moins nombreux que l'année précédente, le nombre de ceux qui ont avancé a augmenté de 5 sur 29 (resp. 30 du réseau agrandi). 41 pourcent des glaciers observés en 1974 ont progressé, fraction qui n'a été dépassée que 6 fois (1916 - 1920 et 1926) depuis 1890; ces années, y compris 1923, sont les seules pendant lesquelles moins de la moitié des glaciers contrôlés ont reculé. Toutefois tant que la fraction des glaciers en crue ne dépasse pas nettement les 50 pourcent, on ne saurait parler d'une progression généralisée.

Parmi les glaciers en crue, 17 (Mutt, Allalin, Fee, Mont Miné, Bas d'Arolla, Tsidjiore Nouve, Trient, Grindelwald supérieur, Eiger, Blümlisalp, Chelen, Damma, Hüfi, Biferten, Tschierva, Tiatscha et Basodino) ont poursuivi leur avance; 2, éventuellement 3 (Gamchi, Verstankla, éventuellement Bis), étaient stationnaires; les autres (Rhône, Tourtemagne, Zinal, Prapio, Pierredar, Tiefen, Vorab, Suretta et Silvretta) ont repris leur progression après une interruption. Dans le premier groupe, on trouve, à peu d'exceptions près, des glaciers qui progressent fortement, comme par exemple Tschierva qui, avec 56 mètres d'avance, l'a emporté sur Grindelwald supérieur (env. 35 m), Zinal (33 m) et tous les autres. Il s'agit ici sans aucun doute de crues authentiques pour lesquelles l'apport de glace a été plus fort que la fonte. Il faut mentionner en particulier le Tsidjiore Nouve qui, à l'extérieur de sa langue en forme de croissant, a gonflé au point de déborder la haute moraine latérale. Les glaciers du 2e et du 3e groupe n'ont progressé que de quelques mètres, sauf Zinal et Pierredar; ces avances doivent être considérées comme vraies, bien que, dans certains cas, une fonte normale eût suffi à compenser l'avance. Deux glaciers en crue l'année précédente (Giétro et Wallenbur) sont restés stationnaires; 4 (Corbassière, Aar supérieur, Rotfirn et Val Torta) ont diminué et 2 (Saleina et Stein) n'ont pas été visités. Parmi les glaciers en décrue, on remarque le fort recul du Brunni (env. 350 m) et du Roseg (113.6 m), explicable pour le premier par l'effondrement signalé précédemment, et pour le second par la fonte de la glace morte devant le front. Pour quelques glaciers, comme par exemple l'Aletsch, le recul s'est poursuivi aussi fortement que les années précédentes, tandis que, pour plusieurs autres, le raccourcissement est resté faible. Notons à ce propos que la basse altitude du front d'Aletsch a permis ici une plus longue période de fonte.

En se référant à la moyenne générale de - 7 mètres pour la variation de longueur de l'ensemble des glaciers considérés, on devrait conclure à une année de recul typique. Mais cette moyenne comprend les raccourcissements considérables des glaciers de Brunni et de

Roseg. Or si l'on fait abstraction du premier, la moyenne générale se réduit à - 1.25 mètres pour le réseau normal et à - 1.77 mètres pour le réseau agrandi, ce qui fait que l'on se trouve au-dessous du recul moyen de 1971/72 (resp. - 2.4 et - 2.7 m) et à égalité avec celui de 1969/70 (- 1.26 m). Si l'on écartait les deux glaciers, on obtiendrait une nouvelle valeur extrême de resp. + 0.65 mètres et - 0.02 mètres (jusqu'ici -0.35 m en 1967/68) pour la période 1950 - 1974 et pour laquelle la variation moyenne de longueur a été calculée et publiée.

Grâce aux conditions climatiques favorables de cette année, la tendance générale au recul des glaciers suisses ne s'est ni maintenue ni renforcée, mais s'est notablement atténuée, ce qui pourrait changer, si ces conditions redevenaient normales, l'an prochain déjà.

3.2 VARIATIONS EN 1974/75

En s'élevant de 30 à 56, le nombre de glaciers en crue a atteint, en automne 1975, un niveau qui, depuis le début des mesures systématiques des langues glaciaires en 1890/91, n'a été dépassé que deux fois: en 1919 avec 57 et en 1920 avec 62 glaciers en avance. Pour ces deux années et pour l'année du rapport, ce total représente plus de la moitié des glaciers observés, ce qui d'ailleurs fut le cas également pour les exercices des années 1916 et 1926. Le classement de ces années de crue selon l'importance de cette fraction exprimée en pourcent est le suivant: 1919 (69 %), 1916 (64 %), 1920 (61 %), 1926 (53 %), 1975 (52 %) et en outre 1917 (50 %). Sous cet aspect, le résultat de l'exercice - le meilleur depuis un demi-siècle et l'un des meilleurs des 85 années comprises dans la période d'observation -, est assez remarquable. Une étude plus approfondie du tableau 8 de ce rapport montre pourtant que, dans 18 cas, malgré le climat propice, l'avance a été de moins de 5 mètres dans la dernière année, ou de moins de 10 mètres dans les deux dernières années. Presque un tiers des avances enregistrées risquaient donc d'être compensées - et par conséquent annulées - si la fonte avait été normale.

A notre avis, 44 glaciers ont subi une crue authentique, c'est-à-dire que l'apport de glace par le mouvement glaciaire l'a emporté sur les pertes dues à la fonte. Parmi eux, on en trouve 16 qui n'ont avancé que de façon très modeste. 11 glaciers ont été allongés par des dépôts neigeux (névés ou avalanches de neige) devant leur front, tandis que, dans le cas du Sardona, il est probable que des conditions de mouvement particulières (glissement d'une partie frontale de la langue) sont à l'origine de l'allongement. Pendant la durée de l'exercice, 24 glaciers sont entrés en crue. Parmi les avances qui se sont manifestées l'année précédente, 32 ont continué et 6 se sont terminées ou interrompues. L'arrêt de celle

du Tschierva est assez surprenant, car le glacier a progressé sans interruption depuis 1967 sur une distance totale d'environ 150 mètres. Cette poussée totale est pourtant modérée, comparée à celle d'autres glaciers qui sont également en crue depuis longtemps. Nous n'en citons que ceux qui, après plus d'une décennie de crue continuelle, sont toujours en train d'avancer: Fee (avance totale d'environ 230 m en 16 ans), Trient (290 m, 14 ans), Oberer Grindelwald (550 m, 13 ans) et Sulz (32 m, 11 ans). Les crues extrêmes, observées pendant l'exercice, sont celles du Suretta (147 m), allongé par un névé, et celle de l'Allalin (44 m), dont le mouvement normal a été accéléré, en automne, par le glissement d'une partie de la langue. Dans plusieurs cas, des avances aussi importantes se répartissent sur deux ou plusieurs années, par exemple à Lavaz (114 m en 4 ans), au Pizol (61 m, 2 ans), au Firnalpeli (50 m, 3 ans), au Stein (37 m, 2 ans) et au Palu (30 m, 3 ans). Malgré le climat favorable, quelques glaciers de vallée, surtout valaisans, ont souffert de façon inattendue: des pertes de longueur extrêmes ont été subies par le Zinal (82 m) et le Fiescher (30 m) dans l'année seule du rapport; l'Otemma (97 m), le Gorner (63 m), le Cheillon (58 m), l'En Darrey (53 m), le Lang (38 m) dans la période biennale 1973/75; et enfin le Porchabella qui a reculé de 80 m en trois ans.

La surnombre des glaciers en crue se reflète, bien entendu, dans la moyenne générale de la variation de longueur qui, pour l'exercice, a atteint une valeur nettement positive. Cela n'a jamais été le cas dans la période 1950 - 1975, pour laquelle une telle moyenne a été calculée.

Dans l'étude sur les variations des glaciers pendant la décennie hydrologique internationale (25*), citée à la page 59, on a mis en relation les variations de longueur observées en 1974/75 avec quelques paramètres morphologiques de 96 glaciers. L'analyse statistique a confirmé l'hypothèse, que ce sont surtout les petits glaciers raides qui sont en progression, conformément à leur court temps de réponse. On n'a pu établir une relation valable entre la variation de longueur et l'altitude du front glaciaire que pour les 48 glaciers les plus petits. En outre, on a constaté que le quotient du nombre de glaciers en crue et en décrue varie avec l'exposition. Ce quotient atteint sa valeur maximale de 1.72 dans le secteur nord-est, où les glaciers en crue dominent, et sa valeur minimale de 0.73 dans le secteur sud-ouest, où ils sont en minorité. Dans les autres secteurs, les quotients augmentent du sud-ouest vers le nord-est comme il suit: secteurs ouest 1.07, nord-Ouest 1.33 et nord 1.55 d'une part, secteurs sud 0.90, sud-est 1.36 et est 1.61 d'autre part. Les causes d'une telle répartition sont analysées dans un traité par P.Kasser, cité à la page 158 (Kasser P. 1980). A notre avis, la tendance à la crue, plus prononcée en 1974/75, n'est qu'un épisode dû à des circonstances particulières, plutôt que le début d'une crue générale des glaciers.

Tabelle 6. Lageänderung der Gletscherenden 1973/74

a) Zusammenfassung für das ganze schweizerische Beobachtungsnetz

		Bisheriges Netz		Erweitertes Netz	
Beobachtungsnetz	Anzahl Gletscher	105		115	
Nicht beobachtet	Anzahl Gletscher	34	1)	36	1a)
Beobachtet	Anzahl Gletscher	71		79	
Resultat unsicher	Anzahl Gletscher	1	2)	3	2a)
Richtung bekannt	Anzahl (%)	70	(100.0)	76	(100.0)
Im Vorstoss	Anzahl (%)	29	3) (41.4)	30	3a) (39.5)
Stationär	Anzahl (%)	12	4) (17.2)	14	4a) (18.4)
Im Rückzug	Anzahl (%)	29	5) (41.4)	32	5a) (42.1)
Mittlere Längenänderung	Meter pro Gletscher (Anzahl)	- 6.97 (61)	6)	- 7.04 (66)	6a)

Bemerkungen: In den verschiedenen Klassen wurden folgende, durch ihre Nummer aus Tabelle 8 bezeichnete Gletscher eingereiht:

1) 7 9 14 16 18 24 29 30 31 32 36 39 40 41 42 53 54 65 75 76 79
80 81 82 83 84 88 91 98 99 100 101 102 103 1a) Zusätzlich 111 115
2) 25 2a) Zusätzlich 110 120
3) 1 2 11 13 19 22 23 26 27 28 43 48 49 57 59 61 64 66 68 70 73
77 85 87 89 90 93 96 104 3a) Zusätzlich 107
4) 8 21 33 35 37 44 45 46 47 60 67 71 4a) Zusätzlich 109 114
5) 3 4 5 6 10 12 15 17 20 34 38 50 51 52 55 56 58 62 63 69 72
74 78 86 92 94 95 97 105 5a) Zusätzlich 106 117 118
6) Für die Berechnung der mittleren Längenänderung wurden 9 bzw. 10 Gletscher nicht berücksichtigt. Sie wurden aus folgenden Gründen ausgeschaltet:
durch künstlichen See beeinflusst: 3 50 51
Wert für 2 Jahre: 96
keine Zahlenangabe: 12 23 26 34 58 6a) Zusätzlich 107

b) Zusammenfassung für die Einzugsgebiete der Hauptflüsse

Einzugsgebiet[1)]	Anzahl Gletscher					
	im Netz	nicht beobachtet	Resultat unsicher	Vorstoss	stationär	Rückzug
Rhone (II)	51	15	1	14	9	12
Aare (Ia)	19	4	1	4	2	8
Reuss (Ib)	11	2	0	4	2	3
Limmat (Ic)	6	3	0	1	1	1
Rhein (Bodensee; Id)	11	6	0	4	0	1
Inn (V)	7	1	0	2	0	4
Adda (IV)	4	4	-	-	-	-
Tessin (III)	6	1	1	1	0	3
Total	115	36	3	30	14	32

1) Die Bezeichnung der Einzugsgebiete mit römischen Zahlen stimmt mit Tabelle 8 und Abbildungen 6 und 7 überein.

Tableau 7. Variations des fronts glaciaires en 1974/75

a) Récapitulation pour l'ensemble du réseau d'observation suisse

		1974/75		
Réseau d'observation	Nombre de glaciers	115		
Non observés	Nombre de glaciers	8	1)	
Observés	Nombre de glaciers	107		
Incertains	Nombre de glaciers	0		
En régime connu	Nombre (%)	107		(100.0)
En crue	Nombre (%)	56	2)	(52.3)
Stationnaires	Nombre (%)	11	3)	(10.3)
En décrue	Nombre (%)	40	4)	(37.4)
Variation moyenne de longueur	Mètres par glacier (Nombre)	+ 5.56 (56)	5)	

Remarques: Les notes 1 à 5 se réfèrent aux glaciers qui, au tableau 8, ont le numéro suivant:

1) 9 56 64 95 101 103 110 115

2) 1 2 8 10 11 12 13 19 21 25 26 27 28 37 38 39 41 42 43 47 53
54 57 59 60 61 63 66 67 68 69 70 71 73 75 76 77 78 79 81 82 87
89 90 91 96 99 100 104 107 109 111 114 117 118 120

3) 6 7 20 45 46 55 62 72 74 85 97

4) 3 4 5 14 15 16 17 18 22 23 24 29 30 31 32 33 34 35 36 40 44
48 49 50 51 52 58 65 80 83 84 86 88 92 93 94 98 102 105 106

5) Pour le calcul de la variation moyenne de longueur, on n'a pas tenu compte des résultats de 51 glaciers. Ils ont été éliminés pour les raisons suivantes:

Contact avec un lac d'accumulation: 3 4 50 51

Valeur pour 2 ans: 12 14 16 18 24 25 29 30 31 32 34 36 39 40
42 53 54 65 72 73 77 80 81 83 98 102 104 111

Valeur pour 3 ans: 41 47 48 59 75 76 79 84 88 91 99 100

Valeur pour 4 ans: 82

Non chiffré: 26 44 49 58 71 107

b) Récapitulation pour les bassins versants de la Suisse

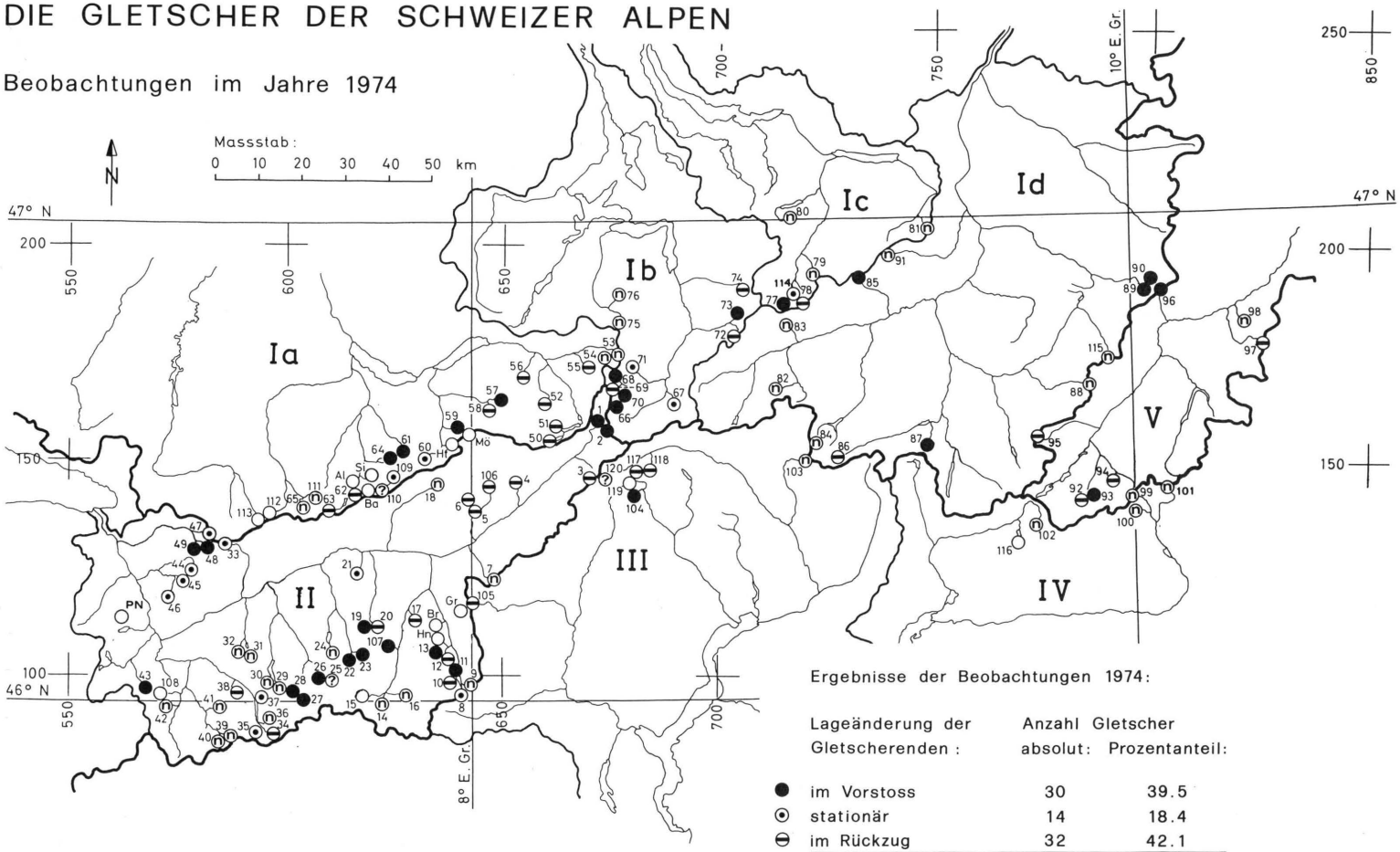
Bassin versant[1]	Nombre de glaciers					
	du réseau	non observés	résultat incertain	en crue	stationnaires	en décrue
Rhône (II)	51	1	0	21	5	24
Aar (Ia)	19	3	0	9	2	5
Reuss (Ib)	11	0	0	9	2	0
Limmat (Ic)	6	0	0	5	0	1
Rhin (Bodan; Id)	11	1	0	5	1	4
Inn (V)	7	1	0	1	1	4
Adda (IV)	4	1	0	2	0	1
Tessin (III)	6	1	0	4	0	1
Total	115	8	0	56	11	40

1) L'indication des bassins par chiffres romains correspond à celles du tableau 8 et des figures 6 et 7.

Abbildung 6 / Figure 6

DIE GLETSCHER DER SCHWEIZER ALPEN

Beobachtungen im Jahre 1974



○ Beobachtungsnetz:
Ziffern 1–120: Gletscher im Netz der Gletscherkommission (s. Tab. 6 und 8)
Buchstaben: andere Gletscher (s. Tab. 5)
Ziffern I–V: Einzugsgebiete (s. Tab. 8)

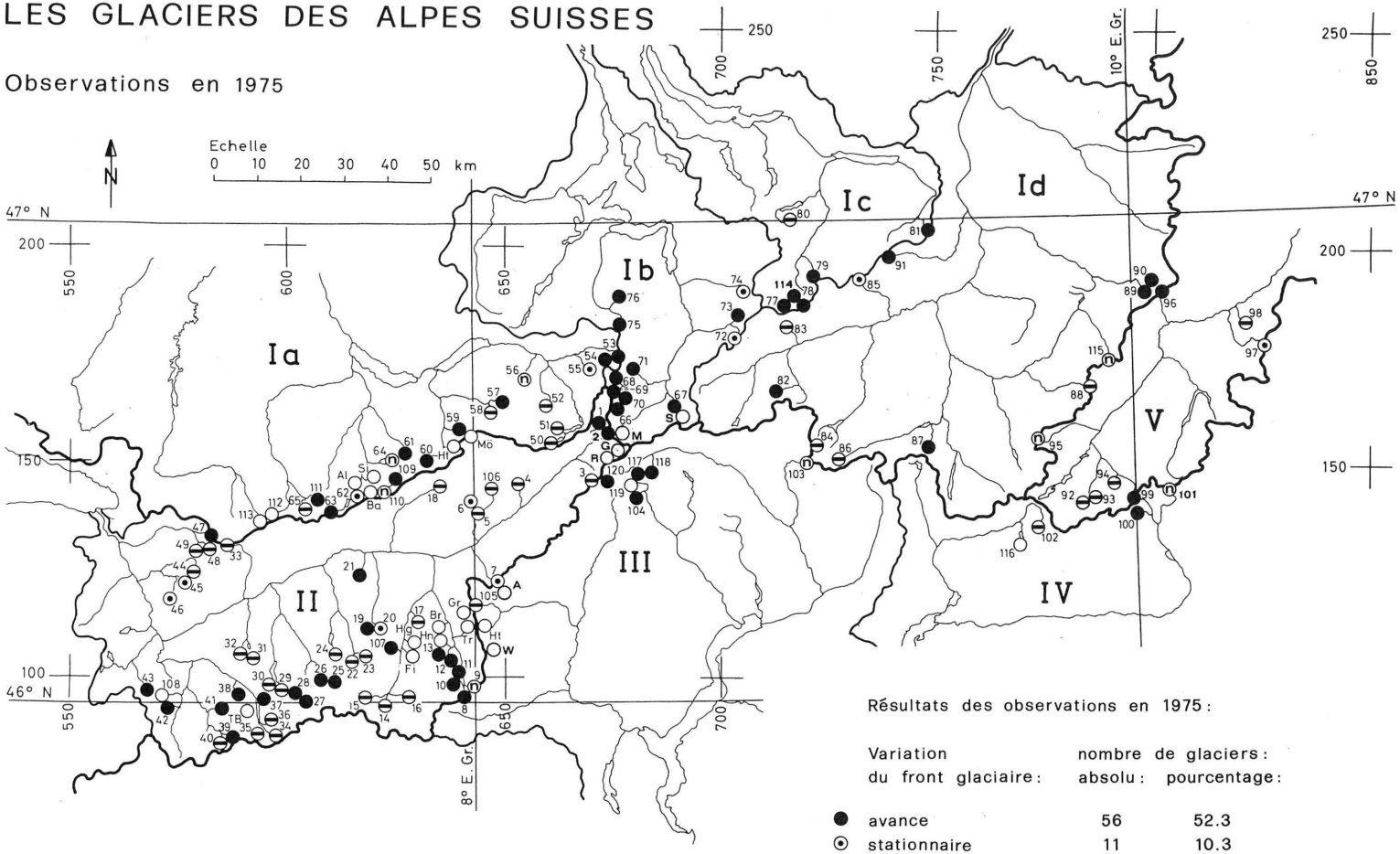
Ergebnisse der Beobachtungen 1974:

Lageänderung der Gletscherenden:	Anzahl Gletscher absolut:	Prozentanteil:
● im Vorstoss	30	39.5
⊙ stationär	14	18.4
⊖ im Rückzug	32	42.1
Stichprobe	76	100.0
ⓝ nicht beobachtet	36	
⑦ Resultat unsicher	3	
Beobachtungsnetz	115	
○ Beobachtung sistiert	5	

Abbildung 7 / Figure 7

LES GLACIERS DES ALPES SUISSES

Observations en 1975



○ Réseau d'observations :
chiffres 1 à 120 : glaciers du réseau de la Commission des glaciers (v. tabl. 7 et 8)
lettres : autres glaciers (v. tabl. 5)
chiffres I à V : bassins versants (v. tabl. 8)

Résultats des observations en 1975 :

Variation du front glaciaire :	nombre de glaciers : absolu :	pourcentage :
● avance	56	52.3
⊙ stationnaire	11	10.3
⊖ retrait	40	37.4
échantillon		100.0
ⓝ non observés	8	
réseau d'observations	115	
○ observation suspendue	5	

Tabelle 8. Lageänderung der Gletscherenden 1973/74 und 1974/75

Tableau 8. Variations des fronts glaciaires en 1973/74 et en 1974/75

Nr. No.	Gletscher Glacier	Kt. Ct.	Aenderung in Metern Variations en mètres		Höhe m ü.M. Mètres sur mer	Messdatum Jour et mois de l'observation		
			1973/74	1974/75	1975	1973	1974	1975
a		b	c	c	d			
	Einzugsgebiet der Rhone (II) / Bassin du Rhône (II)							
1e	Rhone	VS	+ 2.8	+ 17.0	2124	16. 9.	15. 9.	21. 9.
2e	Mutt	VS	+ 2.1	+ 3.4	2626	16. 9.	15. 9.	21. 9.
3e	Gries (Aegina)	VS	- 6.7	- 6.2	2371	11.10.	20.11.	10.10.
4e	Fiescher	VS	- 23.8	- 30.1	1654	14. 9.	12. 9.	1.10.
5e	Grosser Aletsch	VS	- 40.5	- 2.0	1506	15. 9.	18. 9.	11. 9.
106e	Mittelaletsch	VS	- 10.6	- 4.6	2249^{74}	19. 9.	13. 9.	11. 9.
6e	Oberaletsch	VS	- 7.9	st	2133.7	19. 9.	17. 9.	17. 9.
7e	Kaltwasser	VS	n	st	-	n	n	2.10.
8e	Tälliboden	VS	- 0.2	+ 8.6	2628	1.10.	25. 9.	29. 9.
9e	Ofental	VS	n	n	-	n	n	n
10e	Schwarzberg	VS	- 1.0	+ 8.3	2660	28. 9.	28. 9.	26. 9.
11e	Allalin	VS	+ 10.8	+ 44.0	2316	5. 9.	13. 9.	22. 9.
12e	Kessjen	VS	- x	+ 4.7^{2a}	2852	25. 9.	13. 9.	23. 9.
13e	Fee (Nordzunge)	VS	+ 17ca.	+ 15ca.	-	31.10.	13. 9.	2.10.
14	Gorner	VS	n	- 62.6^{2a}	2060	18.10.	n	30.10.
15e	Zmutt	VS	- 32	- 6.2	2232	21. 8.	20. 8.	19. 8.
16	Findelen	VS	n	- 34.7^{2a}	2482.2^{61}	17.10.	n	12. 9.
107e	Bis	VS	+ x	+ x	-	5. 9.	13. 9.	2.10.
17e	Ried	VS	- 9.1	- 4.5	2047	29. 9.	27. 9.	27. 9.
18e	Lang	VS	n	- 38^{2a}	2005	27.10.	n	19.10.
19e	Turtmann (West)	VS	+ 5.5	+ 13.3	2265	2.11.	21. 9.	4.10.
20e	Brunegg (Turtmann-Ost)	VS	- 1.6	0.0	2463	2.11.	21. 9.	4.10.
21e	Bella Tola	VS	+ 0.6	+ 18.3	-	3.10.	12.10.	20. 9.
22e	Zinal	VS	+ 33	- 82	2000	3.10.	19. 9.	1.10.
23e	Moming	VS	+ x	- 6.3	2315^{68}	3.10.	19. 9.	4.10.
24	Moiry	VS	n	- 2^{2a}	2438^{67}	6.10.	n	24.10.
25e	Ferpècle	VS	? +x	+ 1.8^{2a}	2115ca.	9.10.	20. 8.	2.10.
26e	Mont Miné	VS	+ x	+ x	1960ca.	9.10.	20. 8.	2.10.
27	Bas d'Arolla	VS	+ 7	+ 16	2149^{67}	6.10.	15.10.	3.10.
28	Tsidjiore Nouve	VS	+ 8	+ 13	2262^{64}	6.10.	15.10.	3.10.
29	Cheillon	VS	n	- 58.3^{2a}	-	30. 9.	n	27. 9.
30	En Darrey	VS	n	- 52.7^{2a}	2475^{64}	29. 9.	n	26. 9.
31	Grand Désert	VS	n	- 35^{2a}	2800^{64}	11.10.	n	8.10.
32	Mont Fort (Tortin)	VS	n	- 5.6^{2a}	2740^{67}	24. 9.	n	8.10.
33e	Tsanfleuron	VS	st	- 7	-	9.10.	7. 8.	27. 9.
34e	Otemma	VS	- x	- 97^{2a}	2420^{72}	29. 9.	10. 9.	17. 9.
35e	Mont Durand	VS	st	- 10	2290^{73}	29. 9.	11. 9.	18. 9.
36e	Breney	VS	n	- 33^{2a}	2570^{65}	29. 9.	n	17. 9.
37e	Giétro	VS	st	+ 5.3	2480ca.	5. 9.	13. 8.	6.10.
38e	Corbassière	VS	- 12	+ 9	2190	3. 9.	29. 8.	8. 9.

Tabelle 8 / Tableau 8: Fortsetzung / Continuation 1

Nr. No.	Gletscher Glacier	Kt. Ct.	Aenderung in Metern Variations en mètres		Höhe m ü.M. Mètres sur mer	Messdatum Jour et mois de l'observation		
			1973/74	1974/75	1975	1973	1974	1975
a		b	c	c	d			
39e	Valsorey	VS	n	+ 10.2[2a]	2395	17.10.	n	7.10.
40	Tseudet	VS	n	- 22.0[2a]	2424	17.10.	n	7.10.
41e	Boveyre	VS	n	+ 11.0[3a]	2603	n	n	7.10.
42	Saleina	VS	n	+ 33.5[2a]	1713	17.10.	n	8.10.
43e	Trient	VS	+ 12.6	+ 10.0	1764	24. 8.	7. 8.	22.10.
44e	Paneyrosse	VD	st	- x	-	29.10.	7. 8.	6.10.
45e	Grand Plan Névé	VD	st	st	-	29.10	7. 8.	6.10.
46e	Martinets	VD	st	st	-	17. 8.	7. 8.	6.10.
47e	Sex Rouge	VD	st	+ 2.8[3a]	-	5. 9.	7. 8.	20. 8.
48e	Prapio	VD	+ 5ca.	- 2.0[3a]	-	27.10.	7. 8.	26.10.
49e	Pierredar	VD	+ 15ca.	- x	-	5. 9.	7. 8.	6.10.
	Einzugsgebiet der Aare (Ia) / Bassin de l'Aar (Ia)							
50e	Oberaar	BE	- 24.0	- 6.9	2303.0	24. 8.	13. 9.	22. 9.
51e	Unteraar	BE	- 13.5	- 14.4	1908.6	24. 8.	13. 9.	22. 9.
52e	Gauli	BE	- 21.5	- 8.8	2220ca.	14. 9.	13. 9.	2. 9.
53e	Stein	BE	n	+ 37[2a]	1937ca.	29. 9.	n	11. 9.
54e	Steinlimmi	BE	n	+ 8.5[2a]	2092	29. 9.	n	11. 9.
55e	Trift	BE	- 5ca.	st	-	24. 8.	11. 9.	23. 9.
56e	Rosenlaui	BE	- 15ca.	n	-	6. 9.	11. 9.	n
57e	Oberer Grindelwald	BE	+ 35ca.	+ 17	1230ca.	1.10.	18.11.	16.11.
58e	Unterer Grindelwald.	BE	- x	- x	1230[70]	26.10.	11. 9.	23. 9.
59e	Eiger	BE	+ 10ca.	+ 24.9[3a]	2130	22. 8.	11. 9.	24. 9.
60e	Tschingel	BE	st	+ 7.6	2270	25. 9.	11. 9.	25. 9.
61e	Gamchi	BE	+ 4.3	+ 8.6	1990	29. 9.	7. 9.	20. 9.
109e	Alpetli(Kanderfirn)	BE	- 0.7	+ 2.3	2240	6. 9.	5. 9.	11. 9.
110e	Lötschberg	BE	? -x	n	-	28.10.	13. 9.	n
62e	Schwarz	BE	- 1.7	+ 0.8	2240	20. 9.	20. 9.	11. 9.
63e	Lämmern	BE	- 2.0	+ 4.0	2502	20. 9.	19. 9.	16. 9.
64e	Blümlisalp	BE	+ 5ca.	n	-	7. 9.	11. 9.	n
111e	Ammerten	BE	n	+ 7.5[2a]	2345	28. 9.	n	14. 9.
65e	Rätzli	BE	n	- 13[2a]	2356	3.10.	n	3.10.
	Einzugsgebiet der Reuss (Ib) / Bassin de la Reuss (Ib)							
66e	Tiefen	UR	+ 3.7	+ 3	2492[71]	29. 9.	15. 9.	20. 9.
67e	St.Anna	UR	- 0.5	+ 8	2592[67]	17. 9.	13. 9.	18. 9.
68e	Chelen	UR	+ 10.3	+ 16.5	2128	6.10.	16. 9.	17. 9.
69e	Rotfirn (Nord)	UR	- 6.0	+ 4.5	2031	6.10.	16. 9.	17. 9.
70e	Damma	UR	+ 2.2	+ 13.8	2044	6.10.	16. 9.	17. 9.
71e	Wallenbur	UR	- 0.2	+ x	2240	4.10.	17. 9.	9. 9.
72e	Brunni	UR	-350ca.	- 3[3a]	2310	14. 8.	12. 9.	2.10.
73e	Hüfi	UR	+ 5ca.	+ 5.5[2a]	1740	28. 9.	12. 9.	3.10.
74e	Griess(Unterschächen)	UR	- 5.5	st	2212[74]	16.10.	17. 9.	23. 9.

Tabelle 8 / Tableau 8: Fortsetzung / Continuation 2

Nr. No.	Gletscher Glacier	Kt. Ct.	Aenderung in Metern Variations en mètres		Höhe m ü.M. Mètres sur mer	Messdatum Jour et mois de l'observation		
			1973/74	1974/75	1975	1973	1974	1975
a		b	c	c	d			
75e	Firnalpeli.....	OW	n	+ 49.9[3a]	-	n	n	14. 9.
76e	Griessen(Obwalden)..	OW	n	+ 7[3a]	-	n	n	28. 9.
	Einzugsgebiet der Limmat (Ic) / Bassin de la Limmat (Ic)							
77e	Biferten.....	GL	+ 5ca.	+ 9.0[2a]	1917ca.	15. 9.	12. 9.	18. 9.
78e	Limmern.....	GL	- 2.3	+ 9.0	2237.2	4. 9.	31. 8.	1. 9.
114e	Plattalva.....	GL	st	+ 6.3	2546.0[73]	9. 9.	7. 9.	7. 9.
79e	Sulz.....	GL	n	+ 3.5[3a]	-	n	n	5. 9.
80e	Glärnisch.....	GL	n	- 3.0[2a]	2295	4.10.	n	17. 9.
81e	Pizol.....	SG	n	+ 60.9[2a]	2550	25. 9.	n	19. 9.
	Einzugsgebiet des Rheins (Id) / Bassin du Rhin (Id)							
82e	Lavaz.....	GR	n	+114.5[4a]	2210	n	n	2.10.
83e	Punteglias.....	GR	n	- 16.4[2a]	2350	5.11.	n	7.10.
84e	Lenta.....	GR	n	- 12.0[3a]	2275	n	n	19. 9.
85e	Vorab.....	GR	+ 2.3	st	-	13. 9.	17. 9.	2.10.
86e	Paradies.....	GR	- 10.6	- 4.5	2364	5.10.	22.11.	23. 9.
87e	Suretta.....	GR	+ 12.0	+147	2172	13. 9.	18. 9.	18. 9.
88e	Porchabella.....	GR	n	- 80.5[3a]	2592	13. 9.	n	18. 9.
115	Scaletta.....	GR	n	n	-	13. 9.	n	n
89e	Verstankla.....	GR	+ 1.5	+ 8.8	2390ca.	30. 8.	3. 9.	3. 9.
90e	Silvretta.....	GR	+ 2.7	+ 7.2	2427.9	22. 9.	21. 9.	20. 9.
91e	Sardona.....	SG	n	+ 15.8[3a]	2500	n	n	22. 9.
	Einzugsgebiet des Inn (V) / Bassin de l'Inn (V)							
92e	Roseg.....	GR	-113.6	- 16.0	2170	25.10.	28. 9.	3.11.
93e	Tschierva.....	GR	+ 56.4	- 3.1	2165	25.10.	28. 9.	3.11.
94e	Morteratsch.....	GR	- 13.9	- 15.6	2000	23.10.	25. 9.	7.10.
95e	Calderas.....	GR	- 23.5	sn	-	28.10.	28.10.	n
96e	Tiatscha.....	GR	+ 15.0[2a]	+ 1.2	2555	12. 9.	13. 9.	3.10.
97e	Sesvenna.....	GR	- 3.5	+ 0.6	2745	12.10.	28. 9.	7.10.
98e	Lischana.....	GR	n	- 12.0[2a]	2810	24.10.	n	19. 9.
	Einzugsgebiet der Adda (IV) / Bassin de l'Adda (IV)							
99e	Cambrena.....	GR	n	+ 2.0[3a]	2492	n	n	28. 9.
100e	Palü.....	GR	n	+ 30.4[3a]	2355ca.	n	n	31.10.
101	Paradisino.....	GR	n	n	-	n	n	n
102e	Forno.....	GR	n	- 14.0[2a]	2230	26.10.	n	30.10.

Tabelle 8 / Tableau 8: Fortsetzung / Continuation 3

Nr. No.	Gletscher Glacier	Kt. Ct.	Aenderung in Metern Variations en mètres		Höhe m ü.M. Mètres sur mer	Messdatum Jour et mois de l'observation		
			1973/74	1974/75	1975	1973	1974	1975
a		b	c	c	d			
	Einzugsgebiet des Tessin (III) / Bassin du Tessin (III)							
120e	Corno.....	TI	?	+ 10ca.	2500	n	28. 8.	9. 9.
117e	Valleggia.....	TI	- 3.9	+ 10ca.	2400	13. 9.	10. 9.	3. 9.
118e	Val Torta.....	TI	- 24.5	+ 20ca.	2450	11. 9.	16. 9.	10. 9.
103e	Bresciana.....	TI	n	n	-	10.10.	n	n
119e	Cavagnoli.....	TI			2560ca.			9.10.
104e	Basodino.....	TI	+ 5ca.	+ 4.6^{2a}	2520ca.	21. 9.	13. 9.	10.10.
105e	Rossboden.....	VS	- 2	- 5.3	1950	12.10.	14.10.	8.10.

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

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

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

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

a Die Nummern in dieser Tabelle stimmen mit denjenigen in den Abbildungen 6 und 7 dieses Berichts überein.

Les numéros 1 à 120 de ce tableau correspondent aux numéros des figures 6 et 7 de ce rapport.

b Falls ein Gletscher zugleich in verschiedenen Kantonen liegt, so ist derjenige Kanton eingetragen, auf dessen Gebiet sich das eingemessene Zungenende befindet.

Si un glacier s'étend sur le territoire de plusieurs cantons, nous mentionnons celui dans lequel se trouve la langue terminale mesurée.

c Wenn die Aenderung für eine Periode von mehreren Jahren gilt, ist die Anzahl der Jahre wie folgt angegeben:
Beispiel: - 13.6^{3a} = Rückzug von 13.6 Metern in 3 Jahren.

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. Wenn die Meereshöhe nicht am Ende des Berichtsjahres bestimmt worden ist, 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. Dans tous les cas où l'altitude n'a pas été déterminée dans l'année indiquée en tête de colonne, on a noté l'année des mensurations comme il suit:
Exemple: 2220^{67} = altitude de 2220 mètres sur mer déterminée en 1967.

Tabelle 8 / Tableau 8: Fortsetzung / Continuation 4

e Siehe Bemerkung mit der Nummer dieses Gletschers.

Cf. note explicative avec le numéro de ce glacier.

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

Remarques valables pour un seul glacier. Le numéro des notes explicatives correspond au numéro des glaciers respectifs du tableau:

1 Rhône

- 1974: Le 21 août, le front marquait une avance de 3.9 mètres. Cette avance a diminué d'environ 1.1 mètres jusqu'à la mi-septembre. L'année précédente, durant la même période, la diminution avait été de 13.2 mètres (P.Mercier).
- 1975: Le 20 août, le front marquait une avance moyenne de 14.7 mètres. Contrairement aux années précédentes, l'avance a continué jusqu'à la fin de l'été (P.Mercier). - Vermessungsflüge durch L+T am 23.9. und 8.10.75 (Verfasser).

2 Mutt

- 1974: Du 21 août jusqu'à la mi-septembre le front est resté stationnaire (P.Mercier).
- 1975: Vermessungsflug durch L+T am 8.10.75 (Verfasser).

3 Gries (Aegina)

- 1974: Der Fuss der frontalen Eiswand lag im Mittel auf rund 2371 Metern Meereshöhe. Die Oberkante war seit dem Vorjahr um durchschnittlich 1.5 m abgesunken auf eine mittlere Höhe von 2398.5 m (gemessen am 20.11.1974). Das Wasser des Stausees erreichte das Gletscherende zu einem relativ späten Zeitpunkt. Dementsprechend ist die Zunge weniger stark zurückgeschmolzen als in früheren Jahren. Der südliche Teil der Front ist auf einer Breite von rund 50 Metern sogar leicht vorgerückt. Im Gegensatz zum Vorjahr blieben die Massenverluste des ganzen Gletschers gering und oberhalb rund 3000 m ü.M. wurde eine entsprechende Firnrücklage von durchschnittlich 1 Meter Schichtdicke (als Eis gerechnet) gebildet. Im Oktober 1974 waren die Verhältnisse bereits um die Monatsmitte hochwinterlich (50 - 80 Zentimeter Neuschnee, Temperaturen um - 10° C). Die Feldarbeit wurde durch schlechtes Wetter und Lawinengefahr zusätzlich erschwert (VAW - H.Siegenthaler).
- 1975: Die angegebene Höhenkote ist ein geschätzter mittlerer Wert für den Fuss der frontalen Eiswand, die wie im Vorjahr um durchschnittlich 1.5 Meter niedriger geworden ist (mittlere Meereshöhe der Oberkante am Stichtag: 2397.0 m). Wegen der stark verzögerten Schneeschmelze erfolgte wie bereits im Vorjahr der Einstau des Gletscherendes erst spät. Dank der verminderten Schmelzwirkung des Sees hat sich das Gletscherende im Berichtsjahr erneut nur wenig zurückverlagert (VAW - H.Siegenthaler). - Vermessungsflug durch L+T am 8.10.75 (Verfasser).

4 Fiescher

- 1974: Die Kote des Wasserspiegels im Gletschertor betrug 1646.8 m ü.M. (VAW - H.Widmer).

- 1975: Die angegebene Höhenkote bezieht sich auf den Wasserspiegel im Gletschertor. Der grosse Schwundbetrag ist zum guten Teil der künstlichen Beeinflussung der Abschmelzung am Gletscherende durch die im Frühsommer fertiggestellte und in Betrieb genommene Kraftwerkanlage zuzuschreiben: das im Fassungsbauwerk angestaute Wasser reichte bis zum Gletscher. Dadurch ist ohne Zweifel die Abschmelzung am Zungenende wesentlich erhöht worden (VAW - H.Widmer).

5 Grosser Aletsch

- 1974: Die Kote des Wasserspiegels im Gletschertor betrug 1506 m ü.M. Das Tor liegt am Fusse einer 10 bis 12 m hohen senkrechten Eiswand und ist vom östlichen Messpunkt aus nicht mehr sichtbar (VAW - H.Widmer). - Vermessungsflug durch L+T am 13.9.74 (Verfasser).
- 1975: Die angegebene Höhenkote bezieht sich auf den Wasserspiegel im Gletschertor. Sie ist durch terrestrische Vermessung (Vorwärtseinschnitt) von der neu eingerichteten Basis aus bestimmt worden. Die im Vorjahr beobachtete senkrechte Eisfront über dem Tor ist niedriger geworden, aber nahezu stationär geblieben. Aehnlich kleine Schwundbeträge wie im Berichtsjahr sind am Aletsch letztmals im Herbst 1942 und in der ersten Hälfte der Dreissigerjahre gemessen worden (VAW - H.Widmer). - Vermessungsflüge durch L+T am 23.9. und 8.10.75 (Verfasser).

6 Oberaletsch

- 1974 und 1975: Die angegebene Höhenkote bezieht sich auf den Wasserspiegel im Gletschertor und gilt für beide Jahre (VAW - H.Widmer).

7 Kaltwasser

- 1975: Vermessungsflüge durch L+T am 5.8. und 2.10.75. Eine rein qualitative Auswertung der Luftbilder gibt folgenden Befund: Anfangs August lag der Gletscher noch unter einer bis weit ins Vorgelände herabreichenden, vollständig geschlossenen Winterschneedecke. Erst in der zweiten Sommerhälfte aperte das Vorgelände weitgehend, der Gletscher dagegen nur im eng begrenzten Lokalbereich der Zungenaufwölbung aus. An dem von einem girlandenförmigen Schneeband umsäumten Gletscherrand kam das Eis nur an wenigen Stellen (z.B. bei Messpunkt 3) zum Vorschein. Demzufolge darf für das Berichtsjahr zumindest stationäres Verhalten, möglicherweise sogar ein geringfügiges Vorrücken des Gletscherendes angenommen werden (Verfasser).

8 Tälliboden

- 1974: Die Kote des Wasserspiegels im Bachaustritt betrug 2628.5 m ü.M.. Der Gletscher endet in einem flachen, rund 20 m breiten Saum von bloss 0.5 bis 1 m Dicke (VAW - H.Widmer).
- 1975: Die angegebene Höhenkote bezieht sich auf den Wasserspiegel im Bachaustritt. Am Stichtag lag das Gletscherende unter einer im Winter 1974/75 durch Lawinen auf- und angelagerten Schneedecke, welche in die Berechnung der Längenänderung einbezogen wurde (VAW - H.Widmer).

9 Ofental

- 1974 und 1975: Das Gletscherende kann wegen der starken Schuttüberdeckung nicht mehr mit Sicherheit festgelegt werden und wird deshalb bis auf weiteres nicht mehr eingemessen (Verfasser).

10 Schwarzberg

- 1974: Das nördliche Gletschertor lag auf 2659 m ü.M.. Die 60 - 80 cm dicke Neuschneedecke verunmöglichte stellenweise die eindeutige Lokalisierung des Gletscherendes. Die vorgelagerte Toteismasse ist in der Messperiode talseits um 22 Meter zurückgeschmolzen (VAW - H.Widmer). - Vermessungsflug durch V+D am 13.9.74 (Verfasser).

- 1975: Die angegebene Höhenkote bezieht sich auf das nördliche Gletschertor. In dessen unmittelbarer Umgebung ist das Eis weiterhin zurückgeschmolzen, während es sonst durchwegs vorgerückt ist und dabei einen ausgeprägten Moränenwall aufgeworfen hat. Die dem Gletscher vorgelagerte Toteismasse hat weiterhin abgenommen. Sie misst in der Längsrichtung zwischen oberem und unterem Gletschertor nur noch 140 Meter (VAW - H.Widmer). - Vermessungsflug durch V+D am 22.9.75 (Verfasser).

11 Allalin

- 1974: Die Lage des Gletscherendes wurde wie in den Vorjahren durch das Geodätische Institut der ETHZ luftphotogrammetrisch bestimmt. Der tiefste Punkt der Zunge im Bereich des für die Ermittlung der Längenänderung ausplanimetrierten Gebietsstreifens in Gletschermitte lag auf 2325 m ü.M. (VAW - H.Widmer). - Die photogrammetrische Auswertung aller Luftaufnahmen ergab für die Periode vom 11.9.72 bis 9.11.73 einen Vorstoss von gut 50 Metern, der auf die im letzten Bericht erwähnte Zungenrutschung zurückzuführen ist. Im Sommer 1974 ist dieser Vorstoss durch das Zurückschmelzen des Zungenendes um rund 20 Meter verkleinert worden (VAW - H.Röthlisberger). - Vermessungsflug durch V+D am 13.9.74 (Verfasser).

- 1975: Die Lage des Gletscherendes wurde wie in den Vorjahren durch das Geodätische Institut der ETHZ luftphotogrammetrisch bestimmt. Die angegebene Höhenkote bezieht sich auf den tiefsten Punkt der Zunge im Bereich des für die Ermittlung der Längenänderung ausplanimetrierten Gebietsstreifens in Gletschermitte. Bis anhin war dieser geradlinig parallel zur Zungenachse angelegt. In den letzten 5 Jahren hat sich das Gletscherende über die grosse Felsterrasse vorgeschoben in den Bereich, wo der Talweg aus ostnordöstlicher in östliche Richtung umbiegt. Aus der Anpassung des Kontrollstreifens an diese Krümmung ergeben sich für die Periode seit 1970 folgende, von den in Klammern beigefügten publizierten Werten abweichende Beträge der mittleren Längenänderung in Metern:

1970/71	- 9.0	(- 10.2)
71/72	+ 3.1	(+ 2.2)
72/73	+ 24.6	(+ 23.8)
73/74	+ 8.9	(+ 10.8)
74/75	+ 44.0	(+ 38.7, unpubl.)

Nachdem der Gletscher in das steilere Gelände unterhalb der grossen Terrasse vorgestossen ist, sind bei weiterem Vorstossen wiederholte kleinere Eisabbrüche bis auf die Talsohle zu erwarten. Tatsächlich hat eine in der Nacht des 30. Septembers 1975 vom Zungenende losgebrochene, etwa 20 000 m^3 mächtige Eismasse den Talboden erreicht (VAW - H.Widmer). - Vermessungsflüge durch V+D am 22.9. und 6.10.75 (Verfasser).

12 Kessjen

- 1974: Die auf Ende September 1974 vorgesehene Messung am Boden konnte wegen der fast meterhohen Neuschneedecke nicht vorgenommen werden. Der Vergleich der Luftbilder vom 5.9.73 und 13.9.74 lässt erkennen, dass das Gletscherende in der Berichtsperiode nur wenig zurückgeschmolzen ist (VAW - H.Widmer). - Vermessungsflug durch V+D am 13.9.74 (Verfasser).

- 1975: Die angegebene Höhenkote bezieht sich auf den Wasserspiegel im Bachaustritt. Weil am Stichtag noch der ganze Gletscher von Altschnee bedeckt war, konnte das Gletscherende nur mit Mühe festgelegt werden (VAW - H.Widmer). - Vermessungsflug durch V+D am 22.9.75 (Verfasser).

13 Fee

- 1974: Vermessungsflug durch V+D am 13.9.74. Der Vergleich mit der Aufnahme vom 6.9.73 lässt eindeutig erkennen, dass die Zunge in ähnlichem Masse wie in den Vorjahren weiter vorgerückt ist. Der angegebene Betrag beruht auf einer anhand von Ausschnittvergrösserungen der Luftbilder vorgenommenen Schätzung. Die Messung am Boden ist durch den verfrühten Winteranfang verhindert worden (Verfasser).

- 1975: Wegen wiederholten Neuschneefällen und Lawinengefahr konnte die Zungenmessung an den vorgesehenen Terminen nicht durchgeführt werden. Es liess sich jedoch eindeutig feststellen, dass der Vorstoss ungefähr im Ausmass der Vorjahre angedauert hat (J.Bodenmann). - Vermessungsflug durch V+D am 2.10.75. Der Vergleich mit der Aufnahme vom 13.9.74 bestätigte die Aussage des Beobachters und erlaubte eine grobe Schätzung des Vorstossbetrags (Verfasser).

15 Zmutt

- 1974: Cote du portail glaciaire: 2245 m s.m.; cote du point le plus bas du front: 2232 m s.m. (P.Mercier).
- 1975: Cote du portail glaciaire: 2246 m s.m.; cote du point le plus bas du front: 2232 m s.m. Le recul annuel moyen est beaucoup plus faible que les années précédentes, parce que la partie sud du front s'est stabilisée et parce que la partie centrale a même tendance à avancer. L'ancienne grande langue nord fond sur place (P.Mercier).

17 Ried

- 1974: Der Wasserspiegel im Gletschertor lag auf 2047 m ü.M.. Das Eis unter der westlichen Seitenmoräne hängt mit dem Gletscher nicht mehr zusammen. Dementsprechend ist die Breite des für die Bestimmung der Längenänderung berücksichtigten Gebietsstreifens von 140 auf 100 Meter vermindert worden (VAW - H.Widmer).
- 1975: Die angegebene Höhenkote bezieht sich auf den Wasserspiegel im Bachaustritt (VAW - H.Widmer). - Vermessungsflüge durch V+D am 22.9.75 und durch L+T am 2.10.75 (Verfasser).

18 Lang

Der mit der Durchführung der Messung betraute Revierförster Kalbermatten stellte fest, dass das Gletschertor eingestürzt war. Es soll eine neue Basislinie näher am Gletscher eingerichtet werden (M.Peter).

19 Turtmann

- 1974: Vermessungsflug durch L+T am 6.8.74 (Verfasser).
- 1975: Der Vorstoss des Gletschers bei den Messpunkten 1 und 2 ist auf die alljährlichen Lawinenniedergänge zurückzuführen (A.Tscherrig). - Vermessungsflug durch L+T am 22.9.75 (Verfasser).

20 Brunegg

- 1974: Vermessungsflug durch L+T am 6.8.74 (Verfasser).
- 1975: Vermessungsflug durch L+T am 22.9.75 (Verfasser).

21 Bella Tola

- 1974: Kein Gletschertor vorhanden (A.Tscherrig). - Vermessungsflug durch L+T am 6.8.74 (Verfasser).
- 1975: Im Winter 74/75 wurden im Gletscherkessel grosse Schneemengen abgelagert, die noch am Ende des Sommers den Gletscher fast vollständig bedeckten. Nur bei Messpunkt 3 kam blankes Eis zum Vorschein. Bei den andern Messpunkten, wo kein Eis sichtbar war, wurde der Rand des angelagerten Firns eingemessen (A.Tscherrig). - Vermessungsflug durch L+T am 5.8.75 (Verfasser).

22 Zinal

- 1975: Bei den Messpunkten A und B, wo ein seitlicher Zungenlappen weggeschmolzen ist, ergaben sich mit 141 bzw. 91 Metern viel höhere Schwundbeträge als bei Messpunkt C, wo der Gletscherrand mit 13 Metern ebenfalls deutlich zurückging (M.Borter).

23 Moming

- 1974: Der Vorstoss kann nicht beziffert werden, weil die früheren Messmarken vom Gletscher überfahren worden sind (F.Müller/M.Borter).

25 Ferpècle

- 1974: Aufgrund des am 19.8.74 anlässlich eines Besuchs des Mont Minégletschers vom Zungenende des Ferpècle gewonnenen allgemeinen Eindrucks darf man vermuten, dass der in den beiden vorangehenden Jahren festgestellte Vorstoss anhält. Der Vergleich der in den Jahren 1970 und 1974 am Boden aufgenommenen Photos bestärkt diese Vermutung (VAW - M.Aellen).

26 Mont Miné

- 1974: Anlässlich eines Besuchs am 19.8.74 wurde festgestellt, dass die Zunge im mittleren Teil deutlich aufgewölbt ist und in einer rund 10 m hohen senkrechten Eisfront an der Borgne endet. Rechtsseitig ist das Eis über das seit Jahren freiliegende Bachbett auf die andere Talseite vorgestossen und überbrückt auch die Vereinigungsstelle der beiden vom Ferpècle- und Mont Minégletscher gespeisten Zuflüsse der Borgne. Auch die von Moränenschutt völlig überdeckte linke Seite des Gletscherendes scheint etwas angehoben und reaktiviert worden zu sein (VAW - M.Aellen).
- 1975: Un nouveau point a été mis à une distance de 62.8 mètres devant le front glaciaire (P.A.Wenger).

33 Tsanfleuron

- 1974: Vermessungsflug durch L+T am 7.8.74. Am Tag der Aufnahme war das Gletscherende von einem zusammenhängenden Band aus Winterschnee überdeckt. Es darf daher angenommen werden, dass es sich im Berichtsjahr nicht oder nur um einen sehr geringen Betrag verlagert hat (Verfasser).
- 1975: Der angegebene Wert für die Längenänderung gilt genau genommen für 2 Jahre. Mit dem Vorbehalt, dass vom Stichtag (7.8.) bis zum Winteranfang 1974 sehr wahrscheinlich keine namhafte Abschmelzung am Gletscherende stattfand, darf er ganz dem Berichtsjahr zugeschrieben werden (Verfasser).

34 Otemma

- 1974: Anhand einer Photo, die anlässlich einer Exkursion zufällig nahezu vom gleichen Standort aus aufgenommen wurde wie die Belegaufnahme des Beobachters J.-L.Blanc vom 29.9.73, lässt sich eindeutig feststellen, dass das Gletscherende um mehrere Meter zurückgeschmolzen ist (VAW - M.Aellen).
- 1975: Un recul extrême (à peu près 250 mètres) a été observé à la partie droite du front non recouverte de débris morainiques. Un nouveau repère (5/75) a été établi pour remplacer le repère 1/71 éloigné actuellement du glacier de plus de 500 m (J.-L.Blanc).

35 Mont Durand

- 1974: Die anlässlich einer Exkursion von Chanrion aus aufgenommene Photo lässt im Vergleich mit der vom Beobachter J.-L.Blanc am 29.9.73 aufgenommenen Photo erkennen, dass sich zumindest im Bereich des die Zunge in zwei Lappen spaltenden Felsriegels der Gletscher nicht oder nur unbedeutend verändert hat. Die vorgelagerte, von einer

kompakten Schuttdecke überzogene Eismasse scheint sich ebenfalls wenig oder jedenfalls nicht in auffallendem Masse verändert zu haben (VAW - M.Aellen).

36 Breney

- 1975: Le terrain devant la partie gauche du front a été complètement bouleversé par l'émissaire du glacier. Pour cette raison il n'a pas été possible de faire la mensuration au point GL 7 et les mensurations aux points GL 10 et 11 sont devenues malaisées (J.-L.Blanc).

37 Giétro

- 1974: Infolge des witterungsbedingten Ausfalls des Vermessungsfluges wurde das Verhalten des Zungenendes nach qualitativen Beobachtungen im Gelände und anhand der am 20.9.73 und am 13.8.74 vom Messturm aus aufgenommenen Photos gesamthaft als stationär gewertet. Im einzelnen verhält es sich so, dass das Gletscherende in seinem mittleren Teil, südlich der Schlucht, merklich gegen die grosse Felsterrasse vorgerückt ist, im Bereich der Schlucht nahezu stationär blieb, auf den beiden Flanken dagegen sich deutlich von den Vorstosswällen zurückgezogen hat. Bei den Messstellen auf der Zunge hat in der Periode vom 22.8.73 bis 13.8.74 die Eisdicke weniger, die Fliessgeschwindigkeit dagegen wesentlich mehr abgenommen als in der Vorjahresperiode (VAW - M.Aellen).

- 1975: Vermessungsflüge durch V+D am 23.9., 3. und 6.10.75. Der angegebene Wert für die Längenänderung ist wie in früheren Jahren durch Ausplanimetrieren des vom Büro Leupin in Bern im Auftrag der Kraftwerke Mauvoisin erstellten Zungenplans ermittelt worden unter Einbezug der dem Gletscher angelagerten Sturzkegel. Ohne Berücksichtigung derselben ergibt sich eine Verkürzung um rund 5 m. Genau genommen gelten die planimetrisch bestimmten Werte für 2 Jahre, dürfen aber nach dem letztjährigen Befund ganz dem Berichtsjahr zugeschrieben werden. Anlässlich der Feldarbeiten im August und anhand der Luftbilder vom 23.9. wurde festgestellt, dass die eigentliche Gletscherzunge annähernd dieselben Ausmasse hatte wie am 5.9.73. Ihre Verkürzung erfolgte Ende September und anfangs Oktober durch den Ausbruch einer schätzungsweise 20 000 Kubikmeter mächtigen Eislamelle, die - wie den Luftbildern vom 3.10. zu entnehmen ist - in mehreren Portionen in die Schlucht und auf die grosse Felsterrasse abstürzte. Noch im August waren mehrerenorts am und auf dem Gletscher deutliche Spuren der grossen Lawinenniedergänge des vorangehenden Winters und Frühjahrs sichtbar. Eine aus der Südwestflanke des Mont Pleureur bis ins Tal abgestürzte Lawine hatte bereits im Dezember den im Sommer 1968 vor der Zunge aufgebauten Stahlgittermast der mechanischen Bewegungsregistrieranlage bodeneben abrasiert und im Stausee versenkt (VAW - M.Aellen).

38 Corbassière

- 1974: Les mesures effectuées pour les Forces motrices de Mauvoisin SA, Sion, (FMM) ont révélé que les changements d'épaisseur du glacier étaient faibles dans les deux profiles, mais que - contrairement à nos expectatives - le portail glaciaire a reculé considérablement, de sorte qu'il se retrouve à son emplacement de 1971 (A.Mathier).
- En chiffres les résultats obtenus par le géomètre A.Mathier, Montana, pour la période du 3 septembre 1973 au 28 août 1974, sont résumés dans le tableau ci-dessous (Auteur).

	Variation d'épaisseur (en mètres)		Variation de vitesse (mètres/an)	
	Tsessette 2500 m s.m.	Panossière 2660 m s.m.	Tsessette 2500 m s.m.	Panossière 2660 m s.m.
1967/72	+ 1.5	+ 2.1	36.7	43.1
1972/73	+ 0.5	+ 0.3	36.7	41.4
1973/74	- 0.2	+ 0.2	33.3	40.0
1967/74	+ 1.8	+ 2.6	36.2	42.4

- 1975: Die von Geometer A.Mathier, Montana, im Auftrag der Kraftwerke Mauvoisin durchgeführten Vermessungen in den beiden Querprofilen ergaben folgende, zum Vergleich den Vorjahreswerten und den Summen- bzw. Mittelwerten der Periode 1967 bis 1975 gegenübergestellte Zahlen:

	mittlere Dickenänderung in Metern		mittlere Fliessgeschwindigkeit in Metern/Jahr	
Profil:	Tsessette 2500 m ü.M.	Panossière 2660 m ü.M.	Tsessette 2500 m ü.M.	Panossière 2660 m ü.M.
1967/73	+ 2.0	+ 2.4	36.7	42.8
1973/74	- 0.2	+ 0.2	33.3	40.0
1974/75	+ 0.4	+ 0.5	34.8	40.6
1967/75	+ 2.2	+ 3.1	36.1	42.2

(VAW - M.Aellen).

39 Valsorey

- 1975: Les repères 61/62/63/66 s'enfonçant dans le sable mouvant, il deviendra indispensable d'en établir de nouveaux en 1976 (M.May).

41 Boveyre

- 1975: Les repères 2/63 et 3/63 étant recouverts par la langue glaciaire, il deviendra indispensable de fixer un nouvel azimut de mesures (M.May).

43 Trient

- 1974: Le mauvais temps a empêché la répétition des mesures au mois d'octobre. L'avance de 12.6 mètres correspond donc à une période plus courte qu'une année entière qui aurait produit une valeur plus élevée, dépassant probablement 13 mètres (P.Mercier).
- 1975: Le 4 août 1975 le front marquait une avance de 8.6 mètres qui s'est élevée à 10 m jusqu'au 22 octobre (P.Mercier).

44 Paneyrosse

- 1974: Vermessungsflug durch L+T am 7.8.74. An diesem relativ frühen Beobachtungstermin lag das Gletscherende noch durchwegs unter der Winterschneedecke, die lediglich auf den am stärksten aufgewölbten Partien des Gletschers abgeschmolzen war. Es darf angenommen werden, dass sich der Eisrand in der Berichtsperiode nicht oder nur wenig verlagert hat (Verfasser).
- 1975: Vermessungsflug durch V+D am 6.10.75. Der Vergleich mit den Aufnahmen von 1974 und 1973 ergab, dass der am Stichtag ausser bei Messpunkt 111 apere Gletscherrand nur wenig zurückgeschmolzen ist (Verfasser).

45 Grand Plan Névé

- 1974: Vermessungsflug durch L+T am 7.8.74. An diesem relativ frühen Beobachtungstermin war sowohl der Gletscher als auch das Vorfeld weitgehend von Winterschnee bedeckt. Es darf daher angenommen werden, dass sich der Eisrand in der Berichtsperiode nicht oder nur in unbedeutendem Masse verlagert hat (Verfasser).
- 1975: Vermessungsflug durch V+D am 6.10.75. Am Aufnahmedatum war das Zungenende von einem nur an einer Stelle unterbrochenen Saum aus Altschnee überdeckt. Der Gletscherrand dürfte demzufolge im Berichtsjahr im allgemeinen stationär geblieben sein. An einzelnen Stellen mag er durch Firnanlagerung etwas vorgerückt sein (Verfasser).

46 Martinets

- 1974: Vermessungsflug durch L+T am 7.8.74. Wegen vollständiger Ueberdeckung des Gletscherendes durch Moränenmaterial wird die Messung am Boden vorläufig nicht weiter-

geführt. Aufgrund der am Aufnahmedatum noch vorhandenen Teile der Winterschneedecke darf angenommen werden, dass sich das Gletscherende im Berichtsjahr kaum verlagert hat (Verfasser).

- 1975: Vermessungsflug durch V+D am 6.10.75. Am Aufnahmedatum lag der ganze Gletscher im Schlagschatten der ihn umschliessenden Bergkette, so dass auf dem Luftbild Einzelheiten kaum erkennbar sind. Immerhin ist klar zu sehen, dass in den Rinnen und Mulden am Gletscherrand noch zahlreiche Altschneereste lagen. Der durch die starke Schuttüberdeckung zusätzlich abgeschirmte Eisrand dürfte sich im Berichtsjahr kaum merklich verlagert haben (Verfasser).

47 Sex Rouge

- 1974: Vermessungsflug durch L+T am 7.8.74. An diesem relativ frühen Beobachtungstermin erstreckte sich die Winterschneedecke im Bereich der Messstellen über den Gletscherrand hinaus ins Vorgelände. Weiter westlich, wo der Eisrand freilag, konnte anhand der Luftbilder keine merkliche Verlagerung des Gletscherrandes erkannt werden (Verfasser).
- 1975: Lors des mesures, effectuées par beau temps, le glacier était peu ouvert et la glace n'affleurait qu'à peu d'endroits. La mesure du point 3 est incertaine à cause des nombreuses marques de balisage du sentier, passant à proximité, qui ont possiblement induit une erreur d'identification (J.-P.Besençon). - Vermessungsflug durch V+D am 6.10.75 (Verfasser).

48 Prapio

- 1974: Vermessungsflug durch L+T am 7.8.74. An diesem relativ frühen Beobachtungstermin lag der Gletscherrand grösstenteils noch unter einem Band aus Winterschnee bzw. Lawinenablagerungen, deren Ausdehnung wesentlich grösser war als am 5.9.73. Der angegebene Wert für die Längenänderung ist geschätzt und bezieht sich auf den vordersten sichtbaren Teil der Gletscherzunge. Die ihr angelagerten Lawinenreste reichten am Aufnahmedatum bis an den Ausgang der steilen Felsrinne hinab, rund 50 Meter weiter als im Vorjahr (Verfasser).
- 1975: Lors des mesures effectuées par beau temps, le glacier et ses abords étaient recouverts de neige assez récente qui rendait difficile le repérage du bord glaciaire (J.-P.Besençon). - Vermessungsflug durch V+D am 6.10.75 (Verfasser).

49 Pierredar

- 1974: Vermessungsflug durch L+T am 7.8.74. Wegen zu starker Schneebedeckung des Gletschers am Aufnahmedatum konnte die photogrammetrische Ausmessung der Oberflächenprofile nicht vorgenommen werden. Der angegebene Wert für die Längenänderung ist geschätzt und bezieht sich auf den Rand der dem Gletscher angelagerten Sturzkegel auf der Terrasse in 2415 m ü.M. Die durch das Vermessungsbüro A.Chauvy, Aigle, im Auftrag des Kantons Waadt durchgeführten, durch den frühen Wintereinbruch vorzeitig unterbrochenen periodischen Vermessungen an 4 Pegeln im mittleren Teil des Gletschers lassen erkennen, dass seit dem Vorjahr die Fliessgeschwindigkeit weiterhin abgenommen hat, die Eisdicke dagegen praktisch unverändert geblieben ist (VAW - M.Aellen).
- 1975: Vermessungsflug durch V+D am 6.10.75. Aus dem Vergleich mit den Aufnahmen der Vorjahre ist ersichtlich, dass die Sturzkegel im Berichtsjahr deutlich zurückgeschmolzen sind, dabei aber fast durchwegs grösser blieben als im Herbst 1973 (VAW - M.Aellen).

50 Oberaar

- 1974: Vermessungsflug durch V+D am 13.9.74 im Auftrag der Kraftwerke Oberhasli, photogrammetrisch ausgewertet durch das Vermessungsbüro A.Flotron, Meiringen. Das Gletscherende ist in der Berichtsperiode zweimal bis zu einer mittleren Höhe von

4 bis 5 Metern eingestaut gewesen: während 71 Tagen in der Zeit vom 4.9.-25.11.73 und dauernd vom 31.8.-13.9.74, insgesamt also während 85 Tagen. In der Vorperiode dauerte der Einstau nur 5 Tage. Dementsprechend ist die Zunge im Gegensatz zum Vorjahr wiederum kleiner geworden. Der Volumenverlust von 115 000 Kubikmetern ist relativ hoch, ebenso die Flächenabnahme von 7 900 Quadratmetern (A.Flotron) - Am Aufnahmedatum lag der Seespiegel auf 2299.9 m ü.M. (Verfasser).

- 1975: Vermessungsflug durch V+D am 22.9.75 im Auftrag der Kraftwerke Oberhasli, photogrammetrisch ausgewertet durch das Vermessungsbüro Flotron, Meiringen. Das Gletscherende stand in der Berichtsperiode während 113 Tagen, nämlich vom 13.9. bis 21.11.74 und vom 9.8. bis 22.9.75, und durchschnittlich 4 Meter tief im Wasser. Trotz der langen Dauer des Einstaus blieb der Rückzug bescheiden. Während die linke Zungenhälfte mehr oder weniger stationär geblieben ist, hat sich die rechte über eine Breite von 100 Metern um rund 18 Meter zurückgezogen, an der Flanke dagegen über eine Breite von 30 Metern um etwa 20 Meter vorgeschoben. Insgesamt ist die Zunge um eine Fläche von 2280 Quadratmeter und um ein Volumen von 36 000 Kubikmeter verkleinert worden (A.Flotron).

51 Unteraar

- 1974: Vermessungsflug durch V+D am 13.9.74 im Auftrag der Kraftwerke Oberhasli, photogrammetrisch ausgewertet durch das Vermessungsbüro A.Flotron, Meiringen. Der Seespiegel erreichte die tiefsten Punkte des Gletschers erst am Tage der Flugaufnahme. In der Berichtsperiode war folglich die Zunge während 25 Tagen (1. bis 25. September 1973) und nur wenige Dezimeter hoch eingestaut. Der grösste Arealverlust ergab sich durch die starke Ausweitung des im letzten Bericht erwähnten kraterförmigen Schmelzkessels im südlichen Drittel des Gletscherendes. Die längste Rückzugsstrecke von ca. 30 Metern jedoch ist am vorspringenden Sporn, im nördlichsten Drittel festgestellt worden. Insgesamt ist das Zungenende seit dem Vorjahr um eine Fläche von 8080 Quadratmeter kleiner geworden. Die entsprechende Verkürzung des Gletschers entspricht nahezu dem langjährigen Mittelwert. Infolge des anhaltenden Schwundes haben sich die Höhenschichtlinien auf der Zunge um folgende mittlere Beträge weiter taleinwärts verschoben:

Höhenkurve	1910	1920	1930	1940	1950	1960	m ü.M.
Verschiebung	14.4	24.8	13.7	10.1	9.2	12.9	Meter

Der daraus berechnete Volumenverlust des unterhalb der Koordinatenlinie Kilometer 663 gelegenen Teils der Gletscherzunge beträgt rund 353 000 Kubikmeter Eis (A.Flotron). - Am Aufnahmedatum lag der Seespiegel auf 1908.1 m ü.M. (Verfasser).

- 1975: Vermessungsflug durch V+D am 22.9.75 im Auftrag der Kraftwerke Oberhasli, photogrammetrisch ausgewertet durch das Vermessungsbüro Flotron, Meiringen. Der Seespiegel stand in der Berichtsperiode während insgesamt 38 Tagen (22. bis 25.9.74 und 15.8. bis 22.9.75) über eine Strecke von 80 Metern und nicht mehr als 0.4 Meter hoch am Gletscher. Auf der linken Zungenflanke ist der Gletscherrand stationär geblieben, in der Mitte dagegen stark (bis zu 20 m) zurückgeschmolzen. Der Schmelztrichter auf der rechten Seite hat sich deutlich ausgeweitet. Ein rund 15 Meter breiter Eisrücken trennt ihn von einem oberen, stellenweise bis auf die Grundmoräne ausgeaperten kreisrunden Trichter. Der Flächenverlust am Zungenende beläuft sich auf 8620 Quadratmeter. An den Höhenkurven zwischen Zungenende und Koordinatenlinie Kilometer 663 sind folgende taleinwärts gerichtete mittlere Verschiebungsbeträge und Flächenverluste bestimmt worden:

Höhenkurve	1910	1920	1930	1940	1950	1960	m ü.M.
Verschiebung	10.6	16.7	10.8	6.7	6.3	7.6	Meter
Flächenverlust	3700	6850	4970	3370	2580	2640	m^2

Daraus ergibt sich eine Volumenverminderung der Zunge um rund 250 000 Kubikmeter (A.Flotron).

52 Gauli

- 1974: Die Messung ist wie in den letzten 3 Jahren durch R.Zenger, Innertkirchen durchgeführt worden (H.Vogt).

53 Stein

- 1975: Vermessungsflug durch L+T am 23.9.75 (Verfasser).

54 Steinlimmi

- 1975: Vermessungsflug durch L+T am 23.9.75 (Verfasser).

55 Trift

- 1974: Vermessungsflug durch L+T am 11.9.74. Der angegebene Wert für die Längenänderung ist geschätzt aufgrund des Vergleichs mit der Luftaufnahme vom 24.8.73 (Verfasser).
- 1975: Vermessungsflug durch L+T am 23.9.75. Der Vergleich mit den Luftbildern vom 11.9.74 lässt einzig bei den Gletschertoren (am Zungenende und bei der Einmündung des Drosibachs) ein geringfügiges Zurückweichen, sonst aber keine Veränderung des Eisrandes erkennen (Verfasser).

56 Rosenlaui

- 1974: Vermessungsflug durch L+T am 11.9.74. Der angegebene Wert für die Längenänderung ist geschätzt aufgrund des Vergleichs mit der Luftaufnahme vom 6.9.73 (Verfasser).

57 Oberer Grindelwald

- 1974: Der angegebene Wert für die Längenänderung ist geschätzt aufgrund einer Begehung im Gelände und bezieht sich auf die Stirn der stark aufgewölbten Zunge. Am 29.7.74 war deren Vorrücken seit dem letzten Herbst zu 14 Metern bestimmt worden. Der Saum des angelagerten Sturzkegels lag damals nur 2 Meter vor dem Messpunkt von 1971. Dieser westlichste Sturzkegel überdauerte im Gegensatz zu den beiden kleineren, von den über den Nollen und durch die Felsrinne östlich davon abstürzenden Eismassen aufgeschütteten Kegeln den ganzen Sommer. Das Vorrücken der Zungenstirn scheint durch die rechtwinklige Umbiegung und anschliessende Ausweitung der Talrinne etwas gebremst worden zu sein (V.Boss). - Vermessungsflug durch L+T am 13.9.74 (Verfasser).
- 1975: Zu Beginn des Sommers waren infolge der späten Schneeschmelze und der häufigen Abbrüche von der Eisfront auf dem Nollen alle 3 Sturzkegel im Gletschersand stark angewachsen. Im Laufe des Sommers schmolzen sie bei nachlassender Häufigkeit der Eisabbrüche stark zurück mit Ausnahme des mittleren, wo auch im Herbst des öftern Eis abstürzte. Die an der Stirn immer noch stark aufgewölbte, tatzenförmige Zunge ist nur noch wenig vorgerückt. Sie scheint an der Talbiegung und im vorgelagerten Sturzkegel steckengeblieben zu sein (V.Boss). - Vermessungsflug durch L+T am 23.9.75. Anlässlich des vom Geodätischen Institut der ETHZ in Grindelwald durchgeführten Vermessungskurses für Diplomanden wurden die zu Beginn dieses Jahrzehnts als Passpunkte für luftphotogrammetrische Aufnahmen verlegten permanenten Signaltafeln ans Landeskoordinatennetz angeschlossen. Gleichzeitig wurde von einem Felsbuckel am Rand des der Zunge angelagerten Sturzkegels eine photogrammetrische Detailaufnahme gemacht in der Hoffnung, dass der kompakte Kalkfels in den kommenden Jahren vom Gletscher kräftig abgeschabt und innert nützlicher Frist wieder freigegeben werde für die Wiederholungsaufnahme zur Bestimmung der Erosionsrate. Eine am 22.7.75 durch M.Aellen, VAW, vorgenommene Einmessung der Zunge ergab, dass sich der Sturzkegel seit dem 29.7.74 um 49 Meter, die Zungenfront jedoch nur um 5 Meter vorgeschoben hatte (Verfasser).

58 Unterer Grindelwald

- 1974: Vermessungsflug durch L+T am 11.9.74. Der Vergleich mit der Luftaufnahme vom 23.8.73 zeigt eindeutig, dass der Rückzug des Zungenendes im Berichtsjahr ebenso stark war wie in den Vorjahren (Verfasser).
- 1975: Vermessungsflug durch L+T am 23.9.75. Sowohl die Luftbilder wie die von H.Boss, Zweilütschinen, am 28.10.75 aufgenommenen Standardphotos lassen erkennen, dass der Rückzug immer noch andauert. Während das Gletscherende in ähnlichem Masse wie in den Vorjahren zurückgeschmolzen ist, hat der vorgelagerte, in die Schlucht eingezwängte Sturzkegel erheblich zugenommen. Wie am Obern Gletscher sind anlässlich des vom Geodätischen Institut der ETHZ durchgeführten Vermessungskurses die vor einigen Jahren ausgelegten Passpunkte für luftphotogrammetrische Aufnahmen an das Landeskoordinatennetz angeschlossen worden.(Verfasser).

59 Eiger

- 1974: Vermessungsflug durch L+T am 11.9.74. Der angegebene Betrag für die Längenänderung ist geschätzt aus dem Vergleich mit der Luftaufnahme vom 22.8.73 (Verfasser).
- 1975: Nach dreijährigem Unterbruch konnte die Messung am Boden bei guten Verhältnissen weitergeführt werden. Der Gletscher ist auf der ganzen Breite kräftig vorgestossen. Zudem sind an der rechten Flanke und in der Schlucht vor dem Gletschertor aus Schnee und Eis zusammengesetzte Lawinenzungen angelagert worden. Messpunkt F, der demnächst vom Gletscher überfahren wird, ist durch einen um rund 50 Meter weiter unten angebrachten Hilfspunkt (F') versichert worden. Weil das Gletschertor in den letzten Jahren aus dem Messbereich der 1970 angelegten Basislinie abgewandert ist, wurde diese gletscherwärts um 34 Meter verlängert durch einen weiteren Messpunkt (G). Der südlich des Gletscherbachs gelegene Teil des Zungenendes wird nach wie vor von Eisstürzen bestrichen und kann deshalb nicht eingemessen werden (R.Zumstein/ M.Aellen). - Vermessungsflug durch L+T am 23.9.75 (Verfasser).

60 Tschingel

- 1974: Die Jahresmoräne vom Frühling 1974 (aufgeschoben durch den Wintervorstoss 73/74) deckt sich mit derjenigen vom Frühling 1973. Im Herbst befand sich der Gletscherrand durchschnittlich um 3 Meter weiter hinten und damit nahezu in derselben Lage wie im Herbst des Vorjahres (H.Rutishauser).
- 1975: Anknüpfend an die Messungen und Beobachtungen der Vorjahre ist von der durch H.Rutishauser angelegten weissen Steinreihe (= Jahresmoräne 1966) aus gemessen worden. Auf der rechten Zungenflanke stösst der Gletscher stärker vor als links im Bereich des Gletschertors. Am Messdatum war die Jahresmoräne rund um 1 Meter vom Eisrand enfernt. Sie überschneidet vom Tor ausgehend sukzessive die Jahreswälle 1974 bis 1976, kreuzt auf Messlinie A die am 6.9.68 unmittelbar am Zungenende angelegte rote Steinreihe und setzt sich in geschlossenem Bogen zurückschwingend fort bis an den Gletscherrand. Dadurch ist im Gegensatz zu früheren Jahren auch in der von Moränenschutt völlig überdeckten Randzone die Gletschergrenze deutlich sichtbar geworden. Der für die Längenänderung angegebene Wert gilt genau genommen für 2 Jahre, darf aber aufgrund der letztjährigen Beobachtungen ganz dem Berichtsjahr zugeschrieben werden (R.Zumstein/ M.Aellen).

61 Gamchi

- 1974: Beim östlichsten Messpunkt (a') ist der Eisrand durch Moränenschutt verdeckt. Zwei Basispunkte (a' und c) wurden um 40 bzw. 10 Meter zurückverlegt (F.Zurbrügg). - Vermessungsflug durch L+T am 11.9.74 (Verfasser).
- 1975: Wie in den Vorjahren konnte beim östlichsten Messpunkt wegen mächtiger Moränenbildungen nicht gemessen werden. Ein prächtiges Gletschertor wölbt sich über der Schlucht des Gamchibachs (F.Zurbrügg).

62 Schwarz

- 1974: Das Gletscherende war schwächer verschüttet und deshalb besser messbar als in früheren Jahren (U.Vogt). - Vermessungsflug durch L+T am 13.9.74 (Verfasser).
- 1975: Auf den seitlichen Messlinien blieb der Gletscher stationär, auf der mittleren rückte er leicht vor. Besonders bemerkenswert war das grosse Gletschertor (Ogi/Fuhrer). - Vermessungsflug durch L+T am 9.10.75 (Verfasser).

63 Lämmern

- 1974: Bei einem Messpunkt (C), wo das Eis abbricht, ist der Gletscherrand stationär geblieben, bei den anderen (A' und B') deutlich zurückgeschmolzen (U.Vogt).

64 Blümlisalp

- 1974: Vermessungsflug durch L+T am 11.9.74. Der angegebene Wert für die Längenänderung ist geschätzt aufgrund des Vergleichs mit der Luftaufnahme vom 7.9.73 (Verfasser).

65 Rätzli

- 1975: Der stetige Schwund des Gletscherendes machte eine Verlegung der Messpunkte A, C und D notwendig. Offensichtlich hat sich auch das Abflussgerinne unter dem Gletscher verlagert. Das neue Gletschertor befindet sich seitlich am vordersten Zungenlappen und liegt wesentlich höher als das alte (K.Steiner).

66 Tiefen

- 1974: Auf der horizontalen Oberfläche des Felskopfs beim südlichen Messpunkt (79) ist der Gletscherrand um 18 Meter vorgerückt. Beim mittleren und beim nördlichen Messpunkt (80 bzw. 68), wo die Oberflächenneigung 16 bzw. 18 Prozent beträgt, war ein Rückgang von 1 bzw. 6 Metern zu verzeichnen. Die Driftblöcke 1970, 1971 und 1973 haben sich um 2, 3 und 4 Meter vorwärts bewegt, wobei sie sich gegenseitig um je 1 Meter nähergekommen sind. Bemerkenswert ist die Abnahme der Verschiebungsbeträge gegen den Gletscherrand hin (K.Oechslin).
- 1975: Im flachen Gelände bei der südlichen Messlinie ist der Gletscher deutlich vorgerückt, im wesentlich steileren Gelände bei den anderen Messlinien etwas zurückgegangen. Der vorstossende Teil steht gegen eine Felsrippe an. Der vorderste Driftblock hat sich um 4 Meter vorwärtsbewegt, die hinteren um 9 bzw. 11 Meter. Der Bach entströmt nicht direkt dem Gletscher, der kein Tor aufweist, sondern den nördlich anschliessenden Geröllablagerungen (K.Oechslin). - Vermessungsflug durch L+T am 8.10.75 (Verfasser).

67 St. Anna

- 1974: Entsprechend dem unterschiedlichen Eisnachschub ist der Gletscherrand beim westlichen Zungenlappen um 6 Meter vorgerückt, in der Mitte stationär geblieben, beim westlichen, im Bereich der Skipiste liegenden und in zunehmendem Masse zerschlitzten Eislappen dagegen um 7 Meter zurückgeschmolzen. Das Zungenende besteht aus einem dünnen, ausflachenden Eisschild, das nunmehr durchwegs auf geneigter Sohle endet (K.Oechslin).
- 1975: Der Gletscher ist vor allem im flachen Gelände im Bereich der Skipiste vorgestossen. Der westliche, vorderste Zungenlappen lag noch unter Schnee und konnte nicht eingemessen werden. Die Zunge ist nach wie vor wenig mächtig und abgesehen von zwei Moränenbändern ausgesprochen schuttarm (K.Oechslin). - Vermessungsflug durch L+T am 6.10.75 (Verfasser).

68 Chelen

- 1974: Beim westlichen Bachaustritt, wo das Gletscherende steiler geworden ist und demzufolge viel Geröll abgeworfen hat, ist die Eisfront stationär geblieben, bei den

beiden übrigen Messstellen kräftig vorgestossen. Alle drei Ausflüsse führten ungewöhnlich viel Wasser (J.Aschwanden/K.Oechslin).

- 1975: Das stark aufgewölbte Zungenende ist von Moränenschutt umsäumt. Aus seiner westlichen Flanke entlässt es ohne Torbildung einen grossen, am Messdatum unpassierbaren Bach. Einem in der Berichtsperiode neugebildeten Gletschertor entspringt lediglich ein seichtes Bächlein (J.Aschwanden/K.Oechslin). - Vermessungsflug durch L+T am 8.10.75 (Verfasser).

69 Rotfirn

- 1974: Der Gletscher ist auf den Stand von 1972 zurückgeschmolzen. Dabei hat auch die Zungenaufwölbung abgenommen. Die Zungenspitze überbrückt die Chelenreuss (J.Aschwanden/K.Oechslin).

- 1975: Die unter dem Zungenende durchfliessende Chelenreuss tritt neuerdings aus einem grossen Gletschertor. Südlich davon ist der Eisrand etwas zurückgewichen. Die Messungen quer über den wegen starker Wasserführung nicht passierbaren Bach wurden mit dem Telemeter (Basis 1 m) vorgenommen (J.Aschwanden/K.Oechslin). - Vermessungsflug durch L+T am 8.10.75 (Verfasser).

70 Damma

- 1974: Auf der Westseite ist die Zunge um 2 Meter vorgestossen. Dabei ist die Eisfront nochmals steiler und höher geworden. Dagegen ist der östliche Eislappen um 4 bis 6 Meter zurückgeschmolzen. Auf der ganz mit Schutt bedeckten Zunge fallen die vielen tischgrossen Blöcke auf (J.Aschwanden/K.Oechslin). - Für die Klassierung des Gletschers ist wie im Vorjahr auf das Ergebnis der beiden westlichen, an den aktiven zentralen Teil der Zunge führenden Messlinien abgestellt worden (Verfasser).

- 1975: Die hoch und steil aufgewölbte Zunge ist auf beiden Messlinien gleichmässig vorgerückt. Der dünne schuttbedeckte Toteisschild auf der östlichen Talseite ist längs der Dammareuss um 2 bis 6 Meter zurückgeschmolzen, sonst aber nahezu stationär geblieben. Er hat stellenweise steile Schmelzränder mit blankem Eis (J.Aschwanden/K.Oechslin). - Vermessungsflug durch L+T am 8.10.75 (Verfasser).

71 Wallenbur

- 1974: Das Gletscherende hat sich durchwegs nur wenig verlagert. Die Westhälfte ist um 1 bis 2 Meter zurückgeschmolzen, die Osthälfte um 3 Meter vorgestossen. Auf der von Schutt völlig überdeckten Zunge sind grössere als kopfgrosse Blöcke auffällig selten. Der Gletscherbach führte ungewöhnlich viel Wasser (K.Oechslin).

- 1975: Das Zungenende lag am Messdatum unter einer bis 5 Meter mächtigen, harten Schneedecke und konnte deshalb nicht eingemessen werden. Unter Berücksichtigung des angelagerten Schnees ergäbe sich ein Vorstoss von 26 Metern. Die Verlagerung des eigentlichen Gletscherendes dürfte wesentlich weniger, wahrscheinlich nur wenige Meter betragen (E.Gisler/K.Oechslin). - Vermessungsflug durch L+T am 8.10.75 (Verfasser).

72 Brunni

- 1974: Vermessungsflug durch L+T am 12.9.74. Der angegebene Wert für die Längenänderung ist geschätzt unter Berücksichtigung des im Spätsommer 1973 erfolgten Gletscherstürzes, welcher die flache regenerierte Zunge hinter der Terrasse in ca. 2330 m ü.M. vom Gletscher abtrennte. Dieser endet nunmehr in einer annähernd stationären Abbruchfront in 2500 bis 2600 m ü.M. Die Zunge ist in der Zeit zwischen dem 14.8. und 28.9.73 durch die abgestürzten Eismassen um rund 50 Meter verlängert worden. Im Sommer 1974 ist der Rand der Sturzmasse schätzungsweise um 10 bis 15 Meter zurückgeschmolzen (Verfasser).

- 1975: Der angegebene Wert für die Längenänderung bezieht sich auf die seit dem Gletschersturz von 1973 vom Hauptgletscher getrennte regenerierte Zunge (die, solange

sie durch weitere Eisstürze ernährt wird, kaum als Toteis bezeichnet werden darf; Verfasser). Sie ist im Vergleich zu früheren Jahren etwas länger, aber schmäler geworden, im Mittel etwa stationär gebliegen. Der Hauptgletscher, der in einer mehrere Meter hohen Abbruchfront in einer steilen Felstreppe endet, bleibt bis auf weiteres für die Messung am Boden unzugänglich (K.Oechslin).

73 Hüfi

- 1974: Vermessungsflug durch L+T am 12.9.74. Der angegebene Wert für die Längenänderung ist geschätzt aufgrund des Vergleichs mit der Luftaufnahme vom 28.9.73 (Verfasser).
- 1975: Der angegebene Wert für die Längenänderung ist auf der Messlinie GL 164/165 vor der Zungenmitte bestimmt worden (von Punkt GL 165 aus, weil der Felsblock mit Punkt GL 164 vom Gletscher um 5 Meter verschoben wurde). Bei Punkt GL 163, der unter Lawinenschnee lag, konnte nicht gemessen werden. Anhand der Luftbilder vom 28.9.73 und 12.9.74 konnte festgestellt werden, dass die Zunge in der Zwischenzeit an den Flanken deutlich vorgerückt, in der Mitte dagegen, wo sich ein ungeheuer grosses Gletschertor gebildet hatte, stationär geblieben war. Im Berichtsjahr 1974/75 hat das Eis vor allem im Bereich dieses Riesentors nachgestossen. Trotzdem mass es im Herbst in der Höhe noch mehr als 4 Meter (K.Oechslin).

74 Griess (Unterschächen)

- 1974: Auf der östlichen Messlinie kann nach wie vor wegen der starken Schuttbedeckung keine Messung vorgenommen werden. Der Gletscherbach hat sich weiter in die bloss etwa 1 bis 2 Meter dicke und von Moränenschutt völlig überdeckte Zunge eingefressen (K.Oechslin). - Vermessungsflug durch L+T am 12.9.74 (Verfasser).
- 1975: Der Gletscherrand lag am Stichtag noch unter einer harten Schneedecke und konnte nicht eigemessen werden (K.Oechslin). - Nach dem vorliegenden Bericht und aufgrund des allgemeinen Zustandes und des Verhaltens der Zunge in den Vorjahren ist der Gletscher den stationären zugeordnet worden (Verfasser).

75 Firnalpeli

- 1975: In den 3 Jahren seit der letzten Messung hat sich einiges verändert. Die im Mittel nahezu um 50 Meter vorgeschobene Gletschergrenze besteht fast durchwegs aus Schnee und zu einem grossen Teil wohl auch aus Firn. Einzig auf Messlinie 8, wo der Gletscher an einer Felskuppe ansteht, hat sich sein Rand nicht verlagert. (W.Rohrer).

76 Griessen (Obwalden)

- 1975: In den 3 Jahren seit der letzten Messung hat sich gesamthaft gesehen nur wenig verändert. Im einzelnen jedoch hat sich der Gletscherrand recht unterschiedlich verhalten. Der bescheidene Vorstoss ergibt sich aus der beträchtlichen Firnanlagerung in der Mulde bei den zwei mittleren Messlinien. Auf den beiden Flanken dagegen ist ein deutlicher Rückgang festgestellt worden (W.Rohrer).

77 Biferten

- 1974: Vermessungsflug durch L+T am 12.9.74. Der angegebene Wert für die Längenänderung ist geschätzt aufgrund des Vergleichs mit der Luftaufnahme vom 28.9.73 (Verfasser).
- 1975: Bei Messpunkt A, der durch einen Hilfspunkt A' versichert wurde, ist der Gletscher um 8 Meter vorgerückt. Der grösste Vorstossbetrag ergab sich bei Punkt D, wo nächstens mit grösseren Abbrüchen aus der 10 - 12 Meter hohen Eisfront zu rechnen ist. Auf die hierdurch bedingte Gefährdung der Wasserfassung 2 wurde bereits in früheren Jahren hingewiesen. Weil sich der Gletscher immer näher an die Terrassenkante schiebt, werden die Messungen von Mal zu Mal wegen immer grösseren Umwegen mühseliger, bei einzelnen Messpunkten wegen abstürzenden Seracs gefährlicher oder gar unmöglich, weil Messpunkt und Gletscherrand unzugänglich geworden sind (W.Wild).

78 Limmern

- 1974: Der tiefste Punkt des tachymetrisch aufgenommenen Zungenendes liegt auf 2242.5 m ü.M., während die mittlere Meereshöhe der vermessenen Strecke mit 2253.8 m ü.M. um 1.5 m tiefer liegt als im Vorjahr. Die Abschmelzung war wiederum auf der weniger verschutteten linken Seite der Zunge stärker als auf der rechten. Sowohl auf dem Gletscher als auch im Vorgelände ist die Winterschneedecke nur zum Teil abgebaut worden, so dass erstmals seit 1967/68 ein - allerdings nur bescheidener - Massengewinn zu verzeichnen ist (VAW - H.Siegenthaler). - Vermessungsflug durch L+T am 12.9.74 (Verfasser).
- 1975: Die angegebene Höhenkote bezieht sich auf den tiefsten Punkt des tachymetrisch aufgenommenen Zungenendes. Die mittlere Meereshöhe der vermessenen Strecke beträgt 2252.5 Meter. Der Vorstoss ist der Schnee- und Firnanlagerung zu verdanken. Infolge der unterdurchschnittlichen Abschmelzung einer ausserordentlich mächtigen Winterschneedecke haben sich auf dem Gletscher beträchtliche Firnrücklagen gebildet. Auch ausserhalb des Gletschers hat ungewöhnlich viel Schnee den ganzen Sommer überdauert. So reichte z.B. in der Nordflanke des Bifertenstocks die Winterschneedecke noch im Herbst bis an den Steilabfall zum Limmernboden (VAW - H.Siegenthaler).

79 Sulz

- 1975: Die Gletscherzunge ist nach wie vor von einer Schuttdecke überzogen (E.Blumer).

80 Glärnisch

- 1975: Die angegebene Höhenkote bezieht sich auf den tiefsten Punkt des Gletscherendes. Ein Tor war nicht erkennbar. Ausser bei den Messpunkten 4a und 4b lag das Gletscherende unter einer 2 - 3 Meter hohen Schneedecke, was bei den Messungen noch nie vorgekommen ist. Die Eisdicke bei Punkt 4a betrug etwa 2.5 Meter (W.Wild).

81 Pizol

- 1975: Die Messung wurde bei gutem Wetter und ohne Behinderung durch Neuschnee von der Basislinie B aus vorgenommen, die stellenweise unmittelbar am Gletscherrand lag. Dieser bestand durchwegs aus hartem Firn, der dem nur stellenweise ausgeaperten Gletscher in einem 30 bis 80 Meter breiten und bis zu 1.5 Meter mächtigen Band angelagert worden war. Die Eisdicke hat nur wenig abgenommen, so dass die prophezeite Zweiteilung des Gletschers sich nicht so bald, wie wir befürchteten, ereignen wird. Auch die beiden Firnflecken im Gletschervorfeld haben in den letzten 2 Jahren zugenommen (W.Suter).

82 Lavaz

- 1975: Die vom Gletscher nicht zugedeckten Messpunkte A, D und E der alten Basislinie wurden neu markiert (A.Sialm).

83 Punteglias

- 1975: Die angegebene Höhenkote gilt für das vorderste, am meisten Wasser führende der 3 Gletschertore. Blankes Gletschereis war wegen der starken Schuttüberdeckung der Zunge ausser bei den Toren nur an wenigen Stellen sichtbar. Durch die starke Abschmelzung ist vor allem der keilförmige Einschnitt in Zungenmitte vergrössert worden. In dessen westlicher Hälfte lag das Vorgelände unter einer Altschneedecke (H.Klöti).

84 Lenta

- 1975: Auf der östlichen Messlinie war nach wie vor eine Messung wegen der starken Schuttüberdeckung nicht möglich. Zudem lag der Gletscher auf dieser Seite unter Winter- und Lawinenschnee. Auf der Westseite ist die Zunge nicht nur kürzer, sondern auch flacher geworden (B.Parolini).

85 Vorab

- 1974: Ein eigentliches Gletschertor ist nicht vorhanden. Der Gletscher wird durch zahlreiche, über das rund 1 Kilometer breite Zungenende verteilte Bachaustritte entwässert (R.Danuser).
- 1975: Weil sowohl die Basislinie als auch das Gletscherende fast vollständig von Altschnee bedeckt waren, konnte die Messung nicht vorgenommen werden (R.Danuser). - Nach der vorliegenden Meldung und aufgrund des allgemeinen Zustandes sowie des Verhaltens der Zunge in den Vorjahren ist der Gletscher den stationären zugeordnet worden (Verfasser).

86 Paradies

- 1974: Die Lageänderung des durch einen Polygonzug ab Punkt A erfassten Gletscherrandes ist graphisch auf 30 je 10 Meter voneinander entfernten Messlinien ermittelt worden. Auf die Messungen bei Punkt GL 152 musste verzichtet werden (O.Hugentobler).
- 1975: Bei Messpunkt GL 152 hat der Gletscher innert zweier Jahre 26.7 Meter an Breite und 11.3 Meter an Mächtigkeit verloren. Das wie üblich mittels Polygonzug vermessene Gletscherende ist durch eine nur teilweise abgeschmolzene Schneewächte vor starker Abschmelzung verschont geblieben. Bereits in den nächsten Jahren ist jedoch wiederum mit hohen Schwundbeträgen zu rechnen, wenn durch die bestehende Einschnürung in etwa 2600 m ü.M. die dünne Eiszunge im Talboden vom Gletscher völlig abgetrennt und durch den grossen Schmelztrichter unterhalb Punkt GL 152 in zwei Toteislappen zerteilt wird. An dieser Stelle hat die Eisdicke während der letzten 6 Jahre um durchschnittlich 5 Meter/Jahr abgenommen (O.Hugentobler).

87 Suretta

- 1974: Die Lageänderung des durch einen Polygonzug ab Punkt GL 166 erfassten Gletscherrandes ist graphisch auf 12 je 10 Meter voneinander entfernten Messlinien ermittelt worden (O.Hugentobler).
- 1975: Das wie üblich mittels Polygonzug vermessene Gletscherende bestand durchwegs aus Firn und Lawinenschnee, die gegeneinander nicht klar abzugrenzen waren. Der Eisrand ist - wenn überhaupt - sicher bei weitem nicht um den in der Tabelle angegebenen Betrag vorgestossen (O.Hugentobler).

88 Porchabella

- 1975: Das wie bisher durch Polygonzug vermessene Zungenende zeigt kein ausgesprochenes Tor. Die angegebene Höhenkote bezieht sich auf den tiefstgelegenen der 5 Wasseraustritte. Der Gletscherrand ist dünn und stark unterhöhlt (F.Juvalta).

89 Verstankla

- 1974: Im angegebenen Wert für die Längenänderung ist das Ergebnis der Messlinie bei dem durch Lawinen verschütteten Punkt P 3 (Vorstoss 28 m, infolge Schneeanlagerung) nicht berücksichtigt worden. Durch diese Lawinenablagerung ist der rasche Rückzug auf der linken Seite des Gletschers abgebremst worden. Die beiden neuen Gletschertore liegen auf etwa 2400 m ü.M. rund 40 Meter höher und näher am Silvrettagletscher als das alte, im Verschwinden begriffene Tor (J.Stahel).
- 1975: Der Gletscher konnte bei guten Wetter- und Schneeverhältnissen begangen werden. Im Gegensatz zu den letzten Jahren war die ganze Zunge schneefrei. Auch die Lawinenablagerungen des Vorjahrs auf der Südseite waren weggeschmolzen. Demzufolge liess sich auch bei Punkt 3 eine einwandfreie Messung vornehmen. Einzig bei Punkt 2, wo wegen der Geländeversteilung dauernd Moränenmaterial abrutscht, war der Gletscherrand nicht deutlich sichtbar. Aus dem gleichen Grunde entströmt der Bach nicht mehr einem Eisgewölbe, sondern dem vorgelagerten Moränenschutt. Infolge der warmen Witterung im September dürfte sich der Vorstossbetrag vom Stichtag bis zum Winteranfang etwas verringert haben (J.Stahel).

90 Silvretta

- 1974: Für den tiefsten Punkt des tachymetrisch aufgenommenen Gletscherendes hat sich eine Kote von 2428.4 m ü.M. ergeben. Die mittlere Meereshöhe der vermessenen Strecke beträgt 2458.8 m. Die Zunge ist nicht nur länger, sondern auch um 4 m breiter geworden. Die Winterschneedecke ist sogar am Zungenende stellenweise erhalten geblieben, in den höheren Lagen nur an exponierten Stellen ganz abgeschmolzen. Dementsprechend hat die Masse des Gletschers deutlich zugenommen (VAW - H.Siegenthaler).

- 1975: Die angegebene Höhenkote bezieht sich auf den tiefsten Punkt des tachymetrisch aufgenommenen Zungenendes. Die mittlere Meereshöhe der vermessenen Strecke beträgt 2459.2 Meter. Der Vorstoss ist zum guten Teil dem in den beiden letzten Jahren vor allem auf der nördlichen Seite dem Gletscher angelagerten Firn und Schnee zu verdanken. Gletscher und Umgelände waren durchwegs noch stärker eingeschneit als im Vorjahr. Aperes Eis oder ältere Firnschichten traten nur an wenigen stark exponierten Stellen zutage. In der Nähe des Silvrettapasses betrug die Schneehöhe 3 bis 4 Meter (VAW - H.Siegenthaler).

91 Sardona

- 1975: In den 3 Jahren seit der letzten Messung hat der Gletscher durchwegs vorgestossen. Somit werden die vom Eis überfahrenen Messpunkte 1 und 3 weiterhin unbrauchbar bleiben. Sie sind deshalb behelfsmässig durch neue Punkte ersetzt worden. In diesem vordersten Bereich und ebenso bei Punkt 4 ist das Zungenende von frisch aufgeschobenen Moränenwällen umsäumt, die neuerdings auch Messpunkt 2 zu verschütten drohen. Daselbst wird der Vorstoss dadurch augenfällig, dass das Eis seit der letzten Messung eine 6 bis 7 Meter tiefe Felsrinne aufgefüllt hat. Zwischen Punkt 2 und 4 haben die grossen Blöcke des in den Dreissigerjahren erfolgten Bergsturzes den Gletscherrand erreicht. Es wird noch einige Jahre dauern, bis der Gletscher sich ihrer entledigt hat. Bei Punkt 3 stürzen sie mit dem abbrechenden Eis über die Felskante bei der Messmarke hinab ins Vorgelände. Wegen der starken Schuttüberdeckung konnte nicht sicher festgestellt werden, ob der Sturzkegel mit dem Gletscher zusammenhängt. Um von Punkt 2 zu Punkt 3 zu gelangen, musste im Gegensatz zu früheren Jahren der Gletscher bestiegen werden. Dabei stellten wir Querspalten und eine Einsenkung der Oberfläche fest, die wir als Anzeichen einer Ablösung der vordersten Zungenpartie vom rückwärtigen Teil gedeutet haben. In diesem Bereich ist der Vorstoss wohl eher auf Rutschungserscheinungen zurückzuführen als auf ein allgemeines Wachstum des Gletschers, wofür keine Anzeichen festzustellen waren. Anders verhält es sich bei den Messpunkten 5 und 6, wo die Zunge durch Firnanlagerung um 11 bzw. 30 Meter verlängert worden ist. Ausserdem blieben dort ähnlich grosse, mit dem Gletscher zusammenhängende Schneezungen liegen wie im Herbst 1967 (W.Suter).

92 Roseg

- 1974: Die Messung wurde von der Basis 1945 aus vorgenommen. Seit jenem Jahr ist die Zunge um rund 1100 Meter, d.h. um durchschnittlich 37 Meter im Jahr kürzer geworden. Der aussergewöhnlich starke Rückzug im Berichtsjahr ist auf den Umstand zurückzuführen, dass die dem Gletscher vorgelagerte Eismasse bis auf einen inselförmigen Rest im See verschwunden ist. Demzufolge ist nunmehr das eigentliche Zungenende für die Messung zugänglich geworden. Die Zunge steigt jetzt steil an und nimmt an Mächtigkeit rasch zu, so dass für die nächsten Jahre mit kleineren, eher dem Gleichgewichtsverhältnis Fliessgeschwindigkeit/Abschmelzung als dem Zufall entsprechenden Aenderungen zu rechnen ist (O.Bisaz).

- 1975: Die Messung wurde bei etwa 20 Zentimetern Neuschnee und gefrorenem See von der Basis 1945 aus vorgenommen (O.Bisaz).

93 Tschierva

- 1974: Messung von der Basis 1957 aus bei wenig Schnee. Die sehr stark aufgewölbte und steile Gletscherstirn schiebt einen grossen Moränenwall vor sich her. Sie ist

auf allen Messlinien sehr stark vorgerückt (42 bis 80 m). Im Vorfeld ist altes Holz zu finden, das bei einem früheren Vorstoss vom Gletscher überfahren wurde (O.Bisaz).

- 1975: Die Messung wurde bei etwa 20 Zentimetern Neuschnee von der Basis 1957 aus vorgenommen (O.Bisaz).

94 Morteratsch

- 1974: Messung von der Basis 1954 aus. Das 1973 neu gebildete Gletschertor am Fusse der rechten Seitenmoräne ist grösser geworden. Rund 100 Meter weiter westlich, zwischen den Punkten 60 W und 100 W befindet sich ein weiterer Wasseraustritt. Beim trockengelegten früheren Tor ist ein grosser Einsturz erfolgt (O.Bisaz).
- 1975: Die Messung wurde von der Basislinie 1954 aus vorgenommen. Das Gletschertor an der rechten Seitenmoräne war nicht mehr vorhanden. Im westlichen Teil der Zungenfront ist viel Eis abgebrochen (O.Bisaz).

95 Calderas

- 1974: Messung durch Revierförster H.Gschwend, Champfèr, von der Basis 1954 aus, bei stark verwehtem Neuschnee (O.Bisaz).
- 1975: Die auf Ende Oktober angesetzte Messung konnte wegen zu ausgiebigen Neuschneefällen nicht vorgenommen werden (O.Bisaz).

96 Tiatscha

- 1974: Der mittlere Teil der Zunge hat sich, ohne abzubrechen, um rund 60 Meter über die Felsstufe herunter auf die vorgelagerten Sturzkegel vorgeschoben. Auf den seitlichen, an die Abbruchfront hinführenden Messlinien ist der Gletscherrand stationär geblieben (J.Könz). - Man könnte die nunmehr angelagerten Sturzkegel zum Gletscher rechnen, wobei sich für die letzten 2 Jahre ein Vorstoss von schätzungsweise 50 - 60 Metern pro Jahr ergäbe (Verfasser).
- 1975: Der vorstossende Eislappen in der Zungenmitte hat sich mit tatzenförmig aufgewölbter Stirn weiter vorgeschoben über den Sturzkegel, der mangels grösserer Eisstürze etwas kleiner geworden ist (J.Könz).

97 Sesvenna

- 1974: Trotz Neuschnee war der Gletscherrand gut zu erkennen. Auf der Ostseite hat der Gletscher an Mächtigkeit stark abgenommen, so dass dort in den nächsten Jahren mit raschem Schwund zu rechnen ist (L.Rauch).
- 1975: Durch die Verschiebung ihres Anfangspunkts (um 41.5 m) und die Schwenkung ihrer Richtung (um + 20°) wurde die Basislinie näher an das Gletscherende verlegt. Das im Mittel nahezu stationäre Verhalten ergibt sich aus geringfügigem Vorstoss (3 bis 4.5 m) auf der linken Seite und in der Mitte, das durch ebenso geringfügigen Schwund auf der rechten Seite ausgeglichen wird (L.Rauch).

98 Lischana

- 1974: Wegen des frühen Einwinterns unterblieb die Messung. Anlässlich eines Besuchs im Sommer gewann ich den Eindruck, dass wegen der geringen Eismächtigkeit am Zungenende in nächster Zeit eher ein Schwinden als ein Vorstossen des Gletschers zu erwarten ist (L.Rauch).
- 1975: In den letzten 2 Jahren hat sich das Gletscherende stark verändert. Wegen der geringen Eisdicke ist es an einigen Stellen ausserordentlich stark zurückgeschmolzen, am meisten hinter dem Felskopf auf der linken Seite. Stellenweise war die Gletschergrenze durch Firn und Altschnee verdeckt und konnte nicht genau geortet werden (L.Rauch).

99 Cambrena

- 1975: Die Radialspalten am Zungenende sind verschwunden. Dafür haben sich auf der linken Seite, wo der Gletscher an einer steilen, plattigen Felswand endet, grosse Längsspalten geöffnet. Offensichtlich schickt sich der vorstossende Gletscher an, seinem früheren Weg durch das Haupttal zu folgen (A.Godenzi). - Vergleicht man die Messung 1975 mit jener von 1971, bei der letztmals sämtliche Linien nachgemessen wurden, ergibt sich ein Vorstoss von 11 Metern in 4 Jahren (Verfasser).

100 Palü

- 1975: Die Messung konnte trotz einer 30 bis 50 Zentimeter starken Neuschneelage durchgeführt werden. Der Bach war bereits vollständig zugefroren. Der Vorstoss ist unverkennbar angezeigt durch die starke Anschwellung und teilweise Zerklüftung des früher ausflachenden Zungenendes, das einen ansehnlichen Wall aus aufgeschürftem Moränenmaterial vor sich herschiebt. An der rechtsseitigen Abbruchfront ereigneten sich am Messtag zwei kleinere Eisstürze (A.Colombo).

102 Forno

- 1975: Die angegebene Höhenkote bezieht sich auf das westliche Gletschertor. Das östliche liegt 20 Meter höher. Auf der Westseite war die Gletschergrenze durch ein 10 bis 30 Meter breites Band angelagerten Schnees verdeckt, dürfte hier also annähernd stationär geblieben sein. Der Gletscher ist eindeutig nicht vorgestossen. Die mittlere Längenänderung ist aus den Ergebnissen der östlichen Messlinien (E 60 bis E 140) berechnet worden (O.Bisaz).

103 Bresciana

- 1975: Die Messung musste wegen verfrühten Schneefalls wiederum ausgelassen werden (F.Viviani).

104 Basodino

- 1974: Vermessungsflug durch L+T am 13.9.74. Der angegebene Wert für die Längenänderung ist geschätzt aufgrund des Vergleichs mit der Luftaufnahme vom 6.9.73 (Verfasser).
- 1975: Causa la stagione inclemente la misurazione del Basodino era eseguita da noi con notevoli difficoltà. L'attuale linea di misurazione eseguita nel 1968 dall'Ing. Pohl non è più utilizzabile percui dovremo eseguire ex novo una nuova rete dei punti (G.Ciseri). - Vermessungsflug durch L+T am 9.10.75 (Verfasser).

105 Rossboden

- 1974: Messung durch Revierförster P.Dorsaz (M.Peter).
- 1975: Die Messung wurde durch Revierförster P.Dorsaz in Begleitung von H.Müller, Assistent am Geographischen Institut der Universität Zürich, durchgeführt (M.Peter). - Vermessungsflüge durch V+D am 2.10.75 und durch L+T am 6.10.75 (Verfasser).

106 Mittelaletsch

- 1974: Messung durch U.Spring, Spiez. Das untere Gletschertor ist um eine Strecke von rund 120 Metern talwärts verlegt worden (VAW - H.Widmer). - Vermessungsflug durch L+T am 13.9.74 (Verfasser).

107 Bis

- 1974: Vermessungsflug durch V+D am 13.9.74. Das in breiter Front abbrechende Zungenende ist vor allem im Bereich der tief eingeschnittenen seitlichen Felsrinne deutlich vorgerückt, auf den Felsköpfen im mittleren Teil dagegen etwas zurückgewichen. Der anhand der Luftbilder gewonnene Eindruck, dass der Gletscher im Vorstossen begriffen sei, ist durch mündlich mitgeteilte, im Gelände gemachte Beobachtungen des Betriebspersonals der Kraftwerke Grande Dixence, Sitten, bekräftigt worden (Verfasser).

- 1975: Vermessungsflug durch V+D am 2.10.75. Das über seine ganze Breite als Abbruchfront ausgebildete Zungenende ist nahezu stationär geblieben. Einzig die auf beiden Flanken in die grabenartigen Felsschluchten herunterhängenden Eislappen haben sich deutlich aufgewölbt und vorgeschoben (Verfasser).

109 Alpetli

- 1974: Der Rückzug von 3.5 Metern bei Messpunkt C ist durch Eisabbrüche bedingt. Bei den übrigen Messtellen blieb der Gletscher mit Aenderungen von + 0.5 bzw. + 0.8 Metern praktisch stationär, wie es seinem gegenwärtigen allgemeinen Verhalten entsprechen dürfte (U.Vogt). - Die im Sommer 1973 vom Geographischen Departement der Universität Glasgow gemachten terrestrischen Vermessungen und von der L+T erstellten Luftbilder sind im Rahmen einer Diplomarbeit durch Miss D.Hunter zu einer mehrfarbigen topographischen Karte verarbeitet worden. Darauf sind die Gletscherzunge und das Vorfeld durch Höhenkurven (Aequidistanz 5 m) im Massstab 1:5000 dargestellt (Verfasser).

110 Lötschberg

- 1974: Vermessungsflug durch L+T am 13.9.74. Auf den vom Balmhorngletscher aufgenommenen Luftbildern ist nur der ausflachende Westflügel der Zunge sichtbar, der deutlich zurückgeschmolzen ist. Ob dies auch für den vorgewölbten mittleren Teil im Bereich der steilen Felsrinne gilt, lässt sich anhand dieser Unterlagen nicht feststellen (Verfasser).

111 Ammerten

- 1975: Der Vorstoss ist zur Hauptsache durch angelagerten Firn und Altschnee bedingt. Der Eisrand dürfte sich nur unbedeutend verlagert haben. Am Stichtag waren erst der zentrale Teil der von Winterschnee noch völlig umrahmten Zunge und die Spaltenzone ausgeapert (E.Hodel).

114 Plattalva

- 1974: Das Zungenende lag am Messdatum unter einer meterhohen Winterschneedecke und dürfte sich demzufolge kaum verlagert haben (VAW - H.Siegenthaler). - Vermessungsflug durch L+T am 12.9.74 (Verfasser).

- 1975: Der Vorstoss ist zum guten Teil durch die Anlagerung von Firn und Schnee zustandegekommen (VAW - H.Siegenthaler).

117 Valleggia

- 1974: Stabilito nuova linea di base, marcata con spinotti di ottone No. GL 172 e 173 (G.Viglezio).

- 1975: I punti GL 172 e A non sono reperibili perchè coperti dal nevaio 1974/75. Le nuove distanze si riferiscono al ghiacciaio scoperto, il quale si prolunga però sotto il nevaio, il quale ne provoca un sicuro aumento, valutabile in almeno 10 metri di media (G.Viglezio). - Vermessungsflug durch L+T am 8.10.75 (Verfasser).

118 Val Torta

- 1975: Ghiacciaio scoperto ridotto a ca. 10 m^2. Innevamento eccezionale con occultamento dei punti B, B 1, C 1 e A 2 (nuovo). Fine nevaio 1974/75 ca. 50 metri sotto linea base. Chiazza di neve sporca presso A sta trasformandosi in ghiaccio. Presumibile avanzata media ca. 20 metri (G.Viglezio). - Vermessungsflug durch L+T am 8.10.75 (Verfasser).

119 Cavagnoli

- 1975: Vermessungsflug durch L+T am 9.10.75. Die Wiederaufnahme des Gletschers ins reguläre Beobachtungsnetz der Gletscherkommission wird geprüft (Verfasser).

120 Corno

- 1974: Nach jahrzehntelangem Unterbruch sind durch Forstingenieur G.Viglezio, Faido, die Messungen am Cornogletscher wieder aufgenommen worden. Die Messbasis im Bereich des am weitesten hinunterreichenden östlichen Zungenlappens ist durch die Messingbolzen GL 174 und 175 versichert worden (Verfasser).

- 1975: Punti GL 174 et 1/2 introvabili causa nevaio 1974/75 la cui estensione è notevolmente aumentata. Schizzo del ghiacciaio pulito conferma avanzamento ca. 10 metri. Parte sotto nevaio incontrollabile. Caduta sassi e blocchi di ghiaccio (G.Viglezio).
  - Vermessungsflug durch L+T am 8.10.75 (Verfasser).

4. BILDTEIL

4.1 BILDFOLGE DES 95. BERICHTS - BILDLEGENDEN

11 Unteraargletscher am 18. September 1970. Ausschnitt aus Luftbild Nr. 5225 der V+D. Blick nach Westen zum Finsteraarhorn (4273.8 m ü.M.). Links davon das Aletschhorn, rechts Grindelwaldner Fiescherhörner, darüber die Jungfrau, dann Mönch, Eiger und Lauteraarhörner. Der in einem Längstal im Scheitel des Aarmassivs ostwärts zum Grimselsee (unten links) fliessende Unteraargletscher ist mit 14 Kilometer Länge der grösste Gletscher im Einzugsgebiet des Rheins und - zusammen mit dem Mer de Glace - der grösste auf der Alpennordseite. Dank seiner geringen, gleichmässigen Neigung und dementsprechend schwachen Zerklüftung ist er unter den Gletschern des Berner Oberlandes eine Ausnahmeerscheinung. Wegen seiner regelmässigen Gestalt und leichten Begehbarkeit ist er schon in den vierziger Jahren des 19. Jahrhunderts durch Agassiz und seine Mitarbeiter als einer der ersten Alpengletscher vermessen und eingehend untersucht worden. Er wird auch heute noch von den Glaziologen zur Erprobung neuer Messmethoden immer wieder besucht. Die Namen einiger Gipfel und Sättel in der Umgrenzung, wie Studerhorn, Scheuchzerhorn, Escherhorn, Hugisattel und Agassizhorn, erinnern an schweizerische Pioniere in der Erforschung der Gletscherwelt. Als erste Unterkünfte dienten Felsblöcke auf den Mittelmoränen des Gletschers. Berühmt geworden sind das "Hôtel des Neuchâtelois" von Agassiz und der "Hugiblock", der sich heute am Gletscherende befindet. Das frühere Pavillon Dollfuss stand am Platz der heutigen Lauteraarhütte. Seit gut 50 Jahren werden durch das Büro Flotron, Meiringen, im Auftrag der Kraftwerke Oberhasli AG mehrere Querprofile und seit 1968 auch das Längsprofil jeden Herbst genau vermessen. Die hellen Gesteinszonen längs des Gletschers und in den seitlichen Gletscherkaren lassen das Ausmass des Schwundes seit dem Gletscherhochstand um 1850 deutlich erkennen.

12 Klimastation Moosfluh am Grossen Aletschgletscher. Um die klimatologischen Verhältnisse im unteren Teil des Aletschgletschers zu erfassen, hat die VAW der ETHZ in 2170 Metern ü.M. am Fusse des Bettmerhorns eine Wetterstation mit automatischer Registrierung von Lufttemperatur, Feuchtigkeit, Niederschlag, Windgeschwindigkeit und Strahlung eingerichtet. Sie ist seit 1972 in Betrieb. Die Schneeverhältnisse zur Zeit der Aufnahme lassen die in rund 2400 Metern ü.M. den Hang des Bettmerhorns in halber Höhe nahezu horizontal querende Seitenmoräne des späteiszeitlichen Gletschers (sog. Daunstadium) besonders gut erkennen. In der Hocheiszeit reichte das Eis bis zur obersten Gratschulter (rechts), wo die Gletscherschliffgrenze in 2700 Metern verläuft. Damals war vom Bettmerhorn und vom Eggishorn (hinten) nur die als Felsinsel (Nunatakker) zwischen Aletschgletscher und Rhonegletscher aufragende Gipfelpartie sichtbar. Der links im Bild sichtbare Teil des heutigen Gletschers liegt knapp über 2000 Meter, rund 100 Meter tiefer als vor 120 Jahren. Aufnahme E.Isenschmid, VAW, 16. Mai 1973.

13 Tiatschagletscher am 23. September 1972. Aufnahme H.Könz, Zernez.

14 Tiatschagletscher am 13. September 1974. Der mittlere Zungenlappen hat sich in zwei Jahren um rund 60 Meter über die angelagerten Sturzkegel verschoben. Aufnahme H.Könz, Zernez.

15 Eigergletscher von Nordwesten am 12. September 1969. Ausschnitt aus Luftbild Nr. 759 der V+D. Ganz hinten das Finsteraarhorn, davor die Grindelwaldner Fiescherhörner. Aus dem hochgelegenen Firnkar zwischen den markanten Gipfeln von Eiger und Mönch fliesst, rutscht und stürzt der in wilde Séracs aufgebrochene Eigergletscher durch eine steile, gestufte Rinne und über eine ebenso steile Felsentreppe in den hintersten Teil des Trümmeltales herunter. Bei einer Horizontalerstreckung von 3 Kilometern beträgt seine durchschnittliche Neigung etwas über 50 Prozent. In mancher Hinsicht, auch in bezug auf die starke Zerschrundung und die geringe Schuttbedeckung, ist er ein gegensätzliches Beispiel zum Unteraargletscher. Spuren spät- und nacheiszeitlicher Gletscherstände sind in der unteren Bildhälfte beidseits des Fallbodenhubels zu erkennen. Im Vordergrund links Kleine Scheidegg.

4. ILLUSTRATIONS PHOTOGRAPHIQUES

4.1 ILLUSTRATIONS DU 95e RAPPORT - LEGENDES

11 Glacier inférieur de l'Aar le 18 septembre 1970. Détail du cliché aérien No. 5225 de V+D. Vue vers l'ouest en direction du Finsteraarhorn (4273.8 m). A gauche l'Aletschhorn, à droite les Grindelwaldner Fiescherhörner et (à l'arrière-plan) la Jungfrau, puis le Mönch, l'Eiger et les Lauteraarhörner. Le Glacier inférieur de l'Aar, situé dans une vallée longitudinale à l'intérieur du massif de l'Aar se dirige vers l'est vers le Grimselsee; avec 14 kilomètres de longueur il est le plus long du bassin du Rhin et - avec la Mer de Glace - le plus long du versant nord des Alpes. Par sa pente faible et assez uniforme, et par sa surface peu crevassée, il constitue un phénomène particulier parmi les glaciers de l'Oberland bernois. Vu sa forme régulière et la facilité de son accès, il a été un des premiers étudiés et mesurés par Agassiz et ses collaborateurs dans les années quarante du siècle dernier; aujourd'hui encore il est choisi par les glaciologues comme terrain d'essais de méthodes nouvelles de mesure. Les noms des sommets et cols environnants tels que Studerhorn, Escherhorn, Hugisattel et Agassizhorn rappellent les noms des pionniers suisses de l'étude des glaciers. Leurs premiers abris furent constitués par des rochers de la moraine médiane parmi lesquels on connaît en particulier l'Hôtel des Neuchâtelois d'Agassiz et le Hugiblock qui se trouve aujourd'hui à l'extrémité du glacier. L'ancien Pavillon Dollfuss se trouvait sur l'emplacement actuel de la cabane du Lauteraar. Depuis au moins 50 ans le Bureau de mensurations A.Flotron à Meiringen exécute chaque automne des mesures de profils transversaux et (dès 1968) longitudinaux pour le compte des Forces motrices de l'Oberhasli SA. Les roches claires le long du lit glaciaire montrent nettement l'ampleur du retrait depuis le maximum de 1850.

12 Station climatologique de Moosfluh au Grand glacier d'Aletsch, installée par VAW à 2170 mètres au pied du Bettmerhorn pour l'étude des conditions climatiques; il s'y trouve un enregistreur automatique de la température, de l'humidité, des précipitations, de la vitesse du vent et du rayonnement; elle fonctionne depuis 1972. Vu l'enneigement à la date de la photo, on reconnaît particulièrement bien à environ 2400 mètres sur le versant du Bettmerhorn la moraine latérale quasi horizontale de l'ancien glacier (stade du Daun). Lors des grandes glaciations, la glace montait jusqu'à l'épaulement supérieur (à droite) où la limite des stries se situe vers 2700 mètres; le massif du Bettmerhorn et de l'Eggishorn (au fond à droite) n'était alors qu'un îlot rocheux (nunatak) émergeant entre les glaciers d'Aletsch et du Rhône. La partie du glacier actuel visible à gauche se trouve tout juste à 2000 mètres, environ 100 mètres plus bas qu'il y a 120 ans. Photo E.Isenschmid, VAW, 16 mai 1973.

13 Glacier de Tiatscha le 23 septembre 1972.

14 Glacier de Tiatscha le 13 septembre 1974. L'éperon médian de la langue terminale s'est avancé en deux ans d'environ 60 mètres sur le cône de débris antérieur. Photos H.Könz, Zernez.

15 Glacier de l'Eiger vu du nord-ouest le 12 septembre 1969. Détail de la photo aérienne No. 759 de V+D. A.l'arrière-plan le Finsteraarhorn et devant lui les Fiescherhörner de Grindelwald. De la combe glaciaire située entre les sommets proéminents de l'Eiger et du Mönch, le Glacier de l'Eiger s'écoule, dégringole et glisse en une masse de séracs dans un couloir très raide, puis le long d'un vaste escalier rocheux jusqu'au haut du Trümmeltal. Sur un parcours horizontal de 3 kilomètres, la pente moyenne s'élève à 50 pourcent. A plus d'un titre, et en particulier en ce qui concerne le crevassement intense et la faible couverture de débris rocailleux de sa surface il est l'image opposée de celle du Glacier de l'Aar inférieur. Au bas de la photo, on reconnaît des traces des anciens emplacements du glacier de part et d'autre du Fallbodenhubel. Au premier plan à gauche, la Petite Scheidegg.

4.2 BILDFOLGE DES 96. BERICHTS - BILDLEGENDEN

11 Grosser Aletschgletscher am 11. September 1976. Aufnahme H.Widmer, VAW.
Die Ansicht von der Belalp zeigt unten das in der Massaschlucht auf 1506 Meter ü.M. auskeilende Zungenende. Dessen Schuttbedeckung stammt zur Hauptsache von der Mittelmoräne zwischen dem orographisch rechts vom Grossen Aletschfirn und dem links vom Jungfraufirn herunterfliessenden Eis. Der vom Ewigschneefeld gespiesene dritte Teilstrom keilt am rechten Bildrand am Fuss des Bettmerhorns etwa 2 Kilometer oberhalb des Gletscherendes aus. Vor dem gleichförmigen Moränenhang links neben der Bildmitte erkennt man eine rund 10 Hektaren grosse Sackung, die sich innerhalb der letzten 15 Jahre am Ausgang des sogenannten Tälli als Folge des starken Gletscherschwundes vollzogen hat. Sie ist hinten begrenzt durch die gefurchte Felswand, an deren Fuss der Triestbach zum Gletscher hinunter fliesst. Die vordere Begrenzung, die tiefeingeschnittene Schlucht des Oberaletschbachs, wird durch den vom Gletscherende aufsteigenden Felsgrat verdeckt. Sie ist auf den Bildern 12 bis 17 deutlich zu sehen, in denen einige markante Stadien des Sackungsvorgangs festgehalten sind. Das oberhalb der Sackung in rund 1910 Meter ü.M. durch einen Seitenwall scharf begrenzte helle Moränenband an der rechten Talseite zeigt die Gletscherhochstände des 17. und 19. Jahrhunderts an. Seit damals hat sich die Gletscheroberfläche im Bereich der Sackung um mehr als 200 Meter abgesenkt. Am Horizont rahmen Strahlhorn und Eggishorn den Taleinschnitt des Märjelensees ein.

12 bis 17 Felsversackungen am Grossen Aletschgletscher.

12 Sackungen Tälli und Aletschwald am 4. Oktober 1965. Ausschnitt aus Luftbild Nr. 3825 der L+T.

13 Sackung Tälli am 26. September 1967. Ausschnitt aus Luftbild Nr. 3960 der L+T.

14 Sackung Tälli am 21. September 1970. Ausschnitt aus Luftbild Nr. 1577 der L+T.

15 Sackung Tälli am 8. Oktober 1975. Ausschnitt aus Luftbild Nr. 6630 der L+T.

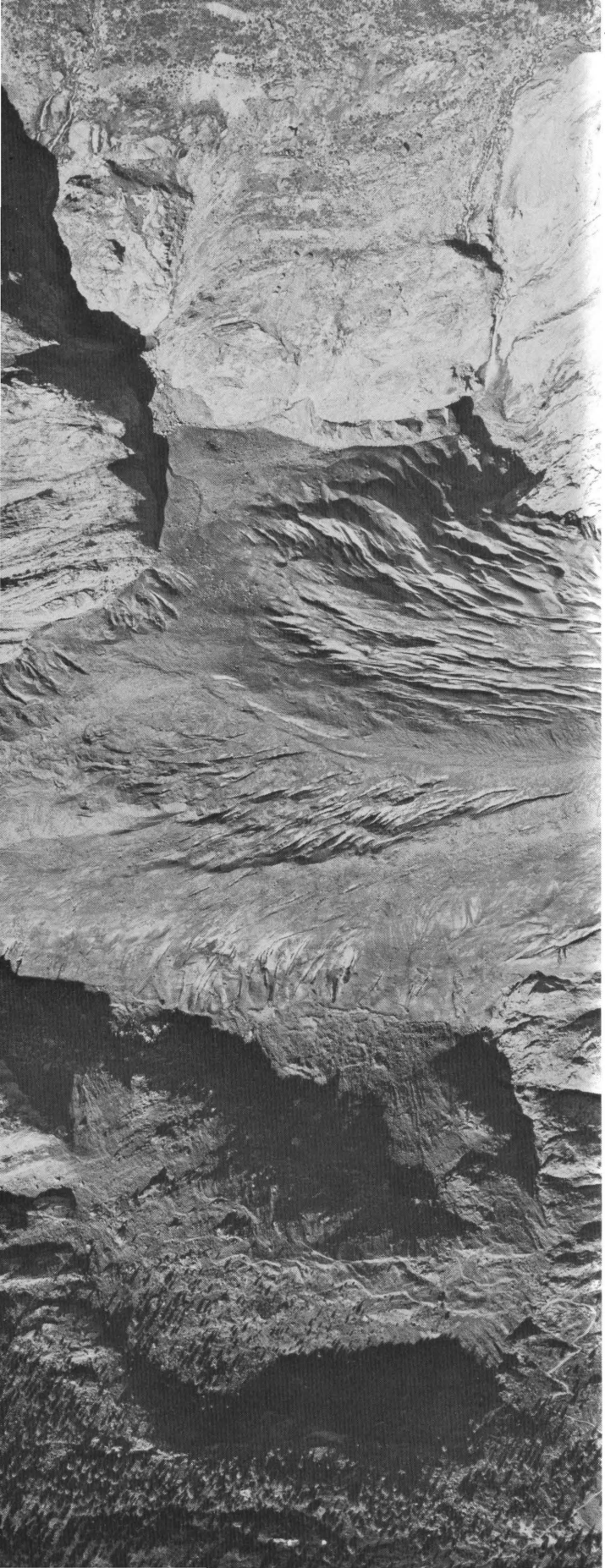
16 Sackung Tälli am 11. Oktober 1967. Aufnahme H.Widmer, VAW.

17 Sackung Tälli am 15. Juli 1975. Aufnahme M.Aellen, VAW.

Das Landschaftsbild der Schweiz ist infolge der wiederholten landesweiten Vergletscherung während der Eiszeit in hohem Masse durch Gletscher gestaltet oder umgestaltet worden. Bekannte Erscheinungen wie Rundhöcker, Gletscherschrammen, Findlinge, Moränenwälle usw. sind verbreitete Zeugnisse ihres aktiven Einwirkens auf die Umgebung. Dass sie auch eine passive Rolle bei der natürlichen Gestaltung der Erdoberfläche spielen können, hat uns die Natur in einem Beispiel am Aletschgletscher vorgeführt. Zu Beginn des letzten Jahrzehnts stellte unser Mitarbeiter H.Widmer fest, dass ein 1954 am Ausgang des Tälli für die jährliche Gletschervermessung aufgestelltes Stahlrohrstativ sich samt seinem felsigen Untergrund verschoben hatte. 1966 hatte sich zuoberst im Steilhang zwischen Triest- und Oberaletschbach über die ganze Breite von rund 350 Meter eine Abrissspalte geöffnet, durch die der Triestbach dem Oberaletschbach zugeleitet wurde. Abschalungen und Felsausbrüche an der innert weniger Jahre ausgeaperten Felswand am Hangfuss waren weitere Anzeichen gestörter Stabilitätsverhältnisse in der vom Eisdruck verhältnismässig rasch entlasteten, stark unterschnittenen und zudem vom Triestbach vernässten Talflanke, die mit zunehmender Steilheit von der am oberen Rand der Luftbilder gerade noch sichtbaren Seitenmoräne zum Gletscher abfällt. Der im Herbst 1965 (Bild 12 oben) scheinbar noch völlig ungestörte, vom Triestbach in der Fallinie durchflossene Hang zeigt 2 Jahre später (Bilder 13 und 16) eine von Rissen und Spalten durchsetzte, grösstenteils noch kompakte Oberfläche, die an der Abrisskante deutlich abgesenkt ist. Diese Absenkung und der vollständige Zerfall des ursprünglich massigen und standfesten Kristallingesteins an der Mündung des mittlerweilen umgeleiteten Triestbachs zeigen, dass die Sackung bereits in vollem Gang ist. Das in etwa halber Höhe des Hangs aufgestellte

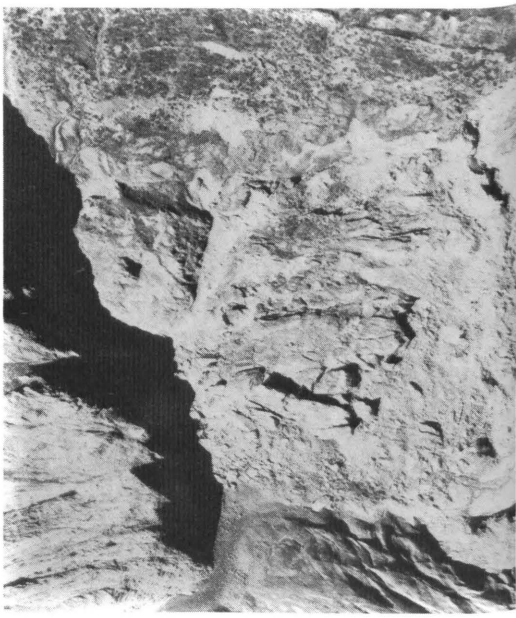
Stativ war zu diesem Zeitpunkt um fast 6 Meter von seiner Ausgangslage abgerückt, aber nur um 14 Zentimeter abgesunken. In den folgenden 11 Monaten verschob es sich um weitere 4 Meter und senkte sich gleichzeitig um 1 Meter. Ein Jahr später war es verschwunden. Die gegen den Oberaletsch und hangaufwärts fortschreitende Zertrümmerung hatte 1970 (Bild 14) den Fuss und die rechte Randpartie der Sackungsmasse erfasst. Der Triestbach folgte wieder seinem normalen Lauf in der Fallinie des Hanges. Mit der völligen Auslöschung der ursprünglichen Oberflächenstrukturen und dem Verschwinden der Vegetation dürfte 1975 (Bilder 15 und 17) die Endphase des Sackungsvorgangs erreicht worden sein. In einigen Jahren wird sich der wirre Trümmerhaufen in der charakteristischen hufeisenförmigen Ausbruchnische kaum noch unterscheiden von der wesentlich älteren, in der unteren Hälfte von Bild 12 am Rande des Aletschwaldes erkennbaren Sackung. Diese liegt ebenfalls innerhalb des vom Gletscher seit etwa 1850 freigegebenen Gebiets, das sich durch die hellere Farbe des jungen Birken- und Lärchenbewuchses vom dunkleren Bereich des alten Arvenwaldes abhebt. Diese alte Sackung dürfte sich spätestens im Hochmittelalter bei dem durch Holzfunde nachgewiesenen oder bereits bei einem früh- oder vorgeschichtlichen Tiefstand des Aletschgletschers ereignet haben. Ausser den beiden hier vorgestellten, besonders spektakulären Beispielen sind im Aletschgebiet noch zahlreiche weitere, vermutlich durch Gletscherveränderungen bedingte Versackungen und Verstellungen unterschiedlichen Alters und Ausmasses zu finden. Gewisse Anzeichen lassen vermuten, dass die Sackung Tälli im Bereich einer älteren Verstellung erfolgt ist.

18 Gornergletscher am 15. Juli 1974. Aufnahme W.Haeberli, VAW.
Von der Dufourspitze aus ist deutlich zu erkennen, dass der vom Grenzgletscher gespiesene Hauptstrom aus hellerem Eis besteht als etwa der von rechts zufliessende Gornergletscher. Temperaturmessungen in einem 180 Meter tiefen Bohrloch im "weissen" Eis des Grenzgletschers ergaben durchwegs Werte um 2.5° C unter Null, welche zeigen, dass der Gletscher an der rund 2600 m ü.M. gelegenen Messstelle kalt ist. Dies widerspricht der bisher verbreiteten Ansicht, dass Alpengletscher unterhalb des Bergschrundes durchwegs temperiert seien, d.h. keine tieferen als die dem Druckschmelzpunkt des Eises entsprechenden Temperaturen aufwiesen. Das "weisse" Grenzgletschereis entstammt den obersten, in der Viertausenderregion gelegenen Firnbecken, wo sich der Schnee wegen des geringen Schmelzwasseranfalls in mehr oder weniger trockenem Zustand unter dem Druck der überlagernden Schichten umwandelt in Gletschereis, das einen höheren Gehalt an blasenförmigen Lufteinschlüssen aufweist als das in den stärker durchnässten tiefergelegenen Firnregionen gebildete "graue" Eis des Gornerzuflusses.



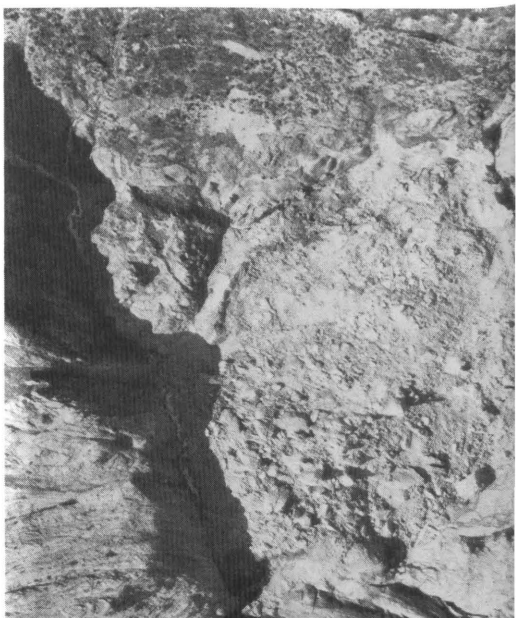
12

13



14

15



△16 17 ▽ 18 ▷

4.2 ILLUSTRATIONS DU 96e RAPPORT - LEGENDES

11 Grand glacier d'Aletsch, le 11 septembre 1976. Photo H.Widmer, VAW.
La vue de Belalp nous montre (en bas, au premier plan) la langue qui se termine dans la gorge de la Massa, à 1506 mètres d'altitude. Sa couverture de débris rocheux provient principalement de la moraine médiane séparant la glace qui s'écoule sur le côté orographique droit du Grand Aletschfirn et celle, à gauche, provenant du Jungfraufirn. La troisième partie de la langue est originaire de l'Ewigschneefeld et se termine au pied du Bettmerhorn (à droite sur la photographie), à une distance de 2 kilomètres environ, derrière le front du glacier. Devant la pente uniforme, couverte de dépôts morainiques (située à gauche du centre de la photo), on reconnaît une zone d'affaissement, grande de l'ordre de dix hectares. Ce phénomène s'est développé au cours des 15 dernières années à la sortie du vallon dénommé Tälli, à la suite du recul rapide de la langue glaciaire. La zone affaissée est limitée, à son arrière, par la paroi de rocher verticale, au pied de laquelle le Triestbach s'écoule vers le glacier. Sa limite frontale (la gorge profondément entaillée par le torrent émissaire du glacier d'Oberaletsch) est cachée sur cette photo par l'éperon rocheux remontant du front du glacier. Elle est parfaitement visible sur les figures 12 à 17 qui illustrent les étapes de l'affaissement. La bande morainique claire, située au-dessus de cette zone, est limitée à environ 1900 mètres d'altitude de façon nette par un vallum latéral qui indique l'étendue du glacier lors des crues des XVII et XIX siècles. Depuis cette époque, la surface s'est abaissée de plus de 200 mètres dans la zone de l'affaissement. A l'horizon, le Strahlhorn et l'Eggishorn encadrent le vallon du Märjelensee.

12 à 17 Zones d'affaissements rocheux au Grand glacier d'Aletsch.

12 Affaissements du Tälli et de l'Aletschwald, le 4 octobre 1965. Détail du cliché aérien No. 3825 L+T.

13 Affaissement du Tälli, le 26 septembre 1967. Détail du cliché aérien No. 3960 L+T.

14 Affaissement du Tälli, le 21 septembre 1970. Détail du cliché aérien No. 1577 L+T.

15 Affaissement du Tälli, le 8 octobre 1975. Détail du cliché aérien No. 6630 L+T.

16 Affaissement du Tälli, le 11 octobre 1967. Photo H.Widmer, VAW.

17 Affaissement du Tälli, le 15 juillet 1975. Photo M.Aellen, VAW.

Une grande partie de nos paysages helvétiques a été façonnée ou remodelée par les glaciers, surtout pendant l'époque diluvienne, caractérisée par ses longues périodes répétées de glaciation presque totale du territoire suisse. Des phénomènes connus: les roches moutonnées, les stries glaciaires, les blocs erratiques, les moraines, etc. sont les témoins les plus communs de leur influence active sur l'environnement. Moins fréquents et moins connus sont des phénomènes où les glaciers jouent un rôle passif dans les procès naturels façonnant la surface terrestre. La nature nous en a donné tout récemment un exemple au glacier d'Aletsch. Au début de la dernière décennie, notre collaborateur H.Widmer a constaté qu'un tuyau en acier, planté, en 1954, à la sortie du Tälli comme point de repère pour les mesures annuelles du glacier, s'était déplacé avec son support rocheux. En 1966, une faille ouverte a déchiré le sommet de la pente, située entre le Triestbach et l'Oberaletschbach, sur toute la largeur d'environ 350 mètres. Les rochers s'écaillant, les échancrures fraîches dans la falaise et les cônes d'éboulis récents au pied de la pente raide, arrosée par le Triestbach et surcreusée par le glacier et l'Oberaletschbach, sont d'autres indices révélant que cette pente était devenue instable, en quelques années seulement, à la suite de la régression rapide du glacier. En automne 1965 (figure 12, en haut), la pente parcourue alors en ligne directe par le Triestbach ne semblait pas encore touchée. Deux ans plus tard (photographies 13 et 16), elle avait une surface toujours assez compacte, quoique fracturée par des fentes et des failles secondaires, tandis que son sommet s'était nettement abaissé sur toute la longueur de la faille principale. Outre cette dislocation, la désintégration totale du rocher cristallin, à l'origine massif et solide, visible près de l'embouchure primitive du Triestbach (détourné entre-temps par

la faille principale), montre que l'affaissement était en pleine activité. Jusqu'alors, le repère de mensuration, qui avait été installé à mi-pente environ, s'était éloigné de sa position primitive d'environ 6 mètres à l'horizontale, mais de 14 centimètres seulement à la verticale. Dans les 11 mois suivants, il s'est déplacé encore de 4 mètres à l'horizontale et en s'abaissant de 1 mètre. Une année plus tard, il avait disparu. La désintégration du rocher progressant en direction de l'Oberaletschbach et vers le sommet de la pente avait atteint, en 1970 (figure 14), le fond et la bordure droite de la masse déséquilibrée. Le Triestbach suivait à nouveau son cours normal dans la ligne de pente. Après la destruction complète des structures superficielles originales et la disparition de la végétation, la phase finale de l'événement fut atteinte en 1975 (figures 15 et 17). Dans quelques années, l'amas désordonné de débris rocheux, niché dans un creux à la forme semi-circulaire caractéristique, présentera un aspect tout à fait pareil à celui de l'affaissement beaucoup plus ancien et qui est reconnaissable dans la moitié inférieure de la figure 12, à la lisière de la forêt d'Aletsch. Cet ancien affaissement est également situé dans la zone abandonnée par le glacier depuis environ 1850. Par la couleur plus claire de sa couverture mixte de jeunes bouleaux et de mélèzes, cette zone se détache sur le terrain plus foncé, recouvert par la vieille forêt vierge et où les aroles sont prédominants. A notre opinion, l'ancien affaissement, s'il n'est pas d'âge préhistorique, a eu lieu, au plus tard, dans le haut Moyen Age, quand le glacier avait atteint une étendue au moins aussi limitée qu'à présent. La preuve en a été fournie par les vestiges d'une forêt écrasée par le glacier au cours des crues de la fin du Moyen Age. A part les deux exemples présentés ici, particulièrement spectaculaires, on peut trouver dans la région d'Aletsch un grand nombre d'affaissements et autres dislocations de terrain, d'âges et de dimensions différents, qui ont été provoquées probablement par les variations glaciaires. Certains indices nous font supposer que l'affaissement récent du Tälli a été précédé par des déplacements sur un système de failles anciennes.

18 Glacier du Gorner, le 15 juillet 1974. Photo W.Haeberli, VAW.
Sur la photo prise de la Pointe Dufour, on voit nettement que la partie médiane de la langue, provenant du Grenzgletscher, est constituée de glace plus claire que par exemple le glacier du Gorner, affluant de la droite. Les températures mesurées dans un puits de forage perçant la glace "blanche" jusqu'à une profondeur de 180 mètres, étaient de -2.5° C et ne variaient guère tout au long du puits. Cela nous montre que, à l'endroit des mesures (situé à 2600 m d'altitude), la langue du glacier est froide. Cette observation s'oppose à l'hypothèse jusqu'ici adoptée, selon laquelle les glaciers des Alpes sont tempérés au-dessous de la rimaye, c'est-à-dire qu'on n'y devrait pas trouver des températures plus basses que celles correspondant au point de fusion de la glace à la pression considéré. La glace "blanche" du Grenzgletscher provient d'un bassin d'accumulation situé très haut (au-dessus de 4000 mètres d'altitude) où, par le manque presque total d'eau de fonte, la neige reste plus ou moins sèche pendant sa métamorphose en glace. Elle contient donc un nombre bien plus grand de vésicules d'air que la glace "grise" du Gorner qui s'est formée dans des névés moins élevés et par conséquent trempés par les eaux de fonte.

5. MASSENHAUSHALT

5.1 EINLEITUNG

In Tabelle 9 sind die von der VAW an 4 Gletschern 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.

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 Wasserhaushalts in den betreffenden Abflussbekken. 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 Abbildungen 8 und 9, gibt Einblick in den zeitlichen Verlauf des Wasserhaushalts im Einzugsgebiet der Massa während der Haushaltsjahre 1973/74 und 1974/75. In den Tabellen 12 bis 14 und in den Abbildungen 10 bis 15 ist die räumliche Verteilung der Massenänderung am Schluss der beiden Haushaltsperioden 1973/74 und 1974/75 dargestellt für die Gletscher Gries, Limmern, Plattalva und Silvretta. Obschon die Messperioden nicht genau übereinstimmen, sind die Haushaltsergebnisse der verschiedenen Gletscher in der Regel vergleichbar.

5.2 HAUSHALTSERGEBNISSE IM JAHRE 1973/74

Im Witterungsbericht ist darauf hingewiesen worden, dass entsprechend den Niederschlagsverhältnissen im Berichtsjahr der Massenhaushalt bei den Gletschern der verschiedenen Regionen unterschiedliche Ergebnisse zeigte: Ernährungsüberschuss im Osten, ausgeglichener Haushalt in den meisten übrigen Gebieten. Im Gegensatz zum Jahr 1971/72 mit gesamthaft ähnlich ausgeglichenem Haushalt blieben 1973/74 die Unterschiede zwischen Alpennordseite und -südseite unbedeutend gegenüber denen zwischen den Ost- und Westalpen. Ein Blick über die Grenzen unseres Landes bestätigt diese Tendenz: Während in Oesterreich viele Gletscher nur wenig oder überhaupt nicht ausaperten, erlitten die Westalpengletscher extreme Massenverluste.

Ausgenommen für Gries, der als einziger etwas an Masse verlor, war das Jahr 1973/74 für die Schweizer Gletscher zwar besser als die letzten fünf Haushaltsjahre, aber schlechter als die meisten Jahre zwischen 1964 und 1969. Einzig der Silvretta erhielt im Berichtsjahr ähnlich grossen Zuwachs wie in jenen gletscherfreundlichen Jahren.

An den Aaregletschern hat A.Flotron in den Querprofilen Dickenabnahmen von 0.1 bis 3.8 Metern gemessen. Daraus ist für das Zungengebiet der beiden Gletscher ein Volumenverlust von 23.1 Millionen Kubikmeter berechnet worden. Dieser Verlust ist rund 11 Prozent grösser als der langjährige Durchschnitt.

5.3 HAUSHALTSERGEBNISSE IM JAHRE 1974/75

Nach einer extrem langen und ausserordentlich ergiebigen Akkumulationsperiode und einer entsprechend kurzen, wenn auch recht intensiven Ablationsperiode war ein für die Gletscher günstiger Abschluss des Haushaltsjahres 1974/75 zu erwarten. In allen Regionen ergab sich ein deutlicher Massenzuwachs, der von Süden nach Norden und von Westen nach Osten zunahm und somit ein ähnliches Verteilungsmuster aufwies wie die Haushaltszahlen des Vorjahres. Gegenüber dem Vorjahr brachte das Berichtsjahr im Osten keine merkliche, in den übrigen Regionen eine wesentliche Verbesserung. Demzufolge hat die Summe der letzten elf Jahreshaushaltszahlen bei allen vier Gletschern einen positiven Wert erreicht, nachdem sich für die vorausgehenden zehn Jahre des IHD ein nahezu ausgeglichener Haushalt ergeben hatte: für Gries (- 91 mm) und Limmern (- 134 mm) endete das IHD mit geringfügigem Verlust, für Aletsch (+ 156 mm) und Silvretta (+ 169 mm) mit ebenso bescheidenem Gewinn. Während dieser Periode gab es vor 1970 mehrere Jahre mit ähnlich guten oder noch günstigeren Haushaltsergebnissen als im Berichtsjahr, das in dieser Beziehung keineswegs ein Rekordjahr war.

Rekordmässig dagegen ist das von A.Flotron von den Aaregletschern gemeldete Ergebnis: erstmals seit Beginn der Messungen im Jahre 1928 schliesst die für den Talbereich der Gletscher aufgestellte Volumenbilanz mit einem Ueberschuss ab. Zum bescheidenen Zuwachs von 1.5 Millionen Kubikmeter hat ausser der wie andernorts viel zu geringen Abschmelzung eine deutliche Verdickung der höher gelegenen Gletscher Lauteraar und Finsteraar beigetragen, wo in einzelnen Profilen mittlere Hebungen der Gletscheroberfläche um 1.3 bzw. 1.1 Meter gemessen wurden. Die mittlere Absenkung in den beiden untersten Profilen auf dem Unteraar belief sich auf 2.1 bzw. 2.3 Meter. Der durchschnittliche jährliche Volumenverlust im erfassten Gebiet beträgt rund 20 Millionen Kubikmeter.

5. BILANS DE MASSE

5.1 INTRODUCTION

Le tableau 9 contient les résultats des bilans de masse, déterminés 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.

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 calculés 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 toutes les autres composantes possibles. Il s'agit donc de calculs d'estimations basés sur un modèle primitif, qui ne tient compte que des composantes élémentaires du régime hydrologique.

Le tableau 11, illustré par les figures 8 et 9, révèle de façon pareille l'évolution du régime hydrologique au cours des années de bilan 1973/74 et 1974/75 dans le bassin versant de la Massa. Les tableaux 12 à 14 et les figures 10 à 15 suggèrent, par contre, la répartition spatiale des gains ou des pertes de masse comme on l'a observée à la fin des mêmes périodes de bilan sur les glaciers de Gries, de Limmern, de Plattalva et de Silvretta. En général, les résultats obtenus pour les différents glaciers sont comparables quoique les périodes respectives de bilan ne soient pas tout à fait identiques.

5.2 ANNEE DE BILAN 1973/74

On a noté dans le rapport sur les conditions climatiques que, conformément au régime des précipitations, le bilan de masse varie selon les régions: apport dans l'est, équilibre approximatif dans les autres régions. Contrairement à l'année 1971/72 avec équilibre semblable les différences entre nord et sud des Alpes furent insignifiantes en 1973/74 en regard des différences entre ouest et est des Alpes. Au-delà de nos frontières s'affirme la même image: tandis qu'en Autriche beaucoup de glaciers sont restés entièrement couverts par la couche de neige hivernal, il y eut de très fortes pertes de masse dans les Alpes occidentales françaises.

Excepté Gries, qui seul a perdu un peu de sa masse, les glaciers suisses ont fourni en 1973/74 un meilleur bilan que ces cinq dernières années, mais moins bon que la plupart des années entre 1964 et 1969. Seul le Silvretta a enregistré un apport analogue à celui des meilleurs années.

Aux glaciers de l'Aar, A.Flotron a mesuré dans les profils transversaux des diminutions d'épaisseur de 0.1 à 3.8 mètres; il s'ensuit pour la langue des deux glaciers une perte en volume de 23.1 millions de mètres cubes, perte d'environ 11 pourcent plus forte que la moyenne pluriannuelle.

5.3 ANNEE DE BILAN 1974/75

Après une période d'accumulation extrêmement longue et féconde et une période d'ablation d'autant plus courte, quoique relativement intense, il était facile de prévoir que l'année de bilan 1974/75 produirait un résultat très favorable pour les glaciers. Dans toutes les régions, on a constaté des gains considérables qui - diminuant du nord vers le sud et de l'est vers l'ouest - reflètent un dessin de répartition ressemblant à celui de l'année précédente. On notera cependant que, contrairement aux autres régions, le gain de masse n'a guère augmenté d'une année à l'autre dans l'est. Grâce aux gains récents, la somme des bilans annuels, accumulés depuis 1964, a atteint une valeur positive pour les quatre glaciers, alors que pour les dix années de la DHI le bilan avait été en somme à peu près équilibré: pour le Gries (- 91 mm) et le Limmern (- 134 mm), la DHI s'est terminée par une perte insignifiante; pour l'Aletsch (+ 156 mm) et le Silvretta (+ 169 mm), par un gain tout aussi modeste. Au début de la DHI, on a connu plusieurs années avec des bilans positifs équivalents - ou même plus élevés - que celui de l'exercice 1974/75, qui sous cet aspect n'était pas du tout une année record.

Les résultats obtenus par A.Flotron aux glaciers de l'Aar, en revanche, sont exceptionnels: pour la première fois depuis le début des mesures en 1928, le bilan de volume, établi pour les langues seulement et ne comprenant donc pratiquement que la zone d'ablation, se termine par un bénéfice. Le gain assez modeste de 1.5 million de mètres cubes est dû d'une part à des crues notables des glaciers affluents - Lauteraar et Finsteraar - d'autre part à la fonte bien trop faible par rapport à la moyenne, aussi bien aux glaciers de l'Aar que partout ailleurs. Tandis qu'un épaississement moyen jusqu'à 1.3 - respectivement 1.1 mètre - a été mesuré dans les profils transversaux de Lauteraar et Finsteraar, l'abaissement moyen dans les deux profils inférieurs à Unteraar fut de 2.1 - respectivement 2.3 mètres. La moyenne pluriannuelle du bilan de volume dans la région concernée est déficitaire d'environ 20 millions de mètres cube par an.

Tabelle 9. Massenänderung einiger Gletscher in den Jahren 1972/73 bis 1974/75

Tableau 9. Bilans annuels de masse de quelques glaciers, de 1972/73 à 1974/75

Gletscher Glacier	Haushaltsjahr Année de bilan	Gletscherfläche Surfaces glaciaires km^2	Massenänderung gesamt Bilans de masse totaux B_a* 1) 10^6 m^3	Massenänderung spezifisch spécifiques b_a 2) kg/m^2	Gleichgewichtslinie Ligne d'équilibre m ü.M. m s.m.
3 Gries	9.10.72- 7.10.73	6.30 3)	- 7.812 4)	- 1 116	3070
	7.10.73-18.10.74	6.30 3)	- 1.113 4)	- 159	2950
	18.10.74- 6.10.75	6.28 5)	+ 1.954	+ 280	2720
5,6 Aletsch	1.10.72-30. 9.73	128.56 6)	- 75.512 4)	- 529 4)	3038 7)
106	1.10.73-30. 9.74	128.46 8)	+ 9.953 4)	+ 70 4)	2868 7)
	1.10.74-30. 9.75	128.45 9)	+ 79.839	+ 559	2828 7)
78 Limmern	11. 9.72-12. 9.73	2.57 10)	- 2.969 4)	- 1 040	3075
	12. 9.73- 3. 9.74	2.57 10)	+ 0.086 4)	+ 30	2660
	3. 9.74- 9. 9.75	2.57 10)	+ 1.493	+ 523	2400
114 Plattalva	11. 9.72-12. 9.73	0.72 10)	- 0.723 4)	- 902	11)
	12. 9.73- 3. 9.74	0.72 10)	+ 0.225 4)	+ 281	11)
	3. 9.74- 9. 9.75	0.72 10)	+ 0.601	+ 749	11)
90 Silvretta	21. 9.72-18. 9.73	3.15 12)	- 4.245 4)	- 1 213 4)	2980
	18. 9.73-17. 9.74	3.15 12)	+ 2.604 4)	+ 744 4)	2560
	17. 9.74-16. 9.75	3.15 12)	+ 2.769	+ 791	2580

1) Gesamter Zuwachs oder Abtrag an Eisvolumen, berechnet für Aletsch aus der hydrologischen Bilanz des Einzugsgebietes Massa/Blatten bei Naters, für die übrigen Gletscher nach Zonen gleicher spezifischer Massenänderung mit einer angenommenen Dichte des Eises von 0.9 g/cm^3.
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 et par intégration des zones à bilans spécifiques égaux pour les autres glaciers, en admettant une densité de la glace de 0.9 g/cm^3.

2) Gleichmässig über den Gletscher verteilter Zuwachs oder Abtrag. Der Eismenge 1 kg/m^2 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 1 kg/m^2 équivaut à 1 millimètre en hauteur d'eau.

3) Geschätzte Fläche für den 9. Oktober 1971 / Surface estimée pour le 9 octobre 1971.

4) Bereinigte, von den früher publizierten abweichende Werte.
Valeurs corrigées, qui s'écartent de celles publiées précédemment.

5) Geschätzte Fläche für den 6. Oktober 1975 / Surface estimée pour le 6 octobre 1975.

6) Gesamte Gletscherfläche im Einzugsgebiet der Massa am 6. September 1973, gemäss Zahlenangaben im neuen Gletscherinventar: "Firn und Eis der Schweizer Alpen. Gletscherinventar", von F.Müller, T.Caflisch und G.Müller, Zürich 1976.
Surface totale des glaciers situés dans le bassin versant de la Massa, le 6 septembre 1973. Référence: "Firn und Eis der Schweizer Alpen. Gletscherinventar", par F.Müller, T.Caflisch et G.Müller, Zurich 1976.

7) Aus den Pegelmessungen auf dem Jungfraufirn interpolierte vorläufige Werte.
Valeurs provisoires, obtenues par interpolation des données collectées au Jungfraufirn.

8) Geschätzte Fläche für den 18. September 1974 / Surface estimée pour le 18 septembre 1974.

9) Geschätzte Fläche für den 11. September 1975 / Surface estimée pour le 11 septembre 1975.

10) Fläche vom 11. September 1959 / Surface du 11 septembre 1959.

11) Lag im Herbst 1973 oberhalb, in den folgenden Jahren stets unterhalb des Gletschers.
Située en dehors du glacier: à l'amont en 1973, à l'aval en 1974 et 1975.

12) Fläche vom 12. September 1973 / Surface du 12 septembre 1973.

Tabelle 10. Hydrologische Bilanzen einiger vergletscherter Einzugsgebiete in den Jahren 1972/73 bis 1974/75

Tableau 10. Bilans hydrologiques de quelques bassins versants englacés, de 1972/73 à 1974/75

Einzugsgebiet/Abflussmessstation	Fläche (km^2) gesamt	vergletschert	Meereshöhe (m) Höchster Punkt	Gebietsmittel	Abflussmessstation
Bassin versant/Station limnigraphique	Surface (km^2) totale	englacée	Altitude (m) Point culminant	Moyenne du bassin	Station limnigraphique
a) AEGINA/Staumauer Gries - Barrage de Gries	10.18	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

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

Bilanzperiode / Période de bilan	Abfluss / Ecoulement 2)	Verdunstung / Evaporation 3)	Reservenänderung / Variation de la réserve 4)	Niederschlag Gebietsmittel / Précipitations Moyenne 5)	Niederschlag Totalisator / Totalisateur 6)
9.10.72 - 7.10.73	2174	200	- 690	1684	1414
7.10.73 - 18.10.74	1745	200	- 98	1847	1684
18.10.74 - 6.10.75	1708	200	+ 173	2081	2147

1) Ergänzt Tabelle 16 des 93./94. Gletscherberichts. Alle Bilanzgrössen sind in kg/m^2 angegeben (bezogen auf die Gesamtfläche von 10.18 km^2).

Complète le tableau 16 du rapport précédent (No. 93/94). Les grandeurs du bilan, exprimées en kg/m^2, se rapportent à la surface totale de 10.18 km^2.

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 du rapport précédent).

3) Invarianter Schätzwert / Valeur estimée (invariable).

4) Von der Massenänderung des Gletschers abgeleitete Werte (siehe Tabellen 9 und 12).

Valeurs dérivées du bilan de masse du glacier (voir tableaux 9 et 12).

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.

Tabelle 10 / Tableau 10. Fortsetzung / Continuation.

b) Einzugsgebiet der Massa (Aletschgletscher) / Bassin de la Massa (Glaciers d'Aletsch) 1) - 4)

Bilanzjahr Année du bilan 1.10. - 30.9.	Niederschlag Précipitations N 5) kg/m^2	Verdunstung Evaporation V 6) kg/m^2	Abfluss Ecoulement A 7) kg/m^2	Reservenänderung Variation des réserves R 8) kg/m^2	Gletscherfläche Surface englacée G 9) km^2	Spezifische Massenänderung Bilan spécifique de masse B 10) kg/m^2
1972/73	2005	210	2144	- 349	128.56	- 529
1973/74	1982	210	1726	+ 46	128.46	+ 70
1974/75	2363	210	1784	+ 369	128.45	+ 559

1) - 10) Siehe Tabelle 21, Seiten 143/144 / Voir tableau 21, pages 143/144.

c) Einzugsgebiet der Rhone bis Porte du Scex / Bassin du Rhône, à Porte du Scex. Ergebnisse einer Vorstudie / Résultats d'une étude préliminaire.

Bilanzjahr Année du bilan 1.10. - 30.9.	Niederschlag Précipitations N 1) kg/m^2	Verdunstung Evaporation V 2) kg/m^2	Abfluss Ecoulement A 3) kg/m^2	Aenderung der Reserven in den Stauseen Variation des réserves en eau Lacs artificiels S 4) kg/m^2	Aenderung der Reserven im Einzugsgebiet Bassin versant R 5) kg/m^2
1972/73	1242	290	987	+ 33	- 68
1973/74	1155	290	882	+ 16	- 33
1974/75	1456	290	1102	+ 16	+ 48

1) Schätzwerte, berechnet aus den gewichteten Mittelwerten der an den nachstehend angeführten Stationen im Oberwallis (4), im Mittelwallis (5) sowie im Unterwallis und Chablais (4) durch die MZA gemessenen Niederschlagsmengen.
Valeurs estimées à partir des moyennes pondérées des précipitations mesurées par l'ISM aux stations suivantes du Haut-Valais (4), du Valais central (5) ainsi que du Bas-Valais et du Chablais (4).

Oberwallis / Haut-Valais: Reckingen, Fiesch, Visp, Zermatt
Mittelwallis / Valais central: Varen,Grimentz,Montana,Sion,Hérémence
Unterwallis und Chablais / Bas-Valais et Chablais: Bagnes, Orsières, Martigny, Leysin.

2) Invarianter Schätzwert / Valeur estimée (invariable).

3) Ergebnisse der Abflussregistrierungen an der Limnigraphenstation Porte du Scex, publiziert in den hydrographischen Jahrbüchern des Eidgenössischen Amtes für Wasserwirtschaft.
Débits enrégistrés à la station limnigraphique de Porte du Scex. Données publiées dans les annuaires hydrographiques, édités par l'Office fédéral pour l'économie des eaux.

4) Aenderung der in den Stauseen zurückgehaltenen Wassermengen, bezogen auf die Fläche des Einzugsgebiets von Porte du Scex.
Variation des quantités d'eau retenues dans les lacs artificiels, relative à la surface du bassin versant de Porte du Scex.

5) Berechnet nach der Formel / calculée selon la formule: $R = N - (V + A + S)$.

Tabelle 11. Einzugsgebiet Massa/Blatten bei Naters (Aletschgletscher) - Hydrologische Bilanzen für Monate, Jahreszeiten und Jahre, 1972/73 bis 1974/75 1) - 4)

Tableau 11. Bassin versant de la Massa/Blatten bei Naters (glaciers d'Aletsch) - Bilans hydrologiques mensuels, saisonniers et annuels, de 1972/73 à 1974/75 1) - 4)

Jahr Année	Bilanzgrössen Données du bilan	Monate - Mois												Winter Hiver	Sommer Eté	Jahr Année
		10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10-4	5-9	10-9
1972/73	Niederschlag 5)	158	377	17	104	136	25	154	101	307	319	165	142	971	1034	2005
	Abfluss 7)	77	17	7	4	3	4	8	103	387	520	659	355	120	2024	2144
	Verdunstung 6)	17	18	17	18	17	18	17	18	17	18	17	18	122	88	210
	Reservenänderung 8)	64	342	-7	82	116	3	129	-20	-97	-219	-511	-231	729	-1078	-349
1973/74	Précipitations 5)	155	153	173	82	223	123	54	169	278	151	176	245	963	1019	1982
	Ecoulement 7)	52	14	8	4	3	4	18	62	267	474	571	249	103	1623	1726
	Evaporation 6)	17	18	17	18	17	18	17	18	17	18	17	18	122	88	210
	Variation des réserves 8)	86	121	148	60	203	101	19	89	-6	-341	-412	-22	738	-692	46
1974/75	Niederschlag 5)	290	317	224	221	30	178	192	139	193	165	231	183	1452	911	2363
	Abfluss 7)	20	10	6	4	4	5	17	81	226	539	539	333	66	1718	1784
	Verdunstung 6)	17	18	17	18	17	18	17	18	17	18	17	18	122	88	210
	Reservenänderung 8)	253	289	201	199	9	155	158	40	-50	-392	-325	-168	1264	-895	369

Angaben in kg/m^2, bezogen auf die Gebietsfläche (194.7 km^2) / Valeurs indiquées en kg/m^2, rapportées à la surface totale du bassin (194.7 km^2).

1) - 8) Siehe Tabelle 21, Seiten 143/144 / Voir tableau 21, pages 143/144.

Abbildung 8. Tageswerte von Niederschlag, Abfluss und Reservenänderung

Figure 8. Valeurs journalières des précipitations, des débits et de la variation des réserves

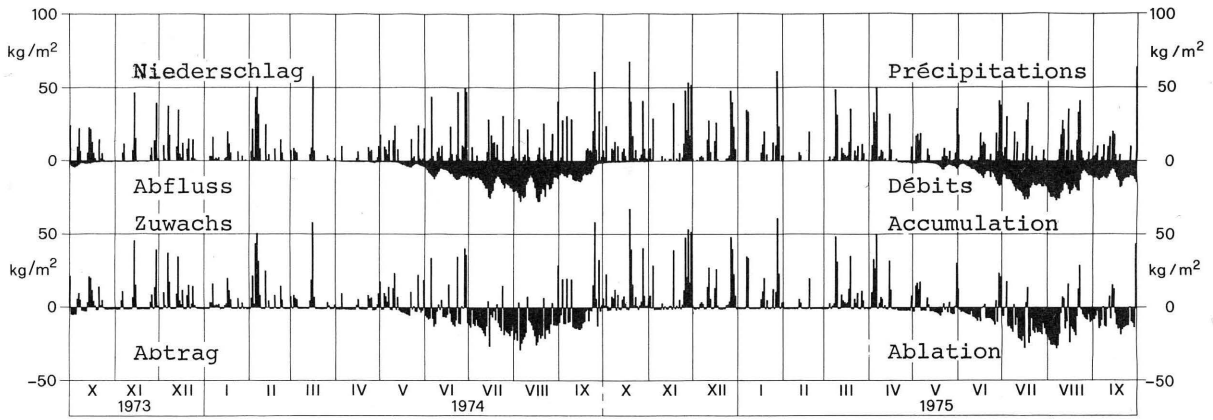


Abbildung 9. Tageswerte der Reservenänderung, kumuliert vom 1.Oktober 1973 bis 30.September 1974 und vom 1.Oktober 1974 bis 30.September 1975

Figure 9. Valeurs journalières de la variation des réserves, cumulées du ler octobre 1973 au 30 septembre 1974 et du ler octobre 1974 au 30 septembre 1975

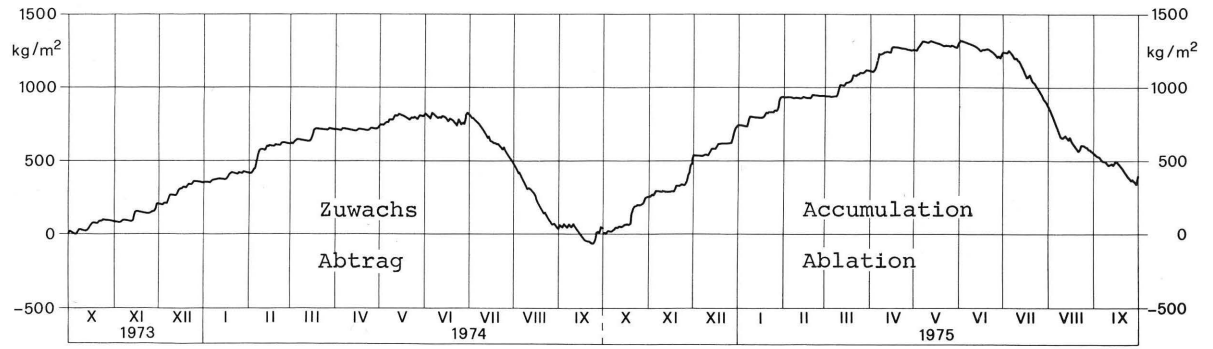
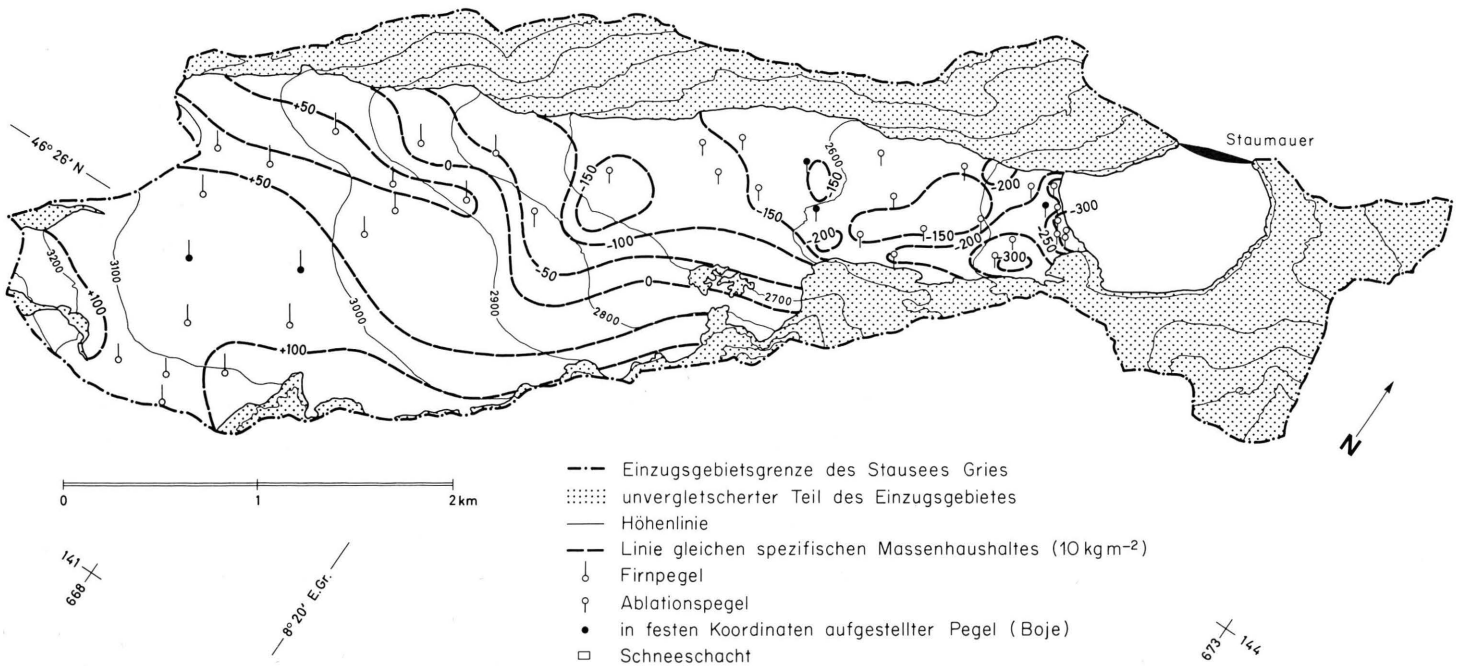


Abbildung 10 / Figure 10

GRIESGLETSCHER

Massenbilanz 1973/74

Einzugsgebiet des Stausees Gries $F = 10.18\ km^2$
Vergletschertes Gebiet $G = 6.30\ km^2$ (Stand 10.1971) $\frac{G}{F} = 61.9\%$
Mittlere spezifische Massenbilanz 7.10.1973 – 18.10.1974 $= -159\ kg\ m^{-2}$
Lage der Gleichgewichtslinie 18.10.1974 = 2950 m ü.M.
Zungenänderung 11.10.1973 – 20.11.1974 $= -6.7\ m$



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

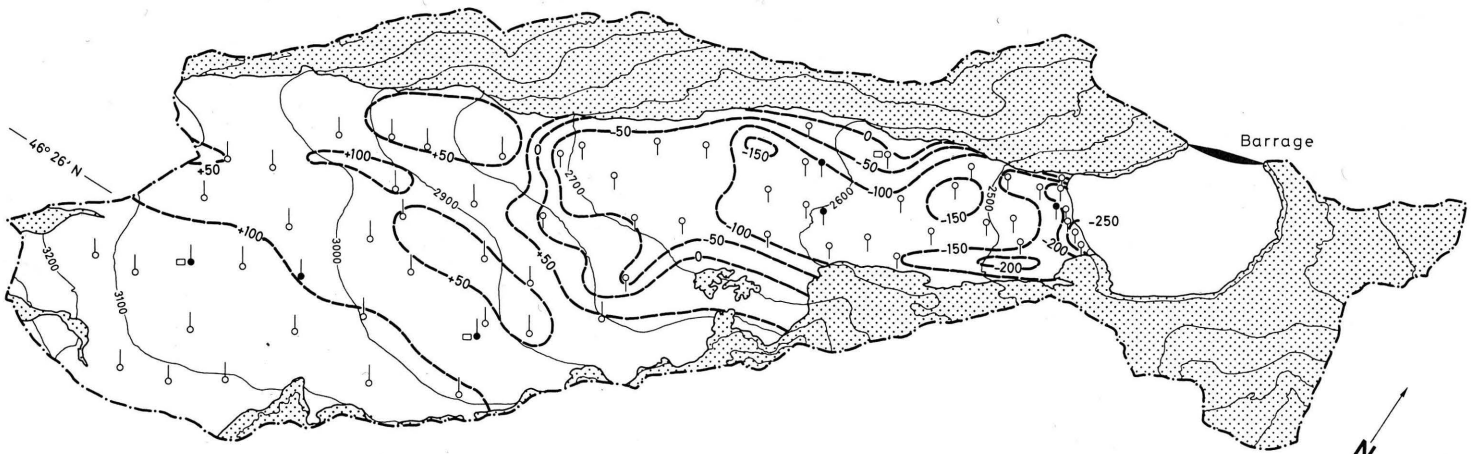
Abbildung 11 / Figure 11

GLACIER DE GRIES

Bilan de masse en 1974/75

144 / 666

Bassin versant du lac $S = 10.18\,km^2$
Partie englacée du bassin $G = 6.28\,km^2$ (le 10.1975) $\frac{G}{S} = 61.7\%$
Valeur moyenne spécifique du bilan de masse,
du 18.10.1974 – 6.10.1975 = $+280\,kg\,m^{-2}$
Altitude de la ligne d'équilibre, le 6.10.1975 = 2720 m s.m.
Variation du front du 20.11.1974 – 8.10.1975 = – 6.2 m



0 1 2km

141 / 668

8° 20' E.Gr.

673 / 144

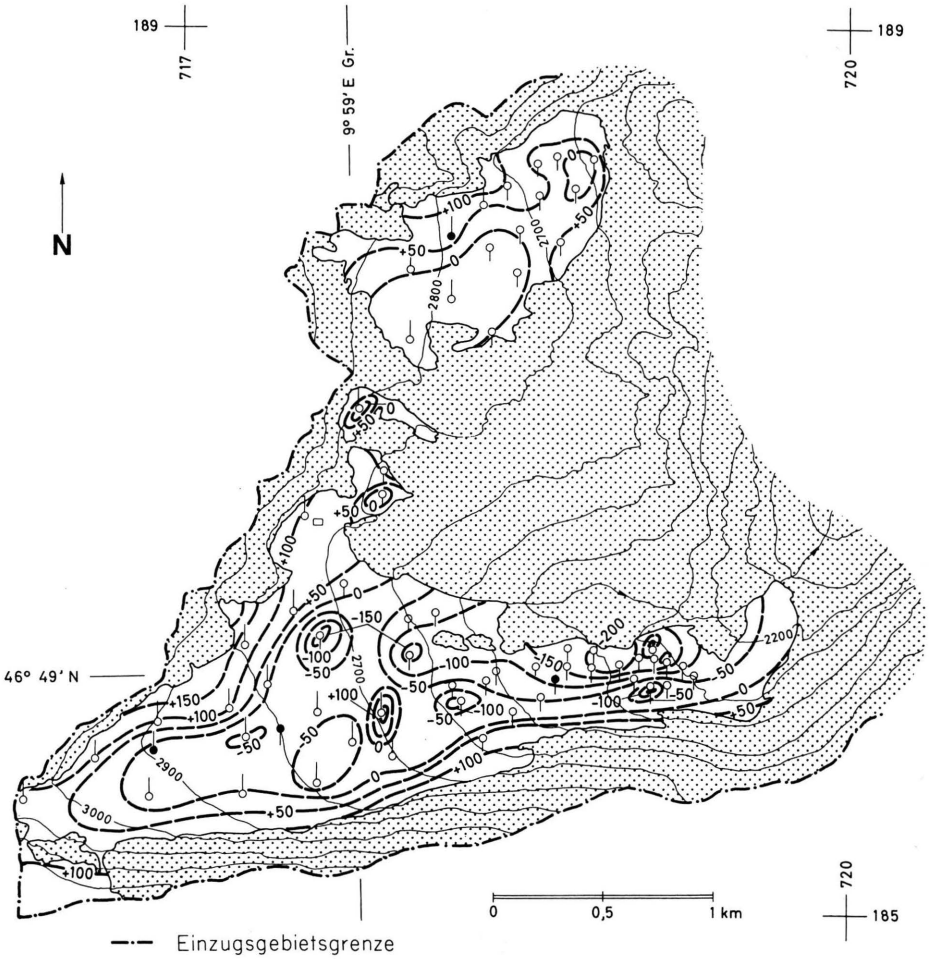
- Limite du bassin versant
- Partie non englacée
- Courbe de niveau
- Courbe d'égale bilan de masse spécifique en $10\,kg\,m^{-2}$
- Balise d'accumulation
- Balise d'ablation
- Balise placée en coordonnées fixes
- Tranchée de neige

Abbildung 12 / Figure 12

LIMMERN-und PLATTALVAGLETSCHER

Massenbilanz 1973/1974

Gletscherfläche (beide Gletscher) F = 3.29 km² (Stand 11.9.1959)
Mittlere spezifische Massenbilanz 12.9.1973 – 3.9.1974 = +85 kg m⁻²
Lage der Gleichgewichtslinie 3.9.1974 = 2750 m ü. M.
Zungenänderung: Limmerngletscher 4.9.1973 – 31.8.1974 = –2.3 m
Plattalvagletscher 9.9.1973 – 7.9.1974 stationär



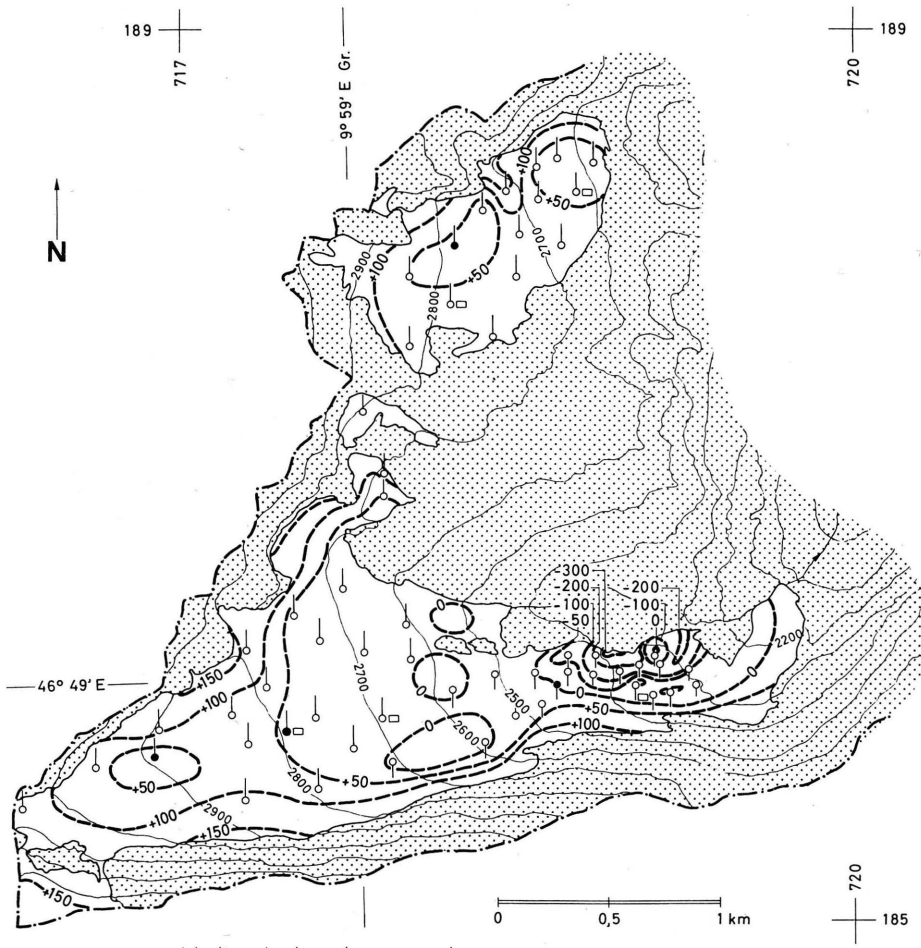
Einzugsgebietsgrenze
unvergletscherter Teil des Einzugsgebietes
Höhenlinie
Linie gleichen spezifischen Massenhaushaltes (10 kg m⁻²)
Firnpegel
Ablationspegel
in festen Koordinaten aufgestellter Pegel (Boje)
Schneeschacht

Abbildung 13 / Figure 13

GLACIER DE LIMMERN ET DE PLATTALVA

Bilan de masse en 1974/75

Surface des deux glaciers G = 3.29 km² (le 11.9.1959)
Valeur moyenne spécifique du bilan de masse,
du 3.9.1974 – 9.9.1975 = +573 kg m⁻²
Altitude de la ligne d'équilibre, le 9.9.1975 = 2420 m s.m.
Variation du front: Glacier de Limmern 31.8.1974 – 1.9.1975 = +9.0 m
Glacier de Plattalva 7.9.1974 – 7.9.1975 = +7.1 m



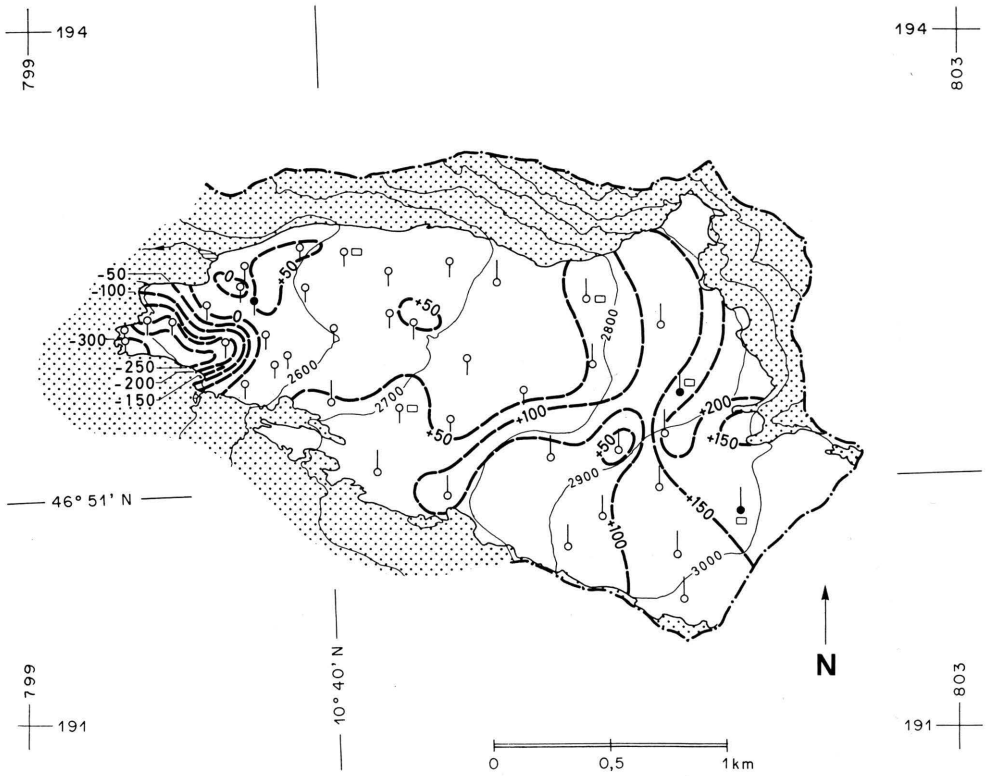
Limite du bassin versant
Partie non englacée
Courbe de niveau
Courbe d'égale bilan de masse spécifique en 10 kg m⁻²
Balise d'accumulation
Balise d'ablation
Balise placée en coordonnées fixes
Tranchée de neige

Abbildung 14 / Figure 14

SILVRETTAGLETSCHER

Massenbilanz 1973/74

Gletscherfläche F = 3.15 km^2 (Stand 12.9.73)
Mittlere spezifische Massenbilanz 18.9.1973 – 17.9.1974 = +744 kg m^{-2}
Lage der Gleichgewichtslinie 17.9.1974 = 2560 m ü.M.
Zungenänderung 22.9.1973 – 21.9.1974 = +2.7 m



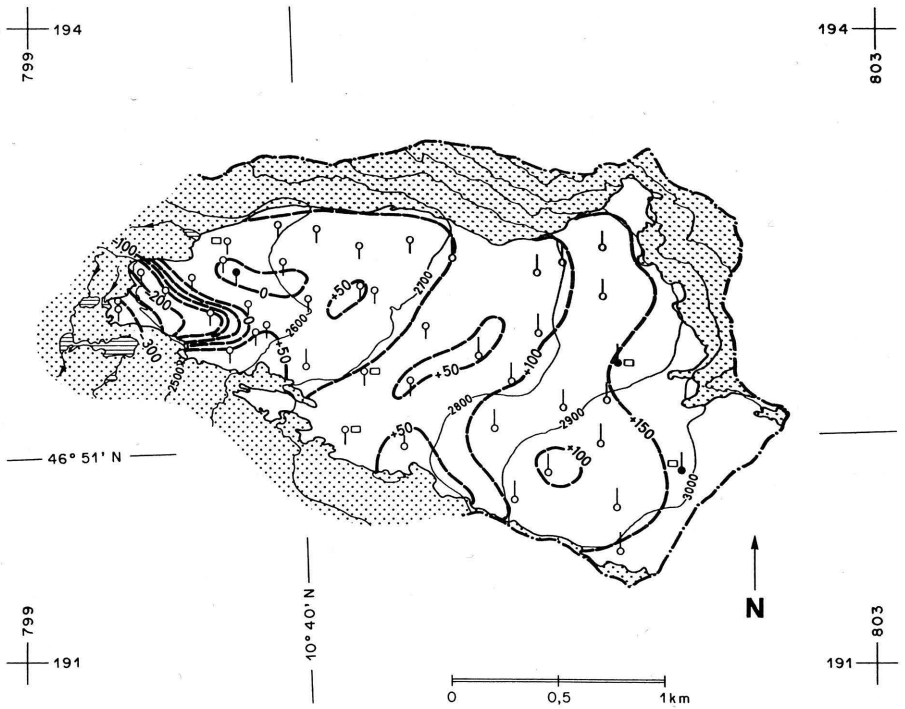
Einzugsgebietsgrenze
unvergletscherter Teil des Einzugsgebietes
See
Höhenlinie
Linie gleichen spezifischen Massenhaushaltes in 10 kg m^{-2} (= cm Wasser)
Firnpegel
Ablationspegel
in festen Koordinaten aufgestellter Pegel
Schneeschacht

Abbildung 15 / Figure 15

GLACIER DE SILVRETTA

Bilan de masse en 1974/75

Surface du glacier G = 3.15 km² (le 12.9.73)
Valeur moyenne spécifique du bilan de masse,
du 17.9.1974 – 16.9.1975 = + 791 kg m⁻²
Altitude de la ligne d'équilibre, le 16.9.1975 = 2580 m s.m.
Variation du front du 21.9.1974 – 20.9.1975 = + 7.2 m



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

Tabelle 12. Griesgletscher - Massenänderungen 1973/74 und 1974/75, für Höhenstufen von 100 Metern

Tableau 12. Glacier de Gries - Bilans de masse 1973/74 et 1974/75, par échelons de 100 mètres d'altitude

Messperioden / Années de bilan: 7.10.1973 - 18.10.1974
18.10.1974 - 6.10.1975

Höhenstufen Echelons d'altitude m ü.M./m s.m.	Flächen Surfaces 1) km^2	Massenänderungen - Bilans de masse 1973/74 gesamt 10^9 kg	 spezifisch kg/m^2	 1974/75 totaux 10^9 kg	 spécifiques kg/m^2
2400 - 2500	.248	- .646 2)	- 2 605 2)	- .383 2)	- 1 680 2)
2500 - 2600	.575	- .970	- 1 687	- .570	- 991
2600 - 2700	.978	- 1.290	- 1 319	- .530	- 542
2700 - 2800	.570	- .269	- 472	+ .042	+ 74
2800 - 2900	.715	+ .072	+ 101	+ .338	+ 473
2900 - 3000	.995	+ .435	+ 437	+ .662	+ 665
3000 - 3100	1.574	+ 1.077	+ 684	+ 1.481	+ 941
3100 - 3200	.502	+ .439	+ 875	+ .556	+ 1 108
3200 - 3300	.134	+ .147	+ 1 097	+ .150	+ 1 119
3300 - 3400	.009	+ .006	+ 667	+ .010	+ 1 111
2400 - 3400	6.300	- .999	- 159	+ 1.756	+ 280

1) Flächen vom 1.9.67, mit Berücksichtigung der Verluste am Zungenende bis zum 9.10.1971. Für 1974/75 ist zusätzlich die Verminderung bis zum 6.10.1975 um weitere 0.020 km^2 berücksichtigt worden.

Surfaces du 1.9.1967, en tenant compte des pertes de surface survenues à la partie terminale de la langue jusqu'au 9.10.1971. Pour 1974/75 on a tenu compte, en outre, des pertes survenues jusqu'au 6.10.1975 de l'ordre de 0.020 km^2.

2) Einschliesslich der durch die Einwirkung des Stausees abgebauten Eismassen.

Y copris les masses de glace fondues en contact avec le lac artificiel.

Tabelle 13. Limmern- und Plattalvagletscher - Massenänderungen 1973/74 und 1974/75, für Höhenstufen von 100 Metern

Tableau 13. Glaciers de Limmern et de Plattalva - Bilans de masse 1973/74 et 1974/75, par échelons de 100 mètres d'altitude

Messperioden / Années de bilan: 12.9.1973 - 3.9.1974
3.9.1974 - 9.9.1975

a) Limmerngletscher - Glacier de Limmern

Höhenstufen Echelons d'altitude m ü.M./m s.m.	Flächen Surfaces 1) km^2	Massenänderungen - Bilans de masse 1973/74 gesamt 10^9 kg	1973/74 spezifisch kg/m^2	1974/75 totaux 10^9 kg	1974/75 spécifiques kg/m^2
2100 - 2200	.052	- .019	- 365	+ .004	+ 77
2200 - 2300	.133	- .079	- 594	- .029	- 218
2300 - 2400	.130	- .099	- 762	- .061	- 469
2400 - 2500	.208	- .163	- 784	+ .020	+ 96
2500 - 2600	.202	- .091	- 450	+ .017	+ 84
2600 - 2700	.362	- .005	- 14	+ .088	+ 243
2700 - 2800	.649	+ .112	+ 173	+ .423	+ 652
2800 - 2900	.402	+ .141	+ 351	+ .405	+ 1 007
2900 - 3000	.241	+ .114	+ 473	+ .243	+ 1 008
3000 - 3100	.083	+ .057	+ 687	+ .100	+ 1 205
3100 - 3200	.012	+ .009	+ 750	+ .014	+ 1 167
3200 - 3300	.034	+ .025	+ 735	+ .046	+ 1 353
3300 - 3400	.060	+ .075	+ 1 250	+ .074	+ 1 233
2100 - 3400	2.568	+ .077	+ 30	+ 1.344	+ 523

1) Flächen vom 11.9.1959.
Surfaces du 11.9.1959.

b) Plattalvagletscher - Glacier de Plattalva

Höhenstufen Echelons d'altitude m ü.M./m s.m.	Flächen Surfaces 1) km^2	Massenänderungen - Bilans de masse 1973/74 gesamt 10^9 kg	1973/74 spezifisch kg/m^2	1974/75 totaux 10^9 kg	1974/75 spécifiques kg/m^2
2500 - 2600	.043	+ .021	+ 488	+ .047	+ 1 093
2600 - 2700	.180	+ .079	+ 439	+ .139	+ 772
2700 - 2800	.306	+ .043	+ 141	+ .214	+ 699
2800 - 2900	.159	+ .037	+ 233	+ .121	+ 761
2900 - 3000	.034	+ .023	+ 676	+ .020	+ 588
2500 - 3000	.722	+ .203	+ 281	+ .541	+ 749

1) Flächen vom 11.9.1959
Surfaces du 11.9.1959

Tabelle 14. Silvrettagletscher - Massenänderungen 1973/74 und 1974/75, für Höhenstufen von 100 Metern

Tableau 14. Glacier de Silvretta - Bilans de masse 1973/74 et 1974/75, par échelons de 100 mètres d'altitude

Messperioden / Années de bilan: 18.9.1973 - 17.9.1974
17.9.1974 - 16.9.1975

Höhenstufen Echelons d'altitude m ü.M./m s.m.	Flächen Surfaces 1) km^2	Massenänderungen - Bilans de masse 1973/74 gesamt 10^9 kg	1973/74 spezifisch kg/m^2	1974/75 totaux 10^9 kg	1974/75 spécifiques kg/m^2
2400 - 2500	.031	- .073	- 2 355	- .088	- 2 839
2500 - 2600	.385	- .107	- 278	- .095	- 247
2600 - 2700	.498	+ .156	+ 313	+ .154	+ 309
2700 - 2800	.789	+ .457	+ 579	+ .527	+ 668
2800 - 2900	.628	+ .744	+ 1 185	+ .773	+ 1 231
2900 - 3000	.577	+ .789	+ 1 367	+ .801	+ 1 388
3000 - 3100 3100 - 3200	.242	+ .378	+ 1 562	+ .420	+ 1 736
2400 - 3200	3.150	+ 2.344	+ 744	+ 2.492	+ 791

1) Flächen vom 12.9.1973.
Surfaces du 12.9.1973.

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

Einleitung

Am Oberaar- und Unteraargletscher hat das Vermessungsbüro A.Flotron in Meiringen im Auftrag der Kraftwerke Oberhasli AG (KWO) das langjährige Messprogramm im bisherigen Umfang weitergeführt. Die Hauptresultate für die beiden Berichtsjahre sind in den Tabellen 15 und 16 zusammengefasst. Ueber die Anlage der luftphotogrammetrisch vermessenen Profile und Messpunkte gibt ein im 90. Gletscherbericht publizierter Grundriss Auskunft. Der gleiche Bericht enthält auch ein Verzeichnis der Fixpunktkoordinaten, sowie Angaben über die Dauer der einzelnen Messreihen.

Die registrierende Bewegungsmessung mit der beim Pavillon Dollfuss aufgestellten automatischen Kamera ist weitergeführt worden. Auf Beschreibungen von Messmethode und -apparatur ist im vorangehenden Gletscherbericht hingewiesen worden. Die Ergebnisse der Messungen in den Berichtsperioden sind z.T. in den unter den Fussnoten 11) und 20) auf Seite 58 zitierten Arbeiten veröffentlicht oder werden demnächst in weiteren besonderen Arbeiten dargestellt und erörtert. Deshalb wird im vorliegenden Gletscherbericht die in den vorausgehenden Berichten enthaltene ausführliche Darstellung der photokryokinegrammetrischen Daten nicht weitergeführt.

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 (KWO), par les soins du bureau de mensurations A.Flotron à Meiringen. Les résultats principaux des deux années du rapport sont résumés dans les tableaux 15 et 16. La situation des profils mensurés par photogrammétrie aérienne et des repères est représentée par le croquis publié dans le 90e rapport de la Commission des glaciers. En outre, on y trouve la liste des coordonnées des repères fixes de mensuration ainsi que des indications sur la durée des observations aux sites particuliers.

Les mesures du mouvement glaciaire au moyen d'une caméra automatique, installée près du pavillon Dollfuss, se sont poursuivies. La méthode photokryocinématique et son appareillage sont décrits dans les publications citées dans notre dernier rapport. Les resultats obtenus au cours des années du rapport ont, en partie, été publiés dans les articles cités sous les notes 11) et 20) à la page 58 ou seront prochainement présentés et discutés dans des publications traitant en particulier ce sujet. Or, dans ce rapport, on ne trouvera plus la suite des donnés photokryocinémétriques, présentées en détail dans les rapports précédents.

Tabelle 15. Die Aaregletscher im Jahre 1973/74. - Hauptresultate

Messperiode: 24.8.1973 (Profile 6 bis 13) und 4.9.1973 bis 13.9.1974
Messungen im Auftrag der Kraftwerke Oberhasli AG (KWO), ausgeführt durch das Vermessungsbüro A.Flotron, Meiringen.

Gletscher	Profil 1)	Gletscherfläche			Gletscherbewegung				Messbereich begrenzt durch die Profile	Flächenänderung	Volumenänderung
		Mittlere Höhe		Höhenänderung	Verschiebung		Geschwindigkeit				
		1974 m ü.M.	1975 m ü.M.	m	Mittel m	Max. m	Mittel m/Jahr	Aenderung m/Jahr		m^2	$10^3 m^3$
Oberaar	17	2677.2	2675.6	- 1.6	31.55	46.50	30.71				
	16 oberstes Profil	2566.4	2565.0	- 1.4	20.50	28.10	19.95	- 0.21	17 und 16		- 881
	15 oberes Profil	2488.1	2487.0	- 1.1	11.87	18.56	11.55	- 2.72	16 und 15		- 742
	14 mittleres Profil	2370.8	2368.0	- 2.8	8.10	15.60	7.89	- 3.58	15 und 14		- 854
	FO74 Gletscherfront 1974								14 und FO74		- 421
	FO73 Gletscherfront 1973								FO74 und FO73	- 7900	- 115
Unteraar	13 Finsteraar	2656.4	2653.8	- 2.6							
	12 Strahlegg	2627.6	2627.5	- 0.1							
	11 Grunerhorn	2564.3	2562.6	- 1.7	41.68	55.45	39.41	- 8.61	12/13 und 11		- 2009
	10	2453.1	2451.8	- 1.3	33.88	44.4	32.04		11 und 10		- 2182
	6 Mieselenegg								10 und 6		- 1114
Unteraar-Lauteraar	9	2643.3	2642.5	- 0.8							
	8 Wildläger	2515.3	2514.3	- 1.0	36.67	53.45	34.68	- 1.77	9 und 8		- 1118
	7	2432.9	2431.2	- 1.7	31.14	40.0	29.44		8 und 7		- 1955
	6 Mieselenegg								7 und 6		- 1099
Unteraar-Unteraar	6 Mieselenegg	2365.2	2364.6	- 0.6	33.77	43.0	31.93	- 4.84			
	5	2293.2	2292.1	- 1.1	25.86	36.14	25.17		6 und 5		- 1178
	4 Pavillon Dollfuss	2223.0	2220.6	- 2.4	20.82	28.10	20.26	+ 0.79	5 und 4		- 2377
	3	2138.8	2137.3	- 1.5	18.33	24.5	17.84		4 und 3		- 1811
	2 Obere Brandlamm	2052.6	2048.8	- 3.8	3.87	6.85	3.76	- 0.11	3 und 2		- 2523
	1	1987.6	1984.8	- 2.8	0.69	1.80	0.67		2 und 1		- 1471
	FU73 Gletscherfront 1973								1 und K663 2)		- 887
									K663 und FU73	- 8080ca	- 353
									Oberaar unterhalb 16		- 2132
									Unteraar unterhalb 11 und 18		-16950

1) Für die Lage der Profile siehe die Planskizzen im 90. Bericht.

2) Koordinatenlinie 663 km.

Tableau 16. Glaciers de l'Aar en 1974/75. - Résultats principaux

Période d'observation: 13.9.1974 - 22.9.1975
Mensurations effectuées à la demande des Forces motrices de l'Oberhasli SA (KWO) par le bureau A.Flotron à Meiringen

Glacier	Profil 1)		Niveau de la surface			Mouvement du glacier				Section limitée par les profils	Variation de la surface	Variation du volume
			Altitude moyenne		Variation	Déplacement		Vitesse				
			1974 m s.m.	1975 m s.m.	m	Moyenne m	Max. m	Moyenne m/an	Variation m/an		m^2	$10^3 m^3$
Oberaar	17		2675.6	2675.6	0	-	42.5	-	-			
	16	Profil le plus haut	2565.0	2565.8	+ 0.8	18.80	25.9	18.35	- 1.60	17 et 16		+ 235
	15	Profil supérieur	2487.0	2487.0	0	12.07	17.7	11.78	+ 0.23	16 et 15		+ 238
	14	Profil moyen	2368.0	2368.0	0	10.70	17.3	10.44	+ 2.55	15 et 14		0
	FO75	Front du glacier 1975								14 et FO75		- 10
	FO74	Front du glacier 1974								FO75 et FO74	- 2280	- 36
Unteraar-Finsteraar	13	Finsteraar	2653.8	2654.3	+ 0.5							
	12	Strahlegg	2627.5	2628.6	+ 1.1							
	11	Grunerhorn	2562.6	2562.4	- 0.2	41.47	56.6	40.47	+ 1.06	12/13 et 11		+ 405
	10		2451.8	2451.8	0	32.53	42.9	31.75	- 0.29	11 et 10		- 145
	6	Mieselenegg								10 et 6		- 117
Unteraar-Lauteraar	9		2642.5	2643.4	+ 0.9							
	8	Wildläger	2514.3	2515.6	+ 1.3	35.32	53.7	34.47	- 0.21	9 et 8		+ 1370
	7		2431.2	2431.7	+ 0.5	28.78	37.4	28.09	- 1.35	8 et 7		+ 1306
	6	Mieselenegg								7 et 6		+ 143
Unteraar-Unteraar	6	Mieselenegg	2364.6	2364.4	- 0.2	32.60	41.3	31.82	- 0.11			
	5		2292.1	2292.5	+ 0.4	24.67	35.6	24.08	- 1.09	6 et 5		+ 139
	4	Pavillon Dollfuss	2220.6	2221.4	+ 0.8	20.91	28.8	20.41	+ 0.15	5 et 4		+ 816
	3		2137.3	2137.0	- 0.3	15.49	21.1	15.12	- 2.72	4 et 3		+ 232
	2	Obere Brandlamm	2048.8	2046.5	- 2.3	4.27	7.1	4.16	+ 0.40	3 et 2		- 1234
	1		1984.8	1982.7	- 2.1	1.98	3.5	1.93	+ 1.26	2 et 1		- 975
	FU74	Front du glacier 1974								1 et K663 2)		- 576
										K663 et FU74	- 8620	- 250
										Oberaar (à l'aval de 16)		+ 192
										Unteraar (à l'aval de 11 et 8)		- 661

1) Le croquis présenté dans le 90e rapport renseigne sur la situation des profils.

2) Ligne de coordonnées 663 km du réseau officiel.

6. ANHANG

LANGJAEHRIGE BEOBACHTUNGSREIHEN AN AUSGEWAEHLTEN GLETSCHERN UND LITERATURHINWEISE

6.1. PORCHABELLAGLETSCHER

Einleitung

Der Porchabellagletscher, flächen- und längenmässig der fünftgrösste Gletscher im Einzugsgebiet des Rheins oberhalb des Bodensees, überlappt seitlich die europäische Hauptwasserscheide. Der Hauptteil des Gletschers fliesst aus der Karmulde an der Nordflanke des Piz Kesch (3417.7 m ü.M.) gegen die Fuorcla di Funtana mit der Klubhütte des SAC (Chamanna digl Kesch 2632 m ü.M.). Er entwässert sich in die Ava da Salect und weiter, über Ava da Tuors, Albula, Hinterrhein und Rhein, in die Nordsee. Von den teils selbständigen, teils mit dem Hauptgletscher verbundenen Gletschern und Firnfeldern an der Westflanke des Piz Porchabella (3079 m ü.M.) rinnt das Wasser durch Ova da Funtauna, Vallember, Inn und Donau ins Schwarze Meer. Bei den höheren Gletscherständen der drei letzten Jahrhunderte floss auch Eis vom Hauptgletscher ins Inngebiet über.

Um die Mitte des letzten Jahrhunderts erreichte der Gletscher letztmals seine grösste Ausdehnung in geschichtlicher Zeit. Das durch Moränenwälle umgrenzte Gletschervorfeld lässt diesen Stand heute noch im Gelände und auf dem Luftbild (siehe 94. Gletscherbericht, Bild 9) deutlich hervortreten. Damals hat der Gletscher bei einer grössten Länge von nahezu 4 km ein Areal von fast 6 km^2 überdeckt. Seither hat er gut die Hälfte dieser Fläche freigegeben und ist um rund ein Drittel seiner ursprünglichen Länge kürzer geworden. Die topographische Aufnahme für die Dufourkarte, die J.W.F.Coaz, der spätere eidgenössische Oberforstinspektor, im Jahre 1845 durchgeführt hat, erfasste den Gletscher nahezu auf dem durch die Moränenwälle angezeigten Höchststand. Die erste Ausgabe der Siegfriedkarte, Blatt 427 Bevers, die nach der im Jahre 1877 von L.Held, dem späteren Direktor der Eidgenössischen Landestopographie durchgeführten Revision der Originalaufnahme gedruckt worden ist, zeigt den Gletscher auf einem nahezu gleich grossen Stand. Seit dem Herbst 1893 wird das Zungenende durch das Personal des Kreisforstamtes Bergün jährlich vermessen. Die beobachteten Längenänderungen sind in Tabelle 17 zusammengestellt. Ausgehend von dem auf der zweiten Ausgabe der Siegfriedkarte nach den Nachträgen von 1902 dargestellten Gletscherstand ergibt sich die in Abbildung 16 b aufgezeichnete Summenlinie der Längenänderung am Zungenende. Sie zeigt eine progressive Zunahme des Schwundes seit Beginn der Messungen. Die bescheidenen kurzfristigen Vorstösse der Jahre 1894, 1912, 1914, 1919 und 1956 haben diese Entwicklung, die vermutlich durch die Form des Gletscherbetts stark begünstigt worden ist, nur unwesentlich verzögert. Die Angaben in Tabelle 17 stützen sich auf die in den Gletscherberichten publizierten Werte und auf eine unveröffentlichte Zusammenstellung des gegenwärtigen Beobachters F.Juvalta, Kreisförster in Bergün, der auch die meisten Unterlagen für die Darstellung der Zungenstände in der Abbildung 17 bei-

gebracht hat. Tabelle 18 enthält Flächenangaben zu den Gletscherständen, die auf den verschiedenen Ausgaben der Landeskarte abgebildet sind. Sie beruhen auf einer in Abbildung 17 ausschnittsweise und vereinfacht wiedergegebenen, planimetrisch ausgewerteten Flächendarstellung. Die Werte der Tabelle 18 stimmen ziemlich gut überein mit den Werten, die in einer unveröffentlichten Flächenstatistik des Eidgenössischen Amtes für Wasserwirtschaft für die Jahre 1877 (5.41 km^2) und 1937 (3.65 km^2) angegeben sind. Dies gilt auch für den Wert des Gletscherinventars für 1973 (2.60 km^2).

Im Rahmen der glazialmorphologischen und klimageschichtlichen Untersuchungen des Geographischen Instituts der Universität Zürich hat M.Maisch vor allem die spät- und nacheiszeitlichen vorgeschichtlichen Stände des Porchabellagletschers und der übrigen, zwischen Landwasser- und Albulatal gelegenen Gletscher untersucht.[1)]

---

1) Maisch, M. (1981): Glazialmorphologische und gletschergeschichtliche Untersuchungen im Gebiet zwischen Landwasser- und Albulatal (Kt. Graubünden, Schweiz). Band 3 der Schriftreihe "Physische Geographie". - Hrsg. Geographisches Institut der Universität Zürich. - Dissertation der Universität Zürich.

6. ANNEXE

SERIES D'OBSERVATIONS MULTIANNUELLES DE GLACIERS CHOISIS ET REFERENCES DE PUBLICATIONS

6.1 GLACIER DE PORCHABELLA

Introduction

Le glacier de Porchabella, dont la surface de 2.6 km^2 et la longueur de 2.5 km le placent au 5e rang d'importance parmi les glaciers du bassin versant du Rhin en amont du Lac de Constance, s'étend par-dessus la ligne de partage des eaux européennes. Le glacier principal s'accumule dans le cirque, qui est dominé, au sud, par le Piz Kesch (3417.7 m s.m.), et s'écoule vers la Fourcla di Funtana, où se trouve la cabane du CAS (Chamanna digl Kesch, 2632 m s.m.). Son émissaire, l'Ava da Salect, alimente successivement l'Ava da Tuors, l'Albula, le Rhin postérieur, le Rhin et la Mer du Nord. L'eau produite par la fonte des petits glaciers individuels ou rattachés au glacier principal et situés sur le flanc ouest du Piz Porchabella (3079 m s.m.), s'écoule dans la Mer Noire, en passant par l'Ova da Funtauna, le Vallember, l'Inn et le Danube. Lors des crues glaciaires des trois derniers siècles, la partie droite du glacier principal formait une langue, aujourd'hui disparue, qui traversait la ligne de partage des eaux, alors sousglaciaire, et s'écoulait dans le bassin de l'Inn.

Vers le milieu du 19e siècle, le glacier avait atteint pour la dernière fois son étendue maximale des temps historiques. L'aire délaissée dès lors, cernée par des remparts morainiques, est encore aujourd'hui bien visible aussi bien sur le terrain que sur les clichés aériens (voir fig. 9 des illustrations photographiques du 94e rapport). A l'époque de son étendue maximale, le glacier recouvrait une surface de près de 6 km^2 et était long de presque 4 km. Jusqu'à nos jours, il a abandonné la moitié de cette surface, en perdant un tiers de sa longueur originale. Le premier relevé topographique, effectue pour la carte Dufour, en 1845, par J.W.F.Coaz (qui plus tard est devenu l'inspecteur forestier fédéral), a saisi le glacier à l'époque, où il avait atteint à peu près son étendue maximale, indiquée par les moraines marginales mentionnées. La première édition de la feuille 427, Bevers, de la carte Siegfried, fondée sur la révision effectuée par L.Held (plus tard directeur du Service topographique fédéral), en 1877, montre un glacier presque aussi étendu. Depuis l'automne 1893, le front du glacier a été mesuré régulièrement par le personnel de l'arrondissement forestier de Bergün. Les résultats des mesures sont résumés dans le tableau 17 et représentés par la courbe cumulative de la figure 16 b. Cette courbe a été construite à partir de la position du front glaciaire, indiquée sur la deuxième édition de la carte Siegfried, qui avait été mise à jour en 1902. Dans la courbe, on reconnait une décrue progressive, dès le début des mesures, qui n'a été retardée que par les faibles crues passagères des années 1894, 1912, 1914, 1919 et 1956. Un tel développement a sans doute été favorisé par les conditions locales de la topographie du lit glaciaire. Les valeurs indiquées dans le tableau 17 sont tirées des rapports qui ont été

publiés ou proviennent d'une compilation inédite, que nous devons à F.Juvalta, inspecteur forestier à Bergün et chargé des observations actuelles sur le glacier de Porchabella. Il nous a procuré aussi une partie des documents, sur lesquels se fondent les valeurs des surfaces glaciaires respectives (tabl. 18) et la représentation graphique des états du glacier (fig. 17), saisis par des relevés topographiques. On a déterminé les valeurs du tableau 18 à l'aide d'un planimètre d'après le plan, dont une partie simplifiée est représentée dans la figure 17. Elles s'accordent assez bien aux valeurs indiquées dans un document inédit de l'Office fédéral de l'économie hydraulique pour les années 1877 (5.41 km^2) et 1937 (3.65 km^2). C'est le cas également de la valeur indiquée dans l'inventaire des glaciers suisses pour 1973 (2.60 km^2).

Dans le cadre des recherches scientifiques que l'Institut de Géographie de l'université de Zurich mène sur la morphologie glaciaire et sur l'histoire du climat, M.Maisch a surtout étudié les moraines préhistoriques du glacier de Porchabella et des autres glaciers situés entre les vallées du Landwasser et de l'Albula, dans le but de reconstruire et discerner les différentes phases de crue et de décrue des époques tardiglaciaire et postglaciaire.[1)]

---

1) Publication citée à la page 127.

Tabelle 17. Porchabellagletscher - Lageänderungen des Zungenendes von 1893 bis 1975

Tableau 17. Glacier de Porchabella - Variations du front glaciaire, de 1893 à 1975

Jahr	Aenderung m 1)	Höhenkote m ü.M. 2)	Année	Variation m 1)	Altitude m s.m. 2)	Jahr	Aenderung m 1)	Höhenkote m ü.M. 2)
			1921			1951	- 23	
			1922	- 14[3a*]		1952		
1893			1923			1953	- 34[2a]	
1894	+ 7	2491 ca.[3)]	1924	- 10[2a*]		1954	- 10	
1895	- 8		1925	- 7.5		1955		
1896	st		1926	- 0.6*		1956	+ 43[2a]	2568[3)]
1897	- 10		1927	- 9.7*		1957	- 8.5	
1898			1928	- 14.5		1958	- 22	
1899	8[2a]		1929	- 7.5		1959		2573[3)]
1900	- 11		1930	- 12.5		1960		
1901	- 4		1931	- 13		1961	- 43[3a]	
1902	- 6	2498 ca.[3)]	1932	- 4.5		1962	- 7.5	
1903	- 4		1933	- 10		1963	- 22.2	2560
1904	- 8		1934	- 14		1964	- 24.3	
1905	- 12		1935	- 10		1965	- 31.0	2570
1906	- 7		1936	- 4		1966	- 8.5	2570
1907	- 6		1937	- 11.5	2560 ca.[3)]	1967	- 9	2572
1908	- 7		1938	- 9.9*		1968	- 13	2577
1909	- 7		1939			1969	- 17.5	2581
1910	- 3		1940	- 16[2a]		1970	- 10.5	2586
1911	- 21		1941	- 7.5		1971	- 16.5	2590
1912	+ 14		1942			1972	- 1	2588
1913	- 5	2519 ca.[3)]	1943	- 26.2[2a*]		1973		
1914	+ 1		1944			1974		
1915			1945	- 19.6[2a*]	2563 ca.[3)]	1975	- 80.5[3a]	2592
1916	- 1.5[2a]		1946	- 28				
1917	- 3		1947	- 41				
1918	- 5.5		1948	- 14				
1919	+ 6.5		1949	- 26				
1920			1950	- 33.5				

1) In den Gletscherberichten publizierte Werte mit Ausnahme der von diesen abweichenden, einer Zusammenstellung des Beobachters F.Juvalta entnommenen Werte, die mit Sternchen bezeichnet sind.
Valeurs publiées dans les rapports précédents, à l'exception des valeurs marquées par un astérisque, tirées d'une compilation faite par l'observateur F.Juvalta et qui s'écartent des valeurs publiées.

2) Höhenkote des (untersten) Gletschertors.
Cote du portail glaciaire (le plus bas).

3) Aus der topographischen Karte ermittelte ungefähre Höhenkote des Zungenendes.
Cote approximative du terminus, déterminée d'après la carte topographique.

Abbildung 16: Porchabellagletscher

a) Flächenschwund
1850 ca. – 1973

b) Längenschwund
1850 ca. – 1975

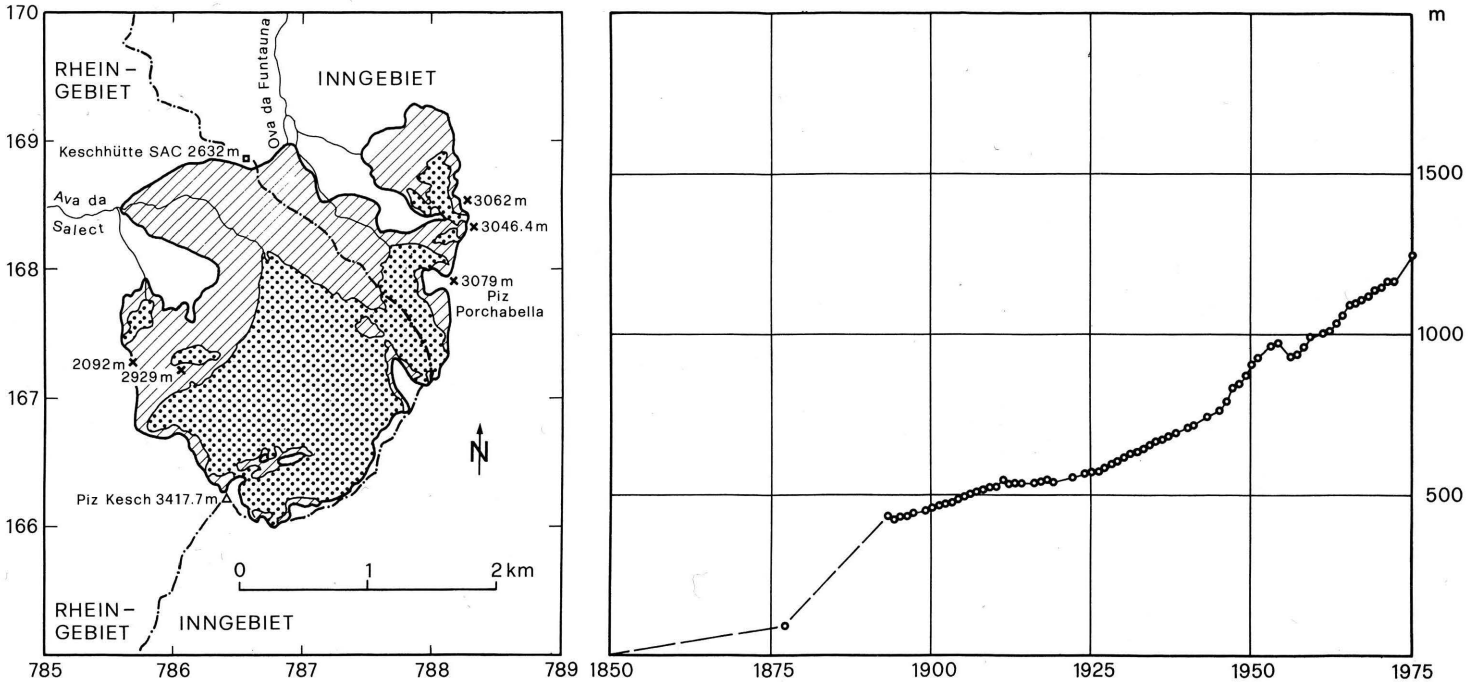


Figure 16: Glacier de Porchabella

a) Surfaces glaciaire en 1973 et délaissée depuis environ 1850

b) Recul du front glaciaire d'environ 1850 à 1975

Tabelle 18. Porchabellagletscher - Gletscherfläche, nach den topographischen Aufnahmen von 1845 bis 1973

Tableau 18. Glacier de Porchabella - Surface glaciaire, d'après les relevés topographiques de 1845 à 1973

Aufnahmejahr/Année du relevé:	1845 1)	1877 2)	1902 3)	1913 4)	1937 5)	1956 6)	1973 7)
Firnfeld/névé W Pt. 3062 (km²)						0.14	0.10
Firnfeld/névé W Pt. 3046.4 (km²)							0.02
Gletscher/glacier (km²)	5.70	5.26	5.07	4.70	3.70	3.10	2.70
Firnfeld/névé N Pt. 2929 (km²)							0.05
Firnfeld/névé N Pt. 2992 (km²)					0.07	0.05	0.04
Fläche/surface (km²)	5.70	5.26	5.07	4.70	3.70	3.10	2.70
Schwund seit 1845/diminution par rapport à 1845 (%)		- 7.7	-11.1	-17.0	-35.0	-45.8	-52.7

1) Messtischaufnahme 1:50 000 durch J.W.F.Coaz. Topographische Karte der Schweiz 1:100 000 (Dufourkarte). - Hrsg. Eidg. Stabsbureau, unter der Leitung von G.H.Dufour, 25 Blätter (1838 - 1864). Der Tabellenwert bezieht sich auf die beim 1850er Vorstoss vergletscherte Fläche, die aufgrund der sie umgrenzenden Moränenwälle und anhand der Luftbilder vom 13. September 1973 auf der Landeskarte 1:25 000 rekonstruiert worden ist.

Relevé original 1:50 000, effectué à la planchette, par J.W.F.Coaz. Carte topographique de la Suisse 1:100 000 (carte Dufour). - Editée par le Bureau de l'état-major fédéral, sous la direction de G.H.Dufour, 25 feuilles (1838 - 1864). La valeur indiquée au tableau se rapporte à la surface englacée lors de la crue du glacier, vers 1850, et qui a été reconstruite sur la carte nationale 1:25 000, en consultant les clichés aériens du 13 septembre 1973 et grâce aux moraines, conservées sur les bords de l'aire délaissée.

2) Revision der Originalaufnahme durch L.Held. Topographischer Atlas der Schweiz 1:25 000 für Mittelland, Jura und Südtessin, 1:50 000 für Alpen und Voralpen (Siegfriedkarte). - Hrsg. Eidg. Stabsbureau (ab 1880 Eidg. topogr. Bureau benannt) unter der Leitung von H.Siegfried, 462 Blätter 1:25 000 und 142 Blätter 1:50 000 (1865 - 1901). Blatt 427 Bevers (1878), Eidg. Stabsbureau.

Révision du relevé original, par L.Held. Atlas topographique de la Suisse (carte Siegfried), 1:25 000 (Plateau suisse, Jura, Tessin méridional) et 1:50 000 (Alpes, Préalpes). - Edité par le Bureau de l'état-major fédéral (nommé Bureau topogr. fédéral, dès 1880), sous la direction de H.Siegfried, 462 feuilles 1:25 000 et 142 feuilles 1:50 000 (1865 - 1901). Feuille 427 Bevers (1878), Bureau de l'état-major fédéral.

3) Nachführung der Siegfriedkarte durch die Eidg. Landestopographie (L+T), Bern. Blatt 427 Bevers, Nachträge 1902.

Mise à jour de la carte Siegfried, par le Service topographique fédéral (S+T), Berne. Feuille 427 Bevers, mise à jour 1902.

4) (Dito) ..., Nachträge 1913.
(Dito) ..., mise à jour 1913.

5) Terrestrisch-photogrammetrische Aufnahme durch die L+T. Neue Landeskarte der Schweiz 1:50 000, Blatt 258 Bergün, erste Ausgabe 1951.

Relevé photogrammétrique terrestre, par S+T. Nouvelle carte nationale de la Suisse 1:50 000, feuille 258 Bergün, première édition 1951.

6) Luftphotogrammetrische Aufnahme durch die L+T. Landeskarte der Schweiz 1:25 000, Blatt 1237 Albulapass, erste Ausgabe 1962.

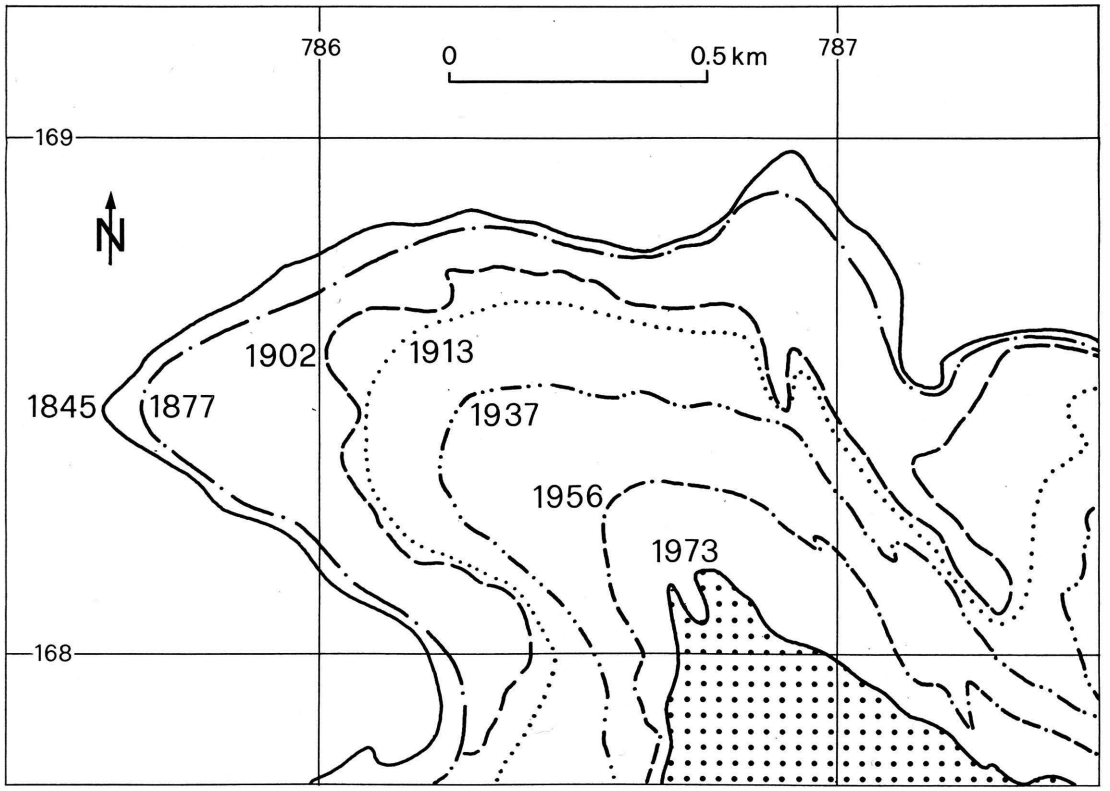
Relevé aérophotogrammétrique, par S+T. Carte nationale de la Suisse 1:25 000, feuille 1237 Albulapass, première édition 1962.

7) Nachführung der Landeskarte durch die L+T. Blatt 1237 Albulapass, Gesamtnachführung 1973.

Mise à jour de la carte nationale, par S+T. Feuille 1237 Albulapass, mise à jour complète 1973.

Abbildung 17. Porchabellagletscher - Lage des Gletscherendes, nach den topographischen Aufnahmen von 1845 bis 1973

Figure 17. Glacier de Porchabella - Situation du front glaciaire, d'après les relevés topographiques de 1845 à 1973



Topographische Aufnahmen (siehe auch Tab. 18) / Relevés topographiques (voir aussi tabl. 18):

1845 Originalaufnahme durch J.W.F.Coaz für die Dufourkarte (Messtischaufnahme) / Relevé original (à la planchette) par J.W.F.Coaz pour la carte Dufour.

1877 Revision der Originalaufnahme durch L.Held für die Siegfriedkarte / Révision du relevé original, par L.Held, pour la carte Siegfried.

1902 Nachführung der Siegfriedkarte durch L+T / Mise à jour de la carte Siegfried par S+T.

1913 (Dito)

1937 Terrestrisch-photogrammetrische Aufnahme durch L+T für die neue Landeskarte 1:50 000 / Relevé photogrammétrique terrestre par S+T pour la nouvelle carte nationale 1:50 000.

1956 Luftphotogrammetrische Aufnahme durch L+T für die Landeskarte 1:25 000 / Relevé aérophotogrammétrique par S+T pour la carte nationale 1:25 000.

1973 Nachführung der Landeskarte durch L+T / Mise à jour de la carte nationale par S+T.

6.2 ALETSCHGLETSCHER

Einleitung

Der Grosse Aletschgletscher, mit 87 km^2 Fläche der grösste und mit 25 km Länge auch der längste Gletscher der Alpen, ist nicht der einzige Gletscher im Einzugsgebiet der Massa. Dieses umfasst ein rund 200 km^2 grosses Areal zwischen dem über 4000 m hinaufreichenden Hauptkamm der Berner Alpen und der weniger als 3000 m hohen, parallel zum Rhonetal verlaufenden Bergkette des Eggishorns. Es enthält zwei weitere grosse Gletscher, Oberaletsch (24 km^2) und Mittelaletsch (9 km^2), 4 mittelgrosse und über zwei Dutzend kleine, meist unbenannte Gletscher (Tab. 20), die ehemals mit dem Grossen Aletschgletscher verbunden waren. Einige davon sind vor Jahrtausenden (Triest, Zenbächen), andere vor ungefähr einem Jahrhundert (Oberaletsch, Schönbühl, Wannenhorn) oder auch erst vor rund einem Jahrzehnt (Mittelaletsch) durch die schwundbedingte Trennung vom Hauptgletscher selbständig geworden. Im vorliegenden Jahrbuch wird mit dem ohne nähere Umschreibung verwendeten Begriff "Aletschgletscher" (Mehrzahl) in der Regel die Gesamtheit der Gletscher im Einzugsgebiet der Massa bezeichnet.

Bei hohem Eisstand ist der Grosse Aletschgletscher jeweils durch die Massaschlucht bis in die Gegend des sogenannten "Kohlplatz", rund 3/4 km oberhalb Gebidem, vorgestossen, wodurch der Zugang zu den Alpen Ober- und Inneraletsch erleichtert und wesentlich kürzer wurde. Infolge der ständigen, meist auch starken Veränderung der Gletscherzunge sahen sich die Anwohner immer wieder vor grosse Probleme gestellt bei der Ableitung und Nutzung der mineralreichen Schmelzwässer zur Bewässerung der Trockenhänge zwischen Naters und Ried. Periodische Ausbrüche des Märjelensees, der bei hohen Gletscherständen bis zu 10 Mio. m^3 Wasser fasste, verursachten Schadenhochwasser, die oft über den Lokalbereich hinaus Verwüstungen im Rhonetal anrichteten. Obwohl sich also der Gletscher immer wieder und auf meist unangenehme Weise bemerkbar machte, liegen verhältnismässig wenige genaue Angaben über die früheren Stände seines Zungenendes vor. Nach einem um 1579 vermeldeten Tiefstand gab sein ungewöhnlich weites Vorrücken zu Beginn der "Kleinen Eiszeit" Anlass zu einer Bittprozession im Jahre 1653. Bei diesem Vorstoss dürfte der vorderste Stirnwall im Bereich des heutigen Stausees aufgeschüttet oder zumindest erreicht worden sein. Bei späteren Vorstössen, zwischen 1815 und 1826 und zwischen 1853 und 1867, rückte das Eis erneut bis gegen den Kohlplatz vor (Abb. 19). Erste Photographien, die D.Dollfus Ausset am 6. September 1850 aufnahm, zeigen das in hochstämmigen Fichtenwald vordringende Zungenende in der Massaschlucht. Die letzte Meldung von einem Vorstossen des Grossen Aletschgletschers stammt aus dem Jahre 1880, d.h. aus der Zeit, als X.Imfeld in jener Gegend die topographischen Aufnahmen für die Siegfriedkarte durchführte. Im Rahmen der systematischen Erhebungen über die Veränderungen der Gletscher in den Schweizer Alpen ist die Lageänderung des Zungenendes seit 1892 jährlich beobachtet worden. Bis 1949 sind die Messungen durch das Personal des Forstkreises Goms ausgeführt worden. Seither wird die Lage des in der Schlucht unzugänglich gewordenen Gletscherendes durch die VAW vom Schluchtrand aus

trigonometrisch vermessen. Die Ergebnisse der Zungenmessungen sind in Tabelle 19 und Abbildung 18 dargestellt.

Durch das Eidgenössische Amt für Wasserwirtschaft im Jahre 1922 begonnene Abflussmessungen an der Massa und durch die L+T in den Jahren 1926/27 und 1957 durchgeführte luftphotogrammetrische Gesamtaufnahmen der Aletschgletscher ermöglichten eine zuverlässige Schätzung des Wasserhaushalts und der Aenderung der Gletschermasse im Einzugsgebiet der Massa. Das Berechnungsverfahren ist im 93./94. Gletscherbericht beschrieben mitsamt den Korrekturen, die durch die Verlegung der Abflussmessstation von Massaboden nach Blatten bei Naters notwendig geworden sind. Eine weitere Korrektur ergibt sich von 1974/75 an, weil die in der Bilanzrechnung berücksichtigte Niederschlagsmessstation der MZA im Lötschental von Kippel nach Ried verlegt worden ist. Unter Berücksichtigung der im Gletscherinventar für 1973 enthaltenen Flächenangaben ist die Messreihe neu überarbeitet und für die ganze Periode von 1922 bis 1975 auf das Einzugsgebiet der heutigen Abflussmessstation umgerechnet worden (Tab. 21). Für die Berichtsjahre sind nebst den Monats- und Jahresbilanzen (Tab. 9 - 11) nach derselben Formel erstmals auch Tagesbilanzen berechnet und dargestellt worden (Abb. 8 und 9). Die invariant eingesetzte Jahresverdunstung von 210 kg/m^2 wurde dabei gleichmässig auf die Monate verteilt (siehe Tab. 11) und innerhalb der Monate mit 1 kg/m^2 pro Tag den niederschlagsärmsten Tagen zugeordnet.

Durch die Eröffnung der Jungfraubahn ist im Jahre 1912 das Firngebiet des Grossen Aletschgletschers nicht nur dem Tourismus, sondern auch der wissenschaftlichen Forschung erschlossen worden. Seit 1918 wird die Firnakkumulation unterhalb des Jungfraujochs beobachtet. Anfangs der 1940er Jahre ist das Firnpegelnetz auf vorübergehend 12, später 6 bis heute weitergeführte Messstellen erweitert worden. Seit 1950 ist an Ablationspegeln im Zungengebiet auch der jährliche Abschmelzbetrag gemessen worden. Die Höhenlage der Gleichgewichtslinie (Tab. 22) ist aus den Pegelmessungen auf dem Jungfraufirn abgeleitet. Aus diesen, auch für die übrigen Aletschgletscher massgebend angenommenen Werten ergeben sich in Verbindung mit der auf dem Gletscherstand von 1957 beruhenden hypsographischen Kurve für den Anteil des Nährgebiets an der gesamten Gletscherfläche sogenannte "AAR"-Werte (accumulation area ratio), die in der Periode von 1950 bis 1975 zwischen 0.54 und 0.74 um einen Mittelwert von 0.65 variieren. In der gleichen Periode schwankt die Massenänderung zwischen jährlichen Verlusten und Gewinnen von -1269 bzw. +1178 kg/m^2 um einen Durchschnitt von -83 kg/m^2.

6.2 GLACIERS D'ALETSCH

Introduction

Le Grand glacier d'Aletsch, qui, avec une surface de 87 km^2 et une longueur de 25 km, est le plus grand et le plus long glacier des Alpes, n'est pas le seul glacier du bassin versant de la Massa. La Massa, affluent du Rhône, draine une aire d'environ 200 km^2, située entre la chaîne faîtière des Alpes bernoises avec des sommets, qui s'élèvent à plus de 4000 m d'altitude, et la chaîne bordant la vallée du Rhône, qui culmine à l'Eggishorn (2926.7 m s.m.). Dans ce bassin, on trouve deux autres grands glaciers, l'Oberaletsch (A. supérieur, 24 km^2) et le Mittelaletsch (A. central, 9 km^2), 4 glaciers de taille moyenne et près d'une trentaine de petits glaciers, pour la plupart sans nom (tabl. 20). Autrefois, ils étaient tous réunis avec le Grand glacier d'Aletsch. En raison du retrait général des glaciers, ils sont devenus des appareils glaciaires individuels, il y a des millénaires déjà pour Triest et Zenbächen, environ un siècle pour Oberaletsch, Schönbühl et Wannenhorn et près d'une décennie seulement pour Mittelaletsch. Aussi, en parlant des glaciers d'Aletsch tout court, au pluriel, dans le présent annuaire glaciologique, on désigne l'ensemble des glaciers du bassin versant de la Massa.

Lors des grandes crues glaciaires des siècles passés, le front du Grand glacier d'Aletsch s'est approché du lieu dit "Kohlplatz", à environ 3/4 km en amont de Gebidem. Il était possible alors de monter aux alpages d'Oberaletsch et d'Inneraletsch plus vite et plus facilement en passant par le glacier. Le déplacement continuel du front et la déformation permanente de la langue glaciaire ont souvent posé des problèmes énormes pour le captage des eaux de fonte, riches en minérais et dont les paysans avaient besoin pour l'irrigation des pentes trop sèches entre Naters et Ried. Les vidanges périodiques du lac de Märjelen, contenant jusqu'à 10 mio m^3 d'eau lors des crues glaciaires, ont causé des inondations dans la vallée du Rhône, souvent dévastatrices au-delà du rayon local. Malgré la fréquence de tels événements, trop souvent catastrophiques, les indications précises sur la position du front glaciaire avant la fin du siècle passé sont plutôt rares. Après une décrue, signalée vers 1579, l'avance extraordinaire du glacier au début du "Petit Age glaciaire" a incité, en 1653, une procession. Lors de cette crue, les moraines frontales les plus avancées de Gebidem, aujourd'hui submergées par le lac artificiel, se sont formées ou, du moins, ont été atteintes par la glace. Lors des crues postérieures, de 1815 à 1826 et de 1853 à 1867, la glace s'est de nouveau approchée du Kohlplatz. Sur des photographies, prises par D.Dollfus Ausset le 6 septembre 1850, on reconnait le front glaciaire pénétrant dans une forêt de hauts sapins. Une dernière crue a été signalée vers 1880, c'est-à-dire à l'époque, où X.Imfeld a effectué dans cette région les relevés topographiques pour la carte Siegfried. A partir de 1892, la variation du front glaciaire a été observée régulièrement dans le cadre des relevés annuels sur les variations des glaciers suisses. Jusqu'en 1949, les mesures ont été faites sur place par le personnel de l'arrondisse-

ment forestier de Conches. Dès lors, la position du front, devenu inaccessible au fond de la gorge, est relevée par les VAW chaque automne par des mensurations trigonométriques à partir de repères fixes sur les bords de la gorge. Les variations annuelles du front, de 1892 à 1975, sont reportées dans le tableau 19.

L'enregistrement des débits d'eau de la Massa, effectué depuis 1922 par l'Office fédéral de l'économie hydraulique, ainsi que les relevés aérophotogrammétriques, effectués par le S+T en 1926/27 et en 1957, ont permis des estimations assez précises du régime hydrologique et de la variation de la masse glaciaire du bassin de la Massa. Le procédé des calculs est expliqué dans les 93e et 94e rapports avec un commentaire sur les modifications devenues nécessaires après le déplacement de la station limnigraphique de Massaboden à Blatten bei Naters. Une autre modification, qui doit se faire à partir de 1974/75, est le remplacement de la station pluviométrique de l'ISM dans la vallée de Loetschen, à Kippel, par celle de Ried. En tenant compte des surfaces indiquées pour 1973 dans l'inventaire des glaciers suisses, les bilans hydrologiques des années 1922 à 1975 ont été réduits au bassin versant de la nouvelle station limnigraphique (tabl. 21). Outre les bilans mensuels et annuel des années du présent rapport (tabl. 9 à 11), on a aussi calculé et présenté, pour la première fois d'ailleurs et selon la même formule, les bilans journaliers (fig. 8 et 9). A ces fins la valeur annuelle de l'évaporation, assumée invariable de l'ordre de 210 kg/m^2, a été répartie également sur les mois (tabl. 11) et corrigée dans le courant de chaque mois à raison de 1 kg/m^2 sur les jours des moindres précipitations.

Le chemin de fer de la Jungfrau, inauguré en 1912, permet l'accès au sommet du Grand glacier d'Aletsch aussi bien aux chercheurs qu'aux touristes. Depuis 1918, l'accumulation du névé a été observée près du Jungfraujoch. Vers 1942, le nombre de balises d'accumulation a été augmenté temporairement à une douzaine, puis réduit à six balises, renouvelées chaque automne jusqu'à nos jours. Depuis 1950, on a mesuré aussi l'ablation annuelle sur la langue du glacier. L'altitude de la ligne d'équilibre (tabl. 22) est dérivée des mesures effectuées sur les balises du Jungfraufirn. Ces données, admises représentatives pour l'ensemble des glaciers d'Aletsch, indiquent, à partir de la courbe hypsographique établie selon le relevé topographique de 1957, des valeurs dites "AAR" (accumulation area ratio) variant de 0.54 à 0.74 avec une moyenne de 0.65, montrant le rapport entre la surface de la zone d'accumulation et de la surface totale du glacier. Durant la même période, les bilans annuels de masse ont varié de -1269 à +1178 kg/m^2 avec une moyenne de -83 kg/m^2.

Tabelle 19. Grosser Aletschgletscher. - Lageänderungen des Zungenendes von 1892 bis 1975

Tableau 19. Grand Glacier d'Aletsch. - Variations du front glaciaire, de 1892 à 1975

Jahr Année	Aenderung Variation m 1)	Höhenkote Altitude 2) m ü.M./ m s.m.	Jahr Année	Aenderung Variation m 1)	Höhenkote Altitude 2) m ü.M./ m s.m.	Jahr Année	Aenderung Variation m 1)	Höhenkote Altitude 2) m ü.M./ m s.m.
			1921	- 30		1951	- 15	
1892	- x		1922	- 20		1952	- 24	
1893	- 5		1923	- 78		1953	- 29	
1894	- 7		1924	- 33		1954	- 9	
1895	- 6		1925	- 10		1955	- 44.0	
1896	- 5		1926	- 13.5		1956	- 6.0	
1897	- 5.5		1927	- 25	1453	1957	- 23.9	1489.3
1898	- 9.5		1928	- 18.5		1958	- 20.3	1491.2 e
1899	- 16		1929	- 14		1959	- 10.2	1492.4 e
1900	- 30		1930	- 18		1960	- 22.9	1490.9
1901	- 12		1931	- 4.5		1961	- 19.1	1494.2 e
1902	- 6		1932	- 2.5		1962	- 24.8	1492.5
1903	- 12		1933	- 3		1963	- 14.8	1492.1
1904	- 20		1934	- 13		1964	- 26.0	1496.4 e
1905	- 25		1935	- 1		1965	- 62.7	1500.1 e
1906	- 12	1433	1936	- 7		1966	- 74.0	1500.9 e
1907	- 7		1937	- 18		1967	- 36.2	1505.8 e
1908	- 1		1938	- 19		1968	- 7.9	1503.2
1909	- 25		1939	- 18		1969	- 16.4	1503.1 e
1910	- 20		1940	- 21		1970	- 25.2	1503.2
1911	- 18		1941	- 20		1971	- 33.9	1504.2
1912	- 2.7		1942	- 2		1972	- 27.7	1505 ca.
1913	- 11		1943	- 26		1973	- 41.6	1504.7
1914	- 7		1944	- 24		1974	- 40.5	1508.2 e
1915	- 6		1945	- 12		1975	- 2.0	1505.7
1916	- 36		1946	- 14				
1917	- 5		1947	- 24	1470			
1918	- 9		1948	- 7				
1919	- 9		1949	- 9				
1920	- 21		1950	- 10				

1) In den Gletscherberichten publizierte Werte (ausgenommen interpolierte Werte für 1939 und 1940).

Valeurs publiées dans les rapports de la Commission des glaciers (à l'exception des valeurs interpolées pour 1939 et 1940).

2) Höhenkote des Gletschertors, gemessen im Talweg oder an der Wasseroberfläche ausser bei den mit e bezeichneten, für das Torgewölbe bestimmten Werten.

Cote du portail glaciaire, déterminée pour le lit ou la surface du torrent émissaire à l'exception des valeurs marquées par e, déterminées pour la voûte du portail.

Abbildung 18. Grosser Aletschgletscher - Längenschwund von etwa 1860 bis 1975

Figure 18. Grand glacier d'Aletsch - Recul du front glaciaire, d'environ 1860 à 1975

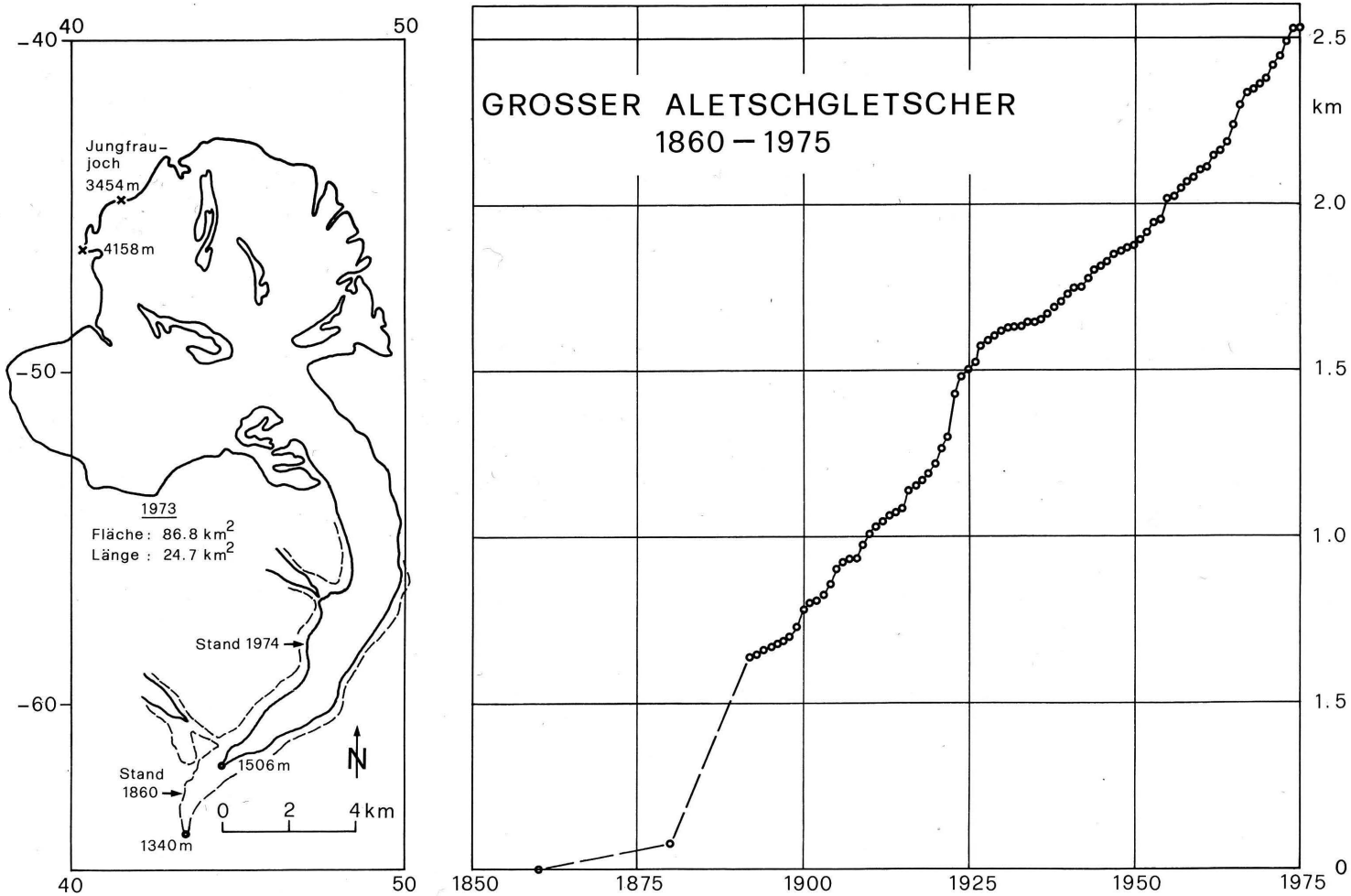


Tabelle 20. Einzugsgebiet der Massa (Aletschgletscher) - Gletscherfläche, nach den topographischen Aufnahmen von 1880 bis 1973

Tableau 20. Bassin de la Massa (Glaciers d'Aletsch) - Surface englacée, d'après les relevés topographiques de 1880 à 1973

Einzugsgebiet Massa/Blatten bei Naters: Gesamtfläche 194.7 km^2.
Bassin versant de la Massa/Blatten bei Naters: Surface totale 194.7 km^2.

Gletscher / Glacier	Fläche in km^2 - Surface en km^2			
	1880/83 1)	1926/27 2)	1957 3)	1973 4)
Grosser Aletsch 5)		93.7	89.7	89.2
Oberaletsch 6)		26.8	24.7	24.3
Mittelaletsch 7)		9.9	8.9	8.6
Triest		2.7	2.4	2.4
Schönbühl		1.8	1.4	1.5
Wannenhorn		1.6	1.5	1.4
Zenbächen 8)		1.4	1.2	1.2
Gletscherfläche / Aire englacée	146.0	137.9	129.8	128.6
Vergletscherung / Glaciation	75 %	71 %	67 %	66 %

Quellen / Références:

1) Flächenstatistik des Eidg. Amtes für Wasserwirtschaft: Gletscherflächen. Zusammengestellt durch J.Rindlisbacher 1955 (unveröffentlicht).

2),3) Kasser, P. (1967): Fluctations of Glaciers 1959-1965. - Hrsg. IAHS (ICSI) / UNESCO.

4) Müller, F. et al. (1976): Firn und Eis der Schweizer Alpen. Gletscherinventar. (s. S. 158).

Kartengrundlagen / Relevés topographiques:

1) Siegfriedkarte Bl. 489, 492 (1884) und 493 (1882) / Carte Siegfried feuilles 489, 492 (1884) und 493 (1882).

2) Landeskarte 1:50 000 Bl. 264 (1938) / Carte nationale feuille 264 (1938).

3) Spezialkarte 1:10 000 Bl. 1 - 4b (1960-1964). - Hrsg. L+T, VAW/ETHZ und GK/SNG / Carte spéciale 1:10 000 feuilles 1 - 4b (1960-1964). - Editée par S+T, VAW/EPFZ et CG/SHSN.

4) Landeskarte 1:25 000 Bl. 1249 (1974) und 1:50 000 Bl 264 (1974), ergänzt für 1973 / Carte nationale 1:25 000 feuille 1249 (1974) et 1:50 000 feuille 264 (1974), complétées pour l'année 1973.

Bemerkungen / Remarques:

5) Einschliesslich der namenlosen Gletscher und Firnfelder an den Talflanken (1973: 2.4 km^2). Y compris les glaciers et névés sans nom, situés sur les pentes (2.4 km^2 en 1973).

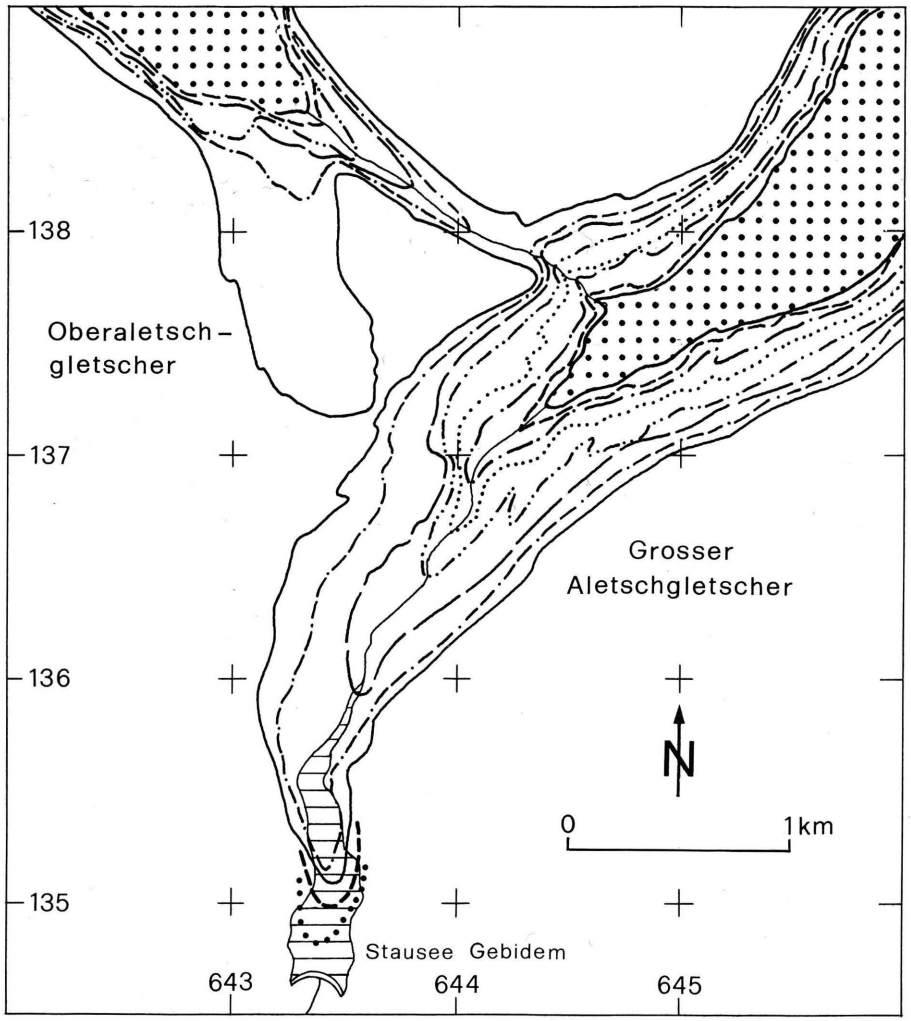
6) Einschliesslich des Distelgletschers und der namenlosen Gletscher im Oberaletschgebiet (1973: 2.6 km^2).
Y compris le glacier de Distel et les glaciers sans nom, situés dans le bassin d'Oberaletsch (2.6 km^2 en 1973).

7) Einschliesslich der namenlosen Gletscher im Mittelaletschgebiet (1973: 0.1 km^2).
Y compris les glaciers sans nom, situés dans le bassin de Mittelaletsch (0.1 km^2 en 1973).

8) Einschliesslich der namenlosen Gletscher am Zenbächenhorn (1973: 0.1 km^2).
Y compris les glaciers sans nom, situés sur la pente du Zenbächenhorn (0.1 km^2 en 1973).

Abbildung 19. Grosser Aletschgletscher und Oberaletschgletscher - Lage der Gletscherenden 1653 bis 1974, nach topographischen Aufnahmen oder rekonstruiert nach Moränenwällen

Figure 19. Glaciers d'Aletsch Grand et Supérieur - Situations des fronts glaciaires, de 1653 à 1974, représentées par des relevés topographiques ou reconstruites selon des moraines marginales



Gletscherstände / Etats des glaciers:

a) rekonstruiert / reconstruits

- ····· 1653 vorderster Stirnwall im Stausee Gebidem / moraine frontale inférieure dans le bassin de retenue à Gebidem
- — — 1820ca. mittlerer Stirnwall im Stausee / moraine frontale intermédiaire dans le bassin de retenue à Gebidem
- ——— 1860ca. Stirn- und Seitenmoränen um das Vorfeld / moraines frontale et latérales entourant l'aire délaissée

b) topographische Aufnahmen / relevés topographiques

- ·—·—· 1880/81 Siegfriedkarte Bl. 493 (1882) / carte Siegfried feuille 493 (1882)
- —— 1906 Nachführung der Siegfriedkarte / mise à jour de la carte Siegfried
- —·— 1927 Landeskarte 1:50 000 Bl. 264 (1938) / carte nationale 1:50 000 feuille 264 (1938)
- ····· 1947 Spezialplan 1:10 000 (unpubliziert) / plan spécial 1:10 000 (inédit)
- —·— 1957 Spezialkarte 1:10 000 Bl. 3 (1960) / carte spéciale 1:10 000 f. 3 (1960)
- — — 1970 Landeskarte 1:25 000 Bl. 1269 (1975) / carte nationale 1:25 000 feuille 1269 (1975)
- ——— 1974 Uebersichtsplan 1:10 000 Kt.Wallis Bl. 5297 / plan cadastral 1:10 000 Ct. du Valais feuille 5297

Tabelle 21. Einzugsgebiet der Massa (Aletschgletscher) - Hydrologische Jahresbilanzen 1922/23 bis 1974/75, reduziert auf das Einzugsgebiet der Abflussmessstation Blatten bei Naters 1)

Tableau 21. Bassin versant de la Massa (Glaciers d'Aletsch) - Bilans hydrologiques des années 1922/23 à 1974/75; valeurs réduites au bassin versant de la station limnigraphique à Blatten bei Naters 1)

Einzugsgebiet - Bassin versant	Massa/Blatten bei Naters 2)
Gesamtfläche - Surface totale du bassin	194.7 km^2
Mittlere Meereshöhe - Altitude moyenne du bassin	2950.3 m 3)
Abflussmessstation - Station limnigraphique	Blatten bei Naters
Meereshöhe - Altitude	1446.0 m
Gletscherfläche 1957 - Surface glaciaire 1957	129.8 km^2 3)
Mittlere Meereshöhe der Gletscherfläche 1957 - Altitude moyenne de la surface glaciaire 1957	3037.9 m 3)
Gletscherfläche 1973 - Surface glaciaire 1973	128.6 km^2 4)
Mittlere Meereshöhe der Gletscherfläche 1973 - Altitude moyenne de la surface glaciaire 1973	3102.2 m 4)

Bilanzjahr Année du bilan 1.10.-30.9.	Niederschlag Précipitations N 5) kg/m^2	Verdunstung Evaporation V 6) kg/m^2	Abfluss Ecoulement A 7) kg/m^2	Reservenänderung Variation de la réserve en eau R 8) kg/m^2	Gletscherfläche Surface glaciaire G 9) km^2	spezifische Massenänderung Bilan spécifique de masse B 10) kg/m^2
1922/23	1933	210	2030	- 307	139.199	- 430
1923/24	2127	210	1982	- 65	138.874	- 92
1924/25	1745	210	1883	- 348	138.550	- 488
1925/26	2376	210	1897	+ 269	138.225	+ 378
1926/27	2474	210	2161	+ 103	137.900	+ 145
1927/28	1833	210	2896	- 1273	137.628	- 1801
1928/29	2231	210	2671	- 650	137.357	- 922
1929/30	2112	210	1942	- 40	137.086	- 57
1930/31	2576	210	1839	+ 527	136.81	+ 750
1931/32	1611	210	2056	- 655	136.54	- 935
1932/33	1704	210	1942	- 448	136.27	- 640
1933/34	1665	210	2322	- 867	136.00	- 1242
1934/35	2128	210	2207	- 289	135.73	- 415
1935/36	2719	210	2051	+ 458	135.46	+ 659
1936/37	2154	210	2132	- 188	135.19	- 270
1937/38	1974	210	1863	- 99	134.91	- 142
1938/39	2028	210	1893	- 75	134.64	- 108
1939/40	2684	210	1808	+ 666	134.37	+ 965
1940/41	2226	210	1836	+ 180	134.10	+ 262
1941/42	1735	210	2592	- 1067	133.83	- 1533
1942/43	1717	210	2581	- 1074	133.56	- 1567
1943/44	1633	210	2575	- 1152	133.29	- 1684
1944/45	2732	210	2618	- 96	133.01	- 141

Tabelle 21 / Tableau 21: Fortsetzung 1 / Continuation 1

Bilanzjahr Année du bilan	Niederschlag Précipitations	Verdunstung Evaporation	Abfluss Ecoulement	Reservenänderung Variation de la réserve en eau	Gletscherfläche Surface glaciaire	spezifische Massenänderung Bilan spécifique de masse
1.10.-30.9.	N 5) kg/m^2	V 6) kg/m^2	A 7) kg/m^2	R 8) kg/m^2	G 9) km^2	B 10) kg/m^2
1945/46	2407	210	2234	- 37	132.74	- 55
1946/47	1846	210	3270	- 1634	132.47	- 2402
1947/48	2572	210	1896	+ 466	132.20	+ 686
1948/49	1487	210	2514	- 1237	131.93	- 1827
1949/50	2120	210	2752	- 842	131.66	- 1246
1950/51	2578	210	2234	+ 134	131.39	+ 198
1951/52	2118	210	2382	- 474	131.11	- 704
1952/53	2221	210	2226	- 215	130.84	- 320
1953/54	2213	210	1960	+ 43	130.57	+ 63
1954/55	2461	210	1843	+ 408	130.30	+ 609
1955/56	2287	210	1800	+ 277	130.03	+ 415
1956/57	1990	210	1786	- 6	129.76	- 9
1957/58	2137	210	2359	- 432	129.71	- 648
1958/59	1842	210	2345	- 713	129.68	- 1070
1959/60	2277	210	1794	+ 273	129.62	+ 410
1960/61	2077	210	1986	- 119	129.57	- 179
1961/62	2025	210	2085	- 270	129.51	- 406
1962/63	2252	210	2121	- 79	129.47	- 119
1963/64	1650	210	2283	- 843	129.40	- 1269
1964/65	2651	210	1659	+ 782	129.24	+ 1178
1965/66	2391	210	1770	+ 411	129.05	+ 620
1966/67	2426	210	2020	+ 196	128.96	+ 296
1967/68	2351	210	1699	+ 442	128.94	+ 668
1968/69	2241	210	1827	+ 204	128.89	+ 308
1969/70	2270	210	2142	- 82	128.83	- 124
1970/71	1878	210	2134	- 466	128.74	- 705
1971/72	1731	210	1665	- 144	128.67	- 218
1972/73	2005	210	2144	- 349	128.56	- 529
1973/74	1982	210	1726	+ 46	128.46	+ 70
1974/75	2363	210	1784	+ 369	128.45	+ 559

1) Ergänzt und ersetzt Tabelle 17 in der Publikation: Kasser, P. und Aellen, M. (1976), Die Gletscher der Schweizer Alpen 1971/72 und 1972/73, 93. und 94. Bericht der Gletscherkommission.

Complète et remplace le tableau 17 de la publication: Kasser, P. et Aellen, M. (1980), Les variations des glaciers suisses 1971/72 et 1972/73, 93e et 94e rapports de la Commission des glaciers.

2) Im Jahre 1964 wurde die Abflussmesstation wegen des Kraftwerkbaues im Gebidem um rund 6 km flussaufwärts verlegt, von Koordinaten 643.9/131.5 km nach 643.7/137.3 km.

La station limnigraphique a été déplacée, en 1964, de près de 6 km vers l'amont, à cause du barrage sous construction à Gebidem. Coordonnées des stations ancienne 643.9/131.5 km et nouvelle 643.7/137.5 km.

Tabelle 21 / Tableau 21. Fortsetzung 2 / Continuation 2

3) Luftphotogrammetrische Aufnahme 1957 durch L+T und VAW für die Spezialkarte 1:10 000, Bl. 1 - 4b (1960-1964).

Relevé aérophotogrammétrique, en 1957, par le S+T et les VAW et pour la carte spéciale 1:10 000, feuilles 1 - 4b (1960-1964).

4) Luftphotogrammetrische Aufnahme 1970 durch die L+T für die Landeskarte 1:25 000, Bl.1269 (1975), ergänzt 1973 durch das Geographische Institut der ETHZ im Rahmen einer Gesamt - überfliegung des Alpengebiets für das Inventar der Schweizer Gletscher (siehe S. 158).

Relevé aérophotogrammétrique, en 1970, par le S+T et pour la carte nationale 1:25 000, feuille 1269 (1975), complété en 1973 par l'Institut de Géographie de l'EPFZ et dans le cadre des relevés aérophotographiques, exécutés sur l'ensemble des Alpes suisses, pour l'inventaire des glaciers suisses (voir p. 158).

5) Schätzwerte, berechnet nach den Ergebnissen der Niederschlagsmessungen der MZA an den drei Talstationen Fiesch (1060 m ü.M.), Kippel (1376 m ü.M.) und Grindelwald (1040 m ü.M.). Weitere Erklärungen sind in den unter Fussnote 1) erwähnten Publikationen zu finden.

Valeurs estimées à partir des précipitations mesurées par l'ISM aux trois stations de vallée de Fiesch (1060 m s.m.), de Kippel (1376 m s.m.) et de Grindelwald (1040 m s.m.). Des explications plus détaillées sont données dans les publications citées ci-devant (voir note 1).

6) Invarianter Schätzwert.

Valeur estimée (invariable).

7) Ergebnisse der Abflussregistrierungen an den Limnigraphenstationen Massaboden, vom 1.Oktober 1922 bis 31.Dezember 1964, und Blatten bei Naters, vom 1.Januar 1965 an, publiziert in den hydrographischen Jahrbüchern des Eidgenössischen Amtes für Wasserwirtschaft. Eine Messlücke vom April 1929 bis Dezember 1930 wurde für die Monatswerte mittels Regressionen auf die Lufttemperaturen von Leukerbad (April bis Oktober) und auf die Abflussmengen der Rhone bei Brig (November bis März) überbrückt (siehe Kasser P. 1954: Sur le bilan hydrologique des bassins glaciaires, avec application au Grand Glacier d'Aletsch. Publ. no, 39 de l'AIHS, p. 331 - 350).

Débits enrégistrés aux stations limnigraphiques de Massaboden, du 1er octobre 1922 au 31 décembre 1964, et de Blatten bei Naters, à partir du 1er janvier 1965. Données publiées dans les annuaires hydrographiques, édités par l'Office fédéral pour l'économie des eaux. Une lacune dans la série de mesures, d'avril 1929 à décembre 1930, a été comblée en estimant les débits mensuels à l'aide de régression et à partir de la température de l'air à Loeche-les-Bains, d'avril à octobre, et à partir des débits du Rhône, mesurés à Brigue, de novembre à mars (voir publication mentionné ci-devant).

8) Schätzwerte, berechnet nach der Formel R = N - V - A. Weitere Erklärungen sind in den unter Fussnote 1) erwähnten Publikationen zu finden.

Valeurs estimées selon la formule R = N - V - A. Des explications plus détaillées sont données dans les publications citées ci-devant (voir note 1).

9) Schätzwert, inter- oder extrapoliert unter Annahme einer linearen Beziehung zwischen der jährlich gemessenen Längenänderung des Grossen Aletschgletschers und der Aenderung der gesamten Gletscherfläche im Einzugsgebiet der Massa. Weitere Erklärungen sind in den unter Fussnote 1) erwähnten Publikationen zu finden.

Valeur estimée à partir des variations annuelles mesurées du front du Grand glacier d'Aletsch, en admettant un rapport linéaire des variations de la surface glaciaire et de la longueur du Grand glacier d'Aletsch. Des explications plus détaillées sont données dans les publications citées ci-devant (voir note 1).

Tabelle 22. Grosser Aletschgletscher. - Höhenlage der Gleichgewichtslinie auf dem Jungfraufirn von 1950 bis 1975

Tableau 22. Grand Glacier d'Aletsch. - Altitude de la ligne d'équilibre au Jungfraufirn de 1950 à 1975

Jahr Année	Gleichgewichtslinie 1) Ligne d'équilibre m ü.M. - m s.m.	Jahr Année	Gleichgewichtslinie 1) Ligne d'équilibre m ü.M. - m s.m.
1950	3063	1965	2759
1951	2872	1966	2878
1952	2991	1967	2890
1953	2895	1968	2771
1954	2893	1969	2830
1955	2819	1970	2824
1956	2884	1971	3012
1957	2841	1972	2857
1958	3023	1973	3038
1959	3048	1974	2868
1960	2883	1975	2828
1961	2862		
1962	2930		
1963	2946		
1964	3033		

1) Durch lineare Interpolation von den Ergebnissen der Haushaltsmessungen an den Pegeln in Gletschermitte abgeleitete Werte.

Valeurs dérivées par interpolation linéaire des bilans spécifiques de masse, déterminés aux balises plantées dans l'axe du glacier.

Tabelle 21 / Tableau 21. Fortsetzung 3 / Continuation 3

10) Schätzwerte, abgeleitet aus der Reservenänderung R, der Gebietsfläche F und der Gletscherfläche G nach der Formel: $B = R \cdot F/G$.

Valeurs dérivées des variations de la réserve R, selon le rapport des surfaces totale F et glaciaire G: $B = R \cdot F/G$.

6.3. SILVRETTAGLETSCHER

Einführung

Der Silvrettagletscher ist rund 15 km östlich von Klosters am Oberlauf der Landquart gelegen. Gemäss der letzten topographischen Aufnahme vom September 1973 bedeckte er eine Fläche von 3.15 km^2. Seine grösste Länge, auf der Mittellinie vom Silvrettapass (2999 m ü.M.) zunächst in nordwestlicher, dann in westlicher Richtung zum Gletscherende (2450 m ü.M.) gemessen, beträgt heute rund 3.1 km. Die erste topographische Aufnahme, ausgeführt durch das Eidgenössische Stabsbureau im Jahre 1849, fällt in die Zeit, als der Gletscher letztmals an den Stand seiner grössten Ausdehnung in historischer Zeit heranreichte. Damals betrug seine Fläche rund 5 km^2 bei einer grössten Länge von etwa 4 km. Auf seiner Nordseite wird der Silvrettagletscher begrenzt durch die steil aufragenden Felsflanken des Gletscherrückens, im Osten durch die Bergkette, die das Silvretta-, das Eck- und das Signalhorn verbindet, auf der Südseite durch den langgestreckten Grat des Gletscherkamms und durch die plattigen Felsen der Krämerköpfe. In früheren Jahren entwässerte sich ein Teil des Gletschers auf der orographisch rechten Seite durch einen Randsee in den Mädjibach. Heute fliesst das gesamte Gletscherwasser dem Verstanklabach zu.

Die glaziologischen Beobachtungen am Silvrettagletscher reichen ohne Unterbruch zurück in das Jahr 1915. Damals haben junge Wissenschafter der "Zürcher Gletscherkommission"[1] eine erste Messstelle auf 2800 m ü.M., im folgenden Jahr eine weitere auf etwa 3000 m ü.M. eingerichtet, um den jährlichen Firnzuwachs oder -abtrag zu erfassen. Seit 1956 wird der untere Pegel jährlich zweimal, im Frühling und im Herbst, kontrolliert durch das EISLF, das von 1956 bis 1965 auch die Veränderung des Gletscherendes beobachtet hat. Im Zusammenhang mit einer Projektstudie für Wasserkraftanlagen in den oberen Tälern der Landquart sind in den Jahren 1960 bis 1965 durch die VAW eingehende Untersuchungen am Silvrettagletscher durchgeführt worden. Seither sind die Messungen in Anbetracht der grundlegenden Bedeutung von Massenhaushaltsbestimmungen an Gletschern sowohl für die wissenschaftliche Erforschung der Beziehungen zwischen Gletscher- und Klimaveränderungen als auch zur Erfassung der Wasservorräte in vergletscherten Gebieten im Hinblick auf deren Nutzung als langfristiges Forschungsprojekt der VAW und der Gletscherkommission der SNG weitergeführt und intensiviert worden.

---

1) Gegründet 1913 als "Gletscher-Kommission der Physikalischen Gesellschaft Zürich", ab 1926 kurzerhand als Züricher oder Zürcher Gletscherkommission bezeichnet, die 1946 ihre Tätigkeit niederlegte. Ihre Beobachtungen und Berichte jedoch sind bis heute weitergeführt worden durch verschiedene Institutionen (MZA, EISLF, VAW, GK/SNG) und vor allem durch Privatpersonen, namentlich die Berichterstatter W.Kuhn (bis 1962) und A.Lemans (siehe Zitat Nr. 7 auf Seite 16 des vorliegenden Berichts).

Das Pegelnetz der VAW umfasste vorerst zehn, später rund 40 ziemlich gleichmässig über den ganzen Gletscher verteilte Messstellen (siehe Kartenbeilage). So war es möglich, von 1959/60 an die jährlichen Akkumulations- und Ablationsraten und daraus den jährlichen Massenhaushalt nach der glaziologischen Methode direkt zu bestimmen. Die Ergebnisse der Jahre 1959/60 bis 1972/73 sind in den Tabellen 24, 25 und 26, die Ergebnisse der Berichtsjahre in den Tabellen 9 und 14 sowie in den Abbildungen 14 und 15 dargestellt.

Die regelmässig wiederholten geodätischen Vermessungen am Pegelnetz geben zusätzlich Aufschluss über die Bewegungsverhältnisse. Ebenso wird durch wiederholte Vermessung eines festgelegten Oberflächenprofils und bestimmter, durch Pegel (sog. Gletscherbojen) jährlich neu markierter Punkte die Dickenänderung des Gletschers erfasst. Die grösste Jahresbewegung (20.2 m) ist ungefähr in der Mitte der Steilstufe, bei Pegel 12, auf rund 2880 m ü.M. gemessen worden (siehe Kartenbeilage).

Die Lageänderung des Gletscherendes ist anfänglich auf zwei, zeitweise drei Messlinien bestimmt worden. Seit 1967 wird das Zungenende mittels Theodolit und Messlatte tachymetrisch aufgenommen und im Massstab 1:500 aufgezeichnet, um die Lageänderung planimetrisch aus der seit dem Vorjahr vom Gletscher überführten oder freigegebenen Fläche zu ermitteln. Die Ergebnisse der Zungenmessungen sind in Tabelle 23 zusammengestellt. Abbildung 20 zeigt die Lage der Zungenenden des Silvretta- und des Verstanklagletschers zur Zeit der topographischen Aufnahmen von 1849 bis 1973 und damit die in der Zwischenzeit vom Gletscher freigegebenen Flächen.

Die Gleichgewichtslinie, die das Nährgebiet gegen das Zehrgebiet des Gletschers begrenzt, kann sich entsprechend den Witterungsverhältnissen von Jahr zu Jahr beträchtlich verlagern. Ihre durchschnittliche Höhe am Ende der jährlichen Haushaltsperioden ist in Tabelle 24 angegeben. In den 14 Jahren von 1959/60 bis 1972/73 schwankte dieser Wert auf dem Silvrettagletscher zwischen 3019 m im verlustreichsten Schwundjahr (1963/64) und 2490 m im ergiebigsten Zuwachsjahr (1964/65). Im Mittel lag sie auf 2767 m, wobei sich für das Flächenverhältnis von Nährgebiet zu Zehrgebiet ein Zahlenwert von 1.1 und dementsprechend für das Verhältnis von Nährgebiet zur Gesamtfläche des Gletschers ein sogenannter AAR-Wert (accumulation area ratio) von 0.52 ergeben hat.

Aus den photogrammetrischen Aufnahmen der Jahre 1959 und 1973 ergibt sich nach der sogenannten geodätischen Methode eine Verminderung der Masse des Silvrettagletschers um 4.6 Mio. m^3 Eis in 14 Jahren. Aus den glaziologischen Messungen am Pegelnetz erhält man durch Aufsummieren der Jahreswerte für die gleiche Periode einen Massenverlust von insgesamt 4.0 Mio. m^3 Eis. In der gleichen Zeitspanne hat sich die Gletscherfläche um insgesamt 7.4 Hektaren oder rund 2 Prozent verkleinert. In den einzelnen Haushaltsjahren sind Massenänderungen zwischen 5 Mio. m^3 Schwund im Jahr 1963/64 und 4.8 Mio. m^3 Zuwachs im darauffolgenden Jahr bestimmt worden. Der

Zuwachs in den beiden Berichtsjahren hat die Verluste der vorangehenden 14 Jahre praktisch ausgeglichen. Für die Gesamtperiode 1959 bis 1975 ergibt sich bei einem durchschnittlichen jährlichen Zuwachs um 0.1 Mio. m^3 Eis oder rund 3 cm Schichtdicke ein nahezu ausgeglichener Massenhaushalt.

Im Rahmen der Aufnahmen für den topographischen Uebersichtsplan des Kantons Graubünden ist nach Luftbildern vom 31. August 1959 eine Karte des Silvrettagletschers im Massstab 1:10 000 mit Höhenkurven in 10 m Aequidistanz entstanden. Auf die Vermessungsflüge der L+T für die periodische Nachführung der Landeskarten hin sind im Sommer 1972 durch die VAW gegen 30 Geländepunkte in der nächsten Umgebung des Gletschers so signalisiert und vermessen worden, dass die Luftbilder vom 12. September 1973 für die Darstellung einer dem Uebersichtsplan vergleichbaren Spezialkarte im gleichen Massstab ausgewertet werden konnten. Diese in 6 Farben gedruckte Spezialkarte ist als gefaltete Beilage zu diesem Bericht auf der 3. Umschlagseite eingesteckt. An ihrer Herstellung haben massgeblich mitgewirkt die Eidgenössische Landestopographie durch die Ausführung der Vermessungsflüge und der Druckarbeit, das Vermessungsbüro A.Flotron, Meiringen, durch die Auswertung der Luftbilder von 1973 am Autographen, und H.Tschannen, der die Gravur der Aufnahme 1973 besorgt hat. Die kartographische Gestaltung und die Vorbereitung der Druckvorlagen hat H.Siegenthaler übernommen. Als glaziologischem Sachbearbeiter des Silvrettagletschers war ihm auch die Redaktion des Inhalts übertragen. Durch anderweitige Unterstützung oder Beratung haben ausserdem das Meliorations- und Vermessungsamt des Kantons Graubünden, die Gletscherkommission der SNG und namentlich Professor E.Spiess, Vorsteher des Instituts für Kartographie an der ETHZ, zum guten Gelingen des Werks wesentlich beigetragen. Allen Mitarbeitern an der neuen Gletscherkarte sei an dieser Stelle für diese wertvolle Erweiterung der Reihe der glaziologischen Spezialkarten der Schweiz gedankt. Eine Publikation der VAW über die Beziehungen zwischen dem Klima und den Massenänderungen des Silvrettagletschers ist in Vorbereitung.

6.3. GLACIER DE SILVRETTA

Introduction

Le glacier de Silvretta, situé dans la haute vallée de la Landquart, se trouve à une distance d'environ 15 km à l'est du village de Klosters. Actuellement, selon les relevés topographiques de septembre 1973, il recouvre une surface de 3.15 km^2. Sa longueur est de près de 3.1 km sur l'axe médian, qui va du Col de Silvretta (2999 m s.m.) vers le nord-ouest, puis vers l'ouest jusqu'au front (2450 m s.m.). Le premier relevé topographique, effectué par le Bureau de l'état-major fédéral, en 1849, montre le glacier à l'époque, où il a atteint, à peu près et pour la dernière fois, son étendue maximale des temps historiques. Il avait alors une surface d'environ 5 km^2 et une longueur maximale de près de 4 km. Sur son bord septentrional, il s'appuie contre les pentes raides du "Gletscherrücken"; à l'est, il est bordé par la chaîne des sommets reliant le Silvrettahorn à l'Eck- et au Signalhorn, au sud par l'arête du "Gletscherkamm" et par les dalles rocheuses des Krämerköpfe. Aujourd'hui, ses torrents s'écoulent tous dans le Verstanklabach. Autrefois, le flanc droit de sa langue se terminait dans un lac marginal, tributaire du Mädjibach.

Les observations glaciologiques, commencées en 1915, ont été poursuivies régulièrement, durant plus de 60 ans, jusqu'à nos jours. La première balise d'accumulation a été installée par une équipe de jeunes chercheurs, membres de la "Commission des glaciers zurichoise"[1)], à environ 2800 m d'altitude. L'année suivante, ils ont planté une autre balise à environ 3000 m d'altitude. Les deux balises ont servi aux mesures d'accumulation ou d'ablation annuelle du névé. Depuis 1956, la balise inférieure est contrôlée deux fois par année, au printemps et en automne, par l'IFENA, qui, de 1956 à 1965, a aussi pris soin des mesures sur le front du glacier. Dans le cadre de recherches relatives à des projets d'aménagements hydroélectriques dans les hautes vallées de la Landquart, les VAW ont établi le bilan de masse du glacier à partir des données collectées, de 1960 à 1965, sur un réseau agrandi à une dizaine de balises. Par la suite, ces observations ont été poursuivies, en augmentant encore le nombre de balises, dans le cadre des recherches scientifiques à long terme des VAW. Les données collectées sur ce réseau sont fondamentales pour l'analyse des relations entre les variations des glaciers et celles du climat aussi bien que pour les relevés sur les réserves en eau dans les bassins versants englacés, faites en regard de l'exploitation économique de ces réserves.

---

1) Fondée en 1913 par la Société de physique (Physikalische Gesellschaft) de Zurich et dissoute en 1946. Dès lors, les observations et les rapports annuels ont été poursuivies, jusqu'à nos jours, par différentes institutions (ISM, IFENA, VAW, CG/SHSN) et surtout par des personnes privées, notamment W.Kuhn et son successeur, depuis 1962, A.Lemans, qui ont rédigé les rapports (cités sous le no. 7 de la page 24).

Le réseau de repères sur le glacier comprenait, au début, dix balises, nombre augmenté plus tard à une quarantaine, distribuées assez régulièrement sur la surface entière du glacier (voir carte à l'annexe du présent rapport). Le grand nombre de points observés a permis d'établir le bilan de masse du glacier par la méthode directe, dite glaciologique. Les résultats obtenus sont reportés dans les tableaux 24 à 26 pour les années de 1959/60 à 1972/73 et dans les tableaux 9 et 14 ainsi que dans les figures 14 et 15 pour les années du présent rapport.

Grâce aux mensurations terrestres périodiques, on connait les distances et les vitesses moyennes du déplacement annuel des balises, soit donc du mouvement glaciaire à la surface du glacier. Les mensurations, répétées régulièrement aussi, sur un profil transversal et sur quelques points à coordonnées fixes, permettent de déterminer la variation annuelle de l'altitude de la surface glaciaire, soit de l'épaisseur du glacier. Les vitesses maximales du mouvement glaciaire (20.2 m/an) ont été observées au centre de la partie raide, près de la balise 12, à 2880 m d'altitude (voir carte à l'annexe du présent rapport).

Avant 1967, les variations du front glaciaire ont été déterminées sur deux, parfois trois lignes de mesure. Depuis 1967, la position du front, relevée par mensurations tachymétriques, chaque automne, à l'aide d'un théodolite et d'une règle verticale, est restitué à l'échelle 1:500. Ensuite, sa variation est calculée à partir des aires englacées ou délaissées au cours de l'année et dont la surface est mesurée, à l'aide d'un planimètre, d'après les relevés annuels. Les résultats obtenus sur les variations du front sont représentés dans le tableau 23. La position du front des glaciers de Silvretta et de Verstankla, lors des relevés topographiques effectués de 1849 à 1973, est indiquée à la figure 20.

La ligne d'équilibre, séparant les zones d'accumulation et d'ablation sur un glacier, peut varier considérablement, d'une année à l'autre. Son altitude moyenne, déterminée à la fin de l'été, c'est-à-dire à la fin de l'année du bilan, est reportée dans le tableau 24 pour les années de 1959/60 à 1972/73. Durant cette période, on a observé des valeurs extrèmes de 3019 m s.m., en 1963/64, qui est l'année aux plus grandes pertes de masse, et de 2490 m s.m., en 1964/65, qui est l'année au plus grands gains. La valeur moyenne de cette période a été trouvée à 2767 m s.m. Il en résulte une valeur relative de 1.1 pour la surface de la zone d'accumulation, comparée à celle de la zone d'ablation. Par conséquent, la valeur dite "AAR" (accumulation area ratio) est de 0.52. Ce chiffre exprime le rapport de la surface de la zone d'accumulation à la surface totale du glacier.

On a calculé, en appliquant la méthode, dite géodétique, aux restitutions photogrammétriques des années 1959 et 1973, une perte totale de 4.6 mio. m^3 de glace, en 14 ans. Une perte totale de 4.0 mio. m^3 a été calculée, pour la même période, en cumulant les résultats

des bilans annuels de masse, obtenus par la méthode glaciologique. Durant le même intervalle, la surface du glacier a diminué de 7.4 hectares, soit d'environ 2 pourcent. Les résultats des bilans de masse annuels varient d'une perte de 5 mio. m^3 de glace, en 1963/64, à un gain de 4.8 mio m^3, en 1964/65. Les gains des années du présent rapport ont compensé les pertes des années précédentes, de sorte que, pour la période de 1959 à 1975, il résulte un gain annuel moyen de 0.1 mio. m^3, soit un épaississement du glacier de près de 3 cm. Or, durant cette période, le bilan de masse a été plus ou moins équilibré.

Les vols photogrammétriques, effectués le 31 août 1959 pour la restitution du plan cadastral du canton des Grisons, ont permis de restituer aussi un plan spécial du glacier de Silvretta. Sur ce plan, le glacier est représenté par des lignes de contour à intervalles équidistants de 10 m et à l'échelle 1:10 000. En vue des vols photogrammétriques, déstinés par le S+T à la révision périodique des cartes nationales, les VAW ont marqué, en été 1972, une trentaine de points repères, situés sur les rives du glacier. Ainsi visibles sur les clichés aériens, ces repères ont permis de restituer, d'après les clichés pris le 12 septembre 1973, un plan comparable à celui de 1959. Les deux plans ont été imprimés, en 6 couleurs, dans la carte spéciale annexée au présent rapport (voir pli de la 3e page du couvercle). Elle est due aux contributions essentielles des institutions ou personnes privées suivantes: Le S+T a effectué les vols photogrammétriques et l'impression de la carte, qui a été gravée par H.Tschannen; le bureau de mensurations A.Flotron, Meiringen, a restitué le plan de 1973; H.Siegenthaler, responsable des observations glaciologiques, a été chargé de la rédaction du contenu de la carte et il a modelé aussi les maquettes cartographiques. L'Office cantonal des méliorations et des mensurations aux Grisons a mis a disposition le plan cadastral et la Commission de glaciers de la SHSN a subventionné les travaux pour la carte. Nous remercions aussi le Prof. E.Spiess, directeur de l'Institut de cartographie de l'EPF à Zurich, de ses bons conseils. Notre reconnaissance va à toutes les institutions et tous les autres collaborateurs, qui ont aidé à élaborer cette nouvelle carte glaciologique. Une publication des VAW, concernant les relations entre le climat et les bilans de masse du glacier de Silvretta, est en préparation.

Tabelle 23. Silvrettagletscher - Jährliche Lageänderungen des Gletscherendes, von 1956 bis 1975

Tableau 23. Glacier de Silvretta - Variations annuelles du front glaciaire, de 1956 à 1975

Jahr Année	Aenderung Variation m 1)	Höhenkote Altitude m ü.M./m s.m.	Jahr Année	Aenderung Variation m 1)	Höhenkote Altitude m ü.M./m s.m.
1956	-		1966	+ 6.3	
1957	- 8	2460 2)	1967	- 9.4	2427
1958	- 9	2460 2)	1968	- 0.4	2426
1959	- 16		1969	- 12.6	2426
1960	- 3		1970	- 4.0	2426
1961	- 10		1971	- 8.4	2427
1962	- 12		1972	- 2.6	2428
1963	- 13.3		1973	- 8.2	2429
1964	- 5.5		1974	+ 2.7	2428
1965	+ x		1975	+ 7.2	2428

1) Mittlere Lageänderung seit dem Vorjahr, bis 1966 durch Distanzmessungen auf 2 bis 3 Messlinien ermittelt; seither wird das Zungenende tachymetrisch vermessen und der mittlere Abstand zwischen den Polygonzügen planimetrisch bestimmt.

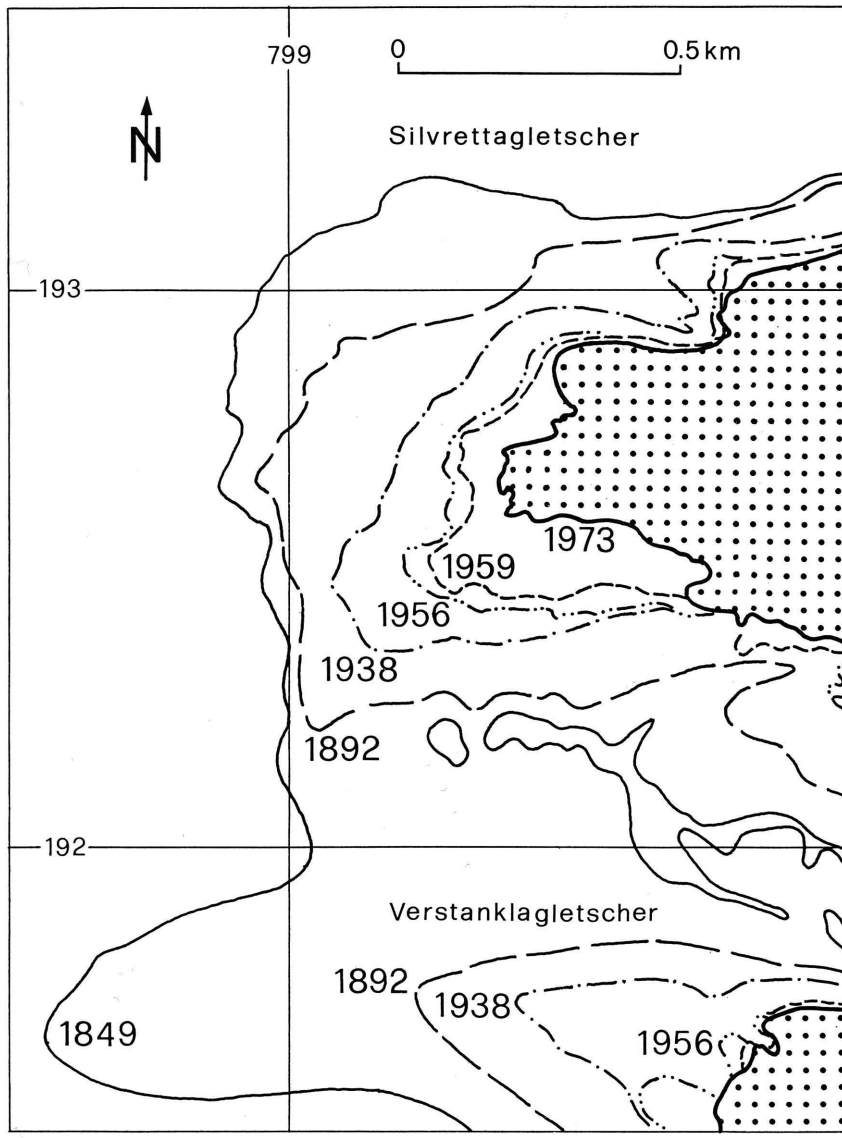
Variation moyenne par rapport à l'année précédente, déterminée jusqu'en 1966 par mesures de distances à partir de 2 à 3 repères; dès lors le relevé du front glaciaire se fait par tachymétrie et cheminement polygonal. La variation annuelle, qui est équivalente à la distance moyenne entre deux cheminements successifs, est déterminée ensuite à l'aide d'un planimètre.

2) Höhenkote des Gletschertors, in den übrigen Jahren des tiefsten Punktes des Gletscherendes.

Cote du portail glaciaire ou, aux autres années, du point le plus bas du front.

Abbildung 20. Silvretta- und Verstanklagletscher - Lage der Gletscherenden, nach topographischen Aufnahmen von 1849 bis 1973

Figure 20. Glaciers de Silvretta et de Verstankla - Situation des fronts glaciaires, d'après des relevés topographiques de 1849 à 1973



Topographische Aufnahmen / Relevés topographiques:

1849 A.M.-F.Bétemps für die Dufourkarte / A.M.-F.Bétemps pour la carte Dufour.
1892 C.Jacot Guillarmod: Siegfriedkarte Bl. 420 (1895) / carte Siegfried feuille 420 (1895).
1938 Landeskarte 1:50 000 Bl. 249 (1951) / carte nationale 1:50 000 feuille 249 (1951).
1956 Landeskarte 1:25 000 Bl. 1198 (1962) / carte nationale 1:25 000 feuille 1198 (1962).
1959 Uebersichtsplan 1:10 000 Bl. GR 4985 / plan cadastral 1:10 000 feuille GR 4985.
1973 Spezialkarte 1:10 000, 1 Bl. (1976) / carte spéciale 1:10 000, 1 feuille (1976).

Tabelle 24. Silvrettagletscher - Jährliche Massenänderung und Höhe der Gleichgewichtslinie, von 1959/60 bis 1972/73

Tableau 24. Glacier de Silvretta - Bilans annuels de masse et altitude de la ligne d'équilibre, de 1959/60 à 1972/73

Messperiode / Année de bilan		Gletscherfläche / Surface glaciaire	Massenänderung / Bilan de masse		Gleichgewichtslinie / Ligne d'équilibre
			gesamt / total	spezifisch / spécifique	
vom/du	bis/au	km^2 1)	10^6 m^3 2)	kg/m^2 3)	m ü.M./m s.m.
31.8.59	31.8.60	3.224	+ 1.729	+ 483	2610
31.8.60	28.9.61	3.224	+ 1.168	+ 326	2715
28.9.61	28.9.62	3.224	- 1.999	- 558	2860
28.9.62	25.9.63	3.224	- 3.553	- 992	2975
25.9.63	26.9.64	3.224	- 5.047	- 1 409	3019
26.9.64	29.9.65	3.224	+ 4.793	+ 1 338	2490
29.9.65	23.9.66	3.224	+ 4.345	+ 1 213	2520
23.9.66	29.9.67	3.224	+ 1.257	+ 351	2695
29.9.67	24.9.68	3.224	+ 2.278	+ 636	2610
24.9.68	25.9.69	3.224	- 0.928	- 259	2785
25.9.69	26.9.70	3.224	+ 0.462	+ 129	2715
26.9.70	24.9.71	3.224	- 3.285	- 917	2920
24.9.71	21.9.72	3.224	- 0.949	- 265	2825
21.9.72	18.9.73	3.150	- 4.245	- 1 213	3004

1) Fläche vom 31. August 1959, ausgenommen 1972/73: Fläche vom 12. September 1973.
Surface du 31 août 1959, à l'exception de 1972/73: surface du 12 septembre 1973.

2) Eisvolumen, gerechnet mit einer Dichte des Eises von 0.9 g/cm^3.
Volume de glace, calculé en admettant une densité de la glace de 0.9 g/cm^3.

3) 1 kg/m^2 entspricht 1 Millimeter Wasserhöhe.
1 kg/m^2 correspond à 1 millimètre d'eau.

Tabelle 25. Silvrettagletscher - Jährliche Massenänderung für Höhenstufen von 100 Metern, von 1959/60 bis 1972/73

Tableau 25. Glacier de Silvretta - Bilans annuels de masse, de 1959/60 à 1972/73, par échelons de 100 mètres d'altitude

a) 1959/60 - 1963/64

Höhenstufen m ü.M.	Flächen km^2 1)	Spezifische Massenänderungen in kg/m^2 1959/60	1960/61	1961/62	1962/63	1963/64
2400 - 2500	.091	- 2 418	- 2 681	- 3 901	- 4 648	- 5 835
2500 - 2600	.381	- 430	- 1 210	- 1 433	- 2 365	- 2 357
2600 - 2700	.513	+ 133	- 491	- 1 053	- 1 591	- 1 940
2700 - 2800	.798	+ 338	+ 504	- 654	- 980	- 1 660
2800 - 2900	.628	+ 737	+ 939	- 33	- 441	- 826
2900 - 3000	.585	+ 1 179	+ 1 202	+ 200	- 97	- 477
3000 - 3100 } 3100 - 3200 }	.228	+ 1 969	+ 1 377	+ 298	+ 254	+ 13
2400 - 3200	3.224	+ 483	+ 326	- 558	- 992	- 1 409

1) Flächen vom 31. August 1959.
Surfaces du 31 août 1959.

b) 1964/65 - 1968/69

Echelons d'altitude m s.m.	Surfaces 1) km^2	Bilans spécifiques de masse 1964/65 kg/m^2	1965/66 kg/m^2	1966/67 kg/m^2	1967/68 kg/m^2	1968/69 kg/m^2
2400 - 2500	.091	- 1 044	- 2 308	- 2 659	- 2 681	- 4 176
2500 - 2600	.381	+ 690	+ 344	- 651	- 509	- 1 433
2600 - 2700	.513	+ 1 051	+ 883	- 238	+ 201	- 747
2700 - 2800	.798	+ 1 321	+ 1 212	+ 373	+ 551	- 281
2800 - 2900	.628	+ 1 564	+ 1 548	+ 783	+ 1 197	+ 301
2900 - 3000	.585	+ 1 701	+ 1 771	+ 1 003	+ 1 313	+ 530
3000 - 3100 } 3100 - 3200 }	.228	+ 2 526	+ 2 465	+ 1 614	+ 1 873	+ 873
2400 - 3200	3.224	+ 1 338	+ 1 213	+ 351	+ 636	- 259

1) Flächen vom 31. August 1959.
Surfaces du 31 août 1959.

Tabelle 25 / Tableau 25: Fortsetzung / Continuation

c) 1969/70 - 1971/72

Höhenstufen m ü.M.	Flächen km^2 1)	Spezifische Massenänderungen in kg/m^2 1969/70	1970/71	1971/72
2400 - 2500	.091	- 2 681	- 5 209	- 3 495
2500 - 2600	.381	- 1 270	- 2 667	- 1 289
2600 - 2700	.513	- 378	- 1 567	- 710
2700 - 2800	.798	+ 150	- 855	- 328
2800 - 2900	.628	+ 611	- 318	+ 126
2900 - 3000	.585	+ 879	+ 132	+ 526
3000 - 3100 3100 - 3200	.228	+ 1 404	+ 627	+ 851
2400 - 3200	3.224	+ 129	- 917	- 265

1) Flächen vom 31. August 1959.
Surfaces du 31 août 1959.

d) 1972/73

Echelons d'altitude m s.m.	Surfaces 1) km^2	Bilans spécifiques de masse kg/m^2
2400 - 2500	.031	- 3 806
2500 - 2600	.385	- 2 343
2600 - 2700	.498	- 1 821
2700 - 2800	.789	- 1 413
2800 - 2900	.628	- 691
2900 - 3000	.577	- 463
3000 - 3100 3100 - 3200	.242	- 326
2400 - 3200	3.150	- 1 213

1) Flächen vom 12. September 1973.
Surfaces du 12 septembre 1973.

Tabelle 26. Silvrettagletscher - Flächen- und Volumenänderung von 1959 bis 1973, für Höhenstufen von 100 Metern

Tableau 26. Glacier de Silvretta - Variations de surface et de volume glaciaire, de 1959 à 1973, par échelons de 100 mètres d'altitude

Höhenstufen Echelons d'altitude m ü.M./m s.m.	Flächen / Surfaces Stand/Etat 1959 1) km^2	 Stand/Etat 1973 2) km^2	 Aenderung Variation km^2	Volumenänderung Variation du volume 1959/73 10^6 m^3
2400 - 2500	.091	.031	- .060	- 1.503
2500 - 2600	.381	.385	+ .004	- 2.195
2600 - 2700	.513	.497	- .016	- 1.571
2700 - 2800	.798	.789	- .009	- .725
2800 - 2900	.628	.629	+ .001	+ .446
2900 - 3000	.585	.577	- .008	+ .462
3000 - 3100 3100 - 3200	.228	.242	+ .014	+ .483
2400 - 3200	3.224	3.150	- 0.074	- 4.603

1) Luftphotogrammetrische Aufnahme durch V+D am 31. August 1959.

Relevé aérophotogrammétrique par D+M le 31 août 1959.

2) Luftphotogrammetrische Aufnahme durch L+T am 12. September 1973.

Relevé aérophotogrammétrique par S+T le 12 septembre 1973.

Kasser P(eter) et Aellen M(arkus) 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, 7 fig. et 8 tabl.

Uebersicht über die Veränderungen der Schweizer Gletscher von 1964/65 bis 1974/75.

Kasser P(eter) 1980: On the effect of topographic orientation on the variations of glacier length. - World Glacier Inventory, Proceedings of the Riederalp Workshop, September 1978. IASH - AISH publ. no. 126, 1980, p. 305-311, 3 fig. and 6 tables. - Also published in Rivista Italiana di Geofisica e Scienze affini, Vol. V 1978-1979, p. 93-96, 2 fig. and 7 tables. (Volume speciale dedicato al Prof. Mario Bossolasco in occasione del 75e compleanno).

Studie mit den Daten der Gletscherkommission aus den Jahren 1946/47, 63/64, 64/65, 71/72, 74/75, 75/76 und 76/77.

Kasser P., Ed. (für die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft, SNG / pour la Société helvétique des sciences naturelles, SHSN) 1981: Gletscher und Klima, Jahrbuch 1978 der SNG, wiss. Teil / Glaciers et climat, Annuaire 1978 de la SHSN, partie scient. ISSN 0080/7362 Birkhäuser Verlag Basel, Boston, Stuttgart. VI+306 S. + 2 Falttafeln.
Autoren / auteurs: Bezinge A., Escher S., Furrer G., Gamper-Schollenberger B., Good W., Haeberli W., Hantke R., Jäckli H., Kasser P., Lliboutry L., Messerli B., Messerli P., Mitchell M.J.jr., Oeschger H., Pfister C., Röthlisberger H., Schotterer U., Stauffer B., Suter J., Welten M., Zumbühl H.J.

Mit Einführung in die Problematik der Gletschermessungen und mit Resultaten von der Mitte des 19. Jahrhunderts bis zum Herbst 1978. Rezente Gletscherveränderungen (S. 106-138). Eislawinen und Ausbrüche von Gletscherseen (S. 170-212).

Müller F(ritz), Caflisch T(oni) und Müller G(erhard) 1976: Firn und Eis der Schweizer Alpen. Gletscherinventar. - Geographisches Institut der ETH Zürich, Publ. Nr. 57. III+174 S. + Anhang.
Ergänzungsband: Photoliste, Publ. Nr. 57a.

Vollständiges Inventar der 1828 Schweizer Gletscher für den Stand vom Herbst 1973, mit regionalen Vergleichen mit den Ständen nach dem "Siegfried-Atlas" (1872-1908) und der "Neuen Landeskarte" (1917-1945).

Röthlisberger H(ans) and Kasser P(eter) 1978: The readvance of the Allalingletscher after the ice-avalanche of 1965. - Proceedings of the International Workshop on Mechanism of Glacier Variations, Alma-Ata 30.9.-11.10.1976. Materialy Glyatsiologicheskikh Issledovaniy Khronika. Obsuzdeniya, Vyp. 33, p. 152-164.

Ergebnisse der Messungen am Allalingletscher von 1954 bis 1975.

Schweizerische Verkehrszentrale (SVZ) / Office national suisse du tourisme (ONST) / Ufficio nazionale svizzero del turismo (UNST) / Swiss National Tourist Office (SNTO) Zürich, Ed. 1979: Die Schweiz und ihre Gletscher, von der Eiszeit bis zur Gegenwart. - ISBN 3 - 259 - 08391X Kümmerly + Frey, Geographischer Verlag Zürich, 1979, mit Nachauflagen 1980 und 1981. 191 S. mit über 350 Abbildungen. - Hrsg. Schweizerische Verkehrszentrale (W.Kämpfen, W.Leu). Mitarbeit der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft (S.Escher, J.C.Praz). Autoren der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie an der ETH Zürich (M.Aellen, W.Haeberli, P.Kasser, H.Röthlisberger), des Geographischen Instituts der ETH Zürich (F.Müller, K.Scherler), der Eidgenössischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen Birmensdorf (F.Schweingruber), des Physikalischen Instituts der Universität Bern (H.Oeschger, U.Schotterer), des Geographischen Instituts der Universität Bern (H.J.Zumbühl), des Alpinen Muse-

ums Bern (G.Budmiger), des Gletschergartens Luzern (P.Wick) und der Grande Dixence SA Sion (A.Bezinge).

Katalog der gleichnamigen am 15. August 1978 in Brig eröffneten Wanderausstellung der Schweizerischen Verkehrszentrale. Neuzeitliche Gletscherveränderungen (S. 70-89). Gletscherinventar (S. 90-107). Gletscher als Naturgewalten (S. 129-165).

(Dito) 1980: La Suisse et ses glaciers, de l'époque glaciaire à nos jours. - ISBN 3 - 259 - 08392 - 8 Kümmerly + Frey, Editions Géographiques Berne, 1980 et réimpression 1981.

(Dito) 1981: Switzerland and her Glaciers. From the Ice Age to the Present. - ISBN 3 - 259 - 08393 - 6 Kümmerly + Frey, Geographical Publishers Berne, 1981.

(Dito) 1981: La Svizzera e i suoi ghiacciai. Dall'epoca glaciale fino ai nostri giorni. - Edizioni Trelingue Lugano-Porza, 1981.

Zumbühl H(einz) J. 1980: Die Schwankungen der Grindelwaldgletscher in den historischen Bild- und Schriftquellen des 12. bis 19. Jahrhunderts. - Denkschriften der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, Band XCII. - ISBN 3 - 7643 - 1199 - 1 Birkhäuser Verlag Basel, Boston, Stuttgart. 279 S. (182 S. Text + Register, 97 Bilds. mit 256 Abbildungen) + 4 Tafeln und 1 Karte.

Die Veränderungen der Grindelwaldgletscher von 1593 bis 1978.

3. Umschlagseite:

Karte 1:10 000 der Silvretta-, Verstankla- und Chammgletscher,
Aufnahmen vom 31. August 1959 und 12. September 1973

Carte 1:10 000 des glaciers de Silvretta, de Verstankla et du Chamm.
Relevés des 31 août 1959 et 12 septembre 1973

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 Nr. (Jahr) / Rapport no. (année)
F.A.Forel	1 (1880) - 15 (1893/94)
F.A.Forel et L.Du Pasquier	16 (1894/95) - 17 (1895/96)
F.A.Forel, M.Lugeon et E.Muret	18 (1896/97) - 27 (1905/06)
F.A.Forel, E.Muret, P.L.Mercanton et E.Argand	28 (1906/07)
F.A.Forel, E.Muret et P.L.Mercanton	29 (1907/08) - 32 (1910/11)
E.Muret et P.L.Mercanton	33 (1911/12) - 34 (1912/13)
P.L.Mercanton	35 (1913/14) - 70 (1948/49)
P.L.Mercanton et A.Renaud	71 (1949/50) - 75 (1953/54)
A.Renaud	76 (1954/55) - 83 (1961/62)
P.Kasser	84 (1962/63) - 91 (1969/70)
P.Kasser und M.Aellen*)	92 (1970/71) - 101 (1979/80)

*) Mitverfasser des Jahrbuchs / Co-auteur de l'annuaire:

H.Siegenthaler	95/96 (1973/74 und 1974/75)

Die Berichte sind in folgenden Zeitschriften erschienen / Les rapports ont paru dans les périodiques suivants:

Zeitschrift / Périodique:	Bericht Nr./Rapport 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 1. - 57. Jg./année, Bern 1925 - 1981	45 - 101**)
**) ohne Tabellen / sans les tableaux	71 - 75
gekürzte Fassung / extrait du rapport complet	85 - 101

Als Sonderdrucke sind erhältlich / Tirés-à-part disponibles:	Nr. (Jahr) / No. (année)
Extrait de la revue "Les Alpes"	81 (1961) - 86 (1966)
Extrait complété de la revue "Les Alpes"	87 (1967) - 90 (1970)
Publication de la Commission des glaciers de la SHSN	91 (1972) - 93/94 (1980)
Publikation der Gletscherkommission der SNG	93/94 (1976)
Glaziologisches Jahrbuch / Annuaire glaciologique	95/96 (1982)

Silvretta-, Verstancla- und Chammgletscher

1 : 10 000

Aufnahmen 1959 und 1973

Eidg. Landestopographie 3084 Wabern

Versuchsanstalt für Wasserbau,
Hydrologie und Glaziologie ETH Zürich

Gletscherkommission der SNG Zürich

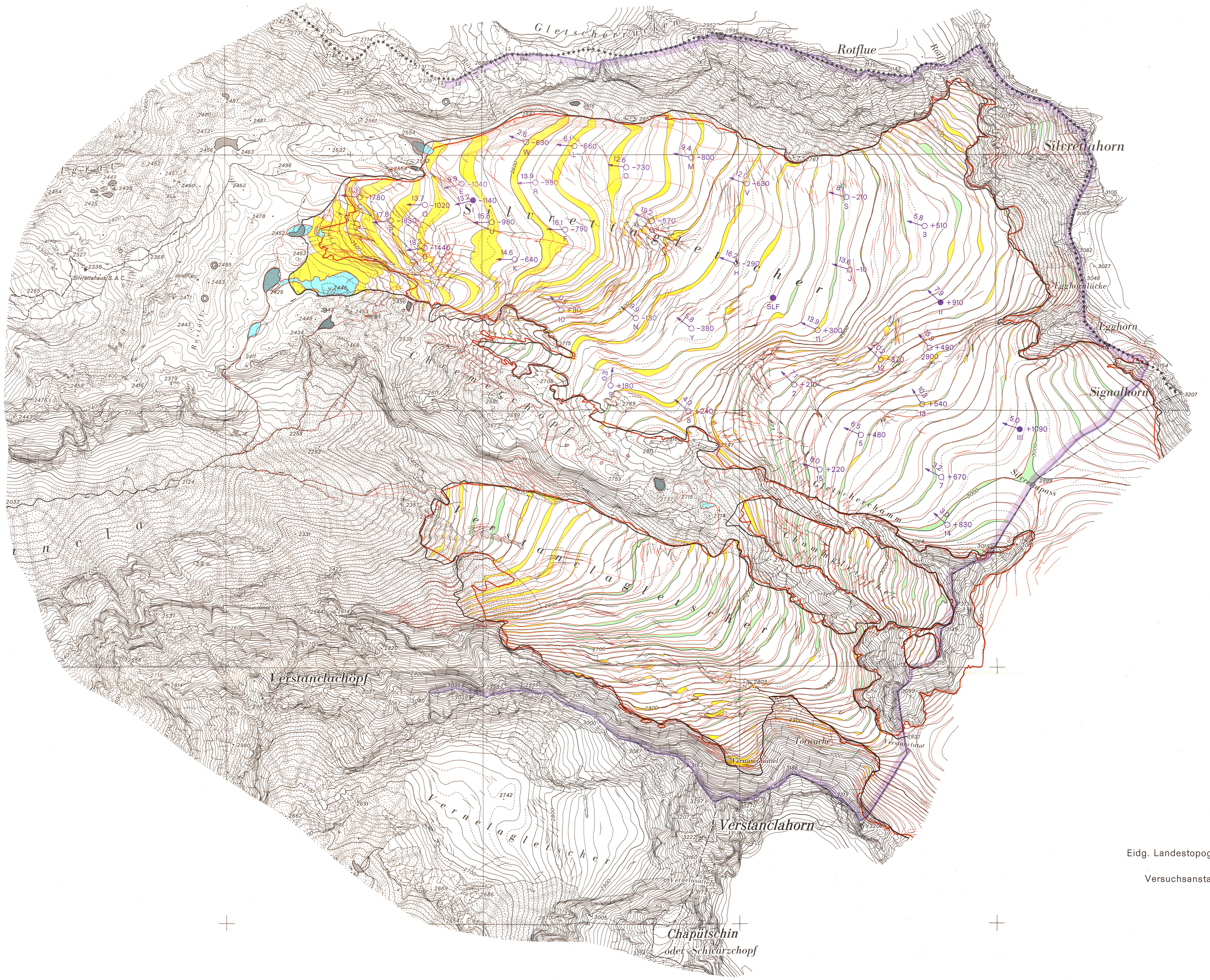
1976

Silvretta-, Verstancla- und Chammgletscher

Luftphotogrammetrische Aufnahmen am 31. August 1959 und 12. September 1973

Massstab 1 : 10 000

Aequidistanz 10 m



Gletschergrenzen 1959

Gletschergrenzen 1973

Firnschneegrenze 1973

Neuschneegrenze 1973

Einzugsgebietsgrenze

Grenze der Moränen 1959

Seen 1959

Seen 1973

Unterschied zwischen den Gletscherständen 1959 und 1973 dargestellt durch horizontale Schnittflächen:

Bei Zunahme der Gletscherdicke

Bei Abnahme der Gletscherdicke

Vermessungsstationen:

- Triangulationspunkt
- Fixes Stativ

Messpunkte auf dem Gletscher:

- Pegel zur Messung des spezifischen Massenhaushalts b̄ und der Horizontalkomponente der Geschwindigkeit V_h
- Pegel mit alljährlich gleicher Ausgangslage (Boje)

V_h in m/Jahr (Jahr 1971/72)

b̄ in kg/m^2 · Jahr (Periode 1959/73)

Pegelbezeichnung

Eidg. Landestopographie Wabern-Bern, Gletscherkommission der SNG Zürich

Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie ETH Zürich

1976