



Schweizerische Meteorologische Anstalt
Institut suisse de météorologie
Istituto svizzero di meteorologia
Swiss Meteorological Institute

No. 184

**Übersicht über die Beiträge zur Klimatologie des Alpengebietes
von Dr. E. Ambühl; mit Kommentaren zum aktuellen
Forschungsstand im Gebiet der Temperaturverhältnisse
in den letzten zwei Jahrhunderten**

von

Max Schüepp, Wallisellen

September 1995

Arbeitsberichte der SMA
Rapports de travail de l'ISM
Rapporti di lavoro dell'ISM
Working Reports of the SMI

© SMA, Publikationen, CH-8044 Zürich

Schweizerische Meteorologische Anstalt
Krähbühlstrasse 58, Postfach
CH-8044 Zürich

Tel. (01) 256 91 11, Fax (01) 256 92 78, Telex 81 73 73 met ch

Zusammenfassung

Dr. E. Ambühl Bern (1903 - 1994) hat seine meteorologischen Arbeiten betr. Temperaturverhältnisse, speziell auf dem Gr. St. Bernhard, und vielfältige Arbeiten über die Schneedeckenverhältnisse in der Schweiz und die Firne im Gotthardgebiet in umfangreicher Schreibmaschinen-Dokumentation von über 400 Seiten niedergelegt. Eine Kopie des Originals befindet sich in der Bibliothek der SMA. Die Resultate werden im Arbeitsbericht kurz erläutert und kommentiert.

Résumé

Le Dr. E. Ambühl Bern (1903 - 1994) a réuni dans une large documentation de plus de 400 pages dactylographiées ses recherches météorologiques dans le domaine des températures, particulièrement sur le Grand St. Bernhard. A ces recherches s'ajoutent de multiples rapports concernant les conditions de la couche de neige en Suisse et les névés dans la région du Gotthard. Les résultats sont brièvement expliqués et commentés dans ce rapport de travail. La copie de la documentation originale se trouve dans la bibliothèque de l'ISM.

Riassunto

Il Dr. E. Ambühl (1903-1994) di Berna ha allestito una vasta documentazione di oltre 400 pagine dattiloscritte sulle sue ricerche meteorologiche nel campo della temperatura, in particolare sul Gran San Bernardo. A queste ricerche si aggiungono molteplici lavori sulle condizioni di innevamento in Svizzera e sui nevati della regione del San Gottardo. Nel presente rapporto i risultati vengono brevemente illustrati e commentati. Una copia della documentazione originale è presente alla biblioteca dell'ISM.

Summary

Dr. E. Ambühl, Berne (1903 - 1994), wrote down his meteorological research about temperature conditions, especially those on the Grand St. Bernard, as well as abundant works about snow cover conditions in Switzerland and the firns in the Gotthard region in form of a typewritten documentation of over 400 pages. A copy of the original can be found in the SMI library. The results are briefly explained and commented in the present report.

Inhaltsverzeichnis

Kap. Nr.	Titel	Seiten Nr.
1	Vorwort	1
2	Lebenslauf	1
3	Literaturverzeichnis von E. Ambühl	2
4	Bearbeitung der Temperaturreihe des Grossen St. Bernhard und derjenigen von Bern sowie des Luftdrucks von Bern	3
4.1	Grosser St. Bernhard	3
4.2	Bern	4
5	Schneedecken in der Schweiz.....	8
5.1	Maximale Schneehöhen: Das gebundene und das freie Schneehöhen-Maximum	8
5.2	Säkulare Änderungen der Schneedecke in der Schweiz und Jahresverlauf der Schneehöhen in den Alpen	10
5.3	Veränderung von Einschnelen, permanenter Schneedecke (PSD) und Ausapern / 100m Höhenunterschied in der Gotthard-Traverse 1901 - 1970	15
5.4	Schneegrenze	17
6	Firne im Gotthardgebiet	18
6.1	Der Gedanke der Firnbeobachtung (Zitat von E. Ambühl)	18
7	Fotoserie	19
8	Literaturverzeichnis	19

1. Vorwort

Wenn hier in einem Arbeitsbericht der SMA auf die Untersuchungen von E. Ambühl näher eingegangen wird, geschieht dies in Würdigung der vielen klimatologischen Bearbeitungen von Ambühl, welche in jahrzehntelangen Bemühungen neben der beruflichen Tätigkeit entstanden sind. Ambühl war kein Berufsklimatologe, sondern am Eidg. Meliorationsamt tätig; hatte aber, wie schon sein doppeltes Berufsstudium als Geologe und Kulturingenieur zeigt, seit jeher ein breites Interessenfeld, speziell für die Probleme der alpinen Gebiete mit Schnee und Firn, wie es die Besprechung der Arbeiten in den nachfolgenden Kapiteln darlegen möchte.

Wir geben zunächst einen kurzen, von Ambühl inhaltlich selbst zusammengestellten, Lebensabriss und eine Zusammenstellung seiner meteorologischen Publikationen, welche auf seine petrographisch-geologische Dissertation von 1929 folgten.

2. Lebenslauf

In Andermatt geboren und aufgewachsen, erlebte Ernst Ambühl schon als Kind den grossen jahreszeitlichen Wechsel zwischen dem schneereichen und kalten Winter und dem so anders garteten Sommer. Bereits in seiner Jugend galt sein besonderes Interesse dem Kommen und Gehen dieses Winters.

Nach der Mittelschule studierte er an der ETH, Abteilung für Naturwissenschaften, speziell Mineralogie, Petrographie und Geologie. Promotion zum Dr. sc. nat. mit einer Kartierung eines rund 100 km² grossen Gebietes: Petrographie und Geologie des zentralen Gotthardmassivs.

In den Hochwintern (Frühlingsferien) in den frühen 20^{er} Jahren nahm er tägliche Schneehöhen-Ablesungen an einem Pegel vor dem Festungsbüro Andermatt vor. Aus diesen Messungen wurde der allgemeine Zeitpunkt des jährlichen Schneehöhen-Maximums bestimmt.

Nach Abschluss des Studiums: Zwei Jahre Tätigkeit als Oelgeologe in Trinidad (früher British West Indies). Vorzeitige Rückkehr infolge der ausgebrochenen Wirtschaftskrise.

Seit 1932: Analyse der Schneehöhenangaben der Originalaufzeichnungen der SMA. Ergänzungen auf die täglichen Werte. Mit der Zeit: Anwachsen des Materials - inkl. tägliche Temperaturen verschiedener Stationen über Jahrzehnte - auf rund 4 Mio Werte.

Zweitstudium am Poly: Abschluss als Dipl. Kult.-Ing. ETH (1941). Anstellung am Eidg. Meliorationsamt/Bundesamt für Landwirtschaft. Fortsetzung der klimatologischen Untersuchungen mit dem Ziel, die täglichen Schneehöhen der grossen Städte des Landes, der Gotthard-Traverse (Altdorf - Lugano) und der Gebirgs- und Hochgebirgsstationen zu ermitteln. Erstellen der Schneepiegel bei der Rotondo-Hütte S.A.C., UR, 2575m, 1940 und Gemsstock, 2905m an der Luftseilbahn Andermatt-Gemsstock, 1964. Damit z.T. das "missing link" zwischen 2500m und 3500m (Jungfrauoch) überbrückt.

Ergebnis: Auf Grund dieser Messungen wurden neue Begriffe und Definitionen über Schneehöhenelemente entwickelt sowie Gesetzmässigkeiten aufgefunden. Diese wurden in mehreren Publikationen und zahlreichen Zeitungsartikeln veröffentlicht.

Die aufgeführten Arbeiten wurden von E. Ambühl rein aus Interesse an der Sache, ohne Auftrag von irgendwelcher Seite begonnen und bis einige Tage vor seinem Tod im März 1994 fortgesetzt.

3. Literaturverzeichnis von E. Ambühl

- A-1 **Petrographie und Geologie des zentralen Gotthardmassivs, südlich Andermatt.** Schweiz. Mineralogische und Petrographische Mitteilungen, Band IX. Heft 2. 1929 (Diss. ETH Nr. 579).
- A-2 **Sind unsere Alpen eine scharfe Wetterscheide?** "Die Alpen", Jahrgang XI, Heft 1. 1935.
- A-3 **Unser Klima (von normalen und abnormalen Jahreszeiten).** "Der Landfreund", Bern, Nr. 49 und 50. 1936.
- A-4 **Periodische Klimaschwankungen.** "Der Schweizer Geograph", 4. Heft. August 1937.
- A-5 **Vor 45 Jahren zum ersten Male mit Ski über den Gotthard.** "Skiheil", Schweiz. Wintersportzeitung Nr. 14. 1938
- A-6 **Die Schneedecke auf dem Gotthard-Hospiz.** "Die Alpen", Heft 3. 1942.
- A-7 **Die Schneedecke am Gotthard-Hospiz.** NZZ, Nr. 326, Blatt 4. 25. Februar 1944.
- A-8 **Winter, Schneeschmelze und Frühling zu Berg und Tal.** Alpwirtschaftliche Monatsblätter, "Die Blaue", Nr. 3 und 4. 1950.
- A-9 **Hochsommer in den Bergen.** Nr. 9 und 10. 1950.
- A-10 **Sonnenscheindauer in Bern, 1901 - 1950.** Schweiz. Bauzeitung, 69. Jahrgang, Nr. 48. 1951.
- A-11 **Temperatur- und Schneeverhältnisse im Sommer (Juni - September) auf dem Jungfrauoch (3576 / 3350m).** Verhandlungen der S.N.G., Pruntrut. 1955.
- A-12 **100 Jahre Einschneien und Ausapern in Andermatt (1860 - 1960).** Artikelserie in der "Gotthard-Post", Atdorf und im Urner Wochenblatt, Atdorf. Dezember 1960.
- A-13 **100 Jahre Einschneien und Ausapern in Andermatt (1860 - 1960).** "Die Alpen", Quartalsheft 4. 1961.
- A-14 **Andermatts Schneefeld.** NZZ Nr. 106. 11. Januar 1962.
- A-15 **Vergleiche der Bewässerungsbedürftigkeit auf klimatischer Grundlage zwischen Berner Mittelland und Unterengadin.** Schweiz. Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und Photogrammetrie, Nr. 10. 1962.
- A-16 **25 Jahre Schneepegel bei der Rotondo-Hütte S.A.C. (2575m), 1940 - 1965.** "Die Alpen", Quartalsheft 2. 1966.
- A-17 **Temperaturbeobachtungen vom Gr. St. Bernhard (2478m), vorwiegend während der Sommermonate 1816 - 1965.** "Die Alpen", Quartalsheft 2. 1971.
- A-18 **Das Berner Wetter.** Artikelserie in "Der Bund". 1974 - 1977.
- A-19 **Über Schneedecken in der Schweiz und Firne im Gotthardgebiet.** Unveröffentlichtes Manuskript, 428 Seiten, Bern-Liebefeld. 1990.
- A-20 **Die Idealisierten Kurven der Temperaturmittel von Bern 1901 - 1970.** Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern, N.F., 50. Band. 1993.
- A-21 **Die Reduktion der Temperaturreihe des Gr. St. Bernhard 1817 - 1900 und die Temperaturkorrektur 1836 - 1882.** Unveröffentlichtes undatiertes Manuskript, 12 Seiten, zusammen mit A-19 in der Bibliothek SMA.

4. Bearbeitung der Temperaturreihe des Grossen St. Bernhard und derjenigen von Bern sowie des Luftdrucks von Bern

4.1 Grosser St. Bernhard

Die älteste schweizerische Hochgebirgsstation mit durchgehenden Beobachtungen (Beginn Herbst 1817) ist zwar schon im *"Klima der Schweiz"* von Maurer, Billwiller und Hess bearbeitet worden, aber erst ab dem Jahr 1851 (vgl. nachfolgendes Literaturverzeichnis S. 20, Lit. Nr. B-12).

Es ist das Verdienst von E. Ambühl, die Zeitperiode von 1817 - 1850 in den 1950^{er} Jahren näher untersucht zu haben. Die Lücke zu den ältesten Beobachtungen in den Schweizeralpen, welche von 1781 - 1792 im Rahmen der europäischen Gesellschaft Palatina unter Jakob Hemmer auf dem Gotthardpass durchgeführt wurden, ist dadurch auf die Zeitspanne 1793 - Aug. 1817 verkleinert worden. In diese noch fehlende Periode fällt eine markante Abkühlung, gipfelnd im sog. *"Jahr ohne Sommer"* 1816.

Die Folge war der zweitletzte Gletschervorstoss um 1820 in der *"kleinen Eiszeit"*, welche etwa die Zeit von 1600 - 1850 charakterisierte.

In der im *"Klima der Schweiz"* behandelten Periode 1851 - 1900 wurden auf dem Gr. St. Bernhard sehr häufige Beobachtungen durchgeführt, bis 1883 von 6^h - 22^h je 9 zweistündliche Ablesungen und für die Nachtstunden zeichnerisch ergänzte Messwerte, sodass der Tagesverlauf der Temperatur für alle Monate bekannt war.

Vor 1851 waren die Messungen weniger häufig und in verschiedenen Perioden zu unterschiedlichen Tageszeiten durchgeführt worden. Sie konnten aber von Ambühl mit Hilfe des aus 1851 - 1900 bekannten Tagesverlaufs auf 24 Stunden-Mittel umgerechnet werden (vgl. Lit. A-19, Beilage Manuskript Ambühl, Bibliothek SMA Zürich).

Die Resultate wurden mit geringen Modifikationen (betreffend Temperaturkorrekturen des Stationsthermometers auf dem Gr. St. Bernhard, die Ambühl nur teilweise bekannten waren) in das Heft *"Lufttemperatur"* 2. Teil der *"Klimatologie der Schweiz"* (Lit. B-17, S. C/16 - C/19) im Jahr 1961 übernommen.

Eine neue Bearbeitung erfolgte durch den Geographen A. Graf in einem Nationalfondsprojekt 1986 - 89 (Lit. C-1). Sie konnte leider infolge zunehmender Lehrverpflichtungen von A. Graf nicht weitergeführt werden und so blieben massgebende Fragen noch ungeklärt. Die Schwierigkeiten liegen vor allem in der Reduktion der von 1817 - 1850 häufig wechselnden Beobachtungszeiten auf Tagesmittelwerte, besonders in der Periode 1826 - 1835. In diesem Zeitraum fehlen die Ablesungen ausserhalb der Mittagsperiode von 9^h - 15^h, sodass die Tagesamplitude unsicher ist. Zwar wurde ein Minimumthermometer abgelesen, doch sind diese Thermometer verhältnismässig ungenau. Die Besprechung der erhaltenen Ergebnisse findet sich in Lit. C-1, S. 5 - 7. Es zeigte sich, dass die Temperaturen auf dem Gr. St. Bernhard vor 1851 im allgemeinen im Jahresmittel ca. 0,2° tiefer lagen als die Werte in der *"Klimatologie der Schweiz"* im Heft *"Lufttemperatur"* 2. Teil (Lit. B-17). Neuere vergleichende Untersuchungen mit den Messungen auf dem ähnlich gelegenen Weissfluhjoch haben gezeigt, dass diese Abweichung offenbar auf Strahlungseinflüsse zurückzuführen ist, weil der Schutz des Thermometers gegen die hohe Rückstrahlung der Umgebung besonders bei hohem Sonnenstand und Schneedecke in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts ungenügend war (Lit. C-2). Dabei war der Fehler im Winter geringfügig, erreichte aber im Frühsommer ca. 1/2°.

Er war besonders gross 1818, als beim Beginn der Beobachtungen noch Hochgebirgs-erfahrungen fehlten.

Wie kann nun die Arbeit weitergeführt werden? Wir könnten wahrscheinlich durch eine eingehende Untersuchung des vertikalen Temperaturgradienten (VTG) Genf - Gr. St. Bernhard eine bessere Überprüfung der St. Bernhardwerte erreichen, weil Genf dieselben Beobachtungstermine wie der St. Bernhard hatte, aber infolge relativ seltener Schneebedeckung und demzufolge kleinerer Albedo viel weniger hohen Strahlungseinflüssen ausgesetzt war.

Die VTG-Werte könnten für die verschiedenen Witterungsverhältnisse (Wetterlagen) bestimmt werden. Eine entsprechende, auf den damalig vorhandenen Unterlagen basierende Klassifikation der Wetterlagen müsste noch geschaffen werden. Dabei ist zu beachten, dass anfänglich nur die Windrichtung, nicht aber die Windstärke notiert wurde. Benutzt werden könnten aber auch die Luftdruckwerte der drei Reihen Genf, Basel und Mailand, für die Bearbeitungen von Bider und Schüepp (Lit. C-3) und Behrens (Lit. C-4) vorliegen. Umfassende, auf Wetterlage abgestützte Untersuchungen würden Aufschluss darüber geben, ob zwischen der letzten Periode der "kleinen Eiszeit", der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts und den heutigen Verhältnissen ein wesentlicher Unterschied besteht.

Die sommerlichen Temperaturverhältnisse im Gebirge lassen sich zudem vielleicht mit Hilfe der Dendrochronologie näher untersuchen, auch wenn es sich dabei nur um ungefähre "Proxi"-Daten handeln kann, wie sie von Chr. Pfister in Bern in vielen Arbeiten behandelt wurden (z.B. Lit. C-5). Die Jahresringbreite der Bäume ist allerdings, wie erste Überblicke zeigen, nicht nur von der Temperatur der wärmeren Jahreszeit beeinflusst, sondern auch von manchen anderen Faktoren, was die Arbeit erschwert. Auch die Dichtemessung des Spätholzes ergibt nur eine ungefähre Spätsommertemperatur (Lit. C-6). Es wäre aber sicher wertvoll, mit Hilfe der verschiedenen Hilfsmittel die eingangs erwähnte Lücke in den Gebirgstemperaturen von 1793 - 1817 - der meteorologisch interessanten Zeit der Vorbereitung des Gletschervorstosses von 1820 mit den dazugehörigen ungewöhnlichen niedrigen Sonnenfleckenmaxima von 1802 und 1816 (Lit. C-7) - zu schliessen.

Die Bearbeitung der Temperaturreihe des Gr. St. Bernhards von E. Ambühl sollte daher nur der erste Schritt auf einem längeren Pfad in die Zukunft sein.

4.2 Bern

Nach der Bearbeitung der Temperatur auf dem Gr. St. Bernhard hat sich Ambühl in neuerer Zeit auch mit den Messungen in Bern in diesem Jahrhundert beschäftigt (nicht aber mit den bis ins 18. Jahrhundert zurückreichenden alten Beobachtungen). Er stellte auch die Luftdruckverhältnisse im Mittelland und im Gebirge zusammen, wobei es sich zeigte, dass der Druck im Zeitraum 1881 - 1970 im Durchschnitt um mehrere Zehntelmillimeter Hg abnahm (Lit. A-19, S.19), während er seither wieder in zunehmendem Anstieg begriffen ist. Für Bern wird auch der jahreszeitliche Verlauf in der Periode 1901 - 1970 dargestellt (Lit. A-19, S. 17).

Bei der Temperatur von Bern hat Ambühl die Abweichung der effektiven durchschnittlichen Mitteltemperatur von der idealisierten Sinuskurve, wie sie sich aus den Strahlungsverhältnissen ergibt, für die einzelnen Tage des Jahres in der Periode 1901 - 1970 berechnet und in den Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern publiziert (Lit. A-20) vgl. Fig. 1a - 1d.

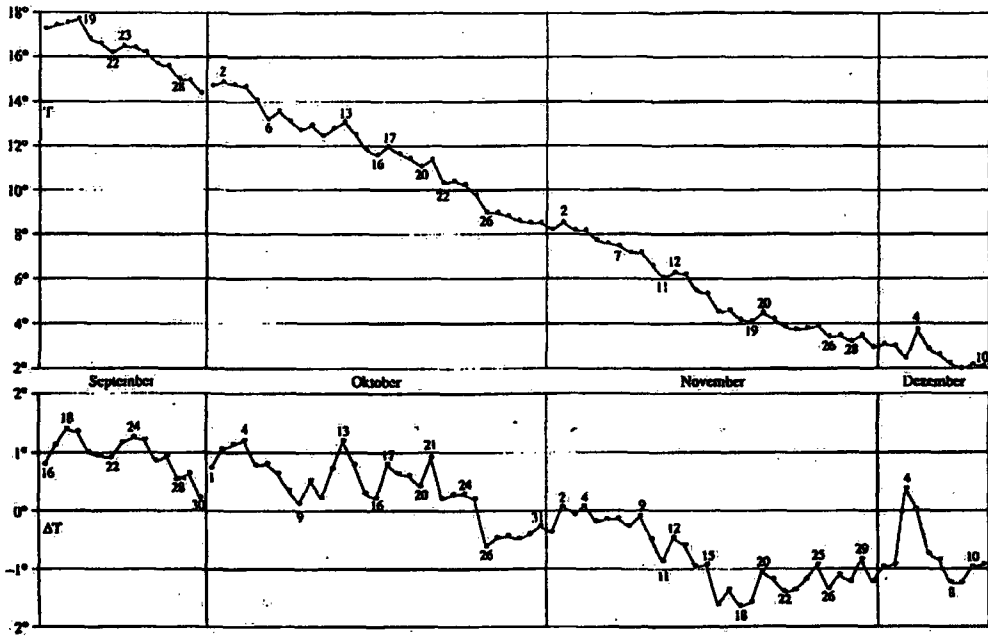


Fig. 1a Herbst, 16. September bis 10. Dezember 1900 - 1970.
 Bern, 572m, 13.30 Uhr-Temperatur-Mittel $[T]$ und ihre Abweichungen vom
 idealisierten Wert $[\Delta T]$.

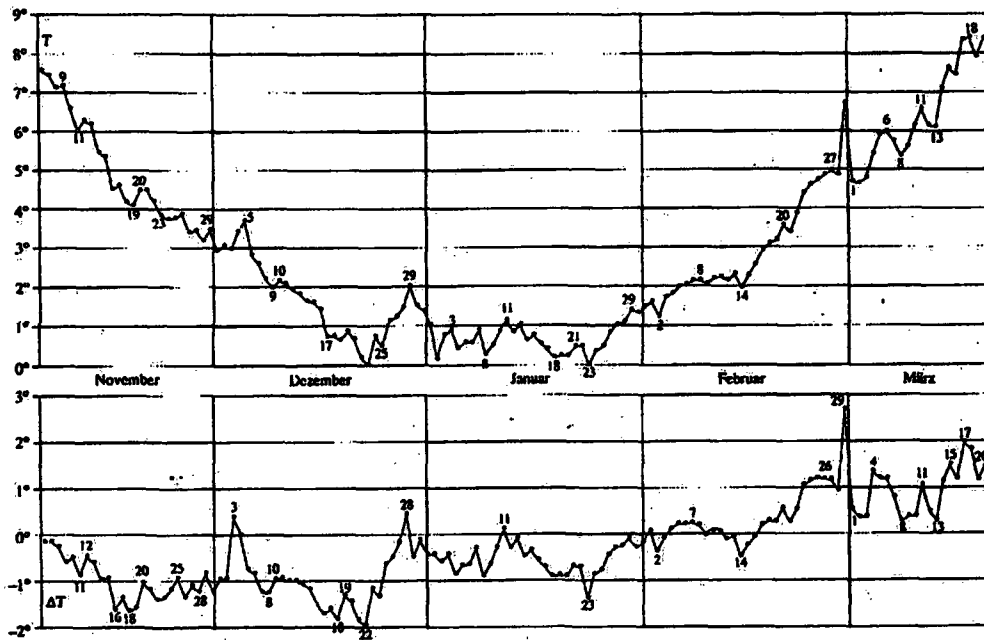


Fig. 1b Winter, 6. November bis 20. März 1900 - 1970.
 Bern, 572m, 13.30 Uhr-Temperatur-Mittel $[T]$ und ihre Abweichungen vom
 idealisierten Wert $[\Delta T]$.

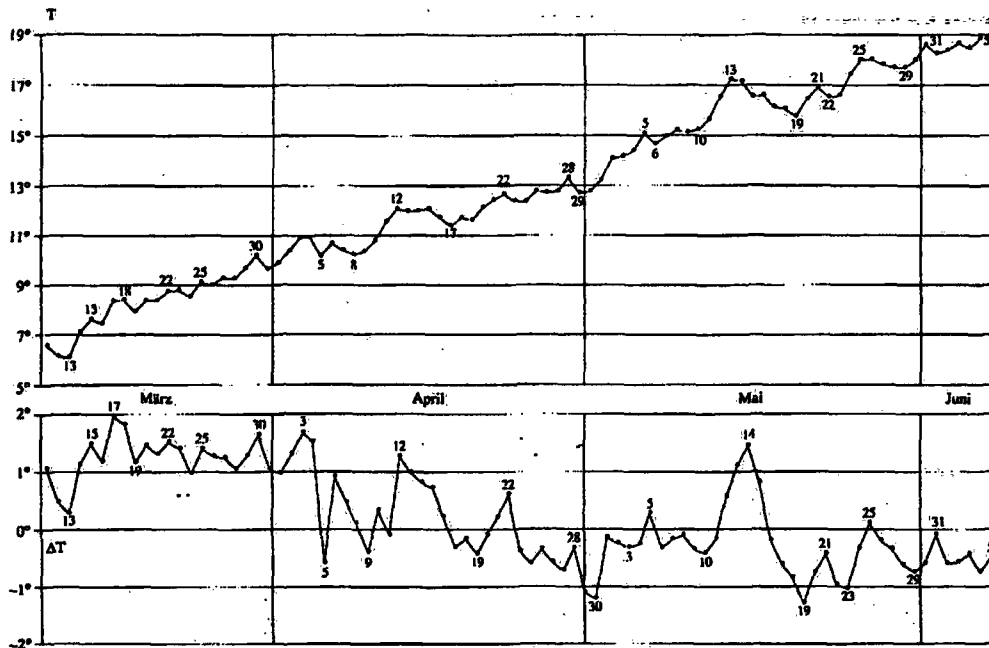


Fig. 1c Frühling, 11. März bis 5. Juni 1900 - 1970.
Bern, 572m, 13.30 Uhr-Temperatur-Mittel $[T]$ und ihre Abweichungen vom idealisierten Wert $[\Delta T]$

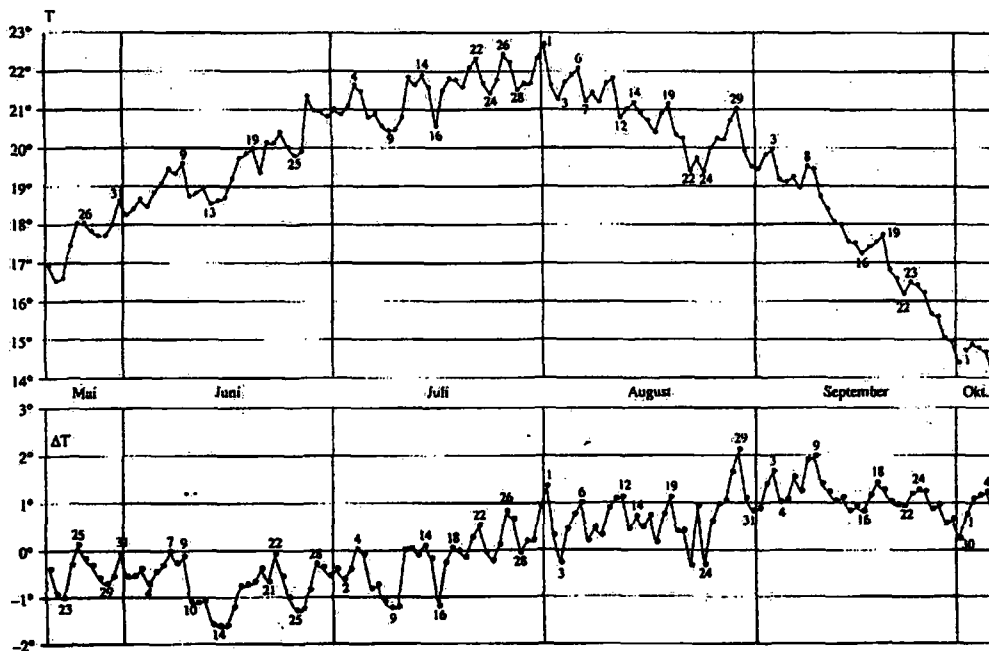


Fig. 1d Sommer, 21. Mai bis 5. Oktober 1900 - 1970.
Bern, 572m, 13.30 Uhr-Temperatur-Mittel $[T]$ und ihre Abweichungen vom idealisierten Wert $[\Delta T]$.

Der Kurvenverlauf entspricht weitgehend demjenigen, der in der *"Klimatologie der Schweiz"* für die Periode 1901 - 1960 im Heft *"Jahresgang der meteorologischen Elemente in der Schweiz"* (Lit. C-8, S. M/18 - M/19) wiedergegeben ist. Dort sind jedoch Tagesmittel statt 13.30 h Mittelwerte verwendet (Darstellung in Zahlen und ohne Vergleich mit einer idealisierten Sinuskurve). Wir erkennen die im durchschnittlichen Jahresverlauf auftretenden markanten Erscheinungen wie z.B. die um die Junimitte auftretende *"Schafkälte"* und den Gegenpol, das um den 29. Dez. im Mittel fällige *"Weihnachtstauwetter"*. Wir sehen andererseits, dass die nach langjähriger Überlieferung zwischen dem 12. und 15. Mai auftretenden *"Eisheiligen"* (nach julianischem oder gregorianischem Kalender?) auf den 19. Mai verschoben sind und am 13. Mai einer Wärmespitze Platz gemacht haben. Markante Abkühlungen zeigen sich im Sommer um den 9. Juli und vom 22. - 24. August, ein Wärmegipfel dagegen am 29. August. Ob die 1901 - 1970 festgestellten Abläufe jetzt, seit der markanten Erwärmung der 1980^{er} Jahre immer noch aktuell sind? Das Material ist gespeichert und mit dem Computer sind heute solche Fragen viel einfacher und rascher zu beantworten.

Um die Jahrhundertmitte hat man sich stärker als heute mit diesen, damals unter der Bezeichnung *"Singularitäten"* diskutierten jahreszeitlich gebundenen Wetterentwicklungen befasst. Auch hat man sich jeden Tag mit der Entwicklung bei früheren ähnlichen Wetterlagen beschäftigt, weil man ja nicht ein fertiges *"Kochrezept"* wie heute bekam.

Nun zeigen ähnliche frühere Wetterabläufe, sogenannte *"Analogfälle"* immer ihr eigenes Gesicht, was einen Kollegen zur Aussage veranlasste: *"Analog"* sei die Vergangenheitsform von *"Anna lügt"*. Und doch stellt sich die Frage, ob ihr Studium uns nicht weiterhelfen kann zum besseren Verständnis der Ursachen der verschiedenen Abläufe. Wir müssen nach neuen Quellen suchen. Es sollte ja nicht in alle Zukunft die Entwicklung auf längere Zeit hinaus, im Bereich der Monats- und Jahreszeitenprognosen, im Dunkeln liegen. Heute überlässt man die langfristige Wettervorhersage fast ganz dem Zitat von *"Bauernregeln"* und konzentriert sich auf die jetzt mit dem Computer berechenbare Mittelfristprognose (2 - 6 Tage). Seit 1935, also für 6 Jahrzehnte, besitzen wir sowohl Boden- als auch Höhenwetterkarten, somit ein grosses Studienmaterial. Dieses wird in neuerer Zeit mit Satelliten- und Radarbildern ergänzt und somit haben wir einen globalen Überblick und es bleibt uns die Aufgabe, in internationaler Zusammenarbeit allmählich auch einen Einblick in die langfristigen Entwicklungen und deren Ursachen zu gewinnen.

Nach diesem Wunsch zurück zu den Untersuchungen von Ambühl. Da für die Beurteilung der Schneedeckenverhältnisse neben der Temperatur auch die Niederschläge eine ausschlaggebende Rolle spielen, hat Ambühl in seiner Arbeit auch dieses Element in einem Querschnitt Altdorf - Gotthard - Mailand an Hand von 12 Stationen untersucht (Lit. A-19, S. 37 - 39). Während am Alpennordhang ein Sommermaximum Juli - August auftritt und in Mailand zwei Maxima im April und Oktober zu verzeichnen sind, finden wir vom Gotthard bis zur Landesgrenze Schweiz - Italien im Tessin ein Zwischengebiet, in welchem als Übergang sowohl das Sommermaximum des Nordens als auch das Frühjahrs- und Herbstmaximum des Südens auftreten.

5. Schneedecken in der Schweiz

Der Schneedecke wurde in der Schweiz im 19. und noch zu Beginn des 20. Jahrhunderts bei der Bearbeitung der Messstationen nur wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Erst mit der allgemeinen Vorbereitung des Skifahrens sind die Messungen zahlreich geworden. So konnten für die *"Klimatologie der Schweiz"* im Heft 24/F mit dem Titel *"Schneedecke und Neuschnee"* (Lit. B-18) nur die 20 Jahre 1959/60 - 1978/79 für die tabellarischen Angaben verwendet werden. Sie wurden ergänzt durch die Schneedeckenangaben von Basel (seit 1853/54) und die Stationen Zürich, Lugano, und Bever (seit 1880/81) sowie eine Höhenabhängigkeitskurve 1949/50 - 1967/68.

Wir geben nachfolgend ergänzende Hinweise aus den umfangreichen Studien von E. Ambühl, die er in Lit. A-19 zusammengetragen hat. Als Überblick geben wir in Fig 2a - c den langjährigen Verlauf der Schneedeckentage einiger Hauptstationen der Alpennord- und -südseite sowie von Bever und der von Ambühl ermittelten Werte vom Gr. St. Bernhard. Hier kann nicht im Detail auf den Inhalt der 428 Schreibmaschinenseiten umfassenden Arbeit von Ambühl (Kopie SMA-Bibliothek) eingegangen werden, doch soll für einen späteren Bearbeiter der Schneedecke ein kurzer Überblick gegeben werden. Zu Beginn werden (S. 41 - 45) die von Ambühl verwendeten Definitionen besprochen. S. 46 - 49 behandeln die Verhältnisse auf dem Säntis. Die nachfolgend wiedergegebene Tabelle 1 zeigt die Veränderungen mit zunehmender Stationshöhe. Für die Periode 1901 - 1970 werden die Messungen von Basel, Genf, Lugano und Locarno behandelt (S. 64 - 71), sodann für Basel, Genf und Lugano auch für die Periode 1863 - 1970 (S. 72 - 79). Die drei Stationen Altdorf, Bern und Zürich sind ebenfalls sowohl für 1901 - 1979 (S. 80 - 88) als auch für 1863 - 1970 (S. 89 - 96) besprochen. Nach einigen Angaben aus Chroniken von der Periode 1407 - 1775 (S. 97 - 99) folgen für die Periode 1900 - 1970 die Schneedeckenwerte von Gurtellen (S. 103 - 108) sowie der vier montanen Orte Göschenen, Airolo, Engelberg und Guttannen (S. 109 - 130) sowie Andermatt (S. 131 - 147), inklusive Angaben aus alten Chroniken aus dem Urserental Periode 1363 - 1932 (S. 148 - 152) und einem Vergleich mit Reckingen aus der Periode 1960 - 1970 (S. 153 - 155). Die Station St. Gotthard (2095m) ist für die Periode 1901 - 1970 auf S. 156 - 178 behandelt, und sie wird nachfolgend mit den anderen Bergstationen Gr. St. Bernhard (2469m), Säntis (2500m) und Rotondohütte (2575m) verglichen (S. 179 - 206). Als Beispiel wird im Abschnitt 5.1 ein Ausschnitt aus der Bearbeitung von Ambühl (S.50 -52) gegeben.

5.1 Maximale Schneehöhen:

Das gebundene und das freie Schneehöhen-Maximum

(Zitat von E. Ambühl) Die jährlichen (SH) Schneehöhen-Maxima und ihr Eintreffen können, wie allgemein bekannt, höhen- und datumsmässig jedes Jahr sehr verschieden ausfallen.

Am Beispiel Göschenen (1110m) 1900 - 1970, sei näher auf die Angelegenheit eingetreten:

<i>Das kleinste Max. betrug am</i>	<i>11. Feb. 1957</i>	<i>33 cm</i>
<i>Das grösste Max. betrug am</i>	<i>28. Jan. 1968</i>	<i>258 cm</i>
<i>Das mittlere Max. erreichte mit durchschnittlichem Datum</i>	<i>12. Feb.</i>	<i>103,7 cm</i>

Dieses SH-Maximum wird fortan das "freie Maximum" genannt. In den gemittelten täglichen SH, ebenfalls für 1900 - 1970, wird das Maximum am 23. Februar erreicht und es beträgt 57,8cm. Dieses SH-Maximum wird fortan das "gebundene SH-Maximum" genannt. Die Gegenüberstellung der beiden Maxima zeigt:

Das gebundene SH-Maximum ist kleiner als das freie und tritt später auf (57,8cm am 23. Februar / 103,7cm am 12. Februar = 45,9cm kleiner, 11 Tage später auftretend).

Die geschilderten Verhältnisse gelten nicht nur für die Station Göschenen, sondern für alle hier behandelten Orte oberhalb 700m.

Tabelle 1: Gebundenes und freies Schnees Höhen-Maximum

Durchschnittswerte 1900 - 1970					
Höhe	Ort	gebundenes Max. = 100% *vgl. Fussnote	Datum	freies Max. Vergleich in mengenmässiger und zeitlicher Hinsicht und mit dem gebundenen Max.	
493/556m	Zürich	5,6 cm	18. Feb.	21,6 cm = 383%	28. Jan. - 21 Tage
1143/1160m	Airolo	64,9cm	14. Feb.	111,6 cm = 172%	26. Jan. - 19 Tage
1442m	Andermatt	129,7cm	11. März.	171,8 cm = 133%	29. Feb. - 11 Tage
2095m	St. Gotthard	229,8cm	07. Apr.	306,9 cm = 134%	22. März - 16 Tage
2470m	Säntis 1890-1930	329,2cm	25. Apr.	396,2 cm = 120%	15. Apr. - 10 Tage
2343m	Säntis 1930-1970	338,3cm	10. Apr.	439,1 cm =130%	31. März - 11 Tage
2575m	Rotondohütte SAC 1940-1978	341,7cm	04. Mai	384,7 cm = 113%	25. April - 9 Tage
2905m	Gemsstock ob Andermatt 1964-1979	395,7cm	08. Mai	446,3 cm = 113%	5. Mai - 3 Tage
3350m	Pegel 3, Jungfraufirn 1916-1975	417,6cm	14. Jun.	463,1 cm =111%	12. Juni - 2 Tage
3505m	Pegel 5, Jungfraufirn 1916-1975	588,6cm	25. Jun.	616,0 cm = 105%	22. Juni - 3 Tage

* 3. Tag einer 5-Tagesperiode im Bereich des Schnees Höhenmaximums.

(Zitat von E. Ambühl) Die SH-Angaben vom Gemsstock, Pegel 3 und Pegel 5 beziehen sich auf den 1. Oktober des vorangehenden Jahres mit der definierten Schneehöhe 0cm. Diese Zusammenstellung zeigt folgendes:

1. Mit steigender Meereshöhe nimmt die durchschnittliche SH des gebundenen Maximums zu und trifft von Ort zu Ort später auf. Das nämliche Verhalten zeigt auch die mittlere SH des freien Maximums.

2. In % ausgedrückt nimmt das freie Maximum mit zunehmender Meereshöhe gegenüber dem freien Maximum ständig ab (Zürich 383%, P5 105%).

3. Das freie Maximum liegt zeitlich vor dem gebundenen Maximum, wobei der Unterschied mit der Höhe abnimmt (Zürich -21 Tage, Pegel 5 -3 Tage).

Betrachtet man die SH-Kurve von Altdorf, Bern und Zürich, sowohl über den Abschnitt 1900 - 1970 als auch jenen von 1863 - 1970, so ist auf jeder Station und für beide Zeitabschnitte kein grösseres gebundenes SH-Maximum festzustellen.

In der längeren Reihe z.B. von Altdorf ist dasjenige Maximum vom 14. Februar, welches 1900 - 1970 klar dominiert, vom 27. Januar fast eingeholt worden. Ähnliches gilt für Bern und Zürich, und in den noch tieferen Orten machen sich etwa zwei oder noch mehr Maxima den Rang streitig, welche zudem merklich auseinander liegen.

5.2 Säkulare Änderungen der Schneedecke In der Schweiz und Jahresverlauf der Schneehöhen in den Alpen

Die längste Bergstationsreihe, diejenige des Gr. St. Bernhard, von dem ab 1851 eingehende Angaben, auch über das Eisfreiwerden des dortigen kleinen Bergsees vorhanden sind, wird auf S. 207 - 214 behandelt. Dass die Länge der schneebedeckten Zeit in 2500m Höhe im Laufe der letzten 1½ Jahrhunderte nicht abgenommen hat, wie es die heutige "Wärmezeit" mit dem grossen Gletscherrückgang erwarten liesse, zeigt Fig. 2a. Die Kurve endet zwar 1985, vor dem jetzigen Abfall, doch finden wir bereits in den 1860^{er} Jahren ein Minimum.

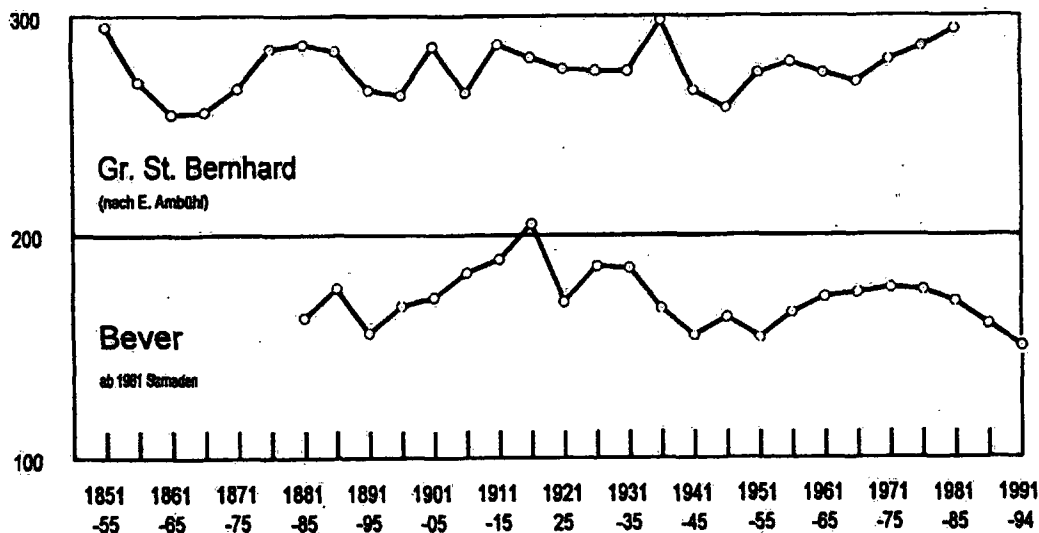


Fig. 2a Zahl der jährlichen Tage mit Schneedecke

Wir haben Ambühl's Kurve der schneebedeckten Tage diejenige von Bever 1880/81 - 1993/94 aus dem Heft "Schneedecke und Neuschnee" S. 55/56 aus der Reihe "Klimatologie der Schweiz" beigefügt. Aus ihr geht hervor, dass in 1700m Höhe dagegen die Zahl der schneebedeckten Tage in letzter Zeit stark abgenommen hat, was mit den rückschmelzenden Gletschern in Übereinstimmung ist.

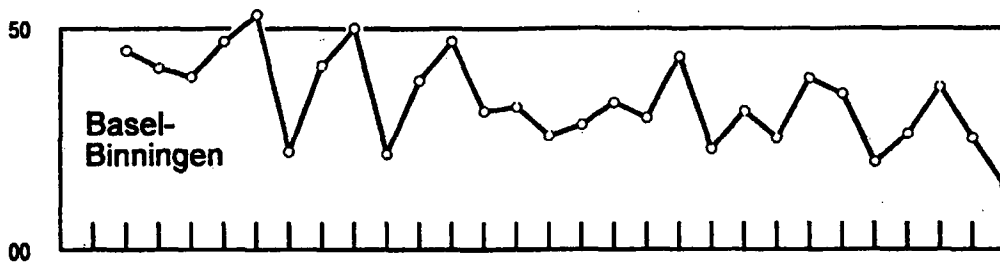


Fig. 2b Zahl der jährlichen Tage mit Schneedecke

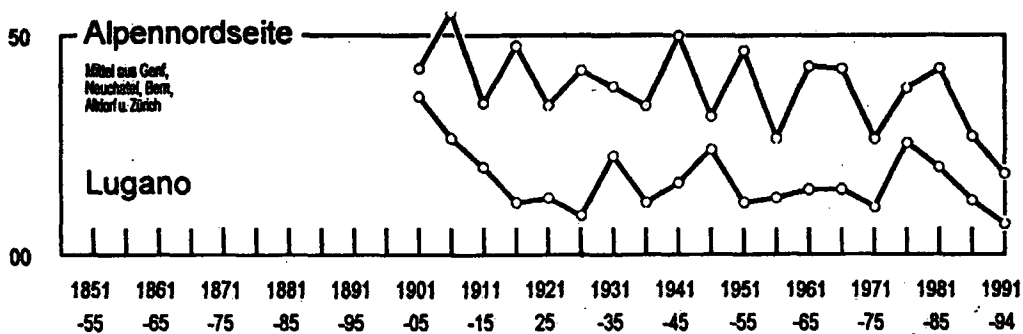


Fig. 2c Zahl der jährlichen Tage mit Schneedecke

In den Figuren 2a - c sind die Fünfjahresmittel der Zahl der Tage mit Schneedecke auf den beiden Bergstationen Gr. St. Bernhard im Zeitraum 1851 - 1985 und Bever/Samaden (1881 - 1994) aufgetragen, dazu die Juranordfuss-Station Basel (1856 - 1994), ferner das Mittel der Talstation der Alpennordseite sowie Lugano für den Alpensüdfuss (1900 - 1994). Wie die ausführliche Tabelle auf S. 44 des Heftes **"Schneedecke und Neuschnee"** aus der Reihe **"Klimatologie der Schweiz"** Heft 24/F zeigt, schwanken die Werte beidseits der Alpen stark von Jahr zu Jahr und zeitweise auch von Region zu Region. Sie nahmen auf den Talstationen von 1900 bis 1994 allmählich ab; auf der Alpennordseite von etwa 45 auf 30 Tage, also um etwa $\frac{1}{3}$, Lugano sogar auf sehr kleine Werte, weil die dort niederschlagbringenden Föhnlagen seltener geworden sind, bis zum jetzigen Zeitpunkt (Ende 1994). Aussergewöhnlich waren die 7 Jahre 1987/88 - 1993/94, bei denen nur 1990/91 wesentliche Mengen brachte. Seit 1992 machte sich die Schneearmut auch bis auf die Höhe von 1700m in Samaden bemerkbar.

Die Säntiswerte (1880 - 1985) werden in der Arbeit von Ambühl auf S. 215 - 235 mit Urner Stationen im Gemsstock- und Furkagebiet und den Angaben aus der Jungfrauregion verglichen, wo im Gletscherbereich mit Akkumulations- und Ablationszeit ohne schneefreien Boden andere Bedingungen auftreten (Fig. 3). Das Minimum des Firnzuwachses, bezogen auf den 1. Oktober des Vorjahres, liegt dort im September, ebenso das Maximum der Mittagstemperaturen.

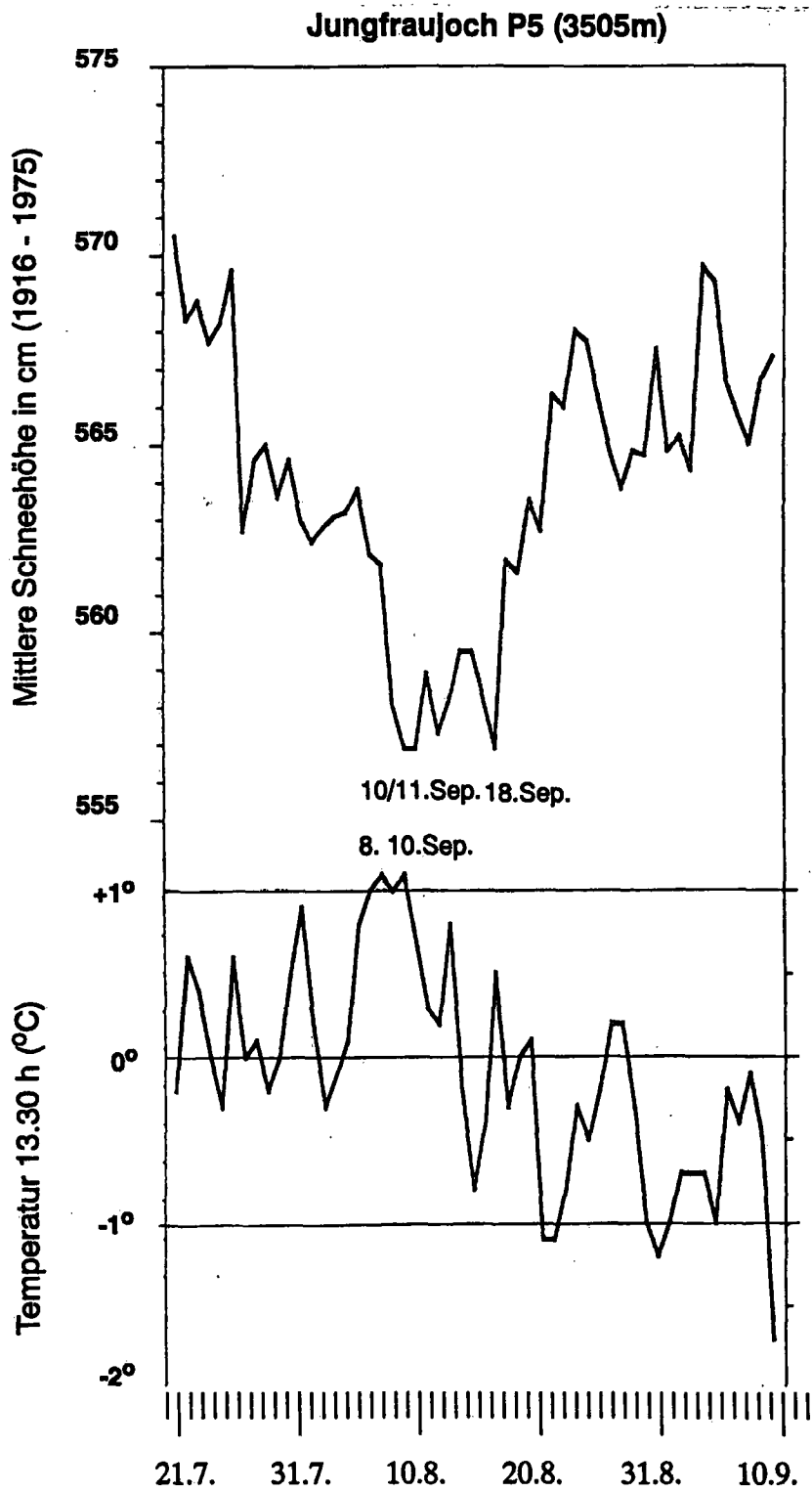


Fig. 3 *Mittlere sommerliche Schneehöhen und Mittagstemperaturen auf dem Jungfraujoch in der Periode 1916 - 1975*

Die nächsten beiden Abschnitte behandeln die Schneedecke auf der SSE-Seite des Chaserals in ca. 1600m Höhe (1931 - 1990) (S. 236 - 237) und vom Ulmizberg (900m) bei Bern (1945 - 1985) (S. 238 - 243)

Ausführlich werden die Schneehöhenkurven im Jahresverlauf für die verschiedenen Stationen besprochen und graphisch dargestellt (S. 244 - 281). Wir geben als Beispiele die Gesamtschneehöhenkurven von Andermatt (1860 - 1970) und Gotthard (1900 - 1970) (S. 267 und 269) vgl. Fig 4 und 5.

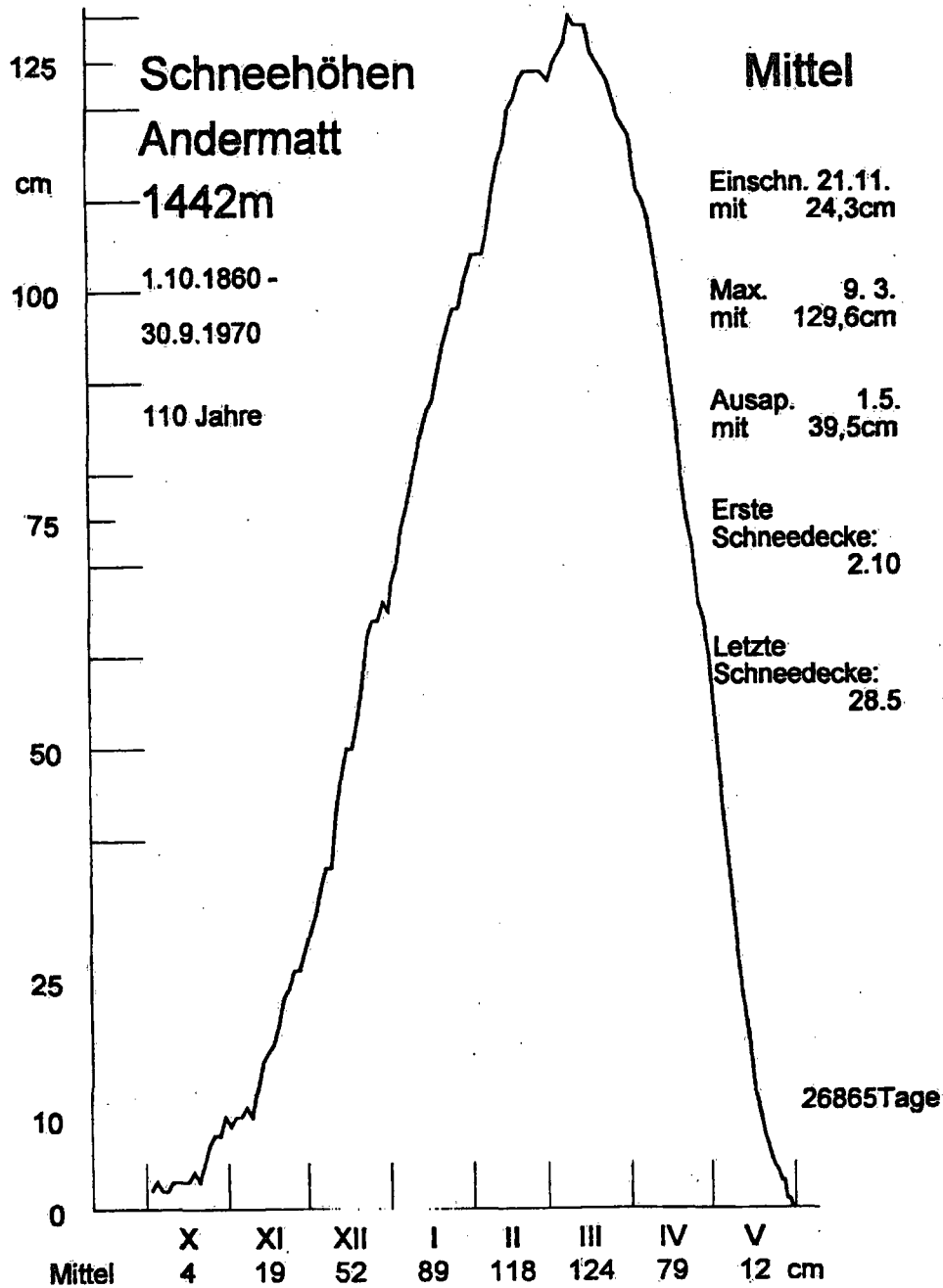


Fig. 4 Schneehöhen in Andermatt im Mittel der Periode 1860 - 1970

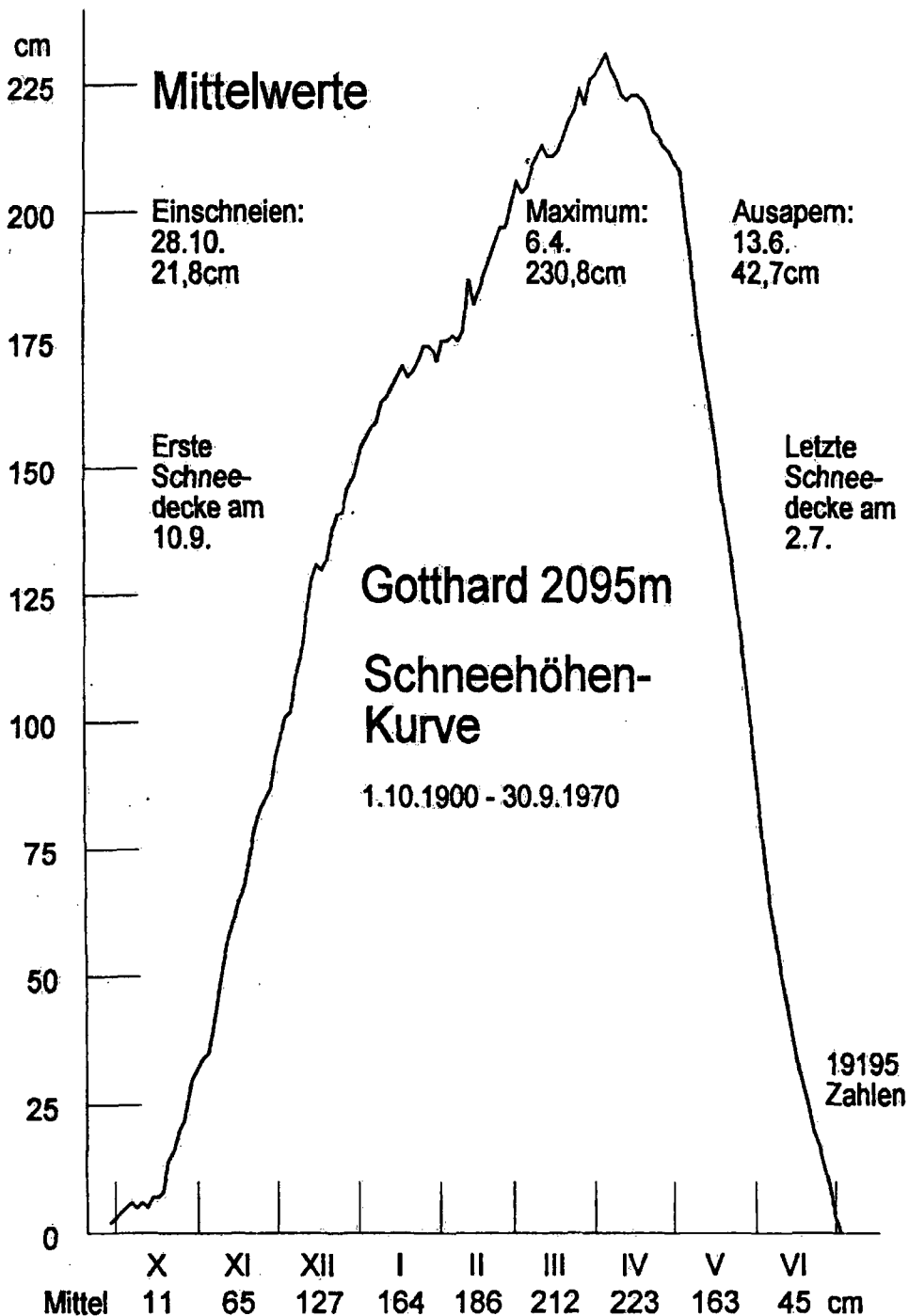


Fig. 5 Schneehöhen auf dem Gotthard im Mittel der Periode 1900 - 1970

Ambühl geht nachfolgend auf den Verlauf der einzelnen meteorologischen Elemente ein: Mittagstemperaturen, Luftdruck und Niederschlag in den verschiedenen Phasen der Schneebedeckung, speziell für das Gotthardgebiet (S. 286 - 296) und gibt die mittleren Daten für Einschneien, Dauer der permanenten Schneedecke und Ausapern für 8 Stationen der von ihm speziell eingehend behandelten Gotthardtraverse Aldorf - Airolo (S. 297 - 301). Wir geben nachfolgend die zusammenfassende Tabelle der S. 297 - 298 (Tabellen 2 - 5).

5.3 Veränderung von Einschnelen, permanenter Schneedecke (PSD) und Ausapern / 100m Höhenunterschied In der Gotthard-Traverse 1901 - 1970

Tabelle 2: Gesamtübersicht

1901 - 1970							
Ort und Meeres höhe	Höhen- unterschied zwischen 2 benach- barten Orten	Datum des Ein- schnelens	Zeit unter- schied von 3 zwischen 2 benach- barten Orten	Andauer der PSD in Tagen	Zeit unter- schied von 5 zwischen 2 benach- barten Orten	Datum des Aus- aperns	Zeit unter- schied von 7 zwischen 2 benach- barten Orten
Gurtnellen 739m		27.Dez.		61 Tg.		25. Feb.	
	371m		14 Tg.		40 Tg.		26 Tg.
Gösche- nen 1110m		13.Dez.		101 Tg.		23. Mär.	
	332m		22 Tg.		61 Tg.		39 Tg.
Andermatt 1442m		21.Nov.		162 Tg.		01. Mai.	
	653m		24 Tg.		67 Tg.		43 Tg.
Gotthard 2095m		28.Okt.		229 Tg.		13. Jun.	
	950m		36 Tg.		109 Tg.		73 Tg.
Airolo 1150m		03.Dez.		120 Tg.		01. Apr.	
1940 - 1985							
Gotthard 2095m		01.Nov.		221 Tg.		09. Jun.	
	480m		12 Tg.		55 Tg.		43 Tg.
Rotondo- hütte 2575m		20.Okt.		276 Tg.		22. Jul.	

Die Ergebnisse für die einzelnen Elemente, Unterschied / 100m Höhe.

Tabelle 3: Einschneelen

Differenz zwischen	Tage	Meter	Tage /100m	Mittel/100m
Gurtnellen / Göschenen	14	371	3,8	
Göschenen / Andermatt	22	332	6,6	
Andermatt / Gotthard	24	653	3,7	4,08 Tage
Airolo / Gotthard	36	950	3,8	
Gotthard / Rotondohütte	12	480	2,5	

Tabelle 4: Permanente Schneedecke

Differenz zwischen	Tage	Meter	Tage /100m	Mittel/100m
Gurtnellen / Göschenen	40	371	10,8	
Göschenen / Andermatt	61	332	18,4	
Andermatt / Gotthard	67	653	10,3	12,50 Tage
Airolo / Gotthard	109	950	11,5	
Gotthard / Rotondohütte	55	480	11,5	

Tabelle 5: Ausapern

Differenz zwischen	Tage	Meter	Tage /100m	Mittel/100m
Gurtnellen / Göschenen	26	371	7,0	
Göschenen / Andermatt	39	332	11,7	
Andermatt / Gotthard	43	653	6,6	8,40 Tage
Airolo / Gotthard	73	950	7,7	
Gotthard / Rotondohütte	43	480	9,0	

(Zitat von E. Ambühl) Die gemittelten Relativwerte für das Einschneelen sind am kleinsten - meist unter 5 Tage/100m - weil sich das Einschneelen in diesem 1836m betragenden Höhenbereich (2575 - 739m) innerhalb von 2¹/₄ Monaten vollzieht.

Der entsprechende Betrag für das Ausapern - rund acht Tage/100m - verteilt sich zeitlich auf ca. 5 Monate, während sich die Andauer der permanenten Schneedecke (Mittel mit 12¹/₂ Tagen Unterschied/100m) auf 7¹/₄ Monate erstreckt.

Die Relativwerte in den drei Gruppen liegen nahe beisammen. Eine deutliche Abweichung nach oben ist in Göschenen/Andermatt zu verzeichnen, weil die dazwischen liegende Schöllenen-

schlucht das relativ wärmere Reusstal nördlich von Göschenen vom kälteren Urserental trennt. Das Einschneien von oben nach unten und umgekehrt das Ausapern, braucht längere Zeit als anderswo, und die Andauer der permanenten Schneedecke nimmt rasch mit der Höhe zu.

5.4 Schneegrenze

In den nächsten beiden Abschnitten werden die Themen Quotient absolute Schneehöhe/mittlere maximale Schneehöhe (S. 302 - 304) und Schneegrenze (S. 305 - 307) behandelt. Im Mittel sind nach Fig. 6 in ebenem Gelände auf 2730m 10 Tage mit aperem Boden zu erwarten.

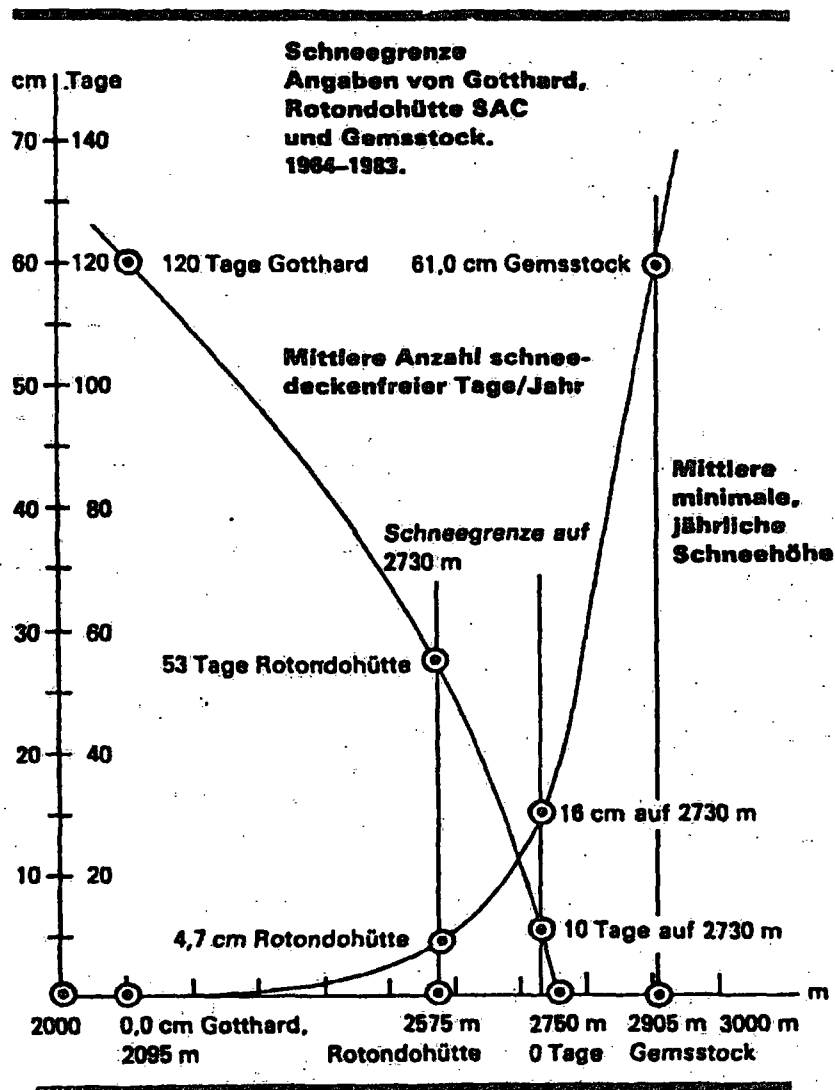


Fig. 6 Schneegrenze im Gotthardgebiet. Angaben von Gotthard, Rotondohütte SAC und Gemsstock 1964 - 1983

Nachfolgend wird die Beziehung der Schneehöhe, der Temperatur und des Niederschlags zur minimalen Wasserführung der Reuss in Andermatt und zur maximalen Wasserführung der Massa, dem Abfluss des Aletschgletschers behandelt (S. 309 - 312) sowie Vergleiche von einigen Elementen der Schneedecke mit jahrzehntelangen phänologischen Beobachtungen aus Bern-Stadt und Bern-Liebefeld (S. 313 - 319). Zusammenfassende Angaben über die verschiedenen Schneedeckenaspekte finden sich im Abschnitt S. 320 - 347.

6. Firne Im Gotthardgebiet

Wir publizieren hier die Einleitung (S. 348 - 349), welche die Absichten des Verfassers wiedergibt: Beobachtung der Firnfelder seiner Heimatregion. Im Abschnitt über die Firne, welche nicht mit einem Gletscher in Zusammenhang stehen (S. 350 - 377) und demjenigen über die Firne, die einen solchen aufweisen (S. 378 - 406), werden die gemachten Messungen und Erfahrungen für die beiden Kategorien wiedergegeben. 19 Fotos mit Beschreibungen (S. 407 - 424) vermitteln ein Bild des von Ambühl lebenslang mit unermüdlichem Eifer und Hingabe untersuchten Gebietes.

6.1 Der Gedanke der Firnbeobachtung (Zitat von E. Ambühl)

Um einen Gletscher zu kontrollieren, wird als Norm die jährliche Veränderung seiner Zunge gemessen. Bei einem Firn führt eine analoge Absicht nicht zum Ziel, da er in der Regel an einem Hang, auf einem flachen Grat oder in einer Mulde (Achtung vor möglichen Schneerutschern!) auftritt und sinnvolle Längenmessungen nicht vorgenommen werden können.

Damit bleibt die jährliche Kontrolle der Firnhöhe, um aussagekräftige Unterschiede zwischen jährlichen Veränderungen vornehmen zu können. Dieses Verfahren wird anschliessend beschrieben. Da sich der Autor ein möglichst umfassendes und vollständiges Bild dieser Veränderung machen wollte, waren jährliche Besuche der Messstellen angezeigt.

Der Beginn im Spätsommer 1937 war insofern gut gewählt, als nachher die Sommer der 40^{er} Jahre nicht nur zu den wärmsten seit den um 1750 begonnenen Temperaturmessungen in GE und BS zählen, sondern wahrscheinlich sogar zu den wärmsten seit 1550 (Beginn der kleinen Eiszeit?) gehören. Vielleicht lassen sich die tiefsten angetroffenen Firnstände von 1947, dem extrem warmen Sommer, und von 1950 mit 1387, dem "alten helsssen Sommer", und 1540, dem "helsssen Sommer", vergleichen.

1962 wurde die Luftseilbahn Andermatt - Gemsstock (LAG) eröffnet, und 1964 begannen, veranlasst durch den Autor, Pegelmessungen auf dem obersten Teil des Gurschengletschers auf 2905m in der Nähe der Bahnachse der LAG.

Die Messungen sollen in der Folge mit den schon 1944 begonnenen Firnbeobachtungen auf der Gegenseite des Grates an den Gurschen- und Gemsstock-Firnen verglichen werden. Die Schneeablagerung auf einem Gletscher - hier gemessen mit einem Pegel - sind nicht die gleichen wie jene auf einem Firn mit anderen Windeinflüssen.

Es zeigte sich im Verlaufe der Beobachtungen an einem über einem flachen Grat liegenden Firn, dass nach einer bestimmten Zeit bei der einen Messstelle eine Firnzunahme, bei der anderen aber eine Höheneinbusse zu verzeichnen war. Der Grund liegt darin, dass eine durch Verwehungen ungleiche Ablagerung entstand.

Man musste - ebenfalls nach Jahren - feststellen, dass sich Firne, welche mit einem Gletscher zusammenhängen, anders verhalten als solche, welche keine Verbindung mit einem Gletscher aufweisen.

Die Beobachtungsorte

Begonnen wurden die Messungen am 5. September 1937 im Wyttengewässergebiet (UR, VS). Nachher wurden sie auf die Muttenhörner-Gegend (UR, VS, Furka) ausgedehnt, Sellapass/Pizzo Centrale (TI), Gotthard, Gurschen-Gemsstock-Gebiet mit Rothorn (UR) und Tiefengletscher (UR). Eine Messstelle befand sich oberhalb des Lai Tuma (GR, Oberalp) am gleichnamigen Firn, der Quelle des Vorderrheins.

Technisches

An den trockenen, meist steilen anstehenden Fels wurde eine Ölfarbmarke auf Firnhöhe angebracht. Nach Jahresfrist wurde der Höhenunterschied gemessen. Alle Jahre wurde die Farbe gewechselt und nach zehn Jahren kam ein anderes Zeichen an die Reihe.

7. Fotoserie

20 kommentierte Fotos, vorwiegend aus der Firnregion des Gotthardgebietes (S. 417 - 422) und das Literaturverzeichnis der von Ambühl verwendeten Unterlagen (S. 523 - 426) sowie ein Verzeichnis seiner nicht veröffentlichten Studien bilden den Abschluss der besprochenen Manuskriptblätter. Ambühl beziffert den Gesamtumfang dieser Studien auf rund 4 Millionen Zahlenwertel. Im Zeitalter des Computers ist man an solch grosse Massen gewohnt, aber es handelt sich hier um Handarbeit aus vielen Jahrzehnten! Wer übernimmt mit ähnlicher Freude und Engagement unter Verwendung der heutigen Hilfsmittel die Nachfolge Ambühls?

Zum Schluss möchte ich Frau Guyard in der SMA für die Niederschrift des Textes und der Abteilung M für die Aufnahme der Lebens- und Arbeitsskizze von Ambühl in die Reihe der Arbeitsberichte der SMA danken, ebenso der Familie Ambühl in Bern für die Überlassung des Materials.

8. Literaturverzeichnis

Aufgeführt sind nachfolgend unter B die von E. Ambühl verwendeten sowie unter C die in diesem Arbeitsbericht erwähnten übrigen Publikationen. Die Liste der Arbeiten Ambühls befindet sich auf Seite 2.

- B-1 Bäschlin F.
Vorlesungsautographie: Ausgleichrechnung und Landesvermessung ETH. 1936.
- B-2 Bibliothèque britannique de Genève und Bibliothèque Universelle de Genève. Ab 1791.
- B-3 Bider M., Schüepp M. und v. Rudloff H.
Die Reduktion der 200-jährigen Basler Temperatur-Reihe. Sonderdruck aus dem Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie. Band 9, Heft 3/4. 1959.
- B-4 Coolidge W.A.B.
Josias Simler et les origines de l'Alpinisme jusqu'à 1600. Grenoble, Allier frères. 1904.
- B-5 Denkschriften der S.N.G.
Vermessungen am Rhonegletscher 1874 - 1916. Gletscher-Kommission der S.N.G., Band LIII. 1916.
- B-6 Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung, Weissfluhjoch/Davos
Lawinen in den Schweizer Alpen. Winterberichte ab 1950.
- B-7 Fontana Th.
Die Brück' am Tay. J. Loewenberg. Vom goldenen Überfluss. Voigtländers Verlag. 1934.
- B-8 Jahrbücher des Deutschen Meteorologischen Wetterdienstes.
- B-9 Jahrbücher des Eidg. Amtes für Wasserwirtschaft.
- B-10 Kasser P. und Aellen M.
Veröffentlichungen der Gletscherkommission der S.N.G. 1965 - 1977.
Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie an der ETHZ, Abteilung für Hydrologie und Glaziologie.
- B-11 Linder A.
Statistische Methoden für Naturwissenschaftler, Mediziner und Ingenieure. Mathematische Reihe Band II. 1960. Verlag Birkhäuser, Basel.

- B-12 Maurer J., Billwiller R. und Hess C.
Das Klima der Schweiz. Kommissionsverlag Huber & Co. Frauenfeld. 1909.
- B-13 de Saussure H.B.
Voyages dans les Alpes. Genève. Baude, Manget & Co., Paris. 1786.
- B-14 Schaller-Donauer A.
Chronik der Naturereignisse im Unerland 1000 - 1800. Sonderdruck der "Gotthard-Post". Buchdruckerei M. Gamma & Co., Altdorf. 1935.
- B-15 **Schweizerische meteorologische Beobachtungen.** 1863 - 1880.
- B-16 Schweiz. Meteorologische Anstalt.
Originalaufzeichnungen im Archiv. 1863 - 1980.
- B-17 Schüepp M.
Luft-Temperatur. Klimatologie der Schweiz, Heft 1,C, 2. Teil, Beiheft zu den Annalen der Schweiz. Meteorologische Anstalt. 1960.
- B-18 Schüepp M., Gensler G. und Bouvet M.
Schneedecken und Neuschnee. Klimatologie der Schweiz, Heft 24/F, Beiheft zu den Annalen der Schweiz. Meteorologische Anstalt. 1979.
- B-19 Schüepp M.
Die Temperaturen auf dem Säntis. Die Gletscher der Schweizer Alpen 1975/76 und 1976/77. Glaziologisches Jahrbuch der Gletscherkommission der S.N.G. herausgegeben durch die Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie VAW der ETHZ. 1983.
- B-20 Spitteler C.
Der Gotthard. Verlag Huber & Co., Frauenfeld. 1897.
- B-21 Singelin A.
Von den Anfängen des Skilaufens in Andermatt und auf dem Gotthard. "Ski" Nr. 8. 1933.
- B-22 v. Schiller F.
Wilhelm Tell. Schauspiel. 1805.
- B-23 Uttinger H.
Die Niederschlagsmessungen in der Schweiz 1901 - 1940. Verlag des Schweiz. Wasserwirtschaftsverbandes, Zürich. 1949.
- B-24 Weischet W.
Einführung in die allgemeine Klimatologie. Tübingen, Stuttgart. 1977.
- B-25 Wyss R.
Handgeschriebene Witterungsnotizen von Andermatt von 1897 - 1918. Im Büro der Forstverwaltung, Andermatt. Abgeschrieben im September 1923.

Im Abschnitt 4, S. 3 - 7, sind 8 weitere, von Ambühl nicht verwendete Veröffentlichungen erwähnt, welche nachfolgend unter C aufgeführt sind.

- C-1 Graf A.
Homogenisierung schweizerischer klimatologischer Messwerte seit Beginn des 19. Jahrhunderts bis zur Gegenwart. Nationalfondsprojekt 2.1122-0.86. Teilprojekt A: Aufarbeiten der frühen Messreihen auf dem Gr. St. Bernhard ab 1817. Bearbeitung Andreas Graf. 1986 - 89.
- C-2 Schüepp M.
Die alten schweizerischen Wetter-Beobachtungsreihen. Unveröffentlichtes Schreibmaschinen-Manuskript, 58 Seiten. Beilage zu den Manuskripten A-19 und A-21 in der Bibliothek SMA. Bearbeitung 1992/93.
- C-3 Bider M. u. Schüepp M.
Luftdruckreihen der letzten zwei Jahrhunderte von Basel und Genf. Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie, Serie B, Bd. 11, 1. Heft. 1961.
- C-4 Behrens A.
Die zweihundertjährige Luftdruckreihe von Malland, 1763 - 1962. 91 Seiten. Zürich. 1965 (Diss. Phil. Fak. II, Uni Zürich).
- C-5 Pfister Chr.
Klimageschichte der Schweiz 1525 - 1860. Bd. 1, S.97. Bern. 1985.
- C-6 Schweingruber F. H.
Jahrringe und Umwelt, Dendroökologie. 474 Seiten. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Bern. 1985.
- C-7 Waldmeier M.
The Sunspot-Activity in the years 1610 - 1960. Schulthess & Co. 1961.
- C-8 Schüepp M.
Der Jahresgang der meteorologischen Elemente in der Schweiz. Klimatologie der Schweiz, Heft 13, M, 1. Teil, S. 18/19, Beiheft zu den Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt, Zürich. 1972

Adresse des Autors:

Prof. Dr. M. Schüepp
Bürglistrasse 16
CH-8304 Wallisellen

