

# Schnee und Lawinen im Winter 1946/47

Winterbericht des Eidg. Institutes für Schnee- und  
Lawinenforschung, Davos-Weissfluhjoch

**Report****Author(s):**

Bucher, E.; Zingg, T.; in der Gand, H.; Schild, M.

**Publication date:**

1949

**Permanent link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-b-000297754>

**Rights / license:**

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#)

**Originally published in:**

Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen. Hydrologisches Jahr ... 11



# **Schnee und Lawinen im Winter 1946/47**

Winterberichte des Eidg. Institutes für Schnee- und Lawinenforschung  
Leitung: E. Bucher, Dr. sc. techn. ETH.



**Nr. 11**

# **Schnee und Lawinen im Winter 1946/47**

1949



## **Einleitung**

Regelmäßige Wetter- und Schneebeobachtungen werden in der Nähe von Weißfluhjoch oberhalb Davos (Schweiz) schon seit 1936/37 durchgeführt. Das damals eingerichtete Versuchsfeld liegt auf einem kleinen Plateau 2540 m ü. M., unmittelbar neben dem Trasse der Davos-Parasennbahn und von ihrer Bergstation — wo 1942 das Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung errichtet wurde — in kurzer Abfahrt bequem erreichbar. Hier konnten bei denkbar günstigen Verhältnissen die grundlegenden Methoden für die Wetter- und Schneebeobachtungen entwickelt werden.

Lawinenschutz und Kraftwerkbau, Winterverkehr und Skisport haben nun der Schneedecke im Laufe der letzten Jahre vermehrte praktische Bedeutung verliehen, so daß es wünschenswert erschien, die vorerst mehr den naturwissenschaftlichen Studien angepaßten Untersuchungsmethoden zu vereinfachen und die Beobachtungen auf das ganze schweizerische Alpengebiet auszudehnen. Gleichzeitig erfuhren auch unsere Winterberichte, die bis 1945 lediglich zu internen Mitteilungen verarbeitet wurden, ein gewisses Allgemeininteresse, was uns veranlaßt, die vorliegende Arbeit über Schnee und Lawinen im Winter 1946/47 in Druck zu geben.\* Damit eröffnen wir eine unter dem Titel: „Winterberichte des eidg. Institutes für Schnee- und Lawinenforschung“ erscheinende Schriftenreihe und hoffen, diese werde im In- und Ausland zu weiteren wissenschaftlichen Untersuchungen Anstoß geben, daneben aber auch allen jenen Praktikern dienen, die sich in irgendeiner Form mit der Schneedecke und ihren Besonderheiten zu beschäftigen haben.

Davos-Weißfluhjoch, Sommer 1948

**Eidg. Institut  
für Schnee- und Lawinenforschung  
Dr. E. Bucher**

\* Es ist beabsichtigt, das wichtigste Zahlenmaterial der Jahre 1936/37 bis 1945/46 in einem Sammelband (Winterberichte Nr. 1—10) nachträglich noch zu veröffentlichen.

# Inhaltsverzeichnis

---

	<i>Seite</i>
<b>EINLEITUNG</b> von <i>E. Bucher</i> . . . . .	3
<b>A. METEOROLOGIE</b> von <i>Th. Zingg</i> . . . . .	5
I. Der Witterungsablauf im Winter 1946/47 . . . . .	5
II. Die einzelnen Witterungselemente . . . . .	9
<b>B. SCHNEE UND LAWINEN IM PARSENNGEBIET</b> von <i>H. in der Gand</i>	
I. Schneedeckenentwicklung . . . . .	23
II. Lawinen . . . . .	34
<b>C. SCHNEE UND LAWINEN IM UBRIGEN SCHWEIZERISCHEN ALPENGEBIET</b> von <i>M. Schild</i>	
I. Das Beobachtungsnetz . . . . .	39
II. Die Schneehöhen . . . . .	42
III. Schneedeckenentwicklung und Lawinen . . . . .	55
IV. Lawinenbulletins . . . . .	62
<b>D. DURCH LAWINEN VERURSACHTE UNFÄLLE UND SCHADEN</b> von <i>M. Schild</i>	
I. Lawinen im Gebiete der Schweizeralpen . . . . .	65
II. Lawinenunfälle außerhalb der Schweizeralpen . . . . .	77
III. Bemerkungen . . . . .	77
<b>ANHANG</b>	
Zusammenfassende Besprechung der übrigen Institutsarbeiten . . . . . von <i>E. Bucher</i>	79
<b>VERZEICHNIS DER TABELLEN, FIGUREN UND PHOTOS</b> . . . . .	83

## **A. Meteorologie**

von Th. Zingg

Die Meteorologie dient im Rahmen der Schnee- und Lawinenforschung als Hilfswissenschaft. Sie vermittelt die Grundlagen hinsichtlich Niederschlagsmengen, Temperatur, Strahlung, Wind, Feuchtigkeit. Fragen betreffend Zusammenhang zwischen der Schneedecke und ihrer Veränderung im Laufe der Zeit können nur in Rücksicht auf das Wettergeschehen einer Lösung näher geführt werden. Die räumliche Verteilung der Schneedecke verlangt ferner eine meteorologisch-klimatische Betrachtungsweise, wobei die Synoptik (Lehre vom Witterungsablauf) mit einbezogen werden muß.

Die nachfolgenden Ausführungen enthalten im ersten Teil die Beschreibungen des Witterungsablaufes, mit besonderer Berücksichtigung der einzelnen Landesgegenden, soweit es die im Bulletin der MZA herausgegebenen Wetterkarten erlauben. Für eingehendere Darstellung bedarf es umfangreicherer Meldungen aus der Schweiz, wie solche mit Hilfe der Fernschreiberübermittlung in Zukunft geschehen soll.

### **I. Der Witterungsablauf im Winter 1946/47**

#### **Oktober**

Die ersten zwei Tage des Monats gehören noch der seit 22. September dauernden Schönwetterperiode an, und die Mittagstemperaturen erreichen in 2500 m ü. M. noch  $10^{\circ}$  C. Ab 2./3. Oktober fließen maritim kühlere Luftmassen aus WNW gegen die Alpen. Ihre Fronten verursachen in der ganzen Schweiz Niederschläge. Auf der Rückseite der Störung folgen subpolare Kaltluftmassen (mGA), die am 6. ein Absinken der Schneegrenze auf 1700 m ü. M. bewirken.

Vom 7. bis 19. folgt eine Trockenperiode, verursacht durch Zufließen kontinentaler Kaltluft aus dem Raume Skandinavien. Bis zum 14. reicht die Nullgradgrenze über 3000 m ü. M. Ein Vorstoß frischer Kaltluft bringt vom 15. und 16. auch den Höhen bis über 3500 m eine Abkühlung auf  $-8^{\circ}$  C. Die folgenden Tage bis zur allgemeinen Umstellung der Wetterlage sind für die Höhen wieder warm ( $0^{\circ}$  C um 3500 m am 18.). Trotz den hohen Temperaturen und der übernormalen Sonnenscheindauer (die 78 % der möglichen beträgt) bleibt die Schneedecke im Versuchsfeld von Anfang Oktober erhalten.

Am 19. wird in der Höhe bereits tropische Warmluft zugeführt, und eine gleichzeitige Föhnlage bringt zuerst der Alpensüdseite und der Westschweiz Niederschläge. Auf der Rückseite der Störung folgen am 21. kältere Luftmassen nach. Die Schneegrenze sinkt bis zum 25. auf ca. 1800 m ü. M., auf der Alpennordseite bis gegen 1000 m ü. M. Ein neuer, vorübergehender Vorstoß tropischer Luftmassen läßt die Nullgradgrenze am 27. nochmals auf 2600 m ü. M. ansteigen.

Die nachfolgende Kaltluft senkt die Schneegrenze erstmals auf 800 m ü. M. in der Ostschweiz und auf 1300 m im Wallis. Am 28. wird die Büschalp eingeschneit.

#### **November**

Kaltluft in der Niederung verursacht in den ersten Tagen ein Hoch über Mitteleuropa, das aber in der Höhe nicht stark wirksam ist, so daß die aus SW zufließenden Warmluftmassen immer wieder stärkere Bewölkung verursachen. Am 4. erreicht die Nullgradgrenze wieder 2500—2600 m

ü. M. Bereits am nachfolgenden Tag bringt ein Vorstoß arktischer Luftmassen bis über 3500 m ü. M. eine erhebliche Abkühlung und etwas Neuschnee im Osten bis gegen Luzern. Das Mittelland liegt in dieser Zeit unter einer veränderlichen Hochnebeldecke, während die innern Alpentäler und die Hochalpen relativ viel Sonne erhalten, so daß die Mittagstemperaturen stellenweise in 2500 m ü. M. null Grad erreichen. Ein Vorstoß warmer Luft aus SW bringt der Alpensüdseite und den Alpen am 9. und 10. unbedeutende Niederschläge.

Ab 11. findet eine vollständige Umgestaltung der Großwetterlage statt. Westwetter setzt ein und hält bis gegen Ende des Monats an. Bis Mitte Monat liegt die Schweiz auf der Südseite der Frontalzone mit relativ viel Sonne in der Höhe und nebligem Wetter in der Niederung. Die wetterwirksamen Fronten erreichen die Schweiz am 15., bringen aber immer noch nur unbedeutende Niederschläge. Am 18. erfolgt der Durchzug der ersten Okklusion einer neuen Störungsserie aus WNW. Sie verursacht bedeutende Niederschläge auf der Alpennordseite und in den Alpen. Die Schneegrenze liegt aber immer noch über 1400 m ü. M. In der Zeit vom 20. und 21. befindet sich die Schweiz im Bereich eines Warmsektors mit föhnlage-heiterem Wetter. Die Föhnlage dauert mit kurzen Unterbrechungen bis zum 25. Die aus WSW einströmenden Luftmassen sind maritimen Ursprungs und deshalb gemäßigt warm. Am 24. lassen diese warmen Luftmassen die Nullgradgrenze nochmals auf 2500 m ü. M. ansteigen. Bis Ende des Monats durchqueren noch einige Fronten warmen und kalten Charakters die Schweiz mit immer nur geringen Niederschlagsmengen.

### Dezember

Anschließend an die stark veränderliche Witterung Ende November folgen sich auch im ersten Monatsdrittel des Dezember die Fronten in rascher Folge, ohne daß aber bis zum 8. wesentliche Niederschläge zu verzeichnen sind. Die Nullgradgrenze liegt in der ganzen Periode um 500—900 m ü. M. Erst in der Nacht auf den 10. sind die ersten größeren Schneefälle von 30—40 cm des Winters zu verzeichnen; bis zum 11. wachsen sie zu den größten des ganzen Winters an. Die Alpensüdseite dagegen bleibt fast bis Ende des Monats ohne Niederschläge.

Die abschließende Kaltfront der ganzen Störungsserie hat am 13. die Schweiz durchzogen, womit eine völlige Umgestaltung der Großwetterlage geschaffen ist. Ganz Mitteleuropa gelangt unter den Einfluß des skandinavisch-russischen Kältehochs. Die Niederung des Alpenvorlandes und der Voralpen liegt unter einer beständigen Hochnebeldecke. In den Alpen besteht vom 16. bis 24. Dezember heiteres, trockenes Strahlungswetter. In der Niederung herrschen tiefe Temperaturen, die zwischen dem 16. und 21. unter denen in 2500 m ü. M. liegen. Vom 21. an nimmt die scharfe Kälte in der Niederung ab. Erst am 25., nachdem sich Westwetter durchgesetzt hat, steigt die Temperatur in der Niederung wieder über den Gefrierpunkt. Die Fronten der Störungsserie verursachen nur starke, veränderliche Bewölkung, ohne Niederschlag von Bedeutung. In der Niederung bleiben die Temperaturen um null Grad, und die subpolaren maritimen Kaltluftmassen bringen auch der Höhe relativ tiefe Temperaturen, so daß der ganze Monat in den Höhenlagen um ca. 2° C zu tiefe Temperaturen aufweist und die Niederschläge nur ca. 50—70 % der Normalmenge erreichen.

### Januar 1947

Die Ende des Vormonats eingesetzte West-Wetterlage erstreckt sich bis zum 3. Die Fronten sind aber wenig wetterwirksam. Am 4. und 5. verursacht ein Vorstoß kontinental arktischer Luft aus E bis NE eine starke Temperaturabnahme und eine Inversion in 1200—1400 m ü. M. Bereits am 6. stellt sich in der Höhe eine Föhnlage ein, die neuerdings Westwetter einleitet. Eine Reihe von Warm- und Kaltfronten durchqueren die Schweiz und bringen nur den Alpen und der Alpensüdseite unbedeutende Schneefälle. Graubünden bleibt bis zum 9. fast niederschlagsfrei.

Eine erste wirksame Kaltfront vom 9. auf den 10. bringt außer auf der Alpensüdseite fast überall bis in die Niederung Schnee. Bis zum 15. folgen die Fronten rasch aufeinander mit starkem Temperaturgang und mit den für den Januar bedeutendsten Niederschlägen. Am 12. regnet es um

die Mittagszeit bis auf 1900 m ü. M. Auch am 13. steigt die Nullgradgrenze in der Tropikluft unter Föhn einfluß auf 2200 m ü. M. Anschließend an diese Niederschlagsperiode bleibt die Schweiz bis zum 17. südlich der Fronten in der Warmluft, die über den Alpen eine Antizyklone bildet und durch Absinken in der Höhe heiteres Wetter verursacht. Am 16. und 17. treffen wir positive Temperaturen bis über 2500 m ü. M. Auf Weißfluhjoch erreicht die Mittagstemperatur  $+ 4,6^{\circ}$  C.

In der Nacht auf den 18. durchquert eine Okklusion die Schweiz und verursacht abermals Regen bis gegen 1100 m ü. M. Hinter der Front sinkt die Temperatur rasch und stark, und in der Niederung bleibt sie bis Ende Monat unter dem Gefrierpunkt. Hinter dieser Störung hat sich über England-Nordsee ein Hoch gebildet, dessen Kern sich in den nachfolgenden Tagen nach Skandinavien verlagert. Dieses Hoch steuert kontinentale Kaltluftmassen gegen Mitteleuropa. Die Niederungen des Mittellandes und der Voralpenregion liegen wieder unter einer Hochnebeldecke, während die Höhen leicht bewölkt sind. Eine schwache Front verursacht vom 19. auf den 20. in den östlichen Alpen etwas Niederschlag. Auf den 22. fließen noch kältere Luftmassen zu und bringen wieder nur geringe Schneefälle. In den Tagen vom 25.—26. gelangen die Höhenlagen in den Alpen in den Bereich wärmerer kontinentaler Luft aus E, und die im Mittelmeerraum gelegenen Fronten bringen der Alpensüdseite und den Alpen zeitweise stärkere Bewölkung, immer noch ohne nennenswerten Schneefall. Die Hochnebeldecke mit Obergrenze um 1000 m ü. M. dauert bis in die ersten Tage Februar. Die Höhen zeigen, besonders am 28. und 29., fast maximale Sonnenscheindauer. Am Ende des Monats zeichnet sich bereits eine allgemeine Umgestaltung der Großwetterlage ab.

### Februar

Das Sturmtief westlich Irland und die nach E vorstoßende Warmfront verursachen auf der Alpennordseite eine bis zum 4. sich verstärkende Föhnlage. Im Versuchsfeld Weißfluhjoch werden Windstärken bis gegen 10 m/sec. gemessen. Während die Alpensüdseite und in geringerem Maße Graubünden schon ab 3. Schnee erhalten, fallen in der übrigen Schweiz erst mit der am 4. durch die Schweiz ziehenden Kaltfront die größten Schneefälle des Monats. Die anschließende Stauage mit weiteren Schneefällen in maritim subpolarer Kaltluft dauert bis zum 7., während die Alpensüdseite durch N-Wind heiter ist. Von diesem Zeitpunkt an beginnt abermals eine Föhnperiode bis zum 11. Das Gebiet der Schweiz steht im Bereich maritimer Warmluftmassen, die auf der Alpensüdseite zu den stärksten Niederschlägen des Monats führen. In den Alpen und ihrem nördlichen Vorland steigt die Nullgradgrenze bis gegen 1800 m ü. M. Am folgenden Tag strömt schon wieder kontinentale Kaltluft aus E zu mit Nebelmeer anfänglich um 600—700 m ü. M., dann bis zum 17. auf 1800 m ü. M. ansteigend. Gleichzeitig herrscht in der Höhe — mit geringen Unterbrüchen — Strahlungswetter.

Auf der Nordseite einer Mittelmeerstörung werden vom 18. bis zum 20. aus E etwas feuchtere Luftmassen zugeführt, mit geringen Niederschlägen im Tessin und starker Bewölkung über den Alpen.

Eine sehr rasche Umstellung der Wetterlage vollzieht sich vom 20. auf den 21. Tropische maritime Warmluftmassen erreichen die Höhe, und in Warmsektor der Störung fällt Regen bis gegen 2000 m ü. M. Am 22. steigt die Nullgradgrenze bis 2400 m ü. M. Die nachfolgende Kaltfront verursacht wieder etwas Schneefall bis in die Niederung. Ein Zwischenhoch über Deutschland und eine neue Depression (Sekundärtief) über Oberitalien bewirken auf der Alpennordseite Stauage bis zum 27. Ende Monat strömen neue Warmluftmassen aus S zu und bringen der Alpensüdseite leichte bis mäßige Niederschläge. Im Laufe des 28. dringt auf der Rückseite der Störung maritime Kaltluft vor und verursacht, vor allem in der Höhe, einen Temperaturrückgang von rund  $10^{\circ}$  C.

### März

In der ganzen Schweiz ist im März nur an drei Tagen gleichzeitig kein Niederschlag gefallen. Die Temperaturen sind in der Niederung nur an vereinzelt Tagen unter  $0^{\circ}$  C gesunken.

Der Ende Februar erfolgte Vorstoß kalter Luft wird rasch abgebrochen. Schon vom 2. an fließen in der Höhe Warmluftmassen zu und bringen vor allem der Westschweiz große Niederschlagsmengen in Form von Regen und zeitweise als Schnee bis in die Niederung. Eine Föhnlage von drei Tagen bringt dem Tessin und den angrenzenden südlichen Tälern am 5. und 6. mäßigen Regen und nachfolgend Schnee.

Die Nullgradgrenze liegt in diesen Tagen um die Mittagszeit zwischen 2000—2400 m ü. M. Hinter der abschließenden Kaltfront baut sich ein Zwischenhoch auf, das auf der Alpennordseite zu einer Staulage mit weiteren Niederschlägen führt. Am 9. März tritt in der ganzen Schweiz vor einer neuen Störungsserie eine fast vollständige Aufheiterung ein. Vom 10. weg ziehen die Warm- und Kaltfronten in rascher Folge über die Schweiz und verursachen bis zum 14. März zeitweise leichte bis mäßige Niederschläge bei frischen SW-Winden. Zwischen den Frontdurchgängen kommt der Föhn immer wieder zum Durchbruch. Am 10. und 13. liegt die Nullgradgrenze in nahezu 2500 m ü. M. Vom 15. bis 18. ziehen die Fronten etwas nördlich der Schweiz vorbei, so daß unter dem Einfluß eines Hochdruckkeils von E her in der Schweiz föhnig-heiteres Wetter die täglichen Niederschläge etwas unterbricht. Vom 16. bis 19. wurden im Versuchsfeld täglich positive Temperaturen gemessen (bis + 6,5° C). Am 19. und 20. verursacht eine vor den Alpen liegende, fast stationäre Front (Okklusion) mäßige Niederschläge in der ganzen Schweiz mit Regen bis gegen 1200 m ü. M. Ein Zwischenhoch, das sich hinter der Front über den Alpen gebildet hat, bringt am 21. wieder eine starke Aufheiterung, die aber anderntags durch eine neue Störung abgelöst wird. Diese ist in der Nacht auf den 23. begleitet von Gewittern mit teils starken Niederschlägen und Regen bis gegen 2000 m ü. M.

Hinter dieser sehr wirksamen Front, die im Tessin starke Niederschläge verursacht, beginnen kältere maritime Luftmassen zuzufließen, welche nach einer anfänglichen Staulage zur Bildung eines Hochs über Mitteleuropa und am 26. zu einer vorübergehenden Aufheiterung führen. Bereits am 27. zeichnet sich eine neue Föhnlage ab, die am 29. einen starken Föhnsturm zur Folge hat. Im Versuchsfeld wird mit 18,3 m/sec das maximale Stundenmittel des ganzen Winters gemessen. Sowohl die Alpensüdseite als auch Graubünden erhalten während dieser Periode bedeutende Niederschlagsmengen, Graubünden die größten des ganzen Winters.

Dieser Föhnsturm mit Temperaturen um den Nullpunkt bis gegen 2500 m ü. M. und die hohen Temperaturen der vergangenen Tage haben im Gebiet von Davos zahlreiche und große Lawinen ausgelöst. Die starke südöstliche Höhenströmung war von starkem Staubfall begleitet, der bis zur Ausaperung im g a n z e n Gebiet der Alpen beobachtet werden konnte.<sup>1</sup>

## April

Der April ist gekennzeichnet durch hohe Mitteltemperaturen und geringe Niederschläge.

Bis zum 4. lösen sich kurze föhnige Aufheiterungen und Fronten mit Niederschlägen rasch ab. Regen fällt bis gegen 1200—1500 m ü. M. Am Abend des 4. fließt frische maritime Kaltluft aus WNW gegen die Alpen und verursacht durch ein Zwischenhoch am 5. eine vorübergehende Aufheiterung. Anschließend an diese Wetterlage erreichen Warmluftmassen aus WSW Mitteleuropa und bedingen starke Erwärmung mit Mittagstemperaturen bis über 2° C in 2500 m ü. M. Die in dieser Zeit gefallenen Niederschläge sind unbedeutend. Am 9. gestaltet sich die Wetterlage um. Kaltluft aus NW bedingt einen Temperaturrückgang um 10—15° C über 2000 m ü. M. Ein Hochdruck über Mitteleuropa verursacht bis zum 20. April im größten Teil der Schweiz leicht bewölktetes Wetter, wobei vom 10. ab besonders über 1500 m ü. M. die Temperatur stark ansteigt und in 2500 m ü. M. täglich den Gefrierpunkt überschreitet. Am 17. erfolgt eine weitere Erwärmung mit Nullgrad in 3500 m ü. M. Von diesem Tage an setzt wieder Westwetter ein, ohne daß aber wesentliche Niederschläge zu verzeichnen sind. Eine wetterwirksame Kaltfront mit nur kurz andauernder

<sup>1</sup> Vgl. „Der Staubfall vom 29. März 1947 und seine Beziehung zum Abbau der Schneedecke“ von Marcel de Quervain. SNG. Jahresbericht 1947.

Staulage bringt am 23. einen Temperaturrückgang und mäßige Niederschläge mit Schnee bis gegen 1600 m ü. M. Aber schon am 25. setzt bereits wieder eine Zufuhr warmer maritimer Luft ein. Die Fronten sind wenig wetterwirksam. Die Temperatur bleibt ab 25. auch in 2500 m ü. M. den ganzen Tag über dem Gefrierpunkt. Vom 29. auf den 30. findet eine völlige Umgestaltung der Wetterlage statt. Die Witterung bleibt in der Folge bis in den Mai unbeständig und zeitweise eher kühl.

### Mai

Der Mai ist hinsichtlich Witterung sehr unbeständig mit zahlreichen Niederschlagstagen, teils gewittrigen Charakters. Die Temperaturen sind allgemein zu hoch, besonders über 1500 m ü. M. beträgt der Wärmeüberschuß ca. 3—4<sup>0</sup> C im Monatsmittel. Diese hohen Temperaturen mit zeitweisen Regenfällen bis über 2500 m ü. M. verursachen das frühe Ausapern auch in höhern Lagen. Seit Bestehen der Beobachtungen auf Weißfluhjoch ist das Versuchsfeld erstmals schon Ende Mai ausgeapert.

Vom 2.—4. hat eine Föhnlage auf der Alpensüdseite bis über den Alpenkamm regnerisches Wetter zur Folge. Am 5. erfolgt ein Vorstoß maritimer kühler Luftmassen mit Niederschlägen auf der Alpennordseite und mit Schnee strichweise bis gegen 1000 m ü. M. Aber bereits am folgenden Tag setzt sich eine bis zum 14. andauernde Föhntendenz durch, die am 6.—9. über den Alpen heiteres Wetter verursacht, wobei die Temperatur in 2500 m ü. M. über dem Gefrierpunkt liegt. Am 10. lagert eine Okklusion über der Schweiz und gibt im Tessin zu Gewittern Veranlassung; auf der Alpennordseite fallen mäßige Niederschläge mit Regen bis gegen 2700 m ü. M.

In der Zeit vom 11.—14. fließt auf der SW-Seite eines osteuropäischen Hochs kontinentale Warmluft gegen Mitteleuropa. Die Mittagstemperaturen erreichen in 2500 m ü. M. über 10<sup>0</sup> C. Vom 15. weg ziehen wieder Fronten von WNW über Mitteleuropa und bringen am 15. selbst mäßige Niederschläge mit einer Abkühlung um 8—10<sup>0</sup> C in 2500 m ü. M. gegenüber den Vortagen. Nachfolgend fallen infolge leichter Staulage bis zum 22. fast alle Tage leichte Niederschläge. Die Temperatur bleibt in 2500 m ü. M. um Null bis wenig darüber.

Am 23. wird über den Alpen vorerst ein schwaches aber wetterwirksames Hoch aufgebaut, das bis gegen Monatsende zu Strahlungswetter mit allgemein hohen Temperaturen führt. Die Niederung verzeichnet Mittagstemperaturen bis gegen 30<sup>0</sup> C, die Höhen in 2500 m ü. M. 10<sup>0</sup> C. Am 27. wird die große Wärme durch eine vorüberziehende Gewitterfront vorübergehend unterbrochen.

## II. Die einzelnen Witterungselemente

### 1. Sonnenscheindauer

Die Sonnenscheindauer wurde diesen Winter auf dem Dach des Institutes in nächster Nähe des Aktinographen Robitzsch registriert. Im Laufe des Winters benötigt der Autograph eine intensive Wartung, da sonst Schnee und in noch vermehrtem Maße Reif und Raufrost die Registrierung beeinträchtigen. Abgesehen von diesen Ungenauigkeiten der Registrierung, die auf ein Mindestmaß reduziert werden konnten, haftet dem Instrument ein weiterer Mangel an, der aber auch andern Orts auftritt: an Tagen mit maximaler Sonnenscheindauer sind die registrierten Sonnenscheindauern im Winterhalbjahr um 12—15 Minuten pro Tag zu groß. In der Gesamtsumme kommen diese Zuschüsse kaum zur Geltung, da die Bildung der Brennspur durch nasses Papier und Reifansatz oft stark behindert wird. Hingegen haben diese Mehrwerte ein großes Gewicht bei der Bestimmung der möglichen Sonnenscheindauer, die aus der Registrierung ermittelt wird.

Die mögliche Sonnenscheindauer wurde in den Versuchsfeldern und auf dem Dach des Institutes mit dem Tagbogenmesser gemessen.

Die Tagessummen der Sonnenscheindauer sind in Tabelle 1 enthalten, Dekadensummen und die prozentual mögliche Sonnenscheindauer in Tabelle 2. Den einzelnen Tagessummen kommt vor allem im Zusammenhang mit der Bewölkung und der Globalstrahlung Bedeutung zu.

**Tabelle 1: Sonnenscheindauer in Stunden.** Beobachtungsort: Dach des Institutes. Sonnenscheinautograph Campell - Stokes. Fuess Nr. 105 456.

Datum	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni
1.	9,9	1,5	—	—	9,3	4,8	9,2	7,7	7,1
2.	6,6	4,0	1,9	6,5	4,2	10,2	—	8,8	12,2
3.	9,5	7,9	3,0	1,9	4,2	0,4	10,4	2,2	10,0
4.	—	7,6	—	8,5	0,8	5,3	—	9,9	12,2
5.	0,3	0,2	—	8,5	—	0,1	1,2	—	4,3
6.	—	7,7	—	7,4	0,1	6,4	2,2	—	—
7.	3,5	9,2	—	0,3	7,5	1,1	7,2	8,1	2,9
8.	1,1	9,1	4,0	3,8	1,1	—	11,0	11,0	6,9
9.	2,9	1,2	—	—	8,1	9,6	9,4	12,1	2,3
10.	9,2	6,5	—	—	1,1	—	8,1	2,6	9,4
11.	10,3	7,1	4,2	—	9,4	0,3	11,8	3,8	13,5
12.	10,3	9,2	0,6	1,9	9,6	—	11,8	7,3	9,5
13.	10,0	9,1	—	2,7	3,8	5,5	11,9	8,0	0,3
14.	10,1	5,8	—	—	9,7	—	11,8	6,2	3,2
15.	4,1	1,9	6,7	6,8	6,0	—	10,8	1,9	0,1
16.	9,2	3,3	—	8,6	5,9	8,3	12,1	—	9,1
17.	10,0	2,4	7,3	8,4	9,3	7,7	11,5	3,3	13,6
18.	5,2	1,2	8,3	2,4	2,6	7,0	10,6	3,7	13,5
19.	9,4	—	8,3	—	—	0,6	8,3	5,1	3,8
20.	0,2	8,3	8,3	8,8	5,7	0,2	10,5	1,2	1,3
21.	0,2	7,6	8,3	5,6	1,3	6,8	2,8	—	6,5
22.	1,3	—	8,3	—	—	3,1	10,0	3,5	—
23.	1,7	5,8	8,3	8,1	—	5,7	6,6	11,1	—
24.	1,8	4,0	8,3	8,1	7,3	2,7	11,0	10,6	13,6
25.	9,8	2,6	0,1	0,8	4,3	—	12,3	8,9	13,6
26.	7,2	1,2	—	7,5	8,8	3,1	10,6	11,5	13,5
27.	7,3	7,5	5,4	4,9	5,6	5,0	1,4	6,3	13,5
28.	1,4	7,4	—	8,2	—	8,0	4,7	12,4	11,4
29.	0,7	2,6	0,7	8,8	—	1,0	8,9	11,3	9,2
30.	5,8	1,2	0,8	5,9	—	1,7	10,4	13,3	3,9
31.	7,1	—	6,4	5,0	—	0,4	—	10,2	—
Monats- summen	166,1	143,1	99,2	139,4	125,7	105,0	248,5	202,0	220,4

**Tabelle 2: Gemessene und prozentual mögliche Sonnenscheindauer.** Beobachtungsort: Dach des Institutes. Dekaden- und Monatswerte.

	gemessene Sonnenscheindauer in Stunden				in % der möglichen Sonnenscheindauer				ganzer Monat	
	1.-10.	11.-20.	21.-30.	21.-31.	1.-10.	11.-20.	21.-30.	21.-31.	Stunden	%
Oktober	43,0	78,8	37,2	44,3	40,8	77,9	38,2	41,5	166,1	53,0
November	54,9	48,3	39,9		59,4	54,2	47,2		143,1	53,8
Dezember	8,9	43,7	40,2	46,6	10,8	53,8	49,6	52,2	99,2	39,3
Januar	36,9	39,6	57,9	62,9	45,1	47,3	65,8	64,9	139,4	53,1
Februar	36,4	62,0	27,3		39,5	64,3	34,1		125,7	46,8
März	37,9	32,6	37,1	37,5	36,6	30,0	32,8	30,0	105,0	31,1
April	58,7	111,1	78,7		59,5	92,1	63,8		248,5	68,6
Mai	62,4	40,5	88,9	99,1	49,4	31,3	66,8	67,7	202,0	50,2
Juni	67,3	67,9	85,2		49,8	50,0	62,7		220,4	54,2
Juli	55,9	62,1	122,1	131,4	41,3	46,3	93,4	91,5	249,5	60,4
August	69,4	93,7	67,9	79,2	54,6	75,6	56,0	59,4	242,3	63,0

Der Tagesgang der Sonnenscheindauer in den einzelnen Monaten dieses Winters ist aus den Tabellen 3 und 4 zu entnehmen. Der für Bergstationen typische Tagesgang ist auch auf Weißfluhjoch erkennbar, wenn auch nicht so ausgeprägt wie auf isolierten Gipfelstationen. Er ist charakterisiert durch ein Maximum um die Mittagszeit in den Wintermonaten Dezember und Januar, zwei

**Tabelle 3: Totale Sonnenscheindauer in den einzelnen Tagesstunden.** Beobachtungsort: Dach des Institutes.

	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	
Oktober		1,5	11,9	15,2	18,0	18,3	19,3	18,0	16,9	17,3	16,1	13,0	0,6				166,1
November			4,5	12,3	16,6	17,9	18,7	17,7	18,4	16,4	15,1	5,5					143,1
Dezember				6,8	11,2	13,6	14,6	13,9	13,4	10,8	10,3	4,6					99,2
Januar				8,5	16,5	17,4	17,6	17,6	17,9	16,4	15,0	11,7	0,8				139,4
Februar			1,9	11,6	15,7	15,7	15,8	14,7	14,0	11,3	12,0	9,6	3,5				125,7
März		0,2	3,9	11,0	12,8	13,3	12,5	12,1	11,8	8,4	8,9	7,6	2,5				105,0
April	0,1	12,1	19,4	21,7	23,0	22,8	22,3	21,7	21,9	23,2	22,2	20,1	15,7	2,3			248,5
Mai	1,6	15,6	19,7	20,5	21,4	19,5	20,2	15,9	13,7	14,0	12,5	10,6	9,6	6,8	0,4		202,0
Juni	3,2	14,4	16,2	16,7	18,5	18,8	16,6	17,2	17,7	18,2	19,6	15,9	13,2	11,7	2,5		220,4
Juli	0,6	17,2	21,9	22,7	22,6	21,5	20,6	20,1	19,5	17,5	16,9	16,3	16,1	13,9	2,1		249,5

**Tabelle 4: Sonnenscheindauer in Prozenten der möglichen zu den einzelnen Tagesstunden (ohne Randstunden).** Beobachtungsort: Dach des Institutes.

	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	
Oktober				38	49	58	59	62	58	54	56	52	42				
November					41	55	60	62	59	61	55	50					
Dezember						36	44	47	45	43	35	33					
Januar						53	56	57	57	58	53	48	38				
Februar					41	56	56	57	52	50	40	43	43				
März						35	41	43	40	39	38	27	29	25			
April					65	72	77	76	74	72	73	77	74	67	52		
Mai		50	63	66	69	69	63	65	51	44	45	40	34	31	22		
Juni		48	54	56	62	63	55	57	59	61	65	53	44	39			
Juli		55	71	73	73	69	66	65	63	56	54	52	52	45			

Maxima — Vormittag und Nachmittag — in den übrigen Monaten. Der Juli 1947 besitzt ein vormittägliches Maximum zwischen 08.00 und 09.00 mit nachfolgendem fast gleichmäßigem Abklingen. Das Fehlen eines zweiten Maximums ist auf die starke abendliche Konvektionsbewölkung zurückzuführen.

## 2. Globalstrahlung

Die Strahlung wurde während des ganzen Winters sowohl im Versuchsfeld als auf dem Dach des Institutes gemessen. Aktinograph Robitzsch Nr. 112 987 war auf dem Dache der Versuchsfeldhütte montiert, während Aktinograph Nr. 104 546 auf dem Dach des Institutes in nächster Nähe des Sonnenscheinautographen installiert wurde. Wie beim Sonnenscheinautographen, so ist auch beim Aktinographen eine gute Wartung des Instrumentes Grundbedingung für zuverlässige Registrierung.

Diese Doppelaufstellung dient einerseits zur Abklärung der Strahlungsmengenunterschiede an beiden Standorten, andererseits sollten die Registrierungen auch Aufschluß über die verschiedene Exposition geben können.

Eine Abklärung dieser Frage bedarf der eingehenden Bearbeitung der Registrierungen, die noch nicht abgeschlossen ist. In Tabelle 5 sind die Strahlungssummen, die im Versuchsfeld gemessen worden sind, wiedergegeben. Aktinograph 112 987 hat folgende Eichfaktoren:

Oktober	November	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
19,2	18,2	18,6	19,6	20,5	21,5	23,6	24,1	24,0

Die Strahlungswerte, welche auf dem Institut gemessen worden sind, bedürfen einer Ueberprüfung, da sich herausgestellt hat, daß die über bestimmte Tagesabschnitte ermittelten Werte mit denen des Versuchsfeldes zu große Unterschiede aufweisen. Aus diesem Grunde sind beide Instrumente seit 1. August noch nebeneinander aufgestellt, um sie aufeinander abzustimmen.

Die Registrierungen mit dem Aktinographen Robitzsch lassen bereits Albedoänderungen der Schneefläche erkennen, so daß trotz den bereits von Chr. Thams<sup>2</sup> ausgeführten Albedomessungen diesen Untersuchungen noch mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden sollte. Dies be-

<sup>2</sup> Ueber die Strahlungseigenschaften der Schneedecke. Gerl. Beitr. Geophys. 53 (1938), 371.

sonders im Hinblick auf die große Bedeutung des Wärmehaushaltes der Schneedecke, der wiederum für Fragen des Wasserhaushaltes nicht unbeachtet bleiben darf.

**Tabelle 5: Globalstrahlung: Tagessummen in cal/cm<sup>2</sup>.** Beobachtungsort: Standardversuchsfeld, Hüttendach. Robitzsch Aktinograph Nr. 112 987.

Datum	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni
1.	367	144	97	109	293	344	628	725	521
2.	269	229	136	190	230	542	446	670	797
3.	344	264	154	157	242	301	666	393	701
4.	77	248	117	194	129	387	314	559	811
5.	177	166	110	202	168	243	503	412	418
6.	119	269	113	196	191	417	505	602	199
7.	280	257	119	118	322	288	555	692	684
8.	232	244	175	180	213	282	616	622	718
9.	219	113	82	114	326	518	673	742	475*
10.	432	246	102	120	168	279	791	306	763
11.	394	224	136	100	336	317*	741	523	854
12.	394	264	113	118	355	314	736	607	691
13.	344	258	106	157	273	385	694	653	264
14.	365	231	84	174	389	247	736	600	485
15.	213	138	158	200	318	393	680	424	182
16.	369	149	110	210	328	490	708	593	696
17.	363	153	154	200	363	462	673	581	878
18.	223	133	182	171	269	479	621	607	859
19.	328	78	179	157	225	267	571	552	514
20.	117	198	177	257	305	376	666	465	329
21.	113	200	169	239	215	464	420	306	686
22.	173	80	164	186	168	342	710	482	168
23.	148	218	178	270	234	458	545	853	250
24.	242	166	192	247	387	370	734	682	857
25.	363	127	104	182	344	368	743	571	832
26.	286	98	106	225	430	404	673	735	826
27.	305	182	166	221	365	520	399	552	857
28.	196	184	82	278	223	555	444	795	749
29.	207	142	125	169		273	689	752	646
30.	269	124	138	229		346	687	807	497
31.	296		173	216		415		622	
Monatssummen	8224	5527	4201	5786	7809	11 846	18 567	18 485	18 208

\* interpoliert

### 3. Temperatur

Die Temperatur wird einerseits am Grat über dem Institut zu den klimatologischen Terminen mit Schleuderpsychrometer gemessen, andererseits im Versuchsfeld mit Thermograph registriert. Im Versuchsfeld wird zur Zeit der Rundtour, deren Termin im Laufe des Jahres zwischen 07.15 und 10.00 schwankt, mit Psychrometer eine Kontrollmessung ausgeführt. Die beiden Messungen im Versuchsfeld und auf dem Grat können damit nur in wenigen Fällen direkt miteinander verglichen werden; für die übrige Zeit ist man auf die Registrierung angewiesen. Diese weist aber nach Strahlungsverhältnissen verschiedene Korrekturfaktoren auf, so daß ein sauberer, meteorologisch zulässiger Vergleich zur Zeit unmöglich ist.

Im Juli und August konnte an je 20 Tagen zu gleicher Zeit 07.30 im Versuchsfeld und auf dem Grat und in der Thermometerhütte gemessen werden. Dabei wurden folgende Mittelwerte festgestellt (in C<sup>0</sup>):

	Grat	Versuchsfeld	Hütte (Stationstherm.)
Juli	6,6	7,6	8,5
August	6,5	7,5	8,2

Die mit dem Psychrometer gemessenen Temperaturen ergeben zwischen beiden Meßstellen einen für die Höhendifferenz etwas zu großen Temperaturunterschied von ca. 0,75<sup>0</sup> C. Die Differenzen mit

dem Stationsthermometer in der Hütte sind noch größer. Die Werte mit Säntis können infolge zu großer Horizontaldistanz in dieser Hinsicht nicht als Vergleich herangezogen werden.

Leider stehen für die Wintermonate nicht genügend solche Simultanmessungen zur Verfügung, die gestatten, die Differenzen zahlenmäßig festzuhalten. Die Unterschiede sind aber ebenfalls vorhanden.

Diese Verhältnisse verlangen eine grundsätzlich neue Temperaturmessung im Versuchsfeld, soll die Temperatur wirklich in Beziehung mit den Vorgängen über und in der Schneedecke des Versuchsfeldes gesetzt werden können.

Ueber die mittleren Tagestemperaturen  $(t = \frac{Mo + Mi + 2 \times Ab}{4})$  orientiert die Tabelle 6. Die Tabelle 7 gibt Aufschluß über die mittleren monatlichen Temperaturen zu den drei Beobachtungs-

**Tabelle 6: Mittlere Tagestemperaturen**  $\frac{Mo + Mi + 2 \times Ab}{4}$  Beobachtungsort: Weißfluhjoch-Institutsgipfel. Schleuderpsychrometer.

Datum	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni
1.	4,8	— 4,6	—10,9	—13,4	—13,3	—18,1	— 6,9	— 0,1	8,3
2.	5,1	— 5,6	— 5,7	—11,7	—11,9	—13,8	— 8,1	3,5	11,0
3.	5,3	— 2,4	— 9,0	—12,6	— 9,2	— 8,2	— 7,6	3,1	11,0
4.	— 0,6	— 1,8	—12,5	—11,8	— 9,5	— 4,0	— 6,9	1,8	10,3
5.	— 1,2	— 9,5	—12,7	—14,8	—11,8	— 3,2	— 8,7	— 5,1	3,5
6.	— 2,0	— 3,8	—13,6	—12,8	—12,9	— 4,2	— 1,4	— 2,1	— 2,7
7.	— 7,0	— 1,8	—12,5	—11,7	—13,2	— 7,6	— 0,5	1,7	— 2,0
8.	— 5,9	— 3,9	—11,5	—11,5	— 6,7	— 9,7	— 0,6	2,8	2,0
9.	— 5,1	— 6,8	—11,7	— 8,1	— 8,3	—12,9	— 8,3	3,4	— 0,9
10.	0,2	— 8,2	—11,8	—12,0	— 7,7	— 3,7	—10,4	0,8	— 0,8
11.	0,7	—10,1	— 7,5	— 8,8	— 9,1	— 6,0	— 4,9	2,2	2,5
12.	3,4	— 6,5	— 8,0	— 6,2	—10,4	— 6,5	— 3,1	4,1	5,3
13.	1,4	— 3,0	— 9,9	— 6,0	—11,9	— 3,6	— 1,3	3,5	2,5
14.	1,7	— 3,4	—13,1	—10,1	—13,6	— 5,5	— 0,6	1,6	3,6
15.	— 3,5	— 5,4	—13,9	— 3,7	—13,8	— 8,3	— 1,1	1,0	1,5
16.	0,3	— 6,4	— 9,7	1,6	—14,6	— 3,5	3,8	— 3,8	0,3
17.	— 3,1	— 8,3	— 6,1	— 2,4	—13,6	2,2	3,0	— 0,5	5,2
18.	4,1	— 8,8	— 8,9	—11,6	—11,9	— 4,0	— 1,1	— 0,2	6,4
19.	4,7	— 4,1	—12,0	—12,1	—13,0	— 5,4	— 1,5	0,5	5,5
20.	0,7	— 2,0	— 9,2	—15,4	—11,1	— 6,7	— 0,7	0,9	5,5
21.	— 0,3	— 3,1	— 6,9	—18,6	— 4,7	— 4,2	— 2,7	0,7	7,8
22.	— 1,7	— 5,4	— 7,0	—19,4	— 3,8	— 2,2	1,1	1,2	1,2
23.	— 3,1	— 6,7	— 9,6	—24,0	—12,2	— 4,0	— 2,6	1,8	— 0,7
24.	— 6,1	1,7	—10,5	—23,7	— 8,8	— 4,8	— 0,2	3,3	8,5
25.	— 4,5	— 0,9	—10,4	—15,4	—10,9	—10,8	3,3	5,8	9,7
26.	— 2,8	— 6,5	—10,2	—12,3	—10,8	— 3,1	3,4	6,4	11,1
27.	— 1,7	— 6,3	—11,6	—16,9	— 8,0	— 5,8	5,0	5,8	12,7
28.	— 6,2	— 2,1	—13,2	—15,4	—10,8	— 2,9	3,0	5,8	11,8
29.	—10,0	— 4,7	—15,4	—12,3		— 2,5	— 1,0	6,1	9,1
30.	—10,6	— 8,0	—16,4	—10,9		— 7,1	1,0	7,6	7,2
31.	— 9,7		—12,0	—10,3		— 6,8		8,1	
Monatsumme	— 1,5	— 4,9	—10,8	—12,2	—10,6	— 6,0	— 1,8	2,3	5,2

**Tabelle 7: Monatsmittel der Temperaturen von Säntis und Weißfluhjoch.**

	Säntis				Weißfluhjoch			
	07.30	13.30	21.30	Tag	07.30	13.30	21.30	Tag
Oktober	— 1,7	+ 0,5	— 1,8	— 1,2	— 2,2	+ 0,8	— 2,3	— 1,5
November	— 5,3	— 3,6	— 5,1	— 4,8	— 5,2	— 3,8	— 5,3	— 4,9
Dezember	—10,4	— 8,8	—10,1	— 9,8	—11,0	—10,0	—11,2	—10,8
Januar	—11,7	—10,1	—11,9	—11,4	—12,5	—11,0	—12,6	—12,2
Februar	—10,4	— 8,1	— 9,9	— 9,6	—11,4	— 9,1	—10,9	—10,6
März	— 6,3	— 4,3	— 5,7	— 5,5	— 6,5	— 4,5	— 6,5	— 6,0
April	— 1,7	+ 0,1	— 1,9	— 1,3	— 2,2	— 0,3	— 2,4	— 1,8
Mai	+ 3,1	+ 5,7	+ 2,4	+ 3,4	+ 1,6	+ 4,7	+ 1,5	+ 2,3
Juni	+ 5,4	+ 7,3	+ 4,8	+ 5,6	+ 4,8	+ 7,6	+ 4,2	+ 5,2
Juli	+ 7,5	+ 9,6	+ 7,0	+ 7,8	+ 6,8	+10,3	+ 6,7	+ 7,6

Tabelle 8: Temperatur-Maxima und -Minima. Standard-Versuchsfeld Weißfluhjoch (Thermometerhütte).

Datum	Oktober		November		Dezember		Januar		Februar		März		April		Mai		Juni	
	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
1.	9,8	2,7	-4,5	-11,6	-6,3	-8,5	-8,5	-13,5	-8,5	-17,4	-12,0	-19,0	-0,6	-11,6	4,6	-3,8	12,9	4,5
2.	11,2	3,4	-1,2	-6,0	-1,7	-12,7	-7,6	-17,1	-7,5	-18,4	-7,8	-23,6	-1,6	-9,8	7,0	-0,1	15,8	3,3
3.	7,8	1,9	-1,5	-8,0	-4,4	-10,4	-9,2	-11,7	-6,5	-14,0	-2,5	-16,8	-2,8	-11,2	5,6	1,6	16,8	6,0
4.	10,6	3,4	1,5	-4,2	-9,5	-12,4	-9,3	-18,9	-6,6	-8,9	-0,0	-8,9	-1,0	-6,6	6,8	0,0	17,7	6,5
5.	3,7	-3,0	3,0	-3,3	-11,5	-12,5	-10,5	-18,3	-9,5	-11,3	-1,6	-3,7	-2,6	-9,4	0,5	-5,1	7,6	3,6
6.	0,6	-1,4	-2,9	-11,9	-11,7	-13,4	-9,8	-22,2	-11,5	-12,7	-1,1	-8,5	2,6	-15,0	5,4	-5,5	5,4	2,8
7.	1,0	-7,2	0,4	-5,8	-11,2	-14,2	-7,0	-19,3	-5,8	-16,2	-1,6	-6,4	4,5	-1,8	7,4	-3,4	4,8	-5,2
8.	-3,7	-6,9	1,5	-8,4	-9,4	-15,6	-6,7	-15,4	-2,7	-12,8	-4,0	-9,1	4,9	-5,2	7,1	-0,9	8,4	-1,5
9.	-2,0	-6,6	1,5	-8,3	-9,4	-14,8	-3,2	-15,5	-5,6	-11,0	-5,3	-16,7	-2,7	-8,6	7,9	0,5	3,4	0,2
10.	-0,4	-10,0	-2,8	-10,2	-10,5	-11,4	-10,5	-11,2	-3,6	-10,3	0,8	-17,6	-2,7	-10,7	6,8	2,3	5,6	-3,2
11.	3,8	-4,6	-5,8	-12,4	-7,7	-11,3	-3,1	-17,2	-5,6	-12,1	-1,4	-5,4	1,1	-13,4	6,9	0,2	8,2	-2,0
12.	5,1	-2,2	-4,3	-14,7	-5,4	-13,6	-1,6	-11,1	-5,1	-13,6	-0,6	-7,1	3,5	-9,2	10,3	0,0	12,2	2,3
13.	7,1	-0,6	-3,1	-9,4	-6,6	-13,5	-2,2	-10,7	-6,6	-13,0	0,1	-17,5	5,4	-10,2	8,6	1,5	6,8	3,7
14.	4,9	-1,8	-0,2	-6,3	-10,6	-11,0	-4,1	-12,9	-8,4	-15,0	-1,0	-4,1	4,4	-6,4	7,0	0,8	8,6	0,4
15.	6,5	-2,3	0,7	-5,9	-11,3	-16,2	0,1	-13,0	-9,6	-12,7	-4,6	-7,6	6,9	-1,1	5,2	-0,7	4,8	3,4
16.	1,0	-7,6	-1,6	-6,5	-5,9	-23,6	4,2	5,0	-9,0	-18,1	3,5	-13,9	6,8	-2,2	1,5	-4,1	8,6	4,1
17.	4,0	-3,1	-3,4	-11,0	-3,5	-11,4	2,5	-4,5	-7,7	-18,0	6,5	-4,8	8,1	-1,3	5,0	-3,7	11,3	-2,2
18.	7,3	-0,2	-4,7	-9,8	-5,4	-12,3	-7,4	-9,2	-8,2	-17,1	4,1	0,0	4,7	-3,7	5,4	-1,5	11,0	5,0
19.	7,4	0,6	-5,0	-10,4	-8,3	-15,8	-9,0	-12,0	-7,9	-12,9	1,6	-3,6	4,5	-3,6	5,0	-2,6	10,7	5,5
20.	9,0	0,3	-0,7	-7,4	-6,2	-14,2	-10,7	-22,6	-4,7	-14,9	-1,5	-10,5	4,4	-4,7	5,6	-1,0	9,3	3,5
21.	4,2	-0,5	0,4	-5,8	-3,6	-12,2	-14,1	-18,4	-1,3	-15,5	0,6	-8,4	3,5	-2,9	4,4	-0,5	13,6	4,2
22.	2,2	-2,1	0,3	-5,5	-4,0	-11,4	-15,0	-19,8	-0,4	-5,5	0,6	-4,0	6,3	-7,9	6,5	0,0	5,4	4,0
23.	1,4	-4,4	-1,8	-7,2	-6,4	-12,2	-20,1	-23,8	-7,6	-10,3	1,5	-7,6	5,6	-6,4	8,1	-0,5	6,4	-1,0
24.	0,1	-4,3	0,4	-11,9	-6,8	-12,9	-19,7	-28,4	-2,1	-18,7	-0,4	-7,0	6,5	-5,8	8,2	0,4	12,6	-2,1
25.	-1,2	-6,8	3,9	-2,3	-6,6	-14,5	-11,3	-29,5	-0,1	-8,5	-1,7	-9,8	8,6	-3,0	9,0	2,2	14,2	5,9
26.	-1,0	-9,0	3,6	-4,5	-6,8	-14,5	-7,9	-19,6	-6,4	-16,5	0,6	-11,9	8,7	0,6	9,5	2,4	17,2	7,6
27.	0,2	-4,0	-2,0	-8,8	-7,2	-14,2	-13,1	-15,9	-3,0	-15,0	0,1	-8,0	8,3	2,0	10,5	5,0	20,0	9,2
28.	2,2	-4,9	-4,0	-10,2	-8,2	-17,7	-11,1	-22,7	-2,0	-7,2	1,6	-9,3	8,6	2,6	10,0	2,6	16,5	10,0
29.	-1,9	-10,0	0,0	-6,4	-10,4	-15,7	-8,5	-18,7	-0,5	-4,5	4,4	-2,3	11,7	3,9	14,0	6,9	6,9	6,9
30.	-4,8	-14,2	-2,0	-7,2	-11,0	-18,9	-13,5	-16,8	-2,1	-5,5	5,4	-2,1	13,3	2,0	12,9	2,0	12,9	5,5
31.	-6,5	-15,5			-8,0	-21,4	-9,1	-16,0			-1,2	-8,8			10,4	4,4		
*	2,9	-3,9	-0,9	-8,0	-7,6	-14,0	-8,3	-16,5	-5,8	-13,2	-0,7	-9,0	3,8	-5,7	7,1	-0,1	10,7	3,0

\* Die Zahlen dieser Zeile geben die mittleren Maxima bzw. Minima der Temperatur an.

terminen auf Weißfluhjoch und die zugehörigen Abweichungen gegenüber dem Säntis (2500 m ü. M.) Das vorliegende Zahlenmaterial genügt noch nicht, um auf gewisse Unterschiede beider Stationen näher einzugehen. Weißfluhjoch sollte, nur der Höhe nach zu schließen, ca.  $0,8^{\circ}$  C tiefere Mitteltemperaturen aufweisen. Die Differenzen rühren einerseits von der verschiedenen regionalen Lage, andererseits auch von der nächsten Umgebung des Meßortes her. Die etwas größere Tagesamplitude auf Weißfluhjoch ist der nächsten Umgebung zuzuschreiben, während die Unterschiede der Termittel in den einzelnen Monaten weitgehend regional bedingt sein dürften. Diese Verschiedenheit der Temperaturen an Orten gleicher Meereshöhe hat naturgemäß Ungleichheiten in der Schneedeckenentwicklung zur Folge.

So nützlich Mitteltemperaturen für vergleichende Untersuchungen auch sind, so geben sie doch über manche Verhältnisse zu wenig Einblick. Nicht nur für biologische Untersuchungen sind daher Maximal- und Minimaltemperaturen von ausschlaggebender Bedeutung, sondern auch für die Schneedecke. Deshalb sollen in einer Tabelle auch diese Temperaturen mitgeteilt werden. Für den Wärmehaushalt der Schneedecke sind die in der Thermometerhütte gemessenen Temperaturwerte nicht maßgebend. Einerseits werden die Maximaltemperaturen, die über dem Schneefeld herrschen können, im Schatten der Versuchsfeldhütte nicht erreicht, andererseits fallen die Minimaltemperaturen für unsere Zwecke zu hoch aus, da die Aufstellung des Thermometers zu geschützt ist. Als Ergänzung können während der Zeit der Schneebedeckung die dort gemessenen Oberflächentemperaturen dienen, welche allerdings nur zur Zeit der Beobachtung im Versuchsfeld gemessen werden.

Die in der meteorologischen Hütte im Versuchsfeld gemessenen Temperaturextremwerte sind in Tabelle 8 wiedergegeben. Aus den Ausführungen geht hervor, daß wir bei unsern Problemen auf die gleichen, teilweise noch großen Schwierigkeiten stoßen, wie in der Mikroklimatologie überhaupt. (Tabelle 8.)

#### 4. Feuchtigkeit

Die Feuchte wird auf dem Grat des Institutes zu den drei klimatologischen Terminen mit Schleuderpsychrometer gemessen. Die täglichen Mittelwerte sind in Tabelle 9 aufgeführt.

Die Messungen im Versuchsfeld finden jeweils anlässlich der Rundtour statt, so daß die Termine im Laufe des Jahres wechseln. Auch dort findet die Kontrollmessung mit Schleuderpsychrometer statt. Andererseits wird die Feuchte daselbst mit einem Thermohygrographen registriert. Allerdings haben diese Werte keinen repräsentativen Charakter, da sie einerseits in der Hütte registriert werden, deren Verhältnisse vom freien Feld wesentlich abweichen können, andererseits sind die Korrekturen gegenüber der Messung nicht konstant, so daß mit nur einer Kontrollmessung eine Korrektur der Registrierung nicht verantwortet werden kann.

Leider lassen sich die auf dem Grat gemessenen Feuchten nicht ohne weiteres auf das Versuchsfeld übertragen, insbesondere dann nicht, wenn geringe Luftbewegung vorhanden ist.

#### 5. Wind (Richtung und Stärke)

Die Windgeschwindigkeit wurde im Versuchsfeld registriert. Die Tagesmittel der Windgeschwindigkeit finden sich in Tabelle 10. Im Zusammenhang mit der Schneeablagerung interessieren neben den mittleren Geschwindigkeiten an den einzelnen Tagen vor allem auch die maximal vorkommenden Stundenmittel. Die entsprechenden Zahlenwerte sind in Tabelle 11 enthalten. Auffallend ist, daß im Laufe des vergangenen Winters nur ganz vereinzelt Stundenwerte über 10 m/sec erreicht worden sind. Auch auf dem Grat sind wenig stürmische Winde beobachtet worden.

Tabelle 9: Relative Feuchtigkeit in Prozenten: Tagesmittel. Beobachtungsort: Weißfluhjoch-Institutsgipfel.

Datum	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni
1.	78	88	93	90	52	72	76	85	82
2.	70	67	78	75	72	25	94	62	65
3.	54	30	84	82	88	60	83	68	62
4.	90	78	93	28	94	74	95	71	43
5.	91	95	96	30	90	95	84	97	100
6.	99	71	96	35	82	89	59	89	91
7.	91	37	77	96	87	96	80	74	89
8.	96	53	77	63	94	94	81	72	89
9.	98	89	92	91	86	37	84	73	94
10.	50	57	95	97	84	87	83	94	82
11.	37	53	80	77	82	95	34	83	56
12.	38	11	79	82	66	91	37	72	79
13.	37	24	88	68	98	76	33	76	99
14.	43	62	96	86	68	94	54	71	88
15.	60	81	69	62	70	93	43	88	94
16.	51	82	89	15	69	69	23	98	92
17.	23	91	52	36	84	47	37	93	43
18.	24	97	43	75	80	68	68	87	62
19.	45	89	50	81	94	92	81	91	90
20.	87	76	78	46	82	88	80	90	97
21.	87	73	51	47	83	61	63	97	82
22.	91	81	46	91	96	82	28	93	100
23.	94	73	74	86	78	94	67	71	99
24.	97	23	74	87	64	84	66	75	59
25.	50	51	91	70	89	93	49	65	58
26.	43	91	86	75	32	89	54	70	50
27.	83	76	91	90	79	82	72	81	58
28.	96	27	94	82	92	65	74	75	69
29.	96	54	97	39		84	73	76	73
30.	86	91	92	31		91	64	76	94
31.	79		66	70		85		78	
Monats- mittel	70	63	79	69	80	79	64	80	78

Um die Unterschiede zwischen Grat- und Muldenlage zahlenmäßig festzustellen, sind die Windstärken zu den Beobachtungsterminen an beiden Orten ausgezählt worden. Das Zahlenmaterial ist insofern nicht ganz gleichwertig, als vom Versuchsfeld Stundenmittel benutzt wurden, während am Grat die Momentanbeobachtung vorliegt. Die Werte im Versuchsfeld sind damit eher etwas zu klein. Die Tabellen 11 und 12 geben Aufschluß über die Häufigkeiten der verschiedenen Windstärken. Als Calmen werden diejenigen Fälle bezeichnet, an denen absolute Windstille herrschte, eine Windrichtung also nicht angegeben werden kann. Sie fallen im Versuchsfeld unbedingt zu hoch aus. Der Grund liegt in der zu geringen Empfindlichkeit des registrierenden Schalenkreuzes.

**Tabelle 10: Wind: Tagesmittel (m/sec). Beobachtungsort: Versuchsfeld Weißfluhjoch.**

Datum	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni
1.	2,0	3,0	4,8	3,0	0,5	2,6	2,7	3,8	1,2
2.	0,5	1,8	1,9	2,9	1,9	0,5	1,7	8,2	1,6
3.	1,2	2,0	3,0	1,5	5,9	0,9	2,3	8,8	1,4
4.	3,9	2,7	1,9	1,2	3,6	3,4	3,0	5,4	3,0
5.	2,0	5,2	4,5	3,1	5,2	3,8	2,9	2,1	1,9
6.	2,6	2,4	2,9	1,8	3,5	0,7	1,5	0,8	4,0
7.	3,6	0,1	3,1	0,6	1,7	0,8	1,4	0,9	2,5
8.	2,3	1,0	5,7	1,7	4,9	0,0	1,2	1,5	2,1
9.	0,9	1,7	3,3	1,4	0,9	0,7	4,5	1,6	3,6
10.	0,5	0,3	5,8	4,3	2,9	1,3	1,4	1,8	2,8
11.	1,1	1,7	1,3	1,0	0,5	3,1	1,8	1,5	1,9
12.	1,1	1,2	0,9	2,8	0,6	4,6	1,3	1,0	1,8
13.	2,2	1,3	1,4	4,1	2,3	4,8	0,7	3,1	2,4
14.	1,0	3,3	2,4	4,9	3,0	4,5	1,7	5,0	2,3
15.	2,1	2,6	0,6	3,4	2,6	5,6	1,7	2,3	3,4
16.	1,3	1,5	1,9	0,9	0,3	2,6	0,9	3,2	3,0
17.	1,6	1,3	0,6	2,0	1,4	3,4	0,4	1,2	2,8
18.	1,3	4,3	0,5	3,8	2,9	3,8	0,5	1,5	3,5
19.	2,1	7,6	1,9	3,4	4,3	4,8	0,6	1,3	3,4
20.	3,6	4,2	2,5	3,1	2,4	1,1	0,6	1,2	2,1
21.	1,2	2,6	1,0	5,0	4,4	3,6	2,2	0,9	1,8
22.	0,9	3,7	0,5	3,2	2,2	1,8	2,0	1,2	3,6
23.	1,6	1,6	1,0	1,0	3,0	1,3	2,9	2,0	4,7
24.	1,7	0,8	0,9	0,7	2,5	3,0	1,5	1,9	0,8
25.	0,8	2,3	1,5	1,7	2,3	4,2	0,5	1,6	2,8
26.	3,5	4,1	1,1	0,9	3,2	1,7	1,7	2,1	2,6
27.	2,7	1,2	1,1	1,3	5,4	1,5	0,8	2,2	2,0
28.	2,7	0,6	2,7	2,4	3,7	4,0	2,0	2,8	2,7
29.	1,8	2,1	1,2	0,5		7,6	1,2	3,2	2,2
30.	0,2	1,9	1,9	0,7		1,8	4,2	2,0	1,5
31.	2,1		1,9	1,5		3,2		1,9	
Mittel	1,8	2,3	2,1	2,3	2,8	2,8	1,7	2,5	2,5

**Tabelle 11: Wind: Tagesmaxima (Stundenmittel m/sec). Beobachtungsort: Versuchsfeld Weißfluhjoch.**

Datum	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni
1.	4,6	5,6	9,8	9,0	1,4	6,6	4,6	7,0	3,8
2.	3,4	4,8	7,0	5,2	5,8	1,2	4,0	10,6	4,6
3.	3,8	5,4	7,2	3,8	9,6	3,4	6,0	12,6	5,4
4.	7,0	4,8	4,2	3,6	8,6	6,6	7,2	9,2	6,6
5.	6,0	7,4	7,2	5,6	6,6	10,2	7,6	4,6	6,0
6.	6,4	6,4	4,6	6,6	6,4	2,4	3,0	2,2	11,0
7.	5,4	0,8	7,0	2,0	5,2	3,4	3,8	3,4	6,0
8.	5,0	3,4	11,4	4,6	9,4	0,0	4,2	4,4	8,2
9.	2,8	4,6	7,6	6,4	4,0	3,8	9,0	5,0	5,2
10.	1,8	2,0	7,6	8,6	8,4	3,0	2,8	5,0	4,6
11.	3,8	4,8	5,0	3,4	2,8	6,6	4,2	6,2	3,8
12.	3,2	3,2	3,2	7,2	3,2	6,8	3,0	2,8	7,0
13.	4,8	5,0	3,4	8,4	5,2	8,4	2,0	5,0	4,6
14.	2,6	5,8	3,6	10,2	5,6	9,0	4,2	6,6	6,6
15.	4,6	4,6	1,4	6,4	6,6	10,6	5,0	6,0	5,6
16.	3,2	3,6	5,0	2,4	0,8	6,6	4,0	4,2	4,4
17.	4,2	3,4	3,6	4,4	5,4	8,2	1,8	4,6	5,0
18.	4,6	12,0	2,4	7,2	5,0	7,6	1,2	4,6	5,2
19.	4,6	11,8	4,0	4,6	6,8	10,6	1,8	4,4	4,2
20.	5,4	7,8	5,0	5,6	6,2	3,6	1,4	3,2	4,8
21.	3,2	5,6	2,6	6,4	8,4	7,4	6,0	2,0	6,6
22.	2,6	6,6	2,4	5,2	4,0	7,8	5,4	3,8	6,6
23.	4,6	5,2	2,2	3,4	8,8	3,8	11,6	4,4	2,2
24.	3,8	7,4	2,8	2,2	5,0	6,4	4,4	3,8	4,8
25.	2,2	7,4	3,8	6,2	5,2	7,4	1,0	4,0	4,2
26.	5,8	7,8	4,0	3,2	7,0	6,4	5,4	4,8	4,4
27.	5,4	3,2	2,6	3,4	7,8	4,8	3,0	3,8	5,2
28.	9,8	2,6	4,2	3,6	6,4	8,6	3,8	6,2	5,6
29.	6,2	5,0	2,4	1,4		18,3	4,6	6,4	3,0
30.	1,2	5,0	4,8	1,6		5,2	7,8	4,2	
31.	5,6		5,2	5,2		6,4		5,4	

**Tabelle 12: Prozentuale Häufigkeiten der Windstärken im Versuchsfeld und auf dem Grat.**  
(Oktober—Juni).

Stärke	Versuchsfeld			Grat			T a g	
	07.30	13.30	21.30	07.30	13.30	21.30	Versuchsfeld	Grat
Calmen	19,0	9,9	16,1	0,4	0,4	0,0	15,0	0,2
0	6,6	4,8	3,3	1,8	1,1	1,1	4,9	1,3
1	31,5	30,0	29,7	15,4	13,9	16,8	30,4	15,4
2	19,1	24,8	23,5	27,5	28,6	21,7	22,5	25,9
3	14,6	19,8	17,6	20,9	24,5	24,9	17,3	23,5
4	6,6	8,8	6,9	16,8	17,2	16,8	7,4	17,1
5	1,1	1,5	2,2	8,8	8,1	8,8	1,6	8,5
6	1,5	0,4	0,7	5,5	5,5	7,7	0,9	6,2
7	—	—	—	1,8	0,7	2,2	—	1,6
8	—	—	—	0,7	—	—	—	0,2
9	—	—	—	0,4	—	—	—	0,1

Die Windrichtung wird nur bei den drei Terminbeobachtungen auf dem Grat ob dem Institut notiert.

Die Auszählung der Monate Oktober bis Juni ergibt folgende Resultate: In der nächsten Umgebung herrschen zwei Windrichtungen vor, die aus SSE und die aus NNW und als sekundäres Maximum noch eine Anhäufung aus NE. W-Winde treten stark zurück, da das Massiv der Weißfluh diesen ganzen Sektor nicht zur Auswirkung kommen läßt. Die Häufigkeiten der einzelnen Richtungen ändern sich im Laufe des Tages. Das noch wenig umfangreiche Material der vergangenen

Monate läßt diese Tendenz gut erkennen, wie die folgenden Tabellenwerte zeigen.

**Tabelle 13: Häufigkeit der Windrichtung in Promill.**  
Beobachtungsort: Grat ob Institut.

Rtg.	02	04	06	08	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
07.30	33	62	22	11	15	84	147	110	66	40	25	37	44	168	70	62
13.30	33	25	7	15	15	102	183	143	66	55	11	15	44	124	84	73
21.30	18	33	18	18	4	88	128	128	73	40	29	29	66	187	70	70
Tag	28	40	19	17	11	92	152	127	68	45	22	27	51	160	74	68

**Tabelle 14: Häufigkeit der Windstärken (Beaufort) in den einzelnen Richtungen. Oktober 1946 — Juni 1947.**  
Gesamtzahl der Beobachtungen 819.

Rtg.	02	04	06	08	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
Stärke																
0	—	—	—	—	—	—	—	2	3	—	—	—	1	2	—	2
1	4	6	3	2	3	10	10	15	10	9	6	6	7	15	12	8
2	7	12	3	4	3	18	23	32	19	13	3	7	11	27	12	18
3	7	7	4	3	2	17	34	23	15	8	7	4	6	27	17	11
4	2	4	3	3	1	12	34	18	4	5	1	3	7	24	7	11
5	3	2	—	—	—	6	14	3	5	1	1	2	5	16	9	3
6	—	2	—	—	—	9	8	9	—	—	—	—	4	14	3	2
7	—	—	—	—	—	1	2	2	—	1	—	—	—	5	1	1
8	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
	23	33	13	12	9	75	125	104	56	37	18	22	42	131	61	56

† 2 Calmen

Die großen Windstärken sind im Lauf des Winters nur innerhalb der drei Hauptwindrichtungen aufgetreten, wobei Sektor SSE und NW-N stark überwiegt.

Die obenstehende Tabelle 14 gibt über die Verteilung der Windstärken auf die verschiedenen Windrichtungen Auskunft.

## 6. Bewölkung

Die Angaben über die Bewölkung beziehen sich auf die Beobachtungen von 07.30, 13.30 und 21.30. Die Bewölkungsmenge ist wie üblich in Zehnteln der Himmelsbedeckung angegeben und bezieht sich auf alle Wolken, so daß im Vergleich mit der Sonnenscheindauer gewisse Tages- und Terminwerte hinsichtlich Bewölkungsmenge zu hoch erscheinen. Andererseits finden sich häufig Tage mit nur geringer Bewölkung und ebenfalls geringer Sonnenscheindauer. Es handelt sich dabei um

Tage mit Konvektionsbewölkung. Es zeigt dies, daß diese Mittelwerte gemeinsam mit andern Witterungselementen zusammen betrachtet werden müssen.

Die Zahlenwerte der Tabelle 15 lassen erkennen, daß im vergangenen Winter die Bewölkungsmengen am Mittag allgemein am größten waren, um 21.30 am kleinsten und erst ab Mai eine prinzipielle Aenderung eingetreten ist, indem die Vormittagswerte am kleinsten geworden sind. Ueber die mittlere tägliche Bewölkung orientiert Tabelle 16.

**Tabelle 15: Bewölkungsmenge: Terminmittel**

	07.30	13.30	21.30	$\frac{Mo + MI + Ab}{3}$
Oktober	5,4	6,2	5,3	5,6
November	6,8	6,7	5,5	6,3
Dezember	6,9	6,4	5,3	6,2
Januar	5,6	6,2	4,1	5,3
Februar	6,6	6,7	5,2	6,2
März	8,2	8,5	8,0	8,2
April	5,6	5,5	3,9	5,0
Mai	5,9	7,7	6,5	6,7
Juni	5,9	6,3	6,4	6,2
Juli	4,3	6,2	5,3	5,3

**Tabelle 16: Bewölkungsmenge: Tagesmittel. Beobachtungsort: Weißfluhjoch.**

Datum	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni
1.	4,7	8,6	10,0	8,3	1,7	5,7	3,3	6,0	4,0
2.	4,7	7,0	9,3	6,3	6,6	0,7	9,6	9,0	5,0
3.	9,3	5,7	9,3	6,3	9,3	9,0	6,6	9,0	3,0
4.	10,0	5,0	10,0	0,0	10,0	9,3	10,0	5,7	3,7
5.	10,0	8,3	10,0	0,0	10,0	10,0	6,3	10,0	10,0
6.	10,0	1,0	10,0	4,3	10,0	8,7	9,0	9,0	10,0
7.	10,0	0,3	7,0	7,6	6,0	10,0	8,7	3,0	9,0
8.	10,0	3,7	8,3	7,3	9,6	10,0	8,3	4,3	8,3
9.	9,3	9,6	10,0	10,0	3,3	1,0	6,6	6,6	9,6
10.	0,3	6,3	10,0	9,6	4,3	10,0	4,3	7,6	5,0
11.	0,0	2,3	4,0	9,6	2,0	10,0	1,7	7,6	1,3
12.	0,3	0,0	8,6	6,6	0,7	9,3	0,0	5,3	6,6
13.	0,6	0,0	9,3	9,3	6,0	9,3	0,3	7,6	10,0
14.	1,0	9,0	10,0	9,6	0,7	10,0	1,0	6,3	8,3
15.	6,0	6,6	3,6	4,7	3,0	9,0	2,0	8,7	9,3
16.	0,3	7,0	6,3	1,3	5,0	6,7	0,0	10,0	5,3
17.	1,7	7,3	3,3	2,3	1,3	6,7	2,7	8,0	0,7
18.	1,7	10,0	0,6	6,3	7,0	8,0	4,3	10,0	4,0
19.	4,7	7,6	0,3	8,6	10,0	10,0	6,0	6,3	9,3
20.	9,3	7,6	1,0	0,0	4,3	9,6	2,7	10,0	9,6
21.	8,3	6,6	0,0	3,3	7,6	6,3	6,3	10,0	8,7
22.	6,6	9,6	0,3	10,0	7,3	9,6	6,0	9,0	10,0
23.	7,7	4,3	0,6	4,7	6,3	9,0	6,6	4,7	10,0
24.	7,7	9,6	2,0	1,3	5,7	9,0	3,3	5,0	3,0
25.	0,0	9,3	6,6	4,3	9,6	9,6	2,7	8,0	0,3
26.	7,7	9,6	9,0	2,0	6,0	7,3	5,3	4,0	1,3
27.	4,3	3,3	3,6	5,7	9,0	6,3	9,6	6,0	1,0
28.	10,0	3,6	10,0	2,3	10,0	9,3	9,3	3,7	2,0
29.	10,0	8,6	10,0	1,0		10,0	4,7	1,3	7,7
30.	5,0	9,6	6,3	4,7		8,3	2,0	1,3	9,7
31.	3,7		2,7	6,0		7,6		3,0	
Monatsmittel	5,6	6,3	6,2	5,3	6,2	8,2	5,0	6,7	6,2

## 7. Niederschlag

Die Niederschlagsmessung ist nach wie vor das Sorgenkind alpiner Meteorologie. In den nachfolgenden Ausführungen soll an Hand der vorgenommenen Messungen auf die großen Schwierigkeiten und problematischen Werte hingewiesen werden.

Die Messung der flüssigen Niederschläge stößt im allgemeinen auf keine Schwierigkeiten. Die Meßergebnisse des festen Niederschlages im alpinen Gebiet können dagegen noch nicht zu brauchbaren Vergleichszwecken herangezogen werden. Eine gewisse Einschränkung muß in dieser Hin-

sicht insofern gemacht werden, als Messungen in verhältnismäßig windgeschützten Tälern zu guten Ergebnissen führen können, wie am Beispiel Davos-Kurpark und Davos-Kurverein gezeigt werden kann.

Die Niederschlagsmessung auf Weißfluhjoch erfolgt im Standardversuchsfeld. Für periodische Messungen dient ein Totalisator. Neuschneemengen und ihr Wasserwert werden täglich ermittelt. Ein Pluviograph registriert seinerseits die Niederschläge.

Die Aufstellung von Totalisator und Pluviograph auf der Unterkunftshütte des Versuchsfeldes ist nicht einwandfrei und muß geändert werden. Aber auch ohne diese nicht in allen Teilen befriedigende Aufstellung bleibt die Niederschlagsmessung im Winter problematisch, wie aus den Wasserwerten der Neuschneemessungen hervorgeht.

Die Niederschlagsmessung vom meteorologischen Gesichtspunkt aus verlangt, daß als Niederschlag nur das bezeichnet wird, was aus der Atmosphäre ausfällt. Aller vom Boden, bzw. der Schneedecke aufgewirbelte Schnee ist eine zusätzliche Menge, die andernorts als Verlust zu buchen ist. Nun wird aber in der Regel im Niederschlagssammler nur Zuwachs gemessen, womit gesamthaft zuviel Niederschlag gemessen wird.

Andererseits ist zu betonen, daß die Auffangfläche der Niederschlagssammler gewöhnlich nur wenige Meter über der Geländeoberfläche liegt und damit je nach Exposition in die Schneedriftzone eintaucht und entsprechend dem Durchfluß einen Ueberschuß an Niederschlag empfängt, der am Boden nicht abgelagert zu werden braucht. Außer diesen angedeuteten Schwierigkeiten bestehen noch solche instrumentaler Natur, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll.

Die im vergangenen Winter gesammelten Daten genügen bereits, um die großen Unterschiede zu zeigen, die im engbegrenzten Gebiet auftreten. Die Reduktion des einen oder andern Wertes auf einen als richtig erscheinenden Wert ist unmöglich.

Auf der Büschalp (1960 m ü. M.) befindet sich ebenfalls ein Totalisator, der alle Monate zweimal abgelesen wird. Für Davos stehen uns die Angaben der klimatischen Stationen zur Verfügung,

Tabelle 17: Niederschlagssummen von Weißfluhjoch, Büschalp, Davos und Arosa

Niederschlagsperiode	Versuchsfeld Weißfluhjoch			Büschalp	Davos		Arosa
	Totalisator	Pluviograph	WW <sup>1)</sup>	Totalisator	MZA-Stat.	Kurpark WW <sup>1)</sup>	MZA-Stat.
14. 10.—29. 10.				19	18		26
18. 10.— 8. 11.	33	31	60		32		40
29. 10.—15. 11.				19	16		16
8. 11.—18. 11.	5	3	6		3		3
15. 11.— 2. 12.				50	34		35
18. 11.— 2. 12.	41	34	66		33		34
2. 12.—16. 12.	28	14	79	33	36	36	37
16. 12.—31. 12.	17	1	10	00	2	3	5
31. 12.—15. 1.	52	92	79 <sup>2)</sup>	55	48	47	52
15. 1.— 1. 2.				(—15)	2	4	8
15. 1.— 6. 2.	15	2	34		9	12	29
1. 2.—15. 2.				44	12	14	32
6. 2.—15. 2.	9	5	8		5	6	11
15. 2.— 1. 3.	5	3	35	10	10	10	23
1. 3.—16. 3.	71	63	106	63	38		51
16. 3.— 1. 4.	88	27	90 <sup>2)</sup>	98	63		80
1. 4.— 1. 5.	21	25	63	64	20		37
1. 5.— 2. 6.	48	41		20	65		78
2. 6.—18. 6.	67	59		73	55		85
18. 6.— 1. 7.	92	76			108		94
18. 6.— 3. 7.				111	135		137
1. 7.—15. 7.	100	111			98		173
3. 7.—15. 7.				79	71		130
15. 7.— 2. 8.	39	73		56	63		92
2. 8.—19. 8.	86	94		89	93		119
19. 8.— 5. 9.	33			32	24		37

<sup>1)</sup> Wasserwert des täglichen Neuschnees. <sup>2)</sup> Summe + unbekannter, nicht meßbarer Wert.



und für die Monate Dezember bis Februar sind im Kurpark ebenfalls die Neuschneehöhen und deren Wasserwerte ermittelt worden.

Das Meßpaar vom Kurpark und Kurverein Davos zeigt gute Resultate. Die Messungen erstrecken sich auf die Zeit vom 20. November 1946 bis zum 10. März 1947. Die in Tabelle 17 und 18 aufgeführten Daten zeigen die gute Uebereinstimmung zwischen den beiden mit ganz verschiedenen Methoden unternommenen Messungen (vgl. Tab. 17). Der Kurpark zeigt in jedem Monat etwas größere Werte gegenüber der Meßstelle des Kurvereins im Platz. Im Dezember beträgt der Ueberschuß im Kurpark 3 mm, im Januar 1,7 mm und im Februar 3 mm. Aber auch die Schneehöhen des Versuchsfeldes im Kurpark und jene im Feld Bühl, 1,200 km nordöstlich Kurpark, stimmen gut überein, so daß diese Messungen als zuverlässig gelten müssen.

Im Gegensatz dazu wirken die Resultate von Büschalp und Versuchsfeld fast entmutigend. Besonders das Instrumentenpaar auf der Versuchsfeldhütte zeigt Unterschiede, die kaum für möglich gehalten werden. Sogar die sehr beträchtlichen Unterschiede zwischen Totalisator und Pluviograph bei Regen fallen auf, während die Resultate der beiden Totalisatoren von Büschalp und Versuchsfeld unter sich und gegenüber den Mengen von Davos geringe Unterschiede zeigen. Die Tabelle weist besonders auf die inhomogenen Unterschiede im Winter hin, wobei keine Messung als repräsentativ gelten kann.

Die Tabelle enthält auch die Wasserwerte der Neuschneemengen. Diese fallen weit außer den Rahmen der Niederschlagswerte der Auffanggefäße.

Die vorliegenden Messungen zeigen, daß die winterlichen Niederschlagswerte für eine Bilanz des Wasserhaushaltes noch nicht herangezogen werden dürfen. Die Niederschlagsmengen von Höhen- und Talstationen sind im Sommerhalbjahr nicht wesentlich verschieden, während im Winter in Höhenlagen größere Mengen aufgefangen werden. Dieser große Ueberschuß in der Höhe ist meteorologisch nicht begründet. Die zu großen Niederschlagsmengen sind auf Umlagerung zurückzuführen, die andern Orts einer Abtragung entsprechen, die meßtechnisch nicht erfaßt wird. Die Totalisatoren fangen nur Niederschlag auf, geben keinen ab. In den Niederschlagssammlern des Hochgebirges wird deshalb meistens zu viel Schnee aufgefangen, so daß daraus eine größere Niederschlagsmenge resultiert als effektiv existiert. Die Frage der Zunahme der Niederschläge mit der Höhe muß deshalb an Hand der Regenmengen vorgenommen werden, die gestatten, Rückschlüsse auf die winterlichen Verhältnisse zu ziehen.

## B. Schnee und Lawinen im Parsennggebiet

von H. in der Gand

### I. Schneedeckenentwicklung

#### 1. Allgemeines

Die systematischen Beobachtungen über die Schneedeckenentwicklung im Parsennggebiet bildeten im vergangenen Winter wiederum die Grundlage für das Studium der Schneesverhältnisse im gesamten Alpengebiet. Analog zu früheren Wintern wurden die Schicht-, Ramm- und Temperaturprofile jeweils anfangs und Mitte des Monats aufgenommen, und zwar in den Versuchsfeldern auf Weißfluhjoch (2540 m ü. M.), Büschalp (1960 m ü. M.) und in Davos (1550 m ü. M.). Durch die Registrierung verschiedener meteorologischer Elemente im Standardversuchsfeld auf Weißfluhjoch war es ferner möglich, die Schneedeckenentwicklung im Zusammenhang mit dem Wettergeschehen zu betrachten. Das Beobachtungsmaterial ist in den Figuren 1—4 graphisch verwertet. Um die Charakteristik der Schneedeckenentwicklung möglichst anschaulich festhalten zu können, sind die verschiedenen Schichten im Zeitprofil Weißfluhjoch nach Monaten (römische Ziffern) und Schneefällen

Tabelle 19: Fadenlegung auf den Versuchsfeldern Weißfluhjoch, Büschalp und Davos.

Farbe	Weißfluhjoch		Büschalp	Davos-Bühl
	Datum	Schichten*	Datum	Datum
grün	1. Nov.	X ab+c	1. Nov.	—
schwarz	15. Nov.	XI a	15. Nov.	—
rot	2. Dez.	XI b+c	2. Dez.	2. Dez.
blau	16. Dez.	XII a	16. Dez.	16. Dez.
grün	31. Dez.	XII b	31. Dez.	31. Dez.
schwarz	15. Jan.	XII c	15. Jan.	16. Jan.
rot	31. Jan.	I a+b	1. Febr.	31. Jan.
blau	14. Febr.	I c	15. Febr.	14. Febr.
grün	1. März	II a	1. März	1. März
schwarz	17. März	II b	17. März	18. März
rot	1. April	III a	1. April	1. April
blau	16. April	III b+c	16. April	—
grün	1. Mai	IV a+b	—	—
		IV c		

\* Schichten im Zeitprofil Weißfluhjoch.

(a, b, c usw.) ausgeschieden und die zur Abgrenzung der einzelnen Schneefälle verwendeten Fäden als Kreise bezeichnet. Die Ablegedaten der Fäden sind in Tabelle 19 zusammengestellt.

Gegenüber der Untersuchungsperiode 1945/46 sind folgende Abweichungen zu erwähnen: Zuzolge Störung der Schneehöhenmessung durch starken Schneetrieb mußte auf dem Standardversuchsfeld der Pegel in die Feldmitte verlegt werden. Aus demselben Grunde wurde auch an Stelle des bisher benützten Versuchsfeldes Davos-Isola ein windgeschützterer Platz bei Davos-Bühl ausgesucht. Ferner erfolgten die Fadenlegungen auf den Versuchsfeldern Büschalp und Davos zur besseren Abgrenzung der Schneefälle nach mehrjährigem Unterbruch wieder periodisch bei sämtlichen Profilaufnahmen.

#### 2. Entwicklung der Schneedecke

##### a) Allgemeines

Der Verlauf des Winters 1946/47\* war abgesehen vom mehr oder weniger normalen Zeitpunkt des Einschneiens gekennzeichnet durch relativ kurze Dauer, geringe Schneehöhe und rapiden Abbau. Trotz ausgesprochener Schneearmut wurden häufige kleine Schneefälle registriert, die bei verhältnismäßig tiefen Lufttemperaturen bis weit in den Hochwinter hinein eine Verfestigung der Schneedecke verunmöglichten. Daraus erklärt sich die lawinenreiche Hochwinterperiode.

\* Zeitprofile 1936/37 bis 1945/46 vergleiche E. Bucher, Beitrag zu den theoretischen Grundlagen des Lawinenverbaus. Beitr. z. Geologie der Schweiz, Serie Hydr.; Lieferung 6, Davos 1948 (Kümmerly & Frey, Bern).

Zur Besprechung der Schneedeckenentwicklung im Zusammenhange mit dem Wettergeschehen werden folgende drei Perioden unterschieden: Der **Frühwinter**, die Zeit der Fundamentbildung umfassend; der **Hochwinter**, charakterisiert durch bedeutendere Schneefälle und Lawinen-niedergänge, und der **Spätwinter**, gekennzeichnet durch den Abbau der Schneedecke.

Ueber die Dauer dieser Perioden auf den verschiedenen Versuchsfeldern gibt Tabelle 20 Aufschluß.

**Tabelle 20: Dauer von Früh-, Hoch- und Spätwinter.**

	Weißfluhjoch Standardversuchsfeld		Büschalp		Davos-Bühl	
	Dauer	Tage	Dauer	Tage	Dauer	Tage
Frühwinter . .	4. 10.— 9. 12.	67	29. 10.— 9. 12.	42	18. 11.— 9. 12.	22
Hochwinter . .	10. 12.—10. 4.	122	10. 12.—10. 4.	122	10. 12.—12. 3.	93
Spätwinter . .	11. 4.—31. 5.	51	11. 4.—30. 4.	20	13. 3.—17. 4.	36
Winter 1946/47		240		184		151

b) Frühwinter

**Charakteristik: Vom Einschneien der Versuchsfelder bis Ende der ersten Dezemberdekade dauernd, Lufttemperatur normal, schnee- und lawinenarm, schubweise, langsame Fundamentbildung durch häufige kleine Schneefälle (total 159 cm Neuschnee auf Weißfluhjoch), Schwimmschneebildung in bodennahen Schichten.**

Am 4. O k t o b e r 1946 wurde das über der 1900 m-Grenze gelegene Parsennggebiet erstmals nach einer langen Schönwetterperiode von einer dünnen Schneeschicht bedeckt, die bis Ende der ersten Oktoberdekade im S t a n d a r d v e r s u c h s f e l d a u f W e i ß f l u h j o c h eine Höhe von 10 cm erreichte. Damit hatte der Frühwinter seinen Anfang genommen.

Wohl vermochte die warme und schöne Witterung der zweiten Dekade an Süd- und Westhängen diese junge Schneedecke bis weit über 2000 m ü. M. nochmals wegzuschmelzen; in Mulden, an Schattenhängen, sowie im Standardversuchsfeld blieb jedoch eine stark reduzierte Schicht erhalten. Erst in der letzten Oktoberdekade brachten Störungsperioden weitere Niederschläge und damit ein langsames Ansteigen der Schneehöhe (Weißfluhjoch 30 cm). Zu dieser Zeit (29. Oktober) wurde nun auch das Versuchsfeld B ü s c h a l p über ungefrorenem Boden eingeschneit.

Im ersten Schneeprofil vom 1. November wies die noch völlig lockere Schneedecke des Standardversuchsfeldes nur zwei verschiedenartige Schichten auf, den bodennahen, feinkörnigen und darüber jungen, filzigen Oktoberschnee. Auf Büschalp dagegen bestand das Profil zufolge zeitweiser Regenfälle aus einer ca. 5 cm dicken, völlig nassen, feinkörnigen Schicht.

Der normale, jedoch durch wechselnde Witterung charakterisierte N o v e m b e r brachte mit weiteren kleinen Neuschneefällen eine Fortsetzung der langsamen, schubweisen Fundamentbildung. Auch Mitte des Monats noch zeigte der Pegel des Standardversuchsfeldes nicht mehr als 32 cm Schneehöhe an. Es war daher nicht erstaunlich, daß die bodennahe Oktoberschicht dieser allen Witterungseinflüssen ausgesetzten Schneedecke bereits am 16. November aus einem Gemisch von grobkörnigem und becherigem Schnee bestand. Auch auf Büschalp war die beginnende Schwimmschneebildung im gleichen Zeitpunkt schon erkennbar.

Nachdem die zweite Hälfte November mit einer Föhnlage begonnen hatte, verursachte eine Störung Ende der zweiten Dekade neue Niederschläge. Im Standardversuchsfeld brachte dieser Schneefall mit ca. 25 cm den größten Zuwachs des Monats, und D a v o s erhielt damit nach mehrmaligem Einschneien und Ausapern den ersten bleibenden Schnee des Winters. Im letzten Monatsdrittel fielen bei milder Witterung nur noch unbedeutende Niederschläge.

Trotzdem die Mächtigkeit der Schneedecke auf dem Standardversuchsfeld seit Mitte November um ca. 45 cm zugenommen hatte (Profilhöhe 75 cm), war noch keine Verfestigung festzustellen. Der Anteil lockeren, relativ unplastischen Schwimmschnees hatte sich in der Oktoberschicht im Gegenteil seither noch vergrößert. Hart abgesetzt lag darüber teils feinkörniger, teils filziger Schnee

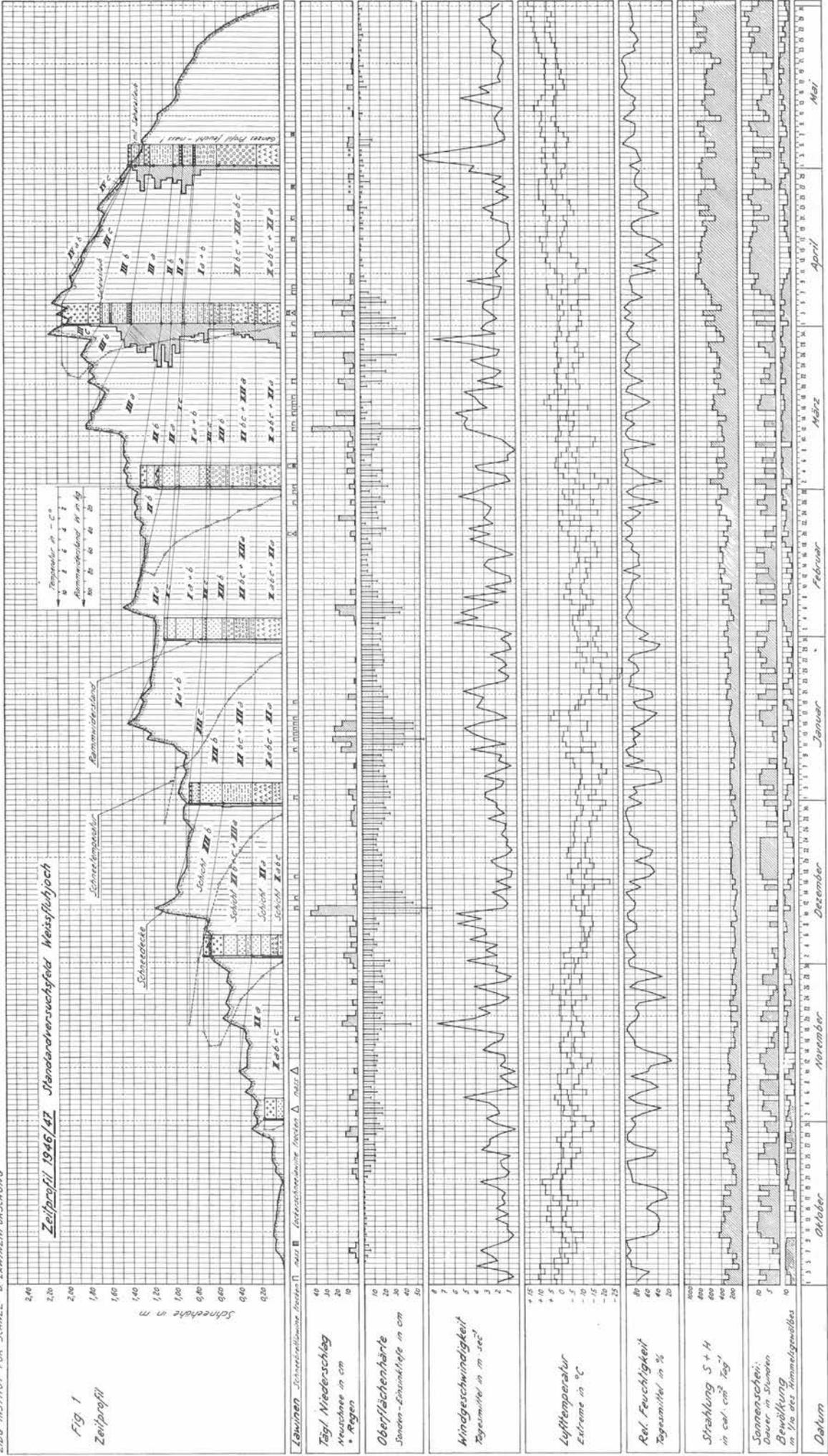


Fig. 1: Zeitprofil 1946/47

der Novemberablagerungen. In gleichem Sinne wie auf Weißfluhjoch war die Entwicklung auch auf Büschalp und Davos-Bühl fortgeschritten, mit dem einzigen Unterschied, daß hier die unterste Schicht aus grobkörnig-mittelhartem Harsch bestand, worüber erst das Gemisch grobkörnig-becheriger Struktur folgte. Diese zunehmende Schwimmschneebildung konnte, wie schon in früheren Wintern, wiederum im Zusammenhang mit den nach klaren, kalten Nächten sehr hohen Differenzen zwischen Luft- und Schneeoberflächentemperaturen beobachtet werden.

Nachdem auch anfangs Dezember bei wechselnder Wetterlage nur kleinere Schneefälle zu verzeichnen waren, brachte eine Störungslinie am 10./11. Dezember die ersten bedeutenden Niederschläge des Winters, womit im Parsennggebiet die Hochwinterperiode eingeleitet wurde. Der Frühwinter hatte somit zu einem völlig lockeren, teils bereits kohäsionslosen Fundament geführt, das für den bevorstehenden Schneedeckenaufbau geringe Festigkeit und Tragfähigkeit und damit bedeutende Lawinengefahr erwarten ließ.

### c) Hochwinter

**Charakteristik:** Im Parsennggebiet anfangs der zweiten Dezemberdekade einsetzend, über 1800 m ü. M. bis und mit erster Dekade April, unter 1800 m ü. M. bis ca. 12. März dauernd. Bei vorwiegend kalter Witterung schubweiser Schneedeckenaufbau durch einzelne größere und häufige kleinere Schneefälle (totale Neuschneemenge auf Weißfluhjoch 524 cm). Im ganzen mäßig schneearm mit intensiver Schwimmschneebildung im Fundament und völlig fehlender Verfestigung der Schneedecke bis anfangs März; relativ lawinenreich.

Im Norden vorbeiziehende Zyklonen brachten durch stärkeres südliches Ausgreifen am 10./11. Dezember mit 81 cm Neuschnee den größten Niederschlag des ganzen Winters. Der lokal stark verwehte Schnee haftete auf dem teils grobkörnigen, teils aus Schwimmschnee bestehenden Fundament sehr schlecht und glitt daher an zahlreichen Hängen in Form von Schneebrettlawinen ab (vgl. Abschnitt II). Bis Mitte Monat fielen darauf bei veränderlichem Wetter nur noch geringe Niederschläge.

Trotz dieser bedeutenden Ueberlagerung des Fundamentes mit Neuschnee zeigte sich im Profil vom 16. Dezember noch immer keine Verfestigung der Schneedecke. Die Setzung hatte nur die obersten Dezemberschichten erfaßt, während das ganze übrige Profil, vermutlich zufolge des geringen Neuschneegewichtes ( $\gamma_s = 60 - 80 \text{ kg/m}^3$ ) und der vorwiegend tiefen Luft- und Schneetemperaturen, locker blieb. Im Fundament zeigte sich sogar überall eine Intensivierung der Schwimmschneebildung. Im Standardversuchsfeld und auf Büschalp waren Becherkristalle schon bis in die erste Novemberablagerung XI a festzustellen, während im später eingeschneiten Versuchsfeld Davos-Bühl die Bodenschicht des Novembers (XI bc) fast völlig aus kohäsionslosem Schwimmschnee bestand.

Nach diesem ersten Aufbaus Schub brachte eine Bisenlage bis zum 24. Dezember schönes und kaltes Wetter. In den klaren Nächten bildete sich dabei eine starke Oberflächenreife Schicht. Der Temperaturgradient der Schneedecke nahm stark zu, und zwischen Schneeoberflächen- und Lufttemperatur konnten am Morgen wiederum bedeutende, bis  $15^\circ \text{C}$  betragende Differenzen gemessen werden. Im übrigen hatte sich die Schneedecke während dieser Schönwetterperiode noch mehr gesetzt; seit dem 11. Dezember war der Pegelstand im Standardversuchsfeld um 35 cm und in Davos um 20 cm gesunken. Trotzdem während den letzten Dezembertagen bei veränderlichem Wetter nur geringe Niederschläge fielen, genügte die Ueberlagerung, um verschiedene Schneebretter teils auf schwimmschneehaltiger Unterlage, teils auf der Reife Schicht, zum Abgleiten zu bringen (vgl. Abschnitt II).

Die Profilaufnahmen vom 31. Dezember bestätigten unsere Vermutung, daß die Schwimmschneebildung unter dem Einfluß der hohen Temperaturunterschiede während der Schönwetterperiode noch weiter fortgeschritten war. Im Standardversuchsfeld bestand nun die gesamte Novemberschicht XI a aus einem Gemisch von ca. 70 % becherförmigem und ca. 30 % grobkörnigem Schnee. Scharf getrennt lagen darüber die feinkörnigen November- und Dezemberablagerungen XI bc und XII ab. Als nächster, gut erkennbarer Horizont folgte der während der Schönwetterperiode gebildete Oberflächenreif, von feinkörnigem und filzigem Schnee der letzten Niederschläge (XII c)

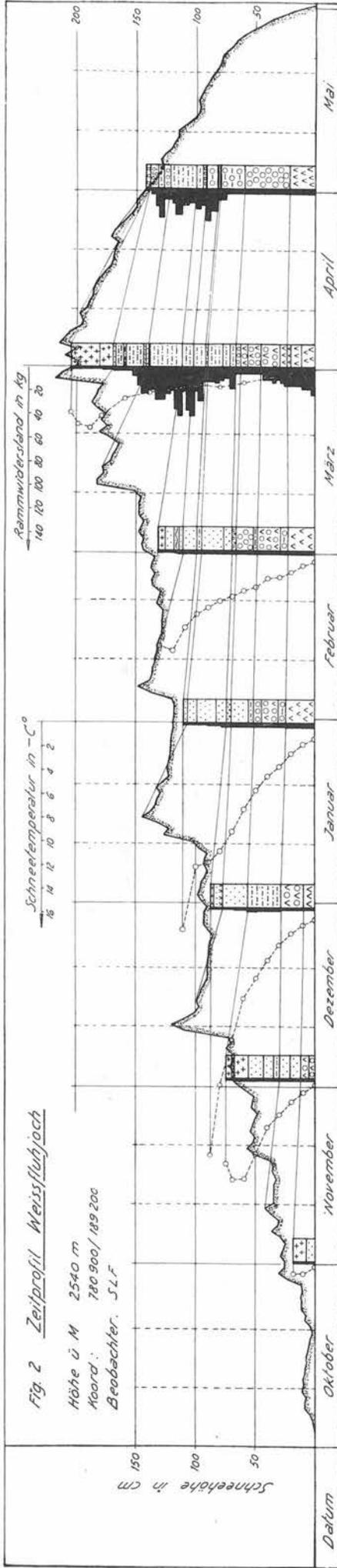


Fig. 2: Zeitprofil Weissfluhjoch

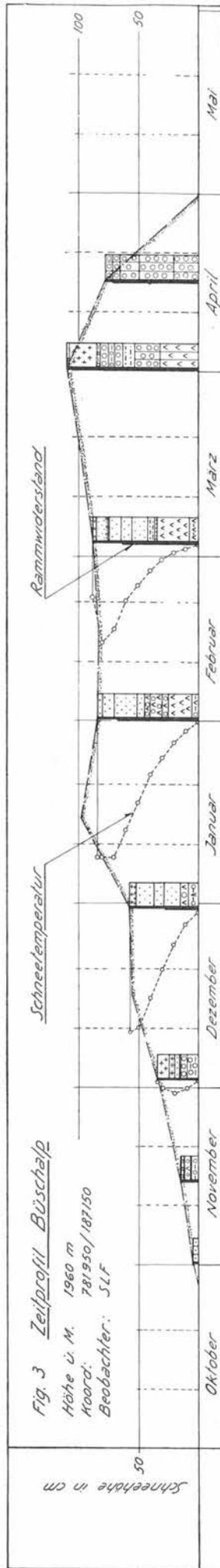


Fig. 3: Zeitprofil Büschalp

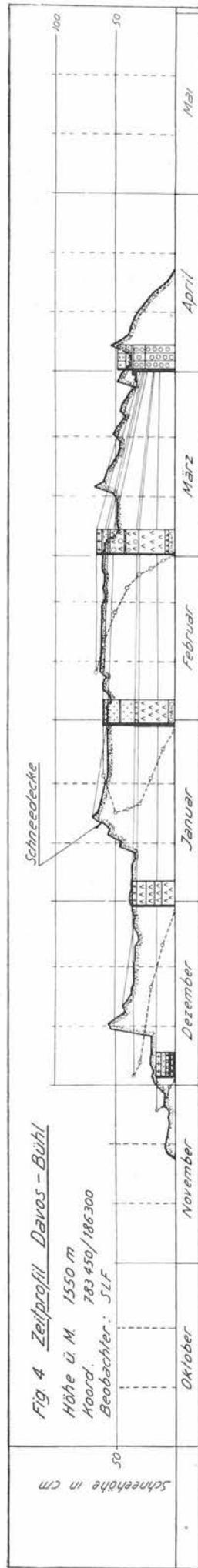


Fig. 4: Zeitprofil Davos-Bühl

überdeckt. Etwas weniger ausgeprägt als auf Weißfluhjoch war die Neubildung von Becherkristallen im Versuchsfeld Büschalp fortgeschritten. Hier bestanden die untersten Schichten X c und XI a immer noch aus einem Schneegemisch grobkörniger und becherförmiger Struktur. Offenbar wurde die völlige Umwandlung zu Schwimmschnee durch die bereits erwähnte Harschbildung in den bodennahen Schichten verzögert. Ein Wärmeaustausch zwischen Boden und Luft mußte jedoch während der kalten Schönwetterperiode auch hier stattgefunden haben; denn die Bodenoberfläche war nun erstmals gefroren. Die weitaus größte Veränderung erfuhr in dieser Zeit die ca. 35 cm hohe Schneedecke des Versuchsfeldes Davos-Bühl. Hier vollzog sich die Neubildung von Becherkristallen bis auf eine oberflächliche Neuschneedecke von ca. 4 cm Dicke im ganzen Profil. In den untersten Schichten waren schon zu diesem Zeitpunkt auffallend große Becher zu finden. Gleichzeitig mit dieser Entwicklung konnte eine völlige Auflockerung der gesamten Schneedecke festgestellt werden.

Nach einer vom 4.—6. Januar dauernden neuen Bisenlage mit schönem und sehr kaltem Wetter (Minimum  $-24^{\circ}\text{C}$ ) brachte aus Westen vorstoßende Warmluft Ende der ersten Dekade, sowie eine nachfolgende Kaltfront zu Beginn des zweiten Januardrittels, neue, bedeutendere Niederschläge. Auf Weißfluhjoch betrug die täglich gemessene Neuschneemenge 81 cm. Mit diesem zweiten markanten Schneefall des Hochwinters setzte wiederum eine Lawinenperiode ein. An zahlreichen Hängen glitt entweder nur der neu gefallene, teils stark verwehte Schnee, oder aber die gesamte Schneedecke bis auf das kohäsionslose Fundament ab.

Trotz der durch den Warmlufteinbruch verursachten Abnahme des Temperaturgradienten und trotz bedeutenden Neuschneezuwachses war bis zur Profilaufnahme am 15./16. Januar wiederum keine Verfestigung der Schneedecke eingetreten. Die Auflockerung der unteren Schichten hatte im Gegenteil weiter angehalten. Im Standardversuchsfeld war nun die Schwimmschneebildung bis und mit Schicht XI a abgeschlossen, und in den darüber liegenden Novemberablagerungen hatte der Korndurchmesser stark zugenommen ( $> 2\text{ mm}$ ). Merkwürdigerweise war die in der zweiten Dezemberdekade gebildete Reifschicht trotz der Belastung durch den Neuschnee noch gut erhalten. Auf Büschalp hatte die Schneedecke seit der letzten Aufnahme eine noch stärkere Veränderung erfahren als im Standardversuchsfeld. Nebst anhaltender Schwimmschneentwicklung in den bodennahen Horizonten X c und XI a hatte hier die Bildung von Becherkristallen nun auch in den übrigen November- sowie in der ersten Dezemberablagerung (XI bc und XII a) eingesetzt. Die auf Weißfluhjoch noch feinkörnige Schicht XII b wies auf Büschalp bereits Korndurchmesser auf, die größer als 2 mm waren. Dagegen blieb auch hier der Reifhorizont unverändert. Eine meßbare Verfestigung der Schneedecke trat auch in Davos nicht ein, der mittlere Rammwiderstand blieb unverändert auf 1 kg.

Vom 15.—17. Januar verursachte ein über der Schweiz liegendes Hochdruckgebiet bei steigender Lufttemperatur wiederum heiteres Wetter. Die Verlagerung dieses Hochs nach Schottland/Skandinavien bewirkte aber, daß Kaltluftmassen zu uns gesteuert wurden, wodurch die Temperatur stark absank. Am 25. Januar konnte im Standardversuchsfeld das absolute Minimum des Winters mit  $-29,5^{\circ}\text{C}$  gemessen werden. Auch während dieser Kälteperiode wurden nach klaren, kalten Nächten Schneeoberflächentemperaturen festgestellt, die bis  $16^{\circ}\text{C}$  unter den Lufttemperaturen lagen. Die Niederschläge blieben während der ganzen letzten Monatshälfte gering (Weißfluhjoch total 11 cm Neuschnee).

Seit Mitte Januar hatte sich die Schneedecke im Standardversuchsfeld um 25 cm und auf Büschalp sowie in Davos um 15 cm gesetzt. Erstmals war damit auch eine geringe Zunahme der Rammwiderstände zu beobachten. Trotzdem hatte sich jedoch der Schwimmschneeanteil in allen Versuchsfeldern wiederum vergrößert.

Der etwas wärmeren Witterung von anfangs Februar folgte kurz darauf der dritte größere Schneefall des Hochwinters (Weißfluhjoch ca. 40 cm Neuschnee). Der Pegel des Standardversuchsfeldes zeigte nach diesen Schneefällen am 6. Februar eine Schneehöhe von 149 cm, derjenige von Davos-Bühl 60 cm an. Während der heiteren und etwas kälteren zweiten Dekade setzte sich dieser

Neuschnee, so daß der Zuwachs gegenüber der Schneedeckenhöhe von anfangs Februar nur 10 cm betrug.

Verglichen mit der Profilaufnahme vom 1. Februar war in allen Versuchsfeldern wiederum eine Abnahme der mittleren Rammwiderstände eingetreten, dies zufolge immer noch anhaltender Auflockerung der Schneedecke. Wenngleich auf die Neuschneefälle keine Lawinnenniedergänge im Parsennggebiet erfolgten, war doch eine latente Anbruchgefahr vorhanden; dies bewies das Lawinenunglück vom 9. Februar auf der N-Seite des Kreuzes (vgl. Seite 68).

Nach der trockenen zweiten Dekade folgte im letzten Monatsdrittel ein Warmlufteinbruch aus SW, der bei starker Temperaturerhöhung einige Niederschläge brachte (Weißfluhjoch ca. 21 cm Neuschnee). Bis anfangs März hatte der Schwimmschneeanteil, vermutlich zufolge der tiefen Schneetemperaturen während der Schönwetterperiode, wiederum zugenommen. Die Gefahr von Schneebrettanbrüchen war daher immer noch vorhanden. Dies wurde Ende des Monats bestätigt, als abseits der Piste fahrende Skitouristen verschiedene Schneebretter auslösten.

Im Profil des Standardversuchsfeldes hatte die Schwimmschneebildung bereits die Schichten XI bc und XII a erfaßt, währenddem die zweite Dezemberablagerung XII b nun grobkörnige Struktur aufwies. Darüber lag als immer noch sauber getrennter Horizont der Dezemberreif, dessen plättchenförmige Kristalle nun zu konisch zugespitzten Nadeln umgeformt worden waren. Der Rest des Profils bestand bis auf eine dünne, filzige Oberflächenschicht aus feinkörnigem Schnee.

Gleicherweise wie im Standardversuchsfeld hatte der Schwimmschneeanteil auch in der Schneedecke von Büschalp zugenommen. Die intensivste Auflockerung konnte jedoch, wie schon einmal Ende Dezember, in der Schneedecke des Davoser Versuchsfeldes beobachtet werden. In diesem Profil waren Becherkristalle bis in die neueste Ablagerung II b festzustellen.

Bis anfangs März hatte die kalte und niederschlagsarme Witterung der Monate Dezember, Januar und Februar eine nur wenig gesetzte, sehr lockere, im Fundament völlig kohäsionslose Schneedecke ergeben. Diese Verhältnisse änderten nun im Verlaufe des März grundsätzlich, indem eine meist nordöstlich der Azoren über dem Atlantik befindliche Zentraldepression Westeuropa mit Warmluft versorgte, und die aus SW aufziehenden Randstörungen bedeutende Niederschläge brachten. Nach dem relativ niederschlagsarmen ersten Monatsdrittel (Weißfluhjoch total 37 cm Neuschnee) fielen bei steigender Lufttemperatur am 11./12. März 45 cm und 15. März 20 cm Neuschnee, worauf am 17. März mit  $+7^{\circ}$  C die bisher höchste Lufttemperatur des Winters gemessen wurde.

Infolge dieser Neuschneeüberlagerung stiegen die Rammwiderstände der feinkörnigen Januar- und Februarschichten schon bis zum 17. März auf 10—20 kg an. Dagegen konnte im Fundament, verglichen mit der Aufnahme vom 1. März, wiederum eine zunehmende Auflockerung beobachtet werden. Unter 2000 m ü. M. verursachten die am 5. und 6. März als Regen gefallenen Niederschläge einen völligen Zusammenbruch der lockeren Schneedecke. An Steilhängen führte dies zu zahlreichen Naßschneerutschen.

Im Schneeprofil des Versuchsfeldes Büschalp kamen die Auswirkungen der Regenfälle und des plötzlichen Temperaturanstieges einerseits in der geringen Zunahme des mittleren Rammwiderstandes von 1,7 kg auf 3,3 kg und andererseits im rapiden Absinken des Temperaturgradienten zum Ausdruck. Trotzdem hatte sich aber der Schwimmschneeanteil in den unteren Schichten der Schneedecke auch hier nochmals vergrößert. In Davos-Bühl wurde nach den Niederschlägen vom 12. März das Schneehöhenmaximum des Winters erreicht (68 cm). Da nach diesem Zeitpunkt bereits der Schneedeckenabbau einsetzte, nahm die Hochwinterperiode hier ein frühzeitiges Ende.

Auch im letzten Monatsdrittel hielt die relativ warme und niederschlagsreiche Witterung an. Nachdem vom 20.—26. März nochmals 54 cm Neuschnee gefallen waren, verursachte ein Randtief am 28./29. März heftige Föhnstürme, die von starker Lufttrübung durch rötlichen Staub begleitet waren.<sup>3</sup> Darauf folgte am 29./30. März erneut ein größerer Schneefall (Weißfluhjoch 38 cm Neu-

<sup>3</sup> Vgl. Fußnote Seite 8.

schnee). Nach diesem Zuwachs wurde im Standardversuchsfeld mit 218 cm und auf Büschalp mit 110 cm das Maximum der Schneedeckenhöhe des Winters erreicht.

Unter dem Einfluß hoher Temperaturen und erneuter Belastung der Schneedecke durch Neuschnee hatte die Ende der ersten Dekade eingeleitete Setzung fortgedauert. Auch der vollständig aus Schwimmschnee bestehende untere Teil des Profils wurde dadurch verdichtet und wies im Rammprofil Widerstände von 5—20 kg auf. In den darüber gelegenen feinkörnigen Schichten hatte die Verfestigung noch mehr zugenommen, die Rammwiderstände erreichten hier bis 40 kg. Als markanter, gelb verfärbter Horizont trat in diesem Profil ferner der am 28./29. März gefallene Staub hervor.

Auch in der ersten Aprildekade fielen nochmals einige Niederschläge (Weißfluhjoch total 69 cm Neuschnee); zufolge starker Setzung der Schneedecke wurde aber das festgestellte Schneehöhenmaximum nicht mehr überschritten. Der Wasserwert der Schneedecke hatte dagegen nochmals zugenommen und erreichte erst Mitte April das Maximum von 628 mm.

Während und nach diesen letzten bedeutenderen Neuschneefällen des Winters erfolgten wiederum zahlreiche Anbrüche von Schneebrett- und Lockerschneelawinen.

Mit der zweiten Märzdekade brach dann eine lange Periode sehr warmer Witterung an, die den Abbau der Schneedecke einleitete.

#### d) Spätwinter

**Charakteristik: Unter 1800 m ü. M. bei relativ warmer Witterung Mitte März beginnend. Schneedeckenabbau durch verschiedene Neuschneefälle bis anfangs April oft unterbrochen, von da an jedoch kontinuierlicher Abbau bis zum Ausapern Mitte April. Ueber 1800 m ü. M. mit zweiter Dekade April einsetzend. Rapider, durch Neuschneefälle selten und nur unbedeutend gestörter Abbau bis zum Ausapern (Büschalp: 30. April; Weißfluhjoch-Standardversuchsfeld: 31. Mai).**

Nach dem Neuschneefall vom 12. März setzte in Höhenlagen unter 1800 m ü. M. bereits der Schneedeckenabbau ein. Die warme Witterung verursachte eine rasche Zunahme der Schneetemperaturen gegen die Nullgradgrenze, demzufolge die Schneedecke in Davos schon am 18. März fast völlig aus Naßschnee bestand. Bis zum 5. April wurde der Schneedeckenabbau öfters durch weitere Schneefälle verzögert, die über 1800 m ü. M. immer noch zur Hochwinterperiode zählten. Bis anfangs April hatte sich die gesamte Schneedecke bereits zu grobkörnigem, nassem und kohäsionslosem Material aufgelöst. Der Staubfall vom 28./29. März war darin noch deutlich als gelb verfärbter Horizont zu erkennen. Vom 5. April an setzte dann bei vorwiegend heiterem und sehr warmem Wetter eine kontinuierliche Abbauperiode ein, während welcher die mittlere Schneehöhenabnahme im Davoser Versuchsfeld bis zum Ausapern am 17. April pro Tag ca. 4 cm betrug.

Mit der heiteren und sehr warmen zweiten Aprildekade begann nun auch über 1800 m ü. M. der Spätwinter. Schon bis zum 16. April war die Schneedecke des Standardversuchsfeldes bei Schneetemperaturen um 0° C durchgehend feucht geworden, und der mittlere Korndurchmesser hatte stark zugenommen. Demzufolge konnte auch eine Abnahme des mittleren Rammwiderstandes von 13 kg auf 8 kg festgestellt werden. Auf Büschalp bewirkten die höheren Temperaturen eine noch intensivere Auflösung der Schneedecke. Das 77 cm mächtige Profil bestand hier nur noch aus grobkörnig-nassen Schichten.

Im letzten Monatsdrittel fielen bei weiterem Temperaturanstieg und veränderlichem Wetter wiederum einige Niederschläge in Form von Regen und Schnee; sie beeinflussten jedoch den stetigen Schneedeckenabbau nur wenig. Am 30. April aperte das Versuchsfeld Büschalp aus, während auf dem Standardfeld immer noch 140 cm Schnee lagen. Das Schneeprofil zeigte jedoch auch in dieser Höhenlage seit der letzten Aufnahme eine bedeutende Zunahme von Feuchtigkeit und Korndurchmesser. Die mit Staub durchsetzte Ablagerung III b lag nur noch unter einer dünnen Schicht der letzten Schneefälle, während die übrigen Aprilniederschläge bereits wieder abgebaut worden waren.

Bei veränderlichem Wetter brachte auch der Mai einige Schnee- und Regenfälle, die jedoch keine Verzögerung des Schneedeckenabbaues verursachten. Mitte des Monats betrug der Pegelstand im Standardversuchsfeld noch 96 cm. Im Schichtprofil war nun der Schnee vollständig naß und bis in die Dezemberablagerungen grobkörnig geworden. Während des letzten Monatsdrittels stieg dann die Lufttemperatur bei heiterem bis mäßig bewölktem Wetter noch mehr an, worauf das Standardversuchsfeld am 31. Mai ausaperte.

Seit Aufnahme der Beobachtungen im Winter 1936/37 stellt dieser Ausapertungsstermin ein noch nie registriertes Minimum dar. Vom 5. März bis 25. Mai nahm die Schneehöhe pro Tag im Mittel ca. 6 cm ab, und vom 26. Mai bis zum Ausapern stieg die mittlere tägliche Reduktion sogar auf 10 cm. Dieser rapide Abbauprozess dürfte einerseits auf die sehr warme Witterung, andererseits aber auch auf das lockere Gefüge der Schneedecke zurückzuführen sein. Inwiefern der anfangs Mai an die Schneeoberfläche tretende Staub eine Beschleunigung bewirkte, ist nicht eindeutig nachweisbar.<sup>4</sup> Im Berninagebiet konnte jedoch an Hängen und in der Ebene beobachtet werden, daß die zonenweise oberflächlich braun verfärbte Schneedecke früher abgebaut war als der staubfreie Schnee.

### 3. Dauer der Schneebedeckung

Auf den drei Versuchsfeldern wurde folgende Dauer einer zusammenhängenden Schneebedeckung festgestellt:

**Tabelle 21: Dauer der Schneebedeckung.**

Versuchsfeld	Dauer	Tage	Monate
Weißfluhjoch	4. Oktober—31. Mai (16. Oktober— 7. Juli)*	240 (265)*	8 (8. 7)*
Büschalp	29. Oktober—30. April	184	6
Davos-Bühl	18. November—17. April (13. November— 3. Mai)**	151 (172)**	5 (5. 7)**

\* Mittelwerte Standardversuchsfeld Weißfluhjoch 1936/37 bis 1945/46.

\*\* Mittelwerte Observatorium Davos (Dr. Mörkofer).

Von den seit 1936 auf Weißfluhjoch registrierten zehn Wintern war der vergangene der drittkürzeste. Wie aus einem Vergleich mit den erstmals zusammengestellten, 10jährigen Mittelwerten hervorgeht, ist diese Tatsache dem rapiden Abbau und dem frühzeitigen Ausapern zuzuschreiben. Dagegen fiel der erste bleibende Schnee verglichen mit dem Mittelwert um 12 Tage zu früh. Berücksichtigt man jedoch den Abbau dieser ersten Schneedecke auf ca. 1 cm Mächtigkeit bis zum 20. Oktober, so darf der Zeitpunkt des Einschneiens gegenüber dem Mittel als annähernd normal bezeichnet werden.

Aehnlich wie auf dem Standardversuchsfeld Weißfluhjoch war die Dauer der Schneebedeckung in Davos-Bühl. Auch hier fiel der erste bleibende Schnee zum normalen Zeitpunkt, während das Ausapern sehr frühzeitig erfolgte. Verglichen mit Weißfluhjoch war jedoch die Differenz zum Mittelwert in Davos, infolge weniger rapiden Abbaues, um drei Wochen geringer.

### 4. Schneehöhen

#### a) Weißfluhjoch

Erstmals seit der Durchführung von Beobachtungen im Standardversuchsfeld im Winter 1936/37 können nun auch die Schneehöhen eines Winters mit zehnjährigen Mittelwerten (1936/37 bis 1945/46) verglichen werden. In Fig. 5 wurden zu diesem Zwecke die Mittelwertkurve sowie die maximalen und minimalen Schneehöhen der Periode 1936/37—1945/46 den Schneehöhen des Winters 1946/47 gegenübergestellt.

<sup>4</sup> Vgl. Fußnote Seite 8.



Dieser Vergleich zeigt die relative Schneearmut des vergangenen Winters sehr deutlich. Die Mittelwertkurve wurde nur in der 2. Dekade des Dezember und Januar je einmal überschritten, während das zeitlich normal auftretende Schneehöhenmaximum (30. März 1947) von 218 cm noch 47 cm unter dem zehnjährigen Mittel der Schneehöhenmaxima lag. Im übrigen verläuft die Kurve des Winters 1946/47 bis in den April stets zwischen den Minimal- und Mittelwerten. Ende April wird dann auch die Minimalkurve geschnitten und damit ein neuer Extremwert erreicht.

Vergleichen wir statt der täglichen Pegelablesungen die durchschnittlichen monatlichen Schneehöhen des Winters 1946/47 mit den entsprechenden zehnjährigen Mittelwerten (Fig. 6), so tritt das Defizit noch ausgeprägter hervor. Die zehnjährigen Mittel wurden im vergangenen Winter in keinem Monat erreicht. Während des Schneedeckenaufbaues betrug das Defizit in den Monaten Februar und März 53 cm bzw. 43 cm und stieg dann während der Abbauperiode im Mai sogar auf 117 cm.

#### b) Büschalp

Im Versuchsfeld Büschalp konnten die beabsichtigten täglichen Schneehöhenmessungen noch nicht vorgenommen werden. Die anlässlich der Profilaufnahmen periodisch abgelesenen Pegelstände deuten aber auch hier darauf hin, daß sowohl die einzelnen Schneehöhen, als auch das Ende März erreichte Maximum von 110 cm unter dem Durchschnitt früherer Winter lagen.

#### c) Davos

Stellen wir die Davoser Schneehöhenkurve derjenigen vom Standardversuchsfeld gegenüber (vgl. Figuren 2 und 4), so zeigt sich bis anfangs März ein ähnlicher Verlauf. Von da an aber machte sich in Davos bereits der Schneedeckenabbau bemerkbar. Zu Beginn der zweiten Märzdekade erfuhr die Schneedecke durch ergiebige Schneefälle nochmals eine Erhöhung und erreichte in Davos am 12. März, d. h. 18 Tage früher als im Standardversuchsfeld, mit 68 cm das Maximum. Infolge des vorangegangenen Abbaues war jedoch dieses Maximum nur 3 cm höher als der am 15. Januar festgestellte Höchstwert. In Davos konnte somit eine zweimalige Kulmination der Schneehöhenkurve beobachtet werden. Bis anfangs April folgte darauf eine durch verschiedene Neuschneefälle gestörte Abbauperiode, wonach die noch 55 cm hohe Schneedecke bis zum Ausapern am 17. April mehr oder weniger gleichmäßig und weniger rapid als später im Standardversuchsfeld abnahm.

### 5. Neuschnee

Im vergangenen Winter war das zahlreiche Auftreten kleiner Neuschneefälle besonders charakteristisch. Während total 120 Tagen mit Schneefall (= 50 % der Schneebedeckungsdauer) wurden im Standardversuchsfeld auf Weißfluhjoch folgende Tagesschneefälle gemessen (vgl. Tabelle 22).

Ein Vergleich der totalen und monatlichen Neuschneemengen mit den entsprechenden zehnjährigen Mittelwerten der Winter 1936/37—1945/46 ist zufolge Unvollständigkeit des Beobachtungsmaterials leider nicht möglich. Um trotzdem über die relativen Werte dieses Winters Aufschluß zu erhalten, wurde versucht, aus den bisherigen Beobachtungen je einen schneearmen, schneereichen und bezüglich Schneemenge durchschnittlichen Winter auszuscheiden und aus den betreffenden Messungen die Mittel zu bestimmen (Fig. 7). Für die totale Neuschneemenge des Winters 1946/47 (714 cm) resultiert dabei verglichen mit diesem Mittelwert ein Fehlbetrag von 220 cm. Das Defizit wurde vor allem durch die geringen Neuschneemengen der Monate Februar und Mai sowie durch völliges Ausbleiben von Schneefällen in den Monaten September und Juni verursacht. Die Ueberschüsse der Monate Oktober, Dezember, März und April waren dagegen nur gering.

Tabelle 22: Anzahl Tagesschneefälle und Neuschneemengen.

Anzahl	Tagesschneefälle		Neuschneemenge in cm
		In % der total 120 Tage mit Schneefall	
79		66	0,5— 5
23		19	5—10
6		5	10—15
5		4	15—20
3		2,6	20—25
2		1,7	35—40
2		1,7	40—45

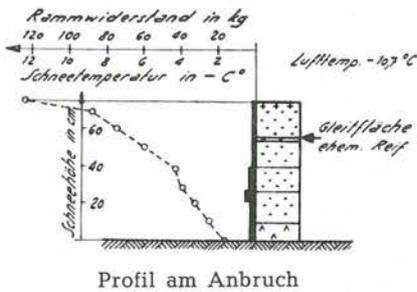
## II. Lawinen

### 1. Allgemeines

Die Beobachtungen an Lawinnenniedergängen im Parsennggebiet bildeten im vergangenen Winter eine wertvolle Ergänzung der Untersuchungen über die Schneedeckenentwicklung im Standardversuchsfeld. Oertliches und zeitliches Auftreten sowie die Häufigkeit der Anbrüche zeigten deutlich, daß der Kenntnis des Schneedeckenaufbaues bei der Beurteilung einer Lawinensituation die weitaus größte Bedeutung zukommt, und daß Schneehöhe sowie Größe des Neuschneezuwachses oft nur eine untergeordnete Rolle spielen. Die schubweise und langsame Aufschichtung einer im Fundament stets locker bleibenden Schneedecke erwies sich als besonders gefährlich und bewirkte trotz ausgesprochener Schneearmut relativ häufige Lawinenanbrüche (vgl. Tabelle 23).

### 2. Lawinen des Frühwinters

Bereits nach den Schneefällen vom 18.—20. November konnten im Parsennggebiet die ersten Lawinnenniedergänge des Winters beobachtet werden. Zur Abklärung der Ursachen untersuchten wir einen Schneebrettanbruch am Osthang der Schafträger. Es zeigte sich dabei, daß von der 85 cm mächtigen Schneedecke eine ca. 40 cm hohe, stark verwehte Neuschneesicht auf grobkörnigem, sehr lockerem Fundament abgeglitten war.



Ansicht (Photo 1)

Fig. 8: Schneebrettlawine im Dorftäli

### 3. Lawinen des Hochwinters

Wie der besonders im Fundament sehr lockere Schneedeckenaufbau vermuten ließ, brachten die ersten bedeutenderen Niederschläge des Hochwinters zu Beginn der zweiten Dezemberdekade weitere Lawinnenniedergänge. Während unter 1800 m ü. M. der Neuschnee auf dem noch ungefrorenen Boden abrutschte, konnte bei allen über 1800 m ü. M. gelegenen Schneebrettanbrüchen festgestellt werden, daß der lokal stark verwehte Schnee teils in bedeutender Breitenentwicklung auf dem lockeren, schwimmschneehaltigen Fundament abglitt. Die Anbruchhöhen variierten dabei je nach der Intensität der Schneeverwehung zwischen 60—160 cm. Bis anfangs Januar waren darauf keine Anbrüche mehr zu beobachten. Erst auf die geringen Niederschläge von Ende Dezember folgten am 1. Januar wiederum einige Lawinnenniedergänge, wobei meist Neuschnee über einer vom 17.—25. Dezember gebildeten Reiflage abglitt (vgl. Figur 8).

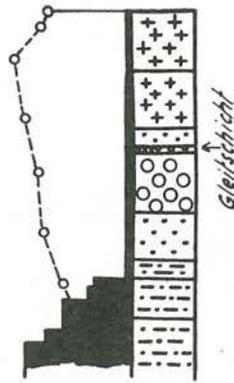
Eine bedeutende, vom 10.—19. Januar andauernde Lawinenperiode setzte dann während den Schneefällen von Mitte Januar ein. Oft waren es nur die filzigen Neuschneemassen, die auf der bereits erwähnten Reifschicht bzw. auf feinkörniger Unterlage in Bewegung gerieten, oder es rutschte die gesamte Schneedecke auf dem schwimmschneehaltigen Fundament. Schneehöhen wie Anbruchhöhen variierten zufolge starken Windeinflusses ganz bedeutend (vgl. Figur 9). Bis zum 20. Febr. folgte darauf eine bezüglich Lawinenanbrüche relativ lange Ruheperiode. Interessanterweise verursachten selbst die Neuschneefälle von anfangs Februar (ca. 40 cm) keine Abstürze. Eine latente Gefahr war jedoch stets vorhanden; dies kam beispielsweise beim Lawinenunglück am Nordhang des Kreuz' (Pany)

vom 9. Februar (vgl. Seite 68) und bei dem von Skifahrern am kleinen Derbyschuß am 20. Februar ausgelösten Schneebrett deutlich zum Ausdruck.

Schon die geringen Niederschlagsmengen von Ende Februar und anfangs März genügte dann aber, um weitere Schneebretter zum Abgleiten zu bringen. Eine Lawinenauslösung durch Skifahrer erfolgte auch in dieser Zeit am 28. Februar auf der Westseite des Schwarzhorn.

Bis anfangs März hatten bei vorwiegend tiefen Lufttemperaturen kleinere

und größere Neuschneefälle entweder im Zusammenhange mit dem kohäsionslosen, schwimm-schneehaltigen Fundament oder mit der im Dezember gebildeten Reifschicht zu Lawinenanbrüchen geführt. Diese Situation änderte nun im Verlaufe des März, als verschiedene, rasch aufeinanderfolgende, relativ größere Schneefälle, von plötzlichen Warmlufteinbrüchen begleitet, eine den ganzen Monat andauernde Lawinenperiode verursachten. Schon nach dem ersten Temperaturanstieg waren am 5. März über 2000 m ü. M. zahlreiche Schneebrettanbrüche zu beobachten, während sich unter 2000 m ü. M. infolge der Regenfälle bereits Naßschneerutsche lösten. Die größten und häufigsten Lawinnenniedergänge folgten dann aber auf den anfangs der zweiten Märzdekade gefallenen Schnee (ca. 65 cm). Im Parsennggebiet wurden vom 12.—21. März nicht weniger als 44 Schneebrettlawinen registriert, die oft eine ganz bedeutende Breitenentwicklung annahmen. Verschiedene Anbruchuntersuchungen dieser Periode ergaben, daß überall mehr oder weniger windgepackte Ablagerungen von filziger und feinkörniger Struktur abgeglitten waren. Als Gleitschicht konnte z. B. beim Lawinenanbruch am Ostnordosthang des Mittelgrates eine anfangs März gebildete Reiflage festgestellt werden, während die feinkörnigen Schneemassen am Südsüdwesthang des Mittelgrates auf einem Harsch abgerutscht waren. Wiederum andere Verhältnisse wurden am An-



(Photo 2)



Fig. 9: Profil der Schneebrettlawine im Dorfältli, 13. 1. 1947



Fig. 10: Schneebrettlawine am Mittelgrat vom 18. März 1947

(Photo 3)

bruch der Weißfluhlawine (Nordosthang) beobachtet; hier war windgepackter, harter, feinkörniger Schnee über einer feinkörnig-weichen Schicht abgebrochen. Schnee- und Anbruchhöhen wiesen selbst innerhalb eines Lawinenanrisses zufolge verschiedenartiger Windeinflüsse sehr ungleiche Abmessungen auf (vgl. Figur 10). In dieser Periode ereignete sich auch das Lawinenunglück am Mattlishorn (16. März 1947), dem ein Skifahrer zum Opfer fiel (vgl. Seite 73).

Tabelle 23: Lawinenniedergänge

Datum	Ort des Lawinenniederganges	Neuschnee im Standardversuchsfeld	
Frühwinterlawinen			
20. 11. 46	Osthang Schiahorn, 3 Schnee Bretter	18.—20. 11. 27 cm	
20. 11. 46	Osthang Schafläger, verschiedene Schnee Bretter		
20. 11. 46	Tavernahang, 2 Schnee Bretter		
20. 11. 46	Haupterkopf, 2 Schnee Bretter		
20. 11. 46	Westhang Schafläger, verschiedene Schnee Bretter		
20. 11. 46	Strelahang, verschiedene Schnee Bretter		
Hochwinterlawinen			
11. 12. 46	Osthang Schafläger, 4 Schnee Bretter	30. 11.—11. 12. 131 cm	
11. 12. 46	Nordhang Schwarzhorn, 5 Schnee Bretter		
13. 12. 46	Weißfluhjoch-Verbindungsweg		
13. 12. 46	Osthang Schafläger, 3 Schnee Bretter		
13. 12. 46	Osthang Schiahorn, 3 Schnee Bretter		
13. 12. 46	Dorfberg östl. Verbauung		
13. 12. 46	Dorftäli-Palüdahänge, 6 Schnee Bretter (Neuschnee auf Grasboden abgerutscht)		
17. 12. 46	Nordhang Jakobshorn		
1. 1. 47	Nordhang Jakobshorn		27.—30. 12. 19 cm
1. 1. 47	Strela-Verbindungsweg, 2 Schnee Bretter		
1. 1. 47	Dorftäli-Einfahrt (vgl. Figur 8)		
1. 1. 47	Mattlishorn, verschiedene Schnee Bretter		
10. 1. 47	Südhang unter Versuchsfeld, 2 Schnee Bretter	7.—10. 1. 19 cm	
10. 1. 47	Strelapaß-Ostseite, Schnee Brett		
10. 1. 47	Hauptertäli, verschiedene Schnee Bretter	11.—12. 1. 28 cm	
12. 1. 47	Tavernahang, Schnee Brett (Handsprengung Parsenndienst)		
12. 1. 47	Schafläger Osthänge (Handsprengung Parsenndienst)		
12. 1. 47	Weißfluhjoch-Verbindungsweg, 2 Schnee Bretter		
12. 1. 47	Westhang Mittelgrat, verschiedene Schnee Bretter		
12. 1. 47	Dorfbergverbauung, 2 Schnee Bretter		
12. 1. 47	Dorfberg östl. Verbauung, verschiedene Schnee Bretter		
12. 1. 47	Schiahornverbauung, Schnee Brett		
12. 1. 47	Schiahorn-Osthang, Schnee Brett		
12. 1. 47	Westhang Schafläger, verschiedene Schnee Bretter		
12. 1. 47	Westhang Schwarzhorn, Schnee Brett		
12. 1. 47	Westhang Parsennfurka, Schnee Brett		
12. 1. 47	Gauderloch, Schnee Brett		
12. 1. 47	Casanna-Westhänge, verschiedene Schnee Bretter		
12. 1. 47	Weißfluh-Osthang, Schnee Brett		
12. 1. 47	Nordhänge Casanna-Alp, verschiedene Schnee Bretter		
13. 1. 47	Dorfberg westl. Verbauung, Schnee Brett		14.—15. 1. 35 cm
13. 1. 47	Dorftäli-Südosthang (Handsprengung Parsenndienst, vgl. Figur 9)		
13. 1. 47	Dorftäli-Westhang (Auslösung durch Skifahrer)		
14. 1. 47	Dorfberg westl. Verbauung, Schnee Brett		
15. 1. 47	Dorftäli-Westhang, 4 Schnee Bretter		
15. 1. 47	Dorftäli-Westhang, Schnee Brett		
15. 1. 47	SW-Hang ob. Schwarzseeli		
15. 1. 47	Dorfberg östl. Verbauung, 4 Schnee Bretter		
15. 1. 47	Dorfberg westl. Verbauung, 2 Schnee Bretter		
16. 1. 47	Grünturm, Schnee Brett		
19. 1. 47	Südhang unter Station Höhenweg		
20. 2. 47	Südosthang Schwarzhorn, Lockerschneelawine	20. 2. 5 cm	
20. 2. 47	Südhang Casannahorn (Lockerschneelawine)		
20. 2. 47	Kleiner Derbyschuß, Schnee Brett, ausgelöst durch Skifahrer		
26. 2. 47	Dorftäli-Kanonenrohr, Schnee Brett	23.—26. 2. 21 cm	
26. 2. 47	Dorftäli-Einfahrt, Schnee Brett		
28. 2. 47	Schwarzhorn-Westhang, 2 Schnee Bretter (ausgelöst durch Skifahrer)	1.—2. 3. 7 cm	
1. 3. 47	Dorftäli oberhalb Kanonenrohr, Schnee Brett		
1. 3. 47	NW-Hang ob Casanna-Alp, Schnee Brett		
5. 3. 47	Casanna-Nordgrat, verschiedene Schnee Bretter		4. 3. 8 cm
5. 3. 47	Meierhofertäli, 3 Schnee Bretter		

im Parsenngebiet

Datum	Ort des Lawinenniederganges	Neuschnee im Standardversuchsfeld
5. 3. 47	Derbyschuß, Schneebrett	
5. 3. 47	Strelahang, Schneebrett	
5. 3. 47	Weißfluhjoch-Verbindungsweg, Schneebrett	
5. 3. 47	Unter 2000 m ü. M. zahlreiche Naß-Schneerutsche (bis auf 2000 m ü. M. Regen)	
12. 3. 47	Weißfluh-Nordhang, 2 Schneebretter (Sturzbahn Reckholderalp)	6.—12. 3. 69 cm
12. 3. 47	Zähnjeflüh-Nordhang, 2 Schneebretter	
13. 3. 47	Osthang Gaudergrat	
13. 3. 47	Weißfluh-Südflanke, Schneebrett	
13. 3. 47	Mittelgrat-Osthang, Schneebrett	
13. 3. 47	Schwarzhorn-Ostflanke, 2 Schneebretter	
13. 3. 47	Tavernahang, Schneebrett (beim Schneedruckapparat)	
13. 3. 47	Tavernahang-Schaffläger Osthang (ca. 200 m breit)	
15. 3. 47	Weißfluh-Südosthang, Schneebrett	15. 3. 18 cm
15. 3. 47	Casanna-Nordhänge, 3 Schneebretter	
16. 3. 47	Mattlishorn-Westseite, 2 Schneebretter (Breite 370 m vgl. Seite 73)	
16. 3. 47	Nordwesthänge Gaudergrat, 3 Schneebretter	
16. 3. 47	Totalpgrat-Nordseite, Schneebrettlawine (Breite ganze Flanke gegen kleinen Derbyschuß)	
16. 3. 47	Kreuzweg-Nordosthang, Schneebrett	
16. 3. 47	Totalp-Nordosthänge, 2 Schneebretter	
16. 3. 47	Mittelgrat-Nordostseite, Schneebrett	
16. 3. 47	Mittelgrat-Südwesthang, 2 Schneebretter	
16. 3. 47	Strelapaß-Südosthänge, 2 Schneebretter	
16. 3. 47	Mädrirenfluh, 2 Schneebretter	
16. 3. 47	Thiejerfluh, Schneebrett	
16. 3. 47	Schiahorn-Westhang, Schneebrett	
17. 3. 47	Schiahorn-Westhang, Schneebrett (Zweiter Niedergang)	
17. 3. 47	Grünturm, Schneebrett	
17. 3. 47	Salezernhorn-Südosthang, Schneebrett	
17. 3. 47	Dorfberg westl. Verbauung, Schneebrett	
17. 3. 47	Salezernhorn-Nordseite, Schneebrett	
18. 3. 47	Salezernhorn östl. Verbauung, 2 Schneebretter	
18. 3. 47	Mittelgrat-Südwesthang, Schneebrett (vgl. Figur 10)	
18. 3. 47	Drusatscha-Nordwestseite, Schneebrett	
18. 3. 47	Salezertobel, Schneebrett	
21. 3. 47	Weißfluh-Osthang, Schneebrett	
30. 3. 47	Salezertobel Naß-Schneebrett	30. 3. 38 cm
30. 3. 47	Sertigtal Osthänge, verschiedene Schneebretter (Straße verschüttet)	
30. 3. 47	Rotschtobel Naß-Schneebrett	
30. 3. 47	Tavernazug Naß-Schneebrett (zwischen Glaris-Monstein, Nordwesthang)	
1. 4. 47	Schaffläger-Ostseite, verschiedene Schneebretter	
1. 4. 47	Schiahorn-Osthänge, verschiedene Schneebretter	
1. 4. 47	Körbshorn, Schneebrett	
3. 4. 47	Schaffläger-Ostseite, verschiedene Lockerschneelawinen	1. 4.—3. 4. 14 cm
3. 4. 47	Salezernhorn, Lockerschneelawinen	
3. 4. 47	Dorfberg, Lockerschneelawinen	
3. 4. 47	Drostobel, Naß-Schneelawinen (Piste 4—6 m verschüttet)	
7. 4. 47	Rhinerschornhubel, Schneebrett	5. 4.—6. 4. 25 cm
7. 4. 47	Meierhofertäli, Schneebrett	
7. 4. 47	Mittelgrat-Nordosthang, Schneebrett (gegen Meierhofertäli)	
7. 4. 47	Albertitobel-Osthang, Schneebrett	
8. 4. 47	Jakobshorn, Schneebrett	
8. 4. 47	Schaffläger-Westhang, Schneebrett	
	<b>Spätwinterlawinen</b>	
17. 4. 47	Jakobshorn, 2 Schneebretter	
21. 4. 47	Schaffläger-Osthang, Naß-Schneebrett	
27. 4. 47	Zahlreiche Naß-Schneerutsche und Naß-Schneebretter	Regen
7. 5. 47	Körbshorn-Guggerbach, Naß-Schneebrett	5.—6. 5. 11 cm

Nach den heftigen Föhnstürmen vom 28./29. März und erneuter Belastung der Schneedecke (29./30. März, 38 cm Neuschnee) erfolgten in der Zeit vom 30. März bis zum 3. April in der ganzen Landschaft Davos bedeutende Lawinenniedergänge.

Ein ausgedehnter Anbruch lag am Geißweidengrat nordöstlich von Monstein. Der Hauptabla-gerungskegel dieses Schneebrettes reichte im Rotschtobel und im Tavernazug bis ins Landwasser-tal und verschüttete das Bahn- und Straßentrasse stellenweise mit über 15 m hohem Lawinen-schnee. Zu gleicher Zeit waren auch im Sertigtal, besonders an den Nordwesthängen nördlich von Sertig-Dörfli, verschiedene große Schneebretter angebrochen, deren Sturzbahnen bis auf den Tal-boden führten. Am 3. April stürzte schließlich noch die Drostobellawine von der Casanna bis an die Bahnlinie hinab und überschüttete die Skipiste nach Klosters mit 4—6 m hohen Schneemassen. Weitere große Schneebrettanbrüche am Rhinerschhorn, im Meierhofertäli, am Mittelgrat (Nordost-hang), im Albertitobel (Osthang), sowie am Jakobshorn und Schafläger-Westhang folgten dann erst wieder, nachdem am 5./6. April bei steigenden Lufttemperaturen nochmals 25 cm Neuschnee gefallen waren. Damit endete die Hochwinterperiode. Einmal mehr hatte sich erwiesen, daß trotz Schnee-armut, je nach dem Aufbau der Schneedecke, ausgedehnte Lawinenanbrüche entstehen können.

#### 4. Lawinen des Spätwinters

Nach der letzten großen Lawinenperiode des Hochwinters setzte bei warmem Wetter der Schneedeckenabbau ein. In dieser Zeit nahm nun die Häufigkeit der Lawinenniedergänge rasch ab. Am 17. April konnten nach starkem Temperaturanstieg am Jakobshorn zwei Schneebrettanbrüche beobachtet werden, und am 21. April glitt ein nasses Schneebrett vom Osthang der Schafläger ab. Weitere Lawinen lösten sich nach den Regenfällen vom 26./27. April, und am 7. Mai erfolgte nach erneuten Niederschlägen (Regen/Schnee) am Körbshorn der letzte von uns beobachtete Lawinen-anbruch.

## C. Schnee und Lawinen im übrigen schweizerischen Alpengebiet

von M. Schild

### I. Das Beobachtungsnetz (vgl. Fig. 11)

#### 1. Die Zentralstelle Weißfluhjoch

Wie im Vorwinter bildeten die auf dem Standardversuchsfeld (2540 m ü. M.) registrierten Wetterelemente und ihr Einfluß auf die Schneedecke die Grundlage zur Untersuchung der Schnee- und Lawinenverhältnisse der übrigen Alpenregionen. Einmal mehr zeigte es sich, daß diese Beurteilungsmethode keine Vergewaltigung der wirklichen Verhältnisse darstellt; anhand der nachfolgenden zahlenmäßigen Auswertungen kann eindeutig festgestellt werden, daß die Resultate der

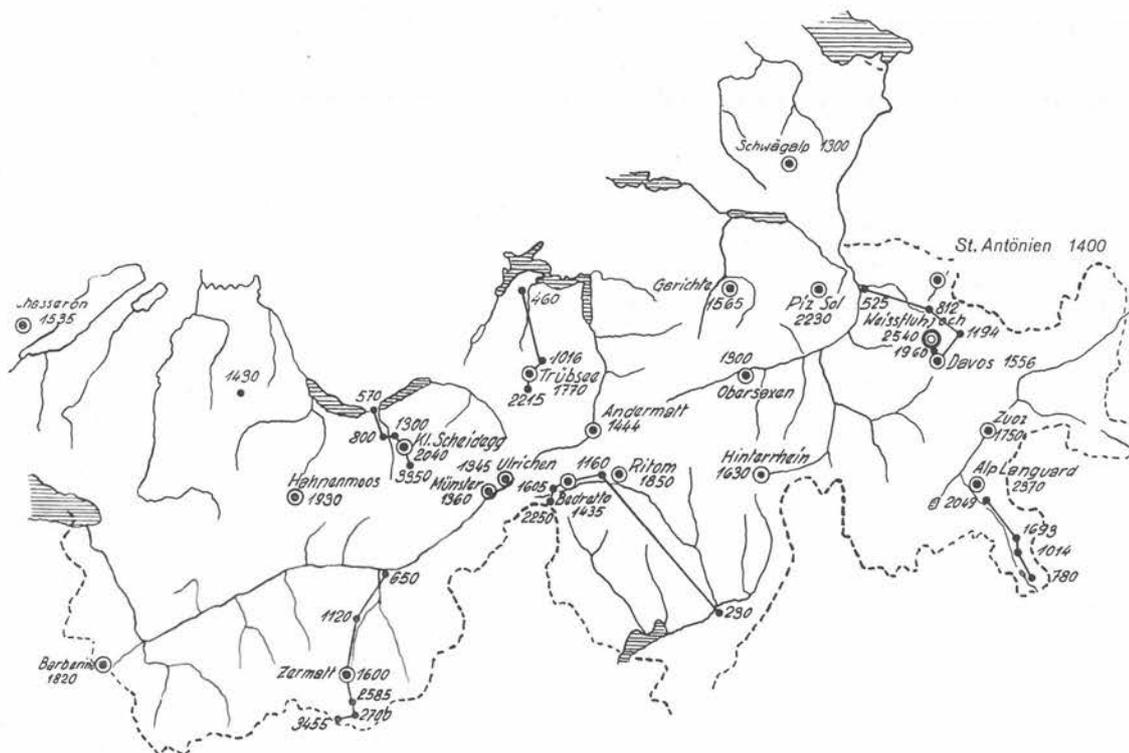


Fig. 11: Organisation des Lawinendienstes im Winter 1946/47

Region Graubünden-Nord auch im vergangenen Winter dem gesamtschweizerischen Durchschnitt durchwegs sehr nahe kamen und sich kein anderes Alpengebiet durch ein ähnliches Fehlen von Extremwerten als Vergleichsbasis auch nur annähernd so gut eignen würde. Dies traf auch für die Lawinenhäufigkeit zu, indem das Parsenengebiet in Lawinenperioden in der Regel eine Mittelstellung im Grade der Gefährdung einnahm.

## 2. Die Vergleichsstationen

Das Netz der Vergleichsstationen erfuhr gegenüber dem Vorwinter keine wesentlichen Aenderungen. Neu betrieben wurde die Station Chasseron, während Riffelberg nur noch als Meßstelle arbeitete.

Weiterhin konnten die Beobachtungen auf Axalp noch nicht aufgenommen werden, und die auf Rochers de Naye vorgesehene Station wurde nach Bretaye verlegt, welche Gegend sich sowohl in bezug auf die Witterungs- und Schneeverhältnisse wie auf das touristische Bedürfnis besser eignen dürfte; mit dem Beginn regelmäßiger Meldungen durch den dortigen Beobachter darf auf Anfang des kommenden Winters gerechnet werden.

Personelle Aenderungen gab es auf den Stationen Andermatt, St. Antönien und Zermatt.

Zum Zwecke einer systematischen Einführung in die Schnee- und Lawinenkunde und einer zuverlässigeren Aufnahme der Schneeprofile und Wetterelemente wurde zu Beginn des Berichtswinters ein Instruktionkurs für die Beobachter der Vergleichsstationen durchgeführt. Dieser drei Tage — 23.—25. November 1946 — dauernde Kurs war von 13 Teilnehmern besucht. Die Früchte dieser Instruktion waren in der Folge unverkennbar, indem sowohl die Meßwerte der entsprechenden Beobachtungsstationen wie auch die auf subjektiver Beurteilung beruhenden Meldungen bedeutend zuverlässiger ausfielen als im Vorwinter. Es ist zu hoffen, daß im kommenden Winter die restlichen Beobachter in ähnlicher Weise in ihre Aufgabe eingearbeitet werden können.

Die Zahl der Stationen mit Wasserwertmessungen konnte auf sieben erhöht werden (Andermatt, Garichte, Schwägalp, St. Antönien, Obersaxen, Barberine, Zermatt).

Tabelle 24: Verzeichnis der im Winter 1946/47 betriebenen Vergleichsstationen

Region	Vergleichsstation	Meereshöhe	Beobachter	Betriebsdauer
Jura	Chasseron	1535	A. Reinhard	17. 11. 46 — 17. 4. 47
Waadtländer- und Berneralpen	Hahnenmoos Kleine Scheidegg	1930 2040	W. Reichen G. Lauener	21. 12. 46 — 2. 4. 47 5. 12. 46 — 9. 4. 47
Gotthard-Nord	Andermatt Trübsee	1444 1770	T. Hard W. Schneider	21. 11. 46 — 16. 4. 47 5. 12. 46 — 7. 5. 47
Glarneralpen und Alpstein	Garichte Piz Sol Schwägalp	1565 2230 1300	R. Neeser J. Thomann Th. Rusch	1. 12. 46 — 28. 4. 47 28. 12. 46 — 15. 4. 47 20. 1. 47 — 9. 4. 47
Graubünden-Nord	Hinterrhein Davos St. Antönien Obersaxen	1630 1550 1400 1300	Chr. Hösli Inst. W'fluhjoch J. Guyer J. Caduff	1. 12. 46 — 25. 4. 47* 18. 11. 46 — 15. 4. 47 28. 11. 46 — 2. 4. 47 1. 11. 46 — 16. 4. 47
Wallis	Barberine Zermatt Münster Ulrichen	1820 1600 1360 1345	A. Lugon F. Schnydrig L. Bacher K. Garbely	1. 11. 46 — 10. 5. 47 1. 12. 46 — 6. 4. 47 18. 11. 46 — 16. 4. 47 18. 11. 46 — 30. 4. 47
Gotthard-Süd	Ritom Bedretto	1850 1435	G. Muttoni Gz. Posten	6. 12. 46 — 16. 4. 47 1. 11. 46 — 9. 4. 47
Graubünden-Süd	Zuoz Alp Languard	1750 2370	Hs. Valär Hs. Casparis	28. 11. 46 — 13. 4. 47 { 9. 12. 46 — 16. 4. 47 5. 5. 47 — 15. 5. 47

\* ohne Profilaufnahmen

### 3. Meßstellen

Das Netz unserer Meßstellen konnte im vergangenen Winter durch drei Stationen ergänzt werden: Ottenleuebad (Gantrischgebiet), Wengen und Jochpaß. Dagegen liefen aus einigen Talstationen (Lauterbrunnen, Stans, St. Niklaus, Visp) keine oder nur spärliche Meldungen ein. Die Meßreihe der Region 3 a (Ragaz-Garschlus-Skihütte NSKZ-Gaffia-Piz Sol-Gletscher) fiel gänzlich aus.

Die Resultate der Meßstellen sind in Figur 12—14 (Schneehöhen) niedergelegt. Aus dieser Zusammenstellung ist auch Dauer und Häufigkeit der Meldungen der einzelnen Stationen ersichtlich.

Tabelle 25: Verzeichnis der Meßstellen im Winter 1946/47

Region	Meßreihe	Meereshöhe	Beobachter
Region 1	Jungfraujoch	3350	Wiederkehr
	Kleine Scheidegg	2040	G. Lauener
	Wengen	1300	R. Fuchs
	Lauterbrunnen	800	—
	Interlaken	568	P. Furrer
	Ottenleuebad	1430	R. Riesen
Region 2	Jochpaß	2215	Ignaz Odermatt
	Trübsee	1770	Walter Schneider
	Engelberg	1016	Pater Anton Jenny
	Stans	460	—
Region 3	Weißfluhjoch	2540	Institut Weißfluhjoch
	Büschalp	1960	Institut Weißfluhjoch
	Davos	1550	Institut Weißfluhjoch
	Klosters	1194	Rhätische Bahn
	Küblis	812	Rhätische Bahn
	Landquart	525	Rhätische Bahn
Region 4	Testa Grigia	3480	Grenzwachtposten
	Rotenboden	2700	Alfons Julen
	Riffelberg	2585	Alfons Julen
	Zermatt	1600	Felix Schnydrig
	St. Niklaus	1120	Visp - Zermatt-Bahn
	Visp	650	Visp - Zermatt-Bahn
Region 5	San Giacomo	2250	Gz. Posten Bedretto
	All'Acqua	1620	Gz. Posten Bedretto
	Bedretto	1435	Gz. Posten Bedretto
	Airolo	1160	Fr. Burkhalter
	Bellinzona	230	A. Lienhard + Arrigoni
Region 6	Alp Languard	2370	Hs. Casparis
	Bernina Suot	2049	Rhätische Bahn
	Cavaglia	1693	Rhätische Bahn
	Poschiavo	1014	Rhätische Bahn
	Brusio	780	Rhätische Bahn

## II. Die Schneehöhen

### 1. Zeitlicher Verlauf (vgl. Figuren 12—14)

Der niederschlagsarme Frühwinter war charakterisiert durch häufige kleine Schneeablagerungen, die den Höhenlagen von 1800 m ü. M. den ersten bleibenden Schnee allgemein erst Ende November brachten. Dabei handelte es sich um eine recht spärliche Schneedecke, die nur in vereinzelt Gebieten eine Höhe von über 20 cm erreichte. Auch in Lagen über 2000 m ü. M. hatte die Schneedecke nur geringe Mächtigkeit; so meldete Jungfraujoch am 30. November ca. 160 cm (gegenüber einem mehrjährigen Durchschnitt von ca. 2,50 m), und auf Weißfluhjoch lagen zu diesem Zeitpunkt 58 cm Schnee, was einem Defizit von rund 20 cm auf den Durchschnitt sämtlicher Beobachtungswinter entspricht.

Der Dezember war ebenfalls niederschlags- und schneearm. Vom 9.—11. verursachten Niederschläge eine — vorübergehend — geschlossene Schneedecke bis ca. 700 m ü. M. Dieser Schneefall war im mittleren und westlichen Teil der Alpennordseite ergiebig, während die übrige Alpennordseite nur mäßigen, der mittlere und östliche Teil des Wallis und der Alpensüdfuß nur unbedeutenden Zuwachs erhielten. Einen geringen Zuschuß verzeichnete die Südseite der Alpen nochmals vom 16.—18., und am 27. setzte auch auf der Nordseite und im Wallis vielversprechender Niederschlag ein; doch zu einem wesentlichen Pegelanstieg reichte es nirgends.

Ein Blick auf die Zusammenstellung in den Figuren 12—14 zeigt, daß der Verlauf der Schneehöhen in den Hochwintermonaten Januar und Februar durch drei Merkmale charakterisiert war:

- a) Relativ gleichmäßige, parallele Entwicklung in sämtlichen Alpenregionen,
- b) pro Monat je ein markanter Schneefall mit einer nachfolgenden niederschlagsfreien Periode,
- c) durchwegs geringe Schneehöhen.

Die im Januar im ganzen Alpengebiet zeitlich übereinstimmenden Niederschlagsverhältnisse sind auffallend; sie wären vollkommen, hätte nicht die westliche und mittlere Alpennordseite zu Beginn der letzten Dekade noch einen unbedeutenden Zuwachs erhalten. Recht klar tritt diese Entwicklung durch den Wortlaut der Lawinenbulletins dieser Periode zutage, die wohl selten in einem Hochwintermonat allgemeingültiger abgefaßt werden konnten als im Berichtsmonat. Der Februar brachte dem ganzen Alpengebiet vorerst einen mäßigen Schneefall vom 4.—6., durch den allgemein der bisher größte Pegelstand des Winters erreicht wurde und auf einigen Stationen auch bleiben sollte. Die Föhnlage vom 9.—11. hatte anschließend auf der Gotthard-Südseite bis Bergell und Engadin nochmals einen Schneedeckenzuwachs zur Folge, was zur einzigen wesentlichen Divergenz der Pegelstände dieses Monats führte. In der letzten Dekade verursachten häufige kleine Schneefälle infolge der hohen Temperaturen allgemein keinen oder nur unbedeutenden Anstieg der Schneehöhe; lediglich im Puschlav und auf den südlichsten Stationen des Wallis waren diese Niederschläge etwas ausgiebiger.

Zur Illustration der oben erwähnten geringen Schneehöhen der beiden Hochwintermonate sei an dieser Stelle nur folgender Vergleich mit den Verhältnissen im Vorwinter angestellt:

Die durchschnittliche Schneehöhe in den Hochwintermonaten Januar und Februar betrug z. B.:

Station:	Winter:	
	1945/46	1946/47
Weißfluhjoch . . . . .	195 cm	123 cm
Davos . . . . .	135 cm	58 cm
Zermatt . . . . .	88 cm	56 cm
Bedretto . . . . .	144 cm	56 cm

Es ist eine bekannte Erscheinung, daß die Schneehöhen im Spätwinter innerhalb derselben Klimazone nach den Höhenlagen abgestuft divergieren; während auf tiefer gelegenen Stationen zu Beginn dieser Periode in der Regel bereits der Abbau einsetzt, steht die Schneedecke in Höhenlagen

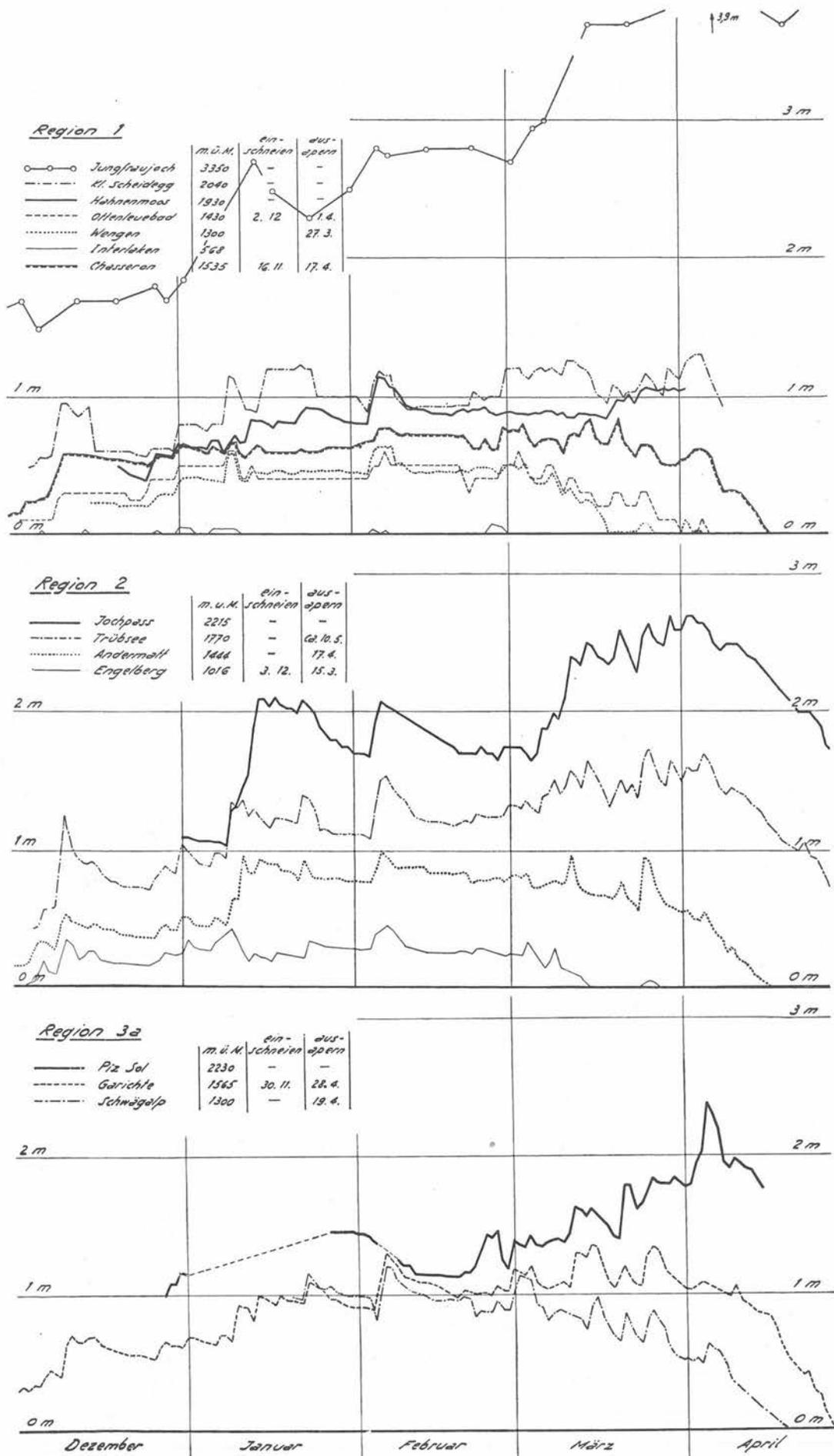


Fig. 12: Schneehöhen der Regionen 1, 2 und 3 a

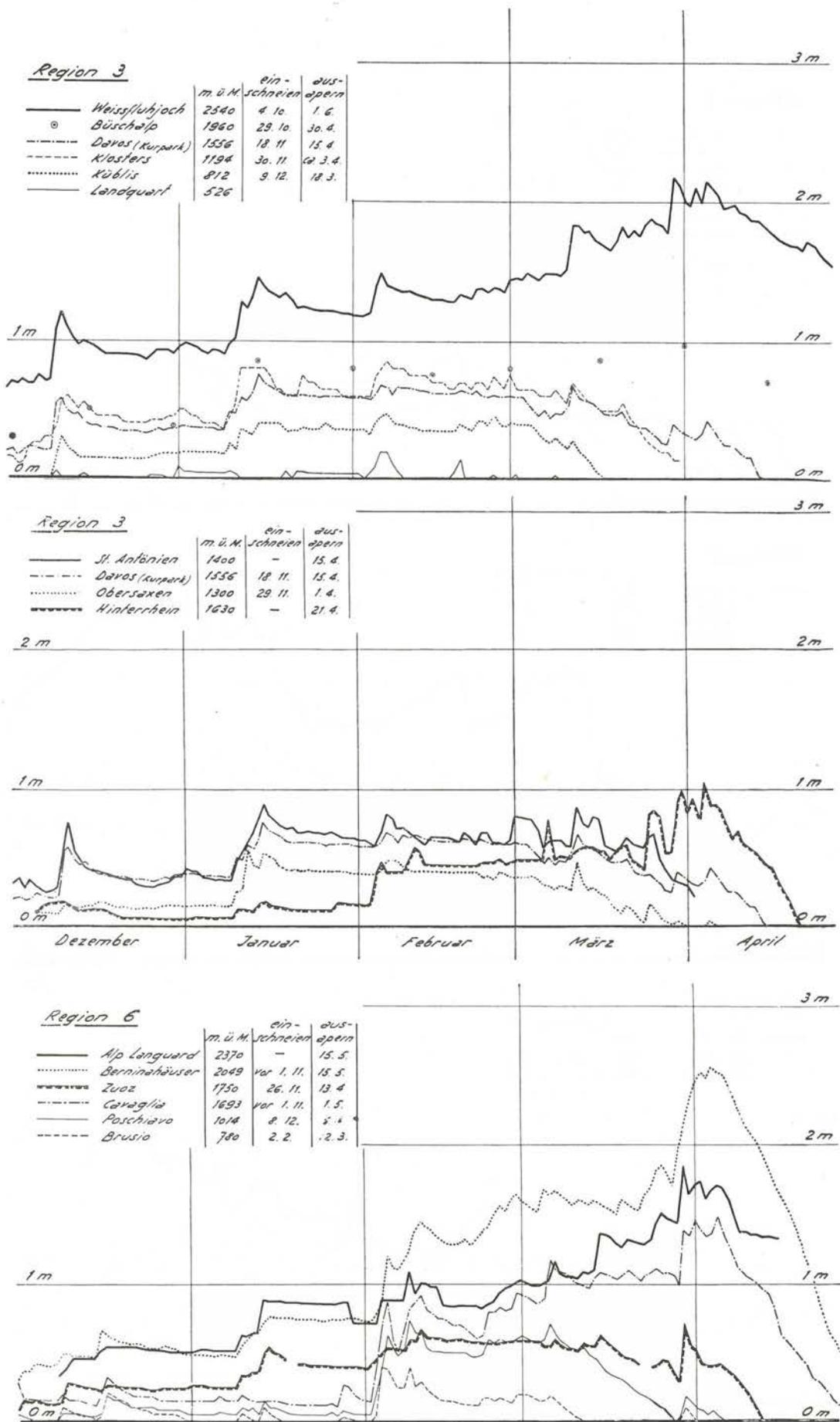


Fig. 13 Schneehöhen der Regionen 3 und 6

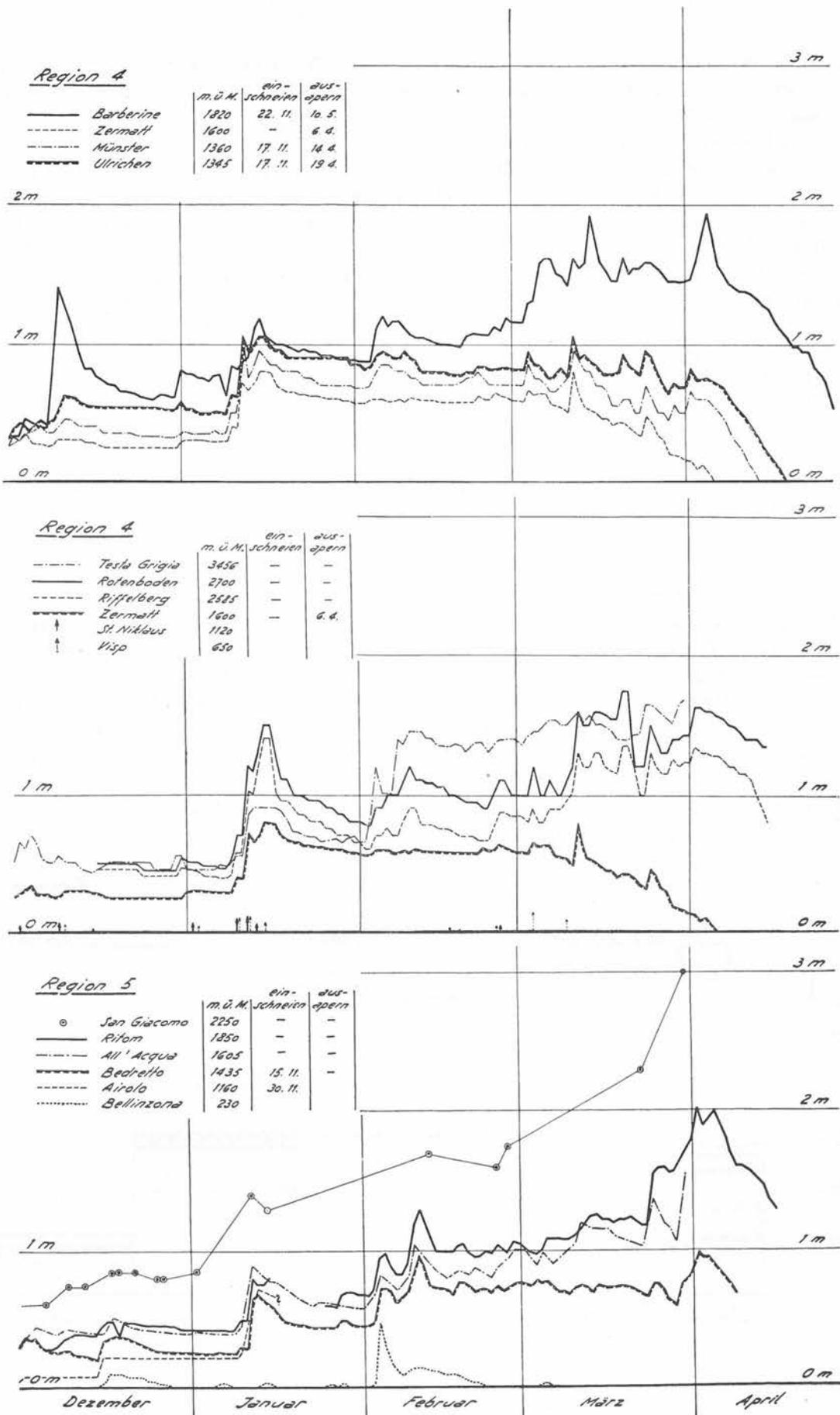


Fig. 14: Schneehöhen der Regionen 4 und 5

noch im Stadium ihres Aufbaus. Diese Entwicklung läßt sich auch im Berichtswinter verfolgen, am klarsten anhand der Schneehöhen aus der Region 3 a (vgl. Figur 12: Piz Sol — Garichte — Schwägalp, Monat März).

Ist zufolge dieser Tatsache ein Regionen und Meereshöhen umfassender Ueberblick über den Schneehöhenverlauf des Spätwinters ohnehin recht kompliziert, so erschwerte die im März des Berichtswinters herrschende unbeständige Wetterlage mit ihren häufigen, zeitlich, örtlich und in ihrer Intensität sprunghaft wechselnden Niederschlägen einen klaren Ueberblick außerordentlich. Zur Illustration hierzu sei auf folgende Tatsache hingewiesen: In der Region 1 hat jede der fünf Stationen ihren Pegelhöchststand pro März zu einem verschiedenen Zeitpunkt erreicht; dasselbe kann weitgehend in allen übrigen Regionen der Alpennordseite beobachtet werden! Wie die Figuren 12—14 zeigen, verteilten sich die Schneefälle auf die ganze Dauer des Monats, wobei in mittleren Höhenlagen lediglich der Zuwachs vom 30. in den Regionen 5 und 6 durch sein Ausmaß hervorsticht. Auf Monatsende war die Schneegrenze in horizontalen Lagen bis ungefähr auf folgende Meereshöhen angestiegen:

Berner- und Waadländeralpen . . . . .	1400 m
Gotthard-Nord . . . . .	1200 m
Glarneralpen und Alpstein . . . . .	1000 m
Graubünden-Nord . . . . .	1200 m
Wallis . . . . .	1500 m
Tessin . . . . .	1100 m
Graubünden-Süd . . . . .	1100 m

Wirksame Niederschläge traten im April nur in den ersten fünf Tagen ein. Diese verteilten sich über das ganze Alpengebiet und brachten den Stationen über 2000 m ü. M. das Schneehöhenmaximum des Winters. Unter anschließend heiterem und warmem Wetter ging der Abbau der Schneedecke sehr rasch vor sich. Leider fehlen uns lückenlose Angaben über die Ausschmelzdaten, doch zeigen die Figuren 12—14, daß die Schneegrenze bis Monatsende in den Regionen 2, 3 a und Puschlav auf ca. 1700 m ü. M., in den übrigen Regionen auf ungefähr 2000 m ü. M. angestiegen sein dürfte.

Auch der Mai brachte keine wesentliche Verzögerung des Abschmelzprozesses und ließ die Schneegrenze in einem bisher nie beachteten Ausmaß ansteigen.

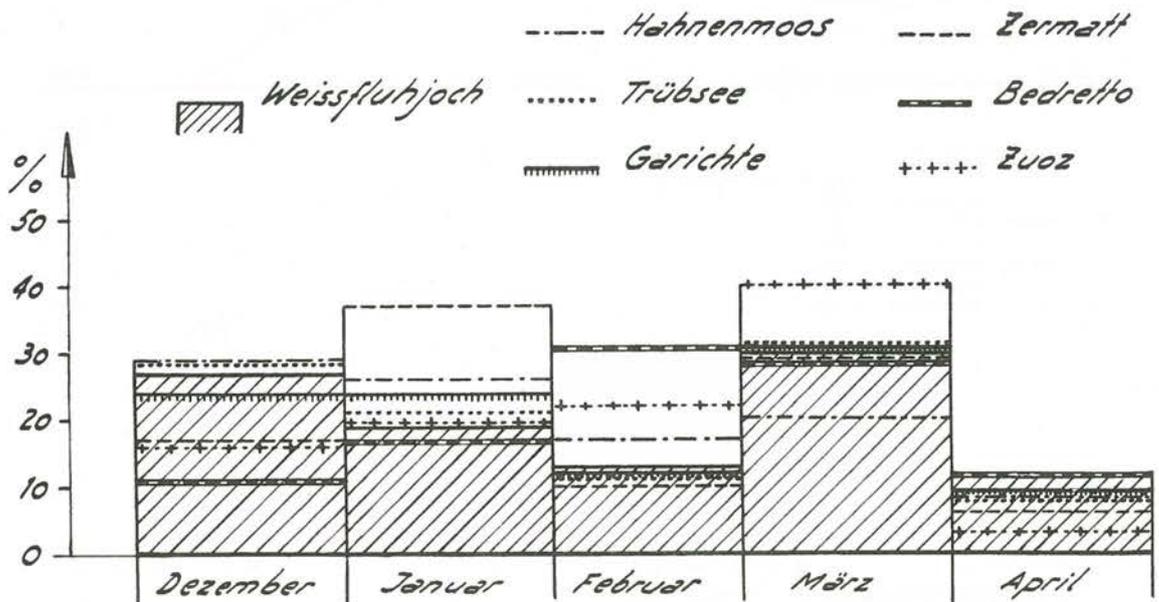


Fig. 15: Prozentuale Verteilung der Neuschneemengen

In nachfolgender Tabelle und Figur 15 wird versucht, die geschilderten Verhältnisse auf Grund der prozentualen Verteilung der Neuschneemengen in den Monaten Dezember bis April darzustellen.

**Tabelle 26: Prozentuale Verteilung der Neuschneemengen in der Zeit vom 1. Dez. 1946 bis 30. April 1947**

Region u. Station	Dezember		Januar		Februar		März		April	
	cm	%	cm	%	cm	%	cm	%	cm	%
3 Weißfluhjoch	147	27	106	19	70	13	167	30	61	11
1 Hahnenmoos	70	29	63	26	43	17	48	20	20	8
2 Trübsee	179	29	131	21	64	11	188	31	49	8
3a Garichte	132	24	133	24	66	12	169	31	49	9
4 Zermatt	39	17	85	37	22	10	69	30	13	6
5 Bedretto	45	11	72	17	135	31	124	29	52	12
6 Zuoz	41	16	50	19	59	22	105	40	7	3

## 2. Die maximalen Schneehöhen

Mit Hilfe der auf den Vergleichsstationen gemessenen größten Schneehöhen kann ein Winter in verschiedener Hinsicht gut charakterisiert werden, datieren doch diese Registrierungen in der Regel aus den Perioden, die dem winterlichen Geschehen das Gepräge geben.

### a) Vergleich der maximalen Schneehöhen

Diese Gegenüberstellung vermittelt einerseits einen Ueberblick über die maximalen Schneehöhen einer Station während mehreren Wintern und andererseits einen Vergleich der auf den Stationen im Berichtswinter gemessenen Höchstwerte. Wie aus nachfolgender Zusammenstellung hervorgeht, blieben die diesjährigen Pegelhöchststände weit unter den vorjährigen zurück; einzig Barberine überschritt diesen Wert um unbedeutende 2 cm, während der diesjährige höhere Wert von Alp Languard aus der Verlegung des Versuchsfeldes auf einen 140 m höher gelegenen Punkt resultiert. In Andermatt, Davos, Zuoz, Trübsee und Hahnenmoos ist das diesjährige Maximum das kleinste unserer mehrjährigen Beobachtungsperiode, während in Ulrichen, Barberine und auf Weißfluhjoch der bisherige Minimalwert nur um weniges nicht unterschritten wurde. Die absolut größten Schneehöhen wurden auf den Stationen Weißfluhjoch (218 cm), Ritom (203 cm) und Barberine (194 cm) gemessen.

**Tabelle 27: Vergleich der gemessenen maximalen Schneehöhen**

Station	Meereshöhe	Maximale Schneehöhen in cm					
		1941/42	1942/43	1943/44	1944/45	1945/46	1946/47
Obersaxen	1300	—	—	—	—	123	54
Schwägalp	1300	—	—	—	—	225	120
Ulrichen	1345	113	96	155	203	260	106
Münster	1360	—	—	—	—	230	98
St. Antönien	1400	—	—	—	—	200	90
Ottenleuebad	1430	—	—	—	—	—	60
Bedretto	1435	—	—	—	—	270	100
Andermatt	1444	136	121	220	310	236	98
Chasseron	1535	—	—	—	—	—	84
Garichte	1565	—	—	—	—	259	136
Davos-Platz	1590	83	85	177	225	166	75
	1556						
Zermatt	1600	—	—	—	—	186	80
Hinterrhein	1620	—	—	—	—	150	105
Zuoz	1750	—	—	72	90	101	71
Trübsee	1770	—	—	—	372	225	173
Barberine	1820	216	155	180	274	192	194
Ritom	1850	—	—	—	—	305	203
Hahnenmoos	1930	136	125	200	205	158	120
Kl. Scheidegg	2040	—	—	—	—	211	130
Alp Languard	2230	—	—	—	—	176	185
	2370						
Weißfluhjoch	2540	206	252	250	366	320	218

b) Vergleich der reduzierten maximalen Schneehöhen

Auf nachstehender Tabelle 28 sind die Pegelhöchststände auf einheitliche Meereshöhen reduziert. Die Interpolation auf die Vergleichshöhen von 1500 m ü. M. und 1800 m ü. M. wurde auf der gebräuchlichen Basis von 10 cm pro 100 m Höhendifferenz durchgeführt, wobei extreme Höhenlagen — unterhalb 1300 m ü. M. und über 2040 m ü. M. — unberücksichtigt blieben.

Tabelle 28: Vergleich der reduzierten maximalen Schneehöhen

Vergl. höhe	Region	Station	Höhe ü. M.	$\Delta h$ cm	$h_{\max}$ cm	$h_H$ cm
1500 m ü. M.	Glarneralpen } Alpstein }	Schwägalp	1300	+20	120	140
		Garichte	1565	— 6	136	130
	Wallis	Ulrichen	1345	+15	106	121
	Wallis	Münster	1360	+14	98	112
	Gotthard-Süd	Bedretto	1435	+ 6	100	106
	Gotthard-Nord	Andermatt	1444	+ 6	98	104
	Graubünden-Nord	St. Antönien	1400	+10	90	100
	Graubünden-Nord	Hinterrhein	1630	—13	105	92
	Jura	Chasseron	1535	— 4	84	80
	Graubünden-Nord	Obersaxen	1300	+20	54	74
	Wallis	Zermatt	1600	—10	80	70
	Graubünden-Nord	Davos	1556	— 6	75	69
	Bernalpen	Ottenleuebad	1430	+ 7	60	67
	1800 m ü. M.	Gotthard-Süd	Ritom	1850	— 5	203
Wallis		Barberine	1820	— 2	194	192
Gotthard-Süd		Trübsee	1770	+ 3	173	176
Bernalpen		Hahnenmoos	1930	—13	120	107
Bernalpen		Kleine Scheidegg	2040	—24	130	106
Graubünden-Süd		Zuoz	1750	+ 5	71	76

$\Delta h$  = Interpolationswert der betr. Station     $h_{\max}$  = gemessene max. Schneehöhe     $h_H$  = reduzierte Schneehöhe

Ueberraschenderweise stehen auf dieser Zusammenstellung Ritom und Barberine an der Spitze. Während der Wert von Ritom einer einzigen schneefallreichen Periode zuzuschreiben ist (Ende März—anfangs April), verzeichnete Barberine den ganzen Monat März auffallend große Pegelstände und erreichte bereits am 15. März die Höhe von 193 cm ( $h_{1800} = 191$  cm). Im übrigen treten wiederum die Regionen Glarneralpen/Alpstein, Gotthard-Nord- und -Südseite sowie das Goms durch beträchtliche Werte hervor, während die Stationen in Nord-Graubünden eine Mittelstellung einnehmen und Jura, Bernalpen und südliche Wallisertäler ungefähr dieselben Höchstwerte erreichten; das Engadin hat wiederum die kleinste maximale Schneehöhe erhalten.

c) Vergleich der zeitlichen Verteilung der maximalen Schneehöhen

Ein zutreffendes Bild über den Charakter des vergangenen Winters vermittelt nachfolgende Tabelle 29: Mit Ausnahme in der Region Gotthard-Süd läßt sich die Zeit der größten Intensität der Schneefälle für keine Region oder Höhenlage eindeutig herauslesen. So verteilen sich z. B. innerhalb derselben Klimazone die maximalen Schneehöhen bis auf vier verschiedene Monate, und einzelne Stationen haben ihren Höchstwert mehrmals und zum Teil zu weit auseinander liegenden Terminen erlangt.

Tabelle 29: Zeitliche Verteilung der maximalen Schneehöhen (\* Höhe bedeutet Schneehöhe)

Region	Station	Höhe ü. M.	Januar		Februar		März		April	
			Tag	*Höhe cm	Tag	*Höhe cm	Tag	*Höhe cm	Tag	*Höhe cm
Jura	Chasseron	1535					16. + 21.	84		
Berner- und Waadtländer- Alpen	Kl. Scheidegg Hahnenmoos Ottenleubad Wengen	2040							4./5.	130
		1930						4./5.	120	
		1430	10./11	60	7.	60	3.	60		
		1300			6.—8.	63				
Gotthard- Nord	Jochpaß Trübsee Andermatt Engelberg	2215							2./3	270
		1770					26.	173		
		1444			6.	98				
		1016			7.	46				
Glarneralpen Alpstein	Piz Sol Garichte Schwägalp	2230							5.	238
		1565					15.	136		
		1300			6.	120				
Graubünden- Nord	Weißfluhjoch Hinterrhein Davos (Kurp.) St. Antönien Obersaxen Klosters	2540					30.	218		
		1630							4.	105
		1556	15.	75						
		1400	15.	90						
		1300	12.	54						
		1194			7.	85				
Wallis	Rotenboden Riffelberg Barberine Zermatt Ulrichen	2700					20./21.	175		
		2585	15./16.	140					5.	194
		1820								
		1600	15./16.	80			12.	80		
		1345	12.	106			12.	106		
Gotthard-Süd	Ritom Bedretto	1850							2.	203
		1435							2.	100
Graubünden- Süd	Alp Languard Berninahäuser Zuoz Cavaglia Poschiavo	2370					30.	185		
		2049							4.	256
		1750					30.	71		
		1693							5.	150
		1014			9.	73				

### 3. Die mittleren Schneehöhen (vgl. Fig. 16)

Die Frage des Schneereichtums der verschiedenen Gegenden haben wir wiederum mit Hilfe der auf eine einheitliche Meereshöhe interpolierten Schneehöhen zu lösen versucht. Als Vergleichshöhe wählten wir 1800 m ü. M. Die Zusammenstellung auf Seite 52 erstreckt sich über die Monate Dezember bis April; zum Teil fehlende Resultate der beiden Monate Dezember und April und das sehr frühe Ausapern vieler Stationen verhinderten jedoch den Vergleich über alle Wintermonate. Dieser umfaßt daher nur die Monate Januar bis März (Fig. 16). Auch dieser Vergleich wirft ein treffendes Bild auf die Geschehnisse im vergangenen Winter:

- Die durchschnittliche monatliche Schneehöhe in den drei Monaten Januar bis März weist nur relativ unbedeutende Unterschiede auf; diese Tatsache bestätigt, daß sich entgegen jahrelanger Erfahrungen im Berichtswinter keine der drei Perioden zum spezifischen Hochwintermonat entwickelt hat.
- Die monatlichen regionalen Unterschiede in den Schneehöhen sind bedeutend einheitlicher als in den Vorwintern und ohne Extremwerte; so erweisen sich die Regionen 2, 3 a und 4 als in jedem Monat schneereicher als die Basisregion 3, während die Region 1 durchwegs leicht unterdurchschnittliche, die Region 6 infolge ihres großen Defizits im Januar den ge-

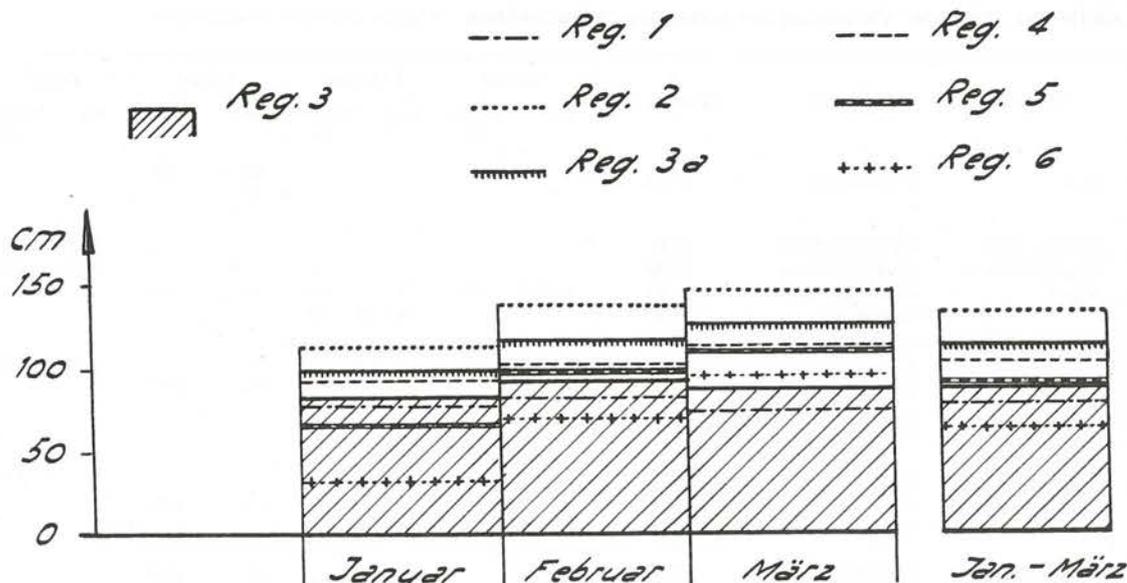


Fig. 16: Vergleich der durchschnittlichen monatlichen Schneehöhen (reduziert auf 1800 m Meereshöhe)

ringsten Durchschnittswert aufweist und die Region 5 dank ihrer Föhn-niederschläge Ende März dem Vergleichswert der Region 3 gesamthaft am nächsten kommt.

- c) Die Verhältnisse der Region Graubünden-Nord erweisen sich wiederum als zuverlässige Vergleichsbasis, wenn auch der gesamtschweizerische Mittelwert um weniges höher liegen würde. Doch der Vorteil, daß diese Region kaum je Extremwerte zu verzeichnen hat — siehe Winter 1945/46! — und zudem Stationen verschiedener Höhenlagen und regionaler Schattierungen zur Mittelbildung herangezogen werden können, läßt die angewandte Vergleichsmethode auch für die Zukunft als zweckmäßig erscheinen.

#### 4. Der Einfluß der Meereshöhe (Fig. 17)

Mit den Resultaten der Meßstellen soll versucht werden, den Einfluß der Meereshöhe auf die Schneehöhe abzuklären. Die diesbezüglichen Resultate drängen vor allem eine Forderung auf: Alle Meßstellen einer Region, welche zu dieser Gegenüberstellung herangezogen werden sollen, müssen in einheitlichen Klimaregionen gelegen sein. Paßstationen sind zu meiden. So zeigt sich z. B., daß die Werte vom Prätigau nicht mit denjenigen von Davos-Büschalp-Weißfluhjoch vereinigt werden dürfen, ebenso nicht diejenigen des Puschlav mit jenen des Engadin, und daß auch die Meßreihe Bellinzona-Airolo-Bedretto-All'Acqua-San Giacomo infolge der großen Zwischendistanzen keine Einheit bildet. Die Unregelmäßigkeit in den Walliserwerten ist auf einen örtlich ungünstig placierten Pegelstandort zurückzuführen. Andererseits zeigen Regionen, welche die Bedingung der Einheitlichkeit der Klimaregionen erfüllen, sehr aufschlußreiche Werte, so z. B. Region 1 und 2. Immerhin vermag die in Fig. 17 enthaltene Darstellung einen recht interessanten Ueberblick über die Verhältnisse an den zwei Hochwinterdaten vom 1. Februar und 1. März zu vermitteln; sie zeigt z. B., daß die 2 m-Schneegrenze auch in den schneereichen Gegenden erst in ca. 2500 m ü. M. erreicht wurde.

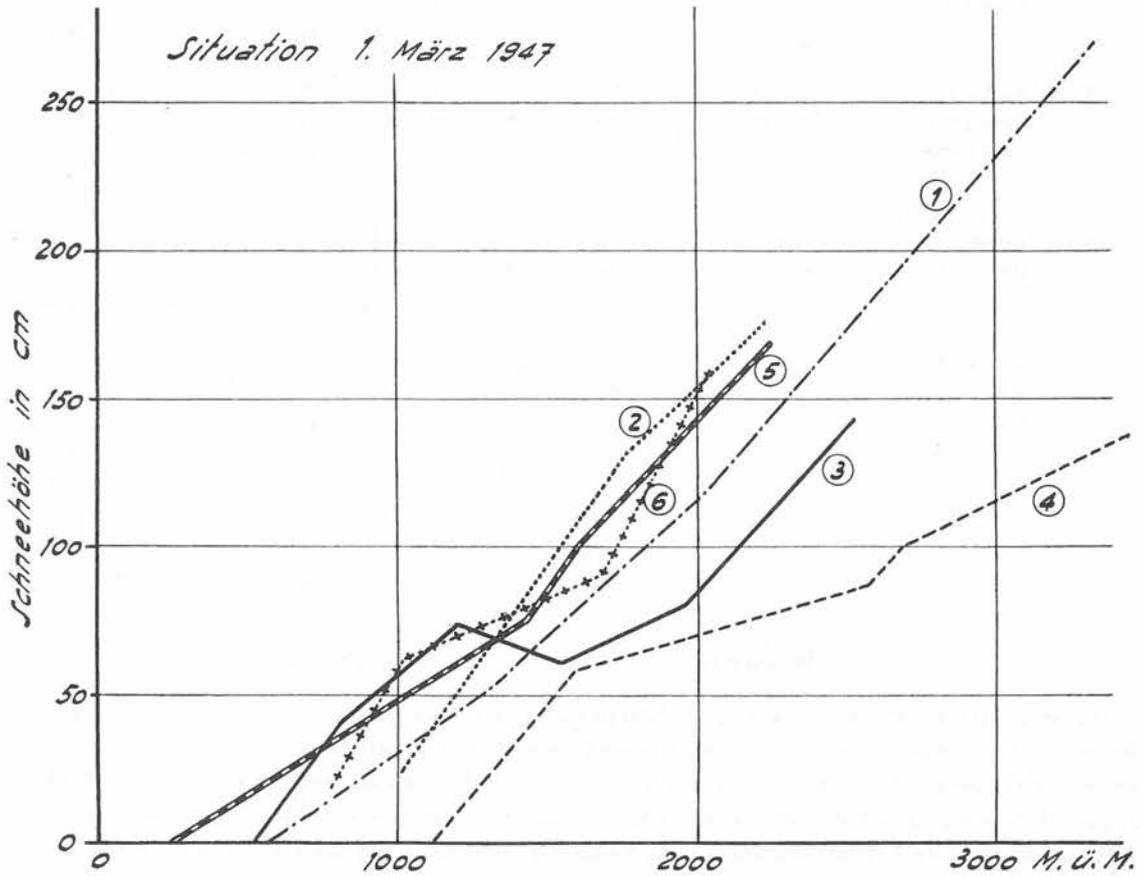
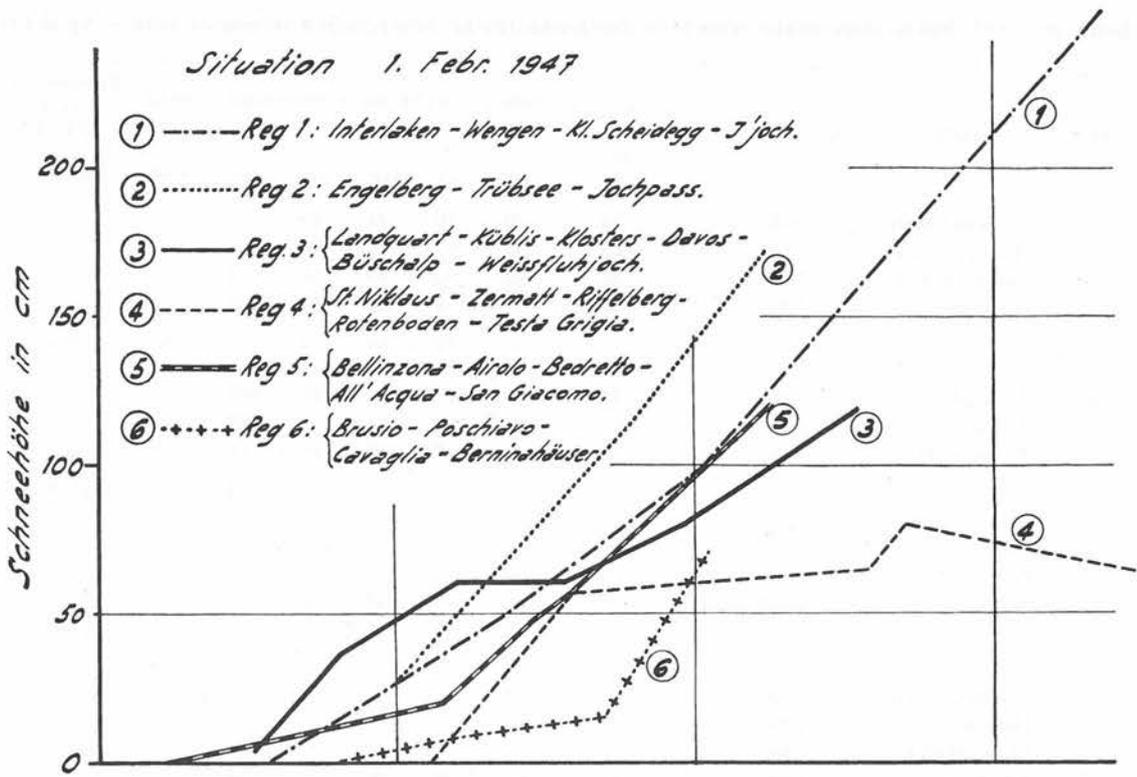


Fig. 17: Schneehöhen in Funktion der Meereshöhe

Tabelle 30: Auf 1800 m Meereshöhe reduzierte durchschnittliche Schneehöhen Dezember 1946 — April 1947

Region	Station	Meereshöhe	h 1800 m cm	reduz. durchschn. Schneehöhe 1800 m cm						Vergleichs- wert 1945/46
				Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Jan.-März	
1	Kl. Scheidegg	2040	— 24	38	76	74	88	—		
	Hahnenmoos	1930	— 13	—	64	79	80	—		
	Ottenleubad	1430	+ 37	62	82	83	68	0		
	Wengen	1300	+ 50	—	94	98	65	0		
					—	79	84	75	—	79
2	Jochpaß	2215	— 41	—	122	141	183	184		
	Trübsee	1770	+ 3	75	118	161	150	123		
	Andermatt	1444	+ 36	73	106	119	109	41		
					74	115	140	147	116	134
3 a	Piz Sol	2230	— 43	—	—	81	113	—		
	Garichte	1565	+ 23	76	110	127	139	90		
	Schwägalp	1300	+ 50	—	—	147	132	—		
					— ca.100	118	128	—	115	(180)
3	Weißfluhjoch	2540	— 74	14	41	58	95	107		
	Davos	1556	+ 25	59	79	87	72	0		
	St. Antönien	1400	+ 40	76	99	105	102	0		
	Obersaxen	1300	+ 50	63	84	90	71	0		
	Klosters	1194	+ 61	99	121	132	110	0		
					62	85	94	90	—	90
4	Barberine	1820	— 2	65	87	102	148	115		
	Zermatt	1600	+ 20	46	74	79	68	7		
	Ulrichen	1345	+ 45	95	125	129	128	59		
					69	95	103	115	60	104
5	Ritom	1850	— 5	35	55	92	119	—		
	Bedretto	1435	+ 36	66	79	107	109	—		
					50	67	100	114	—	94
6	Alp Languard	2370	— 57	—	15	32	67	63		
	Berninahäuser	2049	— 25	24	40	102	142	134		
	Zuoz	1750	+ 5	26	42	61	56	16		
	Cavaglia	1693	+ 11	17	26	79	116	85		
					22	31	69	95	75	65

### 5. Wasserwerte der Schneedecke (vgl. Fig. 18)

Wenn für die Touristik in erster Linie Mächtigkeit und Dauer der Schneedecke einer bestimmten Gegend von Interesse sind, so gilt die Aufmerksamkeit der Elektrizitätswirtschaft z. B. vor allem der in der Schneedecke aufgespeicherten Wassermenge. Daß dieses Problem für unsere Elektrizitätspolitik von stetig wachsender Bedeutung ist, mag der Hinweis erhellen, daß in 2000 m Meereshöhe bereits rund die Hälfte, in 2500 m ü. M. sogar ca. 70 % aller Niederschläge in Form von Schnee fallen und in der Schneedecke aufgespeichert werden.

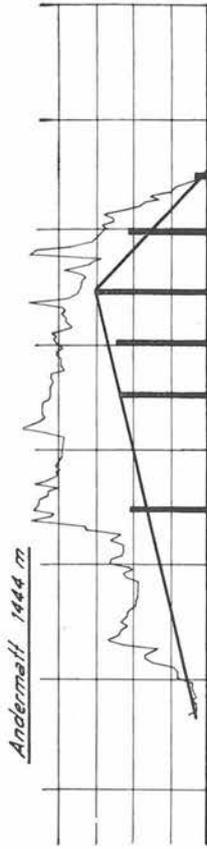
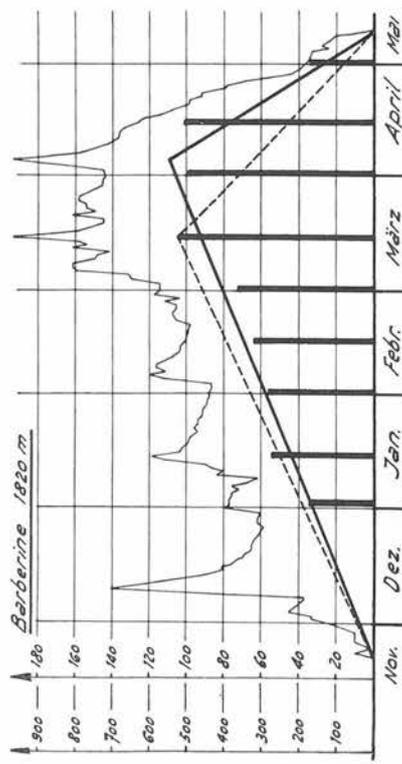
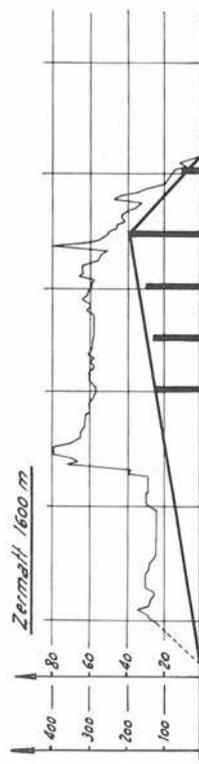
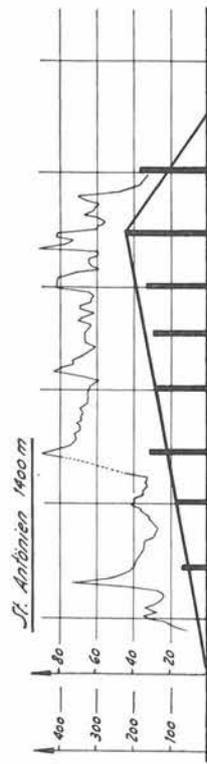
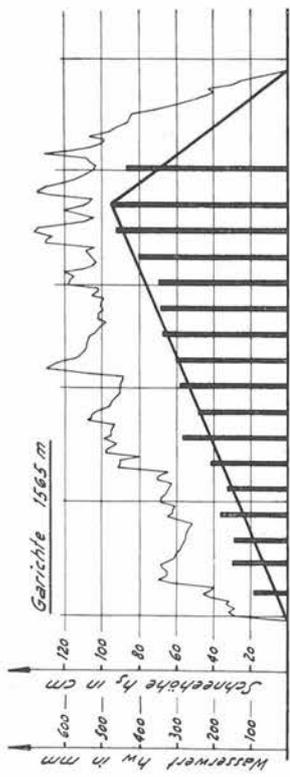


Fig. 18: Wasserwerte der Schneedecke

Es harren vor allem folgende Teilfragen einer Beantwortung:

- Maximaler Wert des in der Schneedecke aufgespeicherten Wassers.
- An welchem Datum wird dieser erreicht?
- Wann beginnt der Abfluß der Wassermassen und wie lange dauert er?
- Wie groß ist der Einfluß der Meereshöhe auf den Wasserwert der Schneedecke?

Von unseren Vergleichsstationen waren im Berichtswinter deren sieben zur Wasserwertbestimmung ausgerüstet.<sup>5</sup> Der Wasserwert ( $= h_w$ ) der gesamten Schneedecke wurde je am 1. und 15. des Monats anlässlich der Profilaufnahme und bei täglichen Neuschneemengen von 10 cm und mehr registriert. Zweifellos ist das vorliegende Beobachtungsmaterial zu spärlich, um einigermaßen gültige Schlüsse vermitteln zu können; zudem hat der eigentümliche Verlauf des Winters auch dieses Problem beeinflusst und kaum Werte geschaffen, die Allgemeingültigkeit haben dürften. Die vorhandenen Resultate wurden trotzdem in den Bericht aufgenommen, weil sie immerhin einige Anhaltspunkte vermitteln, die resultatmäßig oder in bezug auf die Aufnahmemethode von Interesse sind:

— Während durch die Dauer der Schneebedeckung Beginn der Aufspeicherung und Ende des Abflusses klar bestimmt sind, kann die dritte Größe des gesuchten Dreiecks (Fig. 18), — Datum und Ausmaß des maximalen Wasserwertes — durch die 14tägigen Meßintervalle bedingt, nicht eindeutig festgelegt werden. Immerhin dürfte der gemessene Wert oft dem gesuchten sehr nahe kommen (z. B. St. Antönien), während in extremen Fällen durch Interpolation ein wirklichkeitsnahes Bild gefunden werden kann; so z. B. bei Barberine, wo entgegen dem am 15. März gemessenen maximalen Wert von 520 mm auf einfache Art das richtige Resultat bestimmt wurde:

$$\begin{array}{rcl} h_w \text{ am 1. 4.} & = & 505 \text{ mm} \\ + \text{ Zuwachs 2.—5. 4.} & = & 58 \text{ mm} \\ \hline \text{Maximaler Wasserwert am 5. 4.} & = & 563 \text{ mm} \end{array}$$

— Tief gelegene (Davos, Obersaxen, St. Antönien, Andermatt) und relativ schneearme Stationen (Zermatt) erreichten den maximalen Wasserwert einheitlich um den 15. März, während zunehmende Meereshöhe einerseits und Schneereichtum andererseits ein Hinausschieben dieses Datums zur Folge hatten (Garichte, Barberine, Davos-Büschalp-Weißfluhjoch).

— Wie sich die Verhältnisse mit verschiedener Höhenlage ändern, zeigt das Beispiel Davos-Büschalp-Weißfluhjoch. Dabei ist allerdings zu beachten, daß die drei maximalen Wasserwerte nicht ohne Einschränkung miteinander verglichen werden dürfen, weil sie nicht den Gesamtniederschlägen derselben Dauer entsprechen; in Davos z. B. ist so wohl von Mitte Oktober bis Mitte November, wie Ende März bis anfangs April Niederschlag in Form von Regen gefallen, und dieser kommt deshalb nicht in  $h_w$  zum Ausdruck. Das Problem dreht sich aber nicht in erster Linie um die gesamte Wassermenge einer bestimmten Zeitperiode — über die der Totalisator auf einfachere Art Auskunft gibt — sondern um dasjenige der Speicherung: In welcher Zeit hat sich der Niederschlag in Form von Schnee angesammelt und welches Ausmaß hat er erreicht. Anhand unseres Beispiels ergeben sich die diesjährigen Verhältnisse wie folgt: In Davos häuften sich die Schneemassen vier Monate lang zu einer maximalen Wassermenge von 176 mm an, während auf Büschalp in fünf Monaten ein Maximum von 362 mm erreicht und auf Weißfluhjoch von Mitte Oktober bis Mitte April ( $= 6$  Monate) 628 mm Wasser in der Schneedecke aufgespeichert wurde, oder in Zahlen ausgedrückt:

**Tabelle 31: Maximale Wasserwerte der Schneedecke**

	Davos	Büschalp	Weißfluhjoch	Verhältnis ca.
Meereshöhen:	1560 m	1960 m	2540 m	4 : 5 : 6
Dauer der Aufspeicherung:	4 Monate	5 Monate	6 Monate	4 : 5 : 6
Maximaler Wasserwert:	176 mm	362 mm	628 mm	4 : 8 : 14

<sup>5</sup> Durch die Abteilung für Hydrologie der Versuchsanstalt für Wasserbau an der ETH.

Während die Zeit der Aufspeicherung ungefähr proportional zur absoluten Meereshöhe ändert, scheint der maximale Wasservert mit zunehmender Meereshöhe in rund doppeltem Ausmaß anzusteigen.

### 6. Zusammenfassung

Der Winter 1946/47 war zufolge des außerordentlich frühen Ausaperns kurz. Er war niederschlags- und schneearm und ohne spezifische Hochwinterperiode. In sämtlichen Regionen des schweizerischen Alpengebietes nahm er einen auffallend parallelen Verlauf.

## III. Schneedeckenentwicklung und Lawinen

### 1. Allgemeines

Zu einer auf Zuverlässigkeit Anspruch erhebenden Beurteilung der Lawinengefahr ist die Kenntnis des Schneeprofiles unvermeidlich; alle übrigen Einflüsse, wie Neuschneezuwachs, Erwärmung, Abkühlung usw. können in ihren Auswirkungen nur richtig abgeschätzt werden, wenn der Zustand der vorhandenen Schneedecke — differenziert nach Region, Exposition und Meereshöhe — bekannt ist. Es muß deshalb im gesamten Beobachtungsprogramm die Tendenz vorherrschend sein, möglichst viele, zuverlässig aufgenommene Schneeprofile zu erhalten.

Unser heutiges Beobachtungsnetz genügt diesen Forderungen weitgehend. Immerhin sind weitere Verbesserungen unumgänglich. Diese haben vor allem in zwei Richtungen zu erfolgen: Errichten von neuen Stationen in bisher ungenügend dotierten Gebieten und Weiterausbildung der Beobachter in der Technik der Profilaufnahme.

Unserer Besprechung der regionalen Schneedeckenentwicklung im Berichtswinter legen wir — wie im Vorwinter — je ein Zeitprofil einer Station pro Region zu Grunde (Figuren 19—23) und ziehen die übrigen Stationen zum Vergleich heran, wo dies wünschenswert erscheint.

### 2. Die Schneedeckenentwicklung in den Waadtländer und Berneralpen (vgl. Figur 19).

Vergleicht man zwei zur selben Zeit aufgenommene Profile der beiden, auf gleicher Meereshöhe gelegenen Stationen Büschalp und Hahnenmoos, so lassen sich die gleichen Hauptmerkmale feststellen: Früh einsetzende Schwimmschneebildung und äußerst geringe Rammwiderstände.

Leider erstrecken sich die kontinuierlichen Beobachtungen von Hahnenmoos auf eine relativ kurze Zeit, so daß wir die über eine längere Zeitspanne vorhandenen Werte von Kleine Scheidegg zur Darstellung als Zeitprofil verwenden mußten. Diesem Profil haften alle Nachteile einer hoch gelegenen Paßstation an, doch läßt sich bei bewußter Außerachtlassung örtlich bedingter Einflüsse das winterliche Geschehen trotzdem recht gut verfolgen.

Bereits im ersten Profil von Mitte Dezember sind die bodennahen Schichten grobkörnig. Den Schneefällen von Mitte Dezember folgende Winde verursachten eine Verdichtung der Oberflächen-

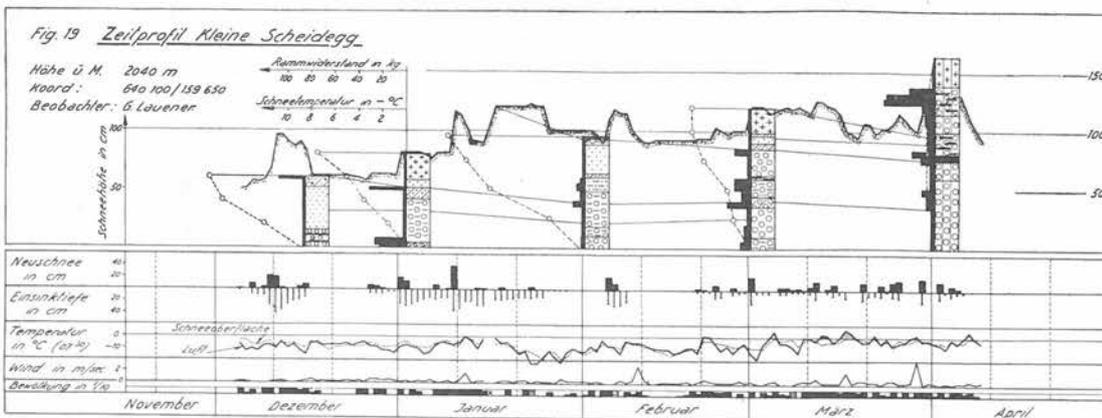


Fig. 19: Zeitprofil Kleine Scheidegg

schicht. Wir finden sie im Profil vom 2. Januar als feinkörnig-hart wieder, während die Metamorphose bereits den anfangs Dezember gefallenen Schnee erfaßt und in grobkörnige Struktur verwandelt hat. Die häufigen kleinen Neuschneefälle und tiefen Temperaturen mögen es verhindert haben, daß sich die Januarschichten günstig verfestigen konnten. So haben sich bis am 20. des Monats die Verhältnisse nicht geändert: lockeres Fundament, verdichtete Dezemberschicht, an welcher die der Höhe zustrebende Vergrößerung der unteren Schichten Halt gemacht, und unverfestigte Oberflächenschichten. Diese Zusammensetzung des Profils ändert sich bis anfangs Februar nur insofern, als die verfestigte Dezemberschicht nun auch grobkörnig geworden ist. Den Schneefällen der ersten Februardekade folgten in der langen heiteren und niederschlagsfreien Periode starke Winde und zum Teil hohe Temperaturen, deren vereinte Wirkung die zweite bleibende, verfestigte Schicht des Profils herausbildeten. Darunter ist bis 1. März die Januarablagerung grobkörnig geworden, und der wesentliche Temperaturanstieg in sämtlichen Schichten deutet auf die oft milde Witterung der letzten Februardekade hin. Der März brachte die größte Anzahl Tage mit Niederschlägen (16), die jedoch durchaus geringes Ausmaß hatten und deshalb keine wesentliche und plötzliche Ueberlastung verursachten; häufige sehr hohe Temperaturen hatten zudem eine sukzessive Nässung und Verharschung dieser Oberflächenschichten zur Folge. Das Profil vom 1. April spiegelt sowohl die Märzverhältnisse, wie den gesamten Winterablauf nochmals deutlich wider: lockeres Fundament aus vor dem 10. Dezember gefallenen Schichten, mäßige Verfestigung der Dezember- bis Februarniederschläge, sehr starke Verkrustung des Märzschnees, ganzes Profil bereits durchnäßt und mit Ausnahme des jüngsten Zuwachses grobkörnig. Der Verlauf der Schneehöhenkurve in der ersten Aprildekade veranschaulicht die Intensität, mit welcher hier der Abbau der Schneedecke vor sich ging.

Auffallend ist, daß auf Kleine Scheidegg keine Schwimmschneebildung beobachtet werden konnte. Dies dürfte unseres Erachtens auf folgende Ursachen zurückzuführen sein:

- a) Südlage: erfahrungsgemäß ist die Tendenz zur Schwimmschneebildung in Südexposition infolge des flachern Temperaturgradienten Boden-Schneedecke-Luft geringer als an Schattenhängen.
- b) Windverhältnisse: sehr oft werden die geringen frühwinterlichen Schneemengen durch nachfolgende Winde weggefegt und dadurch eine ruhige Fundamentbildung mit der starken Umkristallisation des ersten Schnees verunmöglicht.

Lawinen sind in dieser Region im Berichtswinter nur wenige beobachtet worden. Unfälle mit Menschenopfern waren drei zu verzeichnen. Sachschaden ist lediglich an der Mürrenbahn verursacht worden.

### 3. Die Schneedeckenentwicklung im Gotthardgebiet (vgl. Figur 20)

In der Beurteilung der Lawinenverhältnisse unterteilen wir das Gotthardgebiet in der Regel nach Nord- und Südseite. Die diesjährige Profilbesprechung kann jedoch eine Ausnahme bilden, da die Schneedeckenentwicklung auf sämtlichen Stationen beider Expositionen sehr ähnlich verlief.

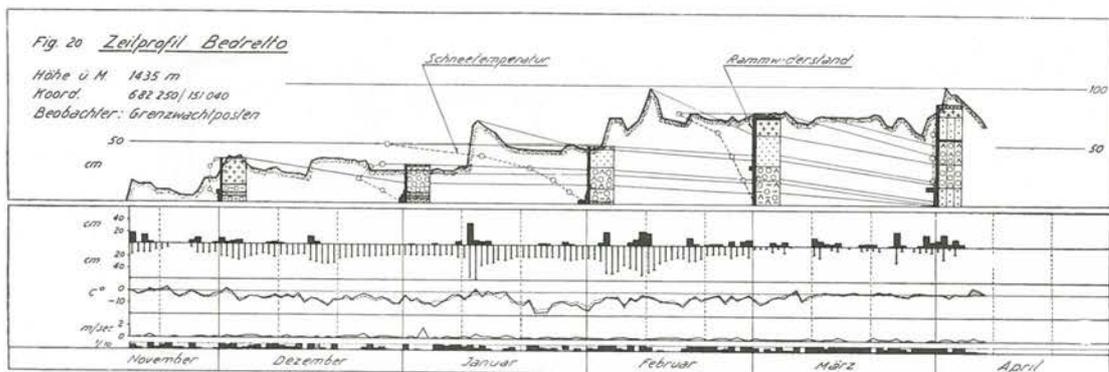


Fig. 20: Zeitprofil Bedretto

Lediglich Trübsee scheint eine Ausnahme zu machen, doch ist das dortige Versuchsfeld etwas zu nahe am See, was eine frühwinterliche Durchnässung und nachherige Vereisung der bodennahen Schichten zur Folge hat. In Andermatt war eine eingehende Instruktion des neuen Beobachters leider nicht möglich, und so legen wir unserer Betrachtung das Zeitprofil von Bedretto, 1435 m ü. M., zu Grunde.

Wie Andermatt hat auch Bedretto den ersten bleibenden Schnee Mitte November erhalten. In der Folge verursachten Strahlung, hohe Temperaturen und Regen bis zum 25./26. ein starkes Schwinden und Verharschen dieser Schneedecke. Der Dezember bringt nur zwei unwesentliche Neuschneefälle, und in den langen, niederschlagsfreien Perioden ist die wenig mächtige Schneedecke einer sehr starken Metamorphose unterworfen: am 1. Januar ist sie bereits durchgehend grobkörnig, und lediglich die unterste Schicht weist eine unbedeutende Verfestigung auf. Die Witterungseinflüsse mit den zum Teil tiefen Temperaturen wirken noch weitere 10 Tage — bis 11. Januar — auf diese stark metamorphe Schicht, und in dieser Periode bilden sich die ersten Schwimmschneekristalle aus. Am 12. Januar endlich fällt bei hohen Temperaturen eine Neuschneesicht von ca. 40 cm, und auch in den drei folgenden Tagen ist noch ein geringer Zuwachs zu verzeichnen. Darauf sinkt die Lufttemperatur, und ein großer Temperaturgradient Boden-Schneeoberfläche läßt eine weitere Vergrößerung der einzelnen Schneeschichten als wahrscheinlich erscheinen. Tatsächlich ist der Zuwachs vom 12.—15. Januar am 1. Februar feinkörnig und am 15. Februar schon in eine mit dem Fundament übereinstimmende, lockere Schwimmschneesicht umgewandelt. Inzwischen — am 3./4. und 8.—11. Februar — sind weitere, größere Schneefälle eingetreten, diesmal bei tiefen Temperaturen. Auch dieser Zuwachs vermag dem Profil keine Stabilität zu geben. Diese Schicht — zusammen mit dem Zuwachs vom 18. Februar — bleibt feinkörnig-locker bis zu ihrer Durchnässung, auch dann, als die überlagernden Schichten verharschen und sogar in Schwimmschnee verwandelt werden! Etwa am 8. März beginnt die Durchnässung. Doch treten noch häufig Neuschneefälle ein, und um die Monatswende haben diese sogar einen Anstieg der Schneehöhe bis zum winterlichen Maximum (2. April) zur Folge. Der Abbau erfolgt dann allerdings sehr rasch, so daß das Versuchsfeld Mitte des Monats schneefrei wurde.

Lawinen wurden in beiden Gotthardregionen wenige beobachtet. Eine erste Lawinenperiode entstand nach den Schneefällen vom 12. Januar, eine zweite in Lagen über ca. 1800 m ü. M. im März — vor allem in den beiden ersten Dekaden. Es handelte sich dabei aber durchwegs um Niedergänge mit kleinem Ausmaß.

#### 4. Die Schneedeckenentwicklung in der Region Glarneralpen/Alpstein (vgl. Figur 21)

Der Schneedeckenaufbau auf Garichte, 1565 m ü. M., weicht von den bisher besprochenen Profilen insofern ab, als dort die Schneedecke im Hochwinter über eine kurze Zeitspanne eine gewisse Verfestigung aufwies. Diese Erscheinung ist weniger einer von den übrigen Regionen stark abweichenden Schneedeckenentwicklung in diesem Gebiete, als den Temperatur- und Strahlungsverhältnissen des dortigen Versuchsfeldes zuzuschreiben.

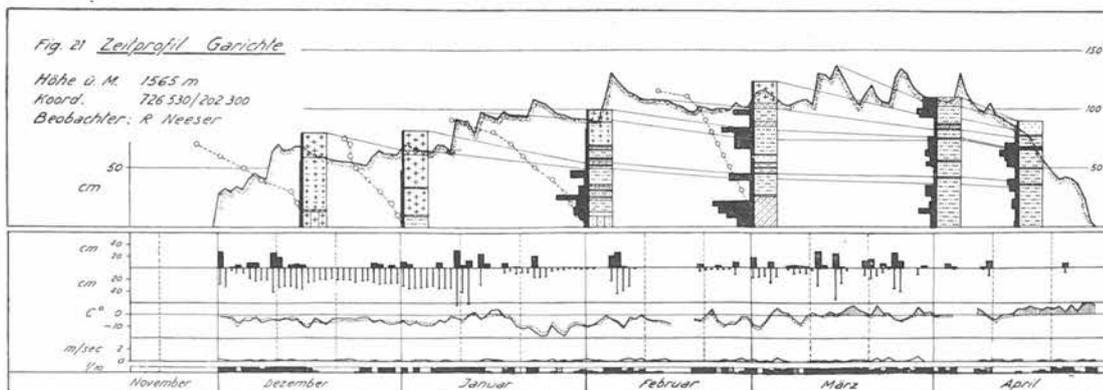


Fig. 21: Zeitprofil Garichte

Der erste bleibende Schnee fiel in Garichte am 1. Dezember, also einige Tage später als in Lagen gleicher Höhe von Graubünden-Nord. Die hohen Temperaturen führten dazu, daß diese erste ca. 30 cm mächtige Schicht als Naßschnee abgelagert wurde. Die nachfolgende Schönwetterperiode hat auf dem schattigen Feld weit weniger Veränderungen verursacht als an sonnenbeschienenen Stellen; so sind einerseits die Oberflächenschichten filzig und locker geblieben (vgl. Einsinktiefe), und andererseits hat die verhältnismäßig gute Packung eine intensive Metamorphose der Bodenschichten verhindert.

Die Weiterentwicklung wird vor allem durch die sehr hohen Temperaturen um die Mitte des Monats Januar bestimmt; die ganze Schneedecke wird erwärmt und weist am 15. des Monats mit Ausnahme der Oberflächenschicht Null-Grad-Temperatur auf. Bis zum 1. Februar werden sämtliche vor dem 10. Januar gefallenen Schichten feinkörnig und verfestigen sich zu einer mittelharthen Schicht, die dem ganzen Profil ein recht stabiles Aussehen verleiht. Während des ganzen Monats Februar ändert sich an diesem Aufbau grundsätzlich nichts; Wind und hohe Temperaturen geben der Schneeoberfläche das Gepräge. Trotzdem der März recht häufige und ansehnliche Neuschneemengen bringt, ist es aber die Temperatur, welche der weiteren Entwicklung der Schneedecke den Stempel aufdrückt. Schon vom 4.—7. März sind Morgentemperaturen von + 1 bis + 6° C zu verzeichnen, und in der Folge dürfte die Null-Gradgrenze nur an wenigen Tagen nicht überschritten worden sein. Die ganze Schneedecke wird durchgehend naß, und die vielen Neuschneefälle vermögen ein außergewöhnlich frühes Ausapern wohl zu verhindern, doch zu einer ihrer Mächtigkeit entsprechenden Schneehöhe reicht es nicht mehr. Mit Beginn der zweiten Aprildekade schwindet die Schneedecke täglich durchschnittlich 6 cm, und am 28. des Monats ist das Versuchsfeld schneefrei.

### 5. Die Schneedeckenentwicklung im Wallis (vgl. Figur 22)

Bei den vier Walliser Stationen fällt folgendes auf: Aehnlichkeit der Schneedeckenentwicklung von Goms und Zermatt, Sonderstellung von Barberine. Die Gründe hierfür sind anhand der Schneehöhenkurven (Figur 14) leicht zu erkennen: Während der erste bleibende Schnee im mittleren und oberen Wallis in der zweiten Novemberdekade fiel und bei unbedeutendem Zuwachs bis 9. Januar allen Witterungseinflüssen ausgesetzt war, wurde das Versuchsfeld Barberine erst am 23. November eingeschneit und erhielt kurz darauf — 8. bis 10. Dezember — den intensivsten Schneefall des ganzen Winters. Damit waren hier grundsätzlich andere Voraussetzungen für die weitere Entwicklung geschaffen. Da dieser entscheidende Schneefall aber nur den westlichen Teil der Walliser Alpen erreicht hat, sehen wir von einer eingehenden Besprechung der Schneeverhältnisse in Barberine ab und legen unserer Betrachtung das Profil von Ulrichen, 1345 m ü. M., zu Grunde.

Das Goms wurde in den Tagen vom 17. bis 19. November eingeschneit. Dieser Niederschlag fiel mengenmäßig aber nur gering aus, und häufige Temperaturen über dem Gefrierpunkt trugen dazu bei, daß die Schneedecke bis am 25./26. November auf 8 cm zusammenschmolz. Auf diese verharschte Bodenschicht fielen vom 30. November bis 11. Dezember fast täglich einige Zentimeter

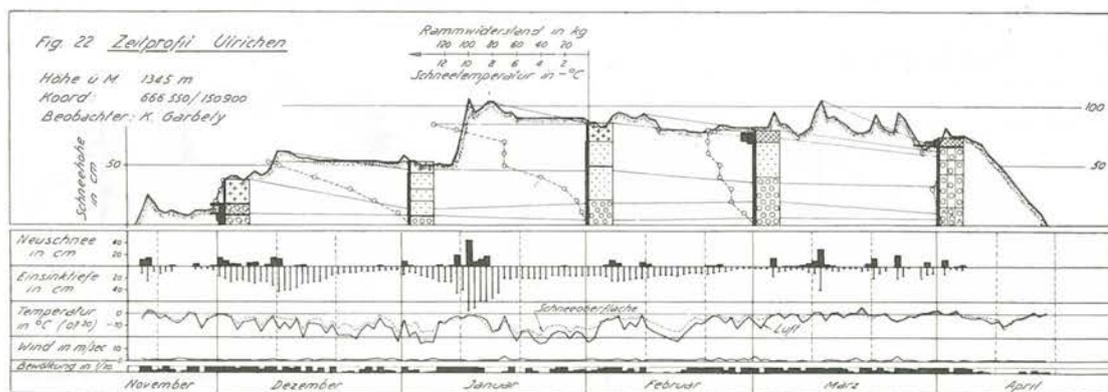


Fig. 22: Zeitprofil Ulrichen

Neuschnee. Die totale Schneehöhe erreichte dadurch 63 cm (Münster 45 cm, Zermatt 30 cm). Mit dem Abschluß dieser Schneefälle begann die bis 9. Januar dauernde Schönwetterperiode, während welcher das Fundament der Schneedecke 1946/47 weitgehend bestimmt wurde: Die tiefen Temperaturen verhinderten eine Setzung der Schneeschichten, und der große Temperaturunterschied zwischen Boden-Schneeoberfläche förderte die Metamorphose und lockerte dadurch die verharschte Bodenschicht auf. Als am 10. Januar die intensivste Niederschlagsperiode des Winters einsetzte, war die Altschneesicht mit ihren körnig-weichen Schichten in einem für die weitere Entwicklung denkbar ungünstigen Zustand. Die Schneefälle vom 10. bis 15. Januar hätten dank ihrem Ausmaß wohl eine Verfestigung mindestens des Neuschnees mit sich bringen können, doch verhinderten sehr tiefe Temperaturen eine solche Entwicklung. Die gesamte Schneedecke machte deshalb bis anfangs Februar keine merkliche Veränderung durch. Immerhin dürfte in dieser Periode eine wesentliche Vergrößerung der Bodenschichten stattgefunden haben. Im nächsten Profil (15. Februar) erscheinen diese als mit Schwimmschneekristallen durchsetzte, grobkörnige Schicht und damit ist die Möglichkeit zu einer — wenn auch späten — Verfestigung des Fundamentes kaum mehr vorhanden. In der Tat änderte sich in den vor Mitte Januar gefallenen Schichten bis zu ihrer Durchnässung nichts mehr. Die November-Dezember-Schicht hatte ihren Endzustand (Schwimmschnee) erreicht, die Januarschicht blieb feinkörnig-locker. Umso größere Veränderungen vollzogen sich an der Oberfläche. Der während der langen Schönwetterperiode der zweiten Januarhälfte entstandene Harschdeckel bildete in der Folge den unteren Horizont der Oberflächenschichten, die den Witterungseinflüssen und vor allem den teilweise schon hohen Temperaturen ausgesetzt waren. Ihre vorläufige Endform fand diese Schicht in einem ausgeprägten Oberflächenharsch, den Regen und hohe Temperaturen in der zweiten Märzdekade aber rasch auflösten. Kurz darauf — wahrscheinlich am 19. März — dürfte die gesamte Schneedecke durchnäßt gewesen sein. Die wenigen noch folgenden Schneefälle vermochten das Ende des Winters um Tage hinauszuschieben. Am 19. April war Ulrichen schneefrei, während das etwas weniger schneereiche Münster (1360 m ü. M.), bereits am 14. April das Ausapern des Versuchsfeldes hatte melden können. Im Zermattetal hatte der Frühling seinen Einzug noch früher gehalten; Zermatt, 1600 m ü. M., war bereits am 6. April schneefrei gewesen.

Es darf als ein Glück bezeichnet werden, daß in den schon so oft von Lawinen heimgesuchten Tälern des Goms und der Visp in den Hochwintermonaten keine großen Schneefälle eingetreten sind; der denkbar ungünstige Aufbau der Schneedecke hätte sonst zu katastrophalen Lawinen-niedergängen führen müssen. So blieb das Goms von den bekannten Lawinen verschont, und im Zermattetal haben nur zwei kleine Schneebrettlawinen nach den Schneefällen vom 11./12. Januar einen Verkehrsunterbruch der Visp-Zermatt-Bahn verursacht. Die häufigen Naßschneelawinen nach dem 12. März hatten überall nur geringes Ausmaß und unseres Wissens keine Schäden zur Folge. Die beiden Lawinenunfälle bei Zermatt, bei denen Skifahrer verunglückt sind, beweisen, wie wenig tragfähig die Schneedecke war.

#### 6. Die Schneedeckenentwicklung im Engadin (vgl. Figur 23)

Die für den Winter 1946/47 typischste Schneedeckenentwicklung erfolgte entschieden im Engadin. Die ungünstigen Einflüsse traten hier in klarer Form auf.

Das Versuchsfeld in Z u o z (1750 m ü. M.) wurde am 29. November eingeschneit. Unmittelbar vorher war hier eine Altschneesicht weggeschmolzen worden, die auf Schattenseiten bis auf 1600 m ü. M. hinunter aber weiterbestand und dadurch in diesen Lagen eine gegenüber Zuoz noch früher einsetzende Umkristallisation zur Folge hatte. Der Schneefall vom 29. November bis 2. Dezember erreichte nur spärliches Ausmaß, und auch der intensivste Niederschlag des Frühwinters vom 10. Dezember ließ die Schneehöhe nur auf 28 cm anwachsen. Das kurze Zeit nachher aufgenommene erste Schneeprofil zeigte, daß die Bodenschichten bereits feinkörnig waren; eine Verfestigung hatte infolge der Temperaturverhältnisse und ungenügender Ueberlastung nicht stattfinden können. Dieser noch ca. 20 cm mächtigen und lockeren Schneedecke fiel in der folgenden

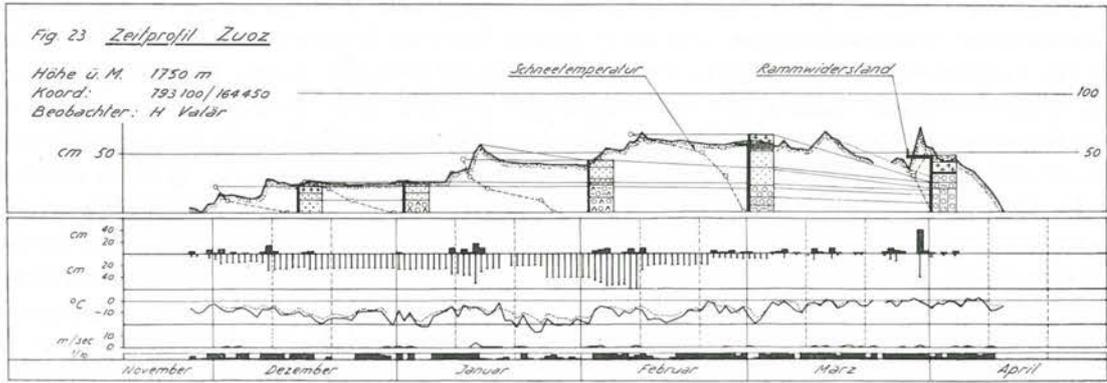


Fig. 23: Zeitprofil Zuoz

langen Schönwetterperiode mit ihren teilweise sehr tiefen Temperaturen die Aufgabe der Isolierung des Bodens zu! Wohl überbrückte sie dabei Temperaturunterschiede bis über  $20^{\circ}\text{C}$  und ließ die Bodentemperatur nie unter  $-1^{\circ}\text{C}$  absinken, doch erlitt sie dabei wesentliche Veränderungen: Ihre unterste Schicht wurde zu Schwimmschnee, die übrigen Schichten feinkörnig, und an der Oberfläche bildete sich durch die starke Ausstrahlung eine Reifschicht; eine wesentliche Setzung hatte nicht stattfinden können. Auf dieses äußerst lockere Gebilde fiel vom 10. bis 15. Januar unter heftigen Winden ca. 50 cm Neuschnee, wodurch die erste große Lawinenperiode des Winters ausgelöst wurde. In der Umgebung von Zuoz und Pontresina wurden in diesen Tagen mehrere Lawinen mittels Minenwerferbeschuß zum Niedergang gebracht. Bis 3. Februar folgte wiederum eine Schönwetterperiode, welche die tiefsten Temperaturen des Winters mit sich brachte. In der Schneedecke wurde nun auch die zweite Dezemberschicht von der Schwimmschneebildung erfaßt. Die Schneefälle vom 3. bis 11. Februar verursachten deshalb keine sehr kritische Lawinensituation, weil viele Hänge bereits in der Januarperiode entlastet worden waren. Immerhin stürzten in diesen Tagen eine Anzahl Schneebrettlawinen zu Tal, teilweise an Orten, wo bisher noch nie Lawinen beobachtet worden waren, und an einzelnen bekannten Lawinhängen löste sich der Schnee zum zweiten, teilweise sogar zum dritten Mal. Das Fehlen von größern Schneefällen und steigende Temperaturen, welche schon anfangs März zu einer Verharschung der Schneeoberfläche führten, hatten eine kurze lawinenfreie Periode zur Folge. Doch schon der geringe Schneefall vom 6./7. März dokumentierte die Instabilität der Schneedecke: in Lagen über 2300 m ü. M. erfolgten zahlreiche Schneebrettlawinen von zum Teil ungewöhnlichem Flächenausmaß. Als am 12. März nochmals Schneefall einsetzte und bis 16. März andauerte, mußte wiederum mit einem sofortigen Ansteigen der Lawinengefahr, vor allem in der Höhe, gerechnet werden. Tatsächlich wurden in den folgenden Tagen mehrere Schneebrettlawinen beobachtet. Der Abbau der immer noch unverfestigten, körnigen Schneedecke erfolgte unter dem Einfluß der hohen Temperaturen sehr rasch. Unerwartet aber erhielt das Engadin am 30. März den intensivsten Schneefall des ganzen Winters, und nochmals folgten lawinenreiche Tage. Auf der Alp Arpiglia bei Zuoz wurde der größte Sachschaden des Winters verursacht, und sogar die Minenwerfer der Gemeinden Zuoz und Pontresina traten nochmals in Aktion. Das Fundament der Schneedecke war zu dieser Zeit bereits bis über 2000 m ü. M. naß und begünstigte das Abgleiten der Neuschneesichten. Damit aber hatten auch die Engadiner Lawinen ausgetobt. Die Schneedecke schwand täglich, und am 13. April war das Versuchsfeld Zuoz ausgeapert.

Die Schneedeckenentwicklung im Engadin hatte den denkbar ungünstigsten Verlauf genommen; eine über den ganzen Winter über in diesem Ausmaß kohäsionslos gebliebene Schneedecke dürfte als Seltenheit zu werten sein. Wenn nicht mehr und größere Unglücksfälle eingetreten sind, so ist dies dem Umstand zuzuschreiben, daß große Schneefälle ausblieben und die häufigen kleinen Neuschneemengen abglitten, bevor sie sich zu einer namhaften Schicht hatten aufbauen können.

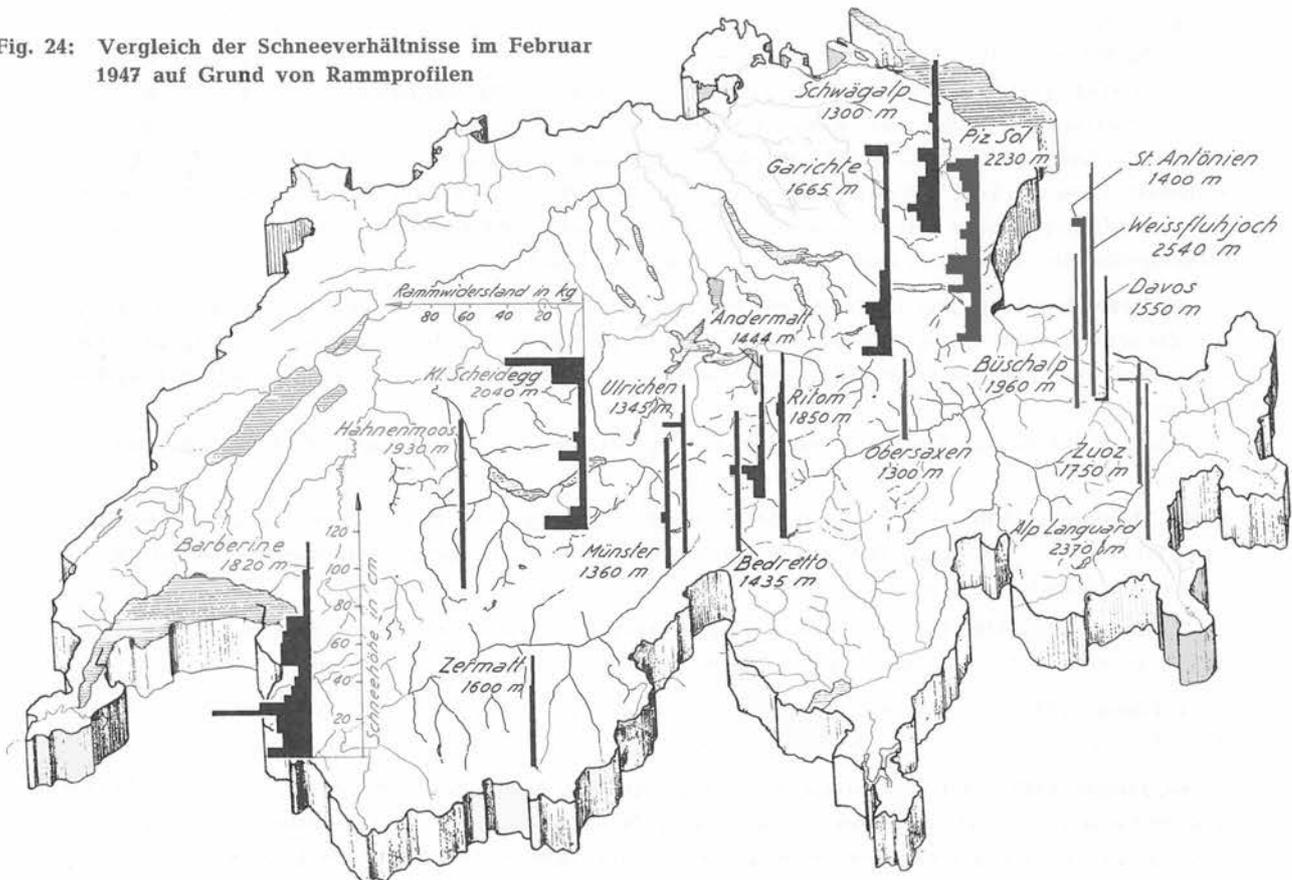
## 7. Zusammenfassung

Der Schneedeckenaufbau im Winter 1946/47 wies im ganzen Alpengebiet folgende gemeinsame Merkmale auf:

- Die erste bleibende Schneesicht hatte ein sehr geringes Ausmaß.
- Die langen, niederschlagsfreien Perioden im Frühwinter waren zu kalt; dadurch wurde einerseits eine Setzung der Schneedecke verunmöglicht und andererseits die Umkristallisation in ein kohäsionsloses Fundament (Schwimmschnee) gefördert.
- Der Hochwinter war ebenfalls schneearm, und die einzelnen Schneefälle hatten nur geringes Ausmaß. Eine gute Setzung und Verfestigung dieser Schichten konnte daher wiederum nicht erfolgen, umso mehr, als auch durchwegs sehr tiefe Temperaturen einer günstigen Entwicklung hinderlich waren.

Damit ist der Einfluß der frühwinterlichen Verhältnisse auf die Entwicklung der Schneedecke und Lawinenbildung eines Winters auf anschaulichste Art dokumentiert. Wie einheitlich diese Entwicklung — mit Ausnahme des westlichsten Wallis — in allen Gebieten der Schweizeralpen war, vermag Figur 24 zu veranschaulichen; lediglich die beiden hochgelegenen Bergstationen Kleine Scheidegg und Piz Sol weisen infolge ihrer Windverhältnisse eine Verfestigung einzelner Schichten auf, und im Versuchsfeld Schwägälpe hat der feuchte Boden den Aufbau der Schneedecke beeinflusst.

Fig. 24: Vergleich der Schneeverhältnisse im Februar 1947 auf Grund von Rammprofilen



Wenn der Winter trotz dieser äußerst ungünstigen Schneedeckenentwicklung nicht lawinenreicher ausgefallen ist, so darf dies seiner allgemeinen Schneearmut und der Verteilung seiner Niederschläge in viele kleine Schneefälle zugeschrieben werden. Vielerorts kam es auch infolge des schlechten Fundamentes schon während oder kurz nach den Schneefällen zu Niedergängen, bevor sich eine große Schneemasse angehäuft oder der Mensch das Gebiet betreten hatte. So blieben große und in ihrer Wirkung verheerende Lawinen aus.

## IV. Lawinenbulletins

Der folgende Abschnitt enthält sämtliche im Berichtswinter durch Radio und Presse veröffentlichten Bulletins. Normalerweise wurden diese auf Grund der Verhältnisse je Freitag 07.30 bearbeitet und abends 19.30 sowie Samstagmittag 12.30 über die Landessender Beromünster und Sottens der Öffentlichkeit bekanntgegeben. Oeflers drängten die Verhältnisse zwischen zwei Bulletindaten die Bekanntgabe neuer Situationen oder Ergänzungen auf, und am 20. Februar wurde ein Ueberblick über den Witterungsablauf und die Schneedeckenentwicklung bis zu diesem Zeitpunkt veröffentlicht, der auf die typischen Merkmale und die damit verbundenen Gefahren des Winters hinwies.

**13. Dezember 1946:** Das eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung Weißfluhjoch/Davos teilt mit:

Seit Ende Oktober sind im Alpengebiet häufige kleine Schneeablagerungen erfolgt, welche in den darauffolgenden niederschlagsfreien Perioden in tiefern Lagen und an Sonnenhängen wieder wegschmolzen, während in höhern Zonen — und dies vor allem an Nordhängen — eine intensive Schwimmschneebildung einsetzte. Neue größere Schneefälle sind am 9.—11. Dezember eingetreten und brachten dem ganzen Alpengebiet eine geschlossene Schneedecke bis ca. 700 m ü. M. Immerhin sind in ihrer Mächtigkeit erhebliche Unterschiede festzustellen; auf 1800 m beträgt die Gesamtschneehöhe:

Südliche Wallisertäler, oberer Tessin und Engadin . . . . .	ca. 40 cm
Berner- und Waadtländeralpen, Glarneralpen und Nordgraubünden . . . . .	ca. 80 cm
Unterwallis, Goms und Gotthard-Nord . . . . .	ca. 100 cm

Da die Ablagerung des Neuschnees der letzten Tage — vor allem im östlichen Teil der Alpen — teilweise unter starkem Windeinfluß erfolgte und deshalb zu Verwehungen führte, andererseits aber das Fundament infolge seiner lockern Struktur nur sehr wenig tragfähig ist, herrscht im ganzen Alpengebiet die Gefahr des Anbruchs von Schneebrettlawinen.

**20. Dezember 1946:** Das letzte Woche erwähnte, lockere Fundament der Schneedecke hat sich in der Zwischenzeit nur an Südhängen etwas verfestigen können. Da aber keine neuen Ueberlastungen eingetreten sind, ist nur noch mit solchen Lawinen zu rechnen, die vom Sikfahrer selbst ausgelöst werden.

Vorsicht beim Begehen ausgesprochener Schattenhänge! Im übrigen ist die Lawinengefahr gering.

**27. Dezember 1946:** Zurzeit herrscht im ganzen Alpengebiet praktisch keine Lawinengefahr. Eine Störung der Stabilität ist nur dann zu erwarten, wenn die heute begonnenen Niederschläge größeres Ausmaß erreichen.

**28. Dezember 1946:** Da die gestern eingetretenen Niederschläge im schweizerischen Alpengebiet kein größeres Ausmaß erreicht haben, bleibt die Lawinengefahr gering.

**3. Januar 1947:** Wie das eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung Weißfluhjoch/Davos mitteilt, bleibt die Lawinengefahr weiterhin gering.

**10. Januar 1947:** Seit Donnerstag sind im nördlichen Alpengebiet 30—40 cm, im Wallis, Tessin und im Engadin 10—20 cm Schnee gefallen. Diese Neuschneesicht kam vielerorts auf einen in der Schönwetterperiode der zweiten Dezemberhälfte entstandenen Oberflächenreif zu liegen, auf welchem ein Abgleiten auch geringer Schneemassen sehr leicht möglich ist.

Für die nächsten Tage ist deshalb vor allem auf der Alpennordseite mit zahlreichen Anbrüchen von Schneebrettlawinen zu rechnen.

**17. Januar 1947:** Im Laufe dieser Woche sind im ganzen Alpengebiet zahlreiche Schneebrettlawinen niedergegangen. Obwohl keine weitem Neuschneefälle eingetreten sind, bleibt die Lawinengefahr an unberührten Hängen bestehen.

**24. Januar 1947:** Seit letzten Freitag sind nur in den Glarner- und Urneralpen und im Berner Oberland 10—20 cm Neuschnee gefallen.

Trotzdem besteht im ganzen Alpengebiet über 2000 m infolge der großen Kälte immer noch Lawinengefahr.

**31. Januar 1947:** Die Gefahr des Anbruches von Schneebrettern ist in der vergangenen Woche stark zurückgegangen; sie besteht zurzeit nur noch in den Hochalpen.

**7. Februar 1947:** Die Schweiz hat in den letzten Tagen 10—50 cm Neuschnee erhalten. Gefahr des Anbruches von Schneebrettlawinen besteht besonders in Gebieten mit Zuwachs von 30 bis 50 cm. Es sind dies: Unterwaldner- bis Glarneralpen und Alpstein, Prätigau, ferner Waadtländeralpen. Auf der Alpensüdseite: Gebiet Gotthard-Lukmanier, Misox, Bergell und Puschlav.

**14. Februar 1947:** Die Gotthardsüdseite bis Bergell und das Engadin haben in der vergangenen Woche 40—60 cm Neuschnee erhalten, so daß in diesen Gebieten die Lawinengefahr stark zugenommen hat.

Aber auch in den übrigen Alpen ohne Neuschneefälle bleibt infolge des immer noch sehr lokaleren Fundaments der Schneedecke eine gewisse Gefahr bestehen. Bei Touren über 1600 m ist deshalb noch Vorsicht geboten.

### Entwicklung der Schnee- und Lawinenverhältnisse im Winter 1946/47

Ueberblick vom 20. Februar 1947

Der Winter 1946/47 zeigt hinsichtlich Witterungsablauf und Schneedeckenentwicklung zwei Besonderheiten, denen eine gewisse Allgemeinbedeutung zukommt.

Erstens waren die für den Schneedeckenaufbau maßgebenden Monate November und Dezember, für einzelne Gegenden auch Januar und Februar, sehr niederschlagsarm. In der ganzen Zeit waren nur zwei bis drei bedeutende Schneefälle zu verzeichnen; der erste vom 8.—11. Dezember brachte wohl eine fahrbare Decke, doch erst in der Zeit vom 9.—15. Januar wurde das ganze Alpengebiet durch Neuschneezuwachs von 40—60 cm richtig eingeschneit. Damals hat der Schneepegel auf Weißfluhjoch oberhalb Davos (2540 m ü. M.) beinahe den Mittelwert der letzten zehn Jahre erreicht, doch blieben spätere größere Schneefälle fast vollständig aus, so daß der Pegelstand heute wesentlich unter dem Normalwert liegt.

Der Winter war zweitens in seinem bisherigen Verlauf gegenüber dem langjährigen Mittel zu kalt, da die Schweiz vorzugsweise unter dem Einfluß kalter, kontinentaler Luftmassen stand. In Höhenlagen von 2500 m ü. M. wurde die Null-Gradgrenze lediglich Mitte des Monats Januar für ein bis zwei Tage erreicht.

Da sich eine Kompression des Fundamentes nur unter dem Einfluß hoher Temperaturen und großer Ueberlastungen vollziehen kann, im bisherigen Winterverlauf aber beide Bedingungen für eine günstige Verfestigung nicht erfüllt waren, blieb der untere Teil der Schneedecke relativ locker. Die Umkristallisation im sehr porösen Schneefundament konnte so ein großes Ausmaß annehmen und zu einer ausgedehnten Schwimmschneebildung führen, welche in Höhenlagen von über 1500 m über das ganze Alpengebiet verbreitet ist.

Diese lockeren Schneesichten bedeuten immer eine große Gefahr für jene Tourenfahrer, die sich an Steilhängen abseits der künstlich verdichteten Abfahrtspisten bewegen. Als Beispiel sei lediglich an das tragische Lawinenunglück am Kreuz erinnert, welches allerdings entgegen verschiedenen Zeitungsmeldungen mit den bekannten Lawinenzügen und den geplanten Verbauungen in St. Antonien gar nichts gemein hat. Derartige Schneebretter pflegen nur dann anzubrechen, wenn sie durch das Eigengewicht eines oder gar mehrerer Skifahrer ausgelöst werden. Hingegen ist beim nächsten Großschneefall mit einem allgemeinen Anstieg der Lawinengefahr zu rechnen.

**21. Februar 1947:** Die Schweiz befindet sich seit Freitagmorgen unter dem Einfluß warmer Luftmassen, welche Regenfälle bis zu 1700 m Höhe und eine allgemeine Erhöhung der Lawinengefahr verursachten. Sollten die Regenfälle länger anhalten, so ist mit Naßschneelawinen zu rechnen.

**28. Februar 1947:** Trotz der starken Erwärmung über das vergangene Wochenende hat sich das Fundament der Schneedecke in Höhen über etwa 1500 m ü. M. nicht verfestigt. Ferner sind im ganzen Alpengebiet in den letzten Tagen bei starken südlichen Winden 10—20 cm Neuschnee gefallen. Die labile Situation hält deshalb weiter an.

**7. März 1947:** Obwohl die Temperatur vorübergehend weiter absinken wird, ist in den nächsten Tagen noch nicht mit einer tiefgreifenden Verfestigung der zurzeit durchnäßten Schneedecke zu rechnen. Die Lawinengefahr bleibt über das Wochenende bestehen.

**11. März 1947:** Infolge allgemeiner Erwärmung hat die Schneedecke ihre Tragkraft vollständig eingebüßt. Es können an allen Hängen unter 2500 m Naßschneelawinen beobachtet werden. Da die warme Witterung voraussichtlich noch anhält, sind weitere Anbrüche zu befürchten.

**14. März 1947:** In den letzten Tagen ist in Höhen über 1700 m unter starkem Windeinfluß 30 cm und mehr Schnee gefallen. Trotz einer gewissen Verfestigung der Altschneedecke in Höhen über 2000 m besteht infolge der Ueberlastung durch den Neuschnee doch eine erhöhte Gefahr.

**18. März 1947:** Bereits in unserem letzten Bulletin haben wir auf die erhöhte Lawinengefahr hingewiesen. In der Zwischenzeit sind leider drei schwere Unfälle eingetreten, so daß wir alle Touristen nochmals auf die an Steilhängen abseits der stark befahrenen Routen drohende Gefahr aufmerksam machen. Sobald für den Frühjahrsskilauf günstige Verhältnisse eintreten, werden wir dies bekanntgeben.

**21. März 1947:** Nach den unzähligen Lawinnenniedergängen zu Beginn dieser Woche trat am Mittwoch infolge allgemeiner Abkühlung eine vorübergehende Stabilisierung ein. Nun ist aber auf das Wochenende hin wiederum mit einer durchgreifenden Erwärmung zu rechnen, so daß auch die Zahl der Anbrüche nochmals ansteigen wird.

**28. März 1947:** Unter 2000 m ist die Schneedecke naß und in raschem Abbau begriffen. Ueber 2000 m hat sich die Altschneedecke wesentlich verfestigt. Die Lawinengefahr ist stark zurückgegangen und es beginnen sich für den Frühjahrsskilauf günstige Verhältnisse abzuzeichnen.

**2. April 1947:** In den letzten Tagen sind in den Unterwaldneralpen, der Gotthardsüdseite bis hinüber auf die Südseite des Engadins 30—60 cm Schnee gefallen. Da in den nächsten Tagen im Gebiet der Alpen zeitweise weitere Schneefälle zu erwarten sind, muß vor allem östlich Meiringen-Simplon mit dem Anbruch von Lawinen gerechnet werden.

**11. April 1947:** Es herrschen zurzeit gute Verhältnisse für den Frühjahrsskilauf bei nur geringer Lawinengefahr.

Damit ist die Reihe der Lawinenbulletins für den Winter 1946/47 abgeschlossen.

## **D. Durch Lawinen verursachte Unfälle und Schäden**

von M. Schild

### **I. Unfälle mit Menschenopfern und Sachschäden im Gebiete der Schweizeralpen**

#### **Nr. 1. 29. November 1946: Lawinenunglück am Col de Balme (Trient)**

Verunglückt: Bergführer J. H. Ravel, 35jährig, von Argentières.

**1. Hergang des Unfalls.** Am 29. November 1946 ca. 12.30 bemerkte ein schweizerischer Grenzwächter von seinem Standort 700 m NW des Col de Balme einen mit Skistock ausgerüsteten Bergsteiger gegen den südlich des Passes gelegenen Gipfel 2682,7 m zustreben. Als Aufstieg wählte dieser die auf schweizerischem Gebiet gelegene Nordseite des Berges. Beim Durchschreiten eines mit Schnee angefüllten Couloirs in ca. 2520 m Meereshöhe löste er ein Schneebrett los, das ihn mitriß. Der Anbruch erfolgte ca. 50 m über seinem Standort.

**2. Rettungsmaßnahmen.** Nach dreiviertelstündigem Marsch hatte der Grenzwächter mit seinem Hund die Unfallstelle erreicht. Vom Verschütteten war keine Spur zu sehen, und auch die drei Stellen, die der für das Suchen auf Lawinen nicht dressierte Hund angab, erwiesen sich beim Nachsondieren als unrichtig. Der Grenzwächter entschloß sich deshalb, im Tal Hilfe zu holen.

Die Meldung vom Unglück erreichte den Grenzwachtposten und die Rettungsstelle SAC in Trient um 14.45 und wurde auch den französischen Behörden in Vallorcine übermittelt. Um 16.30 verließ die schweizerische Rettungskolonnie unter Führung des Postenchefs der Grenzwacht Trient und erreichte die Unfallstelle nach beschwerlichem Marsche um 20.15. Unverzüglich begann der Rettungschef mit seinem Diensthund die Suche, obschon das Tier als Lawinhund nicht ausgebildet war. Nach kurzer Suche verschwand der Hund aus dem Lichtkegel der Taschenlampe seines Meisters. Erst nach einigem Rufen kehrte das Tier zurück und suchte nun dort, wo der Rettungschef die Suche angesetzt hatte. Der strenge Marsch und die große Kälte — ca.  $-20^{\circ}\text{C}$  — hatten dem Hund jedoch so stark zugesetzt, daß die Suche nach relativ kurzer Zeit abgebrochen werden mußte.

Um 22.15 erschien eine französische Rettungskolonnie aus Vallorcine, bestehend aus sechs Bergführern und zwei Polizisten. Um 22.30 entdeckte der Rettungschef ein im Lawinenschnee aufgeworfenes Loch von ca. 50 cm Tiefe, das von seinem Hund herrühren mußte. Nach Entfernung von weitem 5 cm Schnee traf er auf den Verschütteten. Der Körper war sehr rasch ausgegraben, und die anwesenden französischen Helfer erkannten im Verunfallten den berühmten Bergführer J. H. Ravel. Der vom Schnee Befreite war noch warm und schien keine Verletzungen erlitten zu haben. Zur Vornahme der künstlichen Atmung wollte man einen sichern Ort aufsuchen und brachte den Körper zuerst nach dem französischen Charamillons hinunter. Als man dort ankam, soll Ravel tot gewesen sein.

**3. Bemerkungen.** a) Jean Henri Ravel war einer der bekanntesten Bergführer des Mont Blanc-Gebietes. Noch im vergangenen Sommer waren ihm einige schwierige Erstbegehungen gelungen, so an den Aiguilles du Diable und an der Nordwand der Petites Jorasses. Um so tragischer erscheint sein Ende an diesem unbekanntem und harmlos scheinenden Gipfel. Sein Tod wird jedoch nicht

umsonst gewesen sein, wenn er der Erkenntnis zum Durchbruch verhelfen kann, daß vermehrte Aufklärung über die Entstehung und Beurteilung der Lawinen auch in Bergführer- und Skilehrerkreisen not tut.

b) Ohne daran zu zweifeln, daß die Rettungsmannschaften sich voll und ganz einsetzten, muß auf einige Punkte hingewiesen werden, welche den Erfolg der Aktion zweifellos beeinträchtigt haben:

- Der Abmarsch der Rettungskolonnen ließ zu lange auf sich warten; zum mindesten hätte eine kleine Gruppe mit dem Hund sofort aufbrechen sollen, wodurch das Erreichen der Unfallstelle noch in der Dämmerung möglich gewesen wäre.
- Ein weiteres Mal stehen wir vor der Tatsache, daß ein auch nicht speziell für das Suchen auf einer Lawine dressierter Hund mit Erfolg eingesetzt worden ist. Daß seine Suche nicht ein voller Erfolg war, muß der — absolut begreiflichen — Unerfahrenheit seines Führers zugeschrieben werden.
- Die Tatsache, daß die Scharstelle des Hundes erst nach 2½ Stunden Anwesenheit und rein zufällig gefunden worden ist, läßt an der richtigen Organisation der Rettungsarbeiten einige Zweifel offen. Hat man nach Beendigung der Suche mit dem Hund das Lawinenfeld nicht systematisch abgesucht?
- Warum wurde kein Arzt auf die Unfallstelle mitgenommen? Dieser hätte es dann wohl kaum zugelassen, daß der Abtransport ohne vorherige künstliche Atmung vorgenommen worden wäre.

#### **Nr. 2. 2. Januar 1947: Lawinenunfall am Hohniesen (Berner Oberland)**

Ueber diesen glücklich verlaufenen Unfall lassen wir den Bericht eines Mitverschütteten, Walter Linder aus Steffisburg, sprechen:

„Am 2. Januar 1947, 10.20 verließen wir die Brunialphütte. Wir waren unserer fünf Personen, zwei Fräulein und drei Herren. Beim Meienfallseelein blieben die beiden Fräulein zurück, um auf uns zu warten. Wir drei stiegen weiter. Die Sonne schien ziemlich warm. Wir befanden uns am Ende des Sees, auf der Nordseite des Hohniesen (ca. 1950 m ü. M., Koordinate 611200/159100), als das Unglück passierte. Zeit 12.50. Plötzlich vernahmen wir ein leises Rauschen, und der ganze Hang rutschte mit uns ab. Zeit zum Entfliehen blieb keine und ein Entkommen war unmöglich. Wir wurden alle drei verschüttet. Mir ragte nur noch die rechte Hand aus dem Schnee. Ich konnte mich selber frei machen bis unter die Arme. Ich rief zu den beiden Fräulein hinüber. Sie verstanden mich. Ebenfalls die Stimme eines Kameraden vernahm ich noch leise aus dem Schnee heraus. Vom dritten fehlte jede Spur. In einer halben Stunde war die Hilfe da. Als ich sah, daß ein Fräulein genügte, um mich frei zu bekommen, schickte ich das andere in die Brunialphütte hinab, um sofort Meldung über den Unfall zu erstatten.

Bald war ich frei, doch stark behindert im Gehen wegen meinen Knie- und Oberschenkelverletzungen. Den Zweiten, F. R., hatten wir bald gefunden, da er ja noch Antwort geben konnte. Durch ein kleines Loch im Schnee hatte er genügend Luft erhalten. Als er sagte, daß ihm soweit nichts fehle, und ich mich wegen meinen Verletzungen nur langsam am Rettungswerk beteiligen konnte, überließ ich den Rest der Arbeit dem Fräulein, um indessen mit einem Ski nach dem dritten Kameraden, F. S., zu suchen.

Von ihm befand sich ein Skistock und die Skimütze auf der Schneeoberfläche. An diesem Ort sondierte ich alles genau ab, doch von F. fand ich keine Spur. Inzwischen war F. R. geborgen worden und wir suchten nun alle drei. Plötzlich spürte ich etwas weiches an meinem Skiende. Das war unmöglich ein Stein. Wir scharften den Schnee weg und die linke Hand des Kameraden kam zum Vorschein. Er war bewußtlos. Blut sickerte aus einer Wunde hinten am Kopf, aber er lebte. Zeit 15.00 Uhr, also rund zwei Stunden war er unter dem Schnee gewesen.

Da sich nun bei dem Fräulein ziemlich starke Ermüdungserscheinungen bemerkbar machten, fuhr es mit F. R. in die Hütte hinab. Wir zwei Verletzten befanden uns nun allein.

Zwischen 16.30 und 16.45 langte der erste Mann der Rettungsmannschaft bei uns an. Er hatte warme Wolldecken bei sich. Bald darauf kam der zweite, der Verbandszeug, zu essen und zu trinken bei sich hatte, und nun kamen die übrigen Mannen der Rettungsmannschaft in Gruppen von drei und vier Mann an. Sofort wurde mit dem Bau eines Rettungsschlittens begonnen. Um 18.00 Uhr waren sie zum Abtransport bereit. Zwei Mann kamen noch mit mir, da ich nur noch geradeaus fahren konnte. Zirka um 19.00 Uhr langten wir in der Brunialphütte an. Die andern mit dem Verletzten langten um 21.30 in der Hütte an. Von da ging der Transport weiter über Rotbad-Horrboden in das Spital Erlenbach.“

Wenn auch eine gute Dosis Glück zum glücklichen Ausgang dieser Verschüttung mitgeholfen hat, so ist doch die logische, zweckentsprechende Rettungsarbeit bemerkenswert. Das Verhalten aller Beteiligten erscheint fehlerlos, und der Erfolg bestätigt dies.

Ueber die Lawine wird berichtet, daß sie in 50 m Breite losgebrochen und 150 m weit zu Tale geglitten sei. Das Schneebrett habe aus trockenem, ziemlich kompaktem Pulverschnee bestanden und sei in tafelförmigen Stücken abgestürzt.

### **Nr. 3. 5. Januar 1947: Lawinenunglück an der Büttlassen**

Verunglückt: Hermann Etter, Masch. Ing., ca. 30jährig, Kallnach b/Lyß.

Anläßlich des Versuches einer Winterbesteigung des Gspaltenhorns (Berner Oberland) verunglückte der durch mehrere Erstbegehungen bekannte Hermann Etter tödlich. Auf der Westflanke der Büttlassen, kurz unterhalb des Gipfels, lösten sich infolge der Belastung durch Etter die Schneemassen auf dem blanken Eis. — Ueber den Vorgang berichtet der „Sport“ (10. 1. 47):

„Die beiden Gefährten (Etter und Bergführer Spöhel aus Bern) hatten um halb acht die Sefinenfurgge erreicht (Spöhel hatte tags zuvor die Strecke Boggangenalp—Sefinenfurgge vorgespurt) und nahmen sogleich den Anstieg zur Büttlassen in Angriff. Der Unfall ereignete sich zwischen 10.30 und 10.45 Uhr. Wenig unterhalb des Gipfels löste sich ein Schneebrett, das den Niedergang der ungeheuren Schneemassen des ganzen mittleren Zuges und — wohl unmittelbar anschließend — auch der ganzen Westflanke zur Folge hatte, so daß auf einer ungefähr 800 m breiten Front alle Schneemassen in die Tiefe stürzten. Alles Rufen und jede Suchaktion von Etters Begleiter an der Unfallstelle blieben erfolglos. Spöhel fuhr nach Mürren, wo sogleich eine Rettungskolonnie organisiert wurde. Die Mürrener Bergführer ließen ihre Arbeit am Skilift oder sonstwie liegen, um die Suche nach ihrem Kameraden sofort aufzunehmen.

Aus Wengen wurde der bekannte Lawinenhund „Arno“ zugezogen. Die Suchaktion, die unter schwierigen Verhältnissen und größter Gefahr vonstatten ging, zeitigte jedoch keinen Erfolg. Es konnte lediglich ein vollständig zersplitterter Ski und ein verstümmeltes Bindungskabel gefunden werden. Man kann sich wohl am besten ein Bild über die Schwierigkeiten der Suchaktion machen, wenn man vernimmt, daß der Lawinen-Auswurf am Fuße der Wand eine Breite von ca. 120 m, eine Länge von schätzungsweise 800 m und eine Tiefe von 2,5 bis 12 m aufwies.

Der Sturz der Schneemassen ist übrigens von einem Senn auf Bundalp beobachtet worden, der von einer Naturkatastrophe berichtete und die Kunde sofort ins Kiental hinunterbrachte.“

Die Leiche des tüchtigen Bergsteigers wurde anfangs Juni aufgefunden und geborgen.

### **Nr. 4. 11./12. Januar 1947: Lawinenschäden an der Mürrenbahn**

Die Bahn Lauterbrunnen—Mürren wurde in der Nacht vom 11./12. Januar auf der Strecke Grütschalp—Mürren an mehreren Stellen durch Lawinen verschüttet. Ein Motorwagen wurde blockiert. Dank der sofort einsetzenden Räumungsarbeiten konnte der Verkehr im Laufe des spätern Vormittags — zuerst durch Umsteigen — wieder aufgenommen werden.

### **Nr. 5. 12. Januar 1947: Verkehrunterbruch auf der Visp-Zermatt-Bahn**

Durch zwei Niedergänge der Täschwandgalerie-Lawine beim sog. Unterkreuz, 3 km unterhalb Zermatt wurde das Trasse der Visp-Zermatt-Bahn verschüttet. Nach dem Aushub von 80 resp.

70 m<sup>3</sup> Lawinenschnee konnte der Verkehr nach fünfstündigem Unterbruch wieder aufgenommen werden.

**Nr. 6. 5. Februar 1947: Lawinenunglück bei Roveredo**

Verunglückt: Gianino Giulietti, 35jährig, aus Roveredo.

Auf der Suche nach seinen Ziegen in den Bergen bei Roveredo wurde Giulietti von einer Lawine über 500 m weit mitgerissen. Er konnte nur noch als Leiche geborgen werden.

**Nr. 7. 9. Februar 1947: Lawinenunglück bei St. Antönien (Prätigau)**

**1. Die Namen der sieben Lawinenopfer:** Jean Thöny, 25jährig, Landwirt; Peter Flütsch, 19jährig, Landwirt; Christian Thöny, 20jährig, Wirt; Christian Ladner, 17jährig, Landwirt; Mathis Thöny, 17jährig, Landwirt; Jakob Gansner, 28jährig, Lehrer; Hans Disch, 30jährig, Landwirt.

**2. Witterungs- und Schneeverhältnisse.** Nach einer längern niederschlagsfreien Zeit, während der die Lawinengefahr bis auf ein Minimum zurückgegangen war, setzten am 4. Februar im ganzen schweizerischen Alpengebiet Schneefälle ein. Ihre Intensität und damit auch der Grad der Lawinengefahr waren regionenweise sehr verschieden. Die Station St. Antönien, 1400 m ü. M., meldete einen Zuwachs von 39 cm. Das am 7./8. Februar veröffentlichte Lawinenbulletin hob die besonders gefährdeten Gebiete hervor:

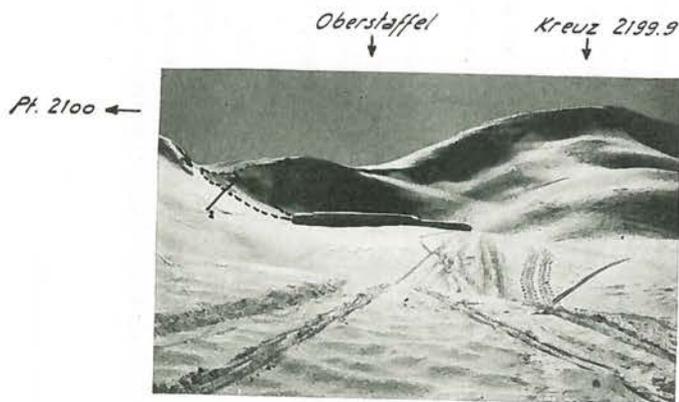
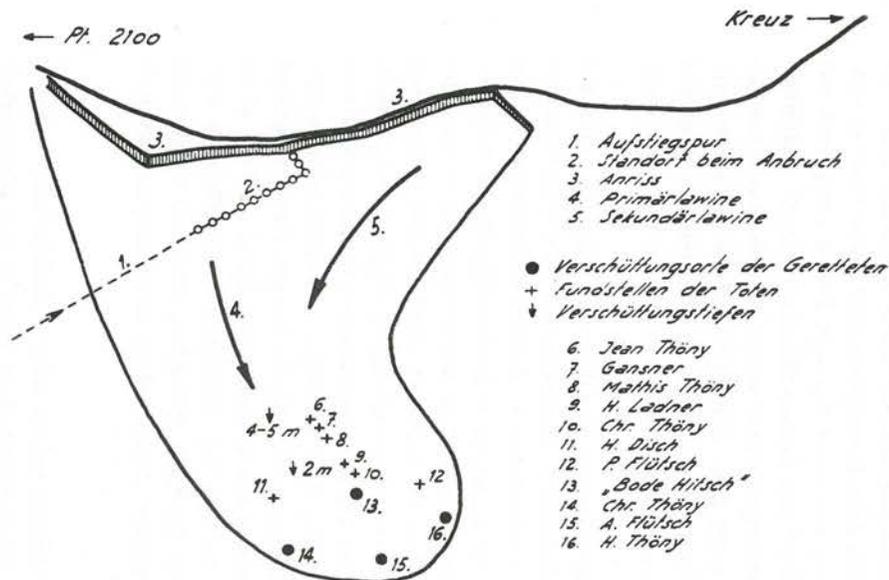
„Die Schweiz hat in den letzten Tagen 10—50 cm Neuschnee erhalten. Gefahr des Anbruches von Schneebrettlawinen besteht besonders in Gebieten mit Zuwachs von 30 bis 50 cm. Es sind dies: Unterwaldner- bis Glarneralpen und Alpstein, Prätigau, ferner Waadtländeralpen. Auf der Alpensüdseite: Gebiet Gotthard-Lukmanier, Misox, Bergell und Puschlav.“

**3. Hergang des Unglücks.** Auf Sonntag, den 9. Februar war das alljährlich in der Gegend von Kreuz-Oberstaffel stattfindende Freundschaftsrennen der Skifahrer von St. Antönien und Pany angesagt. Am Morgen des Unfalltages stieg eine Kolonne von 11 Mann des Skiclubs St. Antönien der von zwei Kameraden bereits am Vortage angelegten Spur folgend über Aschuel-Valpun nach Obersäß. Hier endigte die vorgetretene Spur. Für das kurze Schlußstück gab es zwei Möglichkeiten des Anstieges: Entweder den etwas längern Weg über den Ostgrat nach Pt. 2100 oder den direkten Aufstieg in den Sattel zwischen Kreuz (Pt. 2199) und Pt. 2100. (Siehe Fig. 25.) Ob eines der Mitglieder wirklich vor dem direkten Aufstieg gewarnt hat, wie dies ein Teil der Presse wahrhaben will, ist fraglich. So stieg die Kolonne aufgeschlossen den muldenförmig auslaufenden, kurzen Steilhang hinan. Kurz vor Erreichen des Sattels schien man den Schneebedingungen doch nicht recht zu trauen. Um die rettende Höhe möglichst rasch zu erreichen, wurde eine Spitzkehre gemacht. Als der dritte Mann diese Stelle passierte, setzte sich das verderbenbringende Schneebrett auf der Höhe des Spurmannes geräuschlos in Bewegung (ca. 11.45 Uhr).

**4. Die Lawine** (siehe Fig. 25). Zuerst glitt der durch die Skifahrer zum Aufstieg benützte, orographisch rechte Teil des Hanges ab (Primärlawine). Durch die fliehenden Schneemassen wurde dem linken Teil des trichterförmigen Hanges der talseitige Halt weggenommen. So glitten auch diese Schneemassen der Tiefe zu (Sekundärlawine) und überfluteten den wenige Sekunden vorher entstandenen Ablagerungskegel der Primärlawine mit weitem Schneemassen.

Die Ausmaße der Doppellawine waren verhältnismäßig gering. Die Anrißlänge wird mit ca. 120 m angegeben und die Länge der Sturzbahn dürfte kaum 200 m betragen haben. Die Mächtigkeit der abgeglittenen Schneemassen lag zwischen 60 und 120 cm.

Die verheerende Wirkung der Lawine ist deshalb nicht in ihrer flächenmäßigen Ausdehnung oder einer gefährlichen Sturzbahn, sondern in der Mächtigkeit der abgeglittenen Schneemassen und ihrem konzentrischen Fluß in eine Mulde zu suchen.



Das Unfallgelände 1 Unglückslawine 2 Aufstiegs spur

(Photo 4)

Profil vom Anbruch der Lawine

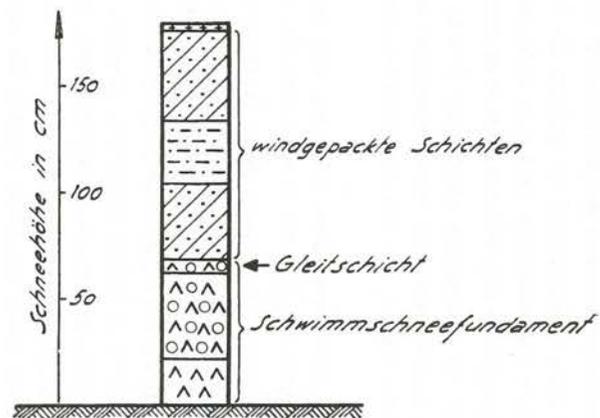


Fig. 25: Lawinenunglück am Kreuz bei St. Antonien am 9. Februar 1947

**5. Die ersten Hilfsmaßnahmen.** Andreas Flütsch, der Spitzenmann der Kolonne, lag am untersten Rand der Lawine und konnte sich selbst befreien. Mit seiner Hilfe konnten sich ebenso die beiden Brüder Christian und Hermann Thöny aus dem Schnee herausarbeiten. Damit waren die drei ersten der Kolonne, die dem Anriß am nächsten gestanden hatten, gerettet; sie waren bis an den untersten Rand der Schneemassen gespült worden. Von den übrigen acht Kameraden war keine Spur zu entdecken. Leises Rufen ließ sie jedoch die Gegend finden, wo einer um sein Leben rang, und mit Hilfe einer Fahnenstange traf man bald auf „Bode Hitsch“, den besten Skifahrer von St. Antönien. Bald war auch er den Schneemassen entrissen. Seine Rettung dürfte er seiner empfehlenswerten Gewohnheit zu verdanken haben, vor jedem Aufstieg in nicht ganz sicherem Gelände die Skibindungen zu lockern und die Stockschlaufen loszulassen. So konnte er sich frei bewegen und an der Oberfläche halten, bis ihn die Schollen der Sekundärlawine doch noch erreichten und zudeckten.

**6. Die Rettungsaktion.** Die Meldung vom Unglück brachte ein Skifahrer aus Pany, der sich zur Zeit des Anbruches beim Kreuz befunden hatte, um 12.20 nach St. Antönien zum Beobachter unserer dortigen Vergleichsstation. Nach Avisierung der Grenzwachtposten St. Antönien und Schuders, des Arztes und unseres Institutes verließ dieser bereits um 12.30 mit seinem Schäferhund, Sondierstangen und Schaufeln das Tal und erreichte die Unfallstelle um 13.35. Inzwischen waren zwei der Verschütteten tot aufgefunden worden. Die Suche mit dem für Lawinen nicht speziell dressierten Hund schien von Erfolg gekrönt zu werden, indem das Tier deutlich eine Stelle angab; Sondierungen zeitigten jedoch kein positives Resultat. Mit Hilfe der inzwischen angelangten Grenzwächter und Talleute wurden durch systematisches Sondieren in kurzer Zeit weitere zwei Verunfallte aufgefunden, und schon um 15.20 wurden die drei noch Vermißten an der Stelle, die der Hund angezeigt hatte, in 4—5 m Tiefe festgestellt. 15.45 waren alle Verschütteten geborgen. Unter Leitung einer Krankenschwester — Kurgast in St. Antönien —, die zu Fuß zur Unfallstelle aufgestiegen war, wurden während Stunden Wiederbelebungsversuche durchgeführt. Erfolglos. Um 17.30 wurden die Leichen zu Tal geführt und am 12. Februar unter allgemeiner Anteilnahme in einem gemeinsamen Grab der Erde übergeben.

**7. Schneetechnisches.** Das Schneeprofil in Fig. 25 bedarf keiner langen Erläuterung. Bei dem ausgeprägten Schwimmschneefundament mußte jeder Neuschneefall zu einer seiner Mächtigkeit entsprechenden Gefährdung führen. Daß dabei an Stellen mit großen, durch Wind verursachten Schneeansammlungen — und vor allem nordexponierten Hängen — Lawinen entstehen mußten, war vorauszusehen gewesen. Daran änderte für den nur einigermaßen Eingeweihten auch die Tatsache nichts, daß die obersten Schichten relativ kompakt waren.<sup>6</sup>

#### **Nr. 8. 10. Februar 1947: Lawinenunglück bei Bivio**

Verunglückt: Arthur Meier, 45jährig, aus Zürich.

Anläßlich einer Skitour, welche die Kurgäste A. Meier und Frau von Bivio nach dem Paß Lunghin führen sollte, wurden die beiden ca. 2 km südlich von Bivio von einer Lawine verschüttet. Während sich die Frau ohne fremde Hilfe aus den Schneemassen befreien konnte, war Herr Meier vollständig zugedeckt. Die telephonisch avisierte Rettungsstation des SAC. war rasch zur Stelle und fand den Verschütteten nach 15 Min. Sucharbeit. Wiederbelebungsversuche führten zu keinem Erfolg, und der anwesende Arzt mußte den Tod feststellen.

Herr Meier soll seine Ferien schon oft in Bivio zugebracht haben und galt als in diesem Gebiet geländekundig. Immerhin soll seine Spur an der Unfallstelle von der normalen Aufstiegsroute abgewichen sein und zu hoch (östlich) gelegen haben.

<sup>6</sup> Vgl. „Die Alpen“ 23 (1947).

**Nr. 9. 3. März 1947: Lawinenunglück im Val d'Entremont**

Verunglückt: Gerard Cretton, Martigny.

Auf der von der Jugendgruppe der Sektion Martigny des SAC. organisierten Skitour auf den Tour de Bavon (SW Liddes, 2481 m ü. M.) gerieten einige Mitglieder in ein Schneebrett. Dabei fand der Bäckerlehrling G. Cretton den Tod, während zwei seiner Kameraden verletzt wurden.

**Nr. 10. 6. März 1947: Lawinenunfall unterhalb Schwarzsee (Zermatt)**

Am 6. März begaben sich einige Rennfahrer aus Valtournanche von Breuil über den Theodulpaß nach Zermatt, um am Gornergrat-Derby teilzunehmen. Unterhalb Schwarzsee passierten sie den sehr gefährlichen und sonst im Winter nie begangenen Steilhang in der „Wäng“. Dabei trat Brunodet Silvio eine Lawine los und wurde von den Schneemassen 300—400 m den Hang hinuntergeschleudert. Er konnte von seinen Kameraden befreit werden, hatte sich aber einen Beinbruch und verschiedene Schürfwunden zugezogen, die einen mehrwöchigen Aufenthalt in einer Klinik in Zermatt zur Folge hatten.

Der Unfall ist auf Unvorsichtigkeit und Leichtsinn zurückzuführen, da nur wenig westlich und etwas höher die sichere und im Winter viel begangene Schwarzseeroute hätte benützt werden können.

**Nr. 11. 9. März 1947: Lawinenunglück am Hockenhorn (Lötschental)**

Verunglückt: Lt. Braun Carl Peter, 22jährig, stud. ing., Burgdorf.

Drei junge Offiziere einer in Sitten stationierten Artillerie-Rekrutenschule benützten den freien Sonntag zu einer Besteigung des Hockenhorns (3293,0 m ü. M. Neue Landeskarte). Auf der Hockenalp schlugen sie zuerst den in NNE-Richtung verlaufenden Normalanstieg ein; der ausgedehnte Hang schien ihnen jedoch lawinengefährdet zu sein, und sie folgten deshalb für den weiteren Anstieg dem obern Teil des Golmbachtales. Auf der Höhe der „Simmeln“ standen sie vor der Entscheidung, ein steiles Couloir in westlicher Richtung zu umgehen oder direkt in Angriff zu nehmen. Trotz den Bedenken eines Leutnants entschlossen sich die drei zum Direktanstieg. Einzelnen wurde die gefährliche Stelle überquert. Den zwei ersten gelang dies, während Lt. Braun als letzter ein Schneebrett loslöste, als er sich mitten im Couloir befand (12.20 Uhr). Er wurde in die Tiefe gerissen und verschüttet. Seine beiden Begleiter suchten das Lawinenfeld im westlichen der zwei Holmbachgräben nur kurze Zeit ab und begaben sich dann beide (!) ins Tal, um eine Rettungsmannschaft zu mobilisieren. Diese langte um 16.00 auf der Unfallstelle an und kurze Zeit später erschien auch bereits der Armee-Lawinenhund aus Wiler. Nach kurzer Zeit fand dieser die Mütze und nach 35 Minuten Suche den Verunfallten selbst. Lt. Braun lag 120 cm tief in einer kompakten Schneeschicht. Durch den anwesenden Arzt wurde als Todesursache Erstickung festgestellt, die bereits kurze Zeit nach der Verschüttung eingetreten sein mußte.

Wie labil die Verhältnisse waren, beweist auch die Tatsache, daß die Unglückslawine durch Fernauslösung gegenüber am Hockenkreuz ebenfalls ein Schneebrett zum Niedergang gebracht hat.

**Nr. 12. 12. März 1947: Lawinenunglück Brisen**

Verunglückt: Walter Müller, 40jährig, Magaziner, Luzern.

**1. Hergang.** Nach einer stürmischen Nacht mit reichlichem Schneefall stiegen am Spätnachmittag — durch eine Aufhellung des Wetters ermutigt — fünf Skifahrer vom Brisenhaus auf der Normalroute gegen den Glattigrat. Unterwegs wurden sie vom Nebel überrascht, und da Neuschnee jede alte Spur zugedeckt hatte, gerieten sie in einen Steilhang, dem die Normalroute ausweicht (siehe Figur 26). Unter dem Gewicht der fünf Skifahrer löste sich die Schneedecke und verschüttete alle. Während sich zwei aus den Schneemassen befreien konnten, war von den drei übrigen keine Spur festzustellen (16.30 Uhr).



Der Lawinengang. Links die normale Aufstiegsspur, die dem Steilhang ausweicht. (Photo 6)

Übersicht über das Unfallgelände. Oben links der Glattigrat, darunter eingezeichnet die Lawine. (Photo 5)

Fig. 26: Lawinenunglück am Brisen, 12. März 1947

**2. Rettungsaktion.** Einer der beiden Befreiten fuhr unverzüglich ins Brisenhaus, von wo aus die Station Klewenalp, der Skiclub Beckenried und die Rettungsstelle SAC Luzern vom Unglück in Kenntnis gesetzt und ein Arzt und der Lawinhund von Rigi-Kaltbad angefordert wurden. Ca. 19.00 — also bereits  $2\frac{1}{2}$  Stunden nach der Verschüttung — fand man durch Sondieren zwei der Verschütteten. Sie lagen zwei Meter tief zugedeckt und waren bewußtlos. Nach einer vom anwesenden Arzt erhaltenen Injektion und Pflege im Brisenhaus erlangten diese das Bewußtsein bald wieder und mußten nur einige Verstreckungen ihrer Glieder feststellen. Kurz vor 22.00 langte der Lawinhund auf der Unfallstelle an. Nachdem der Suchbereich von allen Anwesenden geräumt worden war und der Hund sich ausgeruht hatte, begann die Suche. Nach wenigen Minuten zeigte dieser zweimal dieselbe Stelle an. In 1 m Tiefe stieß man hier auf die Skispitze des sich in einer grausamen Lage befindlichen Verschütteten: Rücklings, Kopf nach unten — 3 m tief —, Beine oben, gespreizt, Arme in den Stockschlaufen. Unverzüglich verabfolgte der Arzt wieder eine Injektion, und im Brisenhaus wurde mit Wiederbelebungsversuchen bis morgens 01.00 versucht, das Leben des Verunfallten zu retten. Schließlich mußte der Arzt den Tod feststellen.

**3. Die Lawine.** Ähnlich wie beim Lawinenunglück am Kreuz (St. Antonien) handelte es sich hier um eine relativ kleine Lawine: Die Länge des Anrisses wird mit 90 m und diejenige der abgerutschten Schneemassen mit 30 m angegeben; die Mächtigkeit des Schneebrettes betrug 70 bis 80 cm, gegen die Ränder hin weniger. Der Hauptgrund zur vollständigen Verschüttung von drei Skifahrern ist auch hier in der Geländeform der Unfallstelle zu suchen: Die Schneemassen ergossen sich in eine kleine Quermulde, die Skifahrer wurden umgeworfen, kaum einige Meter mitgerissen und die relativ geringe nachfließende Schneelast genügte, um sie meterhoch zu überdecken. Andererseits waren die geringen Flächenmaße des Suchbereiches für die Rettungsarbeit von Vorteil.

**4. Bemerkungen.** Zwei Tatsachen sind es, die der vorliegende Fall mit aller Deutlichkeit veranschaulicht. Einerseits beweist er, daß an sich ungefährliche und dem Alpinisten wohl bekannte Routen verhängnisvoll sein können, wenn Nebel, Sturm oder Nacht vielleicht auch nur unwesentliche Abweichungen vom sichern Wege verursacht haben; andererseits ist er ein glänzendes Beispiel einer rasch und zweckmäßig organisierten Rettungsaktion, deren Erfolg denn auch nicht

ausblieb. Der Unfall darf als schönster Beweis dafür gelten, was Arzt, Rettungsmannschaft und Lawinenhund gemeinsam zu leisten vermögen, wenn sie rechtzeitig herbeigerufen werden.

**Nr. 13. 13. März 1947: Lawinenunglück am Mattlishorn ob Langwies, Graubünden (Fig. 27)**

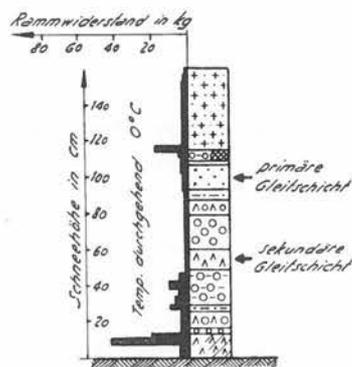
Verunglückt: Frau Krättli-Hablützel aus Chur.

Ca. 11.30 stiegen Herr und Frau Krättli durch den SW-Hang des Mattlishorn dessen Nordwestgrat zu. Sie folgten der Spur, die kurz vor ihnen eine ca. 15köpfige Skifahrergruppe angelegt hatte; einige hundert Meter hinter ihnen folgte eine weitere Gesellschaft der Spur. Als das Ehepaar sich ungefähr in der Mitte des Hanges befand, löste sich die Schneedecke auf einer Breite von ca. 400 m und glitt als Schneebrett der talwärts anschließenden Ebene zu. Herr und Frau Krättli wurden verschüttet, während die beiden weiter vorn und hinten sich befindenden Skifahrergruppen vom Niedergang nichts bemerkten, da sie von ihrem Standort aus den Hang nicht sehen konnten. Die zweite Gruppe durchquerte bald darauf die Sturzbahn der Lawine und zog aus dem Fehlen von Spuren den Schluß, daß die Schneemassen nach dem Durchmarsch der ersten Gruppe abgeglitten sein mußten. Auf dem NW-Grat wurde die sich dort zur Abfahrt vorbereitende Gruppe eingeholt und die gegenseitige Rücksprache ergab, daß die beiden zwischen den Gruppen aufgestiegenen Leute nicht anwesend waren und deshalb mit der Möglichkeit ihrer Verschüttung gerechnet werden mußte. Gemeinsam suchte man den Lawinenkegel ab und fand eine zum Schnee herausragende Hand. Bald war Herr Krättli geborgen; er hatte nur unwesentliche Verletzungen erlitten. Um 14.00 endlich wurde der Parsennendienst vom Unglück unterrichtet, — angeblich soll die durch Touristen abzugebende erste Meldung nicht weitergeleitet worden sein — und um 17.00 erschien ein Parsenn-Patrouilleur mit dem Lawinenhund auf der Unfallstelle. Nach einer Suche von 15 Minuten zeigte der Hund die Verschüttungsstelle der Gesuchten an. Sofortige Injektionen und Wiederbelebungsversuche mit Hilfe eines Sauerstoffapparates blieben erfolglos.

Ueber die Lawine vermittelt die Figur 27 einen guten Eindruck. Der Anbruch hatte eine Länge von ca. 400 m und die Höhe der abgeglittenen Schneemassen betrug im Durchschnitt 40 cm. Die Länge der Sturzbahn wird mit 350 m angegeben und im Ablagerungskegel lag der Schnee im Mittel 150 cm hoch. Hangneigung am Anbruch 32—37°. — Ueber die Schneeverhältnisse orientiert das am Anbruch aufgenommene Profil (Fig. 27): Eine absolut nicht tragfähige Schneedecke von rund 100 cm Mächtigkeit wird von einer festen aber wenig dicken Schicht überdeckt; die Oberflächenschicht bildet leicht gepackter Neuschnee. Als Hauptgleitschicht diente die unter der oben erwähnten, festen Schicht befindliche weiche, feinkörnige Altschneeschiicht, während durch die Ueberlastung der abgleitenden Schneemassen namentlich im untern Teil der Lawine die Schneedecke bis in die ausgeprägte Schwimmschneeschiicht mitgerissen wurde.



- 1 Gipfel des Mattlihorn, 2664 m ü. M.
- 2 Aufstiegsspur
- 3 Verschüttungsstelle Herr Krättli
- 4 Verschüttungsstelle Frau Krättli
- 5 Ort, wo das Schneeprofil vom 14. März gegraben wurde. (Photo 7)



Profil vom Anbruch der Lawine

**Fig. 27: Lawinenunglück am Mattlishorn ob Langwies, 13. März 1947**

**Nr. 14. ca. 16. März 1947: Sperrung der Gotthardstraße**

Am 17. März 1947 ließ die Baudirektion des Kantons Uri mitteilen: Wegen Lawinenniedergang und Lawinengefahr ist die Gotthardstraße zwischen Gurtellen und Wassen vorläufig gesperrt.

**Nr. 15. 17. März 1947: Lawinenunglück im Juliergebiet**

Verunglückt: Otto Tamp, 36jährig, und Albert Bally, 37jährig, Mitglieder des Unteroffiziersvereins Brugg.

Anlässlich des Ueberganges aus der Jürg-Jenatschhütte auf den Julierpaß bestieg eine Gruppe Skifahrer des UOV Brugg von der Fuorcla d'Agnelli aus den Ostgipfel des Piz d'Agnelli. Zwei Mitglieder waren auf dem Paß zurückgeblieben und wollten dort die Rückkehr ihrer Kameraden abwarten. Als letztere vom Piz d'Agnelli zurückkehrten, fanden sie ihre Kameraden nicht mehr. Eine unweit der Raststelle niedergegangene Lawine mußte sie mitgerissen haben. Nach einstündiger Sucharbeit konnten die beiden Opfer aufgefunden werden; Wiederbelebungsversuche blieben jedoch erfolglos.

Ueber Einzelheiten sind wir leider nicht orientiert. Vor allem hätte interessiert, ob angenommen werden muß, daß der Lawinenniedergang durch die Verschütteten provoziert worden ist. Auch wenn dies — entgegen der Wahrscheinlichkeit — nicht der Fall sein sollte, liegt dem Unglück große Unvorsichtigkeit zu Grunde; denn auf einem von Felsen flankierten Paß wird man normalerweise nicht von Lawinen verschüttet.

**Nr. 16. 18. März 1947: Lawinenunglück im Keschgebiet**

Verunglückt: Gertrud Schulz-Reutimann, 26jährig, aus Zürich, Schlittschuhlehrerin in St. Moritz.

Am Morgen verließ Frau Schulz in Begleitung eines Skilehrers die Keschhütte, um über den Sertigpaß nach Davos zu gelangen. Um möglichst hoch in das Val Sertiv zu gelangen und keine Gegensteigung überwinden zu müssen, traversierte die Partie die Osthänge „Plattas Nairas“. Dabei löste sich ein Schneebrett los, welches Frau Schulz mitriß und begrub. Ueber Einzelheiten des Unfalls und der Bergungsaktion konnte nichts in Erfahrung gebracht werden. Fest steht, daß dem Skilehrer nach dem Niedergang die beiden Skistöcke fehlten — was darauf schließen läßt, daß auch er von der Lawine erfaßt worden ist —, und daß das Opfer am Abend tot aufgefunden wurde.

**Nr. 17. 25. März 1947: Lawinenschäden an der Berninabahn**

Durch drei Lawinen, welche am Nachmittag bei Cavaglia und zwischen Alp Grüm und Berninospiz niedergingen, wurden die Geleise der Berninabahn verschüttet und die Telephonleitungen unterbrochen. Der Verkehr war einige Zeit unterbrochen.

**Nr. 18. 26. März 1947: Lawinenunglück beim Grünsee (Zermatt)**

Verunglückt: Rudolf Gugelmann, 34jährig, Langenthal.

Um die Mittagszeit fuhren vier Skitouristen mit dem bekannten Zermatter Führer O. F. vom Gornergrat über Hohtälligrat nach Grünsee. Die Abfahrt erfolgte östlich der gewöhnlichen Route. Beim Queren eines Steilhanges geriet der letzte Fahrer, Gugelmann, wahrscheinlich tiefer in den Hang hinein und löste dort offenbar eine Schneebrettlawine los, die ihn mitriß. Seine Begleiter, die in diesem Augenblick schon außer Sichtweite gewesen waren, kehrten nach kurzem Warten zurück und erreichten bald darauf die Unfallstelle. Vom Verschütteten war keine Spur zu entdecken, obschon der Ablagerungskegel aufs sorgfältigste abgesucht wurde.

Während der beste Skifahrer die Kunde nach Zermatt brachte, holte der Führer in der benachbarten Fluhalphütte alles verfügbare Rettungsmaterial. Der Unfall war von der Skilift-Endstation

beobachtet worden, und so trafen die ersten Helfer bereits eine halbe Stunde nach dem Lawinen-niedergang auf der Unfallstelle ein. Die Rettungsmannschaft von Riffelberg traf nach 1<sup>1/2</sup> Stunden und diejenige von Zermatt nach 1<sup>3/4</sup> Stunden ein. Mit 30 Mann wurde der Lawinenkegel systematisch absondiert, und abends 20.00 führte die Aktion zur Auffindung des Verschütteten. Dieser lag am untersten Rande der Lawine in 2 m Tiefe. Wiederbelebungsversuche blieben erfolglos.

Die abgeglittenen Schneemassen sollen auf einer ausgesprochenen Schwimmschneeunterlage in Bewegung geraten sein. Totale Anrißhöhe ca. 90 cm. Die Sturzbahn hatte eine Länge von rund 200 m.

**Nr. 19. ca. 30. März 1947: Lawinenschaden auf Alp Arpiglia (Gemeinde Zuoz)**

Durch eine in der Zeit zwischen 30. 3. und 6. 4. vom Südhang des Grates Piz Arpiglia gegen die Hütten der Alp Arpiglia (2115 m ü. M.) niederstürzende Schneebrettlawine wurde die dortige Alphütte zerstört, während die alte, danebenstehende Sennhütte unversehrt blieb. Der Schaden betrug laut amtlicher Schätzung Fr. 24 000.—.

Das alte Stallgebäude hatte mehrere hundert Jahre neben der heute noch vorhandenen Sennhütte gestanden und wurde im Jahre 1903 durch einen Neubau ersetzt. Der neue Stall wurde an derselben Stelle aufgebaut, jedoch mit andern Höhenmaßen; höhere Längsmauern, größere Giebelhöhe und steileres Dach. (vgl. Fig. 28).

Das jahrhundertalte Gebäude wurde — wie schon oft — von der Lawine überdeckt und blieb unversehrt, während der neue Stall vollständig zerstört wurde. Haben die Alten die Natur doch besser gekannt und sich ihren Einwirkungen schmiegsamer anzupassen gewußt?



Die Hütten auf Alp Arpiglia vor dem Lawinenniedergang. Vorn die alte, niedere Sennhütte; hinten der neue, höher gebaute Stall. (Photo 8)

Der Schaden. Vorn der vollständig zerstörte neue Stall, hinten, nur mit dem Kamin sichtbar, die alte, intakt gebliebene Sennhütte. (Photo 9)

**Fig. 28: Lawinenschaden auf der Alp Arpiglia (Gde. Zuoz)**

**Nr. 20. 7. April 1947: Lawinenschaden im Bedrettot**

Bei der Alp Manegorio ca. 2 km hinter All'Acqua ging eine Naßschneelawine nieder, welcher ein alter Stall zum Opfer fiel.

Nr. 21. 13. April 1947: Lawinenunglück im Dent de Morcles-Massiv

Verunglückt: Maurice Cosandai, 27jährig, Lausanne

Beim Durchqueren der Hänge „Les Martinets“ gerieten nachmittags 16.00 zwei Skifahrer einer Partie in eine Lawine. Während sich die junge Tochter beim Stillstand der Lawine auf den Schneemassen befand und befreien konnte, wurde ihr Begleiter, M. Cosandai, verschüttet.

Der Rettungschef SAC von Les Plans langte mit seiner Mannschaft abends 20.00 auf der Unfallstelle an. Am folgenden Tag — erst — forderte man einen Lawinenhund an, der um 10.30 eingesetzt werden konnte. Seine Suche förderte verschiedene Gegenstände des Vermissten zu Tage; der Körper wurde jedoch nicht aufgespürt, und auch die bis am Abend fortgesetzte Sondierarbeit verlief ohne Erfolg.

Die Leiche von M. Cosandai wurde drei Wochen später aufgefunden.

Tabelle 32: Durch Lawinen verursachte Unfälle und Schäden

Nr.	Seite	Datum	Ort	tot	verletzt	Bemerkungen
1	65	29. 11. 46	Col de Balme (Trient)	1		Bergführer J. H. Ravanel Argentières
2	66	2. 1. 47	Hohniesen (B. O.)		2	
3	67	5. 1. 47	Büttlassen (B. O.)	1		Herm. Etter, Kallnach
4	67	11./12. 1. 47	Grütschalp-Mürren			Mürrenbahn verschüttet
5	67	12. 1. 47	Zermattental			Geleise d. Visp-Zermatt- Bahn verschüttet
6	68	5. 2. 47	Roveredo	1		G. Giuliotti, Roveredo
7	68	9. 2. 47	Kreuz St. Antönien	7		Einwohner von St. Antönien
8	70	10. 2. 47	Bivio	1		Arthur Meier, Zürich
9	71	3. 3. 47	Val d'Entremont	1	2	Ger. Cretton, Martigny
10	71	6. 3. 47	Zermatt		1	B. Silvio, Valtouranche
11	71	9. 3. 47	Hockenhorn Lötschental	1		Lt. Braun, Burgdorf
12	71	12. 3. 47	Brisen	1	2	Walter Müller, Luzern
13	73	13. 3. 47	Mattlishorn (Graub.)	1	1	Frau Krättli, Chur
14	74	16. 3. 47	Gotthardstraße			Straße verschüttet
15	74	17. 3. 47	Juliergebiet	2		O. Tamp u. A. Bally, Brugg
16	74	18. 3. 47	Keschgebiet	1		Frau Schulz, Zürich
17	74	25. 3. 47	Berninabahn			Geleise verschüttet
18	74	26. 3. 47	Grünsee (Zermatt)	1		Tel. Leitung beschädigt Rudolf Gugelmann, Langenthal
19	75	30. 3. 47	Alp Arpiglia (Zuoz)			Alphütte zerstört
20	75	7. 4. 47	All'Acqua, Bedrettal			Stall zerstört
21	76	13. 4. 47	Dent de Morcles-Massiv	1		M. Cosandai, Lausanne
				20	8	

Tabelle 33: Lawinnenniedergänge mit Menschenopfern oder Sachschäden in den letzten 7 Wintern

Winter	Anzahl Schadenfälle	Anzahl Todesopfer	Anzahl Verletzte
1940/41	42	27	34
1941/42	90	56	6
1942/43	19	14	4
1943/44	84	29	14
1944/45	202	39	26
1945/46	48	10	4
1946/47	21	20	8

## II. Lawinenunfälle außerhalb der Schweizeralpen

### 3. Dezember 1946: Lawinenunglück an der Gurinerfurka (Val d'Antigorio-Maggiatal)

In der Nacht vom 3./4. Dezember gerieten eine Anzahl Schmuggler oberhalb des Lago Superiore nahe der Schweizergrenze in eine Lawine. Mit Ausnahme des 18jährigen Forni Genesio aus Premia konnten sich alle befreien. Der Unfall wurde im schweizerischen Bosco-Gurin gemeldet, von wo aus eine 25 Personen starke Rettungsmannschaft zur Hilfeleistung eingesetzt wurde. Gemeinsam mit einer 25köpfigen Hilfsmannschaft aus dem Formazzatal gelang die Bergung des Toten.

### 6. April 1947: Lawinenunglück am Hochschwab (Oesterreich)

(Nach Reuter) „Am 2900 m hohen Hochschwab im südlichen Oesterreich ereignete sich über Ostern ein schweres Lawinenunglück, dem acht Touristen zum Opfer fielen. Die Bergsteiger gerieten in einen Sturm und beschlossen daher, den Abstieg auf einer kürzeren, aber gefährlicheren Route zu vollziehen. Die Gruppe wurde von einer Lawine erfaßt. Sieben Mann wurden begraben; der achte konnte sich selber befreien, wurde aber getötet, als er Hilfe holen wollte.“

### Juli 1947: Schweres Lawinenunglück in Savoyen

Am 24. Juli 1947 veröffentlichte die „Neue Bündner Zeitung“ folgenden Unfallbericht (Exch.):

„In der Gegend von Argentières in Savoyen wurde eine Partie von siebzig Bergsteigern, darunter eine größere Anzahl von Engländern, von einer Lawine überrascht. Man befürchtet, daß die meisten getötet oder schwer verwundet worden sind. Die Touristen befanden sich im Abstieg vom sogenannten ‚Col du Temple Froid‘ und waren gruppenweise angeseilt. Rettungskolonnen haben sich sofort nach der Unglücksstelle aufgemacht. Bis jetzt ist es anscheinend nur gelungen, einen einzigen der Verunglückten lebend zu bergen.“

Unseres Erachtens dürfte es sich bei vorliegendem Unglück kaum um ein Lawinenunglück, sondern eher um einen Fels- oder Eisabsturz handeln. Wir haben einen Vertrauensmann mit der Abklärung des Herganges beauftragt und hoffen, genaueres darüber zu erfahren.

## III. Bemerkungen

Im letztjährigen Bericht haben wir an dieser Stelle den Schneereichtum des Winters 1945/46 mit den verursachten Opfern und Schäden verglichen und gesagt: Der Berichtswinter ist ein Schulbeispiel dafür, daß die Lawinhäufigkeit nicht allein vom Schneereichtum eines Winters, ja nicht einmal von der Intensität einzelner großer Schneefälle abhängig ist; ein ebenso entscheidender Einfluß kommt dem Aufbau der Schneedecke und den meteorologischen Verhältnissen während und nach den Schneefällen zu.

Der vergangene Winter war schneearm. Dementsprechend waren auch nur sehr wenig Lawinnenniedergänge mit Sachschäden zu verzeichnen; die fünf von uns registrierten Sachschäden sind ein Minimum und lassen sich nur mit denjenigen des Winters 1942/43 vergleichen. Dagegen hat der Berichtswinter eine große Anzahl Lawinenofer gefordert, im Vergleich zum Vorwinter genau die doppelte Anzahl an Toten und Verletzten. Wenn wir unter Lawinhäufigkeit alle irgendeinen Schaden verursachenden Lawinnenniedergänge — ohne Rücksicht auf die unmittelbare Ursache ihrer Auslösung — verstehen, so kommen wir auf Grund der diesjährigen Verhältnisse zum selben Schluß wie dem eingangs erwähnten von 1945/46, mit der Präzisierung vielleicht, daß die schneearmen Winter absolut gesehen nicht lawinenreicher zu sein

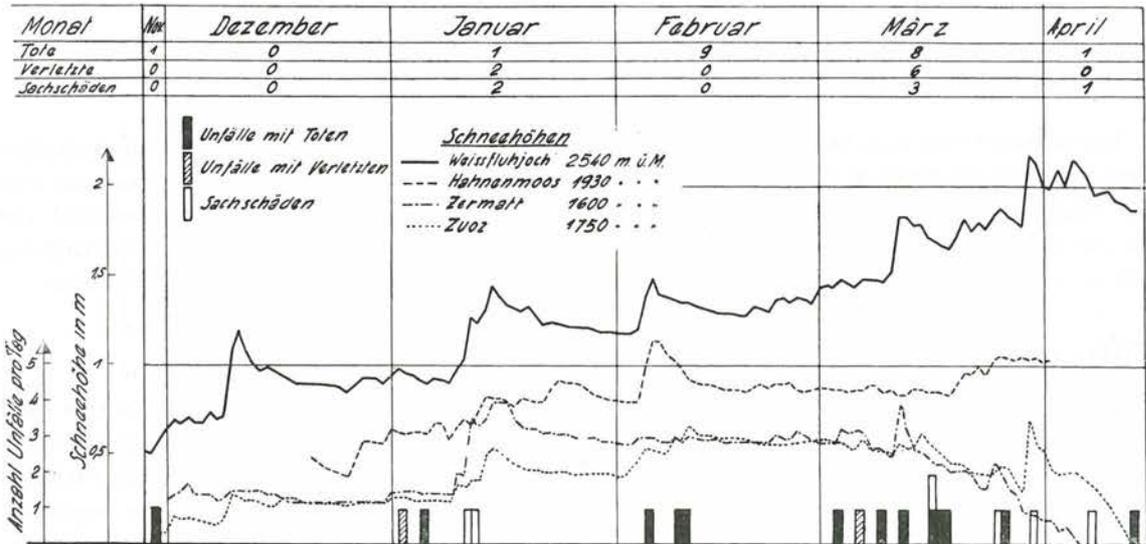


Fig. 29: Zusammenstellung der Unfälle und Schneehöhen im Winter 1946/47

brauchen, daß aber ihr Verhältnis an Lawenniedergängen mit Menschenopfern ein weit ungünstigeres ist. Die Gründe, welche zu diesem scheinbar unlogischen Ursache-Wirkung-Verhältnis führen, sind anhand des winterlichen Geschehens 1945/46 und 1946/47 klar zu verfolgen. Daß ein Schneedeckenaufbau, wie ihn der Berichtswinter mit sich brachte, eine für den Wintertouristen heimtückische Gefahr bedeutet, mag die Tatsache erhellen, daß im vergangenen Winter — mit aller Wahrscheinlichkeit — sämtliche Unglückslawinen von den Verunglückten selbst losgelöst wurden und zudem die Zahl der Lawinenverschüttungen mit glücklichem Ausgang sehr groß war.

Wenn einerseits eine gewisse und zum Teil sogar unverständlich große Selbstschuld zu den Unglücksfällen geführt hat, so ist andererseits der unverkennbare Fortschritt in der Organisation der Rettungsarbeiten hervorzuheben. Vor allem scheint der Glaube an den Lawinenhund bereits allgemein verbreitet zu sein. Ebenso hat man schon vielerorts erkannt, daß auf jede Unfallstelle ein Arzt hingehört, und die seinerzeitige Verteilung von Armeerettungsmaterial — vor allem Sondierstangen — an zivile Rettungsstellen dürfte sich bewährt und gerechtfertigt haben.

Vor allem aber tut vermehrte Aufklärung Not.

## **Anhang**

### **Zusammenfassende Besprechung der übrigen Institutsarbeiten**

von Dr. E. Bucher

Neben den vorstehend ausführlich beschriebenen Schnee- und Lawinenbeobachtungen wurden die grundlegenden Untersuchungen über unsere Materie weitergeführt. Entsprechende Publikationen erfolgen periodisch in größeren Monographien oder kleineren Mitteilungen, doch sei es gestattet, hier kurz auf die wichtigsten Arbeiten hinzuweisen.

#### **Physikalisch-kristallographische Untersuchungen (M. de Quervain)**

Ins Gebiet der Schneemetamorphose fällt eine Bestimmung der Korngrößenverteilung in der Schneedecke mit Hilfe des im Vorjahr entwickelten Schlammapparates. Dieses Gerät, dessen technische Einzelheiten in einer separaten Publikation<sup>7</sup> erläutert werden, gestattet, innerhalb weniger Minuten die Kornzusammensetzung einer Schneeprobe als photographisch registrierte Kornsummenkurve festzuhalten. Die Methode dürfte auch für andere Materialien als Schnee geeignet sein.

Die Metamorphose des abgesonderten Neuschneekristalls ist verschiedentlich an Hand von photographischen Aufnahmeserien studiert worden. Man erkennt daraus sehr schön die Vereinfachungen im Kristallrelief und die Ansätze zur Kornbildung. Der zeitliche Ablauf der Vorgänge kann aber nur in kinematographischen Zeitrafferaufnahmen erkannt werden. Nachdem im Vorjahr mit einer behelfsmäßigen, eigenen Zeitraffer-Apparatur einige Probestreifen aufgenommen wurden, ist dem Institut durch Prof. Dr. E. Rüst eine besser ausgestattete Schmalfilmkamera mit Zeitrafferzusatz zur Verfügung gestellt worden. Die im Frühling 1947 damit aufgenommenen Filme zeigen einige bemerkenswerte Bewegungserscheinungen im Ablauf der Kristallumlagerungen.

Die Kenntnis des gesamten Wärmehaushaltes der Schneedecke ist von grundlegender Bedeutung sowohl für die Schneemechanik als auch für die saisonmäßige Schneedeckenentwicklung, ferner nicht zuletzt auch für hydrologische und pflanzenbiologische Untersuchungen, soweit sie die winterlichen Einflüsse berücksichtigen. Nachdem im Winter 1945/46 laufende Messungen über die Temperaturschwankungen in der Schneedecke angestellt worden waren, sind im Winter 1946/47 einige laboratoriumsmäßige Bestimmungen des Wärmeleitvermögens von Schnee vorgenommen worden. Die bereits vorhandenen Literaturangaben vermitteln wohl den Zusammenhang zwischen Wärmeleitkoeffizienten und Raumgewicht, weichen aber unter sich zum Teil beträchtlich ab und berücksichtigen die Schneeart (Korngröße) nicht. Auch kann den Literaturangaben die Aufteilung des Wärmetransports auf das Eisgerüst und den Porenraum nicht entnommen werden. Eigene Messungen, welche auf diese Besonderheiten abgestimmt sind, waren daher notwendig.

Mit den Messungen über den Wärmehaushalt stehen die Untersuchungen über den Wasserdampfaustausch zwischen Schneedecke und Luft in engem Zusammenhang. Frühere Beobachtungen haben bereits darauf hingewiesen, daß sich Sonnen- und Schattenlagen hinsichtlich Verdunstung und Kondensation sehr verschieden verhalten. Diese Erfahrungen veranlaßten die Konstruktion einer für Sonnenexposition besonders geeigneten Meßanlage auf dem Versuchsfeld Weißfluhjoch. Während verschiedener Schönwetterperioden in den ersten vier Monaten des Jahres 1947 gelang es, eine Anzahl von brauchbaren Verdunstungswerten für Schatten- und Sonnenlagen zu bestimmen.

<sup>7</sup> de Quervain M.: Korngrößenanalyse von Altschnee durch Sedimentation. Schweiz. Bauztg., 66 (1948) 117.

Daneben wurden natürlich alle meteorologischen Faktoren (Temperatur, Windgeschwindigkeit, Feuchte, Strahlung usw.) ebenfalls gemessen, so daß wir in der Lage sind, wenigstens größenordnungsmäßig die Verdunstungsbilanz für die Gegend des Versuchsfeldes Weißfluhjoch aufzustellen. Wenn einmal auch zuverlässige Niederschlags- und Schmelzwassermessungen gewonnen werden können, sollte es möglich sein, den gesamten winterlichen Wasserhaushalt zu überblicken.

Durch die drei Größen Raumgewicht, mittlerer Korndurchmesser und Temperatur ist eine Schneeart sicher schon weitgehend charakterisiert. Die Frage, ob auch die Festigkeitsverhältnisse (Zug- und Scherfestigkeit) damit definiert seien, ist bisher nicht abgeklärt worden. Es wurden deshalb eine Anzahl von anfänglich identischen Altschneeproben während mehrerer Tage in verschieden gekühlten Räumen aufbewahrt, anschließend wieder auf die gleiche Temperatur gebracht und auf Raumgewicht, Korngröße und Festigkeit untersucht. Es zeigte sich dabei sehr deutlich, daß sich die Festigkeit in den verschiedenen Temperaturbädern sehr unterschiedlich entwickelt hatte, während Raumgewicht und Korngröße nur geringe Änderungen aufwiesen. Die Erklärung ist wohl darin zu suchen, daß die Kornkontaktstellen, welche für die Festigkeit verantwortlich sind, bei gleichem Raumgewicht und gleicher Korngröße ungleich ausgebildet sein können.

Die im Winter 1945/46 begonnenen Naß-Schneeuntersuchungen, die Feuchtigkeits- und Plastizitätsbestimmungen umfaßten, haben mit den neueren Messungen über die Zug- und Scherfestigkeit und die Wasserabflußverzögerung eine gewisse Abrundung erfahren. Wie zu erwarten, sinken die Zugfestigkeitswerte von Schnee erheblich, wenn er ins Schmelzstadium tritt, bewegen sich aber immer noch um 3 bis 5 kg/dm<sup>2</sup> (Trockenschnee von entsprechendem Raumgewicht: bis 100 kg/dm<sup>2</sup>). Die sehr große Plastizität des Naßschnees sorgt für den sofortigen Ausgleich aller inneren Inhomogenitäten und Spannungsanhäufungen. Daher findet man bei Naßschnee eine verhältnismäßig kleine Streuung der Festigkeitswerte, und die durchnäßten Frühlingsschneehänge sind meist stabiler als Winterschneehänge mit gleichen und höheren Festigkeitszahlen.

Als Wasserabflußverzögerung der Schneedecke kann man den Zeitunterschied definieren, der zwischen dem Einsetzen eines Wasserniederschlages auf eine horizontale Schneeschicht von gewisser Mächtigkeit und dem Einsetzen des Abflusses an der Basis verstreicht. Wir haben als Einheiten einen Wasserzustrom von 10 mm/Min. und eine Schneeschichthöhe von 1 m gewählt. Je nach Schneeart findet man Verzögerungen von 3 bis 7 Minuten. Es kann ferner eine Nachflußzeit bestimmt werden, die das verzögerte Abfließen des Wassers nach dem Aufhören des Niederschlages kennzeichnet. Dieses stetig abnehmende Nachfließen dauert immer erheblich länger als die oben definierte Abflußverzögerung.

Die Versuche wurden ausgeführt, indem wir mit einer feinen Brause Eiswasser auf einen Schneezylinder abregnen ließen. Auf einer Registriertrommel zeichneten sich der Zustrom und der Abfluß in ihrer zeitlichen Folge selbständig auf. Mit Hilfe dieser Messungen werden sich Schätzungen anstellen lassen über die Abflußverzögerung an einem schneebedeckten Hang oder gar in einem einfacheren Gelände, wenigstens soweit die Schneedecke dafür maßgebend ist.

### Mechanische Untersuchungen <sup>s</sup> (A. Roch)

In Ergänzung zu den letztjährigen Untersuchungen wurden einige Messungen über die Zähigkeitskoeffizienten von grobkörnigen, schweren Schneearten durchgeführt. Damit konnte die ganze Skala möglicher Zähigkeitswerte  $\eta$  des Schnees abgegrenzt werden. Aus diesen Zusammenstellungen ergibt sich eine Variationsmöglichkeit von  $\eta$  von 10<sup>6</sup> bis 10<sup>11</sup> kg sec/m<sup>2</sup>. Die Zunahme der Zähigkeit mit der Alterung des Schnees, mit der Erhöhung des Raumgewichtes sowie der Temperaturabnahme fand in allen Teilen ihre Bestätigung.

<sup>s</sup> Vergl. Bucher E.: Beitrag zu den theoretischen Grundlagen des Lawinenverbau. Beiträge z. Geologie der Schweiz, Serie Hydr.; Lieferung 6, Davos 1948 (Kümmerly & Frey, Bern).

Weitere Untersuchungen über die Bruchgefahr haben die letztjährigen Resultate ebenfalls bestätigt. Erhöhung des Raumgewichtes sowie Abnahme der Temperatur wirken sich im Sinne einer Verfestigung aus, wogegen die Kornvergrößerung eine Festigkeitsabnahme zur Folge hat.

In diesen Zusammenhang gehören ferner die Versuche über die Druckverdichtung, also die rasche Zusammendrückung des Schnees. Mit zunehmendem Raumgewicht sind immer größere Kräfte erforderlich, um das Material zu komprimieren. Für diese Funktion erhält man eine Art Exponentialkurve, das heißt ein Anwachsen der Kräfte gegen das Unendliche für das Aggregat mit minimalem Porenvolumen. Der Temperatur- und Korngrößeneinfluß macht sich im selben Sinne geltend wie bei den übrigen Festigkeitsuntersuchungen.

Neu wurde die laboratoriumsmäßige Bestimmung von Staukurven in Angriff genommen. Es handelt sich dabei im Prinzip um Kriechmessungen längs der Fallinie einer schief aufgelagerten, homogenen Schneedecke, welche auf ihrer unteren Stirnseite abgestützt ist. Wie weit reicht die Stauzone? Das ist die Kernfrage; doch gaben die Versuche recht unterschiedliche Resultate, aus welchen sich zurzeit noch keine allgemein gültigen Schlüsse ziehen lassen. Die Einzelbewegungen der Meßpunkte sind in kurzen Zeitabschnitten zu klein, um mit genügender Genauigkeit erfaßt werden zu können. Wird jedoch der Zeitabschnitt größer gewählt, so tritt auch die stoffliche Aenderung, bzw. Heterogenisierung in Erscheinung und verwischt das normale Strömungsbild. Die Versuche müssen deshalb mit genaueren Apparaten (Koordinatograph) in Angriff genommen werden.

Einfacher ist es, Strömungsbilder bei symmetrischen Randbedingungen zu untersuchen. Schneequader mit 40 cm Länge, 40 cm Breite und 10 cm Tiefe wurden mit Hilfe eines Rahmens so aufgestellt, daß die Flächendiagonale lotrecht zu stehen kam. Netzartig verlegte Meßpunkte gestatteten nun, die Gesamtbewegung des Schnees infolge von Schiebung und Zusammendrückung gegenüber den festen Rändern zu verfolgen und mit den theoretischen Ansätzen zu vergleichen. Die Weiterverfolgung dieser Probleme wird es vielleicht später gestatten, Fließ- und Spannungserscheinungen von Schnee oder Eis auch bei komplizierten Randbedingungen rechnerisch abzuschätzen.

Am meisten interessiert den Praktiker die Beanspruchung längs Verbauungskonstruktionen, also am festen Rand einer Schneedecke. Die Schneedruckmessungen wurden bisher ausschließlich in der Natur durchgeführt, neuerdings aber auch als Laboratoriumsversuch eingeleitet. Als Unterlage der homogenen Schneedecke diente ein mit Drahtgeflecht überzogenes, unter  $45^{\circ}$  Neigung aufgestelltes Brett. Drei übereinander angeordnete Blechlamellen, wovon jede einzelne durch Federn auf Fixpunkte abgestützt wurde, traten an Stelle der festen Verbauungswand, so daß der Schneedruck nicht nur in seiner Gesamtheit, sondern auch in der Verteilung über die Höhe ermittelt werden konnte. Die bisherigen Resultate stimmen mit den Naturbeobachtungen im allgemeinen gut überein.

### Spezielle Felduntersuchungen (H. in der Gand)

Als Ergänzung der Profilaufnahmen im Standardversuchsfeld wurde wie bisher im Laboratorium eine periodische Prüfung von Schneeproben aus den Schichtprofilen vorgenommen. Diese Untersuchungen der Stoffänderung in Funktion der Zeit erstreckten sich auf die Bestimmung von spezifischem Gewicht, Zerreißfestigkeit und Luftdurchlässigkeit der verschiedenen Schneeschichten.

Das Studium des Setzungsverlaufes der Schneedecke wurde mittelst der elektrischen Schichtpegelmessung im bisherigen Rahmen weiter verfolgt.

Als Beitrag zur Kenntnis des Wasserhaushaltes der Schneedecke wurde nebst den im Schichtprofil periodisch bestimmten Gesamtwasserwerten wiederum der Schmelzwasserabfluß zu ermitteln versucht. Leider hat jedoch die Meßvorrichtung nach Einsetzen der Schneeschmelze am 26. April versagt. Eine grundsätzliche Verbesserung der Anlage ist, im Hinblick auf die Bedeutung der Messungen für die Untersuchung des Wasserregimes der Schneedecke, bereits in Angriff genommen worden.

Nebst diesen Beobachtungen im Standardversuchsfeld konnte auch die Untersuchungsreihe über den Einfluß der Höhenlage auf die Schneedeckenentwicklung erweitert werden, indem parallel zu den bereits erwähnten Profilaufnahmen solche auf Büschalp 1960 m ü. M., in Davos 1550 m ü. M., in Laret 1530 m ü. M. sowie in Klosters 1200 m ü. M. erfolgten.

Zur Abklärung des bedeutenden Einflusses der Sonnenscheindauer bzw. -intensität auf die gesamte Schneedeckenentwicklung sowie insbesondere auf die Metamorphose des Schneekristalls wurde erstmals in Davos ein besonntes Versuchsfeld einem während der Hochwinterperiode völlig beschatteten gegenübergestellt. Zu gleicher Zeit erfolgten ferner in Davos und Laret vergleichende Untersuchungen über den Einfluß des Wald- und Freilandstandortes. Alle diese Tastversuche bezweckten vorerst nur die möglichst genaue Feststellung der gesamthaft im Verlaufe der Schneedeckenentwicklung auftretenden Unterschiede.

Zum Studium der Kriechbewegung der Schneedecke auf dem Boden konnten im vergangenen Winter in einer Höhenlage von zirka 2000 m ü. M. verschiedene Meßstellen, teils im Freiland, teils in einer Aufforstung erstellt werden. Die Meßmethode birgt jedoch zu viele Fehlerquellen in sich, als daß aus den Einzelresultaten allgemeine Schlüsse gezogen werden könnten.

### **Zusammenarbeit mit der Praxis**

Durch rege Zusammenarbeit mit der Praxis konnte in den verschiedenen Verbauungsgebieten wertvolles Beobachtungsmaterial gesammelt werden. Nebst den üblichen Aufnahmen am Schiahorn (Davos) und auf der Alp Grüm wurde am Dorfberg (Davos), im Zusammenhang mit den Vorbereitungen für eine Verbesserung und Ueberholung der Verbauung, eine genauere Feststellung der Schneehöhenverteilung vorgenommen. Außerdem wurde das Institut bei der Ausarbeitung des Projektes in beratendem Sinne beigezogen.

Im Verbauungsgebiet Gonzen und Schilt (Stein im Toggenburg) führte das zuständige Forstpersonal die zur Charakterisierung der Lawinengebiete vorgeschlagenen Beobachtungen über die Schneehöhenverteilung, Schneedeckenentwicklung und Lawinenbildung weiter. Außerdem konnten in der Schiltverbauung mehrere Messungen über die Kriechschneebewegung vorgenommen werden.

Im Lawinengebiet von St. Antönien wurde erstmals mit umfangreichen systematischen Untersuchungen begonnen. Durch Errichtung von fünf Pegelreihen in den bedeutendsten Lawinenzügen konnte luv- und leeseits des Grates eine gute Uebersicht über die stark von Windwirkung beeinflusste Schneehöhenverteilung gewonnen werden.

Ferner wurde auf der Luvseite eines Sattels mit Schneeäunen eine kleine Versuchsanlage erstellt und durch Windrichtungs- sowie Geschwindigkeitsmessungen versucht, in die lokal sehr verschiedenartigen aerodynamischen Verhältnisse Einblick zu erhalten.

Die Untersuchungen über die Straßenbehandlung von Davos, welche letztes Jahr im Auftrag von Kurverein und Gemeinde eingeleitet wurden, konnten im gleichen Rahmen weitergeführt werden. Ein Hauptaugenmerk wurde dabei den Temperaturen von Schneedecke und Erdboden zugewandt.

Zwei kleine weitere Untersuchungen seien hier noch erwähnt, und zwar die Prüfung von Verwehungen und Reifansätzen bei Kurzwellen-Reflektoren (BBC), sowie die Witterungseinflüsse auf Radkonstruktionen aus Aluminiumlegierungen (GF).

Was die geplanten Untersuchungen über Reifansatz bei Freileitungen betrifft, konnten erst gewisse Vorbereitungen organisatorischer Art getroffen werden.

## Verzeichnis der Figuren, Tabellen und Photos

### FIGUREN

- 1 Zeitprofil 1946/47 Standardversuchsfeld Weißfluhjoch. 2540 m ü. M. (Meteorologie und Schneedeckenentwicklung).
- 2 Zeitprofil Standardversuchsfeld Weißfluhjoch, 2540 m ü. M.
- 3 Zeitprofil Versuchsfeld Büschalp, 1960 m ü. M.
- 4 Zeitprofil Versuchsfeld Davos, 1550 m ü. M.
- 5 Schneehöhen vom Standardversuchsfeld Weißfluhjoch.
- 6 Vergleich der zehnjährigen monatlichen Schneehöhenmittel (1936/37—1945/46) mit den Monatsmitteln des Winters 1946/47.
- 7 Vergleich der monatlichen Neuschneemengen von 1946/47 mit den Monatsmitteln 1938/39, 1943/44 und 1945/46.
- 8 Lawinenniedergang an der Einfahrt zum Dorfältli bei Davos am 1. Januar 1947.
- 9 Lawinenniedergang im Dorfältli, ausgelöst durch Handsprengung des Parsenndienstes, 13. Januar 1947.
- 10 Lawinenniedergang am SSW-Hang des Mittelgrates bei Weißfluhjoch, 18. März 1947.
- 11 Organisation des Lawinendienstes im Winter 1946/47.
- 12 Schneehöhen der Regionen 1, 2 und 3a.
- 13 Schneehöhen der Regionen 3 und 6.
- 14 Schneehöhen der Regionen 4 und 5.
- 15 Prozentuale Verteilung der Neuschneemengen.
- 16 Vergleich der durchschnittlichen monatlichen Schneehöhen.
- 17 Schneehöhen in Funktion der Meereshöhe.
- 18 Wasserwerte der Schneedecke.
- 19 Zeitprofil Kleine Scheidegg, 2040 m ü. M.
- 20 Zeitprofil Bedretto, 1435 m ü. M.
- 21 Zeitprofil Garichte, 1565 m ü. M.
- 22 Zeitprofil Ulrichen 1345 m ü. M.
- 23 Zeitprofil Zuoz, 1750 m ü. M.
- 24 Vergleich der Schneeverhältnisse im Februar 1947 auf Grund von Rammprofilen.
- 25 Lawinenunglück am Kreuz bei St. Antönien (Graubünden), 9. Februar 1947.
- 26 Lawinenunglück am Brisen, 12. März 1947.
- 27 Lawinenunglück am Mattlishorn ob Langwies (Graubünden), 13. März 1947.
- 28 Lawinenschaden auf der Alp Arpiglia (Gemeinde Zuoz).
- 29 Zusammenstellung der Unfälle und Schneehöhen im Winter 1946/47.
- 4 Sonnenscheindauer in Prozenten der möglichen zu den einzelnen Tagesstunden.
- 5 Globalstrahlung: Tagessummen in cal/cm<sup>2</sup>.
- 6 Mittlere Tagestemperaturen.
- 7 Monatsmittel der Temperaturen von Säntis und Weißfluhjoch.
- 8 Temperatur-Maxima und -Minima.
- 9 Relative Feuchtigkeit in Prozenten (Tagesmittel).
- 10 Wind: Tagesmittel.
- 11 Wind: Tagesmaxima.
- 12 Prozentuale Häufigkeit der Windstärken.
- 13 Häufigkeit der Windrichtung.
- 14 Häufigkeit der Windstärken in den einzelnen Richtungen.
- 15 Bewölkungsmenge: Terminmittel.
- 16 Bewölkungsmenge: Tagesmittel.
- 17 Niederschlagssummen von Weißfluhjoch, Büschalp, Davos und Arosa.
- 18 Tägliche Niederschlagsmengen von Davos und Weißfluhjoch.
- 19 Fadenlegung auf den Versuchsfeldern Weißfluhjoch, Büschalp und Davos.
- 20 Dauer von Früh-, Hoch- und Spätwinter.
- 21 Dauer der Schneebedeckung.
- 22 Anzahl Tagesschneefälle und Neuschneemengen.
- 23 Lawinenniedergänge im Parsenengebiet.
- 24 Verzeichnis der im Winter 1946/47 betriebenen Vergleichsstationen.
- 25 Verzeichnis der Meßstellen im Winter 1946/47.
- 26 Prozentuale Verteilung der Neuschneemengen 1. 12. 46 bis 30. 4. 47.
- 27 Vergleich der gemessenen maximalen Schneehöhen.
- 28 Vergleich der reduzierten maximalen Schneehöhen.
- 29 Zeitliche Verteilung der maximalen Schneehöhen.
- 30 Auf 1800 m Meereshöhe reduzierte durchschnittliche Schneehöhen, Dezember 1946—April 1947.
- 31 Maximale Wasserwerte der Schneedecke.
- 32 Durch Lawinen verursachte Unfälle und Schäden.
- 33 Lawinenniedergänge mit Menschenopfern oder Sachschäden in den letzten 7 Wintern.

### TABELLEN

- 1 Sonnenscheindauer von Weißfluhjoch.
- 2 Gemessene und prozentual mögliche Sonnenscheindauer.
- 3 Totale Sonnenscheindauer in den einzelnen Tagesstunden.

### PHOTOS

- 1 Photo SLF Nr. 1157.
- 2 Photo SLF Nr. 1158.
- 3 Photo SLF Nr. 1156.
- 4 Photo Photohaus Berni, Klosters, Nr. 5326.
- 5 Photo Photohaus O. Pfeifer, Luzern.
- 6 Photo S. Bernet, Luzern.
- 7 Photo SLF Nr. 1155.
- 8 Photo Photohaus G. Sommer, Samedan.
- 9 Photo A. Zimmermann, Zuoz.





Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung.

Weißfluhjoch ob Davos 2660 m ü. M.