

Tätigkeitsbericht 1934-1937 der Schweiz. Kommission für Schnee- und Lawinenforschung, Station Davos- Weissfluhjoch

Autor(en): **Haefeli, Robert**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal
= Journal forestier suisse**

Band (Jahr): **88 (1937)**

Heft 12

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-767811>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen

Organ des Schweizerischen Forstvereins

88. Jahrgang

Dezember 1937

Nummer 12

Tätigkeitsbericht 1934—1937 der Schweiz. Kommission für Schnee- und Lawinenforschung, Station Davos-Weissfluhjoch. Von Dipl. Ing. Robert Haefeli, Zürich.

I. Einleitung.

Mit der Erschliessung der Alpen im Winter, dem Ausbau der Verkehrswege, dem Offenhalten der Alpenstrassen in der kalten Jahreszeit, der Zunahme des Skisportes usw. gewinnt der Kampf gegen den grössten Feind dieser menschlichen Betriebsamkeit, die Lawine, eine stets wachsende Bedeutung. Die wirksamen Schutzmassnahmen zur Sicherung der alpinen Siedelungen und die Pflege ihrer natürlichen Beschützer, der Bergwälder, kostet unser Land jährlich gewaltige Summen. Bei der Entwicklung der Lawinenverbauung auf Grund der Erfahrung machte sich der Mangel an einer grundlegenden, wissenschaftlichen Kenntnis der physikalischen Eigenschaften des Schnees immer stärker fühlbar. So schreibt z. B. Dr. E. Hess, ein bekannter Lawinenfachmann, in seinem Buch «Erfahrungen über Lawinenverbauungen»¹ folgende Sätze:

«In Anbetracht der Wichtigkeit und der Vielseitigkeit der Probleme und deren Einfluss auf die Volkswirtschaft der Gebirgsgegenden hätte es sich schon seit langer Zeit gelohnt, der Lawinenbildung durch systematische Beobachtungen und Versuche näherzutreten, um allgemeingültige Grundsätze für die Anlage von Verbauungen zu erhalten. Wohl haben Coaz und Fankhauser während ihrer ganzen Tätigkeit bei der Eidgenössischen Inspektion für Forstwesen ihre Hauptaufmerksamkeit der Lawinenverbauung geschenkt und reichlich Material gesammelt. Ihre Beobachtungen stammen aber grösstenteils von Sommerbegehungen. Dabei konnten wohl die Wirkungen der Lawinen, nicht aber ihre Entstehung festgestellt werden. Gelegentliche Angaben über das winterliche Verhalten stützten sich lediglich auf Aussagen von Einheimischen und waren meistens wenig präzise.

In Österreich wurden bereits um die Mitte der neunziger Jahre des letzten Jahrhunderts durch das hydrographische Institut Schneepegelbeobachtungen in Verbindung mit der Ausführung von Verbauungen an der Arlbergbahn gemacht. Ferner erstellte man Versuchsverbau-

¹Nr. 4 der Veröffentlichungen über Lawinenverbauungen. Bern 1936. Zu beziehen bei der Inspektion für Forstwesen, Jagd und Fischerei. Preis geh. Fr. 4.—.

ungen, deren Verhalten regelmässig beobachtet wurde. In Frankreich (Savoyen) werden seit Jahrzehnten Studien über Schneehöhen und Lawinen durchgeführt; die Ergebnisse sind in den „Etudes glaciologiques“ veröffentlicht.

Die Schweiz ist also, was die exakte Schneeforschung anbelangt, hinter den Nachbarstaaten zurückgeblieben. Allgemein begrüßte man es daher, als vor einigen Jahren durch das Eidgenössische Departement des Innern eine Kommission zum Studium von Lawinenproblemen ins Leben gerufen wurde. Leider fehlen ihr die Mittel zu einer grosszügigen Inangriffnahme der Forschungsarbeiten.

Die Studien verteilen sich auf zwei getrennte Gebiete, ein rein wissenschaftliches, das sich mit dem Problem der Schneeforschung und der Lawinenbildung befasst, und ein praktisches, das die Unschädlichmachung der Lawinen zur Aufgabe hat. »

Die nachstehenden Ausführungen sollen einen kurzen Überblick über die bisherige wissenschaftliche Tätigkeit der Schweizerischen Kommission für Schnee- und Lawinenforschung, die unter dem Präsidium von Oberforstinspektor M. Petitmermet steht, ermöglichen. Dabei ist zu beachten, dass sich diese Berichterstattung nur auf jene Arbeiten der Kommission bezieht, an denen sich die E. T. H., sowie das Physikalisch-Meteorologische Observatorium in Davos beteiligen. Seit dem Winter 1933/34 arbeiten ausserdem, je unter dem nachstehend erwähnten verantwortlichen Leiter, Beobachtungsstationen auf dem Jaman (Ing. Dr. O. Lütschg, Vorsteher des Institutes für Gewässerkunde der E. T. H.), auf dem Simplon (Kreisoberförster Eugster, Brig), in Andermatt (Kantonsoberförster Dr. Oechslin, Altdorf) und in Elm (Kantonsoberförster Oertli, Glarus).

Gestützt auf persönliche Erfahrungen, sowie auf die bahnbrechenden Arbeiten der bekannten deutschen Schneeforscher Prof. Dr. W. Paulcke und Dr. W. Welzenbach, beabsichtigten wir zunächst, die Mechanik der Lawinenbildung zu ergründen.

II. Die Vorarbeiten der Jahre 1934/1936.

Die Untersuchung der Schneemechanik wurde auf Anregung von Prof. Dr. E. Meyer-Peter, Mitglied der Kommission für Schnee- und Lawinenforschung, in Anlehnung an die Methoden der modernen Erdbauforschung im Winter 1933/34 in Angriff genommen. Einige Vorversuche wurden durch den Verfasser im Erdbaulaboratorium von Ing. Dr. H. E. Gruner in Alpbach durchgeführt. Sie ergaben einen ersten Einblick in die Schneemechanik, sowie die nötigen Richtlinien für die Konstruktion eines besonderen Scherapparates für Schnee, der im Winter 1934/35 in mehrwöchiger Versuchsarbeit auf dem Dach des Physikalisch-Meteorologischen Observatoriums in Davos ausprobiert wurde. Dabei zeigte sich, dass die kristallographischen Veränderungen, die der Schnee während seiner Untersuchung, zum Teil gerade infolge mechanischer Beanspruchungen, durchmacht, nicht ausser acht gelassen werden dürfen.

Die Erkenntnis, dass die kristallographische Seite des Problems,

das Studium von Struktur und Metamorphose des Schnees, für jedes weitere Erforschen der Schneemechanik von grundlegender Bedeutung ist, brachte in der Folge die führende Mitarbeit von Prof. Dr. P. Niggli und seines Beauftragten, Dr. Bader. Die Untersuchung der natürlichen Schneedecke, in deren Veränderungen sich die Witterungsverhältnisse widerspiegeln, liess ferner die Bearbeitung der meteorologischen Faktoren, wozu sich Dr. W. Mörikofer (Davos) bereit erklärte, wünschenswert erscheinen. So kam es im Winter 1935/36 erstmals zur erspriesslichen Zusammenarbeit zwischen dem Kristallographen, dem Ingenieur und dem Meteorologen.

Die kristallographischen und mechanischen Untersuchungen wurden dabei in einem aus Schnee gebauten Laboratorium durchgeführt, das genügend Schutz gegen Strahlungseinflüsse und schroffe Temperaturwechsel bot. Das Laboratorium wurde neben dem Physikalisch-Meteorologischen Observatorium in Davos errichtet, dessen Leiter, Dr. W. Mörikofer, mit Assistent Ch. Thams, der Schneeforschung jede denkbare Unterstützung und Hilfe gewährte. Das Ergebnis dieser mehrmonatigen Versuche ist in einem gemeinsamen Bericht über « Die Schneeuntersuchungen der Station Davos im Winter 1935/36 » niedergelegt.

In den gleichen Jahren wurden unter Leitung des Kommissionsmitgliedes Prof. Dr. R. Staub, durch seinen Assistenten J. Neher im ganzen Parsennggebiet Beobachtungen über Schneehöhe, Schneeverwehungen, Bewegungen der Schneedecke, Lawinen usw. ausgeführt.

III. Die Winterarbeit 1936/37.

Die Vielseitigkeit der Problemstellung liess auf Grund der bisher gemachten Erfahrungen eine möglichst enge Zusammenarbeit der verschiedenen Spezialisten erfolgsversprechend erscheinen. Die Erreichung dieses Zieles wurde durch das grosszügige Entgegenkommen der Direktion der Parsenbahn, dank deren ein neues Laboratorium auf dem Weissfluhjoch — mitten im Lawinen- und Beobachtungsgebiet — erstellt werden konnte, wesentlich erleichtert. Das Bewusstsein, vor einer schwierigen Aufgabe zu stehen, die nur mit vereinten Kräften bewältigt werden kann, führte zur gemeinsamen, im Geiste bester Kameradschaft geleisteten Forschungsarbeit folgender vier Institute :

1. Das Mineralogisch-petrographische Institut der E. T. H. mit ein oder zwei Mineralogen.
2. Die Erdbauabteilung der Versuchsanstalt für Wasserbau an der E. T. H. mit zwei Ingenieuren.
3. Das Geologische Institut der E. T. H. mit ein bis zwei Geologen.
4. Das Physikalisch-Meteorologische Observatorium Davos.

Die Tätigkeit dieser Arbeitsgemeinschaft lässt sich etwa wie folgt einteilen :

1. Studium von *Struktur und Metamorphose* des Schnees, und zwar einerseits unter natürlichen Bedingungen im Feld und andererseits unter künstlich regulierbaren Bedingungen im Laboratorium. Zu diesem

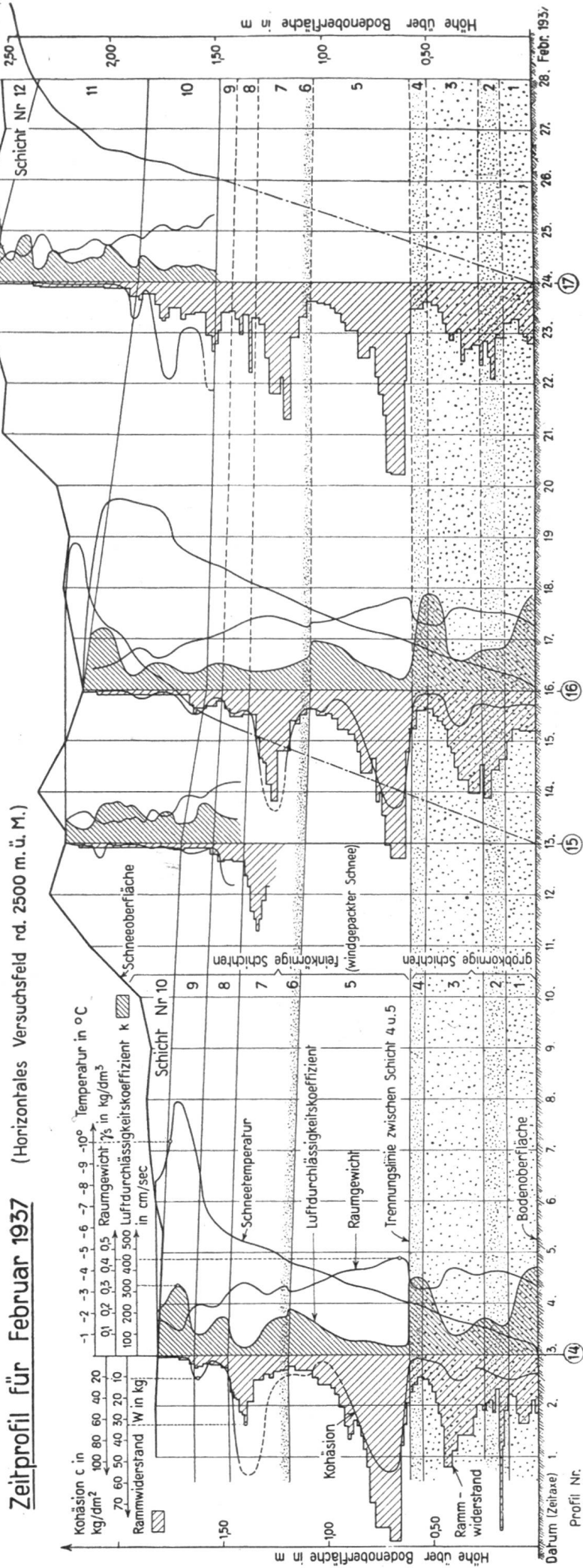


Abb. 1. Veränderung der physikal. Eigenschaften der Schneedecke : Temperatur, Raumgewicht, Luftdurchlässigkeit, Kohäsion und Rammwiderstand. Maßstäbe der Diagramme links oben bei Profil Nr. 14. Ergebnisse der Lawinenforschungsstation Weissfluhjoch.

Zwecke musste eine Reihe von Untersuchungsmethoden für Schnee, wie Mikroskopie, Korngrößenbestimmung, Siebanalyse, Bestimmung der Luftdurchlässigkeit, Herstellung und Untersuchung von Dünnschliffen usw. zum grössten Teil neu geschaffen werden. Die Abklärung dieser Methoden bildete zunächst die wichtigste Aufgabe des Kristallographen (Dr. Bader).

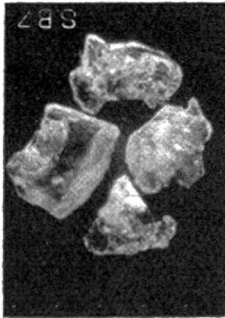


Abb. 2.
Schwimm-
schneefraktion,
Vergr. rd. 4fach.

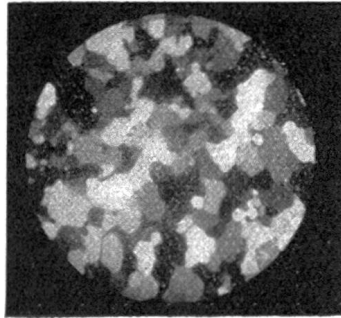


Abb. 3.
Dünnschliff eines
Eiszapfens.

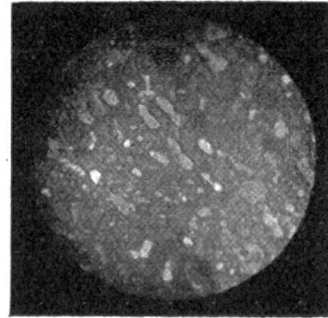


Abb. 4.
Schneedünnschliff mit
gerichtet. Eiskristallen
nach Scherbeanspru-
chung.

Abb. 2—4 Photos Dr. Bader.

Abb. 3 u. 4 sechsfach vergrössert.

Zur Entnahme ungestörter Proben aus der natürlichen Schneedecke wurde ein möglichst horizontales Versuchsfeld abgegrenzt. Jede Woche wurde ein Profil gegraben, zwecks Entnahme von 40 bis 50 Schneeproben, die im Laboratorium auf ihre physikalischen Eigenschaften geprüft wurden. Dadurch war es möglich, die Metamorphose der einzelnen Schichten im Laufe des ganzen Winters genau zu verfolgen. Als besonders geeignetes Prüfungsverfahren zur Klassifikation der Schneearten bewährte sich dabei die Ermittlung der *Luftdurchlässigkeit* (vgl. Abb. 5), die sich mit der Wasserdurchlässigkeit von Sanden vergleichen lässt. Die *Schneetemperaturen* wurden einerseits im Profil direkt gemessen und andererseits mit Hilfe von Widerstandsthermometern, die in die einzelnen Schneeschichten eingebaut waren, registriert. Um später die Beziehung zwischen der Metamorphose und der Witterung verfolgen zu können, wurden ferner die wichtigsten meteorologischen Elemente, wie Windstärke, Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Strahlung in unmittelbarer Nähe des Versuchsfeldes registrierend gemessen.

2. Die Untersuchung der *mechanischen Eigenschaften* des Schnees erstreckt sich einerseits auf die systematische Erforschung der Plastizität, sowie der Festigkeitseigenschaften der verschiedenen Schneearten im Laboratorium, bei Temperaturen, die natürlich entsprechend unter Null liegen, und andererseits auf die Messung von Kriechvorgängen, Spannungserscheinungen und Rammwiderständen der natürlichen Schneedecke. Die Prüfung der Plastizität und der Festigkeitseigenschaften erfolgte mit Hilfe einer Reihe vom Verfasser konstruierter

Apparate:² Kriechmesser, kleiner und grosser Scherapparat, Druckapparat, Zugapparat (Abb. 5 bis 8).

Die Entwicklung der diesbezüglichen Methoden für die laboratoriumsmässige mechanische Untersuchung des Schnees gelangte im Win-

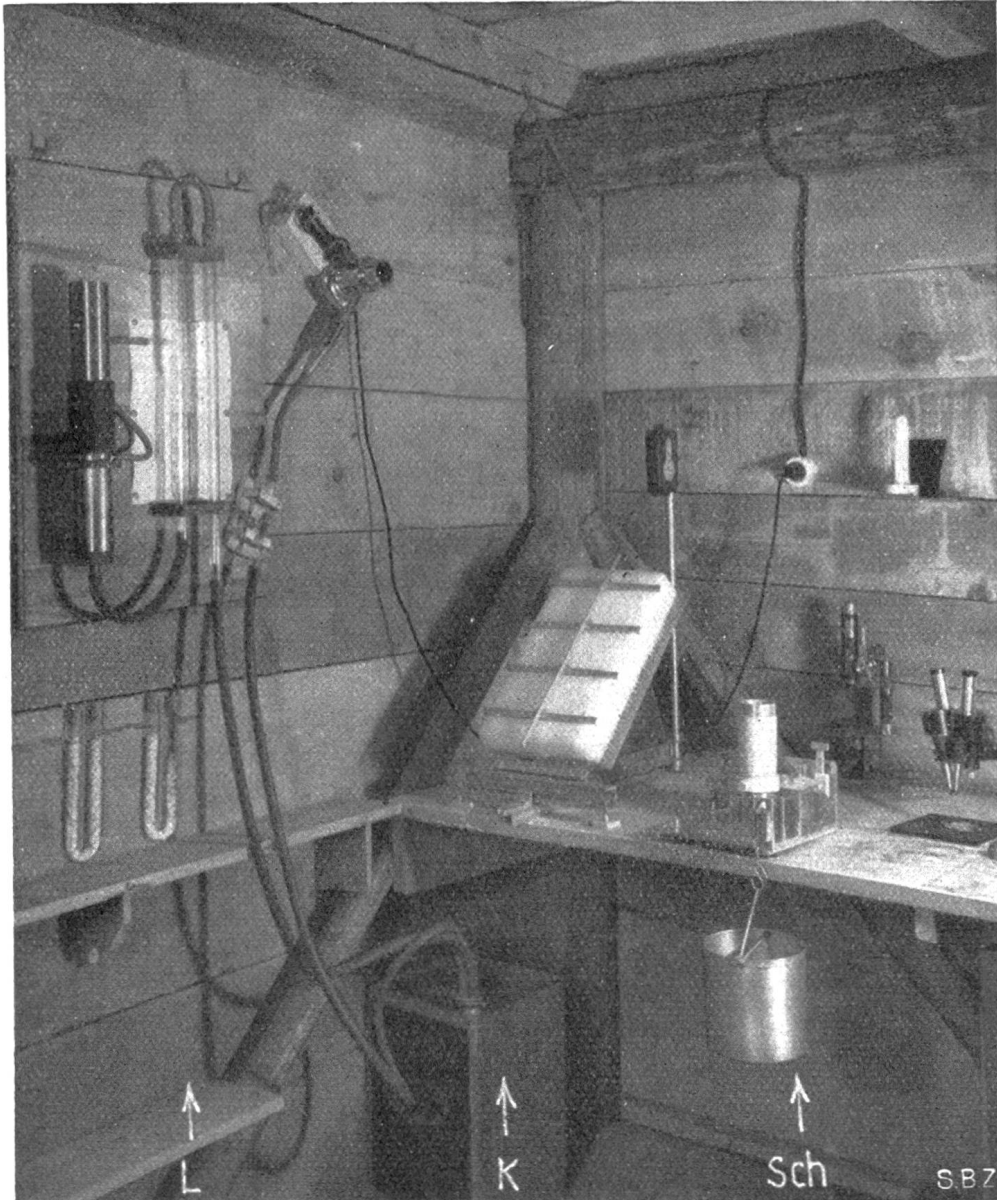


Abb. 5. Apparate zur Prüfung der Luftdurchlässigkeit (L), des Kriechens (K) und kleiner Scherapparat (Sch.).

Phot. Meerkämper.

ter 1936/37 zu einem vorläufigen Abschluss. Auf Grund der durch die Anwendung dieser neuen Methoden gewonnenen Erkenntnisse war es möglich, die gefährlichen Spannungserscheinungen in der Schneedecke, die letzten Endes zur Lawinenbildung führen, und damit die Mechanik der Lawinenbildung überhaupt weitgehend abzuklären.

² Ausführung der Apparate in Antikorrodal: E. Pümpin, Mech. Werkstätte, Basel, und Versuchsanstalt für Wasserbau an der ETH, Zürich.

Um die Schneedecke auf ihre Festigkeit zu prüfen, war die Entwicklung einer einfachen Test-Methode erforderlich. Als solche bewährte sich die Messung des Widerstandes, den der Schnee dem Eindringen einer Kegelspitze entgegensetzt. Da das vertikale Eintreiben

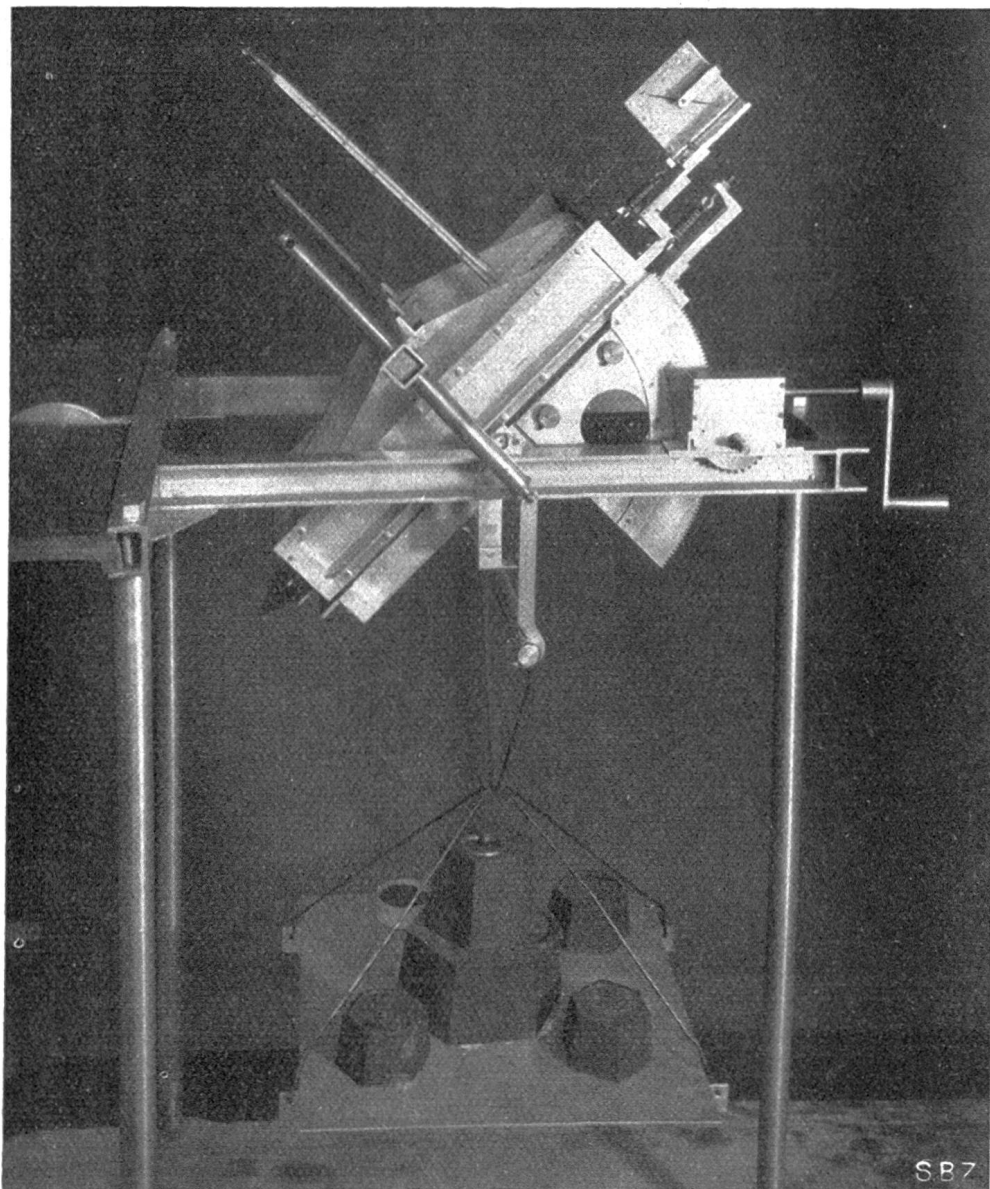


Abb. 6. Grosser Scherapparat im Schneeforschungs-Laboratorium Weissfluhjoch.

Phot. Meerkämper.

der Kegelspitze durch Rammen erfolgt, bezeichnen wir das Ergebnis einer derartigen Untersuchung als *Rammprofil* (vgl. Abb. 1, S. 308). Ein gewisser Einblick in die Beziehungen zwischen den Rammwiderständen und den übrigen mechanischen Eigenschaften der verschiedenen Schneeschichten wurde durch Parallelversuche gewonnen, indem die im Versuchsfeld neben dem Rammprofil entnommenen Proben im Laboratorium auf ihre Festigkeit, insbesondere Kohäsion, geprüft wurden. Die gleichzeitige Untersuchung der kristallographischen und struk-

turellen Eigenschaften dieser Proben vor und nach dem Festigkeitsversuch ermöglichte ferner das Studium der durch die mechanische Beanspruchung des Schnees bedingten Metamorphose.

Die Beobachtung der *Kriechvorgänge* in der geneigten Schneedecke erfolgte im Prinzip durch Messung der Bewegung von Schwimmkörpern, die in die Schneedecke eingebaut wurden. Wählt man die Ausgangslage der Schwimmkörper derart, dass sie in verschiedenen Höhen der Schneedecke auf einer Vertikalen liegen, so gelangt man zur Aufnahme eines *Geschwindigkeitsprofils* (Abb. 16). Versetzt man dagegen die Schwimmkörper in grössern, bekannten Abständen in ein

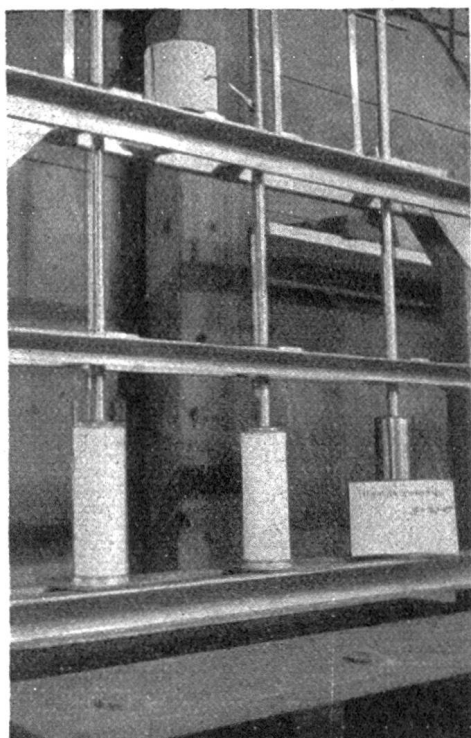


Abb. 7. Druckapparat.

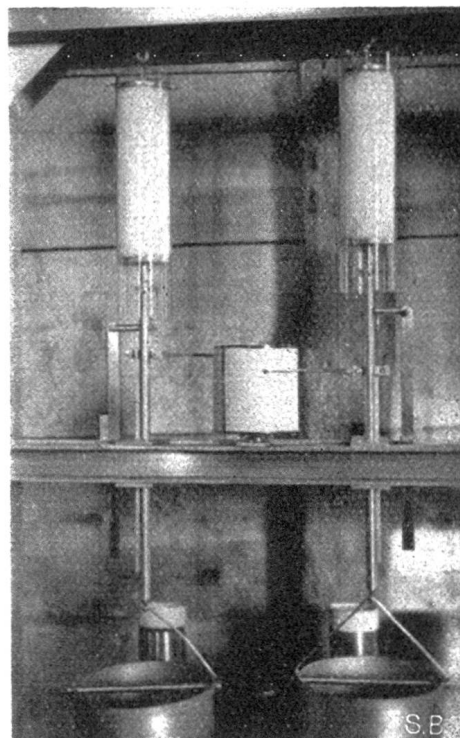


Abb. 8. Zugapparat.

Photos Ing. E. Bucher.

und derselben Schneesicht, so ergibt sich aus der Relativbewegung von zwei Schwimmern die Längenänderung dieser Schicht in der Zeit. Kennt man anderseits auf Grund von Laboratoriumsversuchen die plastischen Eigenschaften der entsprechenden Schneeart, d. h. die Beziehung zwischen Spannung, spez. Längenänderung und der Zeit, so kann näherungsweise auf die Grösse der mittleren *Spannungen* in der natürlichen Schneedecke geschlossen werden.

Von grosser praktischer Bedeutung, insbesondere für die Bemessung von Lawenverbauungen, ist die experimentelle Bestimmung des *Schneedruckes*. Mit Hilfe eines zu diesem Zwecke konstruierten Apparates war es möglich, den Druck, den der Schnee am schwach geneigten Hang auf eine Fläche von 1 m² (senkrecht zur Hangneigung) ausübt, kontinuierlich zu messen. Dabei ergab sich in augenfälliger Weise, wie sehr die Mechanik des Schnees, infolge der hochplastischen

Durch Minenwerfer am Strelahang am 14. Februar 1937 ausgelöste Lawine; der schwarze Punkt bezeichnet die Einschlagstelle.

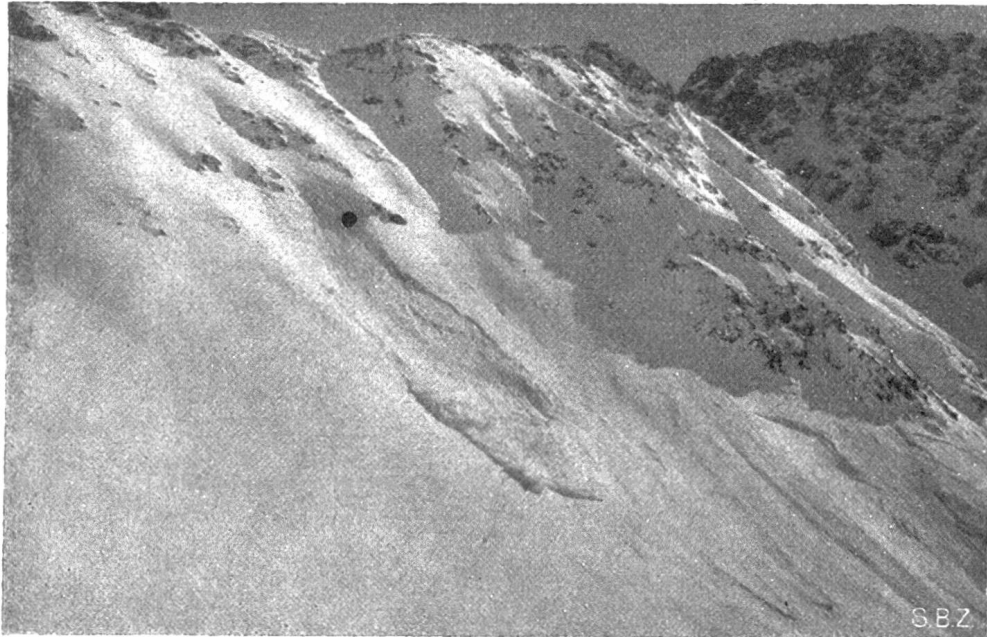


Abb. 9. Erste Phase.

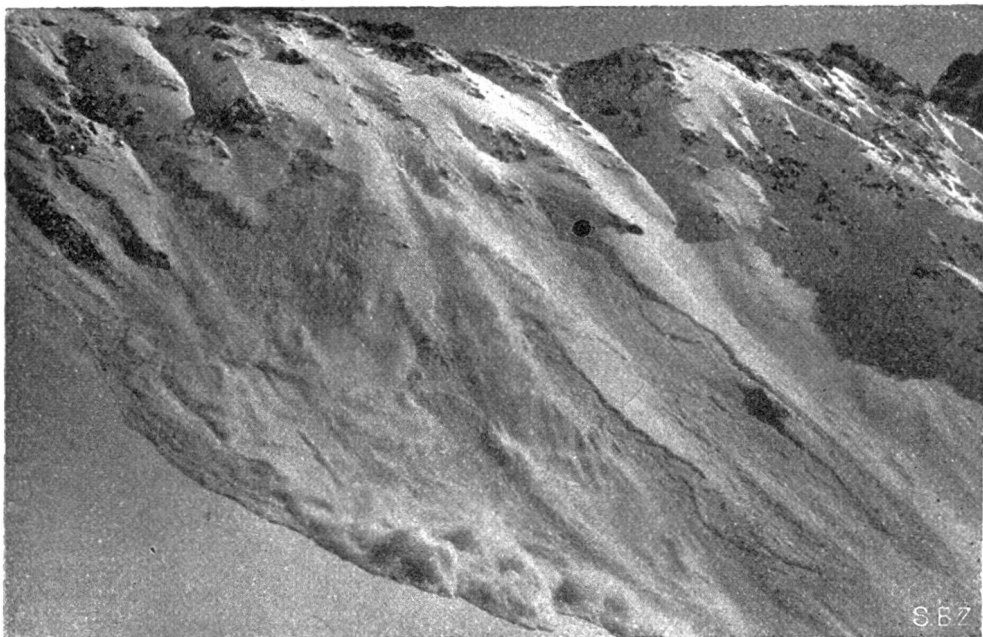


Abb. 10. Etwa 15 Sek. später: starke seitliche Ausbreitung.

Photos J Neher.

Eigenschaften dieses Materials, von der Mechanik der Erde abweicht. In der Gegenüberstellung von Schnee- und Erddruck spiegeln sich die grundlegenden Unterschiede der Mechanik beider Materialien. Die bisher in der Literatur vertretene Auffassung, dass die Berechnung des Schneedrucks in analoger Weise wie jene des Erddrucks erfolgen könne, ist nicht haltbar.

Die genaue Untersuchung von *Lawinenanbrüchen* mit Probeentnahmen und Festigkeitsprüfungen bestätigte im wesentlichen die theoretischen Erwägungen, die vom Verfasser auf Grund der Laboratoriumsversuche über die Spannungserscheinungen in der Schneedecke und über die Mechanik der Lawinenbildung aufgestellt wurden. Nach dieser Theorie, deren Entwicklung hier zu weit führen würde, können in einer geneigten, aus windgepacktem Schnee bestehenden Schneeschicht, die sich in den oberen Hangpartien verankert und unten in einer Mulde abstützt, drei Spannungszonen unterschieden werden: eine obere, ausgedehnte Zugzone, eine mittlere, neutrale Zone und eine untere Druckzone. An Hand von Plastizitätsuntersuchungen lässt sich nachweisen, dass im allgemeinen die grössten und gefährlichsten Spannungen im oberen Teil der Zugzone entstehen. Dabei sind Zugspannungen in der Grössenordnung von 100 kg/dm² (10 t pro Quadratmeter Anbruchfläche) keine Seltenheit. Diese gewaltigen Spannungen entstehen nicht plötzlich, sondern entwickeln sich allmählich mit der plastischen Deformation und der Metamorphose der Schneedecke. Man versteht daher die Macht der Stunde und die Empfindlichkeit solch hochgespannter Schneeschichten gegen die kleinste mechanische Störung, z. B. eine Lufterschütterung oder die durch eine Skispur hervorgerufene Kerbung. Die bewährte Erfahrungsregel, dass man einen Lawinenhang möglichst hoch oben queren soll, bleibt zu Recht bestehen, denn obwohl die Wahrscheinlichkeit, dass das Schneebrett losbricht, am grössten ist, wenn die obere Zugzone gestört wird, so ist dennoch die objektive Gefahr hier am geringsten, weil sich der Skifahrer oberhalb oder wenigstens im oberen Teil der abgleitenden Schneeschichten befindet und somit weniger Gefahr läuft, von den nachrutschenden Schneemassen zugedeckt zu werden.

Eine weitere Tätigkeit, die durch die Initiative von Forstinspektor A. Schlatter der Untersuchung der Schneemechanik angereicht wurde, bildete die *künstliche Lösung von Lawinen* mit Hilfe eines 81-mm-Minenwerfers, den das Eidgenössische Militärdepartement zur Verfügung stellte. Auch diese Versuche, deren technische Durchführung Art. Oblt. Ing. E. Bucher unterstand, hatten eine wissenschaftliche und eine praktische Seite. Die wissenschaftliche Seite bestand darin, festzustellen, bei welchen Schneeverhältnissen die künstliche Lösung von Lawinen möglich ist und welche Zonen der Schneedecke durch den Einschlag gestört werden müssen. Übereinstimmend mit den oben angeführten Überlegungen erwies sich die Zugzone als die empfindlichste Stelle. In praktischer Hinsicht dienten die Schiessversuche zur Sicherung des lawinengefährlichen Strelaweges für den Touristenverkehr (vgl. Abb. 9 und 10). Die zur Durchführung dieser Versuche nötige Munition wurde durch die Verbände « Pro Parsenn » und « Pro Strela », die sich um die Offenhaltung des Strelaweges im Winter bemühten, bezahlt. Die schwierigen Transporte im Gelände, sowie die Absperrmassnahmen wurden durch den Parsenndienst mit bewundernswerter Sicherheit durchgeführt. Hptm. Jost, Chef des Parsenndienstes, nahm an den Schiessversuchen unter Einsatz seiner reichen Erfahrung mit Lawinen

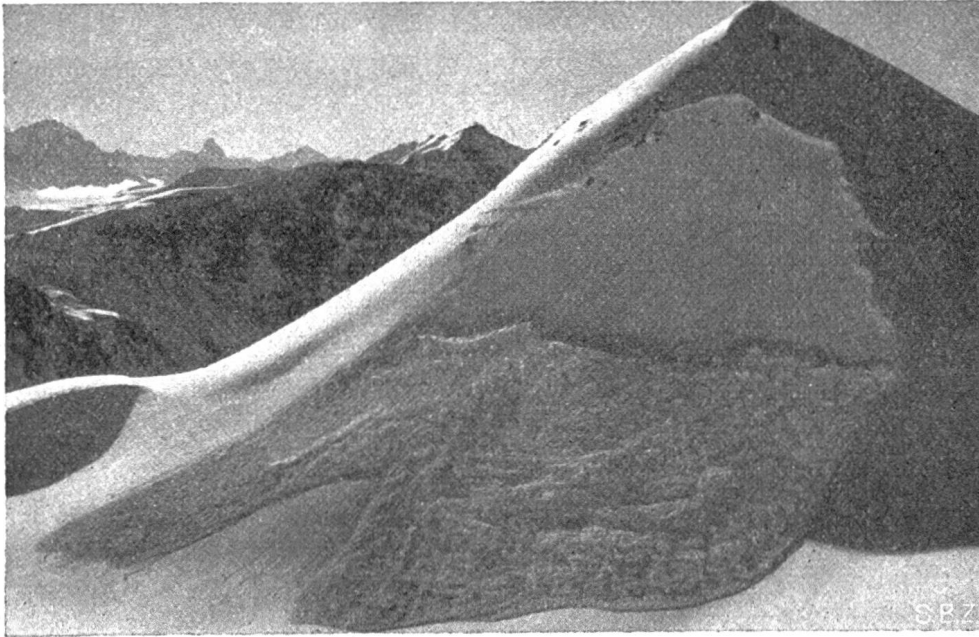


Abb. 11. Lawine im Hauptertäli, am 10. Januar 1937.

Photo J. Neher.



Abb. 12. Anbruchecke rechts unten in Abb. 11; links die Gleitfläche.

Aufnahme des Verfassers.

leitenden Anteil. Es sei hier daran erinnert, dass die künstliche Lösung von Lawinen mittelst Geschützen (neuerdings Minenwerfer) durch Ing. E. Zimmermann³ in Poschiavo, Direktor der Berninabahn, schon seit Jahren mit bestem Erfolg angewandt wird, um den Bahnverkehr vor Lawinen zu schützen.

³ Vgl. dessen Aufsatz « Von Lawinen » in « SBZ », Bd. 107, S. 284* (20. Juni 1936).

3. Während die ersten beiden Arbeitsgruppen sich in erster Linie auf die Messungen in den Versuchsfeldern, die Arbeit im Laboratorium, sowie Erhebungen in dessen näherer Umgebung beschränken mussten, stand den Geologen die Aufgabe zu, ein *grösseres Beobachtungsgebiet* zu bearbeiten. Dabei handelte es sich um Messung von Schneehöhen zur Bestimmung der Schneeverfrachtung durch Wind, Windmessungen, Messung der Kriechbewegung mit dem Kryokinometer, Profilaufnahmen durch die Schneedecke mit Schichtbestimmung und Temperaturmessungen, Aufnahme von Rammprofilen, Entnahme von Schneeproben im Gelände und deren Untersuchung im Laboratorium, Beobachtung von Lawinen, Schneeverfaltungen, Luftzirkulation innerhalb der Schnee-

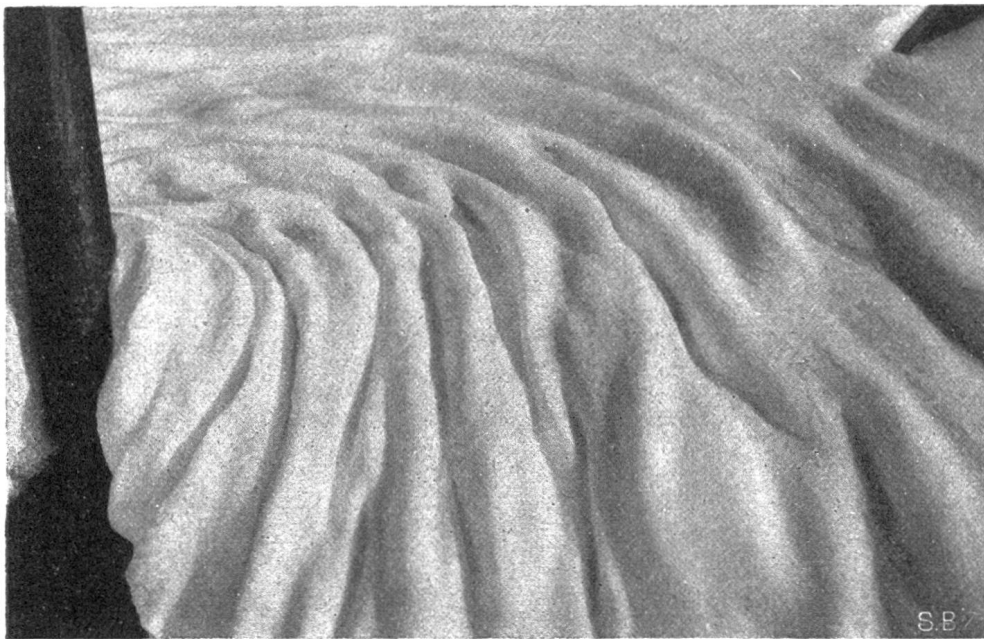


Abb. 13. Verfältelung einer Neuschneesicht beim Abgleiten auf einem Blechdach (Bildung in wenigen Minuten).

Photo J. Neher.

decke, photographische Aufnahmen usw. Als praktische Aufgabe wurde die Wirkungsweise der Ablenkungsbauten der Parsennbahn (Bretterwände) im Zusammenhang mit dem Studium der Wächtenbildung geprüft (J. Neher).

4. Ausserhalb des Rahmens der E. T. H. hat das Physikalisch-Meteorologische Observatorium in Davos die Bearbeitung spezieller Probleme und die gleichzeitige *systematische Untersuchung der Schneedecke in Davos* übernommen. Sein Arbeitsprogramm umfasst in der Hauptsache die Klimatologie, sowie die Strahlungseigenschaften der Schneedecke (Reflexion und Strahlungsdurchlässigkeit).

Zur Illustration der gemeinsamen Tätigkeit der Arbeitsgruppe Weissfluhjoch verweisen wir auf Abb. 1 bis 16. Abb. 1 enthält einen Ausschnitt aus dem sogenannten *Zeitprofil*. Es veranschaulicht die Ergebnisse der periodischen, örtlich benachbarten Profilaufnahmen im horizontalen Versuchsfeld. An Hand dieser Darstellung kann die zeit-



Abb. 14. Querschnitt einer Schneefalte auf grasbedecktem Gelände (Bildung in mehreren Tagen).

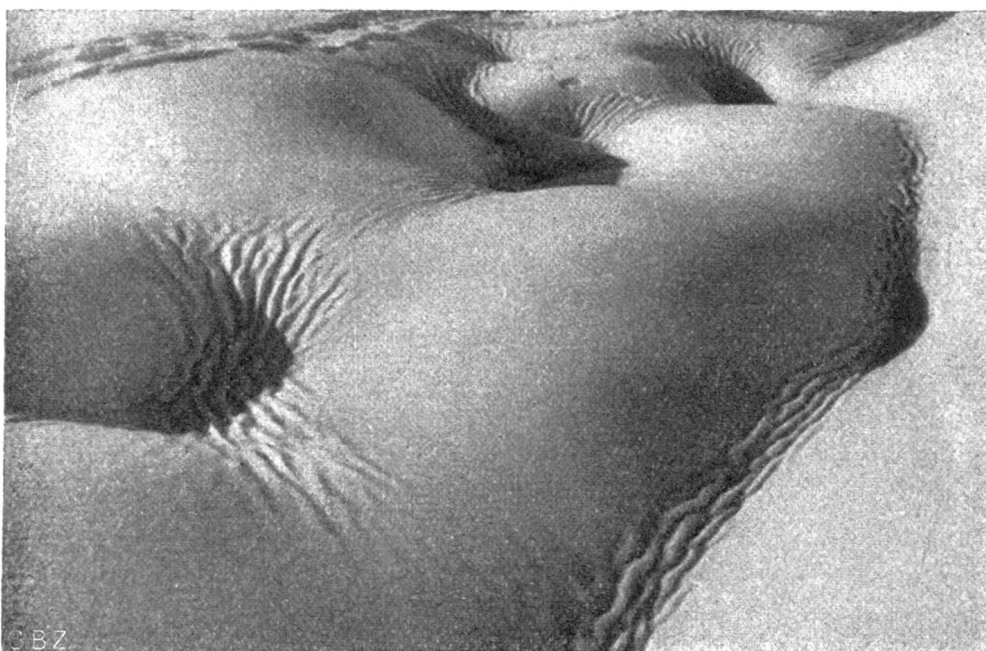


Abb. 15. Oberflächliche Verfaltungen lassen die Druck- bzw. Stauchzonen der Schneedecke erkennen.

liche Veränderung der physikalischen Eigenschaften der verschiedenen Schneeschichten (Temperatur, Raumgewicht, Luftdurchlässigkeit, Rammwiderstand und Kohäsion) als Ausdruck ihrer Metamorphose verfolgt werden. Diejenigen Schichten, die als trockene Schmierschichten für Lawinenbildung in Frage kommen, zeichnen sich durch hohe Luftdurchlässigkeit und geringe Festigkeit aus (vgl. Rammwiderstand und Kohäsion). Es sind dies insbesondere Schichten 4 und 6, die während

langer Schönwetterperioden an der Schneeoberfläche lagen und daher eine relativ starke Verfirnung erlitten. Solche Schichten verlieren später oft den grössten Teil ihrer Kohäsion. Tatsächlich lag die Gleitschicht der meisten im Winter 1936/37 beobachteten Lawinen unmittelbar unterhalb oder innerhalb dieser Schmierschichten. Die Situation war um so kritischer, als die Schichten 1 bis 4 (namentlich in den oberen Hangpartien) stark zur Schwimmschneebildung neigten. Man erkennt, dass das Zeitprofil die allgemeine Beurteilung der Lawinengefahr wesentlich erleichtert. Abb. 11 und 12 zeigen eine am 10. Januar 1937 beobachtete Lawine, jenem Sonntag, welcher in der Schweiz so viele Lawinenopfer forderte (Brisen, Alvier, Spitzmeilen, Furka).

IV. Zukünftige Aufgaben.

Mit der Verarbeitung der im vergangenen Winter gewonnenen Resultate gelangte die vierjährige Arbeit, die sich hauptsächlich mit der Methodik und der Konstruktion von geeigneten Laboratoriums- und Feldapparaten zur Untersuchung von Struktur, Metamorphose und Mechanik des Schnees befasste, als erste Phase der Schnee- und Lawinenforschung zu einem gewissen Abschluss. An einer Reihe von Beispielen wurde die Brauchbarkeit der entwickelten Methoden nachgewiesen. Insbesondere darf der Versuch, die Grundgesetze der Schneemechanik auf experimentellem Wege zu erforschen, als gelungen betrachtet werden.

Beim weiteren Ausbau der Schneeforschung wird es sich zunächst darum handeln, die entwickelten Methoden zu verfeinern und auf breiterer Basis anzuwenden. In Anbetracht der grossen Mannigfaltigkeit der winterlichen Verhältnisse müssen, um endgültige Resultate zu erzielen, die systematischen Beobachtungen für alle Teilaufgaben während mehrerer Winter durchgeführt werden.

Neben der rein wissenschaftlichen Tätigkeit werden allmählich *praktische Aufgaben* in den Vordergrund treten. Die künstliche Loslösung von Lawinen mit Hilfe des Minenwerfers dürfte bei der Sicherung von Verkehrswegen, sowie für militärische Zwecke erhöhte Bedeutung gewinnen. Die durch die bisherigen Versuche erwiesene Möglichkeit, auf einfache Art Schneedrücke zu messen, kann für die Konstruktion und Bemessung von *Lawinenverbauungen* nutzbar gemacht werden. Schneedruckmessungen grösseren Stils befinden sich in Vorbereitung. Im Zusammenhang mit Deformationsmessungen an der Schneedecke dürfte es auf diesem Wege gelingen, Richtlinien betreffend die wirtschaftlich günstigste Form und Verteilung der Verbauungen (für die in der Schweiz jährlich nahezu eine Million Franken aufgewendet werden) aufzustellen.

Bei der Beurteilung der *volkswirtschaftlichen Bedeutung* der Schneeforschung muss berücksichtigt werden, dass von der physikalischen Untersuchung eines von der Wissenschaft bisher wenig beachteten Materials neue Erkenntnisse einerseits auf dem Gebiete der Kristallographie und andererseits über die Mechanik plastischer Materialien

zu erwarten sind. Dank einer relativ raschen Metamorphose bietet z. B. das Experiment mit Schnee die Möglichkeit, plastische Veränderungen der Erdkruste, die sich in geologischen Zeiträumen vollziehen, im verkleinerten Zeitmaßstab bis zu einem gewissen Grade zu veranschaulichen. Von besonderer Bedeutung sind ferner die zwischen Schnee und glatten, festen Körpern (z. B. Glas) in unserem Schneelaboratorium untersuchten Reibungsverhältnisse, die sich bereits auf ähnliche Versuche mit andern Materialien anregend ausgewirkt haben.⁴ Schliesslich scheint die Schneeforschung in hervorragendem Masse berufen, auf einige Probleme der *Erdbauforschung*, deren volkswirtschaftliche Bedeutung wohl ausser Zweifel steht, ein neues Licht zu werfen, in ähnlicher Weise wie umgekehrt die Schneeforschung durch die moderne Erdbaumechanik angeregt wurde. Diese gegenseitige Befruchtung beruht einerseits auf einer Verwandtschaft der Problemstellung und andererseits auf der polaren Gegensätzlichkeit der Materialien hinsichtlich ihrer physikalischen Eigenschaften.

Schliesslich darf wohl die Förderung der Schneeforschung als eine spezifisch schweizerische Aufgabe angesprochen werden. Sind es doch die Berge selbst, Wiege unseres Landes, die uns vor diese Aufgabe stellen. Es sei erlaubt, hier die Ansicht eines bekannten englischen Schneeforschers, Herrn G. Seligman, anlässlich seines diesjährigen Besuches des Laboratoriums auf Weissfluhjoch, zu erwähnen. Er äusserte sich dahin, dass — im Interesse der Sicherheit der ungezählten Fremden, die das schweizerische Hochgebirge im Winter besuchen — den Hochschulen unseres Landes die vornehme Pflicht erwachse, in der Schnee- und Lawinenforschung Pionierarbeit zu leisten.

Zum Schluss möchten wir an dieser Stelle die Gelegenheit benützen, um insbesondere der Eidgenössischen Volkswirtschaftsstiftung,

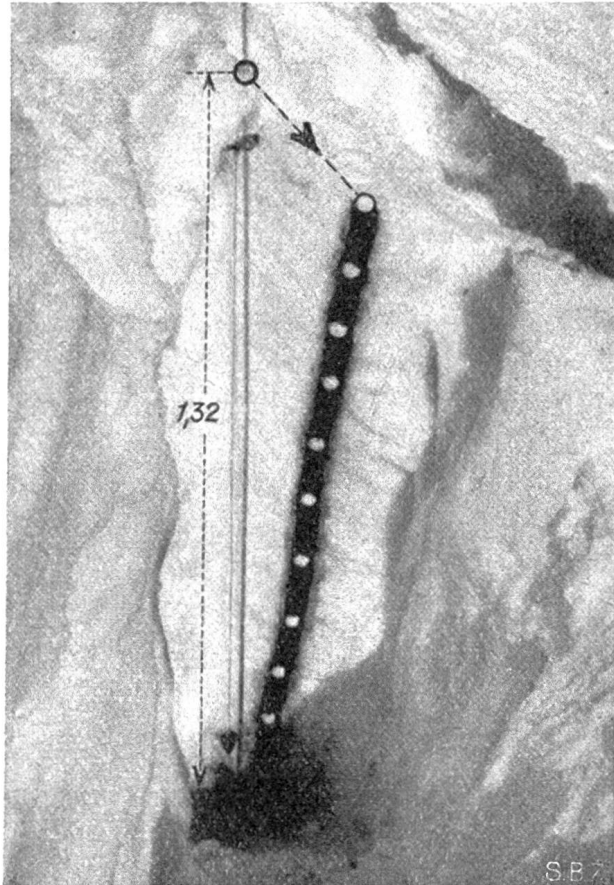


Abb. 16. Aufnahme eines Geschwindigkeitsprofils $\bigcirc \dashrightarrow \dashrightarrow \bigcirc$ Weg eines Schwimmers in 66 Tagen.

⁴ « Druckbeanspruchte Gleitfugen », von Ing. F. Bolliger, Dr. W. Humm und Ing. R. Haefeli, « SBZ », Band 109, S. 15* (9. Jan. 1937).

dem Jubiläumsfonds der E. T. H., dem Departement des Innern, den Bundesbahnen, den Bahnen des Kantons Graubünden, dem S. A. C. und allen jenen Organisationen, die durch finanzielle oder anderweitige Hilfe die Entwicklung der Schnee- und Lawinenforschung ermöglicht haben, unsern Dank auszusprechen.

MITTEILUNGEN

† Oberförster T. Christen.

Am 22. November 1937 hat sich das Grab über dem Nestor der bernischen Forstleute geschlossen. Das zahlreiche Leichengeleite bei der Beerdigung in Zweisimmen legte Zeugnis ab von der Wertschätzung, der sich der Verstorbene bei der Bevölkerung des Simmentales erfreute.

Traugott *Christen*, ein gebürtiger Emmentaler, im Jahre 1862 geboren, wuchs in Biel auf, durchlief das Gymnasium in Pruntrut und schloss sein forstliches Studium an der Eidgenössischen Technischen Hochschule im Jahre 1883 mit bestem Erfolg ab, um hiérauf seine Tätigkeit im Kanton Bern aufzunehmen. Wie damals Brauch, arbeitete er als freierwerbender Forstmann, indem er in vielen Gemeinden des Emmentals, des Jura und besonders des Seelandes als sogenannter Forsttaxator in der Zeit von 1885—1893 Wirtschaftspläne erstellte und geometrische Arbeiten ausführte. Dem damaligen Stand der Waldbaulehre und dem Einrichtungswesen entsprechend, kam ihm seine grosse Gewandtheit in geometrischen Arbeiten sehr zustatten, hatte er doch vor Ablegung des bernischen Oberförsterexamens eine gründliche Schulung bei einem Geometer durchgemacht.

Im Kanton Tessin, in der Leventina, fand er seine erste, feste Anstellung mit Sitz in Faido, in die er sich rasch einlebte, um so mehr als er sich mit grosser Freude und Leichtigkeit die italienische Sprache aneignete. In dieser Stellung leitete er die Ein- und Durchführung der Forstgesetze in den Tessinerbergen und gerne erinnerte er sich an diesen Arbeitsabschnitt seines Lebens im schönen Süden.

Im Jahre 1895 kehrte Christen in seinen Heimatkanton zurück, vom Regierungsrat zum Oberförster des im Jahre 1882 geschaffenen 4. bernischen Forstkreises gewählt. Als Nachfolger des Kreisförsters und früheren Unterförsters H. Müller fand Christen zur Durchführung der Bestimmungen der eidgenössischen und kantonalen Forstgesetzgebung in den ausgedehnten Gemeinde-, Korporations- und Privatwäldern der Amtsbezirke Obersimmental und Saanen eine grosse und schwierige Arbeit vor, welche durch seinen Amtsvorgänger kaum begonnen worden war. Daneben lag ihm vor allem auch die Bewirtschaftung der Staatswälder seines Forstkreises ob, deren Umfang er ständig zu mehren suchte.

Es ist klar, dass im Simmental, dem Mittelpunkt der berühmten Rindviehzucht, mit seinen ausgedehnten Weiden, die meistens in der Hand von Privaten oder Privatkorporationen liegen, wo Wald und