

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 109/110 (1937)
Heft: 8

Artikel: Tätigkeitsbericht 1934 bis 1937 der Schweizer. Kommission für Schnee- und Lawinenforschung: Station Davos-Wasserfluhjoch
Autor: Haefeli, Robert
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-49106>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 19.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Aufteilung der Bruttoeinnahmen

Aufteilung	Elektrizitätswerke 1935/36			Gaswerke 1934/35			
	Mio Fr.	% vom inv. Kapital	% der Einnahmen	Mio Fr.	% vom inv. Kapital	% der Einnahmen	% d. festen Kosten
Rohenergie . . .	—	—	—	21,4	8,3	28,5	40,0
Verwaltung, Betrieb u. Unterhalt	61,6	3,0	29,4	27,9	10,9	37,1	52,0
Abschreibungen u. Fondseinlagen	55,9	2,8	26,6	8,5	3,3	11,3	15,8
Kapitalzinsen und Dividenden . . .	44,1	2,2	21,0	5,2	2,0	6,9	9,7
Steuern, Wasserzinsen, Abgaben an öffentl. Kassen	48,4	2,4	23,0	12,1	4,8	16,2	22,5
Total	210,0	10,4	100,0	75,1	29,3	100,0	140,0

In Abb. 6 ist diese Aufteilung auch graphisch dargestellt. Beim Vergleich der beiden Betriebsgruppen ist zu berücksichtigen, dass sich die Gaswerke mit ganz geringer Ausnahme in Händen der Gemeinden befinden, wogegen die oben dargestellte Uebersicht der Elektrizitätswerke mit ganz verschiedener Organisationsform umfasst. Es sind darin rein privatwirtschaftliche Unternehmungen, kommunale Betriebe, kantonale Werke sowohl als reine Staatswerke als auch in Form von Aktiengesellschaften und endlich gemischtwirtschaftliche Unternehmungen enthalten. Die Verteilung der Einnahmen ist daher im Einzelfalle je nach

Art und Form der Betriebe sehr verschieden. So erreicht der auf die Steuern, Wasserzinsen und Abgaben an die öffentlichen Kassen entfallende Anteil der Bruttoeinnahmen bei den kommunalen Elektrizitätswerken allein den mittlern Betrag von etwa 35%, der aber in Einzelfällen bis zu 50% der Einnahmen ansteigt. Zur Vermeidung von Missverständnissen sei noch darauf hingewiesen, dass in obiger Tabelle und auf Abb. 6 die Position «Kapitalzinsen und Dividenden» ins Verhältnis zum investierten Kapital und nicht zur Bau-schuld oder zum Eigenkapital gesetzt wurde. Zur richtigen Beurteilung dieser Ziffer ist die Kapitaltilgung mit zu berücksichtigen. Die mittlere Verzinsung des Aktienkapitals der schweizer. Elektrizitätsunternehmen betrug im Mittel der Jahre 1935/36 etwa 4,8%.

Fassen wir die Resultate unserer wirtschaftlichen Betrachtung über die schweizerischen Elektrizitäts- und Gasbetriebe für die allgemeine Energieversorgung zusammen, so kann gesagt werden, dass diese insgesamt ein investiertes Baukapital von rund 2,3 Milliarden Fr. aufweisen, das etwa zur Hälfte getilgt ist. Die Baukapitalbelastung dieser Betriebe erreicht pro Kopf der Bevölkerung 560 Fr., ein hoher Wert im Vergleich zu unseren Nachbarländern. Die Gesamteinnahmen liegen heute in der Gegend von 235 Mill. Fr., wovon für Steuern, Wasserzinsen und Abgaben an die öffentlichen Kassen rund 60,5 Mill. Fr. aufgewendet werden. Die öffentliche Hand erhebt demnach von der Gas- und Elektrizitätsversorgung eine indirekte Steuer von rund einem Fünftel des Energiepreises. Sie benachteiligt damit Gas und Elektrizität im Wettbewerb mit den festen Brennstoffen, deren Verkaufspreise eine viel geringere fiskalische Belastung einschliessen.

Schlussfolgerung: Als wesentliche Merkmale der geschilderten Entwicklungstendenz in der schweizerischen Ener-

gieversorgung der letzten sechs Jahre erkennen wir eine krisenhafte Stagnation einzelner Abnehmerkategorien, die hoffentlich vorübergehender Art ist, und eine Strukturänderung, die sich in der Umlagerung gewisser Energiegebrauchsformen auf andere Rohenergieträger zeigt. So beanspruchen die flüssigen Brennstoffe in der Erzeugung technischer Wärme, besonders auch in der Raumheizung, einen immer breiteren Raum, unter Verdrängung der festen und gasförmigen Brennstoffe; sie gewinnen aber auch, dank des technischen Fortschritts, in der Kraftherzeugung an Boden. Sie bedrängen in grossen industriellen Betrieben die elektrische Fernversorgung und stellen sich in scharfen Wettbewerb zur elektrischen Traktion. Die Elektrizitätswerke haben im Absatz der hochwertigen Energiearten, besonders im Motorenstrom, etwas an Boden verloren. Sie suchen die weitere Entwicklung zunächst hauptsächlich in der Wärmeversorgung, in den Kategorien relativ hoher Äquivalenzpreise. Damit drängen sie die Gaswerke in eine Defensivstellung in der Koch- und Warmwasserwärme. Der naheliegende Versuch der Gasbetriebe, den Ausfall durch eine Steigerung des Absatzes an technischer Wärme zu decken, wird wiederum vielerorts durch die Oelkonkurrenz sehr erschwert. Die Leidtragenden dieser Strukturänderung sind demnach die Elektrizitäts- und Gaswerke, das heisst die kapitalintensiven Versorgungssysteme. Die Erscheinung erinnert an ähnliche Verhältnisse im Verkehrswesen. Die Sorge um die sehr bedeutende Kapitalbelastung, die diese Betriebe unserem Lande zumuten, rechtfertigt die Bemühung um die Anbahnung einer geordneten Energiewirtschaft. (Schluss folgt.)

Tätigkeitsbericht 1934 bis 1937 der Schweizer. 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 Betriebssamkeit, 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 näher zu treten, um allgemein gültige Grundsätze für die Anlage von Verbauungen zu erhalten. Wohl haben Coaz und Fankhauser während ihrer ganzen Tätigkeit bei der Eidg. 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 Oesterreich 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 Versuchsverbauungen, 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 eidg. Departement des Innern eine Kommission zum Studium von Lawinenproblemen ins Leben gerufen wurde. Leider fehlen ihr die Mittel zu einer großzügigen Inangriffnahme der Forschungsarbeiten.

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

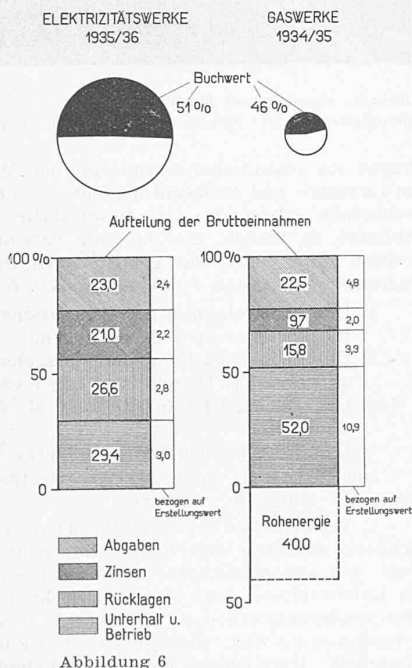


Abbildung 6



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

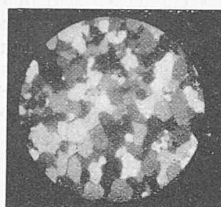


Abb. 3. Dünnschliff eines Eiszapfens.



Abb. 4. Schneedünnschliff mit gericht. Eiskristallen nach Scherbeanspruchung

Abb. 2 bis 4 Photos Dr. Bader

Abb. 3 u. 4 sechsfach vergrößert

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 Schweiz. 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.

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, z. T. 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 wieder spiegeln, 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 scharfe 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 Parsenngebiet 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 erfolversprechend erscheinen. Die Erreichung dieses Zieles wurde durch das großzügige Entgegenkommen der Direktion der Parsennbahn, dank

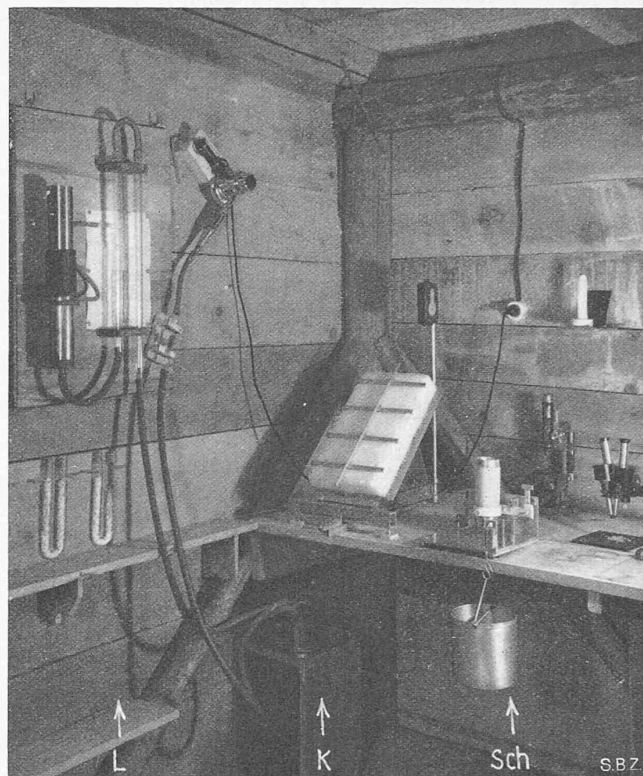


Abb. 5. Apparate zur Prüfung der Luftdurchlässigkeit (L), des Kriechens (K) und kleiner Scherapparat (Sch)

dessen 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 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).

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.

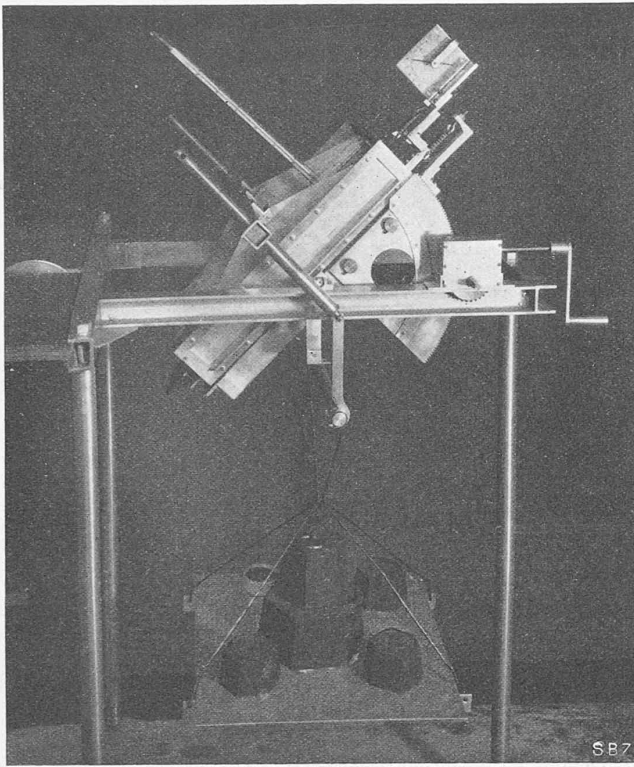


Abb. 6. Grosser Scherapparat im Schneeforschungs-Laboratorium Weissfluhjoch. (Abb. 5 u. 6 Phot. Meerkämper)

2. Die Untersuchung der mechanischen Eigenschaften des Schnees erstreckt sich einerseits auf die systematische Erforschung der Plastizität, sowie der Festigkeits-eigenschaften der verschiedenen Schneearten im Laboratorium, bei Temperaturen, die natürlich entsprechend unter Null liegen, und anderseits auf die Messung von Kriechvorgängen, Spannungserscheinungen und Rammwiderständen der natürlichen Schneedecke. Die Prüfung der Plastizität und der Festigkeits-eigenschaften erfolgte mit Hilfe einer Reihe vom Verfasser konstruierter Apparate²⁾: 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 Winter 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.

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 der Kegelspitze durch Rammen erfolgt, bezeichnen wir das Ergebnis einer derartigen Untersuchung als Rammprofil (Abb. 1, S. 91). 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 strukturellen 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. Versetzt man dagegen die

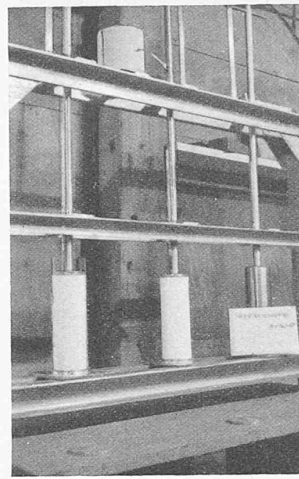


Abb. 7. Druckapparat (Photos E. Bucher)

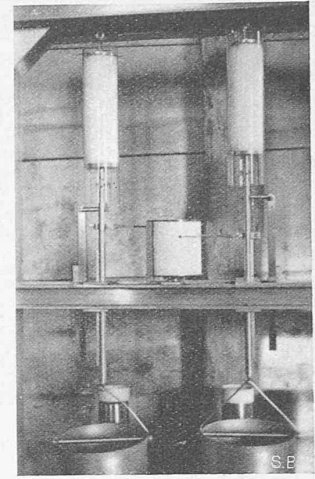


Abb. 8. Zugapparat

Schwimmkörper in grösseren, bekannten Abständen in ein und derselben Schneeschicht, 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 Lawinenverbauungen 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 m^2 (senkrecht zur Hangneigung) ausübt, kontinuierlich zu messen. Dabei ergab sich in augenfälliger Weise, wie sehr die Mechanik des Schnees, infolge der hochplastischen 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 Schneedruckes in analoger Weise wie jene des Erddruckes 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/dm^2 (10 t pro m^2 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 Skipspur hervorgerufene Kerbung. Die bewährte Erfahrungsregel, dass man einen Lawinengang möglichst hoch oben querens 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

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



Durch Minenwerfer am Strelahang am 14. Februar 1937 ausgelöste Lawine; der schwarze Punkt bezeichnet die Einschlagstelle
Abb. 9. Erste Phase

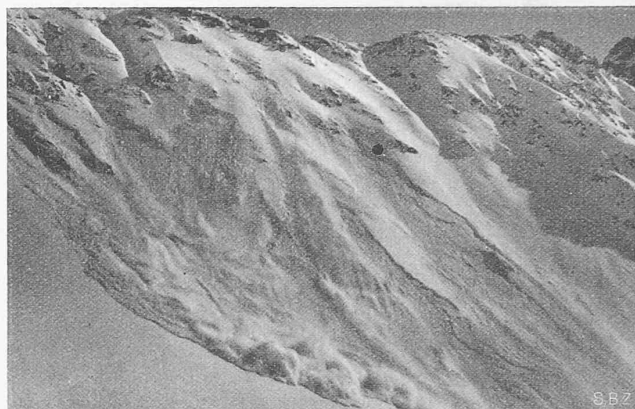


Abb. 10. Etwa 15 sec später: starke seitliche Ausbreitung

das Eidg. Militärdepartement zur Verfügung stellte. Auch diese Versuche 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. Uebereinstimmend mit den oben angeführten Ueberlegungen erwies sich die Zugzone als die empfindlichste Stelle. In praktischer Hinsicht dienten die Schiessversuche zur Sicherung des lawinengefährlichen Strela-Weges für den Touristenverkehr (vergl. 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 Strela-Weges im Winter bemühen bezahlt. Die schwierigen Transporte im Gelände, sowie die Abspermassnahmen wurden durch den Parsennendienst mit bewundernswerter Sicherheit durchgeführt. Hptm. Jost, Chef des Parsennendienstes, nahm an den Schiessversuchen unter Einsatz seiner reichen Erfahrung mit Lawinen, 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. 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, Schneevertaltungen, Luftzirkulation innerhalb der Schneedecke, photographische Aufnahmen usw. Als praktische Aufgabe wurde die Wirkungsweise der Ablenkungsbauten der Parsennbahn (Bretterwände) im Zusammenhang mit dem Studium der Gwächtenbildung 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 11. Abb. 1 enthält einen Ausschnitt aus dem sog. Zeitprofil. Es veranschaulicht die Ergebnisse der periodischen, örtlich benachbarten Profilaufnahmen im horizontalen Versuchsfeld. An Hand dieser Darstellung kann die zeitliche 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 Schicht 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 Schwimmschnee- und Lawinenbildung neigten. Man erkennt, dass das Zeitprofil die allgemeine Beurteilung der Lawinengefahr wesentlich erleichtert.

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 Beobachtung 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 Be-



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

³⁾ Vergl. dessen Aufsatz «Von Lawinen» in «SBZ», Bd. 107, S. 284²⁾ (20. Juni 1936).

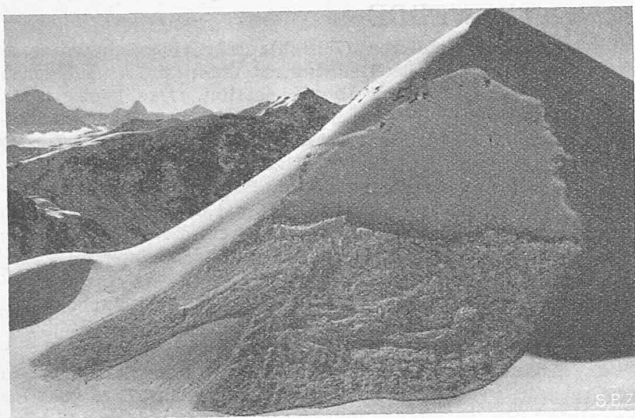


Abb. 11. Lawine im Hauptertäli, am 10. Januar 1937
Abb. 9, 10, 11 und 13 Photos J. Neher



Abb. 12. Anbruchhecke rechts unten in Abb. 11; links die Gleitfläche
Aufnahme des Verfassers

messung 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 Zeitmasstab 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 haben⁴⁾. 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.

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

den. Es sei erlaubt, an dieser Stelle die Ansicht eines englischen Schneeforschers von internationalem Rufe, 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 Eidg. Volkswirtschaftsstiftung, 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

Guglielmo Marconi. Der berühmte Begründer der praktischen Radiotelegraphie ist am 20. Juli dieses Jahres in Rom gestorben. Die elektromagnetischen Wellen hat er zwar nicht entdeckt — deren Existenz hatte schon Maxwell theoretisch abgeleitet, Hertz experimentell nachgewiesen —, aber als Erster zu sichern und bald den Erdball blitzschnell umlaufenden Boten gemacht. Die «Illustration» vom 31. Juli 1937 enthält ein Lebensbild Marconis. Ein reguläres Studium hat er nicht gekannt. Vielmehr war er nach seiner eigenen Aussage von Jugend auf von der Idee behext, «dass jene Wellen der Menschheit ein neues und mächtiges Verständigungsmittel schenken würden, nicht nur quer über Kontinente und Meere zu gebrauchen, sondern auch auf den grossen Dampfern, die Gefahren der Schifffahrt in hohem Masse verringern und die Isolierung der Passagiere beseitigen.» Von dieser Idee geleitet, gelang es ihm 21-jährig (1895), mit Hilfe eines Branly-Detektors auf dem väterlichen Gute bei Bologna eine drahtlose Telegraphenverbindung spielen zu lassen.

Zeitprofil für Februar 1937 (Horizontales Versuchsfeld rd. 2500 m. ü. M.)

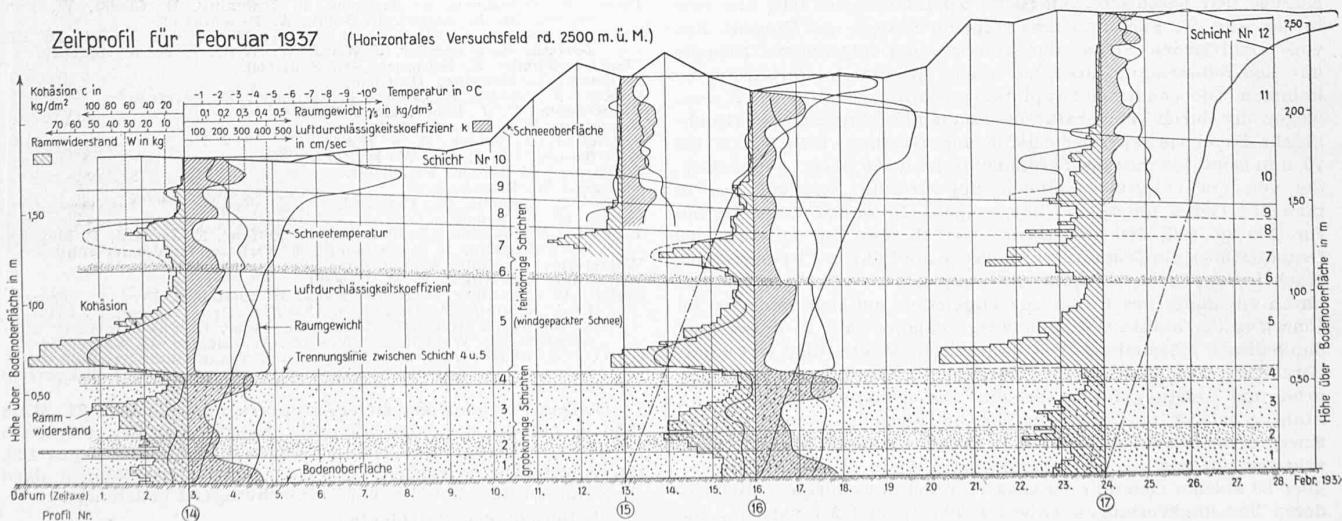


Abb. 1. Veränderung der physikal. Eigenschaften: Temperatur, Raumgewicht, Luftdurchlässigkeit, Kohäsion und Rammwiderstand der Schneedecke
Masstäbe der Diagramme links oben bei Profil Nr. 14.