Zeitschrift: Das Schweizerische Rote Kreuz
Herausgeber: Schweizerisches Rotes Kreuz
Band: 59 (1949-1950)
Heft: 3

Artikel: Neuere Schnee- und Lawinenforschung
Autor: Häfelin, J.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-556441

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: 15.07.2025

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

Zeichnung Hugo Bachmann aus «Alpineum Helveticum» Herausgeber und Verlag: Ernst Bachmann, Luzern.

NEUERE SCHNEE- UND LAWINENFORSCHUNG

VON DR. J. HÄFELIN

Es ist nicht verwunderlich, dass in einem Gebirgsland wie der Schweiz, wo dem weissen Tod Jahr für Jahr Menschenleben zum Opfer fallen, die Forschung nach den Ursachen und Wirkungen der Lawinen seit langer Zeit heimisch ist. So hat zum Beispiel schon im Jahre 1706 Johann Jakob Scheuchzer in seiner «Beschreibung der Naturgeschichte des Schweizerlandes» in sieben Abschnitten die Lawinen behandelt. Obwohl sich viele Wissenschafter und Laien mit diesem Problem befassten, blieben die Ergebnisse bis in die dreissiger Jahre dieses Jahrhunderts sehr dürftig. Der Grund des Versagens der Forschung war einerseits in den mehr beschreibenden und statistischen Methoden zu finden, die sich naturgemäss nur mit den äusserlich sichtbaren Vorgängen befassten und so die tieferen Ursachen dieses Naturphänomens nicht aufzudecken vermochten. Anderseits lag es wohl auch daran, dass die Untersuchungen nicht systematisch durchgeführt werden konnten, da sich, wenigstens in der Schweiz, die einzige kompetente Stelle, die Meteorologische Zentralanstalt, sei es aus Mangel an Krediten oder an Initiative, damals nicht darum bemühte. So kam es, dass die eigentliche Forschungsarbeit erst mit der Gründung der Eidgenössischen Schnee- und Lawinenforschungskommission im Jahre 1931 einsetzte. Es zeigte sich aber bald, dass mit den fünf errichteten Beobachtungsstationen noch nicht viel gewonnen war, weshalb im Jahre 1936 zur Gründung eines Versuchslaboratoriums auf Weissfluhjoch geschritten werden musste.

Die Schneeforschung lässt sich in zwei grundverschiedene Gebiete einteilen: *Die Entstehung der Schneefälle* und *das Verhalten der auf dem Erdboden abgelagerten Schneemassen.* Das erstgenannte Problem interessiert vor allem die Meteorologen. In qualitativer Hinsicht sind die Ursachen für das Entstehen der Niederschläge schon lange bekannt. Das Zusammentreffen warmer und kalter Luftmassen und die Hebung der wärmeren Luft über die kältere verursacht infolge der Expansion eine Abkühlung der aufsteigenden Luft. Kalte Luft kann nicht so viel Wasserdampf enthalten wie warme. Da die aufsteigende Warmluft ihren grossen Feuchtigkeitsgehalt mit sich in die Höhe führt, muss von einer bestimmten Höhe an, dem Kondensationsniveau, eine Ausscheidung des überschüssigen Wasserdampfes in Form von Wolkentröpfchen auftreten. Damit aber die Kondensation des Wasserdampfes vor sich gehen kann, müssen sogenannte Kondensationskerne vorhanden sein, an denen sich der Wasserdampf niederzuschlagen vermag. Solche Kerne sind zum Beispiel Salzteilchen, die vom Meerwasser stammen, Staubteilchen, vor allem aber die hygroskopischen Verbrennungsprodukte der Feuerungsanlagen. Die Wolkentröpfchen sind selber so klein, dass sie in der Luft schweben bleiben. Damit Niederschlag entsteht, ist es notwendig, dass die hundert- bis tausendmal grösseren Regentropfen entstehen.

Die Erkenntnis, unter welchen Bedingungen dieser Uebergang eintritt, ist noch nicht sehr alt. Erst im Jahre 1923 hat der norwegische Meteorologe Bergeron die Idee ausgesprochen, dass das Nebeneinanderbestehen von flüssigen und festen Wolkenteilchen, also von Tröpfchen und Eiskristallen, die Ursache für die Bildung der Schneeflocken und Regentropfen sei. Es ist Tatsache, dass in Höhen mit Temperaturen von Null bis 10 oder 15 Grad unter Null die Wolkenteilchen anfangs, trotz den negativen Temperaturen, aus Wassertröpfchen bestehen. Man nennt sie dann unterkühlt. Erst in grösseren Höhen und bei tieferen Temperaturen bilden sich sozusagen ausschliesslich Eisteilchen. Noch nicht völlig abgeklärt ist, ob die Bildung der Eisteilchen direkt an besonderen Eiskeimen geschieht oder ob dieser Vorgang einfach ein Gefrieren von Wassertröpfchen darstellt. Auf jeden Fall ist es sicher, dass in unseren Gegenden jeder grössere Niederschlag nur dann entsteht, wenn in den Wolken Eisteilchen und unterkühlte Wolkentröpfchen nebeneinander bestehen. Die Wassertröpfchen verdampfen dann zugunsten der Eisteil-

Aufnahme Hans Tschirren, Bern.

Der Winter kann mit Rauhreif alle Dinge beschlagen
und uns tiefer beschäftigen, als der tiefste Schnee.

HERMANN HILTBRUNNER

chen, die dadurch anwachsen. So bilden sich die Schneekristalle aus, die beim Fallen durch die Wolken durch Anfrieren der unterkühlten Tröpfchen grösser und grösser werden. Oft vereinigen sich mehrere Schneekristalle zu den bekannten Schneeflocken. Misst die Temperatur in den erdnahen Luftschichten unter Null oder nur wenig über Null Grad, so können die Schneeflocken den Boden erreichen, bevor sie schmelzen.

Die Formen der aus den Wolken fallenden Schneeteilchen sind recht mannigfaltig. Bald sind sie prismaartige Stäbchen, bald wieder Blättchen, am häufigsten aber die bekannten Schneesterne. Allen diesen Teilchen ist die für die Kristallisation des Wassers eigene, sechseckige Form gemeinsam: sechskantige Prismen, sechseckige Blättchen oder sechsstrahlige Sterne. Allerdings tritt oft auch körniger Schneefall auf: manchmal weiche, milchigweisse Graupeln, dann wieder wie Glas durchsichtige Eiskörnchen, ein andermal harte Hagelkörner oder auch — wahrscheinlich infolge ungenügenden Wasserdampfgehalts — nur unvollständig ausgebildete Eiskristalle. Es kann vorkommen, dass die Schneeteilchen durch Luftschichten fallen, die Temperaturen über Null oder nur geringe Feuchtigkeit aufweisen; in diesen Schichten wird der Schneekristall zu schmelzen oder zu verdampfen beginnen, so dass eine Aenderung seiner Form eintritt. Es ist nun natürlich ausserordentlich schwierig, diese Veränderungen in der Natur zu beobachten. Erst seit einigen Jahren wird versucht, solche Vorgänge aus Flugzeugen zu verfolgen. Dabei ist man nie sicher, ob nicht der ganze Vorgang durch das Flugzeug beeinflusst werde. Man versucht diese Phänomene auch im Laboratorium zu reproduzieren. Doch liegen bis jetzt noch keine einwandfreien Resultate dieser Versuche vor.

Während es schwierig ist, die Veränderungen, welche die Schneeteilchen beim Fallen durch die Luft erleiden, zu studieren, kann das zweite, oben angeführte Problem — das Verhalten des auf der Erde abgelagerten Schnees — leichter erforscht werden. Dieser Aufgabe hat sich die anfangs erwähnte Versuchsstation des Schnee- und Lawinenforschungsinstitutes in ausgezeichneter Weise gewidmet. Die bisher erzielten Resultate sind äusserst wertvoll und in manchem Punkte geradezu bahnbrechend.

Wie der fallende Schneekristall Veränderungen durchmachen kann, so erleidet auch das am Boden liegende Schneeteilchen unter dem Einfluss der veränderten atmosphärischen und mechanischen Verhältnisse eine Umwandlung. Die Schneeforscher nennen diesen Prozess: die Metamorphose des Schnees. Untersuchen wir eine vor mehreren Tagen gefallene Schneeschicht, so finden wir meistens keine Spur mehr von sechsstrahligen Schneesternen oder sechseckigen Blättchen, sondern nur noch mehr oder weniger rundliche Körner. Es ist das Verdienst der schweizerischen Schneeforscher, diese Metamorphose an Hand einzelner Schneeteilchen eingehend beobachtet zu haben. Die vorerst aus grossen Schneesternen mit oft vielfach verästelten Zweigen bestehenden Schneeteilchen wandeln sich bei hoher Temperatur rasch, bei niedriger Temperatur langsam in Körner um. Die einzelnen Schneeteilchen rücken dadurch näher zusammen. Das spezifische Gewicht der einzelnen Schneearten kann daher, je nach den erlittenen Veränderungen, verschieden sein. Auch der Wind hat einen grossen Einfluss auf das Gewicht des Schnees. So wiegt zum Beispiel ein Kubikmeter des bei tiefer Temperatur und Windstille gefallenen Wildschnees nur 10 bis 20 kg, der bei starkem Wind durch das Ineinanderschachteln der Schneesternchen entstehende sogenannte windgepackte Schnee aber 100 bis 200 kg, der Naßschnee gar 200 bis 700 kg. Kann man einige Tage nach dem Schneefall, nachdem also die Umwandlung stattgefunden hat, die sechseckigen Formen nicht mehr erkennen, so sprechen die Schneeforscher von «Altschnee». Zwei Hauptarten werden wieder unterschieden: der lockere Altschnee, der, einem Sandhaufen ähnlich, keinen inneren Zusammenhalt hat, und der gepackte Altschnee, der wie eine zähflüssige Masse einen gewissen Zusammenhalt aufweist. Wir erkennen dies bei Tauwetter an den über die Dachtraufen herabhängenden Schneeschichten oder an den Gwächten, die diese Plastizität des Schnees klar vor Augen führen.

Es ist nun selbstverständlich, dass die im Laufe des Winters gefallene Schneeschicht nicht aus einer einheitlichen Masse bestehen kann. Das eine Mal fällt bei Temperaturen um Null Grad schwerer Naßschnee, dann wieder bei starkem Wind und tiefer Temperatur trockener, windgepackter Schnee, worauf vielleicht eine Schicht lockeren, leichten Pulverschnees fällt. Die nach dem Schneefall eintretenden Temperaturänderungen beeinflussen sodann den Verlauf der Metamorphose. So kommt es, dass oft viele verschiedene Schneeschichten übereinander lagern. Die physikalischen Eigenschaften der einzelnen Schichten wurden von den Schneeforschern gründlich untersucht. Es zeigte sich, dass nicht nur die Dichte der verschiedenen Schneearten Unterschiede aufweist, sondern auch die Druck- und Zugfestigkeit, die Kohäsion und innere Reibung, die Zusammendrückbarkeit und Dehnung.

Da der Zweck dieser Untersuchungen die Erforschung der Vorgänge beim Niedergang einer Lawine war, erstreckten sich die Forschungen auch auf die Messung des Schneewiderstandes und des Schneedruckes, auf Kriech- und Gleitweg der Schneeschichten. Zu der infolge der Metamorphose erfolgenden lotrechten Setzung der Schneeschicht kommt an einem Berghang noch die Bewegung in Hangrichtung; daher ist der Kriechweg als Resultante beider Bewegungen nicht parallel zum Hang. Anderseits wird aber das Gleiten der Schneemasse am Boden gebremst, so dass das Kriechen in den bodennahen Schichten langsamer erfolgt als in höheren Schneeschichten.

Nachdem nun einmal die Zusammensetzung und das Verhalten der abgelagerten Schneemassen bekannt war, konnte man die Resultate dieser Forschungen auf die Lawinen anwenden. Die systematische Untersuchung einer grossen Zahl von Lawinen führte bald einmal zum Ergebnis, dass es nur zwei verschiedene Lawinenarten gibt. Die älteren Bezeichnungen, wie Grund-, Staub-, Schublawine und andere mehr, waren alle nur auf Grund nebensächlicher Eigenschaften gewählt worden und erfassten nicht die wesentlichen Merkmale einer Lawine. Die neuen Untersuchungen zeigten, dass die eine Art aus lockerem, die andere aus gepacktem Schnee besteht. Erstere, *Lockerschneelawine* genannt, hat eine punktförmige Anrißstelle und zeigt beim Niedergehen eine Verbreiterung, die dem ganzen Abbruch eine Birnenform verleiht. Diese lockeren, zusammenhanglosen Schneeschichten werden anfänglich, selbst an steilen Böschungen, durch Reibungskräfte zusammengehalten. Ein kleiner Anstoss genügt aber, um das Gleichgewicht zu stören und die Lawine auszulösen. Die zweite Art, die *Schneebrettlawine*, weist eine viel breitere und zum Hang senkrecht stehende Anbruchstelle auf. Die ganze Schicht — das Schneebrett — gerät in Bewegung, zerfällt aber infolge der Geländeunebenheiten in einzelne Schneestücke. Obwohl dieser windgepackte Schnee einen gewissen Zusammenhalt aufweist, kommt es dennoch zum Bruch der Schneeschicht, weil durch die Metamorphose die Spannungen in der Schicht grösser und grösser werden können, so dass an der schwächsten Stelle schliesslich die Auslösung erfolgen muss. Solche Lawinen weisen immer auch eine Gleitschicht auf, die aus einer besonders lockeren und zusammenhanglosen Schneeschicht besteht.

Die Resultate dieser Forschungen haben auch das Problem des Schutzes vor Lawinen der Lösung näher gebracht. Einerseits kann dadurch eine Verbesserung der festen Lawinenverbauungen erfolgen, anderseits sind auch neue Methoden zur künstlichen Auslösung von Lawinen erfunden worden, um die Strassen und Skirouten bedrohenden Lawinen zur selbstgewählten Zeit niedergehen zu lassen. Ferner gestatten diese Erkenntnisse auch eine sichere Beurteilung der Lawinengefahr, so dass es heute der Schnee- und Lawinenforschungsstation auf Weissfluhjoch möglich ist, zuverlässige Lawinenbulletins herauszugeben.

WIE WEIT IST MAN HEUTE MIT DEM LAWINEN-RETTUNGSDIENST?

Von Dr. med. P. Campell, Pontresina

Zeichnung Hugo Bachmann aus «Alpineum Helveticum» Herausgeber und Verlag: Ernst Bachmann, Luzern.

In den letzten Jahren wurde in der Schweiz über den Lawinenrettungsdienst soviel experimentiert, geschrieben und gesprochen, dass man im breiten Publikum glaubt, das Problem sei gelöst, und die Gefahr der Lawinen könne nun mit zweckdienlichen Mitteln sicher gemeistert werden. Leider muss ich hier festhalten, dass dem keineswegs so ist: Wenn in den letzten Wintern die Zahl der von den Lawinen verlangten Opfer in unseren Alpen auffallend klein war, so hängt das nur zum geringen Teil mit den wirklichen Fortschritten in der Lawinenhilfe zusammen. Der Hauptgrund ist darin zu suchen, dass wir jetzt eine sehr niederschlagsarme Periode erlebten und darum die Lawinengefahr relativ klein war. — Es müsste nur ein sehr schneereicher Winter folgen wie 1917/1918, und rasch würden wir einsehen, dass der Optimismus, durch unsere Massnahmen die Macht der Lawinen gebannt zu haben, verfrüht war. Lassen wir daher die unangebrachte Selbstgefälligkeit beiseite und geben wir uns in möglichst objektiver Weise über den heutigen Stand des Lawinenrettungsdienstes Rechenschaft, um zugleich festzustellen, dass er noch verbessert werden kann.

Die uns gestellte Aufgabe eines guten Lawinenrettungsdienstes gliedert sich in vier Hauptforderungen, die wir der Reihe nach skizzieren und in ihrer Wirksamkeit einer Kritik unterwerfen wollen:

1. *Aufklärung und Belehrung:* Durch Popularisierung des Wintersports und Wintertourismus