

# **SCHNEEMECHANIK MIT HINWEISEN AUF DIE ERDBAUMECHANIK**

Von der

**Eidgenössischen Technischen Hochschule  
in Zürich**

zur Erlangung der

**Würde eines Doktors der technischen Wissenschaften**

genehmigte

**Promotionsarbeit**

vorgelegt von

**R. Haefeli, Dipl.-Ing.  
aus Zürich**

---

Referent: Herr Prof. Dr. E. Meyer-Peter

Korreferent: Herr Prof. Dr. P. Niggli

---

**ZÜRICH  
Aschmann & Scheller A.-G.  
1939**

Dieses Beispiel bestätigt die Feststellung von FLAIG [31], daß « der Begriff des Schneebrettes nicht einmal an trockenem Schnee, wohl aber an scholligen Bruch gebunden ist » (Fig. 85). Am 20. und 21. Mai gingen zwei weitere Schneebretter mit mächtiger Schollenbildung nieder. Die Gleitschicht wurde teilweise durch Schicht 4, teilweise durch Schicht 6 gebildet. Eine Schmierung derselben durch Schmelzwasser war bei der hohen Lufttemperatur wahrscheinlich.



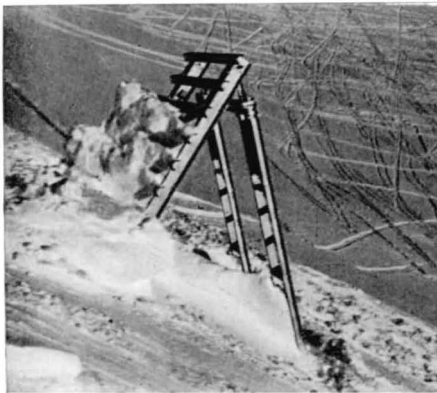
Fig. 85.

Schneebrettlawine am Schiawang vom 19. Mai 1937. Schollenbildung bei Feuchtschnee.

(Foto E. Bucher.)

## 6. Schlußbemerkungen.

Ueber die bei obigen fünf Lawinen des Winters 1936/37 beobachteten *Verhältnisse in den Gleithorizonten* (Diskontinuitätsflächen) läßt sich zusammenfassend folgendes feststellen: In der Regel war eine *grobkörnige Gleitschicht* vorhanden, welche von der metamorphen Oberflächenzone der ältern, durch die Diskontinuitätsfläche getrennten Schichten gebildet wurde. Die Gleitfläche lag daher normalerweise nicht genau in der Schichtgrenze, sondern etwas tiefer. Die Stärke der kohäsionslosen Gleitschicht variierte zwischen wenigen Millimetern und mehreren Dezimetern (Schwimmschnee Bildung). Nur bei der frisch gebildeten Diskontinuitätsfläche vom 9. und 10. Januar 1937 war z. T. keine ausgesprochene Gleitschicht erkennbar, aber auch hier war die alte Schneeoberfläche (Gleitfläche) grobkörnig, sehr luftdurchlässig und wenig kohärent. *Die beiden gefährlichsten Diskontinuitätsflächen des Winters 1936/37 wurden durch diejenigen Schichtoberflächen gebildet, welche während der*



a)



b)

Fig. 86.

Schneebrettlawine vom 11. Dezember 1937, beim großen Schneedruckapparat (vgl. Fig. 1).

a) « Spaltkeilbildung » vor der Druckfläche des Apparates. b) Anbruchgebiet.



Fig. 87.  
Schneerutsch vom 12. Dezember 1937 (Mulde im Hauptertäli auf ca. 2500 m).

des großen Schneedruckapparates, wobei durch dessen Stauwirkung ein aus Schnee gebildeter « Spaltkeil » entstand (Fig. 86 a). Bei dieser Lawine, die wenige Stunden nach dem Neuschnee fall vom 8. bis 10. Dezember niederging, war die Gleitfläche mit der Harstoberfläche der durch Neuschnee überdeckten Schicht identisch. (Erster Typus der Diskontinuität.) Bei einer großen Zahl von Schneerutschen lag der Anbruch in der Zone der in Hangrichtung stark zunehmenden Schneehöhe (vgl. Fig. 62). Bei einem derartigen, am 12. Dezember untersuchten Anbruch (Fig. 87) wurde die Gleitschicht bereits durch die in Auflösung begriffene Harstschicht gebildet. (Zweiter Typus der Diskontinuität.) Eine sehr intensive Schwimmschneebildung, welche z. T. durch die geringe Schneehöhe und die große Kälte der ersten Wintermonate bedingt war, führte in der Folge zu einer äußerst kritischen Situation. Aus Figur 88 ist aus dem Verlauf der horizontalen Schatten das Vorhandensein mehrerer,

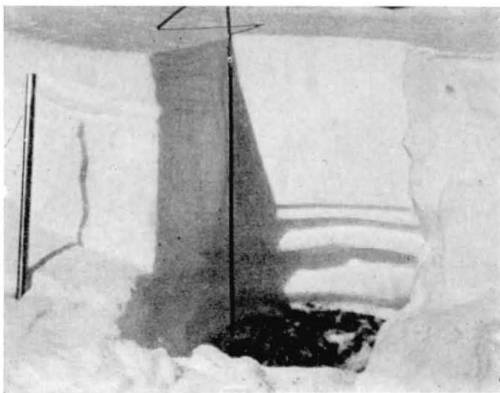


Fig. 88.  
Schwimmschneestockwerke, beobachtet am 15. Januar 1938 im Dorfältli auf ca. 2400 m (Südosthang). Die beleuchtete Fläche links bildet die Anrißfläche einer kleinen Schneebrettlawine.

Schönwetterperioden vom November und Dezember eine besonders starke Oberflächenmetamorphose erfahren hatten (Schicht 4 und 6).

Diese Beobachtungen konnten im Winter 1937/38 in verschiedener Hinsicht ergänzt werden. Besonders aufschlußreich war die Situation vom 10./12. Dezember 1937, während welcher im Parsenngebiet allein etwa 30, meist kleinere Schneebrettlawinen festgestellt und z. T. untersucht wurden.

Eine derselben lag im Bereich übereinanderliegender Schwimmschneestockwerke ersichtlich. (Dritter Typus der Diskontinuität.) Diese mächtige Schwimmschneebildung hatte zur Folge, daß nicht nur die Häufigkeit, sondern, infolge der trockenen Schmierwirkung, auch die Geschwindigkeit der betreffenden Lawinen ein ungewöhnliches Maß erreichten und diese oft weit ins horizontale Gelände vorstießen, oder am Gegenhang emporfluteten. Dadurch wurden auch Routen gefährdet, die unter gewöhnlichen Verhältnissen als lawinensicher galten [44]. Mit Vermittlung des SSV (Schweiz. Skiverband) wurde durch Radiomeldung auf diese Gefahr hingewiesen.

Während mehrerer Wochen machte sich beim Betreten der Schneedecke das Zusammenbrechen der lockern Schwimmschneestruktur durch das bekannte dumpfe Geräusch « Wum » bemerkbar. Erst mit zunehmender Schneemächtigkeit und Temperatur trat eine Stabilisierung der Schwimmschneesichten ein [164].

Am 31. Januar 1938 wurden am Strelahang durch einen einzigen Schuß (Minenwerfer) fünf Lawinen ausgelöst, die sich z. T. erst im Ablagerungskegel berührten, was auf Fernauslösung schließen läßt. Würde man bei der Entstehung solch labiler



Fig. 89.

Anbruchgebiet des Bergsturzes von Arth-Goldau (2. September 1806), bei welchem die stark verfestigten Nagelfluhbänke auf einem durch Regen erweichten Mergelhorizont abglitten.

Situationen den Sicherheitsgrad  $s$  einer Schneeböschung als Maß ihrer Stabilität in *Funktion der Zeit* auftragen, so könnte man feststellen, daß sich dieser Sicherheitsgrad  $s$  ganz allmählich dem Werte 1 nähert, ein Vorgang, den der Volksmund als « Reifwerden » der Lawinen bezeichnet. Es ist selbstverständlich, daß in dieser kritischen Periode, während der sich  $s$  vielleicht um ein Promille oder weniger vom Werte 1 unterscheidet, der Gleichgewichtszustand äußerst empfindlich ist auf jede noch so kleine äußere Störung, woraus dem Skifahrer erhebliche Gefahren erwachsen. Man lasse sich nicht täuschen durch die relativ hohe Festigkeit der oberflächlichen, windgepackten Schichten. Je höher diese Festigkeit, um so höher ist in der Regel auch die bereits vorhandene Beanspruchung. Man beachte auch, daß die durch die Skikante bewirkte Kerbung die tragende Schneedecke an ihrer empfindlichsten Stelle schwächt.

Als Analogon zu den Schneebrettlawinen sind diejenigen *Fels- und Erdrutsche* zu erwähnen, bei welchen parallel zur Hangoberfläche gelegene Diskontinuitätsflächen als Gleitflächen auftreten. Solche Diskontinuitätsflächen können bei Locker-

gesteinen unter dem Einfluß gewisser klimatischer Verhältnisse entstehen, während sie bei Festgesteinen schon durch den geologischen Aufbau (Schichtung) vorgezeichnet sind (z. B. Bergsturz von Arth-Goldau, 2. September 1806, vgl. Fig. 89). <sup>1)</sup> Da wie dort wirkt das in die Diskontinuitätsfläche eindringende Wasser als Schmiermittel. Solche Fels- und Erdschlipfe <sup>2)</sup> ereignen sich vorzugsweise dann, wenn nach längerer Trockenperiode, die das Öffnen von Schwindrissen zur Folge haben, heftige Regenfälle eintreten.

---

<sup>1)</sup> *Heim Alb.*: Geologie der Schweiz, Bd. I, S. 423.

<sup>2)</sup> *Wehrli L.*: Der Erdschlipf bei Sattel am Roßberg. Zeitschrift für praktische Geologie 1910, H. 10.  
*Bendel L., Ruckli R.*: Die Erdrutsche von Emmenegg und Dallenwil. Straße und Verkehr, Nr. 15 und 16, Jahrg. 1937.