



Die typische „Schifahrerlawine“

von Jürg Schweizer

Untersuchung zu den Charakteristiken von Schifahrerlawinen

Während der letzten zehn Jahre (1987/88-1996/97) hat das Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung (SLF) in Davos, Daten zu über 630 sogenannten Schifahrerlawinen publiziert.¹ Diese wurden nun detailliert untersucht und zwar in bezug auf die Charakteristiken: Art, Größe, Auslösung und Schneedeckenaufbau. Die Ergebnisse bestätigen nicht nur altbekannte Regeln, sondern liefern auch neue, teilweise überraschende Erkenntnisse.

Die Untersuchung wäre nicht möglich gewesen, ohne die vielen, wertvollen Meldungen von SAC-Tourenleitern, Jugend&Sport-Leitern, Bergführern, SLF-Beobachtern etc., die das SLF jährlich erhält.²

Wer löst Lawinen aus?

Wintersportler als Hauptbetroffene

Im Katastrophenwinter 1998/99 kamen in der Schweiz 36 Personen bei Lawenniedergängen ums Leben. 17 Lawinenopfer wurden in oder um Gebäuden oder auf Verkehrswegen erfasst. 19 Personen kamen beim Schifahren, Snowboarden oder Bergsteigen in Lawinen ums Leben. Sogar im Katastrophenwinter waren also die Wintersportler in der Überzahl (Abb. 1). Dies ist im langjährigen Durchschnitt (Beobachtungsperiode 1987/88 bis 1996/97) noch weitaus ausgeprägter: Von den durchschnittlich 23 Lawinenopfern waren 93% Schifahrer, Snowboarder oder Bergsteiger. Von diesen hatten 90% die verhängnisvolle Lawine selbst ausgelöst bzw. sie wurde

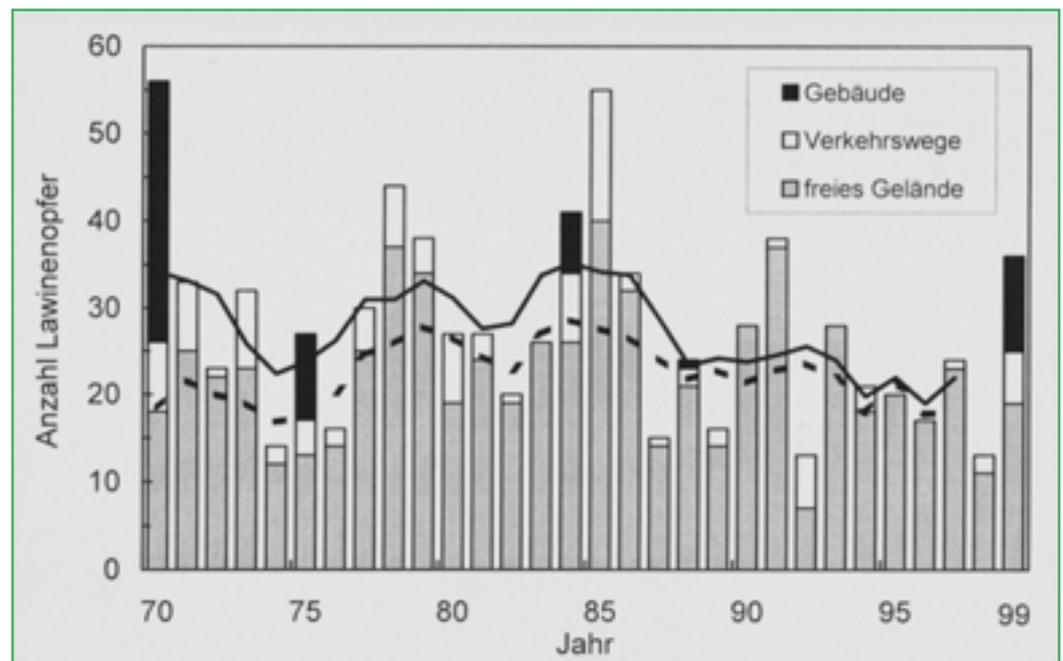


Abb. 1: Anzahl der Lawinenopfer (Balken) in den Schweizer Alpen in den letzten 30 Jahren (1969/70 bis 1998/99). Die ausgezogene Linie zeigt den Trend (5-jähriges gleitendes Mittel). Die gestrichelte Linie zeigt den Trend für die Opfer im freien Gelände.

von einem Mitglied der Gruppe ausgelöst.

Schitourenfahrer und Snowboarder

Untersucht man die Tätigkeit der Auslösenden, so zeigt sich mit 80% eine klare Dominanz der Schi(touren)fahrer. Gut 11% der Lawinen wurden durch Snowboarder und 7% durch Bergsteiger zu Fuß oder vereinzelt auf Schneeschuhen ausgelöst. Allerdings ist in dieser Periode der Anteil der auslösenden Snowboarder stark gestiegen, entsprechend der Verbreitung dieser Schneesportart. War dem SLF 1987/88 noch keine Auslösung durch einen Snowboarder gemeldet worden, so kletterte der Anteil bis 1996/97 auf über 20% – Tendenz steigend.

Variantenfahrer

58% der Lawinen wurden beim Variantenfahren ausgelöst. Dieser hohe Anteil überrascht und ist eine Folge der vielen gemeldeten Auslösungen beim Variantenfahren in der Region Davos. Für den ganzen schweizerischen Alpenraum ist von einem Anteil von rund 50% auszugehen. Dabei muss man berücksichtigen, dass beim Variantenfahren vermutlich eine hohe Dunkelziffer existiert, da die Folgen von Lawinenniederergängen meist geringer sind. D. h., die Variantenfahrer lösen zwar viele Lawinen aus, aber „nur“ gut jedes vierte Lawinenopfer ist ein Variantenfahrer.

Einzel- und Gruppenauslösungen

Gesamthaft gesehen wird die Mehrheit der Lawinen durch einzelne Personen ausgelöst, davon knapp die Hälfte von Einzelgängern. Die Auslösung durch einzelne Personen ist beim Variantenfahren häufiger als auf Schitouren. Auf Schitouren überwiegt knapp die Gruppenauslösung; die Auslösung geschieht etwa gleich häufig im Aufstieg wie in der Abfahrt. Interessant ist in diesem Zusammenhang die Frage, ob allenfalls erst die zweite oder dritte Person im Hang die Auslösung verursachte. Diese berühmte Situation trat tatsächlich in

22 Fällen (3%) ein, d.h. rund zwei Fälle pro Jahr wurden dem SLF gemeldet. Andererseits wurden demnach über 90% der Lawinen von der zuerst in den Hang einfallenden Person ausgelöst.

Welche Lawinenarten werden ausgelöst?

Feuchte Schneebrettlawinen – kaum auslösbar

Über 99% der von Wintersportlern ausgelösten Lawinen sind Schneebrettlawinen, und zwar fast ausschließlich trockene. Innerhalb der zehnjährigen Beobachtungsperiode wurden dem SLF nur gerade sechs Fälle von Lockerschneelawinen gemeldet, von denen die Hälfte feuchte Lockerschneelawinen (Nassschneerutsche) waren, die zu vier Todesopfern (durch Absturz) führten. Ganz anders sieht die Bilanz aus, wenn man nur die natürlichen Lawinen, d. h. jene, die sich spontan gelöst haben, betrachtet: Bei mehr als der Hälfte (52%) war der abgleitende Schnee feucht oder nass.

Wie groß ist eine Schifahrerlawine?

Überraschende Grösse der Schifahrerlawinen

Die meist am zuverlässigsten bekannte Grösse ist die Breite der Lawine. Die typische Schifahrerlawine ist ca. 50 m breit. Beim Variantenfahren werden eher kleinere (40 m), auf Schitouren eher größere Lawinen (70 m) ausgelöst. Je größer die Lawine, um so geringer sind die Überlebenschancen. Bei den Lawinenabgängen mit Todesfolge war die typische Breite sogar 80 m. Die typische Schifahrerlawine ist gesamthaft etwa dreimal so lang (150 m) als breit.³ Interessant ist schließlich vor allem noch die mittlere Anrissmächtigkeit, die im Mittel 45 bis 50 cm beträgt (Abb. 2). Dieser doch eher geringe Wert mag überraschen, ist aber klar eine Folge der geringen Tiefenwirkung eines Schifahrers. Obwohl vereinzelt auch größere Anrissmächtigkeiten aufgetreten sind, so ist doch in 98% der Fälle die mitt-

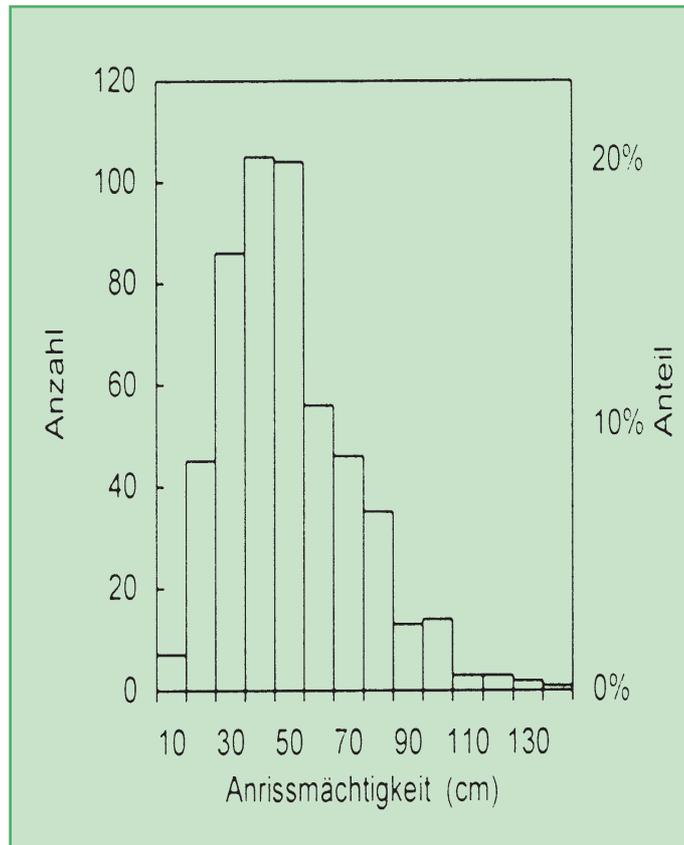


Abb. 2: Anrissmächtigkeit der Schifahrerlawinen. Anzahl der Fälle: 522. Mittelwert: 49 cm, Medianwert: 45 cm

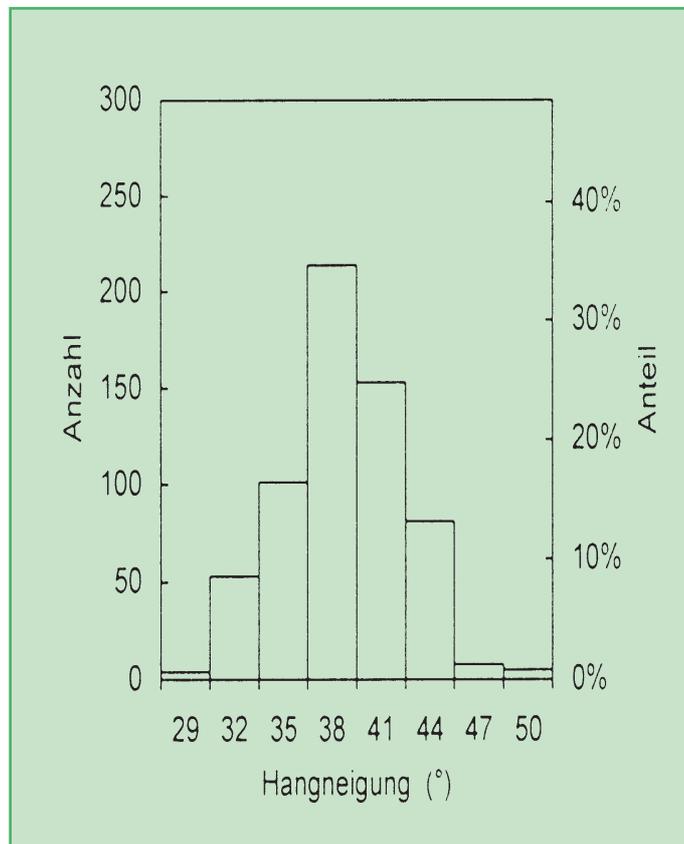
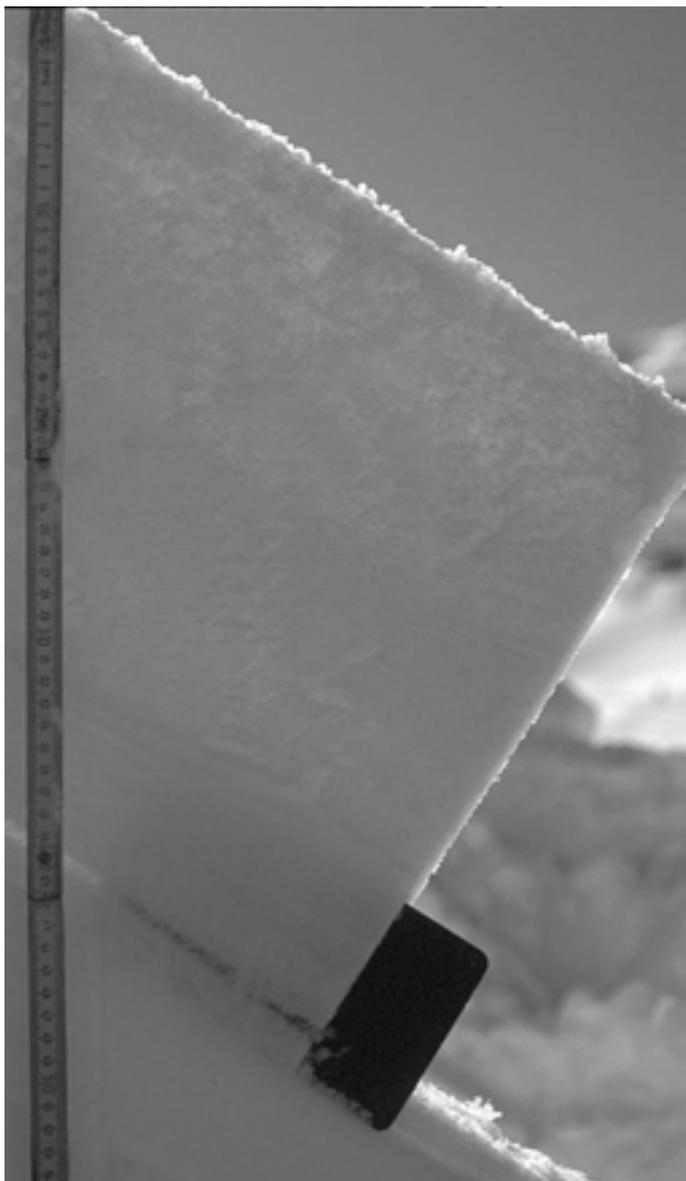


Abb. 3: Hangneigung (steilste Hangpartie) der Schifahrerlawinen. Anzahl Fälle: 617. Mittelwert: 38.7°, Medianwert: 38°



Das typische Schneebrett ist an der Oberfläche weich, was eine gute Übertragung der Schifahrerkräfte in die Tiefe erlaubt. Lawinenauslösung bei harter Oberfläche (Krusten) kommt nur selten vor. Dünne schwache Schichten treten in einem Schneeprofil deutlich hervor, und zwar in Bezug auf Kornform, Größe und Härte. Allerdings erfolgt ein großer Teil der Brüche an einer Schichtgrenze, was im Hinblick auf die Modelle der Bruchbildung eigentlich wenig überraschend ist. Auch in diesen Fällen existiert ein deutlicher Unterschied in der Schneehärte. (Fotos und Grafiken: J. Schweizer)

lere Anrissmächtigkeit kleiner als 100 cm.⁴

Wo lösen Schifahrer Lawinen aus?

In 38° steilen, schattigen, kammnahen Rinnen und Mulden

Die Steilheit gilt zweifellos als eine Schlüsselgröße bei der Geländebeurteilung. Überraschen-

derweise ergab sich bei der Steilheit immer in etwa das gleiche Resultat: Ob auf Schitour oder beim Variantenfahren, ob nur die tödlichen oder alle Unfälle betrachtet werden, immer ist der typische Lawinenhang 38° bis 39° steil (unter Berücksichtigung der steilsten Hangpartie) (Abb. 3).

Fast ein Viertel (23%) aller Lawinen werden in nach Nordost abfallenden Hängen ausgelöst;

ebenfalls häufig vertreten sind die Expositionen Nord (19%) und Nordwest (17%). Dass rund 60% der Lawinen in den schattigen Hängen ausgelöst werden, kann als Folge des dort ungünstigeren Schneedeckenaufbaus interpretiert werden; im Nordosthang kumulieren sich zudem die ungünstigen Faktoren Schatten- und Windschattenhang. In den südlichen Expositionen werden immerhin noch 18% der Lawinen ausgelöst, der Rest entfällt auf die Expositionen West (8%) und Ost (15%) (Abb. 4).

Das typische Anrissgebiet liegt oberhalb der Waldgrenze zwischen 2400 und 2500 m ü.M. Bei der Geländebeschreibung dominiert „kammnah“ vor „Mulde“, „offener Hang“ und „Rinne“.

In 10% der Fälle erfolgt die Auslösung ausserhalb des Anrissgebietes, d. h., der örtlich erzeugte Bruch breitet sich u. U. über größere Distanzen aus. Die Distanzangaben für derartige Fernauslösungen variieren zwischen 200 und 300 m.

Überlebenschancen?

Glimpflich abgelaufene Unfälle werden dem SLF häufig nicht gemeldet. Einzig für die Region Davos dürfte der Datensatz, der

auch sehr viele kleinere Ereignisse umfasst, recht vollständig sein. Aus diesen regionalen Daten geht hervor, dass nur bei rund 4 von 10 Auslösungen überhaupt eine Person erfasst wurde. Rund ein Viertel der Erfassten wurde vollständig verschüttet, 58% der Ganzverschütteten überlebten aber die Verschüttung. Dieser Prozentsatz ist höher als die bisherige Annahme, dass nur etwa 4 von 10 Ganzverschütteten überleben. Daraus lässt sich vermuten, dass die Dunkelziffer der glimpflich ausgegangenen Unfälle gesamtschweizerisch recht hoch sein dürfte. Es zeigt sich, dass vor allem beim Variantenfahren regelmäßig weniger Personen erfasst werden und dass diese, wenn sie verschüttet werden, eine größere Überlebenschance haben als die Tourenfahrer⁵.

Zweifellos gilt aber auch mit den gesamthaft etwas günstigeren Zahlen: Lawinenverschüttung bedeutet immer klar Lebensgefahr, denn bei jeder 25. Lawinenauslösung, die aus der Region Davos gemeldet wurde, war ein Todesopfer zu beklagen.

Mehrfachverschüttungen treten recht häufig auf. Bei Lawinenunfällen auf Schitouren wurden in 33% der Fälle zwei oder mehr Personen ganz verschüttet. Beim

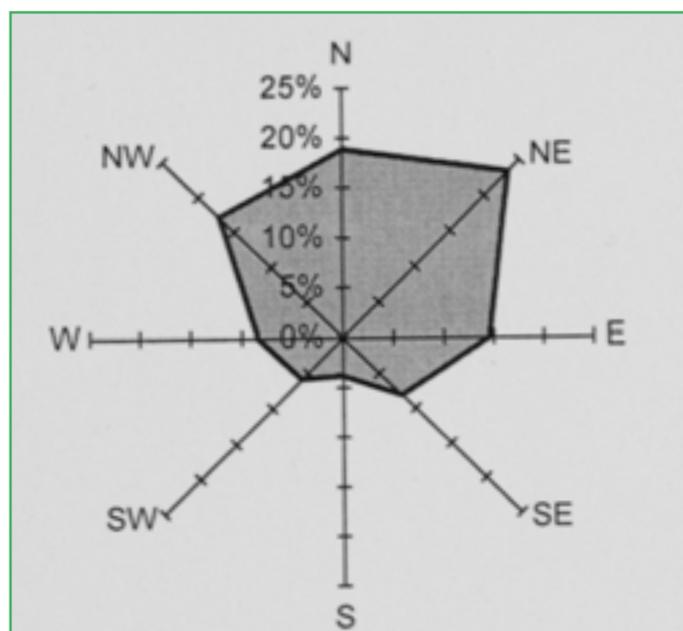


Abb. 4: Exposition der Schifahrerlawinen. Anzahl der Fälle: 382 (ohne Region Davos).

Variantenfahren liegt der Prozentsatz etwas tiefer bei 19%.

Typischer Schneedeckenaufbau?

Für 90 Schifahrerlawinen wurde nach dem Lawinnenniedergang der Schneedeckenaufbau dokumentiert. Mit Hilfe dieser Schneeprofile wurden typische Schneedecken-Merkmale der Schifahrerlawinen gesucht⁶.

Bruch an Schichtgrenze

Der Bruch innerhalb der Schneedecke erfolgte nur in gut einem Drittel der Fälle beim Übergang vom Neuschnee zum Altschnee. In der Mehrheit der Fälle (63%) brach die Schneedecke also innerhalb des Altschnees. Die typische Situation einer dünnen schwachen Schicht wurde in nur 42% der Fälle gefunden. Bei den übrigen 58% der Lawinnenniedergänge erfolgte der Bruch an einer Schichtgrenze. Die nachträglich erhaltenen Rutschblockresultate zeigen die übliche recht große Streuung. Am häufigsten wurde der Rutschblock beim Wippen ausgelöst.

Schneebrett

Die abgleitende Schicht bestand meist aus filzigem oder abgebautem Schnee, war eher weich und hatte eine Dichte von rund 200 kg/m³. Die Unterschicht bestand typischerweise aus kantigen Formen und Schwimmschnee, also

eher großen Körnern, und wies eine Dichte von rund 300 kg/m³ auf. Es wurde versucht, den Verlauf der Schneehärte innerhalb der Schneedecke grob zu klassifizieren. Dabei zeigt sich, dass der Bruch häufig dann erfolgte, wenn das Schneebrett zunehmend härter wird, und die Unterschicht oberflächlich weich ist. Es gibt aber kein typisches Härteprofil, das eindeutig auf Instabilität schließen lässt.

Schwachschicht

Die Schwachschicht war meist weniger als 1 cm dick und bestand in über 90% der Fälle aus Oberflächenreif, kantigen Formen oder Schwimmschnee mit einer Korngröße von 2 mm oder mehr (Abb. 5). Die Schicht oberhalb der Schwachschicht war häufig (79%) deutlich härter als die schwache Schicht.

Potentiell schwache Schichten sollten in einem Schneeprofil aufgrund ihrer geringen Dicke, der Kornform und Größe, und der geringeren Härte gegenüber den übrigen Schichten recht deutlich hervortreten (Abb. 6). Wie schwach sie wirklich sind, ist allerdings kaum abschätzbar. Dies kann allenfalls ein Stabilitätstest (Norweger, Rutschblock oder -keil etc.) zeigen. Allerdings erfolgte der Bruch in deutlich mehr als der Hälfte der Fälle (58%) an einer Schichtgrenze, die wesentlich schwieriger zu beurteilen ist. Bei Brüchen an Schichtgrenzen

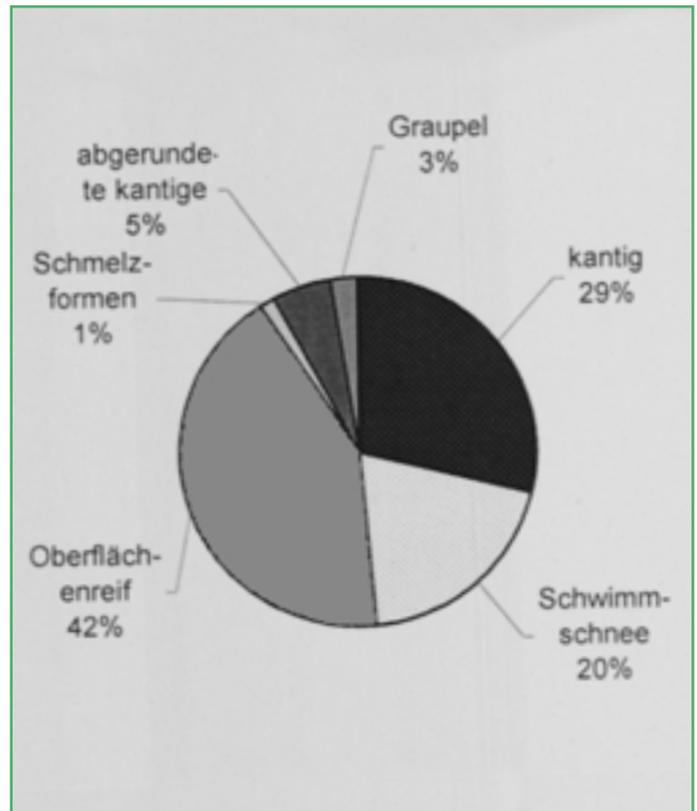


Abb. 5: Kornformen der Schwachschicht

sind häufig Krusten beteiligt. Aber auch in diesem Falle ist in der Regel eine deutliche Änderung in der Korngröße und in der Schneehärte feststellbar.

Zusammenfassung

Ziel der Arbeit war, einerseits Lawinencharakteristiken zu suchen, andererseits zu überprüfen, ob wesentliche Widersprüche

zum aktuellen einfachen Model der Lawinenauslösung durch Schifahrer auftreten.

Von Wintersportler selbst ausgelöste sogenannte Schifahrerlawinen verursachen heute klar am meisten Lawinenopfer. Die Auflösung erfolgt typischerweise durch einen einzelnen Schifahrer oder Snowboarder bei der Einfahrt in den Hang (beim Variantenfahren)



Abb. 6: Typische Werte der Härte, Kornform und Größe einer Schwachschicht und der beiden benachbarten Schichten.

oder aber durch eine ganze Gruppe im Aufstieg oder in der Abfahrt auf einer Schitour.

Die meisten Lawinen werden in 38-39° steilen, schattigen, kammnahen Rinnen und Mulden ausgelöst. Die Anrissmächtigkeit ist mit 45-50 cm relativ gering, ist aber in Übereinstimmung mit dem Modell der Schifahrerbelastung. Die typische Lawinengröße ist aber doch beachtlich (Tab. 1).

Das typische Schneebrett ist an der Oberfläche weich, was eine gute Übertragung der Schifahrerkräfte in die Tiefe erlaubt. Lawinenauslösung bei harter Oberfläche (Krusten) kommt nur selten vor. Dünne schwache Schichten treten in einem Schneeprofil deutlich hervor, und zwar in Bezug auf Kornform, Größe und Härte. Allerdings erfolgt ein großer Teil der Brüche an einer Schichtgrenze, was im Hinblick auf die Modelle der Bruchbildung eigentlich wenig überraschend ist. Auch in diesen Fällen existiert ein deutlicher Unterschied in der Schneehärte.

Der Bruch erfolgt meist in der Altschneedecke. Dies dürfte eine Folge davon sein, dass die Wintersportler kritische Neuschneesituationen deutlich besser erkennen. Lawinenauslösung und -warnung vermitteln dazu offensichtlich erfolgreich die nötigen Grundlagen. Schwächen in der Altschneedecke hingegen sind schwieriger zu erkennen. Wohl nützliche, aber leider nicht eindeutige Hinweise können nur Schneedeckentests liefern.

Schlussbemerkung

Die Resultate der Untersuchung bestätigen die Modellvorstellungen zur Auslösung von Schneebrettlawinen durch Schifahrer. Die gefundenen Charakteristiken von Schifahrerlawinen zeigen deutlich, welches Gelände und welches Verhalten besonders kritisch ist. Auch wenn sich generell schattige, steile Rinnen nicht meiden lassen, so ist es doch wichtig, sich immer wieder prophylaktisch die typische Lawinensituation vor Augen zu führen, und sich bei entsprechenden Verhältnissen entsprechend defensiv zu verhalten. Vorsichtsmaßnahmen wie das Einhalten von Abständen haben sich als besonders effektiv erwiesen, um im Falle eines Lawinenabganges den Schaden möglichst klein zu halten. Das Vorhandensein von potentiell schwachen Schichten oder Schichtgrenzen in der Altschneedecke zu erkennen, gehört zu einer umfassenden Lawinenwarnung und -beurteilung.

Jürg Schweizer, SLF Davos

Literatur

Schweizer, J. and M. Lüschtg. 1999. Human triggered avalanches: Characteristics from the Swiss Alps 1987-88 to 1996-97. SLF, Interner Bericht Nr. 734, 25 S.

Anmerkungen

1 Ernst Beck, Hansjörg Etter, Roland Meister und Frank Tschirky haben die Daten für die Publikation in den SLF Winterberichten aufbereitet. Martina Lüschtg hat die Datenbank aufgebaut.

2 Das SLF hofft, dass diese Untersuchung zu weiteren Meldungen anspornt, damit



Wo lösen Schifahrer Lawinen aus? In 38° steilen, schattigen, kammnahen Rinnen und Mulden! Die Steilheit gilt zweifellos als eine Schlüsselgröße bei der Geländebeurteilung. Überraschenderweise ergab sich bei der Steilheit immer in etwa das gleiche Resultat. Ob auf Schitour oder beim Variantenfahren, ob nur die tödlichen oder alle Unfälle betrachtet werden, immer ist der typische Lawinengang 38° bis 39° steil (unter Berücksichtigung der steilsten Hangpartie).

die Dunkelziffer weiter sinkt, und somit zuverlässigere Aussagen gemacht werden können. Entsprechende Fragebogen können beim SLF, Flüelastasse 11, 7260 Davos Dorf bestellt oder die Beobachtungen können direkt via Internet gemeldet werden: <http://sif.ch/sif.html>

3 Meist ist die Länge des eigentlichen Anrissgebietes nicht dokumentiert, sondern nur die Gesamtlänge. Bei Hanglawinen – und das sind Schifahrerlawinen in den meisten Fällen, im Gegensatz zu Tal- oder Katastrophenlawinen – grenzt das Anrissgebiet häufig direkt an das Ablagerungsgebiet. Das Anrissgebiet umfasst ca. 50 m x 80 m. Die typische Ablagerung dürfte demnach ca. 70 m lang sein.

4 Die Anrissmächtigkeit, d.h. die Dicke der abgleitenden Schicht, wird in der Regel am Anriss gemessen. Natürlich ist für die Auslösung aber die Dicke der abgleitenden Schicht am Auslösepunkt wesentlich. Nur in wenigen Fällen ist allerdings der Auslösepunkt und die Mächtigkeit der abgleitenden Schicht am Auslösepunkt dokumen-

tiert. Für die wenigen bekannten Fälle erhält man eine mittlere Dicke von 40 cm.

5 Einerseits erfolgt beim Variantenfahren die Auslösung häufig durch eine einzelne Person oben im Hang, und andererseits sind die im Variantenbereich ausgelösten Lawinen eher kleiner. Letzteres vermutlich als Folge des eher günstigeren Schneedeckenaufbaus im Variantengebiet, wo häufig bei einer Auslösung nur der Neuschnee abgleitet, da infolge des häufigen Befahrens die tieferen Schichten fortlaufend besser verfestigt werden. Zudem ist die organisierte Rettung im Variantenbereich in der Regel schneller auf Platz, was die Überlebenschancen zusätzlich erhöhen dürfte.

6 Viele der Profile sind jedoch unvollständig und wurden teilweise am Anriss aufgenommen, wo die Schneedecke häufig anders aufgebaut ist als am Ort der Auslösung. Idealerweise müssten die Resultate zum Schneedeckenaufbau zudem mit Profilen von stabilen Schneedecken verglichen werden.

Breite	50 m
Länge	80 m
Gesamtlänge	150 m
Anrissmächtigkeit	45-50 cm
Neigung	38-39°
Höhenlage	2450 m ü.M.
Exposition	NE

Tab. 1: Zusammenfassung der Lawinencharakteristiken (Mittelwerte)