

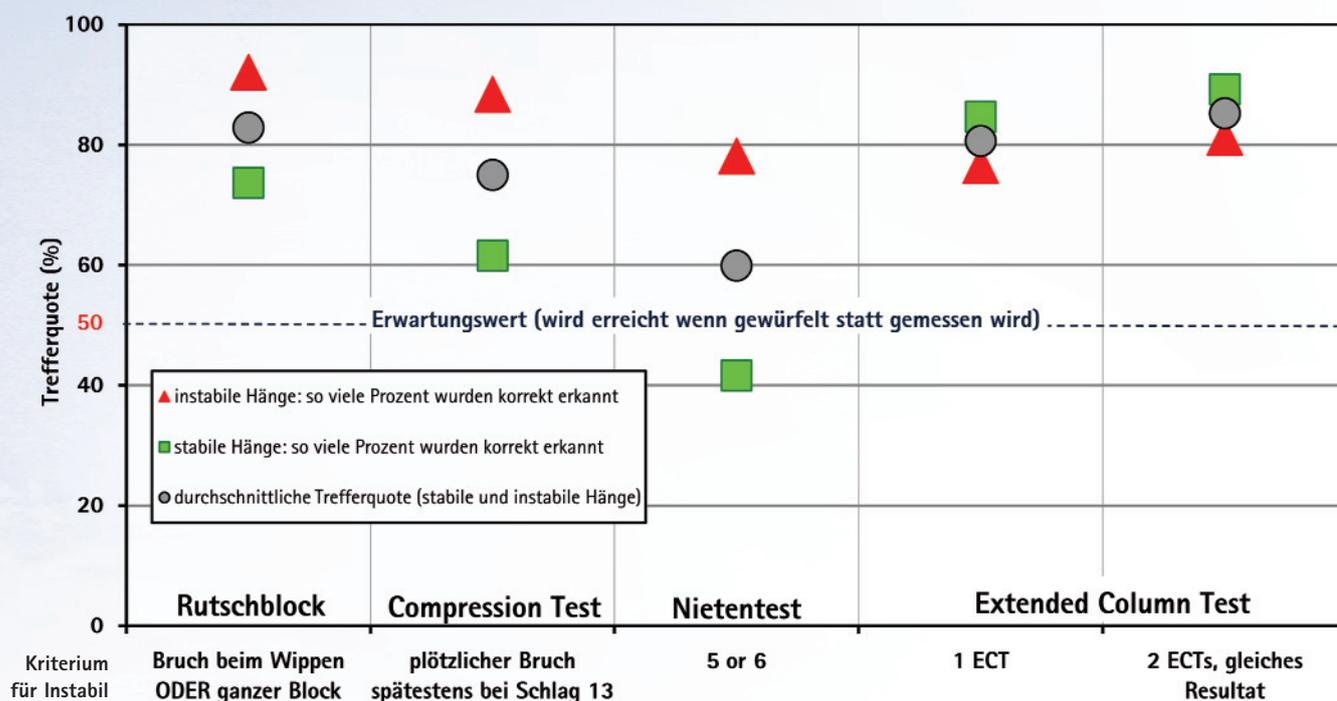


Stabilitätstests im Vergleich

Die Schneedecke ist der zentrale Parameter der Lawinenbildung. Aber leider kompliziert. Sie ist für alle Wintersportler abseits der Pisten von Bedeutung, fließt in den Lawinenlagebericht ein und wird dort auch beschrieben. Bei kritischen Verhältnissen macht sie sich oft mit Rissen, Wummgeräuschen oder Lawinenabgängen bemerkbar. Was aber, wenn solche Alarmzeichen fehlen? Sollen wir dann in die Schneedecke schauen oder eben gerade nicht?



Abb. 1 „Trefferquote“ der verschiedenen Stabilitätstests, das heißt die Wahrscheinlichkeit, mit der stabile bzw. instabile Hänge vom entsprechenden Test korrekt erkannt wurden.



Von Kurt Winkler und Frank Techel

In den letzten Jahren wurden verschiedene Schneedecken-Stabilitäts-Tests erfunden, darunter der Extended Column Test (ECT). Eine Studie am WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung (SLF) bestimmte die Trefferquote und verglich sie mit anderen Tests. Die Studie und theoretische Überlegungen bestätigen die Meinung des Schweizer Kernteams Lawinenausbildung: Erfahrenen Leuten wird empfohlen, ab und zu in den Schnee zu schauen und auch mal einen Schneedeckentest zu machen. Dieser darf aber nie das einzige Kriterium zum Befahren eines Hanges sein.

Die Zeiten ändern sich ...

Noch in den 70er Jahren wurden im Lawinenteil der Bergführer-ausbildung „Erfahrungen gesammelt“ - und dabei soll es oft ziemlich mutig zu und her gegangen sein. In den 80ern glaubte man, „die Sache in den Griff zu kriegen“: Formel 3x3 und für die Stabilität des Einzelhangs einen Rutschblock. Dieser wurde in allen Kursen gelehrt, unterwegs aber nie geschauelt - aber wehe mir, als ich es wagte, das als junger Kandidat in einem Tourenleiterkurs zu bemerken ... 1992 dann Werner Munters Paukenschlag: die professionelle Reduktionsmethode als Mutter der wahrscheinlichsbasierten Lawinenkunde (weitere Reduktionsmethoden, Stop or Go, SnowCard). Fortan stand am Pranger, wer nur schon die Idee äußerte, in den Schnee zu schauen. „Rechnen statt schaufeln“ hieß die Devise, und „weil es mit dem Schnee so kompliziert ist, lassen wir ihn einfach weg“. Gegen die Wucht solcher Worte hatten es ein paar Forscher schwer,

als sie versuchten, die Schneedecke wieder als wichtigen lawinenbildenden Faktor zu positionieren (Schweizer und Harvey, 2004) und dazu in Nordamerika bewährte Methoden wie „Nieten“ und „Säulentest“ auch bei uns einführen.

Übersicht Stabilitätstests

Hineinschauen in die Schneedecke kann unseren ersten Eindruck bestätigen, verfeinern oder revidieren. Zusätzlich steht eine Reihe verschieden aufwändiger Stabilitätstests zur Verfügung: Schon einfache Stocktests und die Einsinktiefen, mit oder ohne Skier, können erste Anhaltspunkte über die oberen Schneeschichten liefern. Bei den meisten Stabilitätstests wird ein Block freigelegt und stufenweise belastet, vorzugsweise von oben. Im steilen Gelände rutscht der Block nach dem Bruch ab. In flachen Hängen kann sich der Bruch ebenfalls ausbreiten, der Block bleibt aber liegen, was die Beobachtung erschwert. „Quick and dirty“, und gerade deshalb auch auf einer Tour wiederholt machbar, ist das Ausstechen oder Aussägen eines vertikalen Schneeblocks mit dem Schistock. Bricht er beim nachfolgenden Draufschlagen mit den Händen (oder sogar schon beim Ausstechen) plötzlich und glatt, so ist dies ein deutlicher Hinweis auf eine kritische Schwachschicht in Oberflächennähe. Eigentliche Stabilitätstests brauchen etwas länger: Wir wählen einen harmlosen (!) Ort mit leicht unterdurchschnittlicher Schneehöhe, bei dem alle wesentlichen Schichten vorhanden sind. Dies braucht, wie die Interpretation der Resultate, etwas Übung. Meist genügt es, einen Meter tief zu graben - tiefer lösen Wintersportler kaum Lawinen aus. Für eine Schneebrettlawine muss die Schwachschicht brechen und dieser Bruch sich

Kurt Winkler, 43, arbeitet am WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung (SLF) als Lawinenwarner und als Schnittstelle zur Forschung. Promovierter Bauingenieur, Bergführer und Autor der Schweizer Standard-Lehrbücher „Bergsport Sommer“ und „Bergsport Winter“.



Kriterien beim Rutschblock

instabil

stabil

Bruch bei (Belastungsstufe)

schaufeln oder sägen
mit Schiern schonend auf den Block treten
dreimal Wippen am Ort

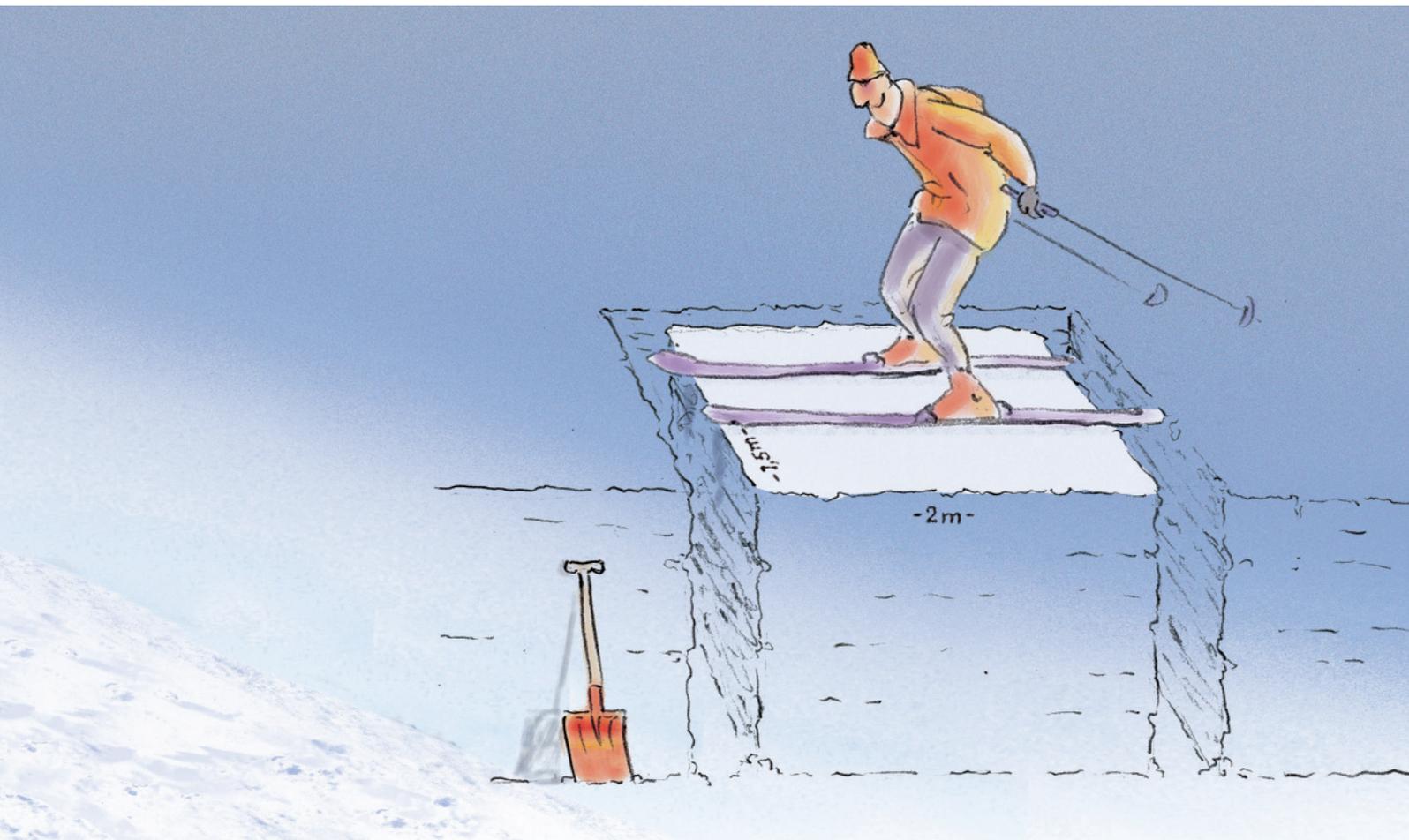
drei Sprünge von oben mit Schiern
Sprünge von oben ohne Schiern

Bruchfläche

ganzer Block

Teilbruch oder gar kein Bruch

Abb. 2 Rutschblock und ein detailliertes Schneeprofil sind für Forschung und Lawinenwarnung zentral, für Wintersportler zu aufwändig.



danach auch ausbreiten. Gute Stabilitätstests berücksichtigen beide Eigenschaften, wenn auch unterschiedlich gewichtet.

Studie am SLF

Um den Nutzen verschiedener Stabilitätstests zu klären, wurden in den letzten beiden Wintern in insgesamt 273 Testhängen jeweils folgende Schneedeckentests direkt nebeneinander durchgeführt:

- Rutschblock (RB)
- ein oder zwei Extended Column Tests (ECT)
- Schneeprofil, aus dem sich Nieten bestimmen lassen
- in 201 Testhängen ein oder zwei Säulentests (Compression Test, CT)

Möglichst unabhängig davon wurde die „reale“ Hangstabilität jedes Testhanges bestimmt. Der Hang galt als instabil, wenn mindestens eines der folgenden Kriterien erfüllt war:

- Risse oder Wummgeräusche im Testhang.
- Spontane oder personenausgelöste Lawine im Nachbarhang, maximal ein Tag alt.
- Profilbeurteilung „schwach“ oder „sehr schwach“ durch den Lawinenwarndienst. Dafür braucht es einen schlechten Schneedeckenaufbau und einen schwachen Rutschblock.

Durch den Vergleich dieser „realen“ Hangstabilität mit den Testresultaten wurde die Trefferquote der verschiedenen Stabilitätstests berechnet (Winkler und Schweizer, 2009):

- Korrekt instabil: dieser Anteil der real instabilen Hänge wurde vom Test als solche erkannt.

- Korrekt stabil: dieser Anteil der real stabilen Hänge wurde vom Test als solche erkannt.

- durchschnittliche Trefferquote: Mittelwert der beiden oberen Kennwerte.

Der perfekte Test hat überall den Wert 1. Brauchbar sind nur Tests mit Trefferquoten klar über 0,5, denn diesen Wert würde man auch mit Raten erreichen (jedes zweite Mal richtig bzw. falsch). Wenn ein Test einen in Wirklichkeit instabilen Hang für stabil hält, so ist das gefährlicher als umgekehrt.

Verschiedene Tests und ihre Trefferquoten

Alle Angaben (Abb. 1) beziehen sich auf unseren Test-Datensatz. Andere Untersuchungen weichen davon ab, weil dort andere Klimabedingungen vorlagen und weil in gewissen Studien viele Tests in ein und demselben Hang mit einer „perfekten“ Schwachschicht aufgenommen wurden – einer Schwachschicht, wie wir sie unterwegs (zum Glück) nur selten vorfinden. Oft war nicht eindeutig, welches die maßgebende Schwachschicht war, und in der Hälfte der Fälle waren bei zwei direkt aneinander angrenzenden Tests unterschiedliche Schwachschichten maßgebend. Für Wintersportler genügt aber das Wissen, dass es (mindestens) eine Schwachschicht gibt.

Rutschblock (RB)

Beim Rutschblock (Abb. 2) wird ein rechteckiger Block von 2 m (Breite) x 1,5 m (nach hinten) freigeschaufelt (Rückwand mit Schnur sägen). Der freistehende Block wird stufenweise bis zum



Kriterien beim ECT	Beschreibung des Bruchs
instabil	Spätestens beim 21. Schlag (zehnmal aus Handgelenk, zehnmal aus Ellenbogen, einmal aus Schulter) trat Folgendes ein: die Säule brach in einem Schlag ganz durch. Ein Bruch erfolgte zuerst nur unter der Schaufel, breitete sich aber bereits im nächsten Schlag durch die ganze Säule aus.
stabil	Bruch pflanzt sich nicht durch die ganze Säule fort es braucht mehr als einen zusätzlichen Schlag, bis ein begonnener Riss die ganze Säule teilt ein Bruch trennt die ganze Säule, aber erst nach dem 21. Schlag ein Bruch trennt die ganze Säule, aber nicht entlang einer einzigen Fläche

Abb. 3 Der Extended Column Test (ECT) wird am Rand der 90 cm breiten Säule belastet. Gefährlich sind Brüche, welche sich rasch durch die ganze Säule ausbreiten. (Foto: SLF/M. Oberhammer).

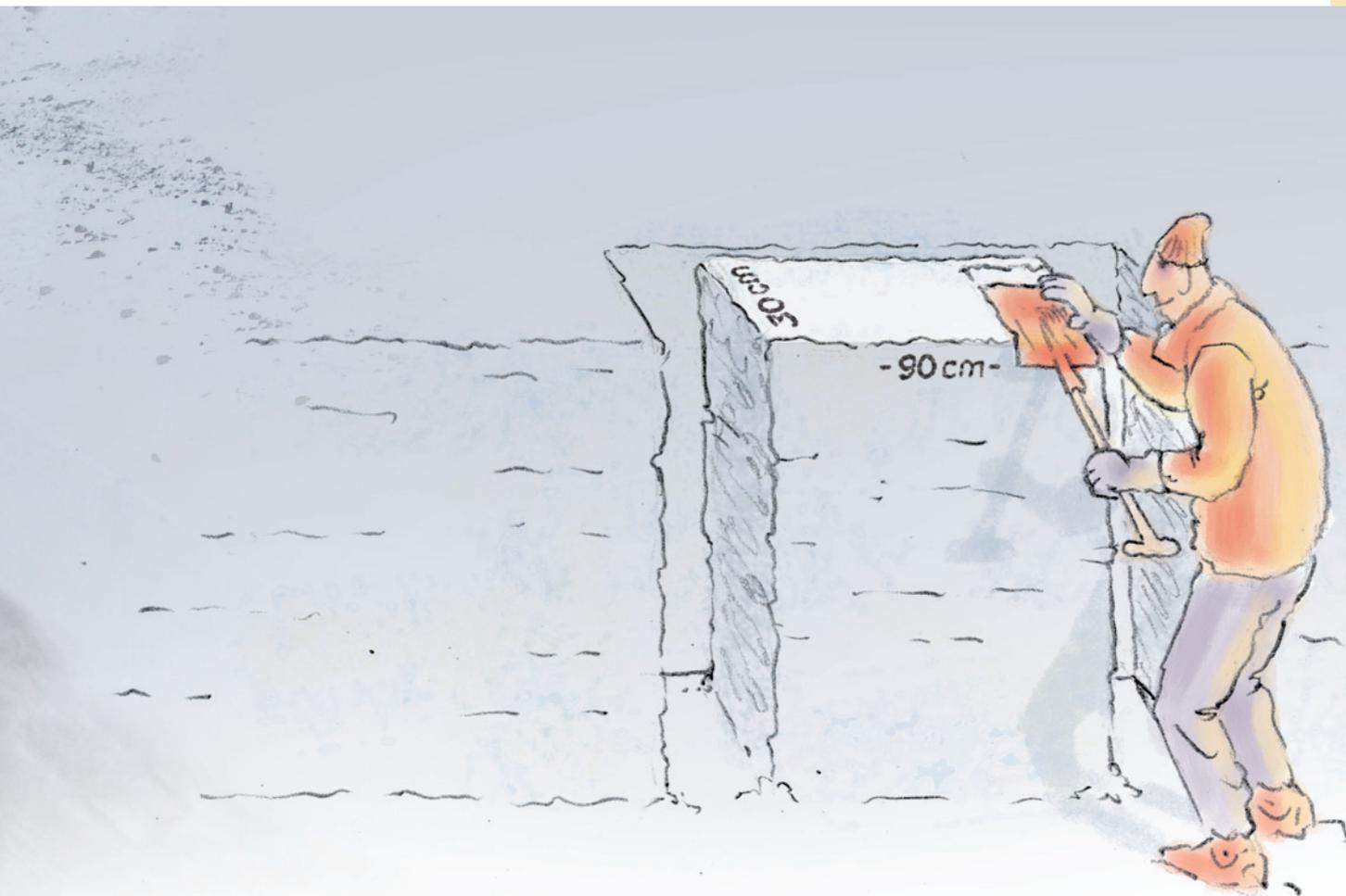
¹ Alle angegebenen Unterschiede sind statistisch signifikant, d. h. es ist sehr unwahrscheinlich, dass sie nur durch Zufall zustande gekommen sind. Der Nachweis erfolgte mit dem „Two-Proportion Z-Test“, Signifikanzniveau 0,05.

Literatur

Jamieson, J.B., 1999. The compression test – after 25 years. *The Avalanche Review*, 18(1): 10-12.
 Schweizer J., 2006. Der Nietentest- oder: wie man Schwachstellen in der Schneedecke aufspürt. *bergundsteigen* 4/06: 66-69.
 Schweizer J., Harvey, S., 2004: Das unbekannte Wesen- oder: ohne Schneedecke keine Lawinen ... *bergundsteigen* 4/04: 26-31.
 Simenhois R., Birkeland K., 2009. The extended column test: test effectiveness, spatial variability, and comparison with the propagation saw test. *Cold Reg. Sci. Technol.*, 59(2-3): 210-216.
 Winkler K., Schweizer J., 2009. Comparison of snow stability tests: Extended column test, rutschblock test and compression test. *Cold Reg. Sci. Technol.*, 59(2-3): 217-226.



Frank Techei, 37, schließt gerade sein Geografiestudium an der UNI Bern ab mit Bachelor- und Masterarbeit am SLF über Nassschneelawinen. Er wechselt die Hemisphären, um die Winter nahtlos aneinander zu reißen. Er machte einen Großteil der Schneedeckentests.



Bruch belastet. Während die Belastungsstufe vor allem die Initialisierung des Bruchs misst, gibt die gebrochene Fläche einen Anhaltspunkt über die Bruchausbreitung. Der Rutschblock ist die Urform der Stabilitätstests. Er wird oft von Lawinenwarndiensten und in der Forschung benutzt, für Schneesportler ist er zu aufwändig. Weil der Rutschblock auch zur Bestimmung der „realen“ Hangstabilität benutzt wurde, ist er in dieser Studie gegenüber den anderen Tests bevorzugt. Seine Resultate sind in Wirklichkeit etwas schlechter, die der anderen Tests etwas besser als hier angegeben. Mit einer durchschnittlichen Trefferquote über 80 % (5 von 6 Tests gaben die Hangstabilität korrekt wieder) war der Rutschblock der zuverlässigste Stabilitätstest (vgl. Abb. 1). Am besten wird das Resultat als instabil angenommen, wenn der Bruch spätestens beim Wippen erfolgte oder der ganze Block abglitt. So wurden 9 von 10 instabilen Hängen und etwa $\frac{3}{4}$ der stabilen Hänge erkannt.

Extended Column Test (ECT)

Beim ECT (Abb. 3) wird ein rechteckiger Block mit 90 cm Breite und 30 cm nach hinten freigeschaufelt (Rückwand mit Schnur sägen). Anschließend wird das Blatt der Schaufel am seitlichen Rand des Blocks aufgelegt und nacheinander je 10 x aus der Hand, dem Ellenbogen und der Schulter darauf geschlagen (dabei Hand bzw. Arm mehr fallen lassen als richtig schlagen). Der ECT ist der neueste der hier vorgestellten Tests (Simenhois and Birkeland, 2009) und prüft vor allem die Bruchausbreitung. Er unterscheidet nur „stabil“ von „instabil“, eine Zwischenstufe fehlt. Er ist schneller als der Rutschblock, die Beobachtung ist aber schwieriger.

Auch der ECT erreichte eine Trefferquote von rund 80 %. Er erkannte die stabilen Hänge besser¹ als alle anderen Tests. Wurden zwei ECTs direkt beieinander gemacht und zeigten beide dasselbe Resultat, so erreichte die Trefferquote gute 85 %. In jedem achten Testhang zeigte je ein ECT „stabil“ und einer „instabil“. Diese Hänge bleiben "verdächtig".

Säulentest (Compression Test, CT)

Beim Säulentest (Abb. 4) wird eine vertikale Schneesäule von 30 x 30 cm Querschnitt frei geschaufelt oder besser gesägt. Die Schaufel wird auf den frei stehenden Block gelegt und nacheinander je 10 x aus der Hand, dem Ellenbogen und der Schulter daraufgeschlagen (dabei jeweils Hand bzw. Arm mehr fallen lassen als richtig schlagen). Die Belastungsstufe zeigt wie leicht ein Bruch entsteht, die Art des Bruchs wie gut er sich ausbreitet. Der Säulentest ist in Nordamerika und in letzter Zeit auch in Europa der am meisten angewandte Test (Jamieson, 1999). Er ist schnell von einer Person durchführbar. Das Beobachten der Bruchart ist anspruchsvoll.

Sowohl die Schlagstufe als auch die Bruchart erkannten fast alle instabilen, aber nicht einmal die Hälfte der stabilen Hänge. Auch beim CT lohnt es sich deshalb, die Kriterien zu kombinieren: Das Testresultat ist „instabil“, wenn ein plötzlicher Bruch spätestens beim dritten Schlag aus dem Ellenbogen erfolgt. Damit wurden fast 90 % der instabilen Hänge und – neu – immerhin drei von fünf stabilen Hängen erkannt. Das ist besser als bei der Belastungsstufe oder der Bruchart alleine, aber immer noch schlechter als bei ECT oder Rutschblock.



Kriterien beim CT	Bruch bei (Belastungsstufe)	Bruchfläche
instabil	zehnmal schlagen aus Handgelenk bis zum dritten Schlag aus Ellenbogen	plötzlicher Bruch entlang einer Schicht (mit oder ohne sichtbarem Kollaps). Danach gleitet der Block ab oder er lässt sich ohne Widerstand abheben.
stabil	weitere sieben Schläge aus Ellenbogen zehn Schläge aus Schulter	alle anderen Brüche

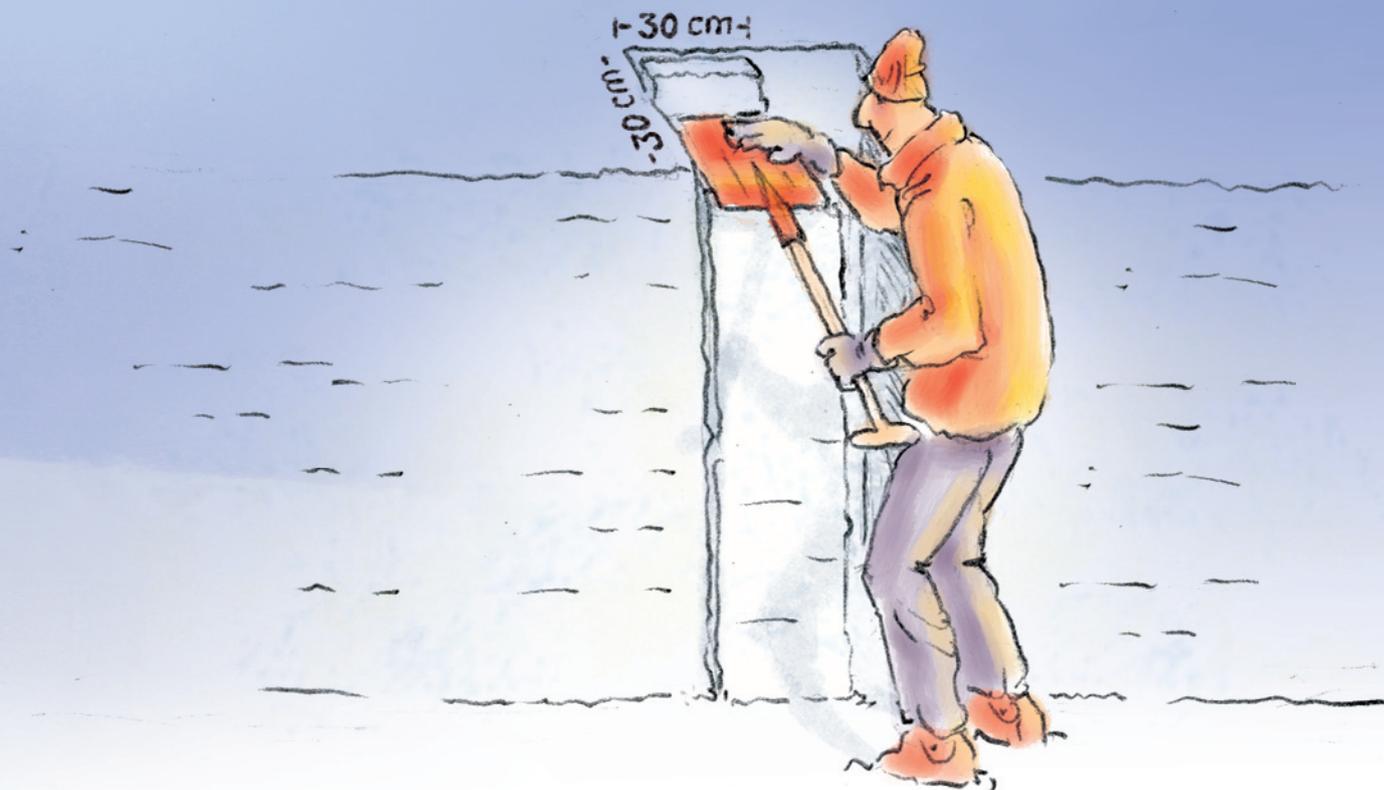
Abb. 4 Beim Säulentest oder Compression Test (CT) wird eine 30 x 30 cm Säule stufenweise belastet. Gefährlich sind plötzliche Brüche bei geringer Belastung. (Foto: Christine Brandmaier)

Die 6 Nieten

Schneedeckeneigenschaft	Kritischer Bereich (ca.)
Härte der Schwachschicht	weich (Handhärte: „Faust“, „Faust bis 4 Finger“)
Kornform der Schwachschicht	kantig (Becher, Schwimmschnee, Oberflächenreif)
Korngröße der Schwachschicht	deutlich größer als 1 mm
Korngrößenunterschied zwischen Schwachschicht und Nachbarschicht	1 mm oder mehr
Härteunterschied zwischen Schwachschicht und Nachbarschicht	≥ 2 Härtestufen (zB „Faust“ – „1 Finger“)
Tiefe der Schwachschicht	≤ 1 m unter Schneeoberfläche

Abb. 5 Beim Nietentest wird nach einem Schneeprofil in der Altschneedecke nach „Nieten“ gesucht: gibt es einen Grenzbereich mit fünf oder sechs Nieten, dann lautet das Ergebnis „instabil“.

Dank. 273 Testhänge mussten erst mal untersucht werden. Wir danken C. Pielmeier, J. Apolloni, D. Degiorgi, P. Diener, U. Fliri, A. und C. Giudici, P. Henzen, M. Hepting, X. Holdener, M. Imperatori, G. Kappenberger, J. Kindschi, J.L. Lugon, M. Oberhammer, A. Rätz, L. Silvanti, B. Turner, G. Valenti und vielen Kollegen vom SLF. Jürg Schweizer danken wir zudem für seine wertvolle Hilfe bei der Auswertung.



Nieten

Schwachschichten im Altschnee haben oft charakteristische Eigenschaften. Mit den Nieten suchen wir danach in einem Schneeprofil (Abb. 5; Schweizer, 2006).

Jedes Kriterium im kritischen Bereich gibt eine Niete. Auf der Suche nach der Stelle mit den meisten Nieten zählen wir die Anzahl Nieten an einer Schichtgrenze mit der Anzahl Nieten der daran angrenzenden Schwachschicht zusammen. Gibt es mindestens einen Ort mit fünf oder sechs Nieten, so ist das Resultat „instabil“. Nieten sind ein interessantes Hilfsmittel zur Profilbeurteilung, denn Altschneebrüche erfolgen tatsächlich oft an Orten mit vielen Nieten: fast 80 % der instabilen Hänge wurden erkannt. Leider wurde auch die Mehrheit der stabilen Hänge für „instabil“ gehalten, d. h. lange nicht alle Profile mit vielen Nieten waren tatsächlich instabil. Allein die Anzahl Nieten beschrieb die Stabilität damit nur ungenügend.

Zusammenfassung und Empfehlung

Bereits nur ein Loch zu graben und in die Schneedecke zu schauen, kann interessante Hinweise zur Schneedecke geben. Wer einen Stabilitätstest macht, wählt am besten den ECT, denn dieser hat fast so zuverlässige Resultate geliefert wie der deutlich aufwändigere Rutschblock. Beim CT ergaben sich die besten Werte, wenn ein Hang dann als instabil betrachtet wird, wenn ein plötzlicher Bruch spätestens beim dritten Schlag aus dem Ellenbogen erfolgte. Schneedeckentests sind ein Mittel zur Beurteilung der Lawinensituation in einem bestimmten Gebiet (zweiter Filter in Formel 3x3).

Bei der Beurteilung des Einzelhangs brauchen wir eine sehr hohe Sicherheit von weit über 99,9 %. Die besten Stabilitätstests erreichen aber nur Trefferquoten von etwa 80 %. Damit darf das Resultat eines Stabilitätstests nie alleiniges Kriterium sein, einen Hang zu befahren. Das Risiko wäre um Größenordnungen zu hoch. Die Trefferquote des Lawinenbulletins ist nicht genau bekannt. Nehmen wir an, sie liege ebenfalls bei 80 %, wie Abschätzungen zB des DAV nahelegen. Dann gilt auch für das Lawinenbulletin und alle damit operierenden wahrscheinlichkeitsbasierten Methoden (Reduktionsmethode, SnowCard, Stop or Go usw.) dasselbe wie für das Resultat eines Stabilitätstests: gut zur Beurteilung der Lawinengefahr in einem Gebiet, aber als alleiniges Kriterium zur Beurteilung eines Einzelhangs viel zu gefährlich.

Es gibt bis heute weder einen Test noch sonst ein Verfahren, das für sich alleine genügend zuverlässig ist zur Beurteilung des Einzelhangs. Nur durch geschicktes Kombinieren von verschiedenen Informationen, Beobachtungen, Regeln, Erfahrungen und Gefühlen können wir aus all den fehlerhaften Einzelteilen ein genügend sicheres Gesamtbild erzeugen. Ein Blick in die Schneedecke oder ein Stabilitätstest liefern nie die absolute Erkenntnis, sondern stets nur ein zusätzliches Puzzle-Teil für diese Gesamtschau.

Ein Puzzle-Teil, welches besonders wertvoll ist bei einer schwachen Altschneedecke („Altschnee-Problem“) oder wenn wir neu in einem Gebiet sind und ein solches nicht ausschließen können. Besonders in solchen Situationen empfehlen wir erfahrenen Leuten, ab und zu in den Schnee zu schauen und auch mal einen Schneedeckentest zu machen. ■