



Wird beim kleinen Blocktest eine Schwachschicht gefunden, wird der Teil oberhalb einer Schwachschicht umgedreht, um beide Schichtgrenzen beurteilen zu können. Foto: lo-la.info

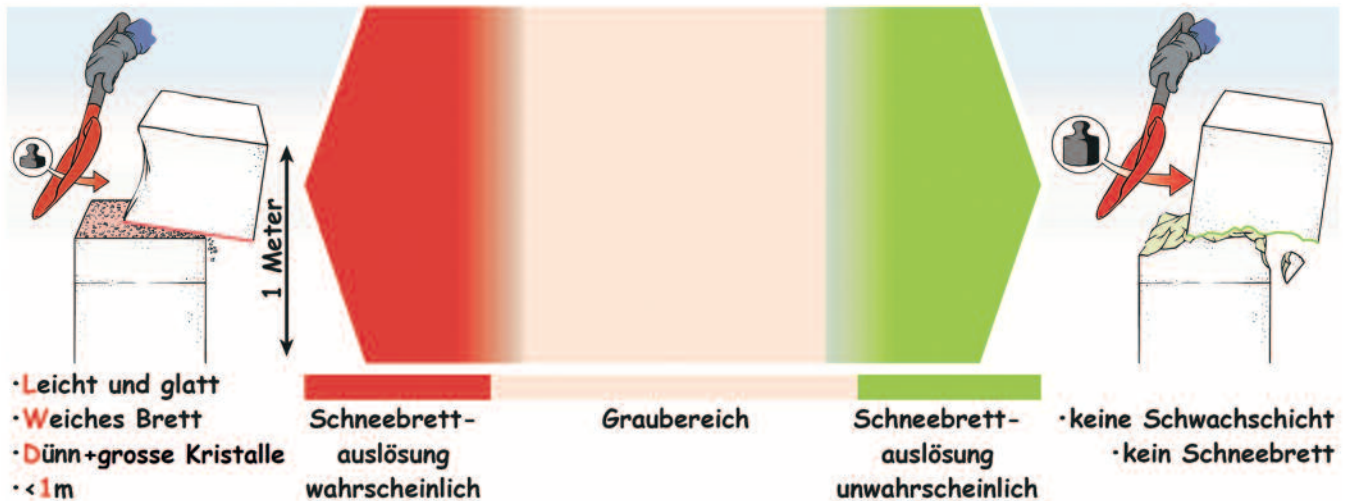


Abb. 1 Denkschema der SSD. Vier ungünstige Eigenschaften bilden den Eckpunkt „Schneebrettauslösung wahrscheinlich“. Je eindeutiger die vier Eigenschaften vorliegen, desto näher befindet man sich am äußersten linken Rand des roten Bereichs, d.h. desto wahrscheinlicher ist die Auslösung einer Schneebrettlawine. Liegt dagegen keine vor, befindet man sich am äußersten rechten Rand des grünen Bereichs und es ist eine Schneebrettauslösung unwahrscheinlich. Die 4 ungünstigen Eigenschaften wurden aus grafischen Gründen verkürzt dargestellt und werden nachstehend erklärt.



20 Jahre „Systematische Schneedeckendiagnose“

Ein zuverlässiges Instrument, den Einzelhang zu bewerten

Vor mehr als zehn Jahren stellten Georg Kronthaler und Bernhard Zenke in bergundsteigen #57 (Winter 06) die „Schneedeckendiagnose zur Beurteilung der Lawinengefahr“ vor. Seitdem ist in der Lawinenkunde viel geschehen, auch die SSD mit dem kleinen Blocktest hat sich weiterentwickelt. Weil sie nicht nur nach wie vor bei den bayerischen Lawinenkommissionen geschult wird, sondern in einigen Ländern vor allem bei Bergführerinnen und Tourengern beliebt und etabliert ist, haben wir Georg gebeten, uns abzufragen.



von Georg Kronthaler

Die „Systematische Schneedeckendiagnose“ (SSD) ist eine Methode, um die Gefahr von Schneebrettlawinen am Einzelhang systematisch zu bewerten und geeignete Maßnahmen zu treffen. Die Bewertung von Lockerschnee- und Gleitschneelawinen ist ausgenommen. Integraler Bestandteil der SSD ist der sogenannte „Kleine Blocktest“ (KBT). Damit ermitteln wir gezielt Eigenschaften von Schwachschichten und Schneebrett, die bei der Beurteilung einer möglichen Schneebrettauslösung helfen. Die SSD konzentriert sich ausschließlich auf die Interpretation des Testergebnisses; sie ersetzt keine lawinenkundliche und skitouristische Ausbildung (wie z.B. Grundlagenwissen der Schneemetamorphose, Bewertung meteorologischer Einflüsse auf die Schneedecke, Tourenplanung, Spuranlage usw.). Sie ist ein ergänzendes Tool am Einzelhang, das mit geringem Zeitaufwand und hoher Zuverlässigkeit von jedem Wintersportler angewendet werden kann.



Entstehung und Grundgedanke der SSD

Die SSD wurde 1996 von Georg Kronthaler entwickelt und nach zwei Testwintern gemeinsam mit Dr. Bernhard Zenke, ehemaliger Leiter der Lawinenwarnzentrale Bayern, in die Ausbildung für Lawinenkommissionen integriert. Kurze Zeit danach fand sie Einzug in die Heeres- und Polizei-bergführerausbildung. Es folgten einzelne alpine Vereine und Bergführerverbände, die sie ebenfalls in ihr Ausbildungskonzept aufnahmen. Im nicht deutschsprachigen Alpenraum ist die SSD erst seit ca. 10 Jahren bekannt. Trotzdem gehört sie z.B. in Norwegen bei den meisten alpinen Verbänden schon zur Standardausbildung. Die Idee zur SSD beruht auf einer einfachen Fragestellung: „Gibt es Eigenschaften in der Schneedecke, die im Falle ihres Zusammentreffens mit einer nahezu hohen Wahrscheinlichkeit zu einer Schneebrettauslösung führen?“

Wenn es solche gibt, hat man einen ersten Eckpunkt, an dem man sich orientieren kann und zwar den Eckpunkt „Schneebrettauslösung wahrscheinlich“ (Abb. 1). Das Gegenstück dieses Eckpunktes ist „keine Schwachschicht / kein Schneebrett“. Die SSD konzentriert sich auf vier „ungünstige“ Eigenschaften, die den Eckpunkt „Schnee-

Abb. 2 Schlaghärte und Bruchfläche sind als ungünstige Eigenschaft nur in Kombination aussagekräftig.

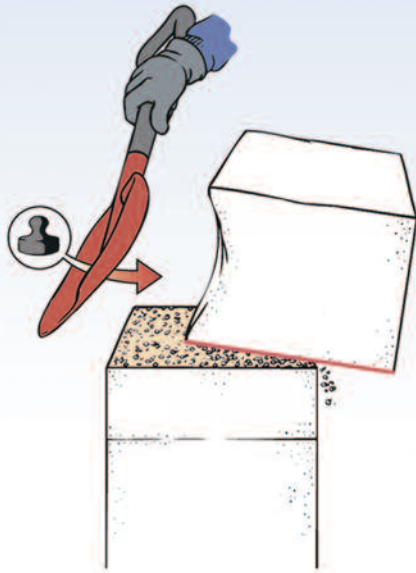


Abb. 3 Entlastungsabstände sollten nicht nur bei weichem Schnee, sondern auch bei hartem Schnee eingehalten werden, da hier die jeweiligen Spannungen der einzelnen Skitourengeher bei zu geringem Abstand mehr oder weniger addiert werden.



brettauslösung wahrscheinlich“ bestimmen (das für eine Schneebrettauslösung erforderliche Vorhandensein einer Schwachschicht und von gebundenem Schnee wird bei den folgenden Ausführungen vorausgesetzt). Diese sind:

■ Schwachschicht bricht Leicht¹ + glatter Bruch²

Wenn beim Ausstechen oder leichten Klopfen (geringe Stabilität der Schwachschicht) ein glatter Bruch (gute Bruchfortsetzung) erzeugt wird (Abb. 2).

■ Überlagernde Schicht ist Weich

Je weicher der Schnee ist, umso tiefer sinkt man ein; man kommt daher näher an Schwachschichten heran und übt damit größere Spannungen auf diese aus. Während bei weichem Schnee die Kräfte des Skifahrers in unmittelbarer Nähe des Skifahrers wirken und die Belastung mehr in die Tiefe geht, wirken bei hartem Schnee die Kräfte auf eine größere Fläche und weniger in die Tiefe (Abb. 3).

■ Schwachschicht ist Dünn³ + große Kristalle

Eine dünne Schwachschicht (< 3 cm) kann im Vergleich zu einer dicken Schwachschicht weniger Spannungen aufnehmen. Besteht diese Schicht zusätzlich aus großen (> 1,25 mm) Kristallen, ist das besonders kritisch. Dadurch, dass große Kristalle weniger Berührungspunkte aufweisen als kleine, ist diese Schicht deutlich störanfälliger gegen Druck- und/oder Scherbelastung (Abb. 4). Beispiel einer besonders kritischen Schwachschicht: 2 cm eingeschneiter Oberflächenreif mit einer Kristallgröße > 3 mm.

■ Schwachschicht ist innerhalb eines (1) Meters

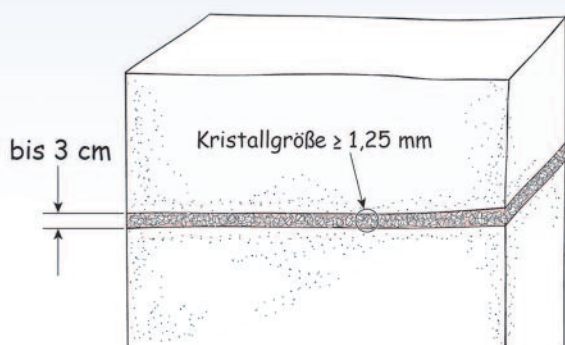
Je mehr und je härter Schnee sich über einer Schwachschicht befindet, desto mehr Energie kann diese Schicht absorbieren. Das bedeutet: Je tiefer eine Schwachschicht liegt, desto schwieriger ist es für einen Skifahrer, diese zu stören. Je näher eine Schwachschicht an der Schneeoberfläche liegt, desto leichter erfolgt ein Bruch. Schwachschichten, die tiefer als 1 m liegen, sind durch einen einzelnen Skifahrer oder Snowboarder kaum mehr zu stören (Abb. 5).

b Bewertung mit der SSD

Nur wenn alle vier ungünstigen Eigenschaften gleichzeitig vorliegen, ist eine Lawinenauslösung wahrscheinlich. Dagegen gilt: Je mehr Eigenschaften als nicht ungünstig (also günstig) bezeichnet werden, desto unwahrscheinlicher wird eine Schneebrettauslösung.

Die Eigenschaften „bricht leicht + glatter Bruch“ sowie „Schwachschicht ist dünn + große Kristalle“ gelten nur in den genannten Kombinationen⁴ als ungünstige Eigenschaften. Liegt nur eines der beiden Kriterien einer Kombination vor, führt dies nicht zu der Einstufung „Lawinenauslösung wahrscheinlich“ (Eckpunkt roter Bereich). So kann eine Schwachschicht zwar leicht brechen, wenn aber die Bruchfläche gestuft ist (Bruchfortsetzung unwahrscheinlich), ist dies als nicht so problematisch einzustufen. Dasselbe gilt, wenn

Abb. 4 Um Kristalle als groß zu bezeichnen, braucht es keinen Maßstab. Wenn sie mit freiem Auge leicht zu erkennen sind, gelten sie als große Kristalle.



eine glatte Bruchfläche erst beim starken Klopfen erzeugt wird oder wenn eine dünne Schwachschicht aus kleinen Kristallen (< 1 mm bedeutet viele Verbindungen) besteht.

Die große Stärke der SSD liegt vor allem darin, dass jede ungünstige Eigenschaft flexibel eingesetzt werden kann. Sind die Merkmale einer Eigenschaft stark genug ausgeprägt, kann sie die anderen Eigenschaften - auch wenn sie negativ sind - übertreffen. Voraussetzung für eine erfolgreiche Anwendung der SSD ist, dass man die Wirkung jeder der vier Eigenschaften präsent hat. Das klingt einfach, aber genau genommen ergeben sich bei 4 Eigenschaften (vor allem wenn keine davon ausgeprägt erkennbar ist) bis zu 16 Kombinationsmöglichkeiten. Vor allem für Einsteiger bedarf es daher einer Ausbildung, die idealerweise auf methodischen Grundsätzen aufbaut, und vor allem ständigen Übens!

In der Praxis hat sich gezeigt, dass die Anwender der SSD kaum in der Lage sind, zu einer vergleichbar treffsicheren Aussage über die Auslösewahrscheinlichkeit von Schneebrettlawinen zu gelangen, wenn sie bei der Beurteilung des Testergebnisses mehr als vier Eigenschaften verwenden. Insbesondere dann, wenn zusätzliche Parameter wie z.B. Gelände, Wind, Temperatur, Gefahrenstufe, kritische Neuschneemenge, Muster usw. mit in die Beurteilung des Testergebnisses einfließen, da sich mit jedem zusätzlichen Parameter die Kombinationsmöglichkeiten⁵ vervielfachen.

Die Bewertung am Einzelhang erfolgt in drei Teilbereichen.

Abb.5 Mit zunehmender Tiefe der Schwachschicht nimmt die wirkende Kraft ab. Eine besonders kritische Situation tritt ein, wenn eine Schwachschicht von ca. 50 cm (+/- 10 cm) weichem Schnee überlagert ist. Hier reicht der Druck noch aus, um einen Bruch zu initiieren, und es ist genügend Schnee für eine große Lawine vorhanden.

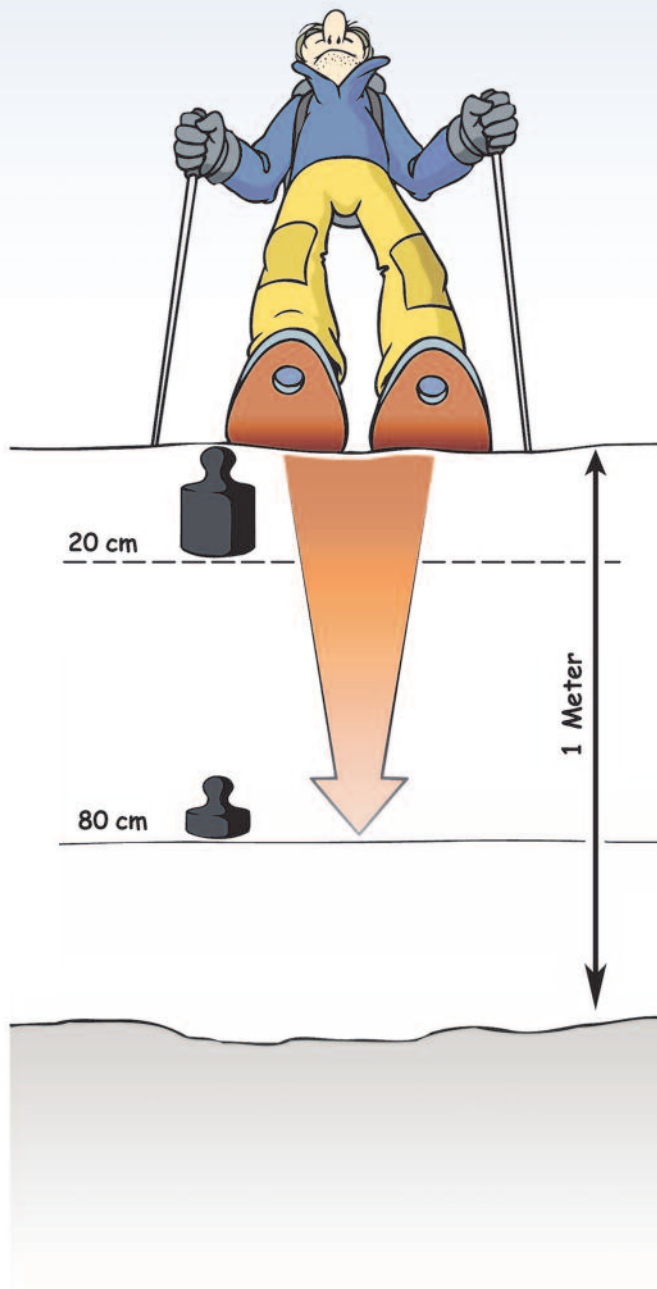


Abb. 6 Kleiner Blocktest (KBT). Die Belastung des Testblocks kann von allen Seiten erfolgen. Der Vorteil des seitlichen Belastens liegt darin, dass die Rückseite nur abgeschnitten und nicht ausgegraben werden muss.



Überblick verschaffen

Dies geschieht mit dem „Kleinen Blocktest“. Ziel ist es, auf einfache und schnelle Weise einen zuverlässigen Überblick über den Schneedeckenaufbau zu erhalten. Dabei liegt das Hauptaugenmerk auf der gezielten Suche nach Schwachschichten, deren Eigenschaften sowie den Eigenschaften des darüber liegenden Brettes. Kommt es zum Bruch, ist es für die weitere Einschätzung sehr hilfreich herauszufinden, um welche Kornformen/-größen es sich handelt und ob diese der aufbauenden, der abbauenden oder der Schmelzumwandlung zuzurechnen sind.

■ Auswahl des Testortes

In erster Linie ist natürlich auf die eigene Sicherheit zu achten. Es macht keinen Sinn, mitten im Hang zu graben, um dann festzustellen, dass ein einzelner Skifahrer eine Lawine auslösen kann. Ideal sind häufig Randbereiche eines großen Hanges oder Minihänge, die sich bei ähnlicher Exposition und Höhenlage in der Nähe des Hauptanges befinden. Aussagekräftig sind in der Regel auch jene Bereiche, die den durchschnittlichen Schneedeckenaufbau im Hang repräsentieren. Dazu zählen im Hochwinter durchaus auch ebene Geländebereiche, wenn diese noch nicht dem Einfluss der Sonne ausgesetzt waren.

Zu einem kaum aussagekräftigen Ergebnis gelangt man, wenn man in Muldenmitte gräbt, wo die Schwachschicht in der Regel so tief liegt, dass kein Skifahrer sie stören kann. Ist die überlagernde Schneeschicht am Testort im Vergleich zum Gesamthang eher

dünn, hat dies eine entsprechend geringere Auslösewahrscheinlichkeit im Gesamthang zur Folge, da man davon ausgehen kann, dass die Schwachschichten in Bereichen, die mit mehr Schnee überlagert sind, schwieriger vom Skifahrer zu stören sind.

■ Kleiner Blocktest (KBT)

Beim KBT (Abb. 6) handelt es sich um einen ca. 40 x 40 cm großen Schneeblock, der max. bis 1 m Tiefe frei gelegt wird – weil tiefer liegende Schwachschichten durch einen Skifahrer kaum gestört werden können. Durch unterschiedlich starkes seitliches Klopfen mit der Lawinenschaufel von oben nach unten wird anschließend getestet, ob Schwachschichten vorhanden sind oder ob sich Schichten leicht voneinander trennen lassen. Die Maße des Blockes können manchmal je nach Schneeart variieren. Bei weichem Schnee liegt die Blockgröße gegebenenfalls bei ca. 30 x 30 cm, da die Schaufelbreite für den Energieeintrag normalerweise zu klein ist. Findet man eine Schwachschicht, wird der verschobene obere Teil vorsichtig umgedreht, damit beide Schichtgrenzen zur Beurteilung der Bruchfläche zur Verfügung stehen.

Da beim KBT mit großer Wahrscheinlichkeit eine schnelle Belastung auf die Schwachschicht und damit eine Auslösung bei geringer Spannung erfolgt, hat die Hangneigung keinen wesentlichen Einfluss auf die Aussagekraft des KBT. Somit kann dieser Test auch im weniger geneigten Gelände durchgeführt werden. Beim KBT wird über die Schlaghärte (Energie) der Initialbruch in der Schwachschicht getestet, über die Art der Bruchfläche die Bruchfortsetzung bewertet.

Abb. 7 Ungefährer Vergleich von Belastungsstärken zwischen KBT und CT/ECT. Zum Vergleich: Ein Energiewert von 1 Nm wird erreicht, wenn z.B. eine Schokolade mit 1.000 g aus 10 cm Höhe fallen gelassen wird).

KBT	CT/ECT (Compression test/Extended columntest)
Leichtes Belasten (0-1Nm)	Belasten aus dem Handgelenk
Mäßiges Belasten (1-2 Nm)	Belasten aus dem Ellbogen
Starkes Belasten (ab 2-3 Nm und mehr)	Belasten aus der Schulter

Hinsichtlich der Schlaghärte wird zwischen leichtem,mäßigem und starkem Klopfen unterschieden. Nach einer Untersuchung⁶, die auch in bergundsteigen #105 von M. Steffl vorgestellt wurde, liegen die Energiewerte beim KBT für leichtes seitliches Belasten zwischen 0 und 1 Nm, bei mäßigem Belasten zwischen 1 und 2 Nm bzw. bei starkem Belasten ab ca. 2 bis 3 Nm und oberhalb von 3 Nm. Zum besseren Verständnis was leichtes Klopfen bedeutet: Der Energieaufwand bis 1 Nm entspricht in etwa einem leichten anerkennenden Schulterklopfen bzw. Klopfen aus dem Handgelenk beim CT/ECT (Abb. 7). Diese Untersuchung bestätigt aber auch die seit vielen Jahren getätigte Aussage, dass eine Lawinenauslösung von selbst oder bei geringer Zusatzbelastung unwahrscheinlich ist, wenn mit dem KBT ein Bruch in der Schwachschicht erst bei starkem seitlichem Belasten erzeugt wird.

Weitere Erkenntnisse aus dieser Arbeit sind:

- Um einen Bruch in einer Schwachschicht zu erzeugen, ist beim seitlichen Belasten (KBT) ein deutlich geringerer Energieaufwand notwendig, als wenn die Schwachschicht vertikal (große Energieabsorption) belastet wird.
- Die Streuung der Stabilitätswerte ist sowohl beim KBT wie auch beim vertikalen Belasten (vB) relativ hoch. Das bedeutet, dass ein einzelner Test nicht ausreicht, einen Hang als befahrbar zu werten.
- Erheblich geringere Streuung der Stabilitätswerte beim KBT gegenüber vB. Um eine verlässliche Aussage über die Stabilitätsverteilung im Einzelhang treffen zu können, sind beim KBT je nach Situa-

tion deutlich weniger Tests durchzuführen gegenüber vertikal durchgeführten Belastungstests.

- Beim vB konnte nur bei ca. 55 % der Testblöcke ein Bruch in den vorhandenen Schwachschichten erzeugt werden, beim KBT dagegen zu 100 %. Der KBT findet daher zuverlässiger Schwachschichten.
- Der KBT benötigt vor allem bei stabileren Verhältnissen einen deutlich geringeren Zeitwand gegenüber vB.
- Steilheit hat vor allem beim KBT einen nur geringen Einfluss auf Testergebnisse. Daher sind Schneedeckentest auch im flachen Gelände repräsentativ.
- Bessere Sichtbarkeit eines Bruchs beim seitlichen Belasten durch Verschieben des Brettes.
- Bessere Bewertung der Bruchfläche (= Bruchfortsetzung), da die Schwachschicht nicht komprimiert wird

Analyse von Schwachschicht und Brett & Übertragung des Ergebnisses auf die Fläche durch Prozessdenken

Wurden Schwachschichten gefunden, sind die Eigenschaften der Schwachschicht und des überlagernden Schneebretts zu ermitteln. Folgende Fragen sind zu stellen:

- Wie groß war der Energieaufwand, um einen Bruch zu erzeugen, und wie schaut die Bruchfläche aus?
- Wie hart ist der Schnee oberhalb der Schwachschicht?
- Ist die Schwachschicht dünn (< 3 cm) oder dick (> 3 cm) und wie groß sind deren Kristalle?
- In welcher Tiefe befindet sich die Schwachschicht?



Abb. 8 Beurteilung der Auslösewahrscheinlichkeit durch den Vergleich des Ist-Zustandes der Schneedecke/Schwachschicht(en) mit vier ungünstigen Eigenschaften.

Schwachschicht bricht leicht + glatter Bruch?	ja	nein
Überlagernde Schicht ist weich?	ja	nein
Gebrochene Schwachschicht ist dünn (< 3 cm) + große Kristalle ($> 1,25$ mm)?	ja	nein
Schwachschicht innerhalb eines Meters unter der Snowoberfläche?	ja	nein

Sofern man darüber hinaus in der Lage ist, den Entstehungsprozess der Schwachschicht zu bestimmen, kann man diesen Prozess (Prozessdenken, Bernhard Zenke, 1989) relativ einfach von einem Testort auf den gesamten Hang übertragen. In der Regel gilt:

„Je gefährlicher die Situation, desto einfacher ist die Übertragung des Entstehungsprozesses der Schwachschicht“.

Die Analyse der Schneekristalle braucht jedoch nicht wissenschaftlich exakt zu sein und kann durchaus ohne Lupe oder sonstige Hilfsmittel erfolgen. Es genügt zu erkennen, ob es sich um aufgebaute, kantige oder runde Formen handelt. Fehlende lawinenkundliche Kenntnisse lassen sich dadurch kompensieren, dass man zur Bestimmung der Großflächigkeit der Schwachschicht eine größere Anzahl von Testblöcken (möglichst an unterschiedlichen Stellen) gräbt.

Bewertung der Auslösewahrscheinlichkeit von Schneebrettlawinen

Bevor man mit der eigentlichen Bewertung der Gefahrensituation beginnt, muss man sich mit der Frage auseinandersetzen, ob die Schwachschicht von lockerem oder gebundenem Schnee überlagert wird.

Befindet sich lockerer Pulverschnee über einer Schwachschicht, kann man davon ausgehen, dass zwar bei vorhandener Schwachschicht ein Initialbruch erzeugt werden kann, sich der Bruch aber aufgrund des lockeren, ungebundenen Schnees nicht fortsetzt

(Achtung! Lockerschneelawinen können sich jedoch aus steilem Gelände lösen!). Ist der Schnee dagegen über der Schwachschicht gebunden, könnte sich ein Bruch im Falle einer Störung fortsetzen und bei ausreichender Steilheit (in der Regel ist das bei trockenem Schnee ab ca. 30 Grad) ein Schneebrett abgleiten. Die folgenden Ausführungen beziehen sich daher stets auf die Situation bei gebundenem Schnee.

Die eigentliche Beurteilung der Auslösewahrscheinlichkeit beruht auf einem Vergleich des Ist-Zustandes der Schneedecke bzw. der vorhandenen Schwachschicht(en) mit den vier ungünstigen Eigenschaften, die den Eckpunkt „Lawinenauslösung wahrscheinlich“ darstellen. Bei jedem Testblock werden die Fragen in Abb. 8 systematisch abgearbeitet und mit „ja“ oder „nein“ beantwortet. Nachstehende Fragen sind bezüglich der Auslösewahrscheinlichkeit zu beantworten. Die Abfrage soll systematisch erfolgen, immer beginnend von der größten Gefahr bis hin zum Eckpunkt „Schneebrettauslösung unwahrscheinlich“:

■ Kann eine Schneebrettlawine durch Selbstauslösung entstehen?

Diese Frage ist mit ja zu beantworten, wenn bei der Analyse der Schwachschichten alle vier ungünstigen Eigenschaften festgestellt werden.

■ Kann eine Schneebrettlawine bei geringer Zusatzbelastung ausgelöst werden?

Sind alle vier Eigenschaften ungünstig, ist auf jeden Fall mit einer

Abb. 9 Ein glatter Bruch beim Ausstechen oder leichten Klopfen gilt als Alarmzeichen!

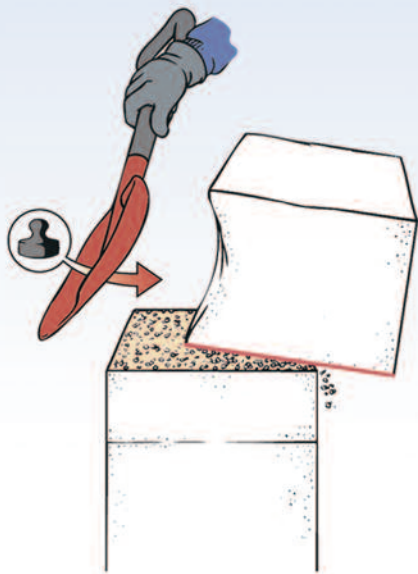
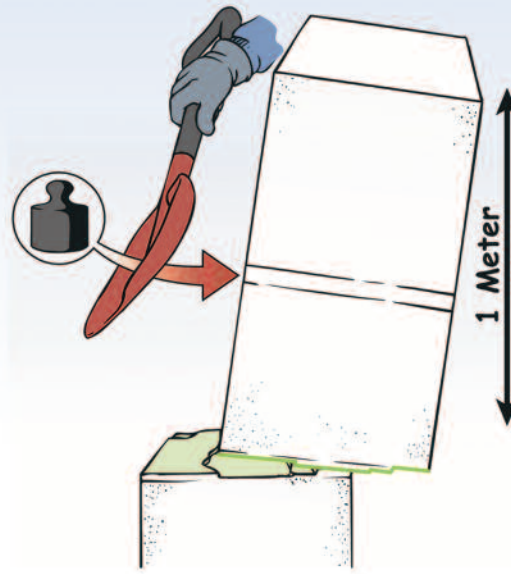


Abb. 10 Alle vier Eigenschaften sind günstig. Hinweis: Wird beim starken Klopfen ein Bruch (kann auch glatt sein) erzeugt oder die Bruchfläche ist unabhängig von der Schlagstärke gestuft, ist eine Selbstauslösung von Schneebrettlawinen oder bei geringer Zusatzbelastung unwahrscheinlich.



Auslösung bei geringer Zusatzbelastung zu rechnen. Der Unterschied zur Selbstauslösung von Lawinen liegt in erster Linie in der Art und Mächtigkeit der überlagernden Schicht und darin, dass die Wetterbedingungen keinen Anstieg der natürlichen Spannungen in der Schneedecke bewirken.

Ist eine Schneebrettauslösung bei großer Zusatzbelastung möglich?

Wird eine der vier ungünstigen Eigenschaften mit nein beantwortet, kann in vielen Fällen eine Selbstauslösung oder eine Auslösung von Lawinen bei geringer Zusatzbelastung ausgeschlossen werden (die Feststellung der Auswirkung von kleinen Kristallen bzw. der Dicke der Schwachschicht im Hinblick auf die Bruchinitialisierung ist schwierig und erfordert viel Wissen und Erfahrung, siehe dazu unten Abb. 9).

Ist eine Schneebrettlawine unwahrscheinlich?

Diese Situation tritt dann ein, wenn keine Schwachschicht gefunden wurde, keine der vier ungünstigen Eigenschaften vorliegt oder wenn bei starkem Klopfen mit dem „KBT“ nur ein gestufter Bruch erzeugt wird.

Wichtiger Hinweis! Während für die Einschätzung „Gefahr durch Selbstauslösung von Lawinen oder bei geringer Zusatzbelastung“ ein einzelner Test ausreicht, um den Hang nicht zu betreten, sind bei der Einschätzung „große Zusatzbelastung“ oder „Schneebrettlawine unwahrscheinlich“, für den Fall einer möglichen Befahrung, zwingend mehrere Tests erforderlich!

Beispiel 1: Selbstauslösung von Lawinen oder Auslösung bei geringer Zusatzbelastung

40 cm gebundener, weicher Neuschnee (Härte 4/Finger) liegt auf einer 2 cm dicken Schwachschicht aus Oberflächenreif, deren Kristalle eine Größe von > 2 mm aufweisen: Beim Ausgraben oder auch beim leichten seitlichen Belasten mit der Schaufel kommt es zu einem glatten Bruch an der Schwachschicht (Abb. 9).

Folgende Eigenschaften liegen nun vor:

- Schwachschicht bricht leicht + glatter Bruch? **ja**
- Überlagernde Schicht ist weich? **ja**
- Gebrochene Schwachschicht ist dünn (< 3 cm)
- + große Kristalle (> 1,25 mm)? **ja**
- Schwachschicht innerhalb eines Meters? **ja**

In diesem Beispiel sind alle vier ungünstigen Eigenschaften gegeben. Somit befindet man sich direkt am Eckpunkt „Schneebrettauslösung wahrscheinlich“! Jetzt muss mit der Selbstauslösung von Lawinen bzw. mit einer Auslösung bei geringer Zusatzbelastung, z.B. durch einen einzelnen Skifahrer, gerechnet werden.

Beispiel 2: Lawinenauslösung unwahrscheinlich

Wird mit dem KBT keine Schwachschicht gefunden oder sind alle Eigenschaften „günstig“, dann befindet man sich am Eckpunkt „Schneebrettauslösung unwahrscheinlich“ (Abb. 10). Wenn mehrere Tests zu demselben Ergebnis führen, kann die Situation mit „Schneebrettauslösung unwahrscheinlich“ bewertet werden.



Dr. Mitterer schlägt zu. Demonstration des KBT bei der Lawinenkommissionsausbildung Tirol/Axamer Lizum 2019.

Foto: lo-la.info

Folgende Eigenschaften liegen (nicht) vor:

- Schwachschicht bricht leicht + glatter Bruch? **nein**
- Überlagernde Schicht ist weich?..... **nein**
- Gebrochene Schwachschicht ist dünn (< 3 cm)
- + große Kristalle (> 1,25 mm)? **nein**
- Schwachschicht innerhalb eines Meters?..... **nein**

Folgende Eigenschaften liegen vor:

- Schwachschicht bricht leicht + glatter Bruch? **ja**
- Überlagernde Schicht ist weich? **nein**
- Gebrochene Schwachschicht ist dünn (< 3 cm)
- + große Kristalle (> 1,25 mm)? **ja**
- Schwachschicht innerhalb eines Meters? **ja**

Beispiel 1 und Beispiel 2 stellen die ungünstigste bzw. günstigste Konstellation dar, so dass man einfach zur Beurteilung „Lawinenauslösung wahrscheinlich“ bzw. „Lawinenauslösung unwahrscheinlich“ gelangt. Bei den nächsten Beispielen ist die Situation nicht mehr so eindeutig. Aber mit einem systematischen Abarbeiten der Eigenschaften und einem fundierten Wissen, welchen Einfluss bestimmte Eigenschaften auf Initialbruch und auf Bruchfortsetzung haben, sind auch solche Situationen relativ einfach zu bewerten.

Beispiel 3: Auslösung bei großer Zusatzbelastung

40 cm gebundener, weicher Neuschnee (Härte 4/Finger) liegt auf einem ca. 2 cm dicken und tragfähigen (gerade noch tragfähig ohne Skier) Harschdeckel. Darunter befindet sich eine 2 cm starke Schwachschicht aus kantigen Kristallen, die eine Größe von > 2 mm aufweisen. Schon beim Ausgraben oder auch beim leichten seitlichen Belasten mit der Schaufel kommt es zu einem glatten Bruch an der Schwachschicht.

Obwohl drei Eigenschaften ungünstig sind, reicht die Eigenschaft „überlagernde Schicht ist hart“ (bezieht sich auf die Harschschicht über der Schwachschicht) aus, um eine Selbstausslösung von Lawinen oder eine Auslösung bei geringer Zusatzbelastung auszuschließen, da die Belastung des Skifahrers mehr in die Breite als in die Tiefe geht. Die Situation kann mit „Schneebrettauslösung mit großer Zusatzbelastung möglich“ bewertet werden.

Beispiel 4: Auslösung bei großer Zusatzbelastung

40 cm gebundener, weicher Neuschnee (Härte 4/Finger) aus überwiegend abgebauten Kristallen liegt auf einer 2 cm dicken Schwachschicht aus kantigen Kristallen, die eine Größe von > 2 mm aufweisen. Beim starken seitlichen Belasten mit der Schaufel kommt es zu einem glatten Bruch an der Schwachschicht.

Folgende Eigenschaften liegen vor:

- Schwachschicht bricht leicht + glatter Bruch? **nein**
- Überlagernde Schicht ist weich? **ja**
- Gebrochene Schwachschicht ist dünn (< 3 cm)
- + große Kristalle (> 1,25 mm)? **ja**
- Schwachschicht innerhalb eines Meters? **ja**

¹ Um sich die vier Eigenschaften als Eselsbrücke besser merken zu können, helfen die vier in Rot gekennzeichnete Buchstaben, die das Wort LWD₁ (= Lawinenwarndienst 1) bilden. L steht für (bricht) leicht + glatter Bruch, W für überlagernde Schicht weich, D für Schwachschicht dünn + große Kristalle und 1 steht für (Schwachschicht) innerhalb eines (1) Meters.

² Bei mächtigen Schwimmschneepaketen am Boden findet man selten eine glatte Bruchfläche, es kann aber trotzdem heikel sein. In diesen Fällen ist das Augenmerk mehr auf die Schlaghärte bzw. die Härte der überlagernden Schicht zu legen.

³ McCammon I., Schweizer J. A field method for identifying structural weakness in the snowpack. Proceedings, International Snow Science Workshop, /p 477-481, Penticton, British Columbia

⁴ Schweizer J., McCammon I., Jamieson J.B. (2008). Snowpack observations and fracture concepts for skier-triggering of dry-snow slab avalanches, cold regions science and technology, p 112-121;

Kronthaler G., Mitterer Ch., (2014). The systematic snow cover analysis: A practical tool for interpreting and assessing slope stability. Proceedings, International Snow Science Workshop, (S. 772-775). Banff, Canada.

⁵ Je mehr Eigenschaften umso mehr Kombinationen; z.B. bei fünf Eigenschaften sind es 25, bei 6 Eigenschaften 36 Kombinationsmöglichkeiten.

⁶ Kronthaler G., Steffl M., Reiweger I., Mitterer Ch. (2018). Die Auswirkung von vertikaler und seitlicher Belastung auf Schwachschichten in Schneedeckentest. Proceedings International Snow Science Workshop, Innsbruck, Austria.

⁷ Kronthaler G., Zenke B. (2006). Systematische Schneedeckendiagnose. bergundsteigen 5/06, S. 56-64.

⁸ Kronthaler G., Mitterer Ch. 2014, The systematic snow cover analysis: A practical tool for interpreting and assessing slope stability, International Snow Science Workshop ISSW, Banff, Canada, pp. 772-775.

⁹ Kronthaler G., Mitterer C., Zenke B. and Lehning M. 2013. The systematic snow cover diagnosis: A process-based approach for avalanche danger assessment, International Snow Science Workshop ISSW, Grenoble, France, pp. 199-202.

Es liegt zwar ein glatter Bruch vor, da dieser aber erst beim starken Klopfen zustande kommt, kann die Frage: „Schwachschicht bricht leicht + glatter Bruch“ mit nein beantwortet werden.

Diese Situation kann, obwohl alle anderen Eigenschaften ungünstig sind, mit „Schneebrettauslösung ist nur mit großer Zusatzbelastung möglich“ bewertet werden. Eine Lawinenauslösung von selbst oder bei geringer Zusatzbelastung gilt als unwahrscheinlich.



Verhaltensregeln⁷

Nachdem mit der SSD herausgefunden wurde, bei welcher Zusatzbelastung es zu einer Schneebrettauslösung kommen kann, lassen sich folgende Verhaltensregeln ableiten:

■ Bei der Gefahr der Selbstauslösung von Lawinen:

Achtung! Einzugsgebiet! Ausreichend Abstand zum „Lawinengang“ einhalten. Hänge mit der steilsten Stelle > 30 Grad nicht befahren.

■ Bei Einschätzung „Auslösung bei geringer Zusatzbelastung (z.B. einzelner Skifahrer)“:

Hänge mit der steilsten Stelle > 30 Grad nicht befahren.

■ Bei Einschätzung „Auslösung bei großer Zusatzbelastung“:

Schneedecke entlasten durch z.B. Einzelfahren/Begehen, Entlastungsabstände.

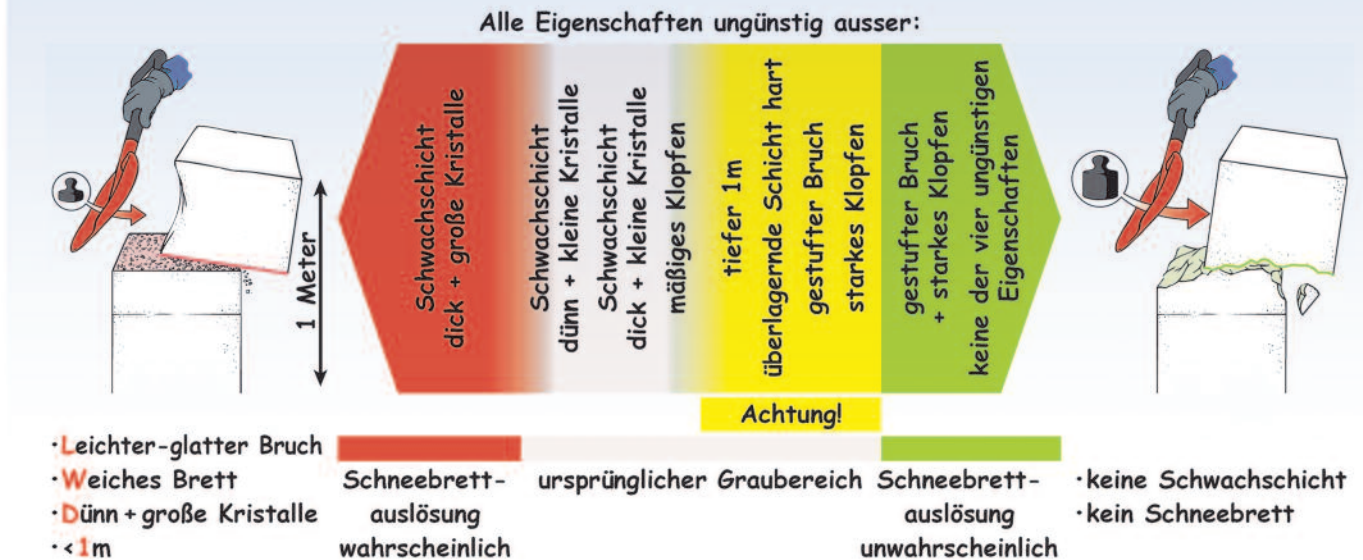


Umgang mit dem Graubereich

Nach einer eigenen Definition bewegt man sich im Graubereich, wenn die Beurteilung der Lawinengefahr nicht klar mit Fakten zu begründen ist. Grundsätzlich sollte man keine Hänge betreten oder befahren, bei denen nicht auszuschließen ist, dass diese von selbst oder durch einen einzelnen Skifahrer ausgelöst werden. Nach Abb. 1 dürften nur Hänge befahren/betretet werden, die im grünen Bereich liegen. Da es in der Natur nur selten so gefahrlose Situationen gibt, würde damit ein unverhältnismäßiger Verzicht gefordert; es könnten letztlich nur Skitouren unternommen werden, wenn keinerlei Schwachschichten vorhanden sind.

Um trotzdem bei vertretbarem Risiko Skitouren unternommen zu können, kann man versuchen, durch fundiertes lawinenkundliches Wissen den roten und grünen Eckbereich zu vergrößern und damit den persönlichen Graubereich zu verkleinern. Je mehr Situationen man den Eckpunkten „Schneebrettauslösung wahrscheinlich“ oder „Schneebrettauslösung allenfalls bei großer Zusatzbelastung“ bzw. „Schneebrettauslösung unwahrscheinlich“ zuordnen kann, desto mehr Begründungsmöglichkeiten stehen zur Verfügung und desto mehr Hänge können befahren werden. Jeder auch noch so kleine Wissenszuwachs minimiert den Graubereich. Irgendwann ist dieser so klein, dass es keinen großen Verzicht erfordert, ihn zum roten Bereich hinzuzuschlagen.

Abb. 11 Verkleinerung des Graubereichs: Ausgangslage ist der Ja/Nein-Vergleich mit den vier ungünstigen Eigenschaften. Je weiter man sich von diesem Eckpunkt entfernt, umso schwieriger ist es, eine Lawine auszulösen; z.B. ist die Eigenschaft „Schwachsicht dick + große Kristalle“ zwar auch kritisch, wenn aber die Schwachsicht anstelle dick, dünn wäre, ist eine Lawinenauslösung noch wahrscheinlicher.



Wie groß der Graubereich ist, hängt somit vom Wissen und von der Erfahrung des Beobachters ab. Man sollte also auch bei stabilen Verhältnissen in die Schneedecke graben. So kann man lernen, wie eine stabile Schneedecke aussieht, ohne sich selbst in Gefahr zu bringen und erhält gleichzeitig eine Begründung, warum man (noch) sicher ist. Ein gewisser Graubereich wird zwar immer bestehen bleiben; hält man sich aber an die Regel, nur Hänge zu betreten, die nicht im roten oder im Graubereich liegen, ist die Wahrscheinlichkeit einer Lawinenauslösung gering. So betrachtet ist der Graubereich nichts anderes als ein Puffer zwischen dem grünen und dem roten Bereich.




In Abb. 11 werden Möglichkeiten gezeigt, um den roten und den grünen Eckbereich mit Eigenschaften, die anhand der SSD ermittelt werden, zu vergrößern (die Reihung dieser Eigenschaften ist situationsabhängig). Der grüne Bereich bedeutet „Schneebrettauslösung unwahrscheinlich“, im gelben wird eine Auslösung allenfalls bei großer Zusatzbelastung erwartet. Befindet man sich in der roten Zone, ist mit einer Schneebrettauslösung von selbst bzw. bei geringer Zusatzbelastung zu rechnen. Die Bewertung der Eigenschaften im Graubereich erfordert Wissen und Erfahrung; daher wird empfohlen, diesen - vor allem von weniger versierten Wintersportlern - vorerst dem roten Bereich zuzuordnen. Außerdem gilt: Je mehr günstige Eigenschaften aufeinandertreffen, desto unwahrscheinlicher ist eine Schneebrettauslösung.

V Vereinfachte Systematische Schneedeckendiagnose (vSSD) für SSD-Einsteiger

2014 stellten Kronthaler und Mitterer bei der ISSW in Banff vier Eigenschaften der SSD vor, die jeweils eine Einstufung der Schneedecke als stabil oder instabil ermöglichen. Die Definition für stabil lautet „Lawinenauslösung unwahrscheinlich bzw. allenfalls bei großer Zusatzbelastung“ und weist folgende Eigenschaften auf: „Keine Schwachsicht“, „gestufter Bruch“, „Bruch beim starken Klopfen“. Instabil wird definiert mit „Lawinenauslösung von selbst bzw. bei geringer Zusatzbelastung wahrscheinlich“. Die Eigenschaft dazu ist „glatte Bruch beim Ausstechen oder leichten Klopfen“.

Diese vier Eigenschaften wurden in die „vSSD“ (Abb. 12) integriert und sollen dazu beitragen, dass selbst weniger versierte Anwender der SSD in der Lage sind, das Risiko am Einzelhang zuverlässig zu erkennen und ihren persönlichen Graubereich zu verringern. Für den SSD-Experten sind die vier Eigenschaften zwar die erste Stufe der Beurteilung, würden aber, wenn man die Bewertung auf diese reduziert, die Möglichkeiten am Einzelhang einschränken (z.B. berücksichtigt die Eigenschaft „Glatte Bruch beim Ausstechen oder leichten Klopfen“ nicht, ob die überlagernde Schicht einer Schwachsicht locker oder hart ist bzw. nicht die Schwachsichttiefe).

Abb. 12 Die vereinfachte „Systematische Schneedeckendiagnose“ (vSSD) dient als Interpretationshilfe für den „Kleinen Blocktest“. Die darin enthaltenen Aussagen gelten nur, wenn die Eigenschaften mit dem „Kleinen Blocktest“ ermittelt wurden.

vereinfachte "Systematische Schneedeckendiagnose" (vSSD)			
			
Eigenschaften	Glatter Bruch beim Ausstechen oder leichten Klopfen	Starkes Klopfen oder gestufter Bruch	Keine Schwachschicht Gestufter Bruch bei starkem Klopfen
Auslöseart	Selbstausslösung oder bei geringer Zusatzbelastung	bei großer Zusatzbelastung	Schneebrettauslösung unwahrscheinlich
Verhalten	Verzicht Abstand zum Hang nicht über 30 Grad	Einzelfahren / Begehen Entlastungsabstände	Standardmaßnahmen
© Georg Kronthaler 2018		Merke: Bei gelb und bei grün ist ein Test zu wenig!	

e

Evaluation der SSD

In zwei unabhängigen Untersuchungen⁷ wurden von speziell ausgebildeten Lawinenexperten zahlreiche Hänge (n=642) anhand der SSD bewertet.

Dabei wurden alle Hänge, die als stabil (siehe Def. oben) eingeschätzt wurden (n=509), zu 100 % befahren. Mit Ausnahme eines einzigen Hanges, an dem ein kleines Schneebrett ausgelöst wurde, traten bei keiner Befahrung Alarmzeichen (Risse, Wumm, Schneebrett) auf. Somit liegt die Trefferquote bei der Einschätzung „stabil“ nahezu bei 100 %. Bei der Einschätzung „instabil“ (siehe Def. oben) wurde bei 36 insgesamt befahrenen Hängen in 28 Fällen ein Schneebrett ausgelöst. Das entspricht einer Trefferquote von 78 %.

Z

Zusammenfassung

Die „Systematische Schneedeckendiagnose“ ist ein Tool, um am Einzelhang Aussagen über die Auslösewahrscheinlichkeit von Schneebrettlawinen treffen zu können.

Mit Hilfe des „Kleinen Blocktests“ ist man in der Lage, schnell und mit einer hohen Zuverlässigkeit Schwachschichten zu finden und anhand von Eigenschaften zu bewerten.

Voraussetzung für eine sichere Anwendung ist jedoch eine intensive theoretische und praktische Ausbildung, die lawinenkundliche Grundlagen, die Bruchmechanik von Schneebrettlawinen sowie die Kriterien der „Systematischen Schneedeckendiagnose“ umfasst.

Die SSD soll keine Ausbildung ersetzen, sondern das persönliche Wissen und die persönlichen Fähigkeiten ergänzen.

Trotz der hohen Zuverlässigkeit der SSD wird es nie möglich sein, einen Hang mit hundertprozentiger Sicherheit einzuschätzen. •

Danksagung: Ich bedanke mich bei Manfred Steffl, Christoph Mittlerer, Helmut Hesch, Teresa Winner und Georg Sojer, die wesentlich an diesem Beitrag mitgewirkt haben.

Illustrationen: Der Sojer Schorsch

Hinweis: Dieser Beitrag wurde vom Autor als Privatperson geschrieben und ist kein Beitrag des Lawinenwarndienst Bayern.