

Kurt Winkler / Hans-Peter Brehm / Jürg Haltmeier

Bergsport Winter

2. Auflage

Technik, Taktik, Sicherheit

SAC-Verlag

Projektleiter SAC: Bruno Hasler

In Zusammenarbeit mit:



Schweizer Alpen-Club SAC
Club Alpin Suisse
Club Alpino Svizzero
Club Alpin Svizzer



Auslösung eines Schneebretts

Für die Auslösung einer Schneebrettlawine müssen vier Bedingungen erfüllt sein:

1. Existenz einer kritischen Schicht

Die Schneedecke besteht aus verschiedenen, übereinander liegenden Schichten mit unterschiedlichen Eigenschaften. Bedingung für ein Schneebrett ist ein Bruch entlang einer wenig stabilen, kritischen Schicht. Die Existenz einer kritischen Schicht können wir nur selten ausschliessen. Typisch sind:

- eingeschneiter Oberflächenreif.
- Schwimmschnee.

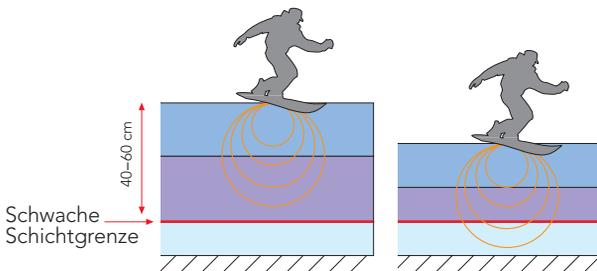
2. «Genügende» Zusatzbelastung

Bei sehr ungünstigen Verhältnissen kann ein Schneebrett ohne zusätzliche Belastung abgehen oder es genügt bereits die Zusatzbelastung durch Neuschnee oder Regen.

Mit einer grossen Zusatzbelastung wie einer Sprengung ist die Wahrscheinlichkeit grösser, ein Schneebrett auszulösen. Aber auch unser Eigengewicht kann genügen, um einen Bruch zu erzeugen: bei ungünstigen Verhältnissen praktisch überall im Hang, bei mittleren Verhältnissen nur noch an bestimmten Stellen, den sog. «Hot Spots».

Die zusätzliche Belastung¹ nimmt mit der Tiefe ab, bei hartem Schnee besonders schnell. Eine Schneebrettauslösung ist wahrscheinlicher:

- wenn die kritische Schicht nur wenig unter der Oberfläche liegt;
- bei weichem Schnee;
- bei grosser Belastung (z. B. Sturz, beieinander stehende Gruppe).



¹ Korrekt: Zusatzspannung, d.h. zusätzliche Belastung pro Fläche.

⇒ Schneebretter sind leichter auszulösen an Orten mit geringer Schneehöhe. Ist die Schwachschicht tiefer als 1 Meter unter der Schneeoberfläche, so können wir sie an dieser Stelle kaum auslösen.

3. Gebundener Schnee

Der direkt unter uns erfolgte, anfänglich kleine «Initialbruch» kann sich nur über den Hang ausbreiten, wenn oberhalb der kritischen Schicht eine zusammenhängende, gebundene Schneeschicht vorhanden ist. Der Schnee in den Alpen ist durch die mässige Kälte und den Schneefall unter Windeinfluss fast immer gebunden. Bei grossen Neuschneemengen genügt auch die Setzung, um den Schnee zu binden.



Um ein Schneebrett zu bilden, muss der Schnee nicht bis an die Oberfläche hinauf gebunden sein. Es reicht eine gebundene Schicht oberhalb der Schwachschicht.

Bleibt der Spursteg stehen, so ist der Schnee gebunden.



4. Genügend steiler Hang

Je steiler der Hang, desto eher gleitet die gebrochene Schneeschicht ab. Die Unfallstatistik zeigt, dass trockene, von Schneesportlern ausgelösten Lawinen ab ca. 30° Neigung abgleiten können.

Schwacher Hangbereich (Hot Spots)

Die Festigkeit einer kritischen Schicht variiert innerhalb eines Hanges oft um ca. $\pm 30\%$. Zusammen mit den unterschiedlichen Schichtmächtigkeiten resultieren daraus Bereiche, in denen wir ein Schneebrett auslösen können und andere, wo unsere Belastung für die Auslösung nicht ausreicht.

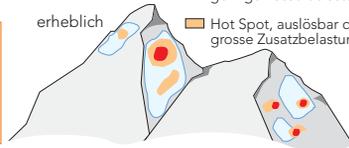
- Je leichter sich solche «schwachen Hangbereiche» auslösen lassen und je mehr davon vorhanden sind, desto grösser ist die Lawinengefahr. Die Gefahrenstufe des Lawinenbulletins ist ein Mass dazu.

- Je nach Höhenlage, Hangexposition od. Hangform existieren mehr oder weniger dieser «schwachen Hangbereiche». Die Kernzone des Lawinenbulletins umfasst die besonders gefährlichen Bereiche.

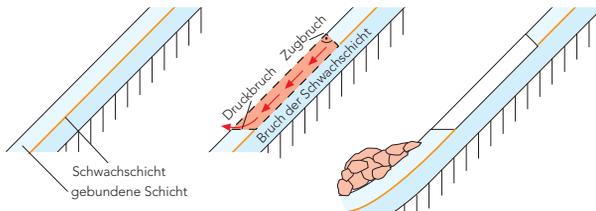


- mögliche Schneebretter
- Hot Spot, auslösbar durch geringe Zusatzbelastung
- Hot Spot, auslösbar durch grosse Zusatzbelastung

Die exakte Lage der einzelnen «schwachen Hangbereiche» sind weder im Gelände noch wissenschaftlich bestimmbar.



Bruchmechanismus



Schwachsicht

Eine eingeschnittene Schwachsicht¹ ist Voraussetzung für die Bildung eines Schneebretts. Sie kann so dünn sein, dass wir sie von Auge kaum erkennen. Schwachsichten können wie folgt entstehen:

- Eine schwache Oberflächenschicht wird eingeschnitten (z. B. Oberflächenreif).



Schwachsicht
(eingeschnittener
Oberflächenreif)

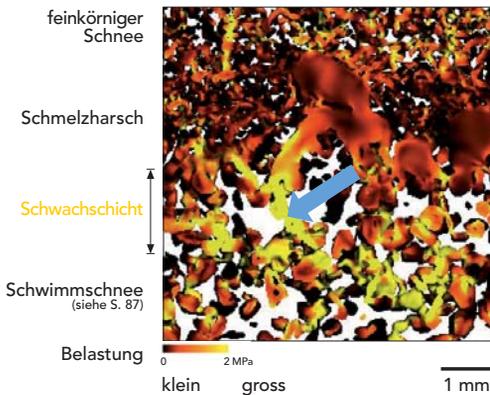
¹ Dicke Schwachsichten brechen meist in Randnähe, was zum Begriff der «schwachen Schichtgrenzen» geführt hat. Der Bruchmechanismus ist stets derselbe, so dass wir im Folgenden allgemein von «Schwachsichten» sprechen.

- Die Bindungen zwischen den Schneekristallen hatten noch zu wenig Zeit, um genügend stark heranzuwachsen (z. B. frischer Trieb Schnee auf Altschnee).
- Durch Umwandlung der Schneekristalle (siehe S. 87) bildet sich innerhalb der Schneedecke eine neue Schwachschicht, meist in unmittelbarer Nähe einer offensichtlichen Schichtgrenze (z. B. unter- oder oberhalb einer Kruste).

Der Bruchvorgang im Detail: ein Strukturbruch

Bei genauer Betrachtung ist eine Schneedecke ein dreidimensionales Gerüst aus miteinander verbundenen Schneekristallen. Dabei sind die Bindungen stets schwächer als die einzelnen Schneekristalle. Bindungen zwischen benachbarten Schneekristallen gibt es nicht nur innerhalb einer Schicht, sondern auch zwischen den verschiedenen Schichten der Schneedecke.

Bei einem Bruch in der Schneedecke brechen zuerst einzelne, besonders hoch belastete Bindungen zwischen zwei Schneekristallen (z. B. beim Pfeil). Sobald die Bindung gebrochen ist, kann dort keine Kraft mehr übertragen werden. Die zuvor dort einwirkende Kraft muss jetzt von der Umgebung aufgenommen werden. Damit werden die benachbarten Bindungen höher belastet, und es besteht die Gefahr, dass jetzt auch diese brechen usw. Auf diese Weise kann eine Kettenreaktion entstehen, bei der die Schwachschicht regelrecht in sich zusammenstürzt. Manchmal können wir sogar erkennen, dass die Schneedecke nach dem Bruch leicht abgesackt ist.

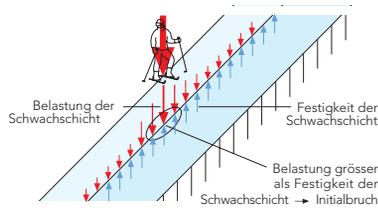


Schneekörner in einem 7 x 7 mm kleinen Ausschnitt einer Schwachschicht.

Die Farbe zeigt die Belastung: schwarz = nicht belastet, gelb = sehr hoch belastet [Schneebeil, 2004].

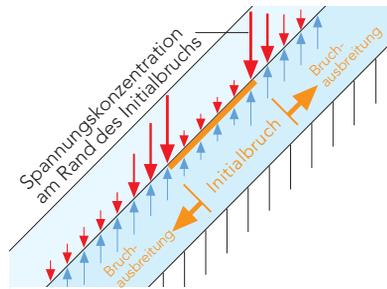
Initialbruch

Auch wenn ein Schneebrett als Tafel abgleitet, geht die Auslösung doch von einem Punkt aus. An diesem Punkt übersteigt die Belastung (etwa durch einen darüber fahrenden Skifahrer) die Festigkeit der Schwachschicht, so dass diese lokal bricht. Dieser «Initialbruch» folgt einer Schwachschicht innerhalb der Schneedecke.



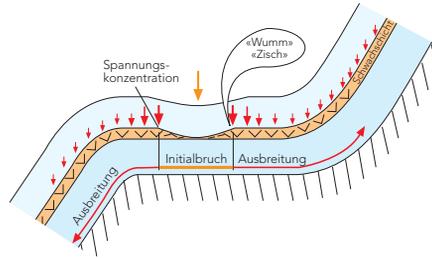
Ausbreitung des Bruchs

Beim Initialbruch werden die Bindungen zwischen den Schneekristallen in einem kleineren Bereich der Schwachschicht zerstört. Die gebrochene Schicht kann an diesem Ort nur noch geringe Kräfte aufnehmen. Die auf diesen Ort einwirkende Belastung (Gewichtskraft des darüber liegenden Schnees und evtl. Zusatzbelastung wie z. B. der Skifahrer) wird auf die Umgebung übertragen und führt an den Rändern des Initialbruchs zu Spannungskonzentrationen. Jetzt unterscheiden wir drei Fälle:



- Die Schwachschicht nimmt diese Belastungsspitzen auf, oder die Schwachschicht ist knapp daneben nicht mehr vorhanden (z. B. bei einem gestörten Schneedeckenaufbau auf einer stark frequentierten Variantenabfahrt). Es geschieht weiter nichts und wir bemerken den erfolgten Initialbruch nicht.
- Die Schwachschicht hält den Belastungsspitzen nicht stand, und der Bruch breitet sich rasch entlang der Schwachschicht aus (oft mit 20–50 m/s). Das Gelände ist für ein Abgleiten der Schneetafel zu flach, und wir bemerken ausser einem eventuellen «Wumm» nichts.
- Der Bruch breitet sich ebenfalls aus, und das Gelände ist steil genug, damit die Schneetafel als Schneebrett abgleitet. Bevor das Schneebrett abgleitet, wird die Schneetafel noch oben, unten und auf den Seiten vom verbleibenden Rest abgerissen. Diese sekundären Brüche entstehen relativ leicht und vermögen ein Schneebrett in aller Regel nicht zu verhindern (ausser evtl. an sehr kleinen Hängen oder Böschungen).

Wie gezeigt, handelt es sich sowohl beim Initialbruch als auch bei seiner Ausbreitung um Strukturbrüche, bei denen die Kornverbindungen in der Schwachschicht brechen. Dabei stürzt die Schwachschicht wie ein Kartenhaus in sich zusammen,



und die darüber liegende Schneetafel senkt sich ganz leicht ab. Das Absenken der Schneetafel kann Energie für die Fortpflanzung des Bruchs liefern. Ist diese Energie genügend gross, so kann sich der Bruch unabhängig von der Steilheit des Geländes fortpflanzen, also auch im Flachen.

Wenn sich die Schneedecke senkt, entweicht Luft nach oben. Besonders bei einem schwachen Schneedeckenaufbau können wir das manchmal als Wumm- oder Zischgeräusch hören. Bei Neuschneesituationen sind Wummgeräusche seltener, weil sich die Schneedecke beim Bruch innerhalb des Neuschnees meist nur wenig absenkt.

⇒ Der Initialbruch kann sich so weit fortpflanzen, dass wir einen Hang auslösen, in dem wir gar nicht stehen («Fernauslösung»).



Wumm- und Zischgeräusche sowie Risse in der Schneedecke sind untrügliche Zeichen, dass sich ein Initialbruch gebildet und danach auch ausgebreitet hat.

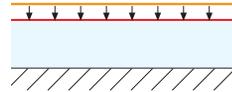
Schneedecke

Die Schneedecke besteht aus verschiedenen, übereinander liegenden Schichten, die sich durch Schneefallperioden und andere Witterungseinflüsse gebildet haben. Die Schichten unterscheiden sich in Härte, Kristallformen usw. und sind miteinander mehr oder weniger stark verbunden.

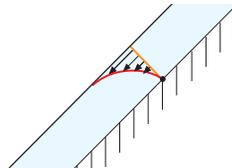
Die Schneedecke bewegt sich

Im Laufe der Zeit bewegt sich Schnee ganz langsam. Er fließt wie ein Gletscher den Berg hinunter. Dabei brechen laufend einzelne Verbindungen zwischen den Schneekristallen, während gleichzeitig neue Bindungen entstehen.

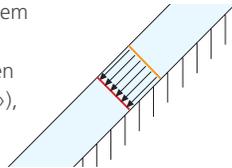
Setzen Die 6-eckigen Schneekristalle bauen sich zu kleinen, rundlichen Körnern ab. Die Verbindungen zwischen den Schneekörnern werden häufiger und stärker. Die Schneesicht verfestigt sich, aber leider nicht immer die Verbindung zwischen den Schichten.



Kriechen Im geneigten Gelände führt jede Setzung auch zu einem Kriechen des Schnees hangabwärts. Warme und wenig verfestigte Schichten kriechen mehr als kalte und gut verfestigte.



Gleiten Stark kriechender Schnee kann auf glattem Untergrund wie abgelegtem Gras oder Felsplatten ins Gleiten kommen. Es bilden sich Gleitschneerisse (sog. «Fischmäuler»), die sich zu Gleitschneerutschen bzw. -lawinen entwickeln können.



Fischmaul. In durchnässtem Zustand kann der Hang spontan als Lawine abgleiten. Ist der Schnee bis auf den Boden gefroren, so gilt der Hang als sicher.

Umwandlung der Schneekristalle

Die Schneedecke besteht aus einzelnen Schneekristallen. Diese verändern sich im Laufe der Zeit und damit auch die Eigenschaften der Schneeschichten.

Bedingungen

Wind (während oder nach Schneefall)

Umwandlung

Schneekristalle zerbrechen in kleine Trümmer, frischer «Tribschnee» entsteht (siehe S. 80)



«Normale»

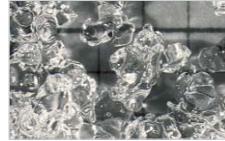
Bedingungen nach Neuschneefall

Abbauende Umwandlung. Schneekristalle werden kleiner und runder. Die Schneedecke setzt und verfestigt sich in ein paar Tagen (je wärmer, desto schneller).



Durchfeuchtung der Schneedecke

Schmelzumwandlung. Die einzelnen Schneekristalle werden von einem Schmelzwasserfilm umgeben. Bei anschließender Abkühlung frieren sie zusammen, es bildet sich Harsch.



Grosse Kälte und geringe Schneehöhe

Aufbauende Umwandlung. Wachsen von kantigen bis becherförmigen, schlecht miteinander verbundenen Kristallformen, sog. Schwimmschnee (kohäsionsloser Griess).



Bildung von Oberflächenreif

Auskühlung der Schneeoberfläche

Bei klarem Himmel strahlt die Schneeoberfläche nachts sowie in Schattenlagen auch tagsüber Wärme ab und kühlt dabei aus. Bei genügend Feuchtigkeit in der Luft gefriert diese an der Schneeoberfläche zu Oberflächenreif.



Stabilität der Schneedecke

Allgemein gelten folgende Faustregeln:

«Viel Schnee ist besser als wenig Schnee.»

- Es bildet sich weniger Schwimmschnee.
- Mögliche Schwachschichten sind tiefer unten. Eine Auslösung wird unwahrscheinlicher, weil wir normalerweise Schnee bretter nur bis in eine Tiefe von maximal einem Meter auslösen. Zum Bruch tiefer gelegener Schwachschichten ist unsere Zusatzbelastung meistens zu gering (siehe S. 74).

«Mächtige und ähnliche Schichten sind günstiger als dünne und unterschiedliche Schichten.»

- 80% der Unfalllawinen brechen in weichen, aus grossen, kantigen Körnern bestehenden Schneeschichten.
- Besonders kritisch ist es, wenn eine derartige Schwachschicht an eine harte Schicht grenzt, die aus kleinen Schneekörnern besteht.

«Die Schneeoberfläche von heute ist die mögliche Schwachschicht von morgen.»

- Ungünstig sind insbesondere Oberflächenreif, Schwimmschnee, Harschschichten und ganz allgemein sehr alte oder regelmässige Schneeoberflächen.
- Günstig ist eine kleinräumig stark unregelmässige Schneeoberfläche, wie sie oft an windausgesetzten Rücken und an ständig befahrenen Hängen vorhanden ist.

⇒ Besonders ungünstig ist eine leicht verfestigte, ca. 50 cm dicke Schicht über einer weichen oder aufbauend umgewandelten Schwachschicht.

Einfache Schneedeckentests

Vor allem bei einer Altschneesituation (siehe S. 104) können uns Schneedeckentests wertvolle Informationen über die Verhältnisse im Gebiet liefern. Diese sind besonders nützlich, wenn wir sonst wenig Anzeichen oder Informationen haben. Schneedeckentests ersetzen weder die Reduktionsmethode (siehe S. 106) noch das 3 x 3 Raster (siehe S. 102), sie können aber eine sinnvolle Ergänzung dazu sein. Beobachten und Hineinschauen in die Schneedecke muss nicht immer aufwändig sein. Schon einfache Tests geben einen ersten Eindruck über die Beschaffenheit der oberen Schichten der Schneedecke.

⇒ Um einigermaßen interpretierbare Resultate zu erhalten, machen wir Schneedeckentests an ungünstigen, eher schneearmen und ungestörten Stellen.

Stocktest

Mit kräftigem Einstecken des Stocks können wir oft verschiedene Schichthärten und -mächtigkeiten erkennen, z.B. ein schwaches Schneedecken-Fundament. Bei härterem Schnee drehen wir dazu den Stock um und rammen den Griff ein.

Einsinktiefe (mit und ohne Skis)

Die Einsinktiefe sagt uns z.B., wie gut sich der Neuschnee bereits gesetzt hat. Sinken wir ohne Skis in eine weiche, kohäsionslose Altschneeschiicht hinein, so ist dies ein Zeichen einer möglichen schwachen Schicht nahe an der Oberfläche.

Schneeprofil

Wir graben an einer eher schneearmen Stelle (am besten mit Sonde prüfen) ein ca. 1 m tiefes Loch. Mit Augen und Fingern können wir verschiedene Härten der Schichten sowie Unterschiede der Schneekörner erkennen. Schwache Zwischenschichten sowie deutliche Unterschiede in Korngrösse und Härte sind klare Hinweise auf mögliche Schwachstellen in der Schneedecke.

Nietentest

Untersuchungen an abgegangenen Schneebrettlawinen zeigten, dass die gebrochenen Schwachschichten oft charakteristische Eigenschaften hatten. Mit dem Nietentest können wir in einem Schneeprofil prüfen, ob Schichten vorhanden sind, die solch ungünstige Eigenschaften haben. Weil diese Eigenschaften räumlich nicht so stark variieren, lässt sich das Resultat recht gut auf die Umgebung übertragen.

⇒ Mit dem Nietentest beurteilen wir nur die Stabilität der Altschneedecke. Schwachstellen innerhalb des Neuschnees bleiben oft unerkannt.

<i>Schneedeckeneigenschaft</i>	<i>Kritischer Bereich (ca.)</i>
Tiefe der Schwachschicht	< 1 m
Korngrössenunterschied zwischen zwei benachbarten Schichten (Schwachschicht-Nachbarschicht)	1 mm oder mehr
Härteunterschied zwischen zwei benachbarten Schichten	2 Härtestufen oder mehr (z.B. «Faust» – «1 Finger»)
Korngrösse in der Schwachschicht	deutlich grösser als 1 mm
Härte der Schwachschicht	weich (weniger als 4 Finger)
Kornform der Schwachschicht	kantige Körner, Schwimmschnee oder Oberflächenreif

Für jedes Kriterium im ungünstigen Bereich geben wir 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. Die maximal erreichte Anzahl Nieten bedeutet etwa Folgendes:

bis 2 Nieten:	günstig
3 oder 4 Nieten:	mittel
5 oder 6 Nieten:	schwach

«Handhärte» der Schneeschicht:

Faust	Der betreffende Gegenstand kann ohne viel Kraft horizontal in die betreffende Schicht gestossen werden.
4 Finger	
1 Finger	
Bleistift	
Messer	
Messer dringt nicht ein	

Säulentest (so genannter «Kompressionstest»)

Wir graben (oder besser: sägen) eine vertikale Schneesäule von 30 cm x 30 cm Querschnitt so frei, dass sie auf allen vier Seiten keine Verbindung mehr zur Schneedecke hat. Zum Testen der Festigkeiten der Schichten legen wir die Schaufel auf die Säule und schlagen je zehnmal aus dem Handgelenk, dem Ellbogen und zuletzt aus der Schulter darauf. Je früher die Säule bricht, desto schlechter war die Schichtverbindung am getesteten Ort. Erfolgt der Bruch in einer glatten Fläche oder indem die Schwachschicht plötzlich kollabiert, so ist das ein Indiz dafür, dass sich ein (Initial-)Bruch relativ leicht ausbreiten könnte.

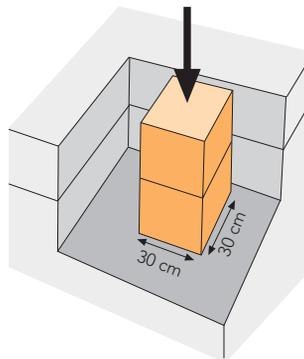
Schlag aus	Handgelenk	Ellbogen	Schulter
Bruch bei Schlag Nr.	1 _____ 10	11 _____ 20	21 _____ 30
Ungefähre Festigkeit an diesem Ort	schwach	mittel	gut



Mit dem Säulentest finden wir auch eine dünne Schwachschicht, die wir sonst leicht übersehen.



Nur im steilen Gelände rutscht der Block auf der Schwachschicht ab. Im flacheren Gelände erkennen wir den Bruch lediglich als Riss.



Bewertung der Schneedeckentests

Schneedeckentests können drei verschiedene Informationen liefern:

- Festigkeit der Schneedecke am Ort der Untersuchung. Sie entspricht der Festigkeit des Säulentests (oder der Stabilitätsklasse eines Rutschblocks, siehe *Munter, 2003*). Die Festigkeit variiert von Ort zu Ort recht stark, ist also nur mit Vorsicht auf die Umgebung übertragbar.
- Risiko der Bruchausbreitung. Für ein Schneebrett muss ein Initialbruch nicht nur entstehen, sondern sich auch ausbreiten. Dies geht besonders leicht bei einer glatten Bruchfläche. Erfolgt der Bruch beim Säulentest quer durch verschiedene Schichten, so ist eine Bruchausbreitung wenig wahrscheinlich.
- Sind Schichten vorhanden, welche die Eigenschaften typischer Schwachschichten haben? Diese Information liefert der Nietentest. Die Korneigenschaften variieren räumlich nicht so stark und lassen sich recht gut auf benachbarte Hänge gleicher Exposition übertragen.

Haben wir sowohl einen Nieten- als auch einen Säulentest gemacht, so kombinieren wir die verschiedenen Resultate. Neueste Untersuchungen zeigen in Richtung der folgenden, groben Faustregel:

Kriterium	kritischer Bereich
Belastung bis Bruch	Säulentest: weniger als 15
Bruchart Säulentest	<ul style="list-style-type: none"> • Bruch erfolgt plötzlich (bei einem Schlag durch ganze Säule) <i>und</i> • Bruchfläche ist glatt oder Schwachschicht kollabiert
Nieten	5 oder 6

- Liegt keines der drei Kriterien im kritischen Bereich, so ist die Schneedecke eher stabil.
- Liegt eines der drei Kriterien im kritischen Bereich, so ist die Schneedecke mittelmässig.
- Liegen mehrere Kriterien im kritischen Bereich, so ist die Schneedecke schwach.

⇒ Diese Faustregel nur anwenden, wenn alle drei Kriterien untersucht wurden. Fehlende Kriterien werden als «im kritischen Bereich» angenommen.



Schneedeckentests dürfen nicht als einziges Kriterium zur Beurteilung eines Einzelhangs herangezogen werden. Wenn also z.B. ein Säulentest am Rand eines bestimmten Hangs stabil ist, heisst das noch lange nicht, dass dieser Hang ungefährlich ist und wir ihn befahren dürfen.

Suchen mit LVS: Grundlagen

Die verschiedenen LVS unterscheiden sich erheblich in Funktionen und Handhabung. Die physikalischen Grundlagen sind aber bei allen Geräten gleich. Darauf basieren die in der Folge vorgeschlagenen, nicht gerätespezifischen Suchmethoden.

Feldlinien

Alle Geräte besitzen eine Sendeantenne, welche elektromagnetische Wellen aussendet. Der Verlauf dieser Wellen kann mit Feldlinien veranschaulicht werden (siehe Abbildung S. 228). Im Suchmodus werden die Signale mit einer oder mehreren Antennen empfangen.

- Je näher die einzelnen Feldlinien beieinander liegen, desto stärker ist das Signal (d.h. je näher beim Sender, desto stärker).
- Eine Antenne empfängt nur den parallel zu ihr liegenden Teil der Feldlinie. Steht die Antenne senkrecht zur Feldlinie, so empfängt sie nichts.

Gerätetypen

Ältere LVS verfügen über eine einzige Empfangsantenne und verstärken das Signal analog. Sie zeichnen sich durch eine grosse Reichweite aus. Damit das Signal nicht ändert, wenn wir uns drehen, halten wir das Gerät bei der Grob- und Feinsuche vertikal.

Digitale LVS machen nur mit mehreren, quer zueinander angeordneten Empfangsantennen Sinn. Diese Geräte werden waagrecht gehalten. Jede Antenne empfängt die Signalstärke in ihrer Richtung, woraus der lokale Verlauf der Feldlinie berechnet und im Display angezeigt wird. Aus der Empfangsstärke wird die ungefähre Distanz entlang der Feldlinie bestimmt.

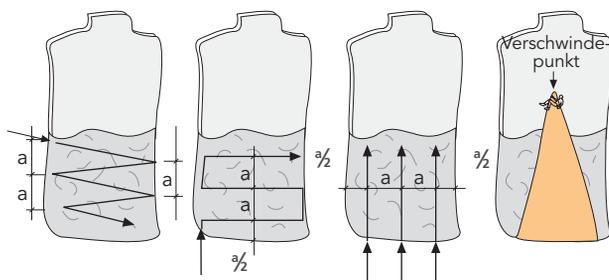
Die modernsten LVS besitzen drei Empfangsantennen. Dies erleichtert sowohl die Feinsuche als auch die Suche bei Mehrfachverschüttungen wesentlich.

⇒ Alle heute erhältlichen LVS senden auf derselben Frequenz (457 kHz) und sind grundsätzlich miteinander kompatibel. Moderne Drei-Antennen Geräte können aber unter Umständen Mühe haben, das Signal von alten Analoggeräten zu empfangen, wenn diese neben der Soll-Frequenz senden.

⇒ Wichtig ist nicht, welches Gerät wir verwenden, sondern dass wir dessen Anwendung beherrschen.

Signalsuche

Ein Lawinenkegel ist meistens grösser als die Reichweite des LVS, so dass wir zuerst ein Signal suchen müssen. Wir bewegen uns schnell entlang der unten aufgezeichneten Suchmuster und drehen das LVS dabei langsam horizontal und vertikal um 180°. Damit erreichen wir ab und zu eine günstige Lage der Antenne(n) zu den Feldlinien, was unsere Reichweite erhöht. Nach dem Empfang des ersten Signals behalten wir die Antennenlage bei und gehen weiter, bis das Signal stabil ist.



Suchstreifenbreite a

Die praktisch nutzbare Suchstreifenbreite (a) ist kleiner als die maximale Reichweite. Sie ist gerätespezifisch und wird vom Hersteller angegeben. Als Faustregel gilt:

- 40 m für Drei-Antennen LVS sowie für alle LVS mit Analogton
- 20 m sonst (rein digitale Zwei-Antennen Geräte)

⇒ Zuerst den primären Bereich absuchen: vom Verschwindepunkt in Flussrichtung der Lawine.

Sobald wir ein stabiles Signal empfangen, markieren wir den Ort und verlassen hier das Suchmuster der Signalsuche. Ab jetzt halten wir das LVS immer gleich. Das weitere Vorgehen ist abhängig vom LVS-Typ, mit dem wir suchen.

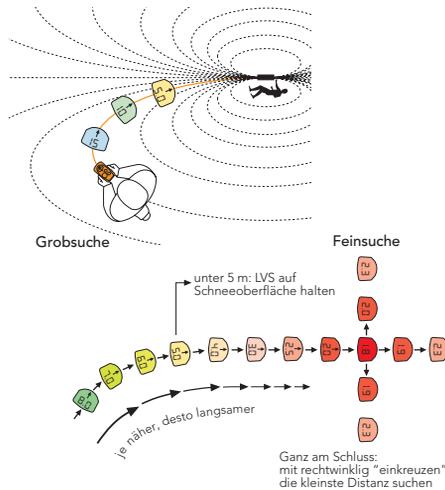
Die Ortung eines LVS ist wie der Landeanflug auf einen Flugplatz:

- Keine abrupten Kursänderungen oder ruckartigen Bewegungen.
- Je näher wir dem Ziel kommen, desto langsamer und präziser bewegen wir uns.
- Je näher, desto tiefer. Unter ca. 5 m Distanzanzeige halten wir unser LVS auf die Schneeoberfläche.

Ortung mit Drei-Antennen LVS

Moderne Drei-Antennen Geräte¹ ermöglichen eine einfache Ortung mit dem «Feldlinienverfahren». Sie werden, mit dem Display nach oben, gerade vor dem Körper gehalten. Das Gerät zeigt direkt Richtung und Distanz entlang der Feldlinie an. Nimmt zu Beginn der Suche die Distanz zu, so drehen wir uns um 180°.

¹ Im Herbst 2007 waren dies «Pieps DSP» und «Mammut Pulse Barryvox». Ein weiteres Gerät, bei dem die Lage der Sender auf einem Display angezeigt wird und das ein direktes Zugehen zum Verschütteten (nicht entlang der Feldlinien) ermöglicht, ist in Entwicklung.



Wir folgen dem Pfeil gleichmässig, ohne ruckartige Bewegungsänderungen. Je näher wir dem Ziel kommen, desto langsamer bewegen wir uns. Ab einer Distanzanzeige von weniger als etwa 5 m führen wir unser LVS der Schneeoberfläche entlang. Damit erhöhen wir die Suchgenauigkeit wesentlich. Wenn die angezeigte Distanz plötzlich wieder zunimmt oder der Richtungspfeil verschwindet, befinden wir uns in unmittelbarer Nähe des Opfers. Durch rechtwinkliges Einkreuzen suchen wir die kleinste Distanzanzeige, wobei wir eine eventuelle Richtungsangabe ignorieren. Bei der tiefsten Zahl beginnen wir mit Sondieren², siehe S. 232.

i Drei-Antennen LVS vereinfachen die Suche nach mehreren Verschütteten wesentlich, siehe S. 234.

⇒ Auch wenn die Suche mit modernen Drei-Antennen Geräten etwas einfacher ist, müssen wir sie trotzdem regelmässig üben!

² Unabhängig vom Fabrikat gibt es bei Drei-Antennen LVS grundsätzlich keine Nebenminima.

Ortung mit Zwei-Antennen LVS

Grobsuche: Feldlinienverfahren

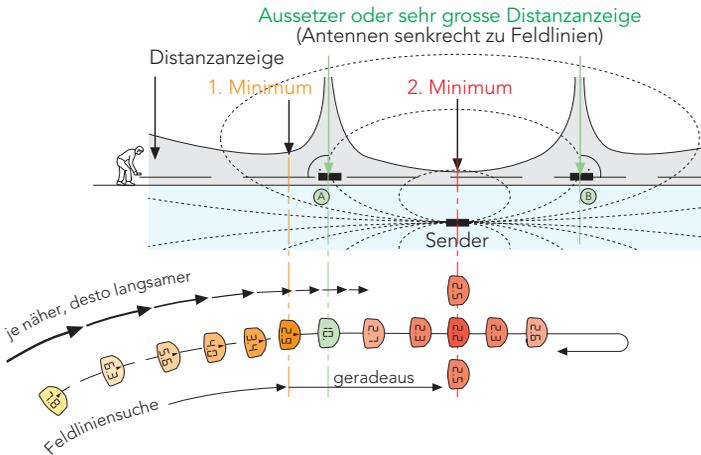
Zunächst erfolgt die Ortung wie für Drei-Antennen LVS mit dem Feldlinienverfahren, siehe S. 228. Wir markieren das so gefundene Minimum. Bei einer Distanzanzeige unter etwa 1,5 bis 2,0 m sondieren und graben wir direkt hier (siehe S. 232).

Feinsuche bei Tiefverschüttung: gerade weitergehen

Das Opfer liegt normalerweise nicht direkt unter dem gefundenen 1. Minimum. Zeigt die Distanzanzeige noch mehr als ca. 1,5 bis 2,0 m, so liegt eine tiefere Verschüttung vor und wir suchen wie folgt weiter:

- In gleicher Richtung so viele Meter weitergehen, wie die Distanzanzeige am 1. Minimum anzeigt. Die Richtungsanzeige wird nicht mehr beachtet.
- Nimmt die Distanz plötzlich wieder ab, nähern wir uns einem 2. Minimum.
- Dieses mittels Einkreuzen suchen und markieren.
- Normalerweise liegt das Opfer unter dem Minimum mit der kleineren Distanzanzeige, bei annähernd senkrechter Sendeantenne zwischen den beiden gefundenen Minima.

i Suche nach mehreren Verschütteten siehe S. 234.



Ortung mit analogem LVS

Grobsuche: Einkreuzen

Suchmuster

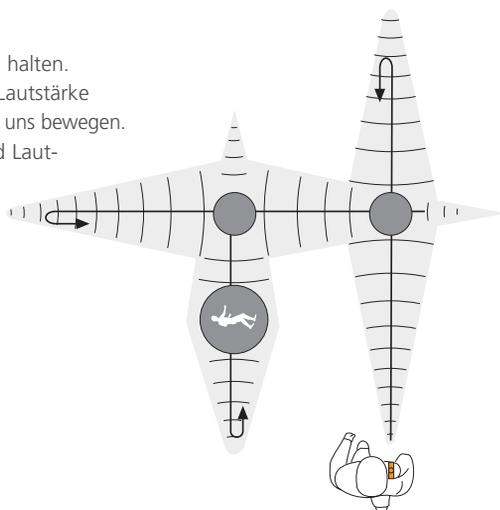
Maxiton: Auf einer Geraden das lauteste Signal suchen.

Reduktion: Lautstärke auf «gerade noch gut hörbar» zurückschalten.

Senkrecht davon: Rechtwinklig zur bisherigen Richtung weitersuchen.

Beachte

- Analoge LVS vertikal halten.
- Schnell suchen, die Lautstärke ändert nur, wenn wir uns bewegen.
- Leise suchen, so sind Lautstärkenunterschiede deutlicher hörbar.



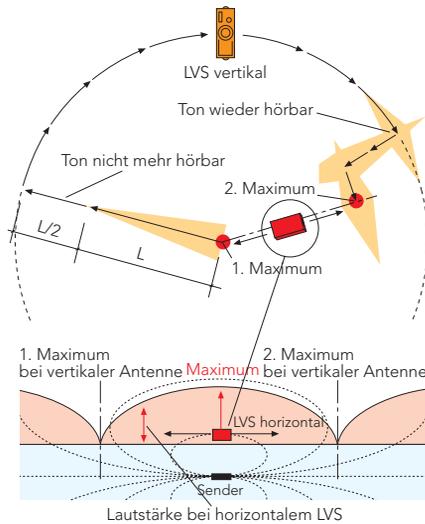
Im Nahbereich (etwa ab drittleisester Stufe, je nach Gerätetyp) halten wir das LVS weiterhin vertikal, jetzt aber direkt auf die Schneeoberfläche. Mittels Einkreuzen das (Ton-)Maximum¹ suchen und markieren. Sind wir schon nahe beim Opfer (Ton auf der zweitkleinsten Stufe klar hörbar, je nach Gerätetyp), sondieren und schaufeln wir direkt hier (siehe S. 232).

¹ Je näher beim Sender, desto lauter der Ton. Die gesuchte kleinste Distanz entspricht damit dem (Ton-)Maximum.

Tiefverschüttung: Feinsuche im Kreis

Das Opfer liegt normalerweise nicht direkt unter dem gefundenen 1. Maximum. Sind wir beim gefundenen, 1. Maximum noch weit vom Sender entfernt (Ton auf der zweitkleinsten Stufe nicht klar hörbar), liegt eine tiefere Verschüttung vor und wir suchen wie folgt weiter:

- Beim 1. Maximum Lautstärke so einstellen, dass Ton gerade noch gut hörbar ist.
- Zurück gehen, bis der Ton nicht mehr hörbar ist und dann noch die halbe Distanz weiter.
- In einem Kreis um das 1. Maximum gehen, bis der Ton wieder deutlich hörbar wird.
- Einkreuzen führt uns zum 2. Maximum.
- LVS jetzt horizontal halten, die Antenne zeigt auf beide Maxima. Das Opfer liegt ungefähr unter dem lautesten Ton entlang der Verbindungsgeraden.



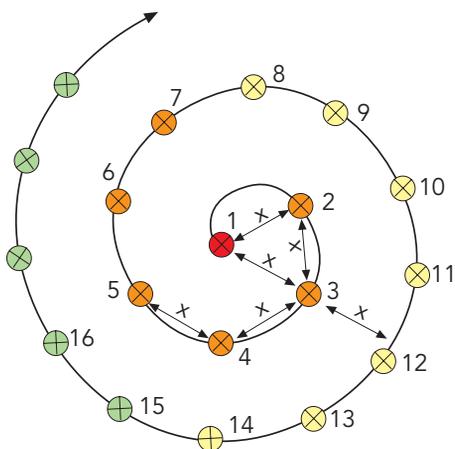
Finden wir kein 2. (Ton-)Maximum, so steht die Sendeantenne vertikal und das Opfer befindet sich direkt unter dem 1. (Ton-)Maximum.

i Suche nach mehreren Verschütteten siehe S. 234

Sondieren

Eine Sonde erleichtert die genaue Lokalisierung des Verschütteten. Wir markieren den mit dem LVS bestimmten Startpunkt und sondieren systematisch, wobei wir die Sonde senkrecht zur Schneeoberfläche einstecken. Bei Treffer: Sonde stecken lassen und sofort graben.

Bei älteren Sondentypen dauert das Verschrauben der einzelnen Elemente zu lange. Sie sind zu ersetzen.



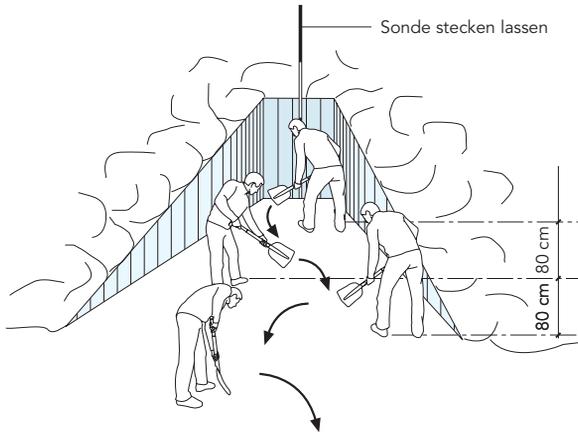
$x = 30 \text{ cm}$

Raster beim Sondieren.

Ausgraben

Für die Bergung brauchen wir ein grosses Loch. Ein solches haben wir auch schneller gegraben als einen engen Schacht. Besonders schnell ist die V-Grabtechnik [Genswein und Eide, 2007], bei der wir, von der Spitze des V bei der (stecken gelassenen) Sonde ausgehend, den Schnee hangabwärts schaufeln:

- Länge des V:
 - 2 x Verschüttungstiefe bei flacher Ablagerung
 - 1 x Verschüttungstiefe bei steiler Ablagerung
- Grabmannschaft V-förmig aufstellen
- Anzahl Retter: 1 Retter pro 80 cm Länge des V, aber mindestens 2
- Mannschaft etwa alle 4 Minuten rotieren
- Sobald der Kopf freigelegt ist mit Erster Hilfe beginnen (siehe S. 210), schon während andere Retter das Opfer fertig ausgraben. Wenn genügend Retter: grosszügig frei schaufeln, um Zugang der organisierten Rettung zu verbessern.



⇒ Schaufeln «was das Zeug hält», aber Verschütteten dabei nicht unnötig zertrampeln. Auf Atemhöhle achten.

☞ Wer sein LVS beherrscht, benötigt mehr Zeit zum Graben als zum Suchen. Eine moderne Schaufel mit gekrümmtem Metallblatt und einem langen (evtl. ausziehbar) Stiel mit Griff ist unverzichtbar.

Mehrere Verschüttete

Bei mehr als der Hälfte der ganz Verschütteten sind noch weitere Personen verschüttet. Das Orten von mehreren, nahe beieinander gelegenen LVS ist ungemein schwieriger als das Auffinden eines einzelnen Geräts und muss regelmässig geübt werden.

Ein Retter

Sobald der Retter ein Opfer ausgegraben hat, schaltet er dessen LVS aus. Danach setzt er die Signalsuche dort fort, wo er sie verlassen hat (Markierung).

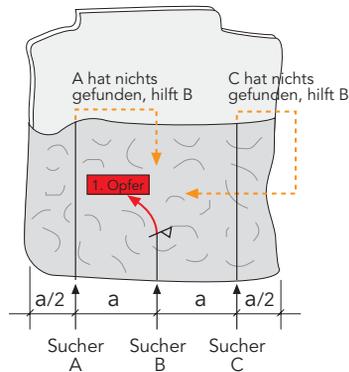
Mehrere Retter

Wir suchen gleichzeitig nach allen LVS. Während das erste Opfer ausgegraben wird, setzen andere Retter die Suche nach weiteren Verschütteten fort.

Annäherung von anderer Seite

Sucher, die innerhalb ihres Suchstreifens niemanden gefunden haben, helfen in einem Suchstreifen mit möglicherweise mehreren Verschütteten. Durch das Annähern von einer anderen Seite her haben sie gute Chancen, zuerst auf ein anderes Opfer zu stossen.

Mehrfachverschüttung und mehrere Retter: Während das erste Opfer ausgegraben wird, Signalsuche von anderen Seiten der Lawine her durchführen.



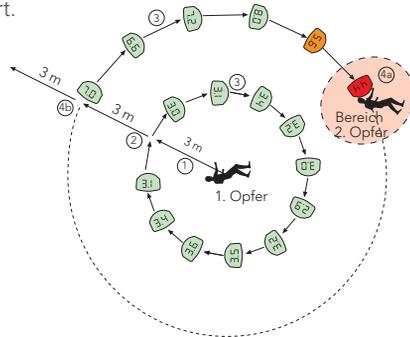
Weitersuchen mit Drei-Antennen LVS

Um nach weiteren Verschütteten zu suchen, während ein geortetes Opfer ausgegraben wird, gehen wir mit einem Drei-Antennen LVS wie folgt vor: Der Sucher tritt 1 bis 2 m zur Seite und blendet das soeben geortete LVS aus (gerätespezifisches Vorgehen, siehe Gebrauchsanleitung). Dabei muss das LVS mehrere Sekunden lang still gehalten werden. Danach führt uns das LVS direkt zu einem weiteren Verschütteten, sofern sein Signal in Reichweite liegt.

⇨ Besonders wenn mehrere analoge LVS senden, kann es vorkommen, dass das Ausblenden nicht funktioniert. Ursache sind die langen Sende-Impulse dieser älteren LVS, die schwierig voneinander zu separieren sind. In solchen Fällen wenden wir die Drei-Kreis-Methode an.

Weitersuchen mit Drei-Kreis-Methode

- ① 3 m (ca. eine Sondenlänge) vom georteten Opfer wegretren. Gerät auf Schneeoberfläche halten: Analoggeräte senkrecht, Mehrantennengeräte parallel zur Schneeoberfläche.
- ② Bei analogem LVS: Ton so einstellen, dass wir ihn gerade noch gut hören.
- ③ In einem Kreis um das gefundene Gerät herumgehen.
- ④a Wenn die Distanzanzeige plötzlich *deutlich*¹ abnimmt (bzw. der Ton *deutlich*¹ lauter wird): Feinsuche beginnen, sie führt zu einem weiteren Opfer.
- ④b Wenn die Anzeige auf dem ganzen 1. Kreis ähnliche Werte lieferte, suchen wir den 2. Kreis ab: 3 m zurücktreten, weiter mit Punkt 2.
- ④c Wenn die Anzeige auf dem ganzen 2. Kreis ähnliche Werte lieferte, suchen wir den 3. Kreis ab: 3 m zurücktreten, weiter mit Punkt 2.
- ⑤ Finden wir auch auf dem 3. Kreis nichts, so setzen wir die Signalsuche im primären Suchmuster fort.



 Lawinenrettung will geübt sein. Besser ist es aber, gar nicht erst verschüttet zu werden. In Lawinenkursen lernen wir die Lawinengefahr zu beurteilen und uns entsprechend zu verhalten.

¹ Die Feldlinien des sendenden LVS sind keine Kreise (siehe Abbildung S. 228). Deshalb variiert die Distanzanzeige bzw. der Ton entlang dem Kreisumfang allmählich und in gewissen Bandbreiten. In der Nähe eines anderen Opfers erhalten wir einen plötzlicheren und stärkeren Ausschlag.

Das Buch entstand

In Zusammenarbeit mit:



www.sif.ch



Mit Unterstützung von:



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Schweizer Armee
Armée suisse
Esercito svizzero



SWISSKI

alpinrettungschweiz