



# such streifenbreite

Er sei in letzter Zeit wieder vermehrt auf die Suchstreifenbreite angesprochen worden, ließ uns Jürg Schweizer vor wenigen Wochen wissen. Nichts Weltbewegendes, aber gemeinsam mit Manuel Genswein hat er etwas zusammengeschrieben, um den aktuellen Zugang zu erklären - vielleicht können wir es ja für etwas brauchen. Können wir. Denn welche Suchstreifenbreite warum eingehalten werden sollte, darüber sind sich auch viele Hersteller und Experten nicht einig.

## ■ von Jürg Schweizer und Manuel Genswein

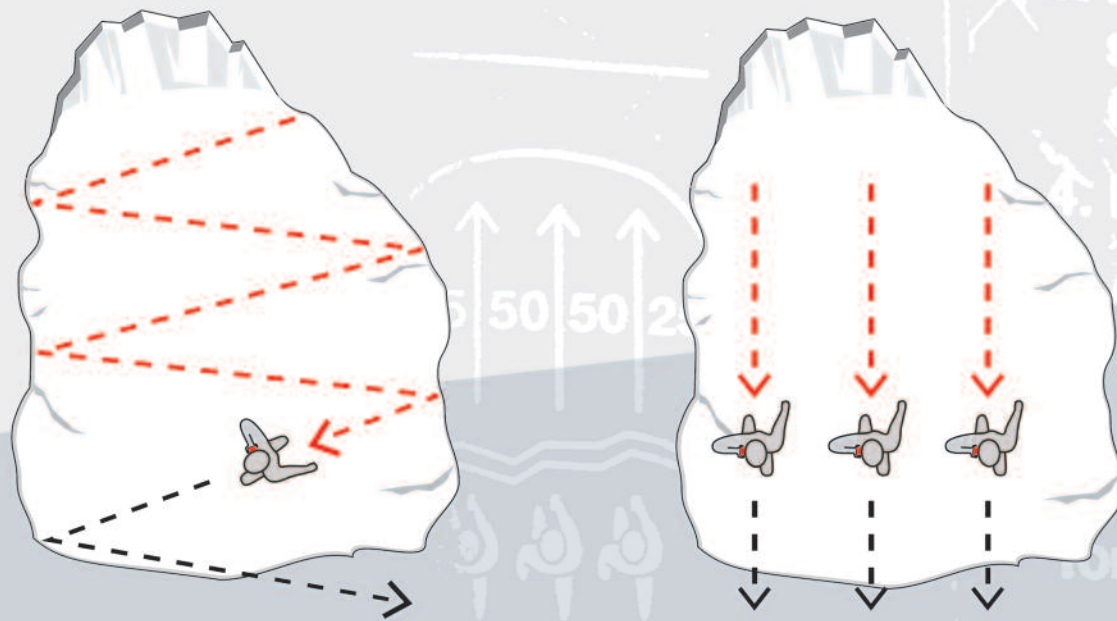
Ist bei einem Lawinenunfall das Lawinenverschütteten-Suchgerät (LVS) auf Suchen gestellt und empfängt noch kein Signal, befindet man sich in der Signalsuchphase. Der Lawinenkegel wird dann abgesehen, bis ein Signal hörbar ist oder angezeigt wird. Die Distanz zwischen zwei Suchlinien (oder gleichzeitig suchenden Rettern) wird als Suchstreifenbreite bezeichnet. Sie entspricht zweimal der effektiven Reichweite des suchenden Geräts. Während bis vor wenigen Jahren für diese Suchstreifenbreite Standard-Werte von 20 m oder 40 m instruiert wurden, ist dieser - zugegebenermaßen einfache - Ansatz heute überholt. Da die Reichweite bei der Suche von dem suchenden Lawinenverschütteten-Suchgerät abhängt, ist die Suchstreifenbreite gerätespezifisch. Entsprechend ist die empfohlene Suchstreifenbreite auf allen modernen LVS angegeben (auf der Geräterückseite aufgedruckt). Oft werden diese Werte allerdings angezweifelt, zB im LVS-Gerätetest 2013/2014 des DAV.

## ■ Optimierung der Überlebenschancen

Die Suchstreifenbreite muss grundsätzlich so gewählt werden, dass im Mittel die Überlebenschancen für die Verschütteten am größten sind. Betrachtet man also viele verschiedene Verschüttungsszenarien, so ist die Suchstreifenbreite so zu optimieren, dass möglichst viele Verschüttete in nützlicher Frist gefunden werden. Es handelt



**Für den Anwender ist die gerätespezifische Suchstreifenbreite relevant.** Diese sollte auf dem LVS angegeben sein und entspricht ca. der doppelten effektiven Reichweite – welche aufgrund von technischen Fakten und überlebenschancenorientierten Faktoren vom Hersteller mittels Messungen und Berechnungen festgelegt wird. Die effektive Reichweite kann man sich als eine Armlänge des Retters vorstellen, die Suchstreifenbreite entspricht demnach der Spannweite der voll ausgestreckten Arme. Beispiel: effektive Reichweite = 25 m, die beiden ausgestreckten Arme ergeben eine Abdeckung (Suchstreifenbreite) von 50 m. Grafik: Manuel Genswein, www.genswein.com



sich also um ein Optimierungsproblem. Der Ansatz der Optimierung der Überlebenschancen in der Lawinenrettung ist erst in den letzten Jahren in einigen Studien konsequent verfolgt worden. Will man einen Verschütteten auf keinen Fall überlaufen und ihn somit mit 100%iger Sicherheit finden, ist die Suchstreifenbreite sehr klein zu wählen; sie strebt gegen Null, respektive einige wenige Meter. Der klare Nachteil dabei ist, dass bei einem großen Lawinenkegel die Suche sehr viel länger dauert und damit bekanntlich die Überlebenschance des Verschütteten rapide abnimmt. Man findet einen Verschütteten also auf jeden Fall, aber er ist höchstwahrscheinlich schon verstorben. Wählt man die Suchstreifenbreite sehr groß, so ist es sehr wahrscheinlich, dass man zwar den Lawinenkegel sehr schnell abgesucht hat, aber auch, dass man die allermeisten Verschütteten überläuft, d.h. nicht findet. In beiden Fällen ist also die mittlere Überlebenschance sehr gering. Die optimale Suchstreifenbreite liegt also irgendwo in der Mitte.

Entsprechend ist sofort klar, dass es keinen Sinn macht, die minimale Reichweite als effektive Reichweite zu verwenden. Vielmehr ist die Suchstreifenbreite so zu wählen (d.h. klar größer als die minimale Reichweite), dass zB in 98% der Fälle ein Verschütteter auf Anhieb gefunden wird. Dieses Prinzip der Optimierung ist also ganz analog zur Optimierung beim Sondieren. Auch dort wird zuerst grob sondiert und erst bei fehlendem Erfolg geht man zum aufwändigen Feinsondieren über. Betrachtet man die Frage nach der Suchstrei-

fenbreite also unter dem Gesichtspunkt der Optimierung der Überlebenschancen ist es offensichtlich, dass weder die minimale noch die maximale Reichweite ausschlaggebend sind. Vielmehr geht es darum, eine effektive Reichweite zu bestimmen, die in den allermeisten Fällen schnell zum Ziel führt.

### ■ Drei verschiedene Methoden

Es existieren verschiedene Methoden, die effektive Reichweite und somit die Suchstreifenbreite zu bestimmen. Wobei jene Methode, bei der die minimale Reichweite bestimmt und dann die Suchstreifenbreite als zweimal die minimale Reichweite angenommen wird, nicht berücksichtigt wird, da sie deutlich zu tiefe Werte liefert, die dem modernen Ansatz der Optimierung der Überlebenschancen nicht gerecht werden.

#### #1

Die erste Methode wurde erstmals von Walter Good am SLF in den 1970er-Jahren angewendet. Dabei vergräbt man einen Sender mit unbekannter Antennenorientierung und geht dann mit abnehmendem Abstand (auf parallelen Linien zur Grundlinie, wo der Sender liegt) an diesem Sender vorbei und bestimmt jeweils den Ort, wo man das erste zuverlässige Signal hat. Dabei befindet man sich in der Signalsuchphase, wo es Sinn macht (je nach LVS und Signalverarbeitungsalgorithmus), das LVS, mit dem gesucht wird, langsam zu





drehen, um allenfalls die Kopplungslage zu verbessern. Derartige Versuche wurden letztmals in Davos im Jahre 2001 durchgeführt. Diese Versuchsanordnung ist sehr realitätsnah, aber auch zeitaufwändig.

## #2

Im Jahre 2000 hat Felix Meier eine Methode vorgeschlagen, die sehr einfach ist und sich an den Signalcharakteristiken des LVS orientiert. Mit der Methode Meier misst man die Reichweite in optimaler Kopplungslage, d.h. co-axial; man bestimmt also die maximale Reichweite. Dieses Experiment wiederholt man mehrmals, zB auch mit unterschiedlichen Sendern. Hat man eine genügende Anzahl von Versuchen (10-20), bestimmt man den Mittelwert und die Standardabweichung. Dann berechnet man die sogenannte 98%-Reichweite: diese entspricht dem Mittelwert minus zweimal die Standardabweichung. Diese Reichweite kann also im Mittel bei optimaler Kopplungslage in 98 % der Fälle erreicht werden. Nun macht man sich die Signalcharakteristik zu Nutze. Es ist nämlich bekannt, dass die Reichweite in paralleler Kopplungslage zwischen den Antennen des sendenden und des empfangenden Gerätes, die in der Praxis meist erreicht werden kann, rund 71 % ( $1/\sqrt{2}$ ) der Reichweite in co-axialer Lage entspricht. Um zu berücksichtigen, dass es verschiedene ungünstige Faktoren gibt, welche die Reichweite verschlechtern können - wie etwa schlechte Batterieleistung, ungenügendes oder gar kein Drehen des Gerätes durch den Suchenden etc. -, hat Felix Meier vorgeschlagen, die Reichweite nochmals um den Faktor 0,71 zu reduzieren. Damit ergibt sich eine effektive Reichweite von 0,5-mal der 98%-Reichweite. Somit entspricht die Suchstreifenbreite, die als zweimal die effektive Reichweite definiert ist, gerade der 98%-maximalen Reichweite. Dieser Vorschlag wurde im ersten Moment als etwas verwegen beurteilt, da die Suchstreifenbreite damit nur wenig kleiner als die maximale Reichweite ist. Intensive Tests des SLF im April 2001, aber auch die Simulationen (siehe unten), haben jedoch gezeigt, dass dieser Vorschlag zur Bestimmung der Suchstreifenbreite sogar eher konservative Werte ergibt.

## #3

Die dritte Methode ist ein Simulationsansatz, der 2008 von Manuel Genswein vorgeschlagen wurde – und konsequent dem Ansatz der Optimierung der Überlebenschancen folgt. Statt wie bei der Methode von Meier, die ungünstigen Faktoren in einem Reduktionsfaktor von 0,71 zusammenzufassen, ergeben sich bei einer Simulation, die viele unterschiedliche Szenarien umfasst, all die ungünstigen Konstellationen zufällig, aber auch entsprechend ihrer Häufigkeit. Das heißt es, gibt einige wenige „worst case“-Fälle; diese werden in der Statistik durchaus berücksichtigt, aber die große Mehrheit sind eben durchschnittliche Fälle, und sicher nicht solche, bei denen alle ungünstigen Annahmen zusammenkommen. Wie gesagt, im Sinne der Optimierung der Überlebenschancen macht es keinen Sinn, sich einzig an diesen „worst-case“-Fällen zu orientieren, sondern man muss ein sinnvolles Ensemble betrachten. Genau das erlaubt die Simulation, indem man für die verschiedenen Faktoren sinnvolle Verteilungen (Häufigkeiten) annimmt. Die Simulationen haben ebenfalls gezeigt, dass der Vorschlag von Felix Meier eher konservative (d.h. zu kleine) Werte für die Suchstreifenbreite ergibt. Als Grundlage für die Simulation wurde zudem ein Prozedere vorgeschlagen, wie man im Labor die Reichweite bestimmt. Dieser Vorschlag für die Bestimmung der Reichweite unter Laborbedingungen

wurde im Jahre 2008 von der Internationalen Kommission für das alpine Rettungswesen IKAR als Empfehlung (REC L 0007) für die Ermittlung der Suchstreifenbreite verabschiedet. Die Empfehlung dient dazu, dass alle Hersteller nach einheitlichen Kriterien die Suchstreifenbreite bestimmen und dann auf ihren Geräten angeben. Die auf den LVS-Geräten angegebene Suchstreifenbreite ist bei der Signalsuche anzuwenden.

Bei komplexen Suchszenarien, die oft in der Ausbildung angelegt werden, kann es sein, dass kleinere Distanzen zwischen den Suchlinien nötig sind. Wenn man zum Beispiel mehrere Verschüttete sucht und bereits einen oder mehrere lokalisiert und markiert hat, dann macht es Sinn einerseits kleinere Distanzen zwischen den Suchlinien zu wählen und gleichzeitig die Suchgeschwindigkeit zu reduzieren. Beide Massnahmen sind nicht reichweitebedingt, sondern erhöhen in derart komplexen Situationen die Erkennungssicherheit.

## Fazit

Bei der Ermittlung der Suchstreifenbreite gilt es, die Überlebenschancen zu optimieren. Die Suchstreifenbreite ist eine gerätespezifische Größe. Die heutzutage auf den LVS-Geräten angegebenen Werte der Suchstreifenbreite sind sinnvoll und können verwendet werden.

Die angegebenen Werte können einfach grob überprüft werden, indem man die maximale Reichweite in ko-axialer Position bestimmt. Es gibt also keinen Grund, nach wie vor die früher standardmäßig verwendeten 20 m (in Österreich und Deutschland) resp. 40 m (in der Schweiz) zu propagieren. Dies entspricht nicht dem Stand der Technik und die Anwendung derart tiefer Werte macht in der Signalsuchphase zu Beginn einer Lawinerettung keinen Sinn, da dadurch im Mittel die Überlebenschancen der Verschütteten unnötig reduziert werden.

## Literatur

- Genswein, M., Reiweger, I. and Schweizer, J., 2009. Survival chance optimized search strip width in avalanche rescue. *Cold Reg. Sci. Technol.*, 59(2-3): 259-266.
- Good, W., 1972. Optimaler Einsatz der Mittel zur Ortung Lawinerverschütteter. In: M. de Quervain (Editor), *Schnee und Lawinen in den Schweizeralpen Winter 1970/71* (Winterbericht des Eidg. Institutes für Schnee- und Lawinenforschung, Weissfluhjoch/Davos, Nr. 35). Eidg. Drucksachen und Materialzentrale, Bern, Switzerland, pp. 154-162.
- Hellberg, F., Exner, T., Steinmüller, S. and Stelzer, C., 2013. Update LVS-Gerätetest 2013/2014.
- IKAR, 2008. Empfehlung REC L 0007 der Kommission für Lawinerettung vom 10. Oktober 2008 über die Ermittlung der Suchstreifenbreite für LVS-Geräte durch die Gerätehersteller. Internationale Kommission für Alpine Rettung.
- Meier, F., 2001. Determining the width of a search strip for avalanche beacons, *Proceedings International Snow Science Workshop, Big Sky, Montana, U.S.A., 1-6 October 2000*. Montana State University, Bozeman MT, USA, pp. 345-350.
- Schweizer, J., 2002. Suchstreifenbreite der neuen LVS. *Die Alpen, Zeitschrift des Schweizer Alpen-Clubs, Bern, Switzerland*, 78(1): 46-49.
- Schweizer, J. and Krüsi, G., 2003. Testing the performance of avalanche transceivers. *Cold Reg. Sci. Technol.*, 37(3): 427-436.