

auch zu schweren Verletzungen. Bei der Bergung ist immer dem Selbstschutz vor den Wiederbelebungsmassnahmen der Vorrang zu geben. Bei der Triage von mehreren Blitzverletzten hat (im Gegensatz zu anderen Unfällen) der Bewusstlose Behandlungspriorität, da eine Zustandsverschlechterung bei initial wachen Patienten selten ist. Wenn Wiederbelebungsmassnahmen nötig sind, sollte eher länger reanimiert werden, da vom Blitz Getroffene eine gewisse Toleranz gegenüber Sauerstoffmangel zeigen. Prophylaktisch gilt bei Blitzgefahr: Kauerstellung, Beine schliessen, Ohren zuhalten.

Bei unterkühlten Opfern gilt nach wie vor: Der Patient ist erst tot, wenn er warm und tot ist. Das heisst, wenn keine eindeutig tödlichen Verletzungen vorliegen, sollten die Wiederbelebungsmassnahmen bis zum Aufwärmen fortgeführt werden. Inwieweit Defibrillation und Medikamente bei Körpertemperaturen unter 30 °C sinnvoll sind, wird kontrovers beurteilt.

Aktuelle Entwicklungen in der Notfallmedizin

«Was gefährdet den Patienten mehr: die Wirbelsäulenverletzung oder die Angst des Retters vor der Wirbelsäulenverletzung?» fragte H. Mayer aus dem Allgäu. Jeder Patient mit Rückenverletzungen darf (und muss irgendwann) mit kontrollierten Bewegungen und dosiertem Zug in Längsrichtung zur Wirbelsäule in eine stabile Rückenlage gebracht werden. Beim geringsten Verdacht sollte die Halswirbelsäule stabilisiert werden, bevor der Patient bewegt wird. Bewusstlose gehören auch bei Verdacht auf Rückenverletzungen bis zur definitiven Sicherung der Atemwege in Seitenlage.

Was taugen Airbag und Avalung?

An einem Kongress über Bergrettung wird natürlich auch über den Lawinenunfall referiert. Dr. Brugger aus Bruneck verglich die verschiedenen Rettungsmittel. Am effizientesten bezüglich Verbesserung der Überlebensrate sind das Lawinenverschüttetensuchgerät (LVS) und der Airbag: der Airbag, weil er das Risiko einer Ganzverschüttung verringert, das LVS, weil es die Verschüttungsdauer verkürzt. Zum Airbag ist allerdings zu sagen, dass er in 20% der bekannten Fälle nicht funktionierte (entweder wurde die Reissleine nicht gezogen, oder der Auslöser war defekt). In 16% kam es trotz

Airbag zu einer Ganzverschüttung. Neuere Airbags haben einen kragenförmigen Ballon, sodass der Kopf oben bleiben und gleichzeitig eine Atemhöhle geschaffen werden soll. Die Avalung verlängert zwar laut Studien die Zeit, die man unter dem Schnee aushält, von rund 10 auf etwa 60 Minuten. Ob sie sich allerdings im Ernstfall bewährt, ist noch zu wenig erforscht. Da sie eine Ganzverschüttung nicht verhindert, muss sie immer mit dem LVS kombiniert werden. Das Wichtigste neben «High Tech» bleibt aber «High Brain» (H. Brugger, Bruneck), denn nach wie vor ist Respekt vor der Natur und den Lawinen der sicherste Partner. □

Kathrin Blunschi, Dr. med., Frutigen

Bewährte und ausgemessene VS 2000 dienten als Sender für die Bestimmung der mittleren Reichweite durch Vorbeigehen. Die Sender waren in einer beliebigen Position, d. h. abwechselnd in verschiedenen Richtungen nach schräg oben orientiert.



Fotos: Jürg Schaefer, SLF

Es wurden die vier Geräte Mammut Barryvox, Ortovox M2, Tracker DTS und VS 2000 getestet, die im Winter 2000/01 im Handel waren. Die vorgestellten Resultate berücksichtigen daher allfällige Verbesserungen dieser Geräte im Lauf des Jahres 2001 nicht. Im Winter 2001/02 im Fachhandel erhältliche Geräte weisen allenfalls verbesserte Eigenschaften auf.



Suchstreifenbreite der neuen LVS

Im April 2001 führte das SLF einen LVS-Reichweitentest durch. Ziel war, die Suchstreifenbreite der neuen Geräte zu bestimmen und die von Felix Meier vorgeschlagene Methode¹ zur Bestimmung der Suchstreifenbreite zu verifizieren. An drei Tagen wurden die maximale (in koaxialer Kopplungslage) und die mittlere Reichweite (bei beliebiger Antennenstellung des Senders) für die vier Geräte Mammut Barryvox, Ortovox M2, Tracker DTS und VS 2000² bestimmt.

Wichtige gerätespezifische Grösse

Die Suchstreifenbreite bezeichnet die Breite der Suchstreifen bei der Suche auf einem Lawinenkegel, wenn noch kein Signal empfangen wird, d. h. während der so genannten Primär- oder Signalsuche. Eine etablierte Methode zur Bestimmung der Suchstreifenbreite existiert zurzeit nicht. Auch in der revidierten Norm (EN 300 718), die seit Mitte 2001 nach erfolgreich abgeschlossener öffentlicher Vernehmlassung in Kraft ist, wird nichts zur Suchstreifenbreite ausgeführt. Dies ist auch richtig, da es keinen einfachen (Labor-)Test zur Bestimmung der Suchstreifenbreite gibt. Andere wichtige Eigenschaften eines LVS wurden im nachfolgend beschriebenen Test nicht erfasst. Für dieselben Geräte wurden im Winter 2001 aber beispielsweise auch die Suchzeiten gemessen (vgl. ALPEN 4/2001).

Unterschiedliche Werte

Bis rund 1998 galt in der Schweiz – es wurde im Wesentlichen so instruiert –, dass die Suchstreifenbreite 40 m betrage; in Österreich und Deutschland wurde von 20 m Suchstreifenbreite ausgegangen. Diese historische, einfache Regelung, basierend auf den Eigenschaften der in den entsprechenden Ländern am meisten verbreiteten Geräte, ist heute leider überholt. Gleichzeitig existierte eine so genannte 40%-Regel, die besagte, das die Suchstreifenbreite 40% der maximalen Reichweite sei. Diese Regel basiert auf Feldversuchen von Walter Good (SLF Davos) aus den Sechziger- und Siebzigerjahren. Sie stellt einen unteren Grenzwert dar und geht von gewissen heute teilweise nicht mehr erfüllten Annahmen bezüglich Streuung aus.

Kürzlich wurde von Felix Meier eine neue Methode zur Bestimmung der Suchstreifenbreite vorgestellt.³ Die Methode scheint plausibel, wobei es allerdings noch keine Überprüfung mit Feldtests gegeben hat.

Die Versuche des SLF wurden im April 2001 oberhalb des Weilers Tschuggen an der Flüelapass-Strasse durchgeführt. Es wurden die drei modernen Geräte Mammut Barryvox, Ortovox M2 und Tracker DTS sowie das bewährte

ältere Gerät VS 2000 getestet. Primär wurden die im Vergleichstest von 1998 ausgemessenen VS 2000 als Sender verwendet. Eine begrenzte Zahl von Versuchen wurde auch mit dem Ortovox M2 und dem Tracker DTS als Sender durchgeführt.

Über 1400 Messresultate

Es wurden zwei Messmethoden zur Bestimmung der Suchstreifenbreite angewandt. Die erste Methode⁴ war diejenige, die u. a. zur Bestimmung der Suchstreifenbreite beim grossen IKAR-Vergleichstest von 1998 gewählt worden war. Als zweite Methode⁵ wurde die von Felix Meier vorgeschlagene angewendet. Gleichzeitig sollten die Tests neben Resultaten zu der methodischen Fragestellung auch aktuelle Werte der Suchstreifenbreite für die wichtigsten Geräte der modernen Generation unter einheitlichen Versuchsbedingungen liefern.

Die Resultate der mit der ersten Methode bestimmten maximalen Reichweite sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Berücksichtigt man alle drei verwendeten Geräte als Sender (auch Ortovox M2 und Tracker DTS) für die Bestimmung der maximalen Reichweite, reduzieren sich in der Regel die Mittelwerte, und

die Standardabweichung nimmt zu, was zu einer zweifachen Verringerung der Suchstreifenbreite führt. Die Resultate der mittleren Reichweite, beim Vorbeigehen bei beliebiger Senderposition bestimmt, finden sich in Tabelle 2. Aus der maximalen bzw. mittleren Reichweite lässt sich nun die Suchstreifenbreite berechnen (vgl. Tabelle 3).

Bei der Interpretation der erhaltenen Suchstreifenbreiten ist zu berücksichti-

1 Vgl. ALPEN 12/2000

2 Sämtliche Resultate wurden mit Geräten ermittelt, die im Winter 2000/01 im Handel waren. Verbesserungen im Lauf des Jahres 2001 sind deshalb nicht berücksichtigt, sodass die im Winter 2001/02 im Fachhandel erhältlichen Geräte allenfalls verbesserte Eigenschaften aufweisen.

3 Die Methode setzt voraus, dass der Benutzer kooperiert, d. h., dass der Suchende sein Gerät in der primären Suchphase (Signalsuche) aktiv bewegt. In diesem Fall sollte stets die parallele Antennenstellung zwischen Sender und Empfänger erreichbar sein, die noch einer Reichweite von 80% der maximalen Reichweite in koaxialer Kopplungslage entspricht. Unter Berücksichtigung gewisser Unzulänglichkeiten (mangelnde Benutzer-Kooperation, Batteriezustand, Temperatur usw.) sollte die minimale brauchbare Reichweite damit rund 50% der minimalen (98%) maximalen Reichweite sein.

4 Bei der ersten Methode wird an einem beliebig orientierten Sender auf parallelen Suchlinien (im Abstand von 5, 10, 15 und 20 m) vorbeigegangen und die Reichweite registriert, bei der das erste Signal auftritt. Dies ergibt die mittlere Reichweite. Daraus berechnet man die 98% mittlere Reichweite (d. h. die minimale mittlere Reichweite), die der halben Suchstreifenbreite entspricht.

5 Bei der Methode von Felix Meier muss lediglich die maximale Reichweite in koaxialer Position gemessen werden. Dabei wird die Distanz registriert, bei der beim Annähern in koaxialer Position das erste brauchbare Signal auftritt. Dies ergibt die maximale Reichweite. Daraus berechnet man die 98% maximale Reichweite (d.h. die minimale maximale Reichweite), die gerade der Suchstreifenbreite entspricht (siehe oben).

Bestimmung der maximalen optischen Reichweite mit einem Mammut Barryvox als Empfänger



Bestimmung der mittleren Reichweite durch Vorbeigehen an einem beliebig orientierten Sender. Die Suchenden bewegen sich auf parallelen Suchlinien im Abstand von 5, 10, 15 und 20 m vom Sender.



Ein Ortovox M2 als Sender bei der Bestimmung der maximalen Reichweite durch Annähern in koaxialer Position

Tabelle 1: Statistische Kennwerte der maximalen Reichweite (Annähern in koaxialer Position) für die getesteten Geräte mit VS 2000 als Sender

	Mammut akustisch	Mammut optisch	Ortovox akustisch	Ortovox optisch	Tracker DTS	VS 2000
Anzahl Fälle	56	56	56	56	56	56
Minimum (m)	37,7	23,3	75	20,8	21,4	94
Maximum (m)	64,8	33,4	110	33	26	125
Mittelwert (m)	52	27	87	27	24	108
Standardabweichung (m)	6,0	2,1	6,9	3,3	0,8	7,2

Tabelle 2: Statistische Kennwerte der mittleren Reichweite (Vorbeigehen bei beliebiger Senderorientierung) für die getesteten Geräte mit VS 2000 als Sender

	Mammut akustisch	Mammut optisch	Ortovox akustisch	Ortovox optisch	Tracker DTS	VS 2000
Anzahl Fälle	128	126	128	126	127	128
Minimum (m)	26	14,1	42,9	14,9	15,8	48,9
Maximum (m)	52,4	28,3	95,1	34,3	25	133,4
Mittelwert (m)	42	22	63	23	21	81
Standardabweichung (m)	5,2	2,7	11	3,4	2	15,3

Tabelle 3: Berechnete und empfohlene Suchstreifenbreiten. Der Wert 1 wurde aus den gemessenen maximalen Reichweiten bestimmt (Methode Meier: 98% maximale Reichweite = Suchstreifenbreite). Der Wert 2 wurde aus den mittleren Reichweiten bestimmt ($2 \times 98\%$ mittlere Reichweite = Suchstreifenbreite). Der dritte Wert stellt eine unverbindliche Empfehlung dar, welche Suchstreifenbreite in der Praxis verwendet werden sollte.

	Mammut akustisch	Mammut optisch	Ortovox akustisch	Ortovox optisch	Tracker DTS	VS 2000
Wert 1 (m)	40	23	74	20	23	94
Wert 2 (m)	63	32	83	32	33	100
Suchstreifenbreite (m)	40	20	50	20	20	60

gen, dass sämtliche Versuchspersonen sehr sorgfältig und langsam vorangingen. Bei einem zügigeren Marschtempo sind die erzielten Reichweiten schnell einmal 5 m geringer, und auch die Standardabweichung dürfte zunehmen.

In Bezug auf die beiden Methoden zur Bestimmung der Suchstreifenbreite fällt auf, dass die Werte der Suchstreifenbreite, die mit der von Felix Meier vorgeschlagenen Methode bestimmt wurden, rund ein Drittel kleiner sind als die aus der mittleren Reichweite bestimmten Werte (ausser bei einigen akustischen Reichweiten).

Plausible Resultate

Bei jedem Feldtest müssen die Resultate auf ihre Plausibilität überprüft werden. Die Resultate, die mit dem VS 2000 erreicht wurden, entsprechen ganz klar den Resultaten früherer Tests und der langjährigen Erfahrung und stimmen auch mit theoretischen Überlegungen überein.⁶ Ausgehend von früheren Versuchen waren die erzielten maximalen Reichweiten rund 20% geringer, wenn

ein Ortovox M2 als Sender diente. Ausser im Falle des Tracker DTS, der offensichtlich sehr konsistent reagiert, würde die Suchstreifenbreite deutlich abnehmen, wenn auch jene Resultate, basierend auf Ortovox M2 und Tracker DTS als Sender, berücksichtigt würden.

Aus grundsätzlichen Überlegungen hat Walter Good in den Sechzigerjahren postuliert, dass die Reichweite möglichst gross sein soll, um die Überlebenschancen zu erhöhen. Diese Forderung ist auch heute noch gerechtfertigt. Gleichzeitig muss ein LVS aber die Suche durch den Anwender optimal unterstützen. Entsprechend sind in der Vergangenheit Kompromisse zwischen Reichweite und Benutzerfreundlichkeit eingegangen worden. Tests, bei denen die Suchzeiten

⁶ Bei der Bestimmung der mittleren Reichweite sollte bei guter Gerätelhandhabung immer die parallele Kopplungslage erreichbar sein, d. h., die bestimmten mittleren Reichweiten sollten ungefähr 80% der maximalen Reichweite sein, die in koaxialer Position erreicht wurde. In der Tat liegen diese Werte zwischen 75 und 84%. Entsprechend sind die erhaltenen Werte als durchaus realistisch zu betrachten, insbesondere auch, was die maximale Reichweite betrifft.

gemessen wurden, haben gezeigt, dass sich der Kompromiss zu Ungunsten der Reichweite erst bei sehr grossen Lawinenablagerungen (Breite mind. ca. 100 m) negativ auswirken dürfte. Eine Suchstreifenbreite von 20 m ist aber als Minimum zu betrachten.

Schlussfolgerungen

Die praktischen Feldtests haben gezeigt, dass die von Felix Meier vorgeschlagene Methode gut geeignet ist, um die Suchstreifenbreite zu bestimmen. Sie liefert verglichen mit der Methode durch Vorbeigehen eher konservative Werte.

Berücksichtigt man die optimalen Versuchsbedingungen (Anwenderkooperation, Batteriezustand, Marschgeschwindigkeit, Resultate mit VS 2000 als Sender), stellen die berechneten Suchstreifenbreiten obere Grenzen dar. Entsprechend werden in Tabelle 3 Empfehlungen für die in der Praxis tatsächlich zu verwendenden Suchstreifenbreiten angegeben.

Die neuen digitalen Geräte mit der optischen Anzeige erreichen eine Suchstreifenbreite von 20 m. Auf Grund der

Der Test ergab, dass in einem Lawinenkegel die Suchstreifenbreite weniger von den Bedingungen abhängt als vielmehr vom Gerät. Im Bild eine Lawine an der Tête de la Payanne.



Foto: Jürg Schweizer, SLF

akustischen Teile des Ortovox M2 und des Mammut Barryvox kann mit diesen Geräten aber eine Suchstreifenbreite von 40 m verwendet werden. Allerdings ist in diesem Falle unter Umständen der unterschiedlichen Suchstrategie für die beiden Arten der Anzeige Rechnung zu tragen. Im Falle des Ortovox M2, das von den neuen Geräten klar über die grösste (akustische) Reichweite verfügt, kann durchaus auch noch eine etwas grössere Suchstreifenbreite verwendet werden (50 m). Das traditionelle VS 2000 ist in Bezug auf die Reichweite nach wie vor unerreicht. Der geringen Reichweite des Tracker DTS steht die hohe Ansprech-Konsistenz gegenüber:

Auch bei einem beliebigem Sendergerät erreicht es noch die Suchstreifenbreite von 20 m.

Es ist offensichtlich, dass es keine einheitliche Suchstreifenbreite gibt, sondern dass die Suchstreifenbreite eine gerätespezifische Grösse ist, was bei der Ausbildung unbedingt zu berücksichtigen ist. Die Suchstreifenbreite sollte auf dem Gerät aufgedruckt sein. ■

Jürg Schweizer, SLF Davos

Literatur

Good W.: Electronic transceivers for locating avalanche victims – an optimal strategy for the primary search. 1986. Proceedings International Snow Science Workshop, Lake Tahoe CA, U.S.A., 22–25 October 1987, 177–182.

Krüsi G., Weilenmann P., Tschirky F.: Lawinenverschütteten-Suchgeräte – Vergleichstest «LVS-98». 1998. Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung, Mitteilung Nr. 57.

Lietha A.: Optimierung der Reichweite von LVS-Geräten. 2000. *DIE ALPEN*, Zeitschrift des Schweizer Alpen-Clubs, Bern, Nr. 12 (Dezember 2000), 26/27.

Meier F.: Determining the width of a search strip for avalanche beacons. 2001. Proceedings International Snow Science Workshop, Big Sky MT, U.S.A., 1–6 October 2000, 345–350.

Schweizer J.: Die neue LVS-Gerätegeneration im Vergleich. 1999. *DIE ALPEN*, Zeitschrift des Schweizer Alpen-Clubs, Bern, Nr. 1 (Januar 1999), 14–18.

Schweizer J.: Bestimmung der Suchstreifenbreite von Lawinenverschütteten-Suchgeräten (LVS) – LVS-Test des SLF im Winter 2001. Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF, Davos, Interner Bericht Nr. 743

Schweizer J., Wassermann E., Wicky M.: Die neuen LVS im Test. 2001. *DIE ALPEN*, Zeitschrift des Schweizer Alpen-Clubs, Bern, Nr. 4 (April 2001), 16/17.