



# Lvs - eine (zwischen)bilanz

Dr. Matthias Hohlrieder, 30, Anästhesist an der Universitätsklinik Innsbruck. Ausbildungsarzt der Österr. Bergrettung mit großer Liebe zu unberührten Tiefschneehängen.

bergundsteigen 4/04  
58

## Was bringen Lawinen-Verschütteten-Suchgeräte?

von Matthias Hohlrieder, Peter Mair, Walter Würtl  
und Hermann Brugger

Bei einer Totalverschüttung nach einem Lawinenabgang ist der Zeitdruck enorm. Während innerhalb der ersten 15 Minuten noch 9 von 10 Verschütteten lebend geborgen werden können, ersticken zwischen der 15. und 35. Minute nach Stillstand der Lawine rund 60 %. Eine Bergung innerhalb der ersten Viertelstunde ist in der Regel nur durch Kameraden, kaum jedoch durch den organisierten Rettungsdienst möglich. Voraussetzung für Bergezeiten unter der kritischen 15-Minutengrenze ist eine rasche Lokalisation des Verschütteten. Bereits 1968 wurden zu diesem Zweck Lawinen-Verschütteten-Suchgeräte (LVS) eingeführt, die heute neben Schaufel und Sonde zur Standardausrüstung der Tourenger und Variantenfahrer gehören. Inwieweit sie tatsächlich Menschenleben retten können, soll im folgenden Beitrag diskutiert werden.

## Geschichte

In einer Analyse von 328 Ganzkörperverschütteten im Zeitraum zwischen 1981 und 1994 konnte Hermann Brugger (et al.) zeigen, dass LVS sowohl die Verschüttungsdauer reduzieren, als auch die Sterblichkeit der Lawinenopfer verringern. Während die Verschüttungsdauer allerdings durch die LVS sehr deutlich von 120 auf 35 Minuten gesenkt wurde, war deren Einfluss auf die Sterblichkeit nur mäßig (66,2 % mit LVS gegenüber 75,9 % ohne LVS). Als Hauptgrund für diese Diskrepanz dürfte die Tatsache verantwortlich sein, dass eine Bergezeit von durchschnittlich 35 Minuten immer noch zu lange ist, um den Erstickungstod bei den meisten Opfern verhindern zu können. Anders gesagt betrifft die Reduktion der Verschüttungsdauer von 120 auf 35 Minuten nicht den steilen, durch das Ersticken bedingten, Abfall der Überlebenskurve (18. bis 35. Minute).

## Heute

Es kann angenommen werden, dass in den letzten 10 Jahren gerätetechnische Verbesserungen einerseits und Bemühungen um Ausbildung und Training der LVS-Träger andererseits zu einer weiteren Verkürzung der Suchzeiten und damit Reduktion der Sterblichkeit geführt haben. Um diese Vermutung bestätigen zu können, erschien eine Auswertung der Lawinendaten nach 1994 notwendig. Damit sollte es möglich sein, den Einfluss der Entwicklungen innerhalb des letzten Jahrzehnts abschätzen zu können, und die Frage zu beantworten, welchen Überlebensvorteil LVS dem Benutzer heute bringen.

Grundlage der vorliegenden Analyse bilden die jährlich publizierten Lawinen-Reports des Österreichischen Kuratoriums für Alpine Sicherheit (Quelle: BMI Alpingendarmerie, ÖBRD). Damit sind zumindest alle Lawinenereignisse berücksichtigt, bei denen der Österreichische Bergrettungsdienst und/oder die Alpingendarmerie involviert waren. In Summe wurden im Zeitraum zwischen November 1994 und Mai 2003 194 Lawinenereignisse mit 278 ganzverschütteten Tourengern oder Variantenfahrern, bei denen ausreichende Informationen verfügbar waren, ausgewertet.

## 54 % der Ganzkörperverschütteten sterben trotz LVS

Insgesamt starben 60,1 % der Ganzverschütteten. Wie zu erwarten war, starben von den LVS-Trägern im Vergleich zu den Nicht-LVS-Trägern deutlich weniger (53,8 % vs. 68,0 %,  $P = 0.011$ ). Damit brachten die LVS-Geräte in den letzten 10 Jahren in Summe eine signifikante Reduktion der Sterblichkeit um rund 14 %. In den Jahren vor 1994 lag dieser Wert in den Schweizer Alpen bei 10 % ( $P = 0.054$ , grenzwertig signifikant). Offensicht-



# LVS



lich haben also bedeutende technologische Fortschritte im Bereich der LVS-Geräte, sowie ständige Bemühungen um Aus- und Weiterbildung von Tourengern und Variantenfahrern eine weitere 4 % Reduktion der Sterblichkeit bewirken können.

### **Bessere Technologie, bessere Strategie**

Die mediane Verschüttungsdauer der LVS-Träger konnte im Vergleich zu den von Hermann Brugger 1997 publizierten 35 Minuten in der Zwischenzeit auf 20 Minuten reduziert werden. Für diese Verbesserung der Bergezeiten werden technologische Fortschritte im Bereich der LVS-Geräte, wie digitale Arbeitsweise mit optischen Richtungs- und Entfernungsanzeigen, verantwortlich gemacht. Da aber höchstwahrscheinlich noch viele Tourenger und Variantenfahrer mit Geräten älterer Generationen unterwegs sind, mag es noch zu früh sein, um den Fortschritt in Technik in der Sterblichkeit vollständig sehen zu können.

Neben den technischen Verbesserungen tragen neue Suchstrategien sowie bessere Ausbildung und Training zu einer Verkürzung der Suchzeiten bei. Dies ist aller Wahrscheinlichkeit nach mindestens genauso wichtig. Immerhin waren professionelle Anwender im Vergleich zu Amateuren in einer Untersuchung mit der LVS-Suche um 77 % schneller und fanden signifikant häufiger lebende Opfer (Atkins, 1998).

### **Die kritische 15-Minutengrenze**

Die immer noch über 50 %ige Sterblichkeit bei ganzverschütteten LVS-Trägern ist im wesentlichen darin begründet, dass die mediane Verschüttungsdauer bei diesen auf lediglich 20 Minuten gesenkt werden konnte. Nachdem das akute Ersticken mit rund 70 % als Todesursache deutlich im Vordergrund steht, kann nur eine Senkung der Verschüttungsdauer unter die kritische 15-Minutengrenze, die sich für das Überleben als entscheidende Grenze erwiesen hat, zu einer deutlichen Verbesserung der Überlebensrate führen.

### **Variatenfahrer aus Gelegenheit**

Insgesamt lag die mediane Verschüttungstiefe bei 1,2 Meter, die mediane Verschüttungsdauer bei 30 Minuten. Diesbezüglich gibt es keine Unterschiede zwischen Tourengern und Variantenfahrern. Rund 56 % der Lawinopfer tragen LVS, wobei der Anteil der LVS-Träger unter Tourengern mehr als doppelt so hoch ist, wie unter Variantenfahrern (68,7 % vs. 32,3 %). Dementsprechend werden Tourenger auch wesentlich öfter von ihren Kameraden gerettet (61,0 % vs. 45,8 %). Vermutlich sind unter den Variantenfahrern nicht wenige, die bei verlockenden Gelegenheiten ohne entsprechende Ausrüstung den gesicherten

Schiraum verlassen und im unmittelbaren Nahbereich ein Tief-schneevergnügen suchen.

### **Das LVS sucht nicht allein**

Die LVS-Träger wurden in 77,6 % der Fälle tatsächlich von ihren Kameraden lokalisiert und geborgen. Die Sterblichkeit unter diesen ist mit 44,6 % vergleichsweise günstig. Die restlichen 22,4 % konnten erst vom organisierten Rettungsdienst gefunden werden – mit einer viel höheren Sterblichkeit (85,7 %). Als Gründe für die missglückte Lokalisation und Bergung sind mangelnde Ausbildung und Training im Umgang mit der Ausnahmesituation Lawinenabgang einerseits, sowie mit dem LVS andererseits genannt worden. Dabei ist jedoch zu bedenken, dass jeder Dritte entweder alleine unterwegs war oder gemeinsam mit den Kameraden unter der Lawine lag. Dies belegt, dass der sichere Einsatz des LVS zwar Voraussetzung für eine erfolgreiche Kameradenrettung ist, die Missachtung allgemeiner Grundsätze wie "Nicht allein auf Tour" oder "Kritische Hänge einzeln befahren" aber trotz LVS tödlich sein können.

### **Das LVS im Tourenbereich**

Die LVS-bedingte Reduktion der Sterblichkeit ist bei Tourengern sehr deutlich ausgeprägt (78,9 % vs. 50,4 %,  $P < 0.001$ ). Diese Reduktion um mehr als 28 % ist beeindruckend und spiegelt sich wider in einer starken Verkürzung der medianen Verschüttungsdauer von 170 auf 20 Minuten. Ohne LVS werden Lawinopfer im Tourenbereich also durchschnittlich erst nach drei Stunden geborgen. Nach dieser langen Zeit sind nicht nur Trauma-Opfer den tödlichen Verletzungen erlegen und solche ohne Atemhöhle erstickt, sondern auch diejenigen mit Atemhöhle am so genannten 3-H-Syndrom verstorben. Dieses Syndrom ist gekennzeichnet durch Hypoxie (Sauerstoffmangel), Hyperkapnie (Anreicherung von CO<sub>2</sub>) und Hypothermie (Unterkühlung) und ist für den zweiten steilen Abfall der Überlebenskurve nach der 120. Minute verantwortlich. Dementsprechend bewahrt eine Reduktion der Verschüttungsdauer von 170 auf 20 Minuten die Verschütteten effektiv vor dem Tod durch das 3-H-Syndrom. Der Tourenger ist auf die Kameradenrettung angewiesen und hat im Falle einer Ganzkörperverschüttung ohne LVS eine schlechte Prognose. Dann kommt nämlich die organisierte Rettung zum Zug, die mit dem in diesem Fall besten Suchwerkzeug, dem Lawinhund, die oft abgelegenen Tourengebiete trotz Hubschrauber auch zu spät erreicht.

### **Das LVS im Variantenbereich**

Im Gegensatz zum Tourenbereich spielt die LVS-Suche im Zuge der Kameradenrettung bei Variantenfahrern eine untergeordnete



## Der Median

ist eine Größe der Statistik und bezeichnet den mittelsten Wert nach einer Rangordnung. Er gehört zu den Maßzahlen der zentralen Verteilung, auch Lagemaß genannt. Sortiert man eine Reihe von Messwerten der Größe nach, so ist der Wert, der in der Mitte dieser Reihe liegt, der Median. Hat man eine gerade Anzahl von Werten, ergibt sich der Median als arithmetisches Mittel der beiden mittleren Werte. Die eine Hälfte der Werte ist größer, die andere Hälfte kleiner als der Median.

Der Median ist also das 50 %-Perzentil. Im Gegensatz zum arithmetischen Mittelwert, auch Durchschnitt genannt, verändert sich der Median durch einzelne Extremwerte kaum. So ist der Median der Zahlenreihen 1,2,3,4,5 und 1,2,3,4,100 jeweils 3; 3 ist in der Mitte, mit je zwei Nachbarn. Der Mittelwert ist im ersten Fall ebenfalls 3, bei der zweiten Reihe verschiebt der "Ausreißer" 100 den Mittelwert auf 22. Da es auch bei den Verschüttungszeiten und Tiefen extreme "Ausreißer" gibt, die das Ergebnis verfälschen, wird anstatt des Mittelwertes der Median angegeben.

Was Signifikanz ist, kann in bergundsteigen 1/03 nachgelesen werden: Hermann Brugger, Schwimmen gegen Schnee. Möglichkeiten der Selbstrettung beim Lawinenunfall.

■ Tabelle 1. Unterschiede zwischen Tourenggehern und Variantenfahrern

	Tour (n=182)	Variante (n=96)	Total (n=278)	Signifikanz
Verschüttungstiefe	1.2 m (5 cm - 10 m)	1.3 m (20 cm - 3 m)	1.2 m (5 cm - 10 m)	n. s.
Verschüttungsdauer	30 min (5 min - > 1 Tag)	60 min (2 min - > 1 Tag)	30 min (2 min - > 1 Tag)	n. s.
LVS-Verwendung	n = 125 (68.7 %)	n = 31 (32.3 %)	n = 156 (56.1 %)	p = 0.000
Kameradenrettung	n = 111 (61.0 %)	n = 44 (45.8 %)	n = 155 (55,8 %)	p = 0.015

Tiefe und Dauer der Verschüttung sind als Medianwert angegeben. n. s. = nicht signifikant

■ Tabelle 2. Sterblichkeit mit und ohne LVS

	Tour (n=182)	Variante (n=96)	Total (n=278)
Mit LVS (n = 156)	63 von 125 (50.4 %)	21 von 31 (67.7 %)	84 von 156 (53.8 %)
Ohne LVS (n = 122)	45 von 57 (78.9 %)	38 von 65 (58.5 %)	83 von 122 (68.0 %)
Signifikanz	p = 0.000	n. s.	p = 0.011

n. s. = nicht signifikant

■ Tabelle 3. Mediane Verschüttungszeiten bei Touren und Varianten

	Tour (n=135)	Variante (n=67)	Total (n=202)
Mit LVS	20 min	22.5 min	20 min
Ohne LVS	170 min	70 min	102.5 min
Signifikanz	p = 0.000	n. s.	p = 0.000

n. s. = nicht signifikant



Rolle. Den Zahlen folgend besteht unter Variantenfahrern zwischen LVS-Trägern und Nicht-LVS-Trägern bezüglich der Sterblichkeit kein signifikanter Unterschied (67,7 % vs. 58,5 %). Zwei Hauptgründe – der effizient organisierte Rettungsdienst Bergrettung und die Risikobereitschaft – könnten dafür verantwortlich sein, dass LVS im Variantenbereich keinen nachweisbaren Vorteil bringen.

Variantenfahrer ohne LVS haben mit einer medianen Verschüttungsdauer von 70 Minuten und nur 58,5 % Sterblichkeit bessere Karten im Vergleich zu Touregehern ohne LVS. Diese liegen im Median 170 Minuten unter den Schneemassen und haben eine 78,9 % Sterblichkeit. Während Touregeher meist von Kameraden gerettet werden, werden Variantenfahrer signifikant häufiger vom organisierten Rettungsdienst geborgen. Damit ist für den Unterschied in Verschüttungsdauer und Sterblichkeit nicht zuletzt ein besonders leistungsfähiger Rettungsdienst in Form des Österreichischen Bergrettungsdienstes bzw. seiner Partnerorganisationen verantwortlich. Dieser gewährt mit teilweise sofort verfügbaren Suchhunden und Hubschraubern eine optimale Versorgung und bietet damit ganzverschütteten Variantenfahrern auch ohne LVS vergleichsweise günstige Überlebenschancen.

### Die Verschüttungstiefe

Betrachtet man die Verschüttungstiefe der Variantenfahrer, stellt man fest, dass LVS-Träger (1,5 Meter) tiefer verschüttet werden als Personen ohne LVS (1,0 Meter,  $P = 0.005$ ). Offensichtlich geraten LVS-Träger in größere Lawinen und werden darin tiefer verschüttet. Möglicherweise veranlasst das LVS-Gerät den Variantenfahrer dazu, höhere Risiken einzugehen, sodass diese dann in schwerere Lawinenunfälle mit höheren Verschüttungstiefen involviert werden. Im Gegensatz dazu wagen sich Nicht-LVS-Träger oft nur im unmittelbaren Nahbereich des organisierten Schiraums ins freie Gelände, wo die Chance, weniger tief verschüttet zu werden, größer sein könnte. LVS-Träger, die tiefer als 1,5 Meter verschüttet werden, haben trotz ihres LVS schlechte Überlebenschancen. Nicht-überlebende LVS-Träger sind häufiger mehr als 1,5 Meter tief verschüttet als Überlebende, und nur einer von 10 wird aus mehr als 1,5 Meter Tiefe lebend geborgen. Selbst bei geringeren Verschüttungstiefen als 1,5 Meter kann eine Bergung innerhalb der ersten Viertelstunde nur durch optimal ausgestattete und ausgebildete (unverschüttete!) Kameraden erfolgen. Liegt das Opfer tiefer als 1,5 Meter nimmt die Bergung aus dem gepressten Lawinenschnee auch bei noch so schneller Lokalisation eine beträchtliche Zeit in Anspruch. Der Verkürzung der Bergezeiten durch alleinige Optimierung der technischen Suchverfahren und takti-

schen Suchstrategien sind bei tief verschütteten eindeutig Grenzen gesetzt. Um bei diesen eine entscheidende Reduktion der Sterblichkeit erreichen zu können, sind neben der Standard-Sicherheitsausrüstung zusätzliche Mittel notwendig, die in der Lage sind, die Verschüttungstiefe zu reduzieren (Lawinen-Airbag, AvaGear®) oder die Überlebensdauer unter den Schneemassen zu verlängern (AvaLung®).

### Fazit

LVS reduzieren die Sterblichkeit von Ganzverschütteten um rund 14 %, wobei immer noch mehr als 50 % trotz LVS versterben. Hauptgrund dafür ist die mediane Bergedauer, die heute trotz verbesserter LVS-Technologie und breiter Ausbildung der Benutzer immer noch 20 Minuten beträgt. Während das LVS im Tourenbereich einen deutlichen Überlebensvorteil bedeutet, haben im Variantenbereich Verschüttete auch ohne LVS, hauptsächlich durch den sehr effizienten Rettungsdienst, vergleichsweise günstige Überlebenschancen. Den Überlebensvorteil auf Tour könnten sich gesamt gesehen noch wesentlich mehr Wintersportler zunutze machen, geht man davon aus, dass jeder Dritte ohne LVS unterwegs ist. Um bei tiefer Verschütteten die Sterblichkeit entscheidend reduzieren zu können, ist eine weitere Verkürzung der Suchzeiten kaum zielführend, vielmehr sind hier alternative Ansätze Erfolg versprechend.

### Literatur

- Atkins D. (1998). Companion rescue and avalanche transceivers: the U.S. experience. *Avalanche Rev.* 17(9)
- Brugger H., Durrer B., Adler-Kastner L., Falk M. and Tschirky F. (2001). Field management of avalanche victims. *Resuscitation.* 51:7-15
- Brugger H., Falk M., Buser O., Tschirky F. (1997). Der Einfluss des Lawinenverschütteten-Suchgerätes (LVS) auf die Letalität bei Lawinenverschüttung. *Der Notarzt.* 13:143-146
- Falk M., Brugger H. and Adler-Kastner L. (1994). Avalanche survival chances. *Nature.* 368:21
- Radwin M. I. and Grissom C. K. (2002). Technological advances in avalanche survival. *Wilderness Environ Med.* 13:143-152
- Tschirky F., Brabec B., Kern M. (2001). Lawinenrettungsgeräte, Stand der Entwicklungen, Erfolge und Misserfolge. In: *Jahrbuch 2001.* Brugger H., ed. Österreichische Gesellschaft für Alpin- und Höhenmedizin, Innsbruck; pp. 101-125

Fotos: archiv charles, Bergrettung Bruneck Hermann Brugger ■