

## ■ Wenn jede Minute zählt

Lawinopfer müssen möglichst rasch geborgen werden, weil die Überlebenschancen rapide sinken. Zwei unterschiedliche Technologien unterstützen die Retter bei der Suche.

Wintersport bedeutet schon lange nicht mehr nur das Fahren auf Pisten oder Loipen. Tourengehen, Variantenfahren und Winterbergsteigen locken mit Erlebnissen in unberührten Schneelandschaften und erfreuen sich steigender Beliebtheit. Doch abseits überwachter Strecken können Lawinen dem Spaß ein jähes Ende bereiten. Dann ist rasches Handeln erforderlich. Denn je schneller ein Opfer aus einer Lawine geborgen wird, desto größer ist seine Überlebenschance. Bereits nach 20 Minuten sinkt sie dramatisch. Die wenigsten Verschütteten sterben nämlich an tödlichen Verletzungen – viele ersticken, weil ihre Atemwege mit Schnee blockiert sind oder sie unter den Schneemassen nicht mehr genügend Luft zum Atmen haben. Umsichtige Tourenplanung sowie die richtige Ausrüstung und Verhaltensweise im Gelände können dazu beitragen, das Risiko tödlicher Unfälle zu minimieren. Daher sollten auch Lawinenverschütteten-Suchgeräte (LVS-Geräte) Pflicht für jeden Wintersportler abseits der Pisten sein.



Ein Mitarbeiter der Bergwacht sucht nach Verschütteten, hier mit dem passiv arbeitenden Recco-System. Ein Sender

gibt ein hochfrequentes Signal ab, das in speziellen Reflektoren einen Schwingkreis anregt.

Diese LVS-Geräte von der Größe eines Mobiltelefons sind Sender und Empfänger in einem. Ist der Wintersportler im Gelände unterwegs, schaltet er sein Gerät, das er immer am Körper tragen sollte, in den Sendemodus: Etwa jede Sekunde strahlt das LVS-Gerät dann bei 457 Kilohertz für mindestens 70 Millisekunden ein Signal ab. Die Arbeitsfrequenz liegt in einem Bereich mit möglichst geringer Absorption und Streuung im Schnee und ist in einer europäischen Norm festgeschrieben. Wird ein Wintersportler von einer Lawine mitgerissen, müssen seine Begleiter ihre LVS-Geräte in den Empfangsmodus umschalten, damit sie den Verschütteten aufspüren können.

Der Standard bei LVS-Geräten sind heute Systeme mit drei Antennen, die entlang der Gehäuseachsen rechtwinklig zueinander stehen. Im Sendemodus ist nur eine der drei Antennen aktiv, und zwar jene in  $x$ -Richtung (Längsachse des Geräts). Hätte das Gerät des Suchenden nun ebenfalls nur eine Antenne in Betrieb, so würde diese an das elektromagnetische Feld des sendenden Geräts ideal ankoppeln, wenn sie ebenfalls in  $x$ -Richtung orientiert wäre. Nach dem Erstempfang lei-

tet das Gerät den Retter mit einer Richtungsanzeige entlang einer elektrischen Feldlinie Richtung Opfer (Abb. 1). Wären die  $x$ -Antennen von Retter und Verschüttetem dagegen rechtwinklig zueinander orientiert, wäre das empfangene Signal wegen der schlechteren Kopplung deutlich geringer. Um es überhaupt zu detektieren, müsste der Suchende deutlich näher am Opfer sein. Wollte er die Reichweite seines LVS-Geräts verbessern, müsste es der Retter ständig um die drei Raumachsen drehen. Retter mit älteren LVS-Geräten, die nur eine Antenne haben, stehen vor diesem Problem.

### Besser drei statt eine

Dagegen läuft die Suche rascher ab, wenn das empfangende LVS-Gerät drei Antennen besitzt. Dann ist in der Regel nämlich immer die  $x$ - oder die  $y$ -Antenne so orientiert ist, dass sie ideal an das Feld der Verschütteten-Antenne ankoppelt. Ungünstig bleibt die Situation weiterhin, wenn der Wintersportler zufälligerweise in aufrechter Position verschüttet wird und die  $x$ -Antenne seines Geräts senkrecht zum Geländeverlauf steht (Abb. 2). Da der Retter sein Gerät waagrecht hält,



Abb. 1 Nach dem Erstkontakt weisen Pfeile auf dem LVS-Gerät den Suchenden entlang der elektrischen Feldlinien zum Verschütteten.

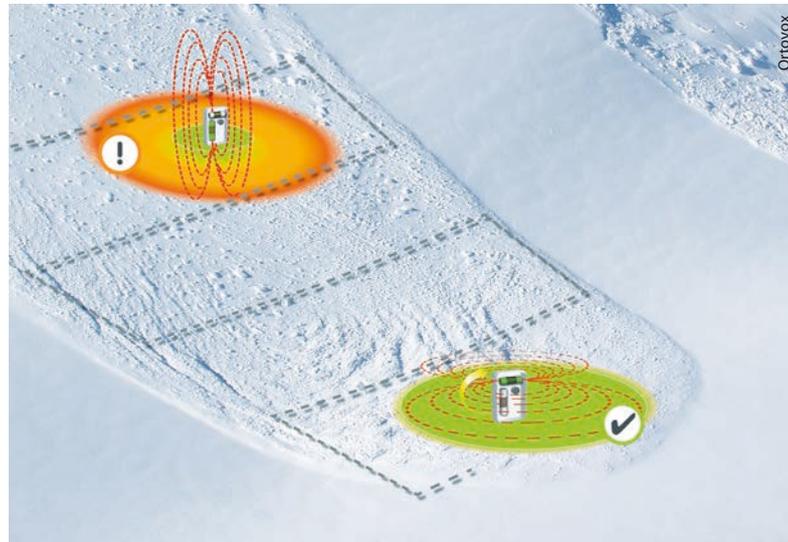
könnte dann nur die  $z$ -Antenne seines Geräts ideal ankoppeln. Da diese jedoch aufgrund der begrenzten Bauhöhe des Gehäuses viel kürzer als die beiden anderen, sind die Verluste deutlich höher, der Wirkungsgrad der  $z$ -Antenne also geringer. Das verringert den Signalpegel und die Reichweite. Inzwischen gibt es Geräte, die diese ungünstige Orientierung des Senders mithilfe eines Beschleunigungssensors erkennen und die Sendeantenne wechseln. So ist sichergestellt, dass die  $x$ - oder  $y$ -Antenne des Retters wieder ideal ankoppeln kann und die Suche rascher verläuft.

Die Reichweite von LVS-Geräten beläuft sich in der Praxis bei idealer Kopplung in der  $xy$ -Ebene auf 40 bis 50 Meter, bei ungünstiger Kopplung sinkt sie auf 20 Meter, in  $z$ -Richtung sind es etwa sieben Meter. Moderne Geräte verarbeiten die Signale digital und gleichzeitig in allen drei Raumrichtungen. Sie nutzen zudem Algorithmen, um die Signale mehrerer Verschütteten voneinander unterscheiden zu können. Die Algorithmen machen sich dabei zunutze, dass die Periodenlängen der LVS-Geräte untereinander leicht variieren. Die empfangenen überlagerten Signale unterscheiden sich also im Verlauf der Zeit voneinander.

### Gut reflektiert

Neben diesen LVS-Geräten für Jedermann existiert ein zweites Lawinensuchsystem des schwedischen Unternehmens Recco, das passiv arbeitet und Reflektoren benötigt. Diese Reflektoren sind inzwischen an vielen Wintersportartikeln zu finden – etwa an Jacken, Helmen oder Schuhen. Es gibt auch LVS-Geräte, die einen Recco-Reflektor enthalten. Mitarbeiter der Bergwacht, die entsprechend geschult und mit dem Recco-System ausgerüstet sind, gibt es in allen großen Wintersportgebieten. Das System ersetzt nicht die Soforthilfe durch nichtverschüttete Wintersportler am Unglücksort, sondern beschleunigt die Suche, nachdem die Bergwacht eingetroffen ist.

In den mit Kunststoff ummantelten Reflektoren befinden sich



**Abb. 2** Zeigt die  $x$ -Antenne im LVS-Gerät des Lawinopfers nach oben, ist die Reichweite gering (oben). Moderne Geräte können daher die Sendeantenne

wechseln. Das LVS-Gerät des Suchenden kann dann in einem größeren Umkreis an das Sendegerät ankoppeln (unten).

eine Kupferschleife als Schwingkreis und eine Halbleiterdiode. Die Bergwacht verfügt über eine Sender- und Empfangereinheit, die in einem handlichen Gehäuse untergebracht sind. Der Sender gibt ein gerichtetes Signal bei 867 Megahertz ab. Trifft das Signal auf einen Recco-Reflektor, wird der Schwingkreis zu Schwingungen angeregt. Da die Diode ein nichtlineares Verhalten zeigt, sind diese Schwingungen nicht sinusförmig; vielmehr werden Oberschwingungen angeregt und durch Resonanz verstärkt. Die so erzeugte Oberschwingung mit der doppelten Anregungsfrequenz, also 1734 Megahertz, kann der Empfänger der Bergwacht detektieren. Recco nutzt also das Prinzip des harmonischen Radars, das unter anderem bei Diebstahletiketten Anwendung findet. Das Prinzip beruht darauf, dass jedes Halbleiterbauelement – allgemeiner: jeder Metall-Metalloxid-Übergang – ein einfallendes Mikrowellensignal bei einer Harmonischen, also einem ganzzahligen Vielfachen der Grundfrequenz, wieder emittiert.

Die Reichweite des Verfahrens beträgt in Luft bis zu 200 Meter und in Schnee bis zu 20 Meter. Früher arbeitete das Recco-System bei 915 Megahertz. Doch bei dieser Frequenz traten immer mehr Störsignale auf – unter anderem

liegt dort ein Frequenzband des Mobilfunks. Die alten Reflektoren funktionieren jedoch auch mit den Sende-Empfangs-Einheiten, die bei der neuen Frequenz arbeiten, weil die Resonanzkurve relativ breit ist. Neu vertriebene Recco-Reflektoren sind bereits seit der Umstellung ab Werk auf 867 Megahertz ausgelegt.

Doch egal, ob LVS-Gerät oder Recco-System – haben die Retter einen Verschütteten exakt geortet, so werden die Geräte beiseitegelegt, und Lawinensonde (ein ausklappbarer langer Stab, der immer wieder an verschiedenen Stellen systematisch in den Schnee gesteckt wird) und Schaufel kommen zum Einsatz. Früher war diese Methode neben Suchhunden das einzige Mittel, um Verschüttete aufzufinden. Dank Funktechnik kann es heute im Idealfall deutlich schneller gehen.

\*

Ich danke den Mitarbeitern der Ortovox Sportartikel GmbH, Taufkirchen, und Magnus Granhed, Recco AB, Lidingö (Schweden), für hilfreiche Erläuterungen.

Michael Vogel