



Lawinen & Bulletin

Facts aus Schweizer Datenbank

von Stephan Harvey

In den letzten Jahren ist am Eidgenössischen Institut für Schnee- und Lawinenforschung (SLF) in Davos eine Schadenlawinendatenbank¹ mit allen bekannten Sachschadensereignissen bis inklusive Winter 1998/99, sowie allen Skifahrerlawinen der letzten 30 Jahre entstanden. Von den 11500 - zum Teil über 100 Jahre alten - erfassten Ereignissen sind rund 1200 Skifahrerlawinen, das heißt Lawinen, die durch Personen ausgelöst oder durch die Personen im freien Gelände erfasst wurden. 95 % davon wurden durch Personen, 5 % natürlich ausgelöst. Seit 1987 werden in der Datenbank auch die Gefahrenstufen des am Unfalltag gültigen nationalen Lawinenbulletins erfasst. Der Vergleich von rund 600 Skifahrerlawinen mit dem am Ereignistag und -ort gültigen Lawinenbulletin gibt neue, interessante Ergebnisse.

Diese beachtliche Anzahl an dokumentierten Lawinenunfällen ist Dank der wertvollen Rückmeldung diverser Tourenfahrer, Bergführer und Patrouilleure zustande gekommen. Nur mit möglichst vielen Informationen über Lawinenunfälle aller Art (auch glimpflich verlaufener) können aussagekräftige Auswertungen gemacht werden, woraus für die Zukunft gelernt werden kann.

Lawinenopfer und Gefahrenstufen

Im Zeitraum von Winter 1987/88 bis 1998/99 sind pro Jahr durchschnittlich 23 Personen in Lawinen ums Leben gekommen. Im langjährigen Durchschnitt (66 Jahre) sind es 25 Personen. Die meisten Lawinenopfer seit 1987 starben in Skifahrerlawinen. Skifahrerlawinen (Variantenabfahrten

und Touren) ereignen sich vor allem bei den Bulletinstufen „mässig“ und „erheblich“. 45 % aller Lawinenopfer (Skifahrerlawinen und andere Schadenlawinen) sind bei Stufe „erheblich“, 30 % bei „mässig“ zu beklagen. Lawinenopfer bei „mässig“ und „gering“ sind ausschließlich Touren- und Variantenfahrer. In 45 % aller Bulletintage über 12 Jahre wurde in der Schweiz die

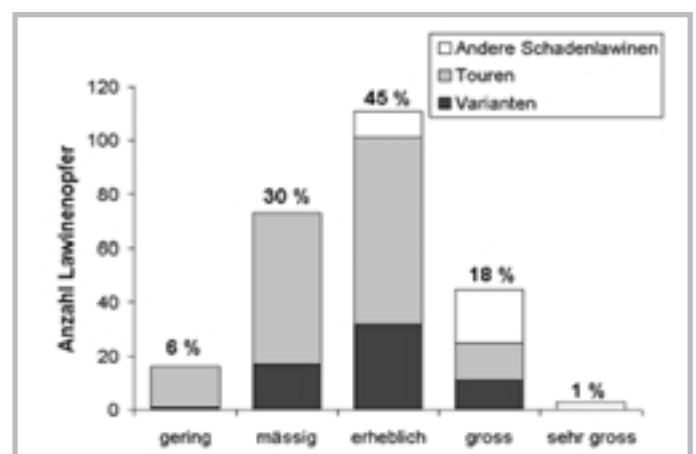
Gefahrenstufe „mässig“, in knapp 30 % „erheblich“ herausgegeben. Rund 30 % aller Lawinen mit Personenschaden, das heißt Lawinen wo Personen erfasst werden, enden tödlich. Bei den Gefahrenstufen „gross“ und „sehr gross“ ist diese Letalitätsrate etwas höher als bei den tieferen Gefahrenstufen.

Lawinengröße

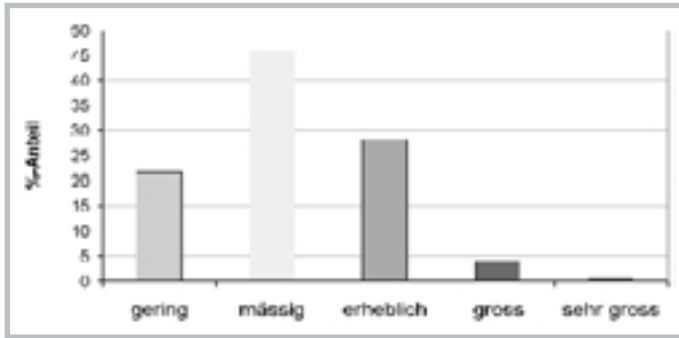
Bei höheren Gefahrenstufen ist bei Sachschadenlawinen eine eindeutige Zunahme der Größe

(Breite, Länge, Anrissmächtigkeit) zu erkennen. Skifahrerlawinen zeigen im Gegensatz dazu keine wesentliche Abhängigkeit von der Gefahrenstufe auf. Sie sind bei allen Gefahrenstufen² durchschnittlich 200-250 m lang, 50-60 m breit und besitzen eine durchschnittliche Anrissmächtigkeit von rund 50 cm. Dass sich durch Personen ausgelöste Lawinen in ihrer Größe nicht wesentlich unterscheiden, kann folgende Gründe haben:

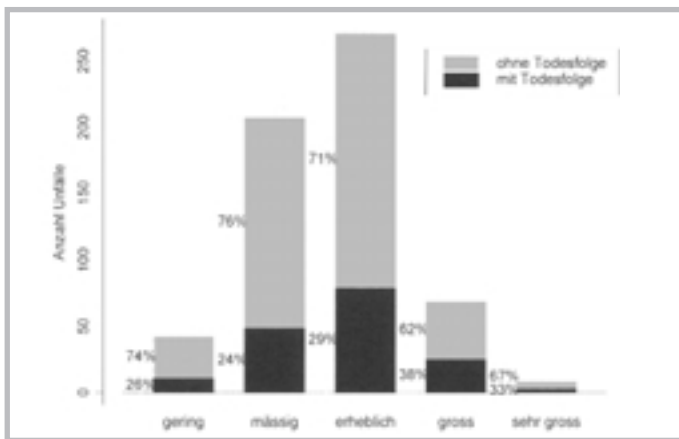
- Das Verhalten von Wintersportlern ist je nach Gefahrenstufe



Die Anzahl der Lawinenopfer pro Gefahrenstufe in den Wintern 1987/88 bis 1998/99, mit total 248 Toten während der Bulletinperiode. 45 % aller Lawinenopfer waren bei Stufe „erheblich“ zu beklagen.



Prozentuale Häufigkeit der ausgegebenen Gefahrenstufe des Schweizer Lawinenbulletins vom Winter 87/88 bis 98/99.



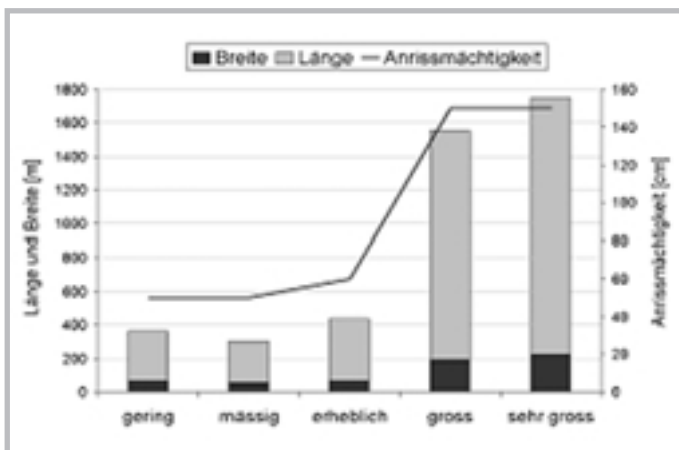
Lawinen mit Personenschaden (mit und ohne Todesfolge) von 1988 bis 1999.

unterschiedlich, bei hohen Gefahrenstufen werden meist kleinere und flachere Hänge als bei tiefen Gefahrenstufen befahren. Würde ein Tourenfahrer gleiche Hänge bei „groß“ wie bei „mässig“ befahren, so wären die ausgelösten Lawinen bei Stufe „groß“ größer.

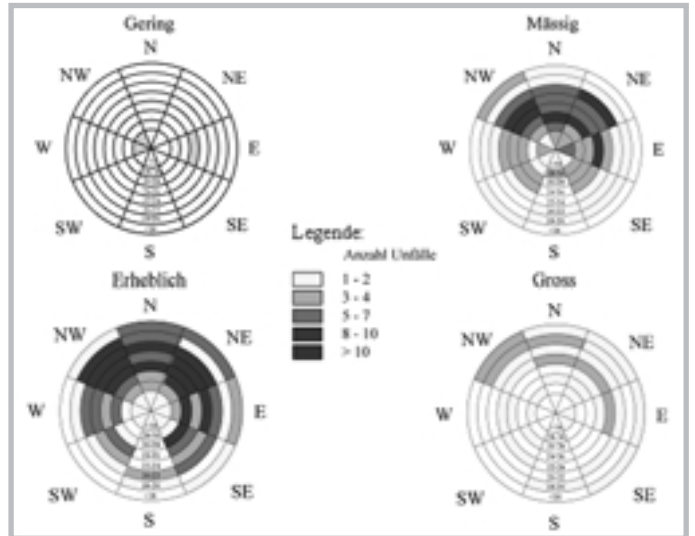
- Da Wintersportler bei hohen

Gefahrenstufen tendenziell kleinere Hänge fahren, begrenzt die Geländeform häufig die Größe der Lawinen (z.B. durch Geländerrücken oder Felsen).

- Trotz unterschiedlicher Stabilität, führt die Bruchausbreitung, die unter anderem von der Härte resp. Zugfestigkeit der abgleitenden Schicht abhängt,



Die mittlere Größe von Schadenlawinen (links) und von Skifahrerlawinen (rechts) bei den verschiedenen Gefahrenstufen. Bei den Skifahrerlawinen musste wegen mangelnder Unfallzahlen auf eine Auswertungen bei der Gefahrenstufe „sehr groß“ verzichtet werden.



Die Anzahl von Skifahrerlawinen pro Gefahrenstufe in verschiedenen Expositionen und Höhenstufen. Die Höhenstufen sind auf 100 m genau angegeben, z. B. 22 entspricht 2200 m. ü M. Erfasst wurde der Zeitraum vom Winter 1987/88 bis 1998/99 mit insgesamt 575 Unfällen.

schlussendlich zu ähnlichen Lawinengrößen.

tionen eingeschränkter (vor allem Nordwest bis Ost).

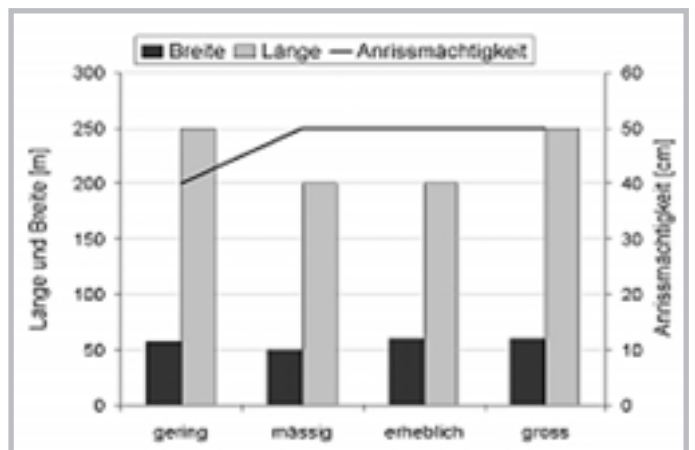
Die durchschnittliche Höhenlage liegt dort bei 2560 m ü. M.

Exposition und Höhenstufe

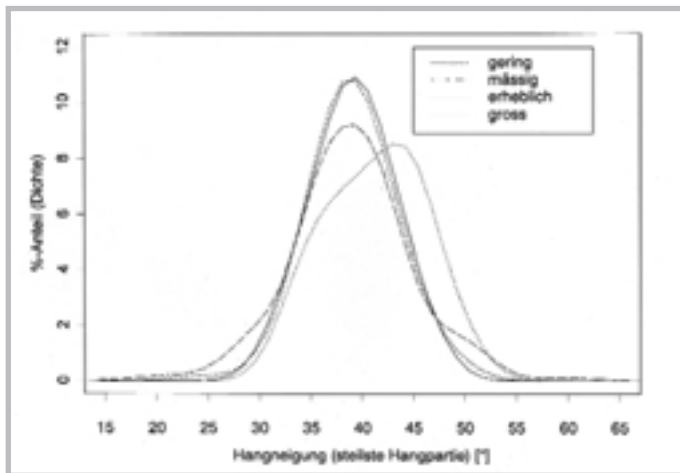
Skifahrerlawinen ereignen sich bei allen Gefahrenstufen vor allem in den nördlichen Expositionen. Die Höhe über Meer des Lawinenanrisses ist bei den Gefahrenstufen „erheblich“ und „groß“ tiefer als bei „gering“ und „mässig“. Bei „erheblich“ ereignen sich Skifahrerlawinen vor allem in den Expositionen West über Nord bis Südost in einer durchschnittlichen Höhenlage von 2440 m. ü. M. Bei „mässig“ sind die Exposi-

Hangneigung und Geländeform

Eine Schlüsselgröße bei der Beurteilung der Lawinengefahr ist die Steilheit des Hanges. Aus der Landeskarte (1:25'000) wurden die steilsten Hangpartien innerhalb der Anrissfläche gemessen. Der Mittelwert der steilsten Hangpartien liegt bei den Gefahrenstufen „mässig“, „erheblich“ und „groß“ bei 39°, bei „gering“ sind es 41°. Die Hälfte aller Lawinen-



✍ S. Harvey, SLF



Prozentuale Häufigkeit von Lawinenabgängen je Hangneigung pro Gefahrenstufe (Dichtekurve). Die steilste Hangpartie der Lawinenanrissfläche ist bei allen Gefahrenstufen etwa gleich.

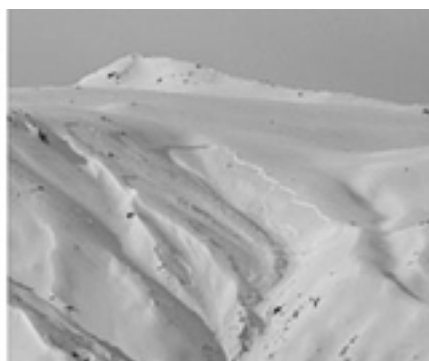
unfälle ereignen sich in einem schmalen Band zwischen 36° und 42° Hangneigung. 18 % aller Skifahrerlawinen bei „mässig“ haben eine Anrissfläche die flacher als 35° ist, bei „erheblich“ sind es 24 %. Die geringsten Anrissneigungen bei Skifahrerlawinen sind bei „erheblich“ zu beobachten.

Unabhängig von der Bulletinstufe ereignen sich Skifahrerlawinen an ähnlichen Geländeformen. Rund 80 % sind in Kammlagen, felsdurchsetztem Steilgelände oder in konkavem Gelände (Mulden, Rinnen, Couloirs) zu verzeichnen. Die Auslösung in Rinnen und Mulden geschieht häufig im schneeärmeren Randbereich. Nur rund 20 % aller Lawinenunfälle ereignen sich an Hanglagen ohne spezielle Geländeform.

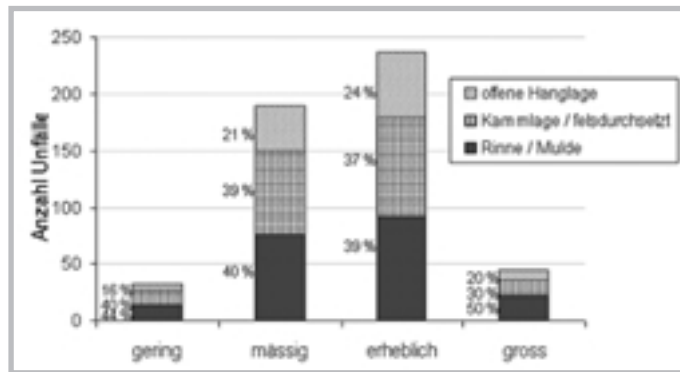
Die Anrissgebiete von Skifahrerlawinen sind also bei allen

Gefahrenstufen gleich steil und haben ähnliche Geländeform. Dieses Resultat der Unfallstatistik berücksichtigt allerdings in keiner Weise die unterschiedliche Auslösewahrscheinlichkeit bei unterschiedlichen Gefahrenstufen und damit das tatsächlich eingegangene Lawinenrisiko der Schneesportler. Dazu fehlen zur Zeit Begehungszahlen. Die Interpretation, dass Steilhänge bei allen Gefahrenstufen gleich gefährlich sind, ist daher unzulässig. Denn es muss folgendes berücksichtigt werden:

- Je steiler ein mit Skis befahrbarer Hang ist, desto größer ist die Auslösewahrscheinlichkeit einer Schneebrettlawine.
- Bei tieferen Gefahrenstufen sinkt allgemein die Auslösewahrscheinlichkeit einer Schneebrettlawine und die



Typische Hangformen in denen 80 % aller Skifahrerlawinen ausgelöst werden: felsdurchsetztes Gelände mit Kammlage (links) und muldenförmiges Gelände (rechts).



Verteilung der Lawinenunfälle auf verschiedenen Geländeformen. Die Häufigkeit von Unfällen ist je nach Gefahrenstufe unterschiedlich, der prozentuale Anteil der verschiedenen Geländeformen ändert sich jedoch kaum.

Gefahrenstellen sind weniger verbreitet.

Das heisst, dass die in der Praxis bei Risikominimierungsmethoden (z. B. elementare Reduktionsmethode) häufig angewandte 5-Grad-Abstufung der steilsten Hangpartie pro Gefahrenstufe zu ähnlicher Auslösewahrscheinlichkeit und zu ähnlichem Risiko führt. Die Auslösewahrscheinlichkeit ist definiert, als die Wahrscheinlichkeit in einem bestimmten Hang eine Lawine auszulösen. Sie ist beispielsweise bei Gefahrenstufe „mässig“ kleiner als bei „erheblich“. Andererseits steigt die Auslösewahrscheinlichkeit mit der Steilheit des Hanges, der Geländeconstellation und dem menschlichen Verhalten an. Fährt man also z. B. bei „mässig“ den Risikominimierungsmethoden entsprechend einen steileren Hang als bei „erheblich“, so ist die Auslösewahrscheinlichkeit infolge der tieferen Gefahrenstufe kleiner. Auf der anderen Seite steigt sie aber

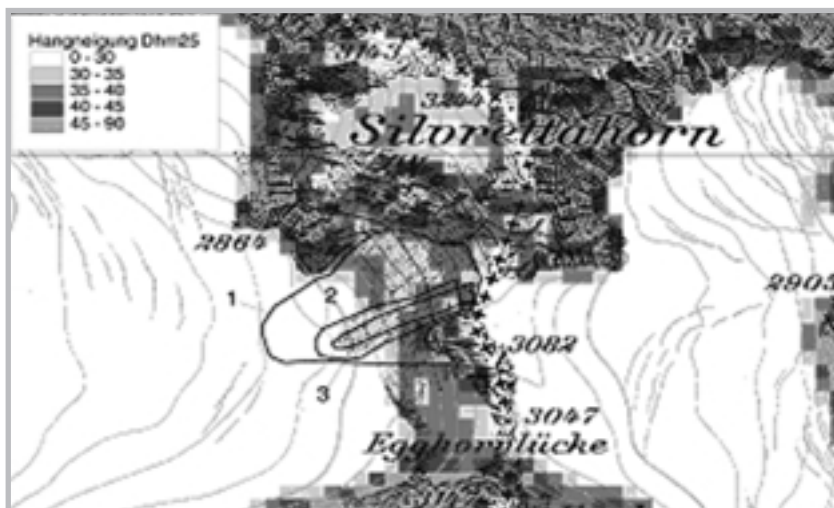
wegen des Aufenthaltes im steileren Hang. Das Lawinenrisiko bleibt damit unter dem Strich etwa gleich. Dies aber auch nur, wenn die Gefahrenstufe nicht nur im Lawinenbulletin, sondern auch im Gelände kleiner ist! Trifft man eine instabile Hangzone im steileren Hang, so steigt das Lawinenrisiko an. Die Beurteilung der Lawinensituation im Gelände sollte also nicht vernachlässigt werden.

Ein Fallbeispiel

In einem Westhang bei der nördlichen Egghornlücke im Silvretta-gebiet ereigneten sich drei Tourenlawinenunfälle bei verschiedenen Bedingungen und bei unterschiedlicher Gefahrenstufe im Lawinenbulletin.

Der Hang ist gemäß obigen Aussagen ein typischer Lawinengang: gegen 40° steil und kammnah, jedoch mit der westlichen Exposition nicht ganz im unfallträchtigsten Sektor. Für das Unfallgebiet herrschte an einem Unfalltag geringe, bei den anderen beiden mässige Lawinengefahr.

Zu bemerken ist jedoch, dass rund 1 km südlich vom Unfallort die Regionsgrenze zum Engadin verläuft. An zwei von drei Unfalltagen herrschte im Engadin eine höhere Gefahrenstufe. Berücksichtigt man diesen doch fließenden Grenzbereich so herrschte bei Unfall A Gefahrenstufe „gering“ bis „mässig“, bei Unfall B Stufe „mässig“ und bei Unfall C Stufe „mässig“ bis „erheblich“. Wichtig



Hangneigungskarte (links) und Foto (rechts) des Unfallhanges vom Fallbeispiel. Kartenausschnitt reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes für Landestopographie (BA024850).

Fakten zu den einzelnen Unfällen sind in der abgebildeten Tabelle zusammengetragen. Da sich die Unfälle bei unterschiedlichen Gefahrenstufen ereigneten, muss demzufolge auch die Auslösewahrscheinlichkeit unterschiedlich gewesen sein. Der Hang war an den drei Unfalltagen nicht gleich gefährlich. Auf den Unfalltag bezogen heißt dies, je größer die Gefahrenstufe, desto größer die Auslösebereitschaft: es sind mehr Auslösestellen vorhanden und/oder weniger Zusatzlast ist für eine Auslösung notwendig. Beim Unfall A musste theoretisch die Auslösebereitschaft und die Anzahl Auslösestellen geringer gewesen sein als bei Unfall C. Die Lawine A wurde denn auch ausgelöst als sich drei Skifahrer zusammen bei der Abfahrt im Hang befanden. Zuvor stiegen sie den gleichen Hang bereits ohne Lawinenauslösung auf. Die Auslösebereitschaft war demzufolge

relativ klein, aber mit der großen Auflast von drei Skifahrern auf engem Raum und dem wahrscheinlich zufälligen Treffen einer instabilen Hangzone konnte sich ein Bruch in der ungünstig aufgebauten Schneedecke ausbreiten. Die Unfalllawine C wurde im Aufstieg mit Entlastungsabständen ausgelöst, d.h. die Zusatzlast der Skifahrer war geringer als bei Unfall A. Schneeverwehungen, welche die Aufstiegsspur immer wieder zudeckten, waren zudem ein deutlicher Hinweis für frische Triebsschneeanstimmungen.

Unfall B wurde ebenfalls in der Abfahrt ausgelöst. Das disziplinierte Verhalten durch Einzelabfahrt führte zur Schonung der Schneedecke und zuletzt auch zum geringsten Schadensmaß. Es wurde nur eine Person erfasst und wahrscheinlich zufälligerweise nur teilverschüttet.

Ob diese Unfälle durch anderes Verhalten hätten verhindert wer-

den können, sei dahin gestellt.

Das Lawinenrisiko hätte bei Unfall A durch Einzelabfahrten minimiert werden können, bei Unfall B war das optimale Verhalten bereits ausgereizt und bei Unfall C war das Lawinenrisiko schon durch die hohe Gefahrenstufe und die sichtlich frischen Triebsschneeanstimmungen hoch.

Auffallenderweise war die Lawine bei der geringsten Gefahrenstufe am größten. Dies kann damit begründet werden, dass die abgleitende Schicht hart und kompakt war und dies zur größeren Bruchausbreitung führte, obwohl der Hang als ganzes stabiler war als bei Unfall C. Bei Unfall A und B war die abgleitende Schicht weich. Zu beachten ist auch die Jahreszeit der Lawinen. Unfall A geschah im Hochwinter mit relativ wenig Schnee und dadurch auch einem störanfälligen Fundament. Unfall B und C waren im Frühling.

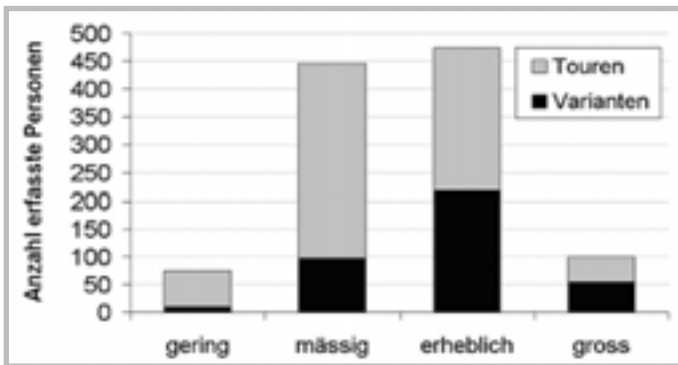
Risiko-Index

Die meisten Tourenfahrer werden bei der Gefahrenstufe „mäßig“, die meisten Variantenfahrer bei „erheblich“ erfasst. Zusammen ist die Anzahl erfasster Personen in Skifahrerlawinen bei beiden Gefahrenstufen etwa gleich groß. Ca. zwei Drittel aller erfassten Personen in Skifahrerlawinen waren auf Touren, etwa ein Drittel auf Variantenabfahrten unterwegs. Um die Anzahl erfasster Wintersportler pro Gefahrenstufe miteinander vergleichen zu können, muss auch die Häufigkeitsverteilung der verschiedenen Gefahrenstufen über den ganzen Winter miteinbezogen werden. Dividiert man die Anzahl der erfassten Personen pro Gefahrenstufe mit der Häufigkeit der Bulletinstufe, so erhält man einen einfachen Risiko-Index³ für das Eintreten eines Personenschadens. Dies wurde für die Anzahl erfasster Personen auf Touren und Variantenabfahrten gemacht. Die Resultate sind unterschiedlich,

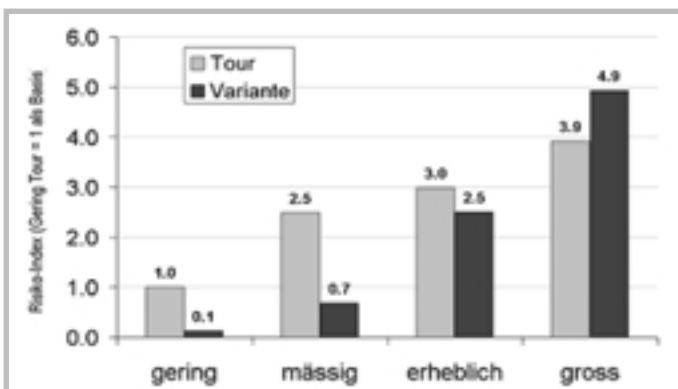
und können so interpretiert werden, dass das Risiko bei der Stufe „erheblich“ beim Variantenfahren von einer Lawine erfasst zu werden, rund vier mal größer ist als bei „mäßig“. Variantenfahrer gehen mit dem zur Zeit vorherrschenden „Befahrungsverhalten“ bei den Stufen „erheblich“ und „groß“ somit bedeutend höhere Risiken ein als bei „mäßig“ und „gering“. Bei Tourenfahrern sind die Unterschiede weniger ausgeprägt. Folgende

Unfall	Datum	Gefahrenstufe	Gefahrenstufe Nachbarregion 1 km südl.	Auslösung	Charakteristik der Schneedecke (gemäß Lawinenbulletin)	Bemerkungen	Schäden
A	3.1.92	1	2	Abfahrt	Lockere Basisschicht mit kompakter, tragfähiger Schicht darüber	3 Personen gleichzeitig in Abfahrt	3 Pers. erfasst, 1 Pers. tot
B	24.3.95	2	2	Abfahrt	Stabile Altschneedecke. Verbindung Neuschnee zu Altschnee noch störanfällig	Einzelabfahrt durch den Hang	1 Pers. erfasst, teilverschüttet, unverletzt
C	28.4.86	2	3	Aufstieg	FrISCHE Triebsschneeanstimmungen	Entlastungsabstände im Aufstieg	9 Pers. erfasst, 3 Pers. tot

Details zum Fallbeispiel



Die Anzahl der erfassten Personen auf Touren und Variantenabfahrten pro Gefahrenstufe. Die meisten Tourenfahrer werden bei „mässig“, die meisten Variantenfahrer bei „erheblich“ erfasst. Total wurden 1100 Personen in Skifahrerlawinen erfasst.



Der Risiko-Index für einen Personenschaden auf Touren und bei Variantenabfahrten. Als Basis wurde der Index für Touren bei Gefahrenstufe „gering“ als 1 gesetzt. Der Risiko-Index steigt bei Variantenabfahrten mit der Gefahrenstufe deutlich stärker an als bei Touren.

Überlegungen können Grund für diese Unterschiede sein:

Tourenunfälle

Auf Touren geraten am meisten Personen bei der Bulletinstufe „mässig“ in eine Lawine. Die meisten Todesopfer sind aber bei „erheblich“ zu beklagen. Das Risiko eines Personenschadens ist bei „mässig“ und „erheblich“ praktisch gleich. Dies hat mit dem vorsichtigeren Verhalten von Tourenfahrern bei „erheblich“ zu tun und auch damit, dass bei „mässig“ vermutlich deutlich mehr Leute auf Tour gehen als bei „erheblich“. Die Lawinenauslöswahrscheinlichkeit und die Anzahl der Gefahrenstellen sinken zwar von „erheblich“ zu „mässig“, aber mit dem Befahren von lawinenträchtigeren Hängen bei „mässig“ sinkt das allgemein eingegangene Risiko auf Touren von „erheblich“ zu „mässig“ nicht

wesentlich. Hinzu kommt, dass die Lawinengefahr bei Stufe „mässig“ im Gelände schwierig einzuschätzen ist, weil häufig deutliche Gefahrenzeichen wie frische Lawinen, neue Trieb-schneeansammlungen oder Wumm-Geräusche fehlen. Lawinenunfälle, bei denen Experten (Bergführer, Tourenleiter, ...) beteiligt waren, kamen denn auch bei Gefahrenstufe „mässig“ am häufigsten vor.

Varianteunfälle

Am meisten Lawinenunfälle im Variantenbereich ereignen sich bei Stufe „erheblich“, mehr als doppelt so viele wie bei „mässig“. Auch die meisten Todesopfer sind bei „erheblich“ zu beklagen. Das Risiko eines Personenschadens steigt bei Variantenabfahrten exponentiell mit der Gefahrenstufe an. Dies kann folgende Gründe haben:

- Das vorherrschende Verhalten bei Variantenabfahrten ist offensiver als bei Touren, jedenfalls bei hohen Gefahrenstufen. Vor allem nach Neuschneefällen werden viele Varianten gefahren und dann ist häufig auch die Gefahrenstufe hoch.
- Viele Hänge werden bereits bei „erheblich“ befahren, sodass dann an darauffolgenden Tagen mit häufig „mäßiger“ Lawinengefahr bereits weniger unverspurte Hänge vorhanden sind und die Lawinenauslöswahrscheinlichkeit schon deshalb sinkt.
- Die Zahl der unerfahrenen Personen im Variantengelände ist größer als unter Tourenfahrern.

Fazit

Die meisten tödlichen Lawinenunfälle sind heutzutage Skifahrerlawinen. 45 % davon ereignen sich bei der Lawinengefahrenstufe „erheblich“, 30 % bei „mässig“. Die meisten der Variantenunfälle geschehen bei „erheblich“, die Tourenunfälle sind bei „mässig“ häufiger. Mit dem zur Zeit vorherrschenden Begehungsverhalten von Wintersportlern haben Skifahrerlawinen bei allen Lawinengefahrenstufen ähnliches Ausmaß und Geländecharakteristik. Die typische Skifahrerlawine ist unabhängig der Gefahrenstufe 200 m lang, 60 m breit und hat eine Anrissmächtigkeit von 50 cm. Sie ist 35° bis 40° steil, nördlich exponiert und befindet sich in muldenförmigen oder in felsdurchsetzten, kammnahen Gelände. Die Häufigkeit von Unfalllawinen sowie deren Anzahl ist abhängig von der herr-

schenden Gefahrenstufe und dem Verhalten der Wintersportler.



Stephan Harvey, 33, ist am SLF mit dem Erstellen des Lawinenbulletins und dem Auswerten von Lawinenunfällen beschäftigt. Im Gebirge ist er nicht nur privat sondern auch einige Wochen im Jahr als Bergführer unterwegs.

Literatur

Schweizer J.: Was ist eine Skifahrerlawine? Die Alpen 1/2000
Signorell C.: Skifahrerlawinenunfälle in den Schweizer Alpen – Eine Auswertung der letzten 30 Jahre. Diplomarbeit, Geographisches Institut Universität Basel und SLF, 2001.
Tschirky F., Brabec B., Kern M.: Lawinenunfälle in den Schweizer Alpen – Eine statistische Zusammenstellung mit den Schwerpunkten Verschüttung, Rettungsmethoden und Rettungsgeräte. Sonderdruck: Durch Lawinen verursachte Unfälle im Gebiet der Schweizer Alpen, Eidg. Institut für Schnee und Lawinenforschung (SLF) Davos, 2000.

Anmerkungen:

- 1 Erstellt wurde die Schadenlawinendatenbank ursprünglich im Rahmen des Nationalfonds Projektes 31 („Klimaveränderungen und Naturkatastrophen“). Dort wurden alle natürlich ausgelösten Schadenlawinen erfasst. Vor allem mitgewirkt haben dort Martin Latenser und Martin Schneebeil. Stephan Harvey hat mit grosser Unterstützung von Frank Tschirky, Hansjörg Etter, Jürg Schweizer, Chatriña Signorell und Cornelia Züger die bereits bestehende Datenbank für Skifahrerlawinen erweitert. Für die Eingabe der Schadenlawinen von 1999 waren Michael Bründl und Pascal Sieber verantwortlich.
- 2 Bei den Skifahrerlawinenunfällen musste auf Auswertungen mit Gefahrenstufe „sehr gross“ verzichtet werden, da in dieser Kategorie sehr wenig Unfallereignisse zu verzeichnen sind.
- 3 Um das individuelle Lawinenrisiko für eine Einzelperson zu berechnen, müsste die Anzahl Personen in potentiellen Gefahrenbereichen für jede Gefahrenstufe bekannt sein (effektives Schadenpotential).

