

# Lawinenrisiko auf Skitouren

Das Lawinenrisiko ist mit dabei auf jeder Skitour. Jetzt zeigt sich, dass es mit der Gefahrenstufe noch stärker ansteigt als bisher angenommen. Die neuen Erkenntnisse unterstreichen, wie wichtig es ist, bei der Entscheidungsfindung das Lawinenbulletin zu berücksichtigen.

Von Kurt Winkler (SLF), Frank Techel (SLF) und Günter Sch mudlach (Skitouren guru)





# Aufs Bulletin achten lohnt sich!

**Wer sich ins verschneite Gebirge begibt, setzt sich der Lawinengefahr aus und geht damit unweigerlich ein gewisses Risiko ein. Absolute Sicherheit bietet nur der totale Verzicht. Im Lawinenbulletin wird die Lawinengefahr beschrieben. Das persönliche Risiko hängt aber nicht nur von der Gefahr ab, sondern davon, bei welcher Gefahr wir welche Hänge befahren. Damit stellt sich die Frage, wie stark Tourengänger die Gefahrenstufe bei ihrer Geländewahl berücksichtigen und wie sich das Risiko mit der Lawinengefahr ändert. Eine wissenschaftliche Studie liefert Antworten (Winkler et al., 2021).**



## Tourentätigkeit

Wann werden welche Skitouren gemacht? Eine Sammlung von 7.000 im Feld aufgezeichneten GPS-Tracks gibt Aufschluss zur Tourentätigkeit in der Schweiz (Skitouren-guru, 2020). Die Tracks wurden in den Wintern 2005/06 bis 2018/19 in der Schweiz aufgenommen und enthalten insgesamt über 20.000 km Strecke in potenziellen Lawinengelände.

Die GPS-Tracks zeigen, dass Tourengänger ihre Tour den Verhältnissen anpassen, indem sie bei den höheren Gefahrenstufen das potenzielle Lawinengelände zu einem gewissen Grad meiden. So werden bei „erheblich“ (Stufe 3) pro Tag weniger Skitouren

unternommen und diese sind auch kürzer als bei den niedrigeren Stufen. Zudem wird bei „erheblich“ ein größerer Anteil der Strecke außerhalb des potenziellen Lawinengeländes zurückgelegt. Bei „groß“ (Stufe 4) werden kaum noch Touren unternommen. Dieser Verzicht reduziert die Unfallzahlen deutlich. Er ist in den Risikoberechnungen berücksichtigt, weil sich die Studie auf Punkte im potenziellen Lawinengelände beschränkt.

Auch wenn nur die Strecken innerhalb des potenziellen Lawinengeländes betrachtet werden, zeigt sich eine Anpassung der Tourenwahl an die Verhältnisse. Je höher die Gefahrenstufe, desto

**| flacher das Gelände.** Der Median der Hangneigung (also der mittlere Wert, d. h., es gibt gleich viele flachere wie steilere Punkte) nimmt von einer Gefahrenstufe zur nächsten aber nur um  $0,7^\circ$  ab.

**| flacher die Schlüsselstelle.** Der Median der steilsten 100 m pro Tour nimmt pro Gefahrenstufe um  $2^\circ$  ab, bei „erheblich“ sind es aber immer noch  $37^\circ$ .

**| weiter unten werden die Touren unternommen.** Der Median fällt von 2.229 m bei „gering“ (Stufe 1) auf 2.002 m bei „erheblich“.

Damit fällt die Anpassung des Geländes innerhalb des potenziellen Lawinengeländes vergleichsweise klein aus. So klein, dass sie im Folgenden vernachlässigt wird.



## Unfälle

In der Datenbank des SLF finden sich im gleichen Zeitraum 784 auswertbare Unfall-lawinen auf Ski- und Snowboardtouren. Unfälle mit ernstesten Konsequenzen sind dort praktisch vollständig erfasst, glimpflich abgelaufene dagegen nur sehr lückenhaft. Unfälle mit ernstesten Konsequenzen erhalten damit deutlich mehr Gewicht in der Auswertung. Das ist gut so, denn es sind ja vor allem die schweren Unfälle, die verhindert werden sollen.



## Risiko

Definiert wurde das Risiko als die Wahrscheinlichkeit, an einem bestimmten Punkt im Gelände von einer Lawine erfasst zu werden, welche Eingang in die Schadenslawinendatenbank des SLF fand. Das Risiko kann damit berechnet werden als: Unfälle geteilt durch Begehungen.

Weil der GPS-Datensatz längst nicht alle Skitouren enthält, die in der Schweiz unternommen wurden, können keine absoluten, sondern nur relative Risiken berechnet werden. Also unter welchen Bedingungen sich das Risiko wie stark erhöht oder reduziert (Risk Ratio; Wikipedia, 2021).



## **d** Das Lawinenrisiko vervierfacht sich von einer Gefahrenstufe zur nächsten

Werner Munter (1997) ging in seiner professionellen Reduktionsmethode (PRM) von einem exponentiellen Anstieg der Lawinengefahr mit einer Verdoppelung pro Gefahrenstufe aus (blau gepunktet in Abb. 1). Diese Kurve ist heute sehr präsent, vom Merkblatt „Achtung Lawinen“ bis zur Interpretationshilfe des SLF (SLF, 2021, Abb. S. 27). Auch die neue Studie zeigt einen annähernd exponentiellen Anstieg des Risikos, aber mit einer Vervierfachung des Risikos von einer Gefahrenstufe zur nächsten (schwarze Kurve in Abb. 1).

Genauer gesagt: einer Verfünffachung von „gering“ zu „mäßig“ (Stufe 2) und einer Verdreifachung von „mäßig“ zu „erheblich“. Bei „groß“ kann das Risiko nicht berechnet werden, weil praktisch keine Tourengerer unterwegs sind und sich entsprechend auf Skitouren auch kaum Unfälle ereignen. Dies im Gegensatz zum Freeriden.

## **k** Kritische Expositionen und Höhenlagen

Im Schweizer Lawinenbulletin werden normalerweise die besonders betroffenen („kritischen“) Expositionen und Höhenlagen angegeben (Abb. 3). Gemäß Interpretationshilfe (SLF, 2021) gilt die Gefahrenstufe nur in Hängen, die beide Kriterien erfüllen. Dort

(rote Kurve in Abb. 1) ist das Risiko sechsmal höher als in den übrigen Hängen (orange Kurve). Die „Einstufenregel“ und die Annahme in der Grafischen Reduktionsmethode (GRM), wonach die Gefahr in den übrigen Expositionen und Höhenlagen etwa eine Stufe tiefer sei, wird damit bestätigt. Die Autoren dieser Methoden hatten korrekt erkannt, dass die in der PRM vorgesehene Reduktion um 2 Gefahrenstufen in vielen Fällen zu hoch ausfällt. Die neuen Daten zeigen eine so starke Reduktion des Risikos nur in Hängen, die beide Kriterien (Höhe und Exposition) nicht erfüllen oder weit (mehr als 400 m) unter der kritischen Höhe liegen.

## **v** Vorsicht bei schwachem Altschnee

Die typischen Lawinenprobleme beschreiben nicht das Ausmaß der Gefahr, sondern ihre Art. Sie sollen helfen, sich auf das Wesentliche zu fokussieren, die Planung unterstützen und die Trefferquote bei der Einzelhangbeurteilung erhöhen.

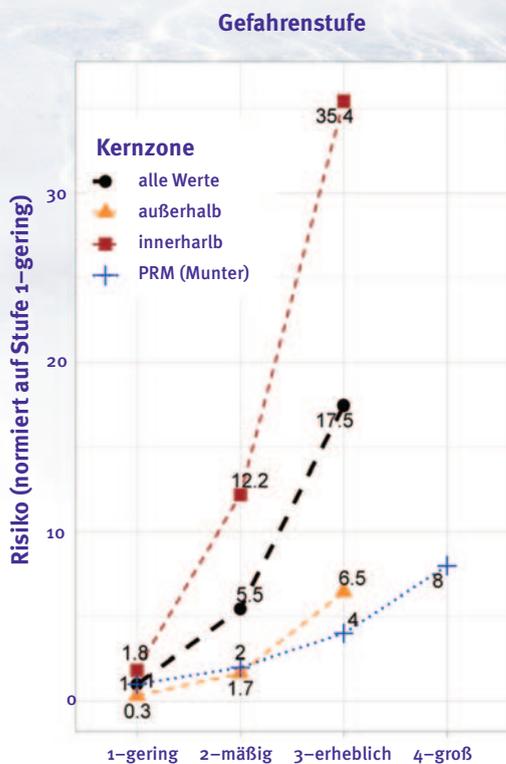
Besonders gefürchtet ist das Altschneeproblem, und das zu Recht: Das Risiko ist bei gleicher Gefahrenstufe  $1\frac{1}{2}$ -mal so hoch wie bei den anderen Lawinenproblemen. Im Vergleich zu den Gefahrenstufen sowie den kritischen Höhenlagen und Expositionen ist dieser Einfluss jedoch deutlich kleiner (Abb. 2). Interessanterweise zeigt sich dieser Effekt erst in den Wintern 2019/20

und 2020/21, seit die Lawinenwarner des SLF die Lawinenprobleme regelbasiert und damit einheitlicher einschätzen. Klare Regeln mit definierten Grenzwerten scheinen sich auch hier zu lohnen. Neben den Verhältnissen haben auch Art und Lage der Hänge einen großen Einfluss auf das Risiko, ganz unabhängig von der Lawinenprognose:

## **i** Je weiter oben, desto höher das Risiko

In den Schweizer Alpen finden Skitouren typischerweise auf 2.140 m ü. M. statt (Median, d.h., es gibt gleich viele Begehungspunkte weiter unten wie weiter oben; blaue Kurve in Abb. 4), die Unfälle geschehen aber meistens weiter oben, typischerweise auf 2.460 m (orange Kurve). Unfälle geteilt durch die Begehungen, ergibt das Risiko (rote Kurve). Dieses steigt von 1.600 m bis 2.700 m massiv an. Noch weiter oben scheint es eher wieder abzunehmen. Weil im Hochgebirge nicht nur die Luft, sondern auch die Datenlage dünn wird, ist dieser Abfall aber unsicher. Wer gelernt hat, dass es auch unter der Waldgrenze Lawinen gibt, die Verhältnisse dort aber trotzdem oft günstiger sind als weiter oben, liegt richtig. Neu ist die Erkenntnis, dass das Risiko auch oberhalb der Waldgrenze kontinuierlich weiter zunimmt. Trotz ihres großen Einflusses wurde die Meereshöhe in den Reduktionsmethoden (und allen anderen in Europa üblichen

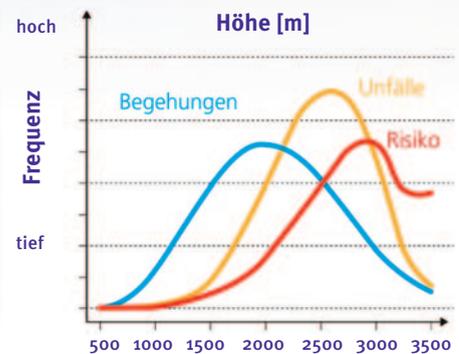




**Abb. 3 (oben)** Die kritischen Expositionen und Höhenlagen im Schweizer Lawinenbulletin (schwarz) beziehen sich auf die Gefahrenstufe und nicht wie in gewissen anderen Ländern auf das Lawinenproblem. Damit gibt es in der Schweiz nur ein Set von kritischen Expositionen und Höhenlagen. In Hängen, die beide Kriterien erfüllen, gilt die Gefahrenstufe. Hier z. B. in Hängen der Expositionen West über Nord bis Ost oberhalb von 2.200 m.

**Abb. 1** Das Lawinenrisiko vervierfacht sich von einer Gefahrenstufe zur nächsten (schwarze Kurve). Liegt ein Hang also z. B. in einem Gebiet mit Gefahrenstufe „erheblich“, so ist das Lawinenrisiko 17-mal größer, als wenn dort „gering“ vorhergesagt ist. Liegt der Hang sowohl innerhalb der im Lawinenbulletin angegebenen Höhenlagen als auch Expositionen („Kernzone“, rot), so ist das Lawinenrisiko etwa 6-mal höher als außerhalb (orange). Blau gestrichelt die in der PRM angenommene Verdoppelung des Gefahrenpotenzials pro Gefahrenstufe.

**Abb. 2** Lawinenrisiko in Abhängigkeit von der Gefahrenstufe (schwarze Kurve). Mit Altschneeproblem (rot) ist es etwa 1½-mal so hoch wie ohne (orange). Dargestellt sind nur die Daten der Winter 2019/20 und 2020/21. Das erklärt den Unterschied in der schwarzen Kurve im Vergleich zu Abb. 1.



**Abb. 4** Touren (blaue Kurve) werden oft weiter unten unternommen, als die meisten Unfälle geschehen (orange Kurve). Das bedeutet, dass das Risiko mit der Höhe massiv ansteigt (rote Kurve). Die y-Achse zeigt die Wahrscheinlichkeitsdichte, also wie oft ein bestimmter x-Wert (relativ zu den anderen) vorkommt.



strategischen Methoden) bisher nicht direkt berücksichtigt. Um klimatologische Unterschiede zu berücksichtigen, könnte statt der Höhe über Meer auch die Höhe über der Waldgrenze verwendet werden. In der Studie zeigte dies eine leicht stärkere Korrelation.

### **In Nordhängen ist das Risiko höher, aber weniger deutlich als bisher angenommen**

Am meisten Unfälle ereignen sich in Nordhängen, diese werden aber auch häufiger befahren – der Pulverschnee lässt grüßen. Das Risiko in Nordhängen (nördliche Hälfte, W-N-E) ist damit 1,7-mal so hoch wie in Südhängen (Abb. 5). Statt des viel zu hohen Reduktionsfaktors „Verzicht auf Nord“ der PRM werden besser die im Lawinenbulletin angegebenen Expositionen berücksichtigt.

### **Je steiler, desto höher das Risiko**

Die Morphologie ist wichtig, aber es sind noch viele Fragen offen: Wo müssen wir die Neigung messen? Gibt es noch weitere Hangeigenschaften wie Größe, Krümmung oder Bewaldung zu berücksichtigen? Sollen wir auch gleich noch versuchen, Konsequenzen wie Absturz oder Geländefallen miteinzubeziehen? Sollen wir bloße Hangneigungskarten oder besser eine Klassierung des Lawinengeländes verwenden?

Unabhängig vom genauen Ansatz zeigt sich stets dasselbe: Am häufigsten wird „mäßig“ steiles Gelände betreten (blaue Kurve in Abb. 6), am meisten Lawinenunfälle ereignen sich aber in sehr steilen Hängen. Wird die Neigung in den obersten 60 m der Lawine gemittelt, so liegt dieser Wert bei etwa 36° (orange Kurve). Damit steigt das Lawinenrisiko von 30° bis 40° massiv an und bleibt auch in noch steileren Hängen hoch (rote Kurve in Abb. 6).

### **Risikobasierte Reduktionsfaktoren**

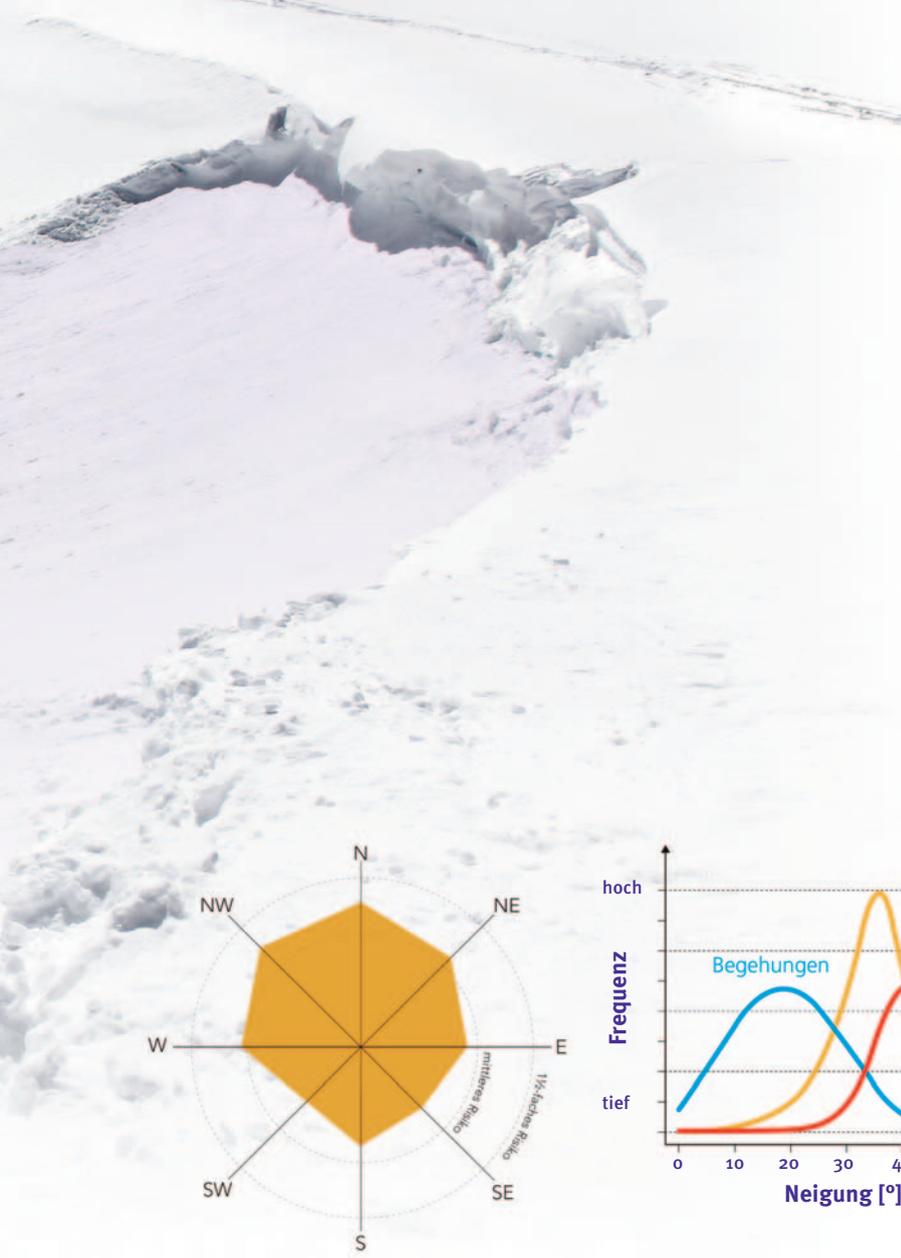
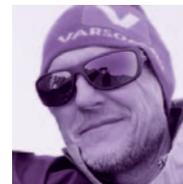
Die Risikoberechnungen bestätigen sowohl die Einstufenregel als auch die grafische Reduktionsmethode, so dass beide weiterhin angewandt werden können. Schon Werner Munter (1997) hielt fest, dass in Mulden jeweils die ungünstigste Exposition beurteilt werden sollte. Auch das wird bestätigt. Die Auswertungen legen nahe, dass es in folgenden Fällen sogar möglich ist, von einer um zwei Gefahrenstufen kleineren Gefahr auszugehen (Tab. 1):

- in Hängen, die *sowohl* unterhalb der kritischen Höhenlage *als auch* vollständig außerhalb der kritischen Expositionen liegen.
- in Hängen, die *weit unterhalb* der kritischen Höhenlage liegen (mehr als 400 m). Führt diese Reduktion zu weniger als Gefahrenstufe „gering“ (also einer Unterschreitung der Skala), so bedeutet das nicht, dass dort gar kein Lawinenrisiko besteht. Aber es

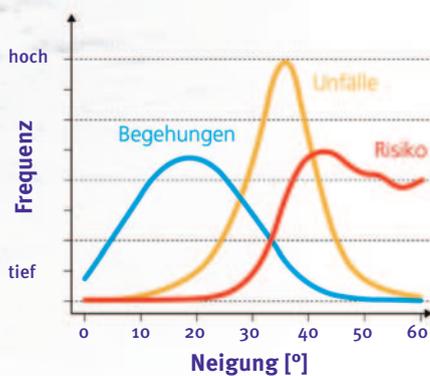
ist statistisch gesehen nochmals deutlich kleiner als bei „gering“. Die vorgeschlagenen Reduktionsfaktoren berücksichtigen die wichtigsten Einflussgrößen in groben Klassen. In Wirklichkeit macht das Risiko aber keine Sprünge an den Klassengrenzen, sondern ändert sich allmählich. Zudem bleiben andere, nicht ganz so wichtige Einflussgrößen wie Nordhänge oder Altschneeproblem unberücksichtigt, damit die Methode nicht allzu kompliziert wird. Computergestützte Risikoberechnungen bieten diesbezüglich mehr Möglichkeiten.

### **Lawine im Einzelhang – ja oder nein?**

Löse ich eine Lawine aus, wenn ich jetzt diesen Hang befahre? Weder diese Studie noch das Lawinenbulletin können die Gretchenfrage der Tourengänger abschließend beantworten. Aber, Hand aufs Herz, das kann auch kein anderes Verfahren und kein Experte dieser Welt. Die Berechnungen basieren auf realen Unfällen, die von Einsteigern bis zu Experten verursacht wurden. Vermutlich hat keiner von ihnen mit einer Auslösung gerechnet. Wir müssen uns damit abfinden, dass es beim heutigen Stand des Wissens lediglich möglich ist, die Wahrscheinlichkeit einer Lawinenauslösung in etwa abzuschätzen. Auf Skitouren geht es deshalb nicht um absolute Sicherheit, sondern um eine Beschränkung des Risikos auf ein vertretbares Maß.



**Abb. 5 Südhänge bergen ein kleineres Risiko – aber nicht so viel.**



**Abb. 6 In dieser Studie wurde nur potenzielles Lawinengelände ausgewertet.**

Trotzdem liegt ein Großteil der GPS-Punkte in mäßig steilem Gelände (die blaue Kurve zeigt die Neigung direkt bei den GPS-Punkten), die meisten Unfälle geschehen in Hängen mit etwa 36° Neigung (die orange Kurve zeigt die durchschnittliche Neigung in den obersten 60 m der Lawine). Damit steigt das Risiko mit der Neigung massiv an (rote Kurve).

kritische Höhe	kritische Exposition	
	(vollständig oder teilweise) innerhalb	vollständig außerhalb
oberhalb	keine Reduktion	eine Stufe weniger
knapp unterhalb (0 bis 400 m)	eine Stufe weniger	zwei Stufen weniger
weit unterhalb (>400 m)	zwei Stufen weniger	zwei Stufen weniger

**Tab. 1 Risikobasierte Reduktionsfaktoren bei Verzicht auf Hänge einer bestimmten Höhenlage und Exposition** (in Bezug auf die im Lawinenbulletin erwähnten „kritischen“ Höhenlagen und Expositionen).



## Gezielter Verzicht

Gefährliche Hänge können wir nur meiden, wenn wir sie schon im Voraus erkennen. Je zuverlässiger uns das gelingt, desto gezielter und damit kleiner ist der nötige Verzicht. Kann das Lawinenbulletin einen Beitrag dazu leisten, wenn doch in der Interpretationshilfe (SLF, 2021) steht: „Eine Gefahrenstufe gilt immer für eine Region und kann die Besonderheiten eines bestimmten Einzelhanges nicht abbilden“? Die Besonderheiten eines Einzelhanges werden vom Bulletin nicht beschrieben, die müssen wir anhand von Beobachtungen vor Ort beurteilen. Bevor wir uns um die Besonderheiten kümmern, müssen wir aber erst einmal den Normalfall kennen – und da kommen Lawinenbulletin und Statistik ins Spiel: Je höher die Gefahrenstufe in einer Region, desto mehr Stellen sind vorhanden, wo die Schneedecke so schwach ist, dass eine Lawine ausgelöst werden kann. Mit mehr Gefahrenstellen steigt auch die Wahrscheinlichkeit, dass wir in unserem Einzelhang eine treffen.



## Empfehlung

Das stark steigende Risiko zeigt, dass mit der Gefahrenstufe nicht nur die Anzahl der Gefahrenstellen, sondern auch die Wahrscheinlichkeit eines Lawinenunfalls stark zunimmt. Am besten wählen wir deshalb schon von Anfang an ein Gebiet mit günstigerer Lawinensituation, denn dort kriegen wir mit weniger Verzicht mehr Sicherheit. Sind wir schon irgendwo und müssen mit den Verhältnissen leben, die da herrschen, dann wählen wir bei „erheblich“ am besten eine Tour in den weniger gefährlichen Expositionen und Höhenlagen, nicht zu hoch und nicht zu steil. Was etwa vertretbar scheint, können wir z. B. mit der GRM, der SnowCard oder Stop or Go abschätzen. Oder wir machen es uns bequem und wählen eine Tour von Skitouren guru. Dort hat ein Algorithmus für uns das statistische Lawinenrisiko aus noch mehr Faktoren berechnet und die Routen entsprechend eingefärbt.

Unterwegs dürfen wir die bereits gewonnenen Informationen nicht ohne Not wegwer-

fen. Auch wenn alles andere als perfekt, sind sie doch immerhin eine gute Annahme. Nobelpreisträger Daniel Kahneman (2021) erklärt in „Noise“, warum wir für gute Prognosen alle relevanten Informationen verwenden sollten, und nur diese. Die Risikoberechnungen zeigen, dass Gefahrenstufe, Kernzone und ein Neigungswert solche Faktoren sind. Der Nutzen der Einzelhangbeurteilung wurde vermutlich nie untersucht, aber für die Autoren steht außer Frage, dass er vorhanden ist. Für uns Skitourengeher heißt das, beide Informationen zu nutzen, also das statistische Risiko als Referenzwert mit in jeden Einzelhang zu nehmen und unterwegs Informationen zu sammeln, um damit in jedem Einzelhang den Referenzwert zu korrigieren. Je eindeutiger die Informationen sind und je besser wir sie auswerten können, desto stärker die Korrektur. Für einen sehr steilen Hang innerhalb der kritischen Höhenlage und Expositionen bedarf es bei „erheblich“ aber schon guter Gründe, um ihn zu befahren, denn bei solchen Hängen kam es in der Vergangenheit viel häufiger zu Unfällen als sonstwo.

Der Datensatz stammt aus der Schweiz. Die Resultate dürften sich auf andere Alpenländer mit ähnlicher Schneedecke und ähnlicher Topografie übertragen lassen.

Voraussetzung ist, dass der jeweilige Warndienst eine möglichst ähnliche Gefahreinschätzung vornimmt. Während dies bei den Gefahrenstufen oft relativ gut gegeben ist, könnten die Angaben zur Kernzone stärker variieren. Auf das Variantengelände lassen sich die Resultate nicht übertragen. Dort beobachten wir eine andere Schneedecke, ein anderes Verhalten und als Folge auch eine andere Verteilung der Unfälle.



## Fazit

Auf Skitouren wird ab „erheblich“ seltener potenzielles Lawinengelände betreten als bei den niedrigeren Stufen. Wenn aber Lawinengelände betreten wird, dann ist es bei den verschiedenen Gefahrenstufen recht ähnlich. Der Anstieg des Gefahrenpotenzials wird damit bei weitem nicht kompensiert durch eine Anpassung des Verhaltens an die Verhältnisse. Skitourengeher akzeptieren stattdessen (im Durchschnitt) einen

starken Anstieg des Risikos mit der Gefahrenstufe. Auch wenn die Berechnungen (wie in jeder Studie) gewisse Unsicherheiten enthalten, dürfen wir von folgenden Risikofaktoren ausgehen:

■ Das Risiko vervierfacht sich von einer Gefahrenstufe zur nächsten. Die Gefahrenstufe fällt damit noch mehr ins Gewicht als bisher angenommen.

■ In Hängen, die sowohl bezüglich Höhe als auch Expositionen im kritischen Bereich gemäß Lawinenbulletin liegen, ist das Risiko sechsmal höher als in den übrigen Hanglagen.

■ Je höher gelegen und je steiler das Gelände ist, desto höher ist das Risiko.

Auch Nordhänge und das Altschneeproblem stellen ein höheres Risiko dar. Im Vergleich zur Gefahrenstufe und zu den kritischen Höhenlagen und Expositionen sind diese Einflüsse aber deutlich kleiner.

Ein bei allen Gefahrenstufen gleich großes Lawinenrisiko wäre kein vernünftiges Ziel. Dann könnten wir nämlich bereits bei „mäßig“ kaum noch Touren unternehmen, weil das Risiko 5-mal so hoch ist wie bei „gering“. Oder aber wir müssten bei „gering“ viel mehr Steilhänge befahren, um das Risiko bei „gering“ so weit hochzuschrauben, dass wir bei demselben Risiko auch bei „mäßig“ noch anständige Touren machen können. Das Risiko darf also durchaus abhängig sein von der Gefahrenstufe. Die Frage ist vielmehr, welches Risiko noch akzeptabel ist, und das ist eine individuelle Entscheidung. Die Studie kann helfen, das Risiko schon in der Planung abzuschätzen und Hänge mit einem zu großen Risiko auszuschließen. Diesen Referenzwert sollten wir mit nach draußen nehmen und bei neuen Erkenntnissen anpassen.

Trotz gelegentlicher Fehlprognosen: Auf's Lawinenbulletin hören lohnt sich. Und trotz gelegentlicher Fehleinschätzungen natürlich auch, unterwegs eine besonnene, lokale Risikoeinschätzung durchzuführen.



## Beziehung zwischen Gefahr und Risiko

Das Lawinenbulletin beschreibt die Gefahr, also die Möglichkeit von Lawinenauslösungen. In der Studie berechnet wurde das Risiko. Es entsteht, wenn sich jemand (bei uns ein Tourengesher) der Gefahr aussetzt. Auf Skitouren, wo die meisten Opfer „ihre“ Lawine selbst auslösen, hängt das Risiko von folgenden Einflussgrößen ab:

**Gefahr.** Je mehr potenzielle Auslösestellen („Gefahrenstellen“) vorhanden sind, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, unterwegs eine davon zu treffen und eine Unfalllawine auszulösen. Die Anzahl Gefahrenstellen kombiniert zwei der drei Einflussgrößen, die die Lawinengefahr bestimmen, nämlich die Schneedeckenstabilität (hier: Orte, an denen eine Auslösung durch einen Menschen möglich ist) und die Häufigkeit dieser Stellen. Die Häufigkeit der Gefahrenstellen ändert sich im Laufe der Zeit, aber auch mit Geländeeigenschaften wie Höhe oder Exposition und mit der Morphologie des Hanges (z. B. Hangneigung, Krümmung oder Bewaldung). Die dritte Einflussgröße in der Definition der Gefahrenstufe ist die Lawinengröße. Weil sie sich für Personenlawinen zumindest bei den Stufen 1 bis 3 praktisch nicht ändert (Schweizer et al., 2019), brauchen wir uns hier nicht darum zu kümmern und können die Häufigkeit der Gefahrenstellen mit der Gefahr gleichsetzen. Bei korrekter Prognose korreliert sie mit der prognostizierten Gefahrenstufe.

**Exponierung.** Ein Tourengesher setzt sich der Lawinengefahr aus – er exponiert sich, wenn er potenzielles Lawinengelände betritt. Wie hoch sein Risiko bei einer bestimmten Lawinengefahr ist, hängt von seiner Geländewahl ab.

**Verletzlichkeit.** Die Folgen für einen Tourengesher, wenn er von einer bestimmten Lawine erfasst wird, hängen u. a. vom Standort in Bezug auf die Lawine, von der Morphologie des Hanges und von den verwendeten Rettungsgeräten ab (z. B. Airbag-Rucksack). Wir vernachlässigen diese Einflussgröße, weil wir davon ausgehen, dass bei den meisten Unfällen die Konsequenzen ähnlich gravierend sind. Bei den Berechnungen verwendeten wir lediglich Unfälle aus der Schadenlawinendatenbank des SLF.

Damit werden schwere Unfälle deutlich höher gewichtet, weil sie in der Datenbank praktisch vollständig, glimpflich verlaufene Unfälle aber nur lückenhaft erfasst sind.

Das statistische Lawinenrisiko hängt also vor allem von der Häufigkeit der Gefahrenstellen und dem Verhalten der Tourengesher ab. Dass Tourengesher ab „erheblich“ das potenzielle Lawinengelände bis zu einem gewissen Grad meiden, verfälscht die Risikoberechnung nicht, weil nur Punkte in potenziellem Lawinengelände verwendet und die Unfallzahlen durch die Begehungszahlen geteilt werden. Wird potenzielles Lawinengelände betreten, hat dieses unabhängig von der Gefahrenstufe recht ähnliche Eigenschaften. Damit wird das (statistische) Risiko annähernd proportional zur Gefahr. Die kleine Anpassung des Geländes an die Verhältnisse bewirkt, dass das berechnete Risiko mit der Gefahrenstufe wohl etwas weniger stark ansteigt als die Anzahl der Gefahrenstellen. ■

### Literatur

- Kahneman, Daniel; Sibony, Olivier; Sunstein, Cass R. (2021): *Noise: A Flaw in Human Judgment*. Little, Brown Spark, New York
- Munter, Werner (1997): *3x3 Lawinen. Entscheiden in kritischen Situationen*. Pohl & Schellhammer, Garmisch-Partenkirchen, Deutschland
- Sch mudlach, Günter; Köhler, Jochen (2020): Quo vadis Lawinenkunde. *bergundsteigen* #113: 92–100.
- Schweizer, Jürg; Techel, Frank; Mitterer, Christoph; Reuter, Christoph (2019): Wie viele sind viele? Ein Versuch die Gefahrenstufe zu quantifizieren. *bergundsteigen* #105: 48–54.
- Skitourenguru (2020): *Avalanche Risk Property Dataset (ARPD)*, User Manual. <https://info.skitourenguru.ch/index.php/data/212-arpd> (besucht: 17.12.2021)
- SLF (2021): *Interpretationshilfe zum Lawinenbulletin*. Ausgabe November 2021. SLF, Schweiz
- Wikipedia (2021): *Relative Risk und Risk Ratio*. [https://en.wikipedia.org/wiki/Relative\\_risk](https://en.wikipedia.org/wiki/Relative_risk) (besucht: 24.12.2021)
- Winkler, Kurt; Sch mudlach, Günter; Degrauwe, Bart; Techel, Frank (2021): On the correlation between the forecast avalanche danger and avalanche risk taken by back-country skiers in Switzerland. *Cold Regions Science and Technology*, 188: 103299 (17 pp.). doi: 10.1016/j.coldregions.2021.103299

Fotos: Lawinenwarndienst Tirol

