

Die Gefahrenstufe

Teufelszeug oder Allheilmittel?

Kein Lawinenlagebericht ohne Gefahrenstufe. Sie ist ganz oben in der Informationspyramide angeordnet und wird somit in den Lawinenlageberichten prominent kommuniziert. Den einen ist sie Ausdruck einer unerträglichen Vereinfachung, den anderen ist sie das Maß aller Dinge. Als heimlicher Trittbrettfahrer ist sie mit dabei auf jeder Skitour. Doch was drückt die Gefahrenstufe eigentlich aus? Was weiß die Wissenschaft über die Gefahrenstufe? Und wie sieht ein rationaler Umgang mit dieser Größe aus?

Von Günter Schudlach und Jochen Köhler



Bei routinierten Skitourengängern lässt sich beobachten, dass mit zunehmender Erfahrung auch die Skepsis gegenüber der Gefahrenstufe zunimmt.

Was ist die Gefahrenstufe?

Vor über 25 Jahren haben sich die Lawinendienstleister Europas auf eine gemeinsame Lawinengefahrenstufenskala geeinigt. Sie umfasst fünf Stufen, wovon in der Praxis für den Schneesport nur die unteren vier Stufen relevant sind. Die Gefahrenstufe hängt gemäß Definition von den folgenden drei Faktoren¹ ab:

- Schneedeckenstabilität (sehr schwach, schwach, mittel, gut)
- Häufigkeit der Gefahrenstellen (keine, wenige, einige, viele)
- erwartete Lawinengröße (klein, mittel, groß, sehr groß, extrem groß)²

Die Bestimmung dieser Faktoren bedarf einer anspruchsvollen Definition und Einordnung in die jeweilige Skala – was bedeutet z. B. „schwach“, „wenige“ oder „sehr groß“. Die Einschätzung dieser drei Faktoren ist deshalb mit großen Unsicherheiten behaftet.

Die Gefahrenstufen im Lawinenlagebericht sind das Resultat einer strukturierten Experteneinschätzung. Diese wird anhand von Beobachtungen (Stabilitätstests, Schneeprofilen, Lawinenbeobachtungen, Alarmzeichen usw.), Messdaten, Wetterprognose und KI-Modellen³ getroffen. Dabei wird die Gefahrenstufe für großflächige Warnregionen (~15 x 15 km) ausgegeben. Die starke räumliche Verallgemeinerung spiegelt die Unsicherheit der Information wider.

Wegen der einfachen Verständlichkeit ist die Gefahrenstufe in der Skitouren-Community allgemein bekannt und beliebt. Eine Befragung durch den DAV auf den Gipfeln der Bayerischen Alpen zeigte, dass immerhin zwei Drittel der Skitourengehenden die Gefahrenstufe kannten, die am fraglichen Tag Gültigkeit hatte.⁴

Bei routinierten Skitourengehenden lässt sich andererseits beobachten, dass mit zunehmender Erfahrung auch die Skepsis gegenüber der Gefahrenstufe zunimmt.⁵

Gefahrenstufe und Stabilitätsverteilung

So viel zu den Grundlagen. Doch was sagt die Empirie zum Zusammenhang zwischen Gefahrenstufe und Stabilitätsverteilung?

Im Artikel „Risikomanagement da capo“ aus bergundsteigen #113 wird die beobachtete Schneedeckenstabilität bei verschiedenen Gefahrenstufen thematisiert. Hierzu wird auf eine Arbeit von Schweizer et al. (2003)⁶ verwiesen, in der 255 Rutschblock-Tests aus dem Raum Davos ausgewertet wurden.

Die Abb. 1 zeigt die Stabilitätsverteilung bei den Gefahrenstufen gering, mäßig und erheblich. Wie zu erwarten, treffen wir bei einer höheren Gefahrenstufe auf mehr instabile Gefahrenstellen, hingegen bei einer niedrigen Gefahrenstufe auf mehr stabile Gefahrenstellen.



Die letzten zwei Jahre haben eine Reihe ähnlich gelagerter Arbeiten zu Tage gefördert. Wir möchten hier nur zwei dieser Arbeiten zitieren. In Schweizer et al. (2020)⁷ wurden 589 Rutschblock-Tests ausgewertet. Die meisten dieser Tests fanden in der Region Davos in den Wintern von 2002 bis 2019 statt. Wenn wir die Stabilitätsklassen „schwach“ und „sehr schwach“ zusammenlegen, dann steigt deren gemeinsamer Anteil für die Gefahrenstufen 1-gering, 2-mäßig, 3-erheblich und 4-groß von 5 %, auf 13 %, 49 % bzw. 63 %. Die Abbildung 2 zeigt die Häufigkeiten bei den vier Gefahrenstufen. Insbesondere der große Sprung von der Gefahrenstufe „mäßig“ zu „erheblich“ sticht ins Auge.

In Techel et al. (2020)⁸ wird eine sehr große Anzahl von Stabilitätstests (4439 Rutschblock-Tests und 4871 Extended-Column-Tests) aus der Schweiz und aus Norwegen ausgewertet. Die Resultate, dargestellt in der Abbildung 3, zeigen ein ähnliches Bild.

Zusammenfassend lässt sich aus den drei zitierten Arbeiten erkennen, dass zwischen Gefahrenstufe und Schneedeckenstabilität ein Zusammenhang besteht. Schwache und sehr schwache Schneedeckenstabilität wird bei steigender Gefahrenstufe häufiger beobachtet. Gleichzeitig wird die Schneedeckenstabilität aber kaum durch die Gefahrenstufe ursächlich beeinflusst. Stehe ich vor einem Einzelhang, sind alle Schneedeckenstabilitäten möglich, je nach Gefahrenstufe sind aber manche wahrscheinlicher als andere.

Stehe ich vor einem Einzelhang, sind alle Schneedeckenstabilitäten möglich, je nach Gefahrenstufe sind aber manche wahrscheinlicher als andere.

Verteilung der Schneedeckenstabilität

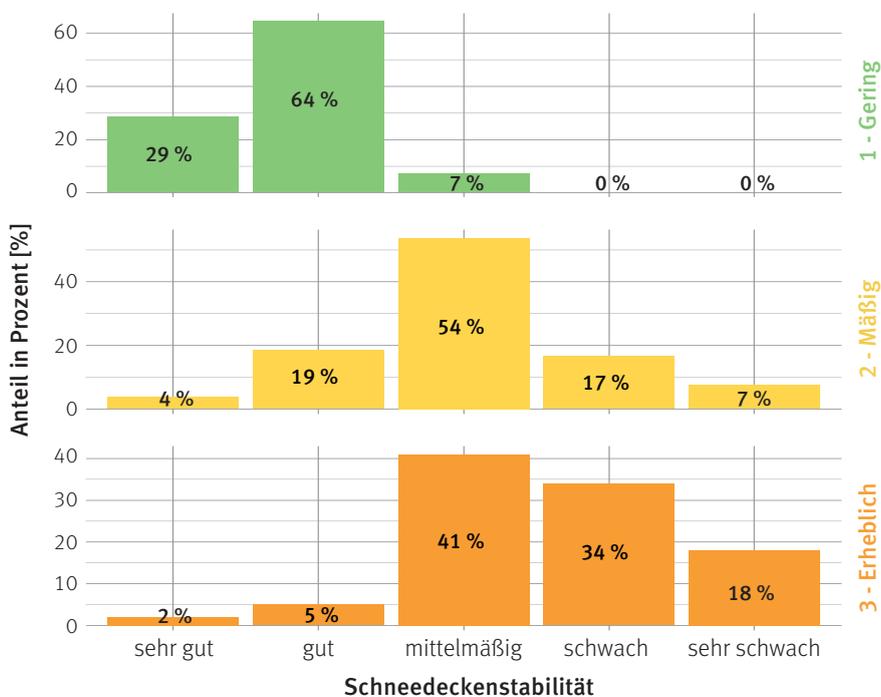


Abb. 1 Stabilitätsverteilung gemäß Schweizer et al. (2003), aufgeschlüsselt nach lokaler Gefahrenstufe (LN).

Verteilung der Schneedeckenstabilität

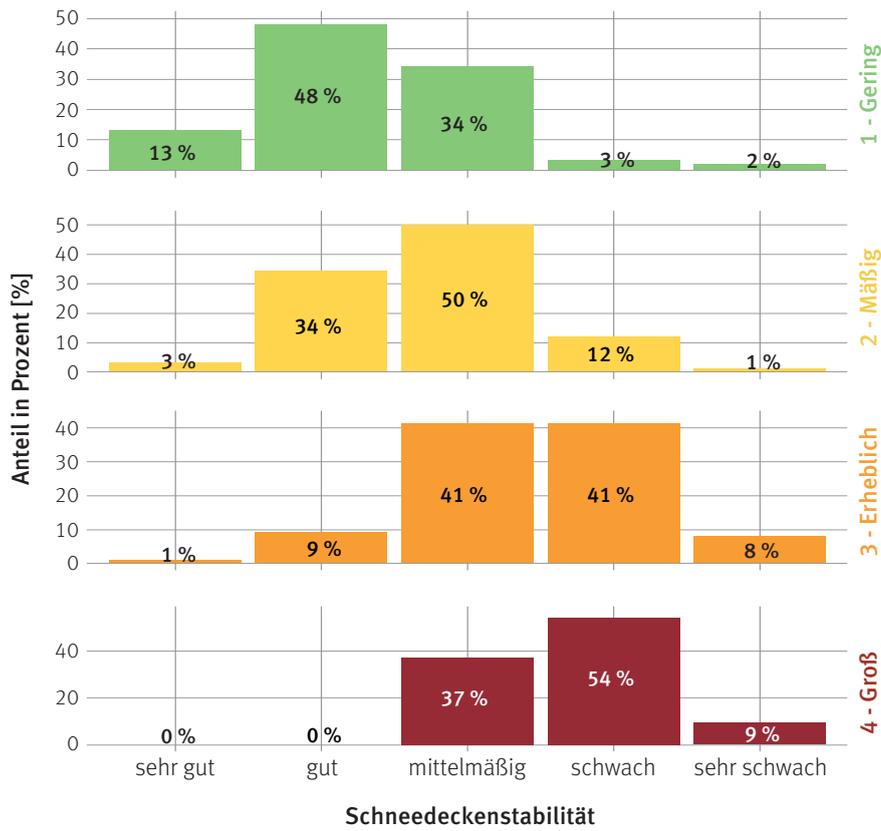


Abb. 2 Stabilitätsverteilung gemäß Schweizer et al. (2020), aufgeschlüsselt nach lokaler Gefahrenstufe (LN).

Verteilung der Schneedeckenstabilität

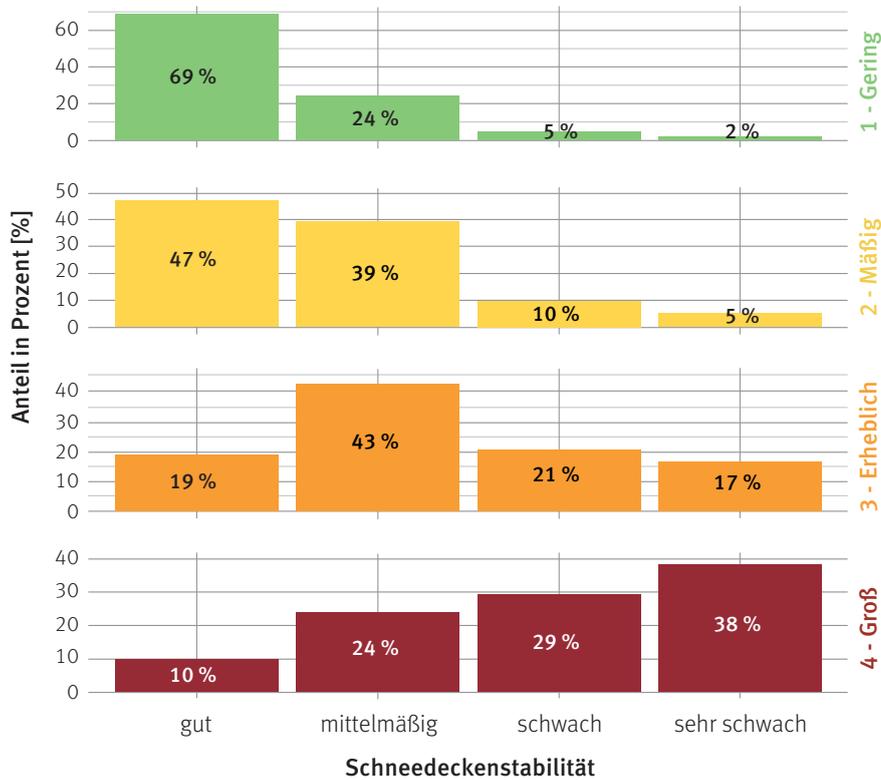
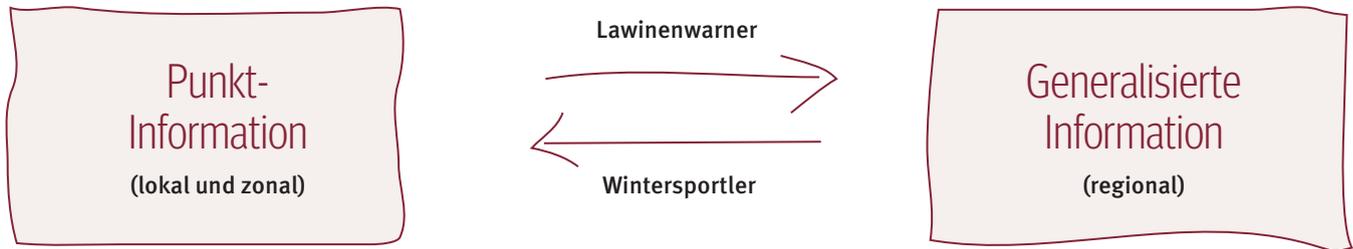


Abb. 3 Stabilitätsverteilung gemäß Techel et al. (2020), aufgeschlüsselt nach lokaler Gefahrenstufe (LN).

Abb. 4 Lawinenwarner verdichten Punktbeobachtungen zu verallgemeinerter Information. Wintersportler übertragen die verallgemeinerte Information auf die lokale Umgebung (lokal und zonal).



Erst auf der Stufe „zonal“ wäre es theoretisch möglich, durch gleichmäßig verteilte Stabilitätstests eine wirklichkeitsnahe Aussage zur Schneedeckenstabilität zu machen.

Lokale Gefahrenstufe

Die drei zitierten Arbeiten enthalten indirekt noch einen weiteren Aspekt zur Interpretation der Gefahrenstufe. Ganz selbstverständlich haben wir angenommen, dass wir von der Gefahrenstufe gemäß Lawinenlagebericht sprechen, wenn wir die Häufigkeit von Stabilitätsklassen beschreiben. Die genannten drei Arbeiten basieren jedoch auf der sogenannten lokalen Gefahrenstufe. In den drei Studien werden zwei Typen von Gefahrenstufen definiert:

■ Regional Forecast (RF): regionale prognostizierte Gefahrenstufe. Diese Gefahrenstufe stammt aus dem Lawinenlagebericht und gilt für eine Warnregion.

■ Local Nowcast (LN)⁹: lokale, auf den Augenblick bezogene Gefahrenstufe. Diese Gefahrenstufe stammt von einem Lawinenbeobachter im Feld. Da sich die Beobachtungen auf eine konkrete Umgebung beziehen, darf man annehmen, dass der Informationsgehalt der LN im Vergleich zur RF zunimmt.

Wichtig zum Verständnis der Abb. 1 bis 3 ist, dass sich die Stabilitätsverteilungen auf den Local Nowcast (LN) beziehen. Damit stellt sich unmittelbar die Frage, inwiefern sich LN und RF voneinander unterscheiden. Nimmt man die 4439 Rutschblock-Tests von Techel et al. (2020), dann stimmen RF und LN in 74 % der Fälle überein. In weiteren 21 % der Fälle liegt die Einschätzung gemäß Lawinenlagebericht um eine Stufe höher,

als die Einschätzung der Lawinenbeobachter. In 5 % der Fälle haben die Lawinenbeobachter die Gefahrenstufe um eine Stufe tiefer eingeschätzt (siehe Abb. 5). Schweizer et al. (2020) kommen auf eine ähnliche Übereinstimmung von 70 %, 25 % und 5 %. Local Nowcast (LN) und Regional Forecast (RF) sind auf jeden Fall sehr eng miteinander verknüpft. Oder anders ausgedrückt: Wer die Gefahrenstufe aus dem Lawinenlagebericht kennt, kennt auch mit hoher Wahrscheinlichkeit bereits die „lokale Gefahrenstufe“, die ein geschulter Lawinenbeobachter der näheren Umgebung zuweisen würde.

Zonale Gefahrenstufe

Diskussionen zur Gefahrenstufe enden nicht selten mit dem folgenden Zitat: „Eine Gefahrenstufe gilt immer für eine Region und nicht für einen bestimmten Einzelhang. Sie sollte vor Ort überprüft werden.“ Zugespielt wird diese Einschränkung mit dem markigen Satz „Der Einzelhang hat keine Gefahrenstufe“.

Werner Munter hat drei räumliche Stufen definiert: „regional“, „lokal“ und „zonal“. Heutzutage ist es üblich, für diese drei Phasen der Skitour die Begriffe „Planung“, „vor Ort“ oder „Einzelhang“ zu verwenden. Nach einer orthodoxen Auffassung ist die Gefahrenstufe nur für die Stufe „regional“ und „lokal“ definiert. Werfen wir erneut einen Blick auf die drei Faktoren der Gefahren-

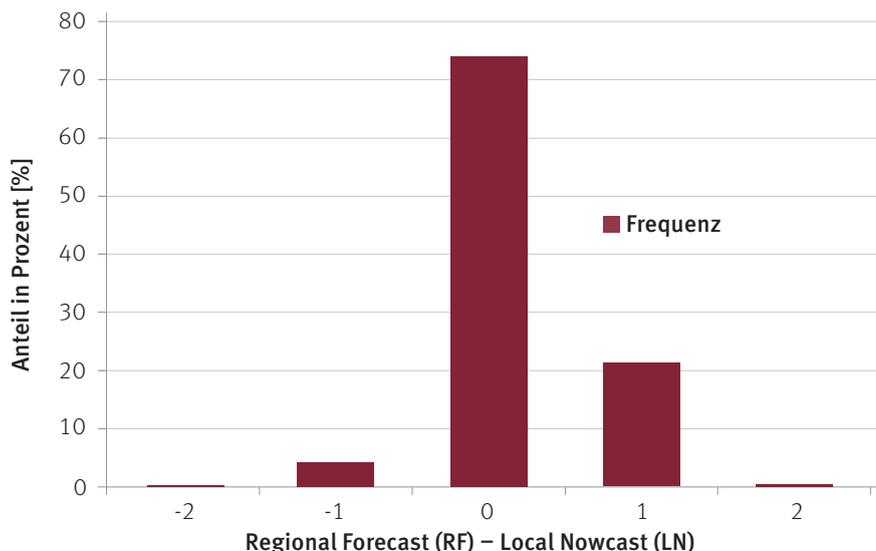


Abb. 5 Unterschied zw. Regional Forecast (RF) und Local Nowcast (LN).

stufe (Schneedeckenstabilität, Häufigkeit der Gefahrenstellen, Lawinengröße), dann können wir Folgendes feststellen:

Auf den Stufen „regional“ und „lokal“ lässt sich die Gefahrenstufe in der Regel lediglich schätzen. Dazu werden Punktinformationen verallgemeinert (siehe oberer Pfeil der Abbildung 4). Erst auf der Stufe „zonal“ wäre es theoretisch möglich, durch gleichmäßig verteilte Stabilitätstests eine wirklichkeitsnahe Aussage zur Schneedeckenstabilität zu machen. Wie auch immer man zu einer „zonalen Gefahrenstufe“ steht, die drei Faktoren der Gefahrenstufe sind prinzipiell auch für eine Zone (z. B. einen Einzelhang) definiert.

Ob ein Einzelhang eine Gefahrenstufe hat, ist eine akademische Frage. Als Tourengänger werden wir in unserem Einzelhang kaum ein Dutzend Stabilitätstests durchführen können, bevor wir ihn betreten. D. h., auch wenn es sie gibt, bleibt uns die „zonale Gefahrenstufe“ verborgen. Im Tourenalltag sind wir deshalb oft auf die „regionale Gefahrenstufe“ zurückgeworfen und müssen uns der Frage stellen, inwieweit wir sie auf die einzelne Zone (z. B. einen Einzelhang) übertragen dürfen.

Gefahrenstufe und Lawinenrisiko

Seit Langem ist bekannt, dass Unfälle meistens bei den Gefahrenstufen 2-mäßig und 3-erheblich, relativ selten aber bei 1-gering

oder 4-groß stattfinden. Das Unfallgeschehen ist hierbei nicht nur von Unfallfaktoren (wie Gefahrenstufe oder Neigung) geprägt, sondern ganz entscheidend auch von der Begehungshäufigkeit der Skitouren-Community.

Ganz offensichtlich hängt die Seltenheit von Unfällen bei der Gefahrenstufe 4-groß auch damit zusammen, dass diese Gefahrenstufe nur an wenigen Tagen pro Winter ausgegeben wird und viele Tourengänger dann zu Hause bleiben. Wer also die Relevanz von Unfallfaktoren bestimmen möchte, muss zwingend das Unfallgeschehen zur Anzahl von Begehungen/Befahrungen in Bezug setzen.

Eine kürzlich veröffentlichte Arbeit von Winkler et al. (2021)¹⁰ berechnet Risiko-Verhältnisse¹¹ aus 808 Lawinenunfällen und aus einer riesigen Sammlung an Tracks, die von Skitourengängern mit GPS im Feld aufgenommen wurden. Aus diesen zwei Datensätzen schätzen die Autoren erstmalig den Risikoanstieg in Abhängigkeit der Information aus dem Lawinenlagebericht. Während W. Munter noch von einem Risikoanstieg um den Faktor 2 von Gefahrenstufe zu Gefahrenstufe ausging, kommen die Autoren auf ungefähr den doppelten Wert:

■ Zwischen der Gefahrenstufe 1-gering und 2-mäßig steigt das Lawinenrisiko um den Faktor 5,5.

■ Zwischen der Gefahrenstufe 2-mäßig und 3-erheblich steigt das Lawinenrisiko um den Faktor 3,2.

Wer also die Relevanz von Unfallfaktoren bestimmen möchte, muss zwingend das Unfallgeschehen zur Anzahl von Begehungen/Befahrungen in Bezug setzen.

	Innerhalb kritischer Höhenstufen	Außerhalb kritischer Höhenstufen
Innerhalb kritischer Expositionen	19,9 	3,9
Außerhalb kritischer Expositionen	5,8 	1,0

Abb. 6: Risiko-Verhältnisse innerhalb/außerhalb der Kernzone (gerechnet aus Punkten im Lawinengelände mit dem ARPD V3.1.2¹²).



■ Zum Anstieg des Lawinenrisikos zwischen der Gefahrenstufe 3-erheblich und 4-groß können die Autoren mangels Daten keine Aussage machen.

Die Gefahrenstufe ist demnach deutlich mit dem beobachteten Unfallgeschehen verbunden. Moderne Lawinenlageberichte bezeichnen neben der Gefahrenstufe auch die sogenannte Kernzone, d. h. besonders gefährliche Höhen und Expositionen. Die Arbeit von Winkler et al. (2021) weist für die Kernzone die folgenden Risiko-Verhältnisse nach:

■ Wer innerhalb der kritischen Höhenstufe unterwegs ist, trägt ein 5,4-mal höheres Risiko als jemand, der außerhalb der kritischen Höhenstufe unterwegs ist.

■ Wer innerhalb der kritischen Expositionen unterwegs ist, trägt ein 3-mal höheres Risiko als jemand, der außerhalb der kritischen Expositionen unterwegs ist.

Die Abbildung 6 zeigt das Risiko-Verhältnis, aufgeschlüsselt für die vier Fälle, die sich für die Kernzone ergeben. Die Kernzone meiden lohnt sich. Ganz offensichtlich beinhaltet der Lawinenlagebericht hochgradig relevante Information über das Lawinenrisiko.

Gefahrenstufe aktualisieren

Zweifellos, die Gefahrenstufe kann die Schneedeckenstabilität nicht vollständig beschreiben. Wie die zitierten Arbeiten

aufzeigen, enthält sie aber erstaunlich viel Information zur Schneedeckenstabilität und zum Unfallpotential. Zudem steht die Gefahrenstufe schon in einem sehr frühen Stadium der Skitour (am Vorabend) zur Verfügung.

Mit Fortschreiten der Skitour kommt üblicherweise weitere Information hinzu: Alarmsignale, vergangener und gegenwärtiger Verkehr, Lawinenproblem, Wetterverlauf oder Resultate aus Schneedeckenuntersuchungen. Nichts hindert uns daran, mit Hilfe der analytischen Lawinenkunde die Einschätzung zur Schneedeckenstabilität und zum Unfallpotential zu aktualisieren. Wichtig bei diesem Prozess sind vor allem drei Aspekte:

■ Einmal gewonnene Information (z. B. unsichere Information aus dem Lawinenlagebericht) dürfen wir nicht ohne Not einfach verwerfen, sondern wir sollten diese Information aktualisieren. Gefahrenstufe und Kernzone aus dem Lawinenbulletin also nicht wegwerfen, sondern anpassen. Als Beispiel kann der NivoCheck 2.0 des Schweizerischen Bergführerverbandes (SBV) dienen.

■ Aufgepasst, das Aktualisieren kann dann zu einem systematischen Fehler führen, wenn Information, die bereits in den Lawinenlagebericht eingeflossen ist, ein zweites Mal verwendet wird. Das ist eine tückische Falle, denn wir wissen nicht, welche Information der Lawinendienst bereits „verarbeitet“ hat.



■ Das Aktualisieren der Einschätzung zur Schneedeckenstabilität sollte einem wohl definierten formalen Regelwerk folgen. Daniel Kahneman (Nobelpreisträger) erklärt in „Noise“¹³, weshalb es nur einem formalen Regelwerk gelingen kann, subjektive Einflüsse zu minimieren und die Streuung im Endresultat der Einschätzung klein zu halten.

Zum letzten Aspekt gehört auch, dass neue Information mit ausreichender Bestimmtheit bewertet werden kann. Fragen nach der Wahrscheinlichkeit für die Bruchinitiierung bzw. die Bruchausbreitung genügen diesem Kriterium zum Beispiel nicht. Sie führen fast zwingend zu einer hohen Streuung im Resultat und damit in eine folgenschwere Beliebigkeit. Manchmal ist die Natur geizig, mit fortschreitender Skitour sind wir so schlau wie zu Beginn der Skitour.

Hin und wieder sind die verfügbaren Signale widersprüchlich. In „Noise“ beschreibt Kahneman auch Beispiele von anekdotischer bzw. irrelevanter Information, die uns nur ablenkt. Die Einsicht, dass eine spezifische Situation kaum mehr zu beurteilen ist, bedingt allerdings ein Mindestmaß an selbstkritischer Introspektion und Demut. In realen Situationen kommt es auf jeden Fall regelmäßig vor, dass wir unser Wissen zur Schneedeckenstabilität und zum Unfallpotential kaum angemessen aktualisieren können.

In einem solchen Fall sehen wir uns zurückgeworfen auf die Information aus dem Lawinlagebericht und auf unser Wissen über das Gelände. Sofern wir dann mit einer größeren Sicherheitsmarge arbeiten, können wir unser Risiko dank Reduktionsmethoden jedoch auf einem akzeptablen Niveau halten.

Die Einsicht, dass eine spezifische Situation kaum mehr zu beurteilen ist, bedingt allerdings ein Mindestmaß an selbstkritischer Introspektion und Demut.



Fotos: Pauli Trenkwalder

Fazit

Wohl definierte formale Regelwerke wecken Ängste: So wird befürchtet sie schränken die Freiheit ein, nivellierten die Lawinkunde oder führten ins Gefängnis. Wir halten es mit W. Munter, der gesagt haben soll: „Fürchte die Lawine und nicht das Gefängnis.“ Auch Personen in Garantenstellung haben ein Interesse an einer Lawinkunde, die strengen formalen Kriterien genügt.

Den Reduktionsmethoden wird angekreidet, dass sie Informationen unterschiedlicher räumlicher Auflösung (Gelände und Lawinlagebericht) kombinieren. In den Naturwissenschaften werden solche Verschnitte kritisch diskutiert. Diese Betrachtungsweise führt in die Irre, schließlich sind wir nicht als Naturwissenschaftler unterwegs, sondern als Entscheidungsträger. Unsere Entscheidungen haben zum Ziel, eine Balance zwischen Sicherheit und Freiheit zu finden. Zu diesem Zweck dürfen, ja müssen wir alle Information verwenden, die korrekt und relevant ist. Die oben aufgeführten Publikationen zur Schneedeckenstabilität und zum Lawinenrisiko zeigen, dass die Gefahrenstufe eine korrekte und relevante Größe zur Beschreibung der Schneedeckenstabilität darstellt.

Sehen wir uns als rationale Entscheidungsträger, dürfen wir nicht nur, sondern wir müssen die Gefahrenstufe in unsere Entscheidungsfindung miteinbeziehen. ■

Literatur & Begriffserklärung

- 1) <https://www.slf.ch/de/lawinenbulletin-und-schneesituation/wissen-zum-lawinenbulletin/gefahrenstufen.html>
- 2) Die Lawinengröße spielt gemäß Techel et al. (2020) erst bei der Unterscheidung zwischen den Gefahrenstufen 3-erheblich und 4-groß eine Rolle.
- 3) KI: künstliche Intelligenz
- 4) Martin Schwiersch, Dieter Stopper, Tobias Bach: Verstehen Skitourengänger den Lawinlagebericht? bergundsteigen 4/2005.
- 5) Markus Landrø, Audun Hetland, Rune Verpe Engeset, Gerit Pfuhl: Avalanche decision-making frameworks: Factors and methods used by experts, Cold Regions Science & Technology, 2020.
- 6) Jürg Schweizer, Kalle Kronholm, Thomas Wiesinger: Verification of regional snowpack stability and avalanche danger. Cold Region Science and Technology, 2003.
- 7) Jürg Schweizer, Christoph Mitterer, Benjamin Reuter, Frank Techel: Avalanche danger level characteristics from field observations of snow instability. The Cryosphere, 2020.
- 8) Frank Techel, Karsten Müller, Jürg Schweizer: On the importance of snowpack stability, the frequency distribution of snowpack stability, and avalanche size in assessing the avalanche danger level. The Cryosphere, 2020.
- 9) „Lokal“ bezieht sich übrigens auf die Phase II (lokal) von W. Munter und nicht auf die Phase III (zonal). Lawinenbeobachter bestimmen die Gefahrenstufe also für die Umgebung, in der eventuelle Tests stattfinden.
- 10) Kurt Winkler, Günter Sch mudlach, Bart Degraeuwe, Frank Techel: On the correlation between the forecast avalanche danger and avalanche risk taken by backcountry skiers in Switzerland. Cold Regions Science and Technology, 2021.
- 11) https://de.wikipedia.org/wiki/Relatives_Risiko
- 12) Avalanche Risk Property Dataset (ARPD): <https://info.skitouren guru.ch/index.php/data/212-arpd>
- 13) Daniel Kahneman, Olivier Sibony, Cass Sunstein: Noise: Was unsere Entscheidungen verzerrt – und wie wir sie verbessern können. 2021.