



Jürg Schweizer, 46, arbeitet in der Forschungseinheit Schnee und Permafrost am Eidgenössischen Institut für Schnee- und Lawinenforschung in Davos. Ber(g)sonnlichkeit in Ausgabe 4/01.

hangneigung

Eine Schlüsselgröße zur Verminderung des Lawinenrisikos

Jürg Schweizer, SLF Davos

"Steil genug muss es sein, damit Lawinen überhaupt abgehen können!", wussten schon unsere Großväter und handelten - auch ohne Strategien und Co - dementsprechend. Nach wie vor ist die Hangneigung ein bedeutsamer und wohl der am einfachsten zu beurteilende lawinenbildende Faktor. Gleichzeitig bietet das Gelände - und damit auch die Steilheit - oft den Schlüssel zur Verminderung der Lawinengefahr. Die großen Meister erkennt man daran, dass sie gekonnt, durch optimale Spuranlage und geschickte Wahl der Abfahrtsroute der Lawinengefahr ausweichen bzw. versuchen, das Risiko entscheidend zu verringern. Alle modernen strategischen Ansätze zur Verminderung des Lawinenrisikos beruhen u. a. auf diesem Grundsatz. Wie die Hangneigung nun in der Praxis die Lawinengefahr resp. die Auslösewahrscheinlichkeit beeinflusst, wurde schon mehrfach aufgezeigt, doch fasst Jürg Schweizer im folgenden Beitrag nochmals alle ausschlaggebenden Faktoren zusammen.

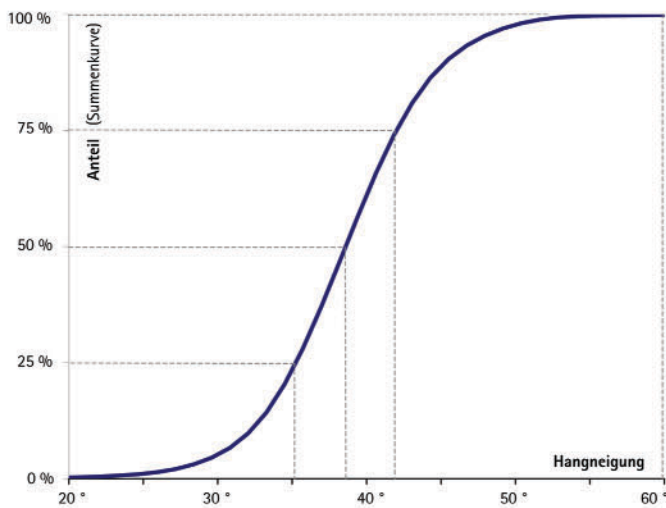


Abb. 1: Hangneigung von Unfalllawinen (steilste Hangpartie, gemessen auf der Landeskarte, 1:25.000). Die Häufigkeit ist dargestellt als Summenkurve. Die steilste Hangpartie der Unfall-lawinen war im Mittel (50 %, Medianwert) etwa 38-39 Grad.

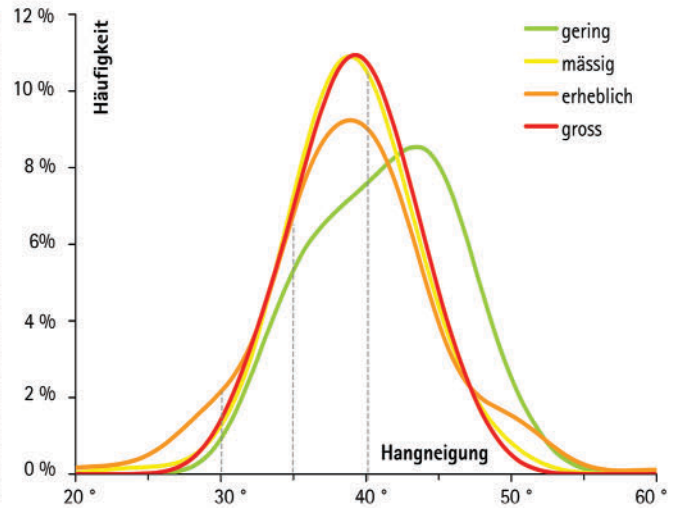


Abb. 2: Prozentuale Häufigkeit der Hangneigungen von Unfalllawinen pro Gefahrenstufe. Auf der Landeskarte 1:25.000 wurde die steilste Hangpartie innerhalb der Anrissfläche gemessen. (vgl. S. Harvey: bergundsteigen 4/2002, S. 48ff).



Einfluss der Hangneigung

Die Auslösewahrscheinlichkeit nimmt mit zunehmender Hangneigung zu. Drei Gründe sind dabei wichtig:

- Erstens nimmt die Hangabtriebskraft mit zunehmender Hangneigung zu.
- Zweitens nimmt die Belastung durch einen Schneesportler mit zunehmender Hangneigung zu, und zwar zweifach: Einerseits durch die Zunahme der Hangabtriebskraft der Zusatzbelastung, andererseits durch die Zunahme der Zusatzbelastung selbst als Folge der gezwungenermaßen dynamischeren Fahrweise im extrem steilen Gelände; vorausgesetzt die Fahrt erfolgt einigermaßen kontrolliert.
- Drittens nimmt die Sonneneinstrahlung in Schattenhängen, wo bekanntlich am meisten Lawinen durch Schneesportler ausgelöst werden, mit zunehmender Hangneigung ab. Damit dürfte der Schneedeckenaufbau in extrem steilen Schattenhängen noch etwas schlechter sein und länger schlecht bleiben als in weniger steil geneigten Hängen.

Aufgrund der Unsicherheiten, die vor allem den zweiten und dritten Faktor betreffen, ist es schwierig, den Einfluss auf die Auslösewahrscheinlichkeit zu quantifizieren. Je nach Annahmen können wir davon ausgehen, dass die Auslösewahrscheinlichkeit bei einer Zunahme der Hangneigung von 30 auf 45 Grad um etwa 50 % zunimmt. Unabhängig von der Auslösewahrscheinlichkeit wird das Risiko durch die zunehmende Hangneigung dadurch beeinflusst, dass die Konsequenzen eines Lawinenabganges im extrem steilen Gelände in der Regel gravierender sind. Die uralte Regel zur Beurteilung der Lawinengefahr: "Je steiler umso gefährlicher" hat also durchaus ihre Berechtigung.

Unfallstatistik

Abbildung 1 zeigt, wie die Häufigkeit von Lawinenauslösungen mit zunehmender Hangneigung ab 25 Grad dramatisch zunimmt. Die Daten stammen von trockenen Schneebrettlawinen und beschreiben in etwa die Neigung der steilsten Hangpartie in der Lawinenfläche. Die meisten durch Schneesportler ausgelösten Lawinen sind demnach im Gelände angebrochen, dessen steilste Hangpartie etwa 37 bis 41 Grad steil war. Diese Statistik sagt direkt allerdings nichts über die Auslösewahrscheinlichkeit aus.

Mit anderen Worten: Wir können aufgrund der Statistik nicht schließen, dass die Auslösewahrscheinlichkeit im Bereich von 37 bis 41 Grad am größten ist. Um diese Wahrscheinlichkeit resp. das Risiko bestimmen zu können, müssten wir nämlich wissen, wie viele Leute unterwegs sind - übrigens wohl nicht in allen Hangneigungen gleich viele - und wie viele Hänge einer bestimmten Steilheit es überhaupt gibt. Zum letzteren Punkt hat eine Untersuchung in der Region Davos gezeigt, dass 30 Grad steile Hänge gut doppelt so häufig vorkommen wie 40 Grad steile Hänge. Dieses Verhältnis wird je nach Region unterschiedlich sein, abhängig vom Gestein und der Erosionsgeschichte. Beide Faktoren - Häufigkeit der Befahrung als auch Anzahl der Steilhänge - würden wohl tendenziell zum Ergebnis führen, dass die Auslösewahrscheinlichkeit bei größeren Hangsteilheiten noch höher ist, als man aufgrund der Unfallstatistik annehmen würde. Die Auslösewahrscheinlichkeit dürfte dennoch im Bereich zwischen 40 und 60 Grad ein Maximum haben, d. h. gegen die Senkrechte hin abnehmen, da dort durch wiederholtes Abrutschen des Schnees sich wieder etwas günstigere Verhältnisse einstellen dürften.

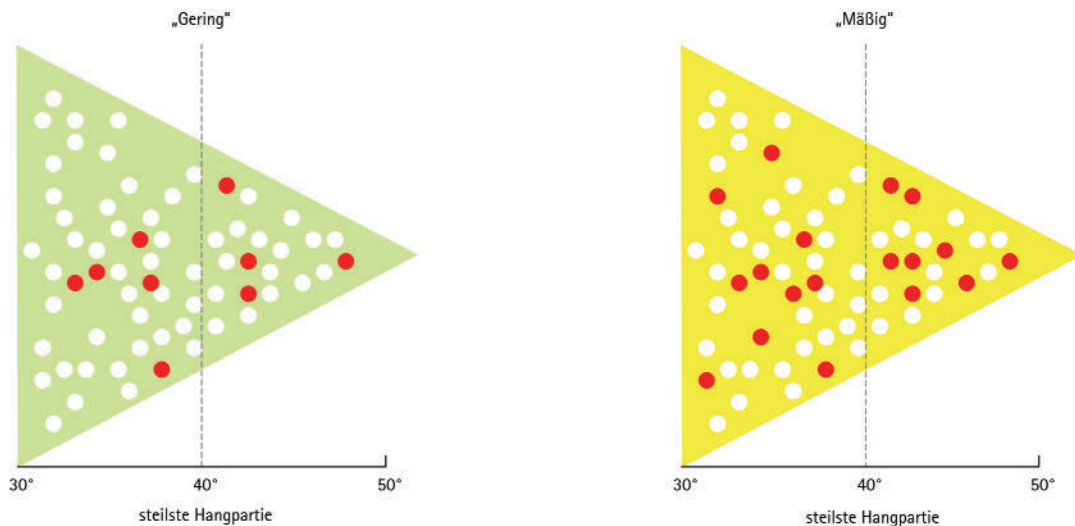


Abb. 3: Schematische Darstellung der potentiell kritischen Steilhänge (weiße Punkte) und der effektiv auslösbaren Steilhänge (rote Punkte) bei den Gefahrenstufen "Gering" und "Mäßig". Die Anzahl der extremen Steilhänge (mehr als 40 Grad steil) ist kleiner als die Anzahl der Steilhänge, die zwischen 30 und 40 Grad steil sind. Mit zunehmender Steilheit nimmt die Auslösewahrscheinlichkeit zu, dargestellt als der Anteil der effektiv auslösbaren Steilhänge (rote Punkte). Mit zunehmender Gefahrenstufe nimmt auch das Gefahrenpotential zu, d. h. bei "Mäßig" gibt es etwa doppelt so viele Gefahrenstellen wie bei "Gering". Wenn wir nun bei "Mäßig" mit gleichem Risiko wie bei

"Gering" unterwegs sein wollen, dann müssen wir durch Verzicht die Anzahl der roten Punkte (18) in der rechten Grafik bei "Mäßig" ungefähr auf die Anzahl der roten Punkte (9) in der linken Grafik ("Gering") reduzieren. Dies können wir einfach erreichen, wenn wir auf Hänge steiler als etwa 40 Grad verzichten (in diesem Bereich befinden sich in obigem Beispiel 8 rote Punkte). Damit bleiben noch 10 rote Punkte übrig und wir sind im Bezug auf das Risiko im Bereich von "Gering". (Achtung: Obiges Beispiel ist stark vereinfacht und die absoluten Zahlen entsprechen z. B. nicht der effektiven Auslösebereitschaft).

Für den beim Varianten- oder Tourenfahren relevanten Bereich von Hangsteilheiten können wir also durchaus davon ausgehen, dass die obige uralte Regel ihre Gültigkeit hat.

Bezug zur Lawinengefahrenstufe

Die obigen Überlegungen sind im Wesentlichen unabhängig vom Niveau der Auslösewahrscheinlichkeit, d. h. von der Lawinengefahr. Bekanntlich wurden bei den Gefahrenstufen "Mäßig", "Erheblich" und "Groß" von Schneesportlern in Bezug auf die steilste Hangpartie ähnliche Lawinen ausgelöst (Abb. 2; weiters siehe bergundsteigen 4/02, S. 48ff). Dies heißt auch, dass unabhängig von der Gefahrenstufe gilt, dass ab einer Hangneigung von ca. 30 Grad die Lawinenhäufigkeit dramatisch zunimmt. Die uralte Regel "Je steiler umso gefährlicher" kümmert sich nicht um diese Gefahrenstufe, denn Gefahrenstufen gab es damals noch gar nicht. Mit anderen Worten: Der allgemeine Zusammenhang zwischen Auslösewahrscheinlichkeit und Hangneigung ist für alle Gefahrenstufen in etwa ähnlich, d. h. sowohl bei "Gering" also auch bei "Erheblich" gilt, dass mit zunehmender Steilheit die Auslösewahrscheinlichkeit zunimmt. Diese Lawinenauslösewahrscheinlichkeit wird von Gefahrenstufe zu Gefahrenstufe deutlich stärker zunehmen als mit der Hangneigung. Gleichzeitig nimmt die Anzahl der Gefahrenstellen zu. Daraus lässt sich im Wesentlichen die Annahme ableiten, dass von "Gering" : "Mäßig" : "Erheblich" : "Groß" das Gefahrenpotential in etwa zunimmt wie 2 : 4 : 8 : 16 (siehe W. Munter "3x3 Lawinen", 2003). In einem 40 Grad geneigten Hang ist die Auslösewahrscheinlichkeit bei "Erheblich" also wesentlich größer als bei "Mäßig". Wenn das Risiko bei "Erheblich" ähnlich groß sein soll wie bei "Mäßig", dann muss durch geschickte Geländewahl das Risiko reduziert werden, und zwar indem auf Geländeteile, in denen die Auslösewahrscheinlichkeit relativ

groß ist, verzichtet wird. Die zu vermeidenden Geländeteile sind zweifellos von der Lawinensituation abhängig. Gegen das Frühjahr hin kann es zum Beispiel Sinn machen, sich auf die Sonnenhänge zu beschränken, ungeachtet der Steilheit. Im Hochwinter aber, wenn die Situation häufig weniger klar ist in Bezug auf die Exposition, kann eher ein Verzicht auf die extrem steilen und großen Hänge angezeigt sein - in den meisten Expositionen.

Strategische Methoden

Die modernen strategischen Methoden, die vor allem in der Planung ihre Stärke haben, beruhen auf statistischen Mittelwerten bzw. schlicht bewährten Faustregeln wie: "Je steiler umso gefährlicher" oder auch "Je schattiger umso gefährlicher". Es geht darum, bei zunehmender Gefahrenstufe auf immer mehr Geländeteile zu verzichten, da es immer mehr Gefahrenstellen gibt und die Auslösung mit zunehmender Gefahrenstufe zunehmend einfacher wird. Um die Anzahl dieser Gefahrenstellen - und damit das Risiko - einigermaßen konstant zu halten, drängt sich dieser Verzicht auf. Auch wenn die genaue quantitative Beziehung zwischen Hangneigung und Auslösewahrscheinlichkeit unbekannt ist, macht es Sinn, die Hangneigung als den einfachsten und wohl wichtigsten Geländeparameter zu benutzen. Geht man von der Gefahrenstufe "Mäßig" aus und strebt eine Risikoreduktion auf die Stufe "Gering" an (Gefahrenpotential 4 → 2), so kann das Risiko verringert werden, indem sozusagen auf die Hälfte des Geländes - resp. die Hälfte der entsprechend steilen Hänge - verzichtet wird. Bei Gefahrenstufe "Erheblich" muss auf drei Viertel (Gefahrenpotential 8 → 2), bei "Groß" auf sieben Achtel (Gefahrenpotential 16 → 2) verzichtet werden. Dieser Geländeverzicht kann am einfachsten über die Hangneigung realisiert werden (Abb. 3) und ergibt in etwa die aus der



elementaren Reduktionsmethode bekannten Verzichtswerte von unter 30 Grad bei "Groß", unter 35 Grad bei "Erheblich" und unter 40 Grad bei "Mäßig".

Schluss

Die Hangneigung ist einer der ganz zentralen, vielleicht zusammen mit dem Schneedeckenaufbau und der Neuschneemenge, der zentralste lawinenbildende Faktor. Dies primär, weil die Scherkräfte mit zunehmender Hangneigung ansteigen. So werden dann auch mit zunehmender Steilheit mehr Lawinen ausgelöst. Am meisten Lawinen werden in Hängen ausgelöst, deren steilste Hangpartie sich im Bereich von 37 bis 41 Grad befindet. Dass die Auslösehäufigkeit ihr Maximum nicht bei 60 oder 90 Grad hat, beruht wie oben dargelegt auf verschiedenen Gründen. Es ist zudem grundsätzlich nicht möglich, das Risiko einer Auslösung als Funktion der Hangneigung aus den Unfallzahlen abzuleiten. Wir können aber getrost annehmen, dass die Auslösewahrscheinlichkeit mit zunehmender Hangneigung größer wird - wenigstens in dem Bereich, in dem die allermeisten Schneesportler unterwegs sind.

Der Geländeverzicht aufgrund der mit der Gefahrenstufe zunehmenden Auslösewahrscheinlichkeit und der zunehmenden Anzahl der Gefahrenstellen ist der zentrale Punkt der strategischen Methoden. Die Hangneigung ist die naheliegende, einfach zu handhabende und sinnvolle Größe, um diesen Verzicht zu realisieren. Natürlich können sich je nach Lawinensituation auch andere Arten des Geländeverzichtes - zB bestimmte Expositionen oder Geländeformen - aufdrängen. Bei gleicher Gefahrenstufe können nämlich verschiedene Lawinensituationen auftreten, die unterschiedliche Gefahrencharakteristiken haben können. Dort können die strategischen Methoden an ihre Grenzen stoßen bzw. müssen durch weitere Fragestellungen (zB Check 2 bei Stop or Go) ergänzt werden.

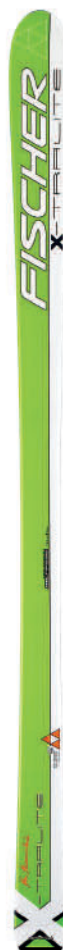
Diese Gefahrenmuster im Gelände zu erkennen und zu beurteilen erfordert freilich ein sehr hohes Maß an Erfahrung und lawinenkundlichem Wissen. Vorher - bei der Planung in der warmen Stube und als erster Anhaltewinkel im Gelände - macht es natürlich sehr wohl Sinn, einmal Gefahrenstufe und Hangneigung als ersten Filter zu kombinieren.



SIGNED BY
X-PERIENCE

Hans Kammerlander

Hans Kammerlander liebt die Extreme. Die schwierigsten Berge und härtesten Touren hat er bewältigt. Erfolge, die kein Zufall sind. Denn mit Fischer zusammen hat er unablässig an der Perfektion seiner Ausrüstung gefeilt. Bestes Beispiel: der Tourenski X-Tralite mit AirCarbon Chassis. AirCarbon ist ein Hightech-Werkstoff aus dem Flugzeugbau. Superleicht. Extrem stabil. Ein Material für Abenteurer, die hoch hinaus wollen. So wie Hans Kammerlander. Darum trägt der Ski auch seinen Namen.



ENJOY
INNOVATION

