

# Lawinenbildung und Lawinengefahrenbeurteilung – Denken oder Würfeln?

Jürg Schweizer

## 1 Einleitung

Lawinen sind eine der bedeutendsten Naturgefahren im Alpenraum. Sie zählen zu den Massenbewegungen und sind eine meteorologisch bedingte Naturgefahr. Bis heute sind Lawinen die einzige Naturgefahr – neben den rein meteorologischen Phänomenen Sturm und Starkniederschlag – vor der systematisch gewarnt wird. Seit 1945 gibt es in der Schweiz ein Lawinenbulletin. Entsprechend hat die Lawinenwarnung heute einen hohen Stand erreicht. Lawinenprognosen warnen Bewohner, Touristen und Benutzer von Verkehrswegen heute zuverlässig vor der herrschenden Lawinengefahr. «Vorhersage der Lawinengefahr für Mittwoch, ganzes Gebiet der Schweizer Alpen: Mässige Lawinengefahr.» Was heisst das nun, mässig? Wo und wann, unter welchen Bedingungen treten demnach Lawinen auf? Diese Frage können im Detail auch die erfahrensten Lawinenexperten (noch?) nicht beantworten.

Mässige Lawinengefahr heisst, dass in einer bestimmten Region eine mittlere Wahrscheinlichkeit besteht, dass Schneesporthler eine Lawine auslösen können. Die Frage nach dem genauen Ort und Zeitpunkt bleibt aber unbeantwortet. Grund dafür ist, dass Lawinen im Grunde genommen seltene Ereignisse sind und nur unter sehr bestimmten lokalen Bedingungen auftreten. Diese Bedingungen hängen vor allem vom Wetter und der Witterung ab. Das Wetter kann aber kleinräumig, und darauf kommt es an, sehr unterschiedlich sein. Diese lokalen Launen der Natur haben auch die allerbesten Wettermodelle nicht im Griff. Zudem ist nicht allein das aktuelle Wetter entscheidend, sondern die ganze Wetterentwicklung des Winters – gespeichert im Schneedeckenaufbau.

## 2 Schneebrettauslösung

Lockerschneelawinen sind meist harmlos, können aber zum Tod durch Mitreissen und nachfolgenden Absturz führen. Die Hauptgefahr stellen in den meisten Situationen trockene Schneebrettlawinen dar. Dabei zerbricht in Sekunden eine ganze Schneetafel, bestehend aus Neuschnee oder Triebsschnee, häufig zusammen mit Altschneeschichten, und gleitet auf einmal als Ganzes ab. Dadurch ist ein Entkommen für Schneesporthler schwierig.

Für eine Schneebrettlawine aus trockenem Schnee braucht es einige notwendige Zutaten:

1. Steiles Gelände (steiler als ca. 30 Grad),
2. Eine bestimmte Schichtung der Schneedecke, nämlich eine Schwachschicht oder ein schwacher Schichtübergang unter einer mindestens teilweise leicht gebundenen Schneeschicht (dem sogenannten Schneebrett),
3. Ein Vorkommen dieser Schichtung über eine grössere Fläche (einige 10–100 m<sup>2</sup>),
4. Ein annähernd kritisches Gleichgewicht zwischen Spannungen und Festigkeiten in der Schwachschicht oder an der Schichtgrenze unterhalb dem Schneebrett (zuweilen als metastabiler Zustand bezeichnet),
5. Ein auslösendes Moment (meist in der Form einer äusseren Störung, typischerweise ein Schneesporthler oder ein bedeutender Neuschneezuwachs), und schliesslich
6. Eine Neigung der Schneedecke zur Bruchausbreitung.

Neben den Gelände ist es also vor allem die Schichtung der Schneedecke und deren Ausbreitung (Stichwort flächige Variabilität) die entscheidend sind. Die Schneebrettlawine ist ein Bruchprozess, der im Kleinen beginnt. Bei natürlichen (oder spontanen) Lawinen kann er einige Zeit dauern, aber schliesslich in wenigen Sekunden ganze Geländeteile erfassten. Diese Vielfalt der Skalen, örtlich und zeitlich, stellt eine der grössten Herausforderungen dar für die realistische, physikalisch basierte Modellierung der Schneebrettauslösung.

Was passiert genau, bevor eine Schneebrettlawine spontan abgleitet? In der schwachen Schicht oder an der schwachen Schichtgrenze kommt es lokal unter Scherbelastung am Hang zu einem Schädigungsprozess. Bindungen zwischen Schneekörnern brechen häufiger und schneller, als sich neue wieder bilden können. Hat sich eine genügend grosse Bruchfläche – der Initialbruch – gebildet, so kommt es zur sekundenschennellen Bruchausbreitung (Scherbruch allenfalls kombinierter Scher- und Druckbruch) und schliesslich nach dem Zugriss zum Abgleiten des Schneebrettes. Zwei Prozesse sind also wesentlich: erstens die Bruchbildung, zweitens die Bruchausbreitung. Festigkeit und Bruchzähigkeit sind daher zwei wichtige Schlüsselgrössen. Der Vorgang der Lawinenauslösung umfasst also vom Schneekristall

(Zehntelmillimeter) bis zum Lawinenhang (100 m) viele Größenordnungen, die gleichzeitig zu untersuchen praktisch unmöglich ist.

Schneesportler initiieren direkt durch ihre dynamische Zusatzbelastung einen Initialbruch – besonders anschaulich zeigen dies die sogenannten Wummgeräusche, die als Alarmzeichen gelten. Die Wirkung des Schneesportlers auf die Schneedecke hängt vom Schichtaufbau ab und nimmt generell mit der Tiefe rasch ab. Daher ist zum Beispiel ein Auslösung an eher schneearmen Stellen oder beim Übergang von Rinnen zu Mulden wahrscheinlicher als an Orten, wo die Schneedecke mächtig ist. Dort befinden sich allfällige Schwachschichten verhältnismässig weiter unten in der Schneedecke, wo der Einfluss der Schneesportler geringer ist.

Die typische Skifahrerlawine (oder generell die von Personen ausgelöste trockene Schneebrettlawine) ist ca. 50 m breit und 150 m lang, wobei die Länge der abgeglittenen Schneetafel ca. 80 m ist. Die Anrißhöhe beträgt ca. 50 cm und das Anrißgebiet (steilste Hangpartie) ist ca. 38 bis 39 Grad geneigt. Bei einer mittleren Dichte von ca. 200 kg/m<sup>3</sup> werden im Mittel somit bei einer typischen Skifahrerlawine ca. 320 Tonnen Schnee umgelagert. Am häufigsten, nämlich in fast drei Viertel aller Fälle, werden Skifahrerlawinen in Nordost-, Nord- Nordwest und Osthängen ausgelöst, und zwar vor allem in kammnahen Mulden und Rinnen.

### 3 Lawinenbildung und Gefahrenbeurteilung

Die Lawinenbildung lässt sich grundsätzlich von zwei Seiten angehen. Einerseits über den Weg der sogenannten lawinenbildenden Faktoren (Gelän-

de, Niederschlag, Wind, Temperatur und Strahlung und Schneedeckenaufbau), andererseits über die Mechanik der Lawinenauslösung. Der erste Weg führt zu relativen Aussagen über die Auslösewahrscheinlichkeit und wird erfolgreich von allen Lawinenwarndiensten begangen. Er ist der einzige praktikable Weg zur Lawinenbeurteilung, auch für den Schneesportler. Der zweite Weg führt theoretisch direkt zur Prognose der Stabilität im Einzelhang – ein Weg mit vielen Hindernissen und bescheidenen Fortschritten – der Weg, den die Forschung zu gehen versucht.

Niederschlag, Wind, Temperatur und Strahlung sind relativ einfach zu messen und bewirken alle in erster Linie eine Zunahme der Belastung. Entscheidend ist aber meist, wie die Schneedecke beschaffen ist, ob es Schwachstellen gibt. Die Schneedecke ist aber die grosse Unbekannte. Nur indirekt bekommen wir Informationen geliefert über die Instabilität der Schneedecke, zum Beispiel über Alarmzeichen (Wummgeräusche, Risse, frische Lawinen). Zusätzlich können mit Schneedeckenuntersuchungen aktiv Informationen zum Schneedeckenaufbau gesucht werden. Dabei interessieren vor allem die Fragen: Hat es Schwachschichten oder kritische Schichtübergänge, und wenn ja, wie kritisch und wie verbreitet sind diese? Es gibt einige einfache Regeln, die Rückschlüsse erlauben auf die Instabilität der Schneedecke. Dabei betrachtet man vor allem Korngrösse und Härte und deren Unterschiede von Schicht zu Schicht. Voraussetzung für eine Schneebrettlawine sind nämlich Diskontinuitäten. Je ausgeprägter die vertikale Schichtung, um so wahrscheinlicher ist die Lawinenbildung.

Während vertikale Unterschiede die Lawinenbildung begünstigen, beeinträchtigen sie horizontale Unterschiede. Die flächige Variabilität der Schneedecke beeinflusst die Lawinenbildung ganz entscheidend und erschwert die Gefahrenbeurtei-

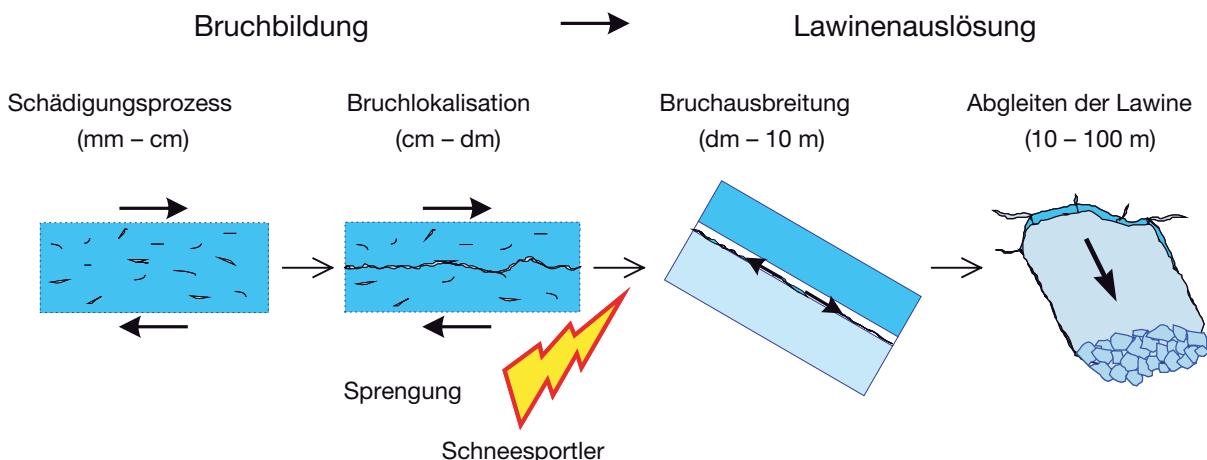


Abb. 1: Schematische Darstellung der Prozesse, die zur Lawinenauslösung führen.

lung. Verschiedene Untersuchungen haben gezeigt, dass die Schneedecke aber nicht völlig chaotisch ist, sondern dass die Variationen eine räumlichen Bezug haben und recht oft auch ausgeprägte Muster existieren. Dabei gilt es zu beachten, dass Variationen auf verschiedenen Skalen (Region, Einzugsgebiet, Hang, Schneedecke, Schneeschicht, Schneekorn) existieren, die unterschiedliche Gründe und für die Lawinenbildung unterschiedliche Konsequenzen haben können. So sind kleinräumige Variationen (10 cm), die durch den Wind entstehen, eher ungünstig für die Lawinenbildung, während Variationen auf der Skala 10 bis 100 m dazu führen können, dass im selben Hang, zum Beispiel mehr zum Rand hin eine Auslösung möglich ist, während die Auslösung mehr in der Mitte des Hanges wesentlich weniger wahrscheinlich ist. Theoretisch liesse sich durch gezielte Beobachtung der Schneeoberfläche die Variabilität abschätzen, wobei allerdings Änderungen, sozusagen in letzter Minute vor dem Einschneien zu wesentlichen Unsicherheiten füh-

ren können. Grundsätzlich gilt aber: Die Schneoberfläche von heute ist die potentielle Schwachschicht von morgen. Während die Entstehung von Schwachschichten an der Schneeoberfläche häufig recht uniform ist, ist deren Zerstörung vor allem durch den Wind stark von Zufälligkeiten beeinflusst. Der Wind verursacht ganz klar die grössten und unberechenbarsten Schneedeckenvariationen. Gefahrenbeurteilung heisst vor allem, in der grossen Vielfalt Muster zu suchen.

#### 4 Vorhersehbarkeit

Neben dieser grossen Vielfalt gibt es eine beständige Grösse: das Gelände. Lawinen brechen denn auch immer wieder – trotz stets anderer Bedingungen – an den selben Orten an. Nur deshalb ist es überhaupt möglich und sinnvoll, Schutzbauten zu erstellen. Daraus folgt, dass insbesondere Grosslawinen weitgehend voraussehbar sind, da nämlich kaum einmal eine derartige Lawine aus-



Abb. 2: Typische Skifahrerlawine, die von den Hang querenden Skifahrern ausgelöst wurde. Bei einer Schneebrett-lawine gleitet eine ganze Schneetafel ab. Die markante Anrissstirn entsteht durch den Zugriss, aber erst nachdem sich unterhalb der Schneetafel der primäre Scherriss ausgebretet hat. Bei einer derartigen Skifahrerlawine kommen häufig mehrere Hundert Tonnen Schnee in Bewegung.



Abb. 3: Durchscheinendes Profil am Lawinenanriss der in Abb. 1 gezeigten Schneebrettlawine. Unter dem rund 40 cm dicken Schneebrett erscheint hell und luftig die Schwachschicht, in der der Bruch erfolgte.

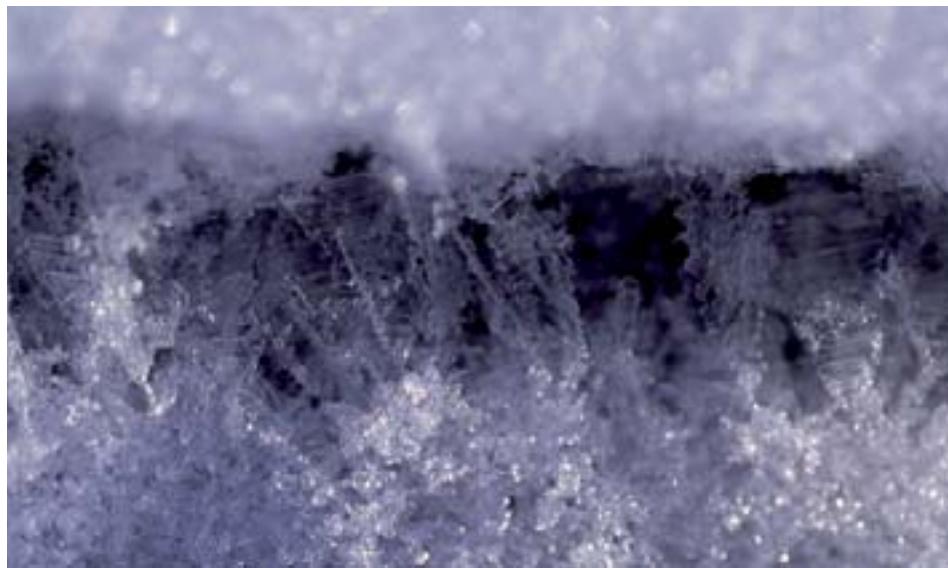


Abb. 4: Nahaufnahme der Schwachschicht: eingeschneiter Oberflächenreif. Zwischen einer feinkörnigen Neuschneeschicht (oben) und einer grobkörnigen Altschneeschicht (unten) sind die filigranen, ca. 1 cm grossen Oberflächenreikristalle gut erkennbar.



Abb. 5: Während der Rücken im Vordergrund abgeblasen oder zumindest sehr rauh und variabel ist, sehen die meisten Hänge sehr homogen aus. Nicht zuletzt deshalb ist der Aufstieg über Rücken sicherer als durch Mulden. Auf den Rücken können sich nämlich meist keine zusammenhängenden Schwachschichten bilden.

serhalb eines bekannten Lawinenzuges zu Unzeiten niedergeht. Überraschungen sind aber nicht ausgeschlossen, und der genaue Zeitpunkt ist nicht vorhersehbar, ebenso wenig wie das genaue Ausmass im Auslaufgebiet.

Bei den von Schneesportlern ausgelösten Lawinen ist die Situation etwas komplizierter, da Schneesportler sehr verschiedenes Gelände befahren. Dadurch wird auch der Ort der Auslösung zunehmend von Zufälligkeiten bestimmt, die nicht vorhersehbar sind. Auch für von Schneesportlern ausgelöste Lawinen gilt, dass voraussehbar ist, in welchem Gelände Lawinen grundsätzlich möglich sind. Zeiten erhöhter Auslösewahrscheinlichkeit lassen sich ebenfalls recht zuverlässig prognostizieren, wobei auch bei erhöhter Auslösewahrscheinlichkeit und damit erhöhter regionaler Lawinengefahr die Auslösewahrscheinlichkeit in einem bestimmten Einzelhang relativ gering sein kann. Schwierig wird die Beurteilung für Schneesportler bei mittlerer Auslösewahrscheinlichkeit, die zudem über längere Zeit andauern kann. In solchen Situationen erhöhte Unsicherheit kommt dem defensiven Verhalten bei der Risikoreduktion besondere Bedeutung zu. Besonders wesentlich wird die Frage, wie gross Lawinen werden können. Bei

der Beantwortung können Kenntnisse über den Schneedeckenaufbau helfen. Letztlich ist es aber aufgrund der Schneedeckenvarianz nicht möglich, den genauen Ort und Zeitpunkt der Auslösung zu prognostizieren.

## 5 Schluss

70 Jahre Lawinenforschung haben zwar viele Geheimnisse gelüftet, aber der genaue Ort und Zeitpunkt eines Lawinenabgangs lassen sich auch heute nicht vorhersagen. Wohl aber zu einem bestimmten Grade das Gelände, wo Lawinen zu erwarten sind, und die Zeit. Es gibt ganz klar Lawinenzeiten, in denen die Wahrscheinlichkeit einer Auslösung grösser und daher eher mit Lawinen zu rechnen ist. Auf diesen Tatsachen beruht unter anderem die Lawinenwarnung. Wäre die Lawinengefahr nicht zu einem gewissen Grade voraussehbar, so wäre die Zahl der Lawinenopfer auf Verkehrswegen und in Siedlungen nicht verhältnismässig gering – Zeugnis der hohen Professionalität der Sicherheitsverantwortlichen.

Gefahrenbeurteilung heisst im Wesentlichen Muster erkennen – auf verschiedenen Skalen. Die Muster

haben ursächliche (z. T. erkennbare) Komponenten und zufällige (nicht erkennbare) Komponenten, und die Mischung kann variieren. Dadurch spielen auch Zufälligkeiten eine wesentliche Rolle, aber Lawinenprognosen oder generell Lawinengefahrenbeurteilungen durch erfahrene Sicherheitsverantwortliche – deren Trefferquote auch schon mit derjenigen von Bauernregeln verglichen wurde – sind zuverlässiger als Würfeln. Denken oder Würfeln? Sowohl als auch: Beobachten und Kombinieren mit dem Erfahrungsschatz (Denken) und Berücksichtigen der Unsicherheiten (Zufälligkeiten, d.h. Würfeln) sind Voraussetzungen für eine risikobasierte Entscheidungsfindung.

Dr. Jürg Schweizer studierte Umweltphysik an der ETH Zürich und promovierte in Glaziologie. Seit 1990 ist er wissenschaftlicher Mitarbeiter am SLF mit Spezialgebiet Lawinenbildung. Er ist verantwortlich für die Lawinenausbildung von Lawinensachverständigen (IF-KIS) und hat in den letzten 10 Jahren in über 20 Fällen Gerichtsgutachten zu Lawinenunfällen verfasst.

## Résumé: Formation des avalanches et évaluation du danger – Réflexion ou coup de dés?

Les avalanches constituent une des principales sources de danger naturel dans l'espace alpin. Elles font partie des mouvements de masse et dépendent des conditions météorologiques. Jusqu'à l'heure actuelle, les avalanches sont le seul danger naturel – à côté des phénomènes purement météorologiques que sont les tempêtes et les fortes précipitations – qui font l'objet de mises en garde systématiques. Depuis 1945, la Suisse diffuse un bulletin d'avalanches. Grâce à ce travail, les prévisions d'avalanches ont atteint aujourd'hui un niveau élevé de qualité. Elles mettent en garde les habitants, les touristes et les usagers des voies de communication avec une bonne fiabilité contre le danger d'avalanche actuel. «Prévisions du danger d'avalanche pour mercredi sur l'ensemble du territoire des Alpes suisses: danger limité d'avalanche.» Mais que signifie en réalité danger limité? Où, quand et dans quelles circonstances les avalanches se produiront-elles lorsqu'on parle de danger limité? A ces questions même les experts en avalanches les plus expérimentés ne peuvent pas (encore?) répondre.

Danger limité d'avalanche signifie que, dans une région déterminée, il y a une probabilité moyenne que des adeptes des sports de neige puissent déclencher une avalanche. Les questions de savoir où précisément et quand restent cependant sans réponse. La raison en est que les avalanches sont au fond des phénomènes rares qui ne se produisent que dans des conditions locales très déterminées. Ces conditions dépendent surtout du temps à un endroit donné et de la météo en général. Le temps peut en effet être très variable sur de petits espaces. Et c'est précisément cela la question. Ces humeurs locales de la nature, même les modèles

météorologiques les plus sophistiqués ne peuvent pas les maîtriser. De plus, il n'y a pas que le temps actuel qui joue un rôle déterminant, il y aussi l'évolution météorologique tout au long de la saison hivernale et qui est emmagasinée dans la constitution du manteau neigeux.

A côté de cette grande diversité, il y a une constante: la configuration du terrain. Les avalanches se déclenchent régulièrement – en dépit de conditions sans cesse changeantes – aux mêmes endroits. Ce n'est d'ailleurs qu'à cause de cela qu'il est possible et logique de mettre en place des constructions de protection. On peut en déduire que plus particulièrement les grandes avalanches sont largement prévisibles, car des avalanches de ce genre ne se déclenchent guère de manière imprévisible en dehors d'un couloir d'avalanche connu. Aucune surprise n'est cependant exclue et ni le moment précis, ni l'ampleur exacte dans la zone de dépôt ne sont prévisibles.

Dans le cas des avalanches déclenchées par des adeptes des sports de neige, la situation est un peu plus complexe, car les sportifs empruntent des zones ayant des configurations très diverses. La zone de déclenchement dépend donc en grande partie d'éléments aléatoires qu'on ne peut pas prévoir.

Fondamentalement, la formation d'une avalanche peut être abordée de deux côtés. D'une part, par la voie de ce qu'on appelle les facteurs qui interviennent dans la formation d'une avalanche (le terrain, les précipitations, le vent, la température, le rayonnement et la constitution du manteau neigeux), et d'autre part par la voie de la mécanique de déclenchement d'une avalanche. La première voie mène à des conclusions relatives sur la probabilité de déclenchement et est empruntée avec succès par tous les services de prévisions d'avalanches. C'est la seule voie praticable pour l'évaluation des avalanches pouvant également être empruntée par les adeptes des sports de neige. La seconde voie mène théoriquement et directement aux prévisions relatives à la stabilité d'une pente déterminée – une voie semée de nombreuses embûches sur laquelle les progrès sont modestes – c'est la voix de la recherche. Une question centrale à cet égard est de savoir comment la diversité – c'est-à-dire la variabilité – influence le processus de formation des avalanches. Les influences sont en effet multiples. Selon l'angle sous lequel on examine le problème, les mêmes influences peuvent agir en faveur ou à l'encontre de la formation d'une avalanche.

Même si 70 années de recherche sur les avalanches ont levé de nombreux secrets, l'endroit et le moment supposé du départ d'une avalanche ne peuvent pas encore être prévus aujourd'hui. On peut cependant savoir dans une certaine mesure sur quel terrain il faut s'attendre à des avalanches et à quel moment. Il y a clairement des heures d'avalanches au cours desquelles la probabilité d'un déclenchement est plus grande et pendant lesquelles il faut donc s'attendre à des avalanches. C'est entre autres sur ces faits que se fondent les prévisions d'avalanches. Si le danger d'avalanche ne pouvait pas être prévu jusqu'à un certain degré, le nombre de victimes d'avalanches sur les voies de communication et dans les zones habitées ne serait pas relativement faible – cela témoigne du haut degré de professionnalisme des responsables de la sécurité. Même si

des éléments aléatoires jouent également un rôle essentiel, les prévisions d'avalanches ou, d'une manière générale, les évaluations du danger d'avalanche par les responsables expérimentés de la sécurité – dont l'exac-titude est parfois comparée à celles des dictions populaires – sont plus fiables que des coups de dés. La réflexion n'est donc pas interdite.

Dr Jürg Schweizer a étudié la physique de l'environnement à l'ETH Zurich et a présenté une thèse de docto-rat en glaciologie. Depuis 1990, il est collaborateur scientifique à l'ENA dans le domaine spécialisé de la formation des avalanches. Il est responsable de la formation des experts en avalanches (IFKIS) et a rédigé au cours des 10 dernières années des rapports d'expertise concernant plus d'une vingtaine d'accidents d'avalanche à l'attention des tribunaux.

## Riassunto: Formazione delle valanghe e valutazione del pericolo valanghe: riflettere o tirare i dadi?

Le valanghe sono uno dei più imponenti pericoli naturali che si possono verificare sulle Alpi. Un pericolo naturale che rientra nei movimenti delle masse e che è causato da fenomeni meteorologici. Sino ad oggi le valanghe sono infatti l'unico pericolo naturale, insieme ai fenomeni puramente meteorologici «tempesta» e «forti precipitazioni», per il quale esiste un servizio di prevenzione sistematico. In Svizzera il bollettino delle valanghe esiste ormai dal 1945 e possiamo dire che oggi l'attività di prevenzione contro questo fenomeno ha raggiunto standard molto elevati. Al giorno d'oggi le previsioni sulle valanghe avvertono in modo affidabile gli abitanti, i turisti e gli utenti del traffico sull'esistenza di un pericolo di valanghe. «Previsione del pericolo di valanghe per la giornata di mercoledì: intero territorio delle Alpi svizzere: moderato pericolo di valanghe». Ma cosa significa esattamente «moderato»? Dove, quando e in quali condizioni si verifica quindi una valanga? A questa domanda non sono (ancora?) in grado di dare una risposta neanche i più esperti del settore.

«Moderato pericolo di valanghe» significa che in una determinata regione è mediamente probabile che gli appassionati di sport invernali possano causare il distacco di una valanga. La questione sul luogo e il momento esatto rimane tuttavia irrisolta. Il motivo è dovuto al fatto che in fin dei conti le valanghe sono fenomeni piuttosto rari, che si verificano solo in circostanze molto particolari. Queste ultime dipendono soprattutto dalle condizioni meteorologiche, che possono però variare notevolmente, ed è questo proprio il punto, nell'ambito di minime distanze. Questi «capricci» locali della natura non possono essere controllati neanche dai migliori modelli meteorologici. Inoltre c'è da dire che in questi casi non giocano un ruolo determinante solo le condizioni meteo momentanee, ma l'intera evoluzione del tempo lungo tutto l'inverno, che è «memorizzata» nella struttura del manto nevoso.

A fianco di tutte queste variabili c'è anche un fattore stabile: il terreno. Perché le valanghe, nonostante la

presenza di condizioni sempre diverse, si distaccano sempre dagli stessi punti. Ed è proprio per questo motivo che è possibile e opportuno realizzare le opere di difesa da valanghe. Ne consegue quindi che soprattutto le valanghe di grandi dimensioni sono largamente prevedibili, perché sino ad oggi non si è mai verificato che una simile valanga uscisse dalla sua traccia. Ma eventuali sorprese non possono essere escluse e il mo-mento esatto non è prevedibile, come non sono prevedibili le sue dimensioni nella zona di deposito.

Per quanto riguarda invece le valanghe provocate da chi pratica sport invernali la situazione è un po' più compli-cata, perché questi ultimi percorrono terreni molto diversi. Anche il luogo del distacco è quindi sempre più determinato da casualità impossibili da prevedere.

La formazione di una valanga può fondamentalmente essere analizzata attraverso due diverse strade. Da un lato, attraverso la strada dei fattori che contribuiscono alla formazione di una valanga (terreno, precipitazioni, venti, temperatura, irradiazione e struttura del manto nevoso) e, dall'altro, attraverso la meccanica del di-stacco. La prima strada conduce a previsioni relative sulla probabilità di distacco e quindi viene percorsa con successo da tutti i servizi di prevenzione valanghe. Questa è l'unica strada praticabile per valutare il peri-colo di valanghe, anche per l'appassionato della neve. Dal punto di vista teorico, la seconda conduce direttamente alla previsione della stabilità del singolo pendio. Una strada con molti ostacoli e scarsi progressi: la strada del futuro. La questione centrale è dunque quel-la di determinare in che modo la molteplicità di questi fattori, cioè la «variabilità», influisce sul processo di for-mazione di una valanga. In realtà questi fattori sono molteplici, senza contare che lo stesso fattore può fa-vorire o contrastare la formazione di una valanga, a se-conda della scala di valutazione.

70 anni di studi sulle valanghe hanno certamente svelato molti segreti, ma il luogo e il momento esatti in cui si si-distaccherà una valanga non sono ancora oggi prevedibili. Sicuramente è però possibile prevedere una determinata pendenza del terreno dove sono attese eventuali valanghe e il periodo di tempo. Esistono infat-ti determinati periodi di tempo in cui la probabilità di distacco è maggiore e in cui si prevedono quindi mag-giormente eventuali valanghe. Su questi dati di fatto si basa il servizio di prevenzione valanghe. Se il pericolo di valanghe non fosse prevedibile entro determinati limiti, il numero delle vittime da valanga sulle strade e nei centri abitati non sarebbe relativamente basso, gra-zie anche all'alta professionalità dei responsabili della sicurezza. Anche se le casualità giocano un ruolo altrettanto importante, i bollettini delle valanghe o in generale le valutazioni del pericolo di valanghe fatte da addetti alla sicurezza con una certa esperienza (che ci azzeccano sempre, come i proverbi contadini) sono molto più affidabili dei dadi. Pensare non è vietato.

Il Dott. Jürg Schweizer ha studiato fisica ambientale presso l'ETH di Zurigo e ha conseguito il dottorato in glaciologia. Dal 1990 è collaboratore scientifico presso l'Istituto SNV nella specialità formazione di valanghe. Responsabile della formazione di esperti di valanghe (IFKIS), negli ultimi 10 anni ha redatto oltre 20 perizie legali in altrettanti incidenti da valanga.