



Schneedecke nach
Lawinenabgang.
© Alain Duclos

Hohlräume zwischen
den Eiskristallen.

© Jane Blackford,
Chris Jeffree/Universität
Edinburgh

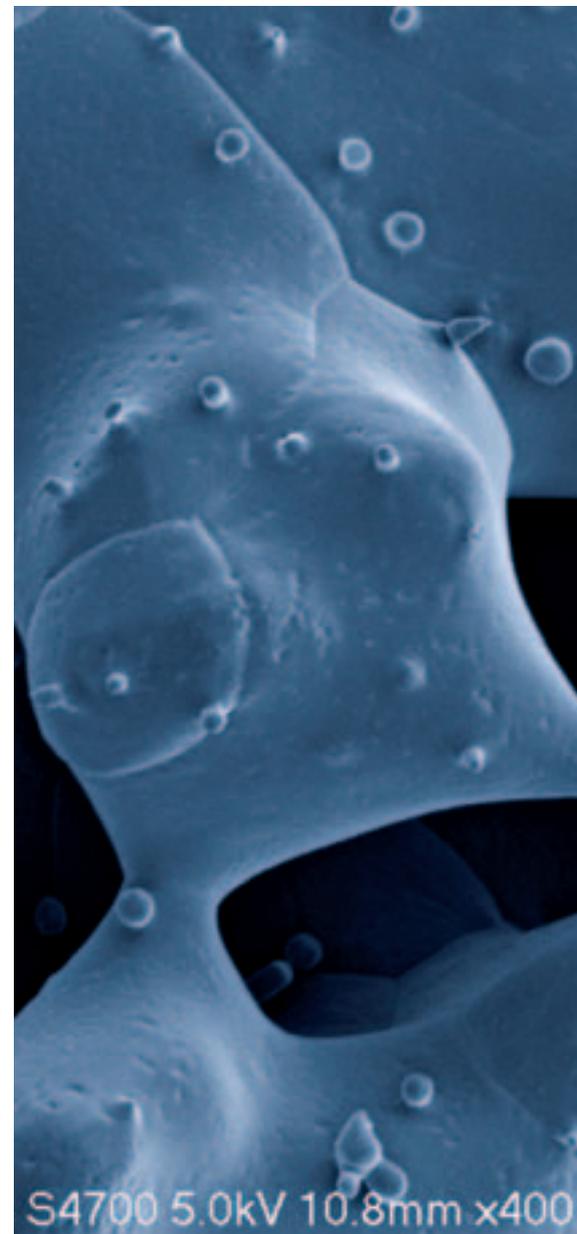
Lawinen – im Tal ausgelöst

Donnern Schneebrettlawinen ins Tal, sind Wintersportler und Bergsteiger in Gefahr. Materialforscher haben nun verblüffende Erkenntnisse zur Entstehung dieser Lawinen gewonnen.

Dass Skifahrer, die über steile Hänge wedeln, ausgedehnte Schneeschichten zum Abrutschen bringen können, ist bekannt. Aber auch Skifahrer im eher flachen Talgebiet können Schneebrettlawinen auslösen, zum Teil über eine Entfernung von mehreren hundert Metern. Dieses Szenario scheint dem gesunden Menschenverstand zu widersprechen – dennoch fordert es jährlich Todesopfer.

Doch wie geht eine solche Fernauslösung von Lawinen vonstatten – bergauf und bisweilen über Hunderte von Metern? »Bei einer Schneebrettlawine rutscht die obere Schneeschicht ins Tal. Damit das passieren kann, muss sie sich zunächst von der darunter liegenden lösen. In der Grenzschicht breitet sich also ein Riss aus, der die beiden Schneeschichten voneinander trennt«, erläutert Prof. Dr. Peter Gumbsch, Leiter des Fraunhofer-Instituts für Werkstoffmechanik IWM in Freiburg. Die bisher gängige An-

schauung ging davon aus, dass sich die aufeinander liegenden Schneeschichten durch Scherrisse lösen. Bei einem solchen Scherriss verrutscht die obere Schicht in einem begrenzten Bereich, dem Bruchbereich, gegenüber der unteren Schicht. »Wären die zwei Schneeschichten unsere Handflächen, entspräche ein Scherriss einem Übereinanderreiben der Handflächen. Die obere Schneeschicht verrutscht nur, wenn der Hang steil genug ist und die Reibung überwunden werden kann«, beschreibt Gumbsch die bisherige Anschauung zur Entstehung von Lawinen. Es gibt also einen kritischen Hangwinkel: Ist das Gebiet flacher, können sich keine Scherbrüche im Schichtverbund ausbreiten – und somit keine Schneebrettlawinen entstehen. Die Fernauslösung von Lawinen durch einen Skifahrer, der sich im flachen Gelände befindet, lässt sich so nicht verstehen. Gumbsch und seine Kollegen Michael Zaiser und Joachim Heierli an



Information und Kommunikation

der Universität Edinburgh, Schottland, haben nun ein physikalisches Modell entwickelt, das die Fernauslösung auf anschauliche Weise erklärt (Science 321, 5886, S. 240-243). Grundlage des Modells ist der körnige Aufbau der Grenzschicht, die die obere und die untere Schneeschicht miteinander verbindet. »Diese Grenzschicht besteht aus Eiskristallen, zwischen denen sich größere Zwischenräume befinden«, erklärt Heierli. Befindet sich ein Skifahrer auf der Schneedecke, können die Eiskristalle durch den Druck brechen, sich voneinander lösen und in die Zwischenräume rutschen – die Schicht sackt zusammen. Die darauf liegende Schneeschicht verliert die Stütze und sackt ebenfalls ab. »Durch

diesen Volumen kollaps wird Energie frei, die bisher nicht berücksichtigt wurde«, sagt Heierli.

Sacken die Schneeschichten zusammen, wird Energie frei

Die Forscher sprechen bei diesem Volumen kollaps von einem »Anti-Riss«. Vergleicht man die Schneeschichten mit zwei aufeinander gelegten Handflächen, entspräche der Anti-Riss einem Zusammenpressen der Handflächen. Ein Anti-Riss in der Grenzschicht kann sich in alle Richtungen ausbreiten. So ist es möglich einerseits, dass ein Skifahrer auf einer Bergkuppe den Bruch verursacht, die Lawine aber weiter

unten im Hang abgeht. Andererseits kann aber auch ein Skifahrer, der im flachen Tal unterwegs ist, eine Schneebrettlawine in höheren Gebieten lostreten. Der Riss breitet sich jedoch nur aus, wenn genügend Energie freigesetzt wird. Es muss eine Energiebarriere überwunden werden. »Diese Energiebarriere lässt sich mit einem Hügel vergleichen, den man mit dem Fahrrad überwinden will. Man muss zunächst ordentlich in die Pedale treten, bis man den höchsten Punkt erreicht hat – dann läuft es von alleine. Genauso ist es mit der Ausbreitung eines Risses: Es muss zuerst genügend Energie vorhanden sein, damit der Riss das kritische Maß erreicht. Ist die Energiebarriere überwunden, breitet sich der Riss von alleine aus. Entscheidend dabei: Die Energiebarriere für einen Anti-Riss ist bedeutend kleiner als die für einen Scherriss«, sagt Heierli. »Und: Sie hängt bedeutend weniger von der Hangneigung ab.«

Experimente bestätigen Theorie

Kanadische Forscher der Universität Calgary haben die neue Theorie durch Experimente bestätigt: Wie sie herausfanden, hängt die kritische Bruchlänge wenig von der Steigung des Geländes ab. Im Klartext: Egal, ob die Schneedecke im flachen oder im steilen Gelände ist – es ist gleich schwer, einen Bruch auszulösen. Scherrisse können daher nicht die Ursache für die Brüche sein. Anders beim Anti-Riss: Gerade im Flachen ist die Kompressionskraft am größten, welche den Anti-Riss antreibt.

Löst ein Skifahrer einen Bruch aus, pflanzt sich dieser als Anti-Riss fort. Innerhalb weniger Sekunden kann der so entstandene Riss bis zu mehrere hundert Meter groß werden. Die Schneeschichten verlieren dabei ihren Verbund. Nur noch Reibungskräfte können jetzt den Schnee daran hindern, abzugleiten. Dort, wo diese nicht ausreichen, rutscht die obere Schicht ab – eine aus der Ferne ausgelöste Schneebrettlawine entsteht.

»Das Verständnis von der Fernauslösung hat zu einer neuen Anschauung geführt, wie Schneebrettlawinen überhaupt entstehen«, ergänzt Peter Gumbsch, »damit können wir einen wesentlichen Beitrag zur Sicherheit in den Bergen leisten.«

Janine Drexler

 fraunhofer.de/audio:online_ab_05.01.2009

