

## Auslösung von Schneebrettlawinen

### Déclenchement d'avalanches de plaque de neige

von Jürg Schweizer und Alec van Herwijnen

#### Résumé:

*Afin de mieux prévoir les avalanches, il est indispensable d'améliorer notre connaissance concernant les déclenchements de plaque de neige. Dans la région de Steintälli, au-dessus de Davos, nous essayons d'observer le processus de rupture dans une pente potentiellement avalancheuse. Pour ceci, nous mesurons les signaux acoustiques qui sont libérés dans le manteau neigeux lors de ces processus de rupture.*

#### 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. Mässige Lawinengefahr, zum Beispiel, heisst, dass in einer bestimmten Region eine mittlere Wahrscheinlichkeit besteht, dass Schneesportler eine Lawine auslösen können. Die Frage nach dem genauen Ort und Zeitpunkt eines Lawinenabgangs wird aber im Lawinenbulletin nicht beantwortet. Auch die erfahrensten Lawinenexperten können diese Frage (noch?) nicht beantworten. 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. Lawinenereignisse sind also auch beim heute besten Stand der Technik nicht im Detail vorhersehbar. Trotzdem, für (noch) bessere Prognosen ist ein vertiefteres Prozessverständnis ausschlaggebend. Im Rahmen des CCES-Projektes TRAMM untersuchen wir daher, wie trockene Schneebrettlawinen entstehen. Wir versuchen zu verstehen, wie in der Schneedecke Brüche entstehen und sich ausbreiten.

#### 2. Lawinenauslösung

Die Auslösung einer trockenen Schneebrettlawine kann als kritisches Phänomen betrachtet werden und ist das Resultat mehrerer Bruchbildungs- und -ausbreitungsprozesse. Erschwerend, insbesondere für die umfassende Modellierung, ist dabei, dass der Auslöseprozess im Kleinen beginnt, d.h. Bindungen zwischen Schneekörnern brechen (Skala: 0.1 mm) und mit dem Abgleiten des Schneebrettes endet (Skala: 100 m), also rund sechs Größenordnungen umfasst. Die Schneebrettauslösung beginnt also mit einem Schädigungsprozess in einer Schwachschicht unterhalb des so genannten Schneebrettes, einer mindestens leicht verfestigten Schicht (Abbildung 1). Der Schädigungsprozess beginnt dort wo lokal die Spannungen am grössten und die Festigkeit am geringsten ist. Das Brechen von Bindungen wird nicht wie sonst üblich durch neue Bindungen kompensiert, so dass lokal ein Initialbruch entstehen kann. Wird die Initialbruchfläche gross genug, ungefähr entsprechend (oder etwas mehr) der Dicke des überlagernden Schneebrettes, so beginnt der Bruch schnell zu wachsen (Bruchausbreitung), bis die Bruchfläche so gross ist, dass es Brüche quer durch das Brett gibt, die gebrochenen Teile sich zu bewegen beginnen, das Brett zerfällt und schliesslich abgleitet.

Wir untersuchen die Bruchprozesse auf verschiedenen Skalen, nämlich auf der Skala der Schneekörner mit Experimenten im Kältelabor und mit Hilfe eines einfachen Bruchmodells, und auf der Skala eines Lawinenhangs. Auf der Hangskala versuchen wir einerseits flächige Variationen der Schneedeckeneigenschaften zu messen, deren Ursachen zu verstehen, und zur Lawinenbildung in Bezug zu setzen, so dass es schliesslich möglich werden könnte, die Variation der Stabilität zu prognostizieren. Andererseits geht es darum, die Bruchbildungsprozesse in der Schneedecke zu verfolgen.

### **3. Verfolgen von Bruchprozessen in einem potentiellen Lawinenhang**

Die Bildung und Ausbreitung von Brüchen ist in jedem Material begleitet von der raschen Freisetzung von elastischer Energie in der Form von akustischen Wellen. Diese akustischen Impulse sind „hörbar“. Die Methode der akustischen Emission wird häufig verwendet, um die zeitliche und räumliche Entwicklung von Materialfehlern zu verfolgen. Im Schnee verursachen Brüche zwischen Körnern hochfrequente Signale, die im Schnee – einem natürlichen Tiefpass-Filter – nur in unmittelbarer Umgebung detektiert werden können. Bilden sich aber grössere Brüche, so entstehen auch tiefer frequente Signale, die benutzt werden können, um die Bildung einer Schneebrettlawine zu verfolgen. Die Methode gilt gemeinhin als berührungs frei, aber in unserem Falle ist dies leider nicht so, da wir die Sensoren – wir verwenden Geophone – in der Schneedecke platzieren müssen.

Gegen Ende des vergangenen Winter haben wir in einem Lawinenhang einen ersten Prototypen eines Sensors platziert und erste Messungen gemacht (Abbildung 2). Dabei hat sich gezeigt, dass die gewählte Instrumentierung sehr sensitiv ist, d.h. wir „hören“ sehr viel. Es geht jetzt darum, die verschiedenen Störungen herauszufiltern und die relevanten Bruchprozesse zu erfassen. In der Umgebung des Lawinenhangs stehen auch drei Wetterstationen, das Untersuchungsgebiet gehört zum Swiss Experiment Standort „Wannengrat“, so dass wir die Perioden kennen, in denen wir erhöhte Instabilität erwarten. Gleichzeitig verfolgen wir auch die Schneedecke intensiv und machen im selben Gebiet Untersuchungen zur räumlichen Variation von Schneedeckeneigenschaften. Das Ausmass der räumlichen Variation scheint nämlich die Bruchbildung und -ausbreitung zu beeinflussen.

### **4. Ausblick**

Im Rahmen des CCES-Projektes TRAMM haben wir die Chance, Forschungsarbeiten durchzuführen, die – wie oben beschrieben – sicher nicht in kurzer Zeit einen wesentlichen Durchbruch bringen. Es geht darum grundlegende Prozesse besser zu verstehen. Ob wir in den nächsten zwei Wintern entscheidende Resultate erhalten, ist zu einem gewissen Grade nämlich zufällig, da sie davon abhängen, ob sich in dem instrumentierten Hang auch Instabilitäten bis hin zu Lawinen ereignen werden. Daneben verfolgen wir auch handfestere und mehr Praxis orientierte Ziele, zum Beispiel im Bereich von Stabilitätstests, und setzen die Erkenntnisse für die Praxis laufend um.

### **Zitierte Literatur**

Schweizer, J., Jamieson, J.B. and Schneebeli, M., 2003. Snow avalanche formation. Rev. Geophys., 41(4): 1016.

Dr. Jürg Schweizer\* und Dr. Alec van Herwijnen  
WSL Institut für Schnee und Lawinenforschung SLF  
\* Kontakt: schweizer@slf.ch