

# Lawinenverbauungen, die auch vor Steinschlag schützen



**Martin Stolz**  
Professor für Geotechnik  
Leiter Institut für Siedlungsentwick-  
lung und Infrastruktur ISI, BFH



**Philipp Heintzmann**  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter  
Kompetenzbereich Geotechnik und  
Naturereignisse, BFH

Das Steinschlagrisiko in Lawinenanbruchgebieten nimmt mit dem Klimawandel zu. Deshalb sollen Lawinenverbauungen, sogenannte Stahlschneebrücken, zukünftig auch vor Steinschlag schützen. Die Berner Fachhochschule BFH und eine Wirtschaftspartnerin haben eine Lösung entwickelt.

Das BFH-Institut für Siedlungsentwicklung und Infrastruktur ISI entwickelt zusammen mit der Krummenacher AG Stahlschneebrücken, die neben den statischen Einwirkungen durch Schneedruck neu auch den dynamischen Einwirkungen infolge Steinschlags im Sommer standhalten. Eine bestehende Lawinenverbauung der Krummenacher AG wurde durch eine besondere Wahl und eine geschickte Anordnung von Federdämpferelementen so verstärkt, dass die Aufnahmekapazität von Steinschlagenergien mindestens um den Faktor 10 erhöht werden konnte.

## Stand der Technik

Im Anbruchgebiet haben Lawinenverbauungen die Aufgabe den Anbruch, sprich das Entstehen von Schneelawinen, zu verhindern. Dazu werden mehrere Reihen von Stützwerken verbaut (Abb. 1). Grundsätzlich sind zwei Typen von Verbauungen zu unterscheiden: starre und nachgiebige Stützwerke. Starre Stützwerke sind Stahlschneebrücken mit einem Stahlrost, die die Belastungen durch Schneedruck mit geringen

Deformationen im Bereich weniger Zentimeter aufnehmen. Nachgiebige Stützwerke wie Schneenetze sind hingegen in der Lage, den Kriech- und Gleitbewegungen der Schneedecke bis zu mehrere Dezimeter weit zu folgen. Lawinenverbauungen in Steinschlag gefährdeten Anbruchgebieten werden heutzutage aus Schneenetzen oder Stahlschneebrücken in Kombination mit Steinschlagschutznetzen hergestellt. Schnee- oder Steinschlagschutznetze sind bezüglich Nutzungsdauer, Investitions-, Unterhalts- und Reparaturkosten deutlich teurer als Stahlschneebrücken. Daher entwickelt die BFH mit ihrer Wirtschaftspartnerin eine steinschlagoptimierte, kosteneffiziente Stahlschneebrücke. Diese kommt in den obersten ein bis zwei Werkreihen unterhalb von Steinschlag gefährdeten Felspartien zum Einsatz und schützt die unteren Werkreihen vor Steinschlag.

## Wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Nutzen

Das Steinschlagrisiko in Lawinenanbruchgebieten nimmt mit dem Klimawandel weiter zu: Durch die Temperaturerhöhung verschiebt sich die Permafrostgrenze in höhere Lagen, und die Gletschervolumen nehmen ab. Dadurch werden heute noch stabile Felspartien, Schutthalden und Moränen in naher Zukunft zunehmend instabiler, es werden Steine freigelegt, die das Steinschlagrisiko erhöhen. Die Walliser Stahl- und Metallbaufirma Krummenacher AG möchte ihre Marktposition im Bereich Lawinenverbauungen festigen und ausbauen, indem sie ein einzigartiges und patentgeschütztes Stahlschneebrückenprodukt anbietet.

Im Rahmen seines Auftrags, den Schutz der Bevölkerung und grosser Sachwerte vor Naturgefahren sicherzustellen, unterstützt das Bundesamt für Umwelt (BAFU) den Bau von Lawinenverbauungen mittels Subventionen. Daher ist das BAFU an kosteneffizienten Produkten zum Schutz vor Naturgefahren interessiert. Mithilfe der neuen Stahlschneebrücke werden aufwendige Unterhalts- und Reparaturarbeiten an Lawinenverbauungen reduziert.

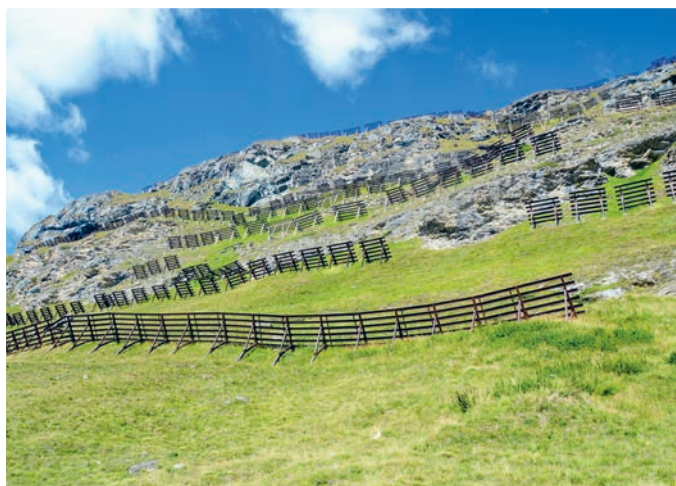


Abb. 1: Stahlschneebrücken in einem Lawinenanbruchgebiet



Abb. 2: Seitenansicht Versuchsaufbau und Messtechnik

Lawinverbauungen stehen in alpinem Gelände mit sensibler Flora und Fauna. Die Baustelleneinrichtung und die Baumaterialien werden üblicherweise mit dem Helikopter in die Steilhänge transportiert. Lärm und CO<sub>2</sub>-Ausstoss dieser Transportflüge belasten die Umwelt und die Tierwelt stark. Die neu entwickelte Lawinverbauung bedingt weniger Helikoptertransporte und schont die Umwelt.

### Dynamischen Spitzendruck reduzieren

Der Lösungsansatz besteht darin, das Tragwerk der Stahlschneebrücke mit Federdämpfungselementen zu verstärken. Diese Elemente haben die Aufgabe, den dynamischen Spitzendruck, der wenige Millisekunden dauert, zu reduzieren. Ausserdem verteilen sie die punktuelle Steinschlagbelastung auf eine grössere Fläche.

### Steinschlagversuche und Auswertung

Verschiedene Varianten wurden während 18 Monaten in zahlreichen Vorversuchen getestet und evaluiert. Anfang März 2017 wurde mithilfe des Dynamic Test Center (DTC) der BFH die Bestvariante getestet (Abb. 2). Ein 1,1 t schwerer Wurfkörper wurde mithilfe eines Pneuokrans aus Höhen zwischen 4,5 und 23,2 m vertikal fallengelassen. Der stahlgepanzerte Stahlbetonwurfkörper ist senkrecht zur Rostebene der Stahlschneebrücke aufgeprallt. Die Beschleunigungen und Verzögerungen im Wurfkörper wurden mit zwei redundanten Beschleunigungssensoren aufgezeichnet. Die Kraft-Zeit-Verläufe in den Auflagepunkten wurden mittels Kraftmessdosen erfasst. Der Aufprall- und Bremsvorgang wurde von vorn und seitlich mit drei Highspeedkameras gefilmt. Bei der maximalen Energieeinwirkung von 250 kJ in der Systemmitte wurde eine Bremszeit von 45 Millisekunden, ein Bremsweg von 50 cm und eine plastische Verformung am Aufprallort von 27 cm gemessen. Ein Vergleich der plastischen Verformungen in Abhängigkeit von der Energieeinwirkung bei der alten und der neuen Stahlschneebrücke ist in Abb. 3 dargestellt.

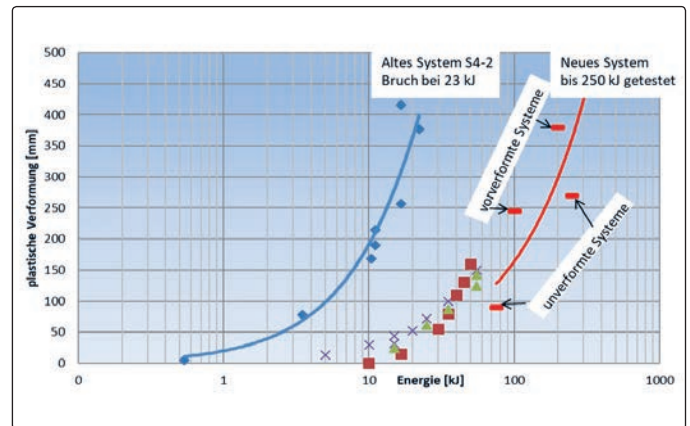


Abb. 3: Vergleich der plastischen Verformungen am Aufprallort beim alten und beim neuen System

### Patentanmeldung und Ausblick

Die Patentanmeldung erfolgte im April 2018, und im darauffolgenden August wurden zwei Stahlschneebrücken zwecks Test der Montagefreundlichkeit und des Tragverhaltens unter realen Schneedruckbedingungen im Winter 2018/2019 in der Nähe von Zermatt aufgebaut. Montagezeit und Montagefreundlichkeit konnten aufgrund der ersten Erfahrung durch zusätzliche Vorfabrikation und Montagehilfen weiter verbessert werden. Die Überprüfung der Praxistauglichkeit bezüglich Schneedruck erfolgt nach der Schneeschmelze im Mai/Juni dieses Jahres. Eine Zertifizierung des Werks für Steinschlag ist in Absprache mit dem BAFU im Gang.

#### Kontakt

– martin.stolz@bfh.ch  
– philipp.heintzmann@bfh.ch

Infos zum Institut für Siedlungsentwicklung und Infrastruktur ISI  
– bfh.ch/isi

Infos zur Wirtschaftspartnerin  
– krummenacher-ag.ch



Abb. 4: Montage von zwei Testwerken