

Lawinenverbauungen, die auch vor Steinschlag schützen

Durch den Klimawandel wächst in Lawinenanbruchgebieten die Gefahr des Steinschlags. Neue Stahlschneebrücken schützen vor beiden Naturgefahren. Prototypen sind in den Walliser Gemeinden Zermatt und Saas Grund installiert.



Stahlschneebrücken in einem Lawinenanbruchgebiet.

Bild: Berner Fachhochschule BFH

Durch die Temperaturerhöhung verschiebt sich die Permafrostgrenze in höhere Lagen, die Gletschervolumen nehmen ab. Die Gebiete werden zunehmend instabiler. In diesen Gebieten sind Lawinenverbauungen im Sommer Steinschlag ausgesetzt und gefährdet, zerstört zu werden. Gemeinsam mit der Krummenacher AG entwickelte die Berner Fachhochschule BFH neue Stahlschneebrücken, die erste Gebiete in den Gemeinden Zermatt und Saas Grund sowohl vor Steinschlag wie auch vor Lawinen schützen.

Zusatzschutz in den oberen Reihen

Im Anbruchgebiet haben Lawinenverbauungen die Aufgabe, den Anbruch, sprich das Entstehen von Schneelawinen, zu verhindern. Dazu werden meh-

rere Reihen von Stützwerten verbaut. Lawinenverbauungen in steinschlaggefährdeten Gebieten werden heutzutage aus Schneenetzen oder Stahlschneebrücken in Kombination mit Steinschlag-schutznetzen hergestellt. Schnee- oder Steinschlagschutznetze sind bezüglich Nutzungsdauer, Investitions-, Unterhalts- und Reparaturkosten deutlich teurer als Stahlschneebrücken. Daher entwickelte das Institut für Siedlungsentwicklung und Infrastruktur der Berner Fachhochschule mit ihrer Wirtschaftspartnerin eine steinschlagresistente, kosteneffiziente Stahlschneebrücke. Diese kommt in den obersten ein bis zwei Werkreihen unterhalb von steinschlaggefährdeten Felspartien zum Einsatz und schützt die unteren Werkreihen vor Steinschlag.

Hochschule, Wirtschaftspartner und Gemeinde arbeiten zusammen

Die Zusammenarbeit zwischen der BFH und der Krummenacher AG begann 2011 mit einer Abschlussarbeit des Masterstudiengangs Master of Science in Engineering an der BFH. 2014 fanden dann die ersten Gespräche zu einem durch die Innosuisse geförderten Forschungsprojekt statt. Roger Krummenacher, Geschäftsführer und Projektleiter bei der Krummenacher AG, schätzte die Zusammenarbeit: «Alle Parteien waren mit viel Begeisterung und Erfindergeist am Werk, obwohl es noch einiges an Geduld brauchte, bis die letzte Hürde genommen war. Das Endresultat lässt sich sehen. Die Lösung ist einfach und pragmatisch, passend fürs Hochgebirge.» Erste Prototypen der Steinschlagwerke sind



Montage von zwei Testwerken. Bild: BFH

im Gebiet Schweifinen bei Zermatt und im Gebiet Triftgrätji-Hehbord bei Saas Grund im Einsatz. Beides Gebiete, bei denen vermehrt mit Steinschlag zu rechnen ist. «Die Feuerprobe für die Werke», so Krummenacher. Die Zusammenarbeit mit den Gemeinden läuft gemäss Krummenacher sehr gut. «Alle begrüßen die Möglichkeit, die unten liegenden Gebiete mit einem kombinierten Werk schützen zu können.»

Die Lösung: Federdämpfungselemente

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

müssen hohe Anforderungen hinsichtlich Dauerhaftigkeit und Unterhalt erfüllt werden. 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 beste Variante getestet. Ein 1,1 Tonnen schwerer Wurfkörper wurde mithilfe eines Pneukrans aus Höhen zwischen 4,5 und 23,2 m vertikal fallengelassen. Der stahlgepanzerte Stahlbetonwurfkörper prallte senkrecht zur Rostebene der Stahlschneebrücke auf. 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. Eine bestehende Lawinenverbauung der Krummenacher AG wurde durch eine besondere Wahl und eine geschickte Anordnung von Federdämpferelementen so ertüchtigt, dass die Aufnahmekapazität von Steinschlagenergien mindestens um den Faktor 10 erhöht werden konnte.

Die Patentanmeldung erfolgte im April 2018, und im darauffolgenden August wurden zwei Stahlschneebrücken zwecks Test der Montagefreundlichkeit und des Tragverhaltens unter realen Schneedruckbedingungen in den beiden Testgebieten aufgebaut. Montagezeit und Montagefreundlichkeit konnten aufgrund der ersten Erfahrung durch zusätzliche Vorfabrikation und Montagehilfen weiter verbessert werden. Die Überprüfung der Praxistauglichkeit bezüglich Schneedruck erfolgte 2019 nach

der Schneeschmelze. Abschliessend wurden im Sommer 2019 weitere Versuche im DTC in Vauffelin durchgeführt, um die maximal mögliche Steinschlagenergie zu ermitteln, welche für die Zertifizierung der Konstruktion bekannt sein muss. Diese Versuche wurden horizontal durchgeführt.

Ein Innosuisse-Projekt

Das Projekt wurde von der Förderagentur Innosuisse des Bundes unterstützt und vom Bundesamt für Umwelt BAFU begleitet. Lawinenverbauungen werden vom BAFU mittels Subventionen unterstützt. Daher ist das BAFU an kosteneffizienten Produkten zum Schutz vor Naturgefahren interessiert. Mithilfe der neuen Stahlschneebrücke werden aufwendige Unterhalts- und Reparaturarbeiten an Lawinenverbauungen reduziert.

Das Institut für Siedlungsentwicklung und Infrastruktur erarbeitet unter anderem Grundlagen für Richtlinien und neue Prüfmethode zur Bemessung von Schutzmassnahmen und zur Abschätzung von Gefahrenpotenzialen gegen Naturereignisse wie Steinschlag, Lawinen, Murgänge oder Rutschungen. Im CAS Schutz vor Naturgefahren vermittelt die BFH zudem fundierte Kenntnisse und Fähigkeiten zum Risikomanagement, zu den Prozessen verschiedener Naturgefahren sowie zu Schutzmassnahmen.

Martin Stolz,
Leiter Institut für
Siedlungsentwicklung
und Infrastruktur, BFH



Infos:
www.bfh.ch/isi
www.krummenacher-ag.ch



Seitenansicht Versuchsaufbau und Messtechnik für vertikale Fallversuche. Bild: Berner Fachhochschule BFH



Aufgebaute Testbauwerke. Bild: Berner Fachhochschule BFH