Baulicher Lawinenschutz

Autor(en): **Margreth, Stefan / Platzer, Katharina**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Tec21**

Band (Jahr): **132 (2006)**

Heft 8: **Naturgefahren**

PDF erstellt am: **22.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-107916

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Stefan Margreth, Katharina Platzer

Baulicher Lawinenschutz

Beim Schutz von Verkehrsachsen und Siedlungen vor Lawinen spielt der bauliche Lawinenschutz eine entscheidende Rolle. Einige der massgeblichen Richtlinien zur Konstruktion dieser Schutzbauten werden nun auf Grund der neuen Tragwerksnormen des SIA sowie neuer Forschungsergebnisse am Eidgenössischen Institut für Schnee- und Lawinenforschung (SLF) überarbeitet.

Zwischen 1937 und 2005 verunglückten in der Schweiz 1727 Personen in Lawinen. Davon starben 32% auf Verkehrsachsen und in Siedlungen, allerdings mit abnehmender Tendenz: Kamen bis 1970 durchschnittlich 12 Personen pro Jahr durch Lawinen auf Verkehrsachsen und in Siedlungen um, nahm diese Zahl danach auf rund 4 Lawinentote pro Jahr ab. Der Grund für diese Abnahme dürfte darin liegen, dass die wichtigsten Gefahrenstellen, wo Lawinen regelmässig auftreten, erkannt wurden und die getroffenen Lawinenschutzmassnahmen zu greifen begonnen haben. Seit dem Lawinenwinter 1951 hat die Schweiz rund 1.5 Milliarden Franken dafür aufgewendet. Dass sich die Aufwendungen gelohnt haben, zeigte die Lawinenkatastrophe vom Februar 1999. Im Vergleich zu früheren Katastrophenwintern starben damals auf Verkehrsachsen und in Siedlungen

1

bedeutend weniger Personen, obwohl sich heute mehr Personen in den Bergregionen aufhalten. Bei all diesen Bemühungen, den Lawinenschutz zu verbessern, darf man jedoch nicht der Illusion einer absoluten Sicherheit erliegen, ein Restrisiko bleibt immer bestehen.
Beim baulichen Lawinenschutz stehen zwei Strategien im Vordergrund: einerseits das Anbrechen von Lawinen mit Stützverbauungen zu verhindern, andererseits eine abstürzende Lawine mit Bauwerken wie Dämmen oder Galerien aufzufangen oder wegzuleiten.

Stützverbauungen

Stützverbauungen stabilisieren die Schneedecke durch im Boden verankerte Stützflächen. Die ersten Stützverbauungen wurden bereits im 19. Jahrhundert als gemauerte Terrassen erstellt. Heute kommen Schneebrücken oder flexible Schneenetze aus Drahtseilen zum Einsatz. Stützverbauungen sind die in der Schweiz am häufigsten eingesetzte bauliche Schutzmassnahme. In den letzten 50 Jahren wurden mehr als 500 km zur Sicherung von Verkehrswegen und Siedlungen gebaut. Die Projektierung und Bemessung von Stützwerken ist in den «Richtlinien für den Lawinenverbau im Anbruchgebiet» (Buwal / WSL, 1990) geregelt. Bei der Bemessung ist der Schneedruck die massgebende Einwirkung. Die bis zu 300 kN grossen Fundationskräfte werden mit Ankern, Grundplatten oder Betonfundamenten abgetragen. Zurzeit überarbeitet das Eidgenössische Institut für Schnee- und Lawinenforschung (SLF) diese Richtlinien und passt sie an die neuen Tragwerksnomen des SIA an. Die zunehmende Bedeutung des Unterhalts wird mit einer neuen Methodik für die Zustandserfassung berücksichtigt, mit der festgestellte Schäden bewertet werden können und ihre Reparaturdringlichkeit bestimmt wird.

Auffang- und Ablenkdämme

Im Vergleich zu Stützverbauungen sind Dämme oft die kostengünstigere Massnahme, erfordern aber für die Realisierung relativ viel Raum und verändern das Landschaftsbild nachhaltig. Um eine Lawine vollständig stoppen zu können, sind je nach Lawinengeschwindigkeit Dammhöhen von über 20 m notwendig. Da der Praxis für die Festlegung der notwendigen Dammhöhe nur eine einfache, empirische Bemessungsformel (Bild 2) zur Verfügung steht, wird am SLF in einem Forschungsprojekt die Interaktion zwischen Lawine und Damm eingehend untersucht. Die bisherigen Experimente zeigten, dass das Hinterfüllen eines Auffangdammes nicht nur von der Geschwindigkeit, sondern insbesondere von der Dammgeometrie, der Lawinenkubatur und der Fliesshöhe abhängt. Die bisher verwendete Bemessungsformel ist nur für kleinere Lawinen gültig. Bei grossen Kubaturen bildet sich eine so genannten Schockwelle, die für die Dammhöhe massgebend wird. Eine entsprechende Praxisanleitung ist in Ausarbeitung.

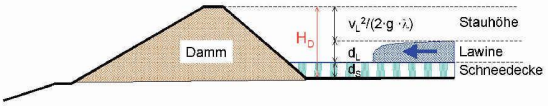
Lawinengalerien

Lawinengalerien oder -tunnels sind der klassische Schutz für Verkehrsachsen (Bild 1). Lawinen überfliessen eine Galerie oder lagern sich auf deren Dach ab, ohne den Verkehr zu beeinträchtigen. Bei genügender Länge bieten sie einen sehr hohen Schutz. Die Bemessung von Lawinengalerien ist in der «Richtlinie Einwirkungen auf Lawinenschutzgalerien» (Astra / SBB, 1994) geregelt. Wesentlich sind das Gewicht und die Reibung der fliessenden Lawine, dynamische Umlenkkräfte und die bleibende Lawinenablagerung. Nachrechnungen von alten Galerien zeigten, dass trotz Erfüllungsgraden von nur 50 bis 70% gegenüber der Richtlinie keine Schäden festgestellt wurden. Von der Praxis wird bemängelt, dass die Reibungskoeffizienten, die für die Projektierung von grosser Bedeutung sind, zu vorsichtig gewählt sind. Im

1
Lawinenabgänge über Galerien der Gotthardautobahn A 2 bei Wassen im Februar 1999 (Bild: SLF, S. Margreth)

2
Bemessungsformel für die Berechnung der erforderlichen Höhe eines Auffangdammes (Bilder SLF)

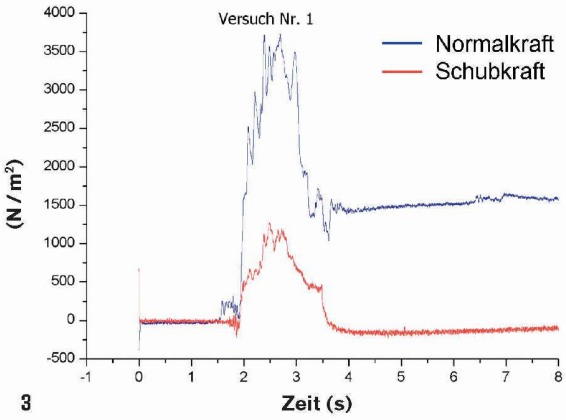
3
Verlauf der Normalkraft (blau) und der Schubkraft (rot) bei horizontaler Ausrichtung der Kraftmessplatte während eines Lawinenniedergangs auf der Schneegleitbahn. Ein Teil des Schnees bleibt auf der Kraftmessplatte liegen, deshalb geht die Normalkraft nicht auf 0 zurück



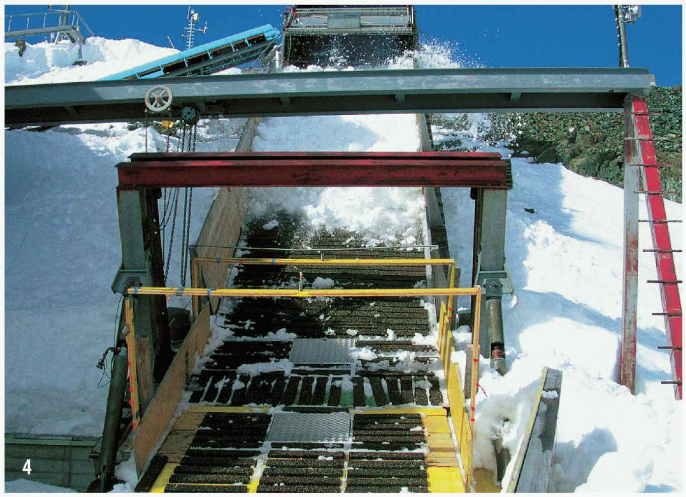
$$H_D > d_S + d_L + v_L^2/(2 \cdot g \cdot \lambda) \quad [m]$$

H_D: Dammhöhe [m]
d_S: Höhe der Schneedecke und Lawinenablagerung [m]
d_L: Fliesshöhe der Lawine [m]
$v_L^2/(2 \cdot g \cdot \lambda)$: Stauhöhe beim Aufprall [m]
v: Lawinengeschwindigkeit [m/s]
g: Erdbeschleunigung = 9.81 [m/s²]
λ: beschreibt Energievernichtung beim Aufprall = 1.5...2.5 [-]

2



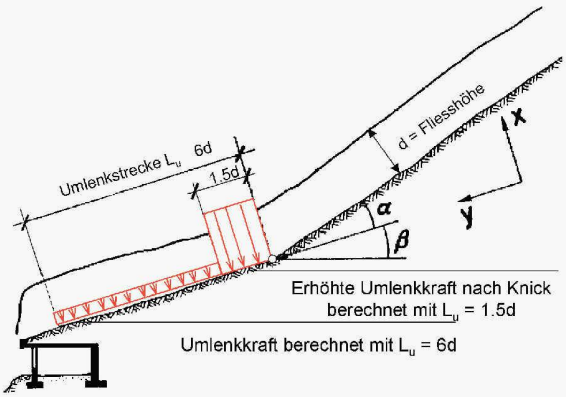
3

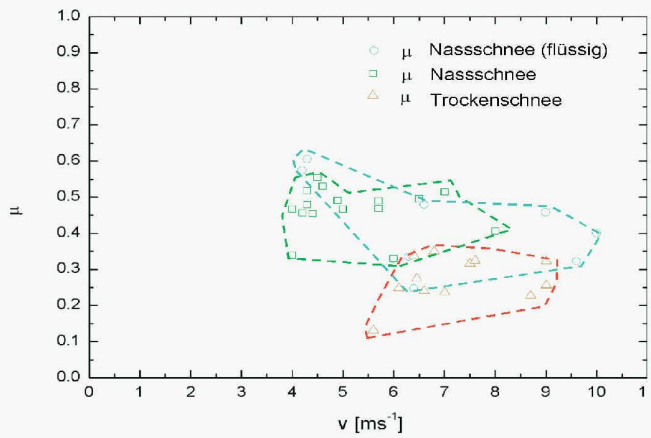


Auftrag des Bundesamts für Strassen (Astra) hat das SLF deshalb in den letzten drei Jahren die statischen und die dynamischen Lawinenkräfte, die auf ein Galeriedach wirken, mit diversen Versuchseinrichtungen näher untersucht.

Neue Erkenntnisse für die Bemessung von Lawinengalerien

In mehr als 60 massstäblichen Versuchen auf einer 30 m langen und 2.5 m breiten Schneegleitbahn wurde die Verteilung der dynamischen Normal- und Scherkräfte vor und nach einer variablen Umlenkung experimentell gemessen (Bild 3). Der Umlenkwinkel variierte zwischen 0° und 32°. Pro Versuch wurden bis zu 25 m^3 Schnee von unterschiedlicher Beschaffenheit verwendet (Bild 4). Dabei wurden die Fliessgeschwindigkeit an der Gleitfläche und die Geschwindigkeitsprofile an der seitlichen Wand gemessen. Die Fliesshöhe wurde mit Ultraschallsensoren aufgezeichnet. Als Ergänzung wurden kleinskalige granulare Lawinen aus Ballotinis (Glaskügelchen mit einem Durchmesser von 0.1 mm) auf einer 7 m langen und 0.5 m breiten Laborrutschbahn untersucht. Solche Laborexperimente können unter genau definierten und wiederholbaren Randbedingungen durchgeführt werden. Gemäss den Versuchen unterschätzt die Richtlinie die Umlenkkräfte auf Galeriedächer, welche unmittelbar nach einem Knick situiert sind (bis zu einer Distanz von etwa der 1.5fachen Fliesshöhe). Andererseits werden die Umlenkkräfte nach einer Distanz, die in etwa der 6fachen Fliesshöhe der Lawine entspricht, vernachlässigbar (Bild 5). Weiter wurde festgestellt, dass sich die Reibungskoeffizienten μ je nach Schneeart unterscheiden. Bei Trockenschnee wurde auf der Gleitbahn ein mittleres μ von rund 0.3 gemessen und bei Nassschnee ein mittleres μ von rund 0.5 (Bild 6). Fliesst die Lawine über eine Schneedecke, wird μ um etwa 30 % reduziert. Die Forschungsresultate finden bei der zurzeit laufenden Überarbeitung der Richtlinie aus dem Jahre 1994 Verwendung. Die Überarbeitung dürfte in diesem Jahr abgeschlossen werden.





Stefan Margreth, dipl. Bauing. ETH
Katharina Platzer, Dipl.-Ing. für Kulturtechnik und Wasserwirtschaft
Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung (SLF), Davos
margreth@slf.ch, platzer@slf.ch

4
Schneegleitbahn des SLF auf dem Weissfluhjoch. Die Rückhalteklappe hat sich geöffnet, und rund 25 m^3 Schnee stürzen ab. Im unteren Teil sind die zwei Kraftmessplatten sichtbar, mit denen die Normal- und die Schubkräfte gemessen werden (Bilder: SLF, K. Platzer)

5
Geländequerschnitt oberhalb einer Galerie mit der Verteilung der Umlenkkraft (rot) nach einem Geländeknick (d = Fliesshöhe der Lawine)

6
Reibungskoeffizienten μ als Funktion der Geschwindigkeit bei verschiedenen Experimenten auf der Schneegleitbahn für Trockenschnee, Nassschnee und flüssigen Nassschnee («slush»)