

TECCO®-Dämpfungsmodule für Steinschlagschutzgalerien



**Bessere Dämpfung und Verringerung der Auflast
von Steinschlägen auf Schutzgalerien**

Bessere Dämpfung und Verringerung der Auflast von Steinschlägen auf Schutzgalerien



Abb. 1: Autopista del Sol, Mexiko - 2007



Abb. 2: Axenstrasse, Schweiz - 2003



Abb. 3: Geobrug-Dämpfungsmodule mit Schaumglasfüllung

EINLEITUNG

Schutzgalerien haben sich als Bauwerke für die Milderung der Auswirkungen von Steinschlägen bewährt und einen Beitrag zu den zunehmenden Schutzanforderungen für Transporte in Gebirgsregionen geleistet. Angesichts der zunehmenden Häufigkeit und Höhe der Elementarschäden [2] gibt es immer mehr Steinschlagschutzgalerien in Gegenden, wo die potenziellen Gefahren ihre Bemessungskapazität übersteigen. Überdies sind viele ältere Galerien auf der Basis von übermässigen Vereinfachungen bemessen worden und müssen verstärkt werden. Allein in der Schweiz wurden im Jahr 2003 vier Galerien von Steinschlägen betroffen, wobei das Dach versagte (Ripplistal, Chüebalm, Axenstrasse und Sembracher).

Nun benötigen zahlreiche Schutzgalerien eine Verbesserung der ursprünglichen Statik, um die zunehmende Grösse und Häufigkeit der potenziellen Steinschläge bewältigen zu können. In einigen Fällen mit herkömmlichen Methoden kann dies eine vollständige Änderung des Systems und eine Neukonstruktion bedeuten, was sich als äusserst kostspielig erweisen kann.

GEOBRUGG-DÄMPFUNGSMODULE MIT SCHAUMGLASFÜLLUNG

Als Ersatz für das herkömmliche Kies-Dämpfungsmaterial werden auf dem Dach einer Steinschlagschutzgalerie TECCO®-Zylindermodule angeordnet, die deren Schutzfähigkeit verbessern und zugleich die statische Belastung des Systems dramatisch reduzieren. Ihr leichter Aufbau mit speziellem Schaumglasfüllmaterial ermöglicht die Anwendung eines sechs- bis achtfachen Volumens an Dämpfungsmaterial. Die spezielle Konstruktion der TECCO®-Zylindermodule wirkt mit dem Schaumglas auf elastoplastische Weise dem Steinschlag-Aufprall entgegen (Abb. 3). Das System verteilt die Aufschlagsenergie gleichmässig auf mehr Dämpfungsmaterial und reduziert auf diese Weise die Schlagbelastung der Betonschutzgalerie. Das leichte Gewicht des modularen Systems erleichtert sowohl die Installation als auch die Reparaturarbeiten nach einem Steinschlag.

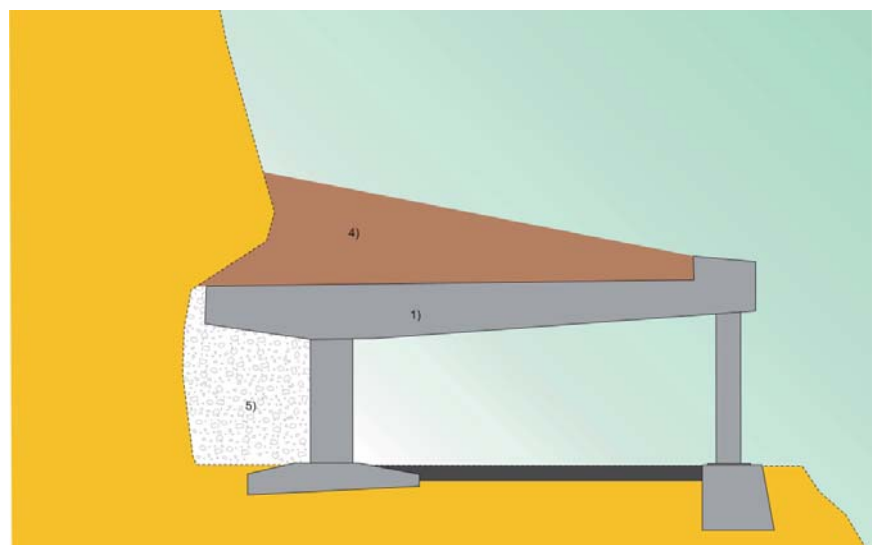
Die Produktentwicklung und die strengen praktischen Prüfungen der Geobrugg-Dämpfungsmodule haben das ausgezeichnete Energieaufnahmevermögen dieses gut durchdachten Systems bewiesen. Über die Lieferung einer starken Produktsicherheit hinaus haben Tests zu einem besseren Verständnis der Aufschlagsbelastung bestehender Steinschlagschutzgalerien geführt. Diese Erkenntnisse haben zur Festlegung von Verstärkungs- und Erneuerungsanforderungen für bestehende Bauwerke beigetragen und zudem zur Entwicklung von Richtlinien für den Bau von neuen Steinschlagschutzgalerien geführt.

Gegenwärtige Bemessung

Typische Steinschlagschutzgalerien überspannen Bahnlinien und Strassen, die erhöhten Steinschlaggefahren ausgesetzt sind. Die Schutzabdeckung kann sich über bis zu vier Fahrbahnen erstrecken. Das Dach besteht aus rund 0.7 m dickem, stark bewehrtem Beton. Eine am Fels befestigte Rückwand wirkt als Träger für das Betondach, das talseitig auf Säulen ruht. Herkömmlicherweise wurde das Dach mit einer Dämpfungsschicht aus lokal gewonnenem Kies und Erdreich gefüllt (Abb. 4). Die Dämpfungsschicht verteilt die Kontaktbeanspruchungen, verlängert die Aufschlagsdauer und reduziert die Beschleunigung der Aufschlagkörper [1]. Infolge der Dichte des Kieses und der Erde kann dieses Füllmaterial eine hohe statische Belastung der Schutzgalerie bewirken und setzt der Dämpfungswirkung gegen Steinschläge Grenzen.

Herkömmliche Steinschlagschutzgalerie:

- 1) Die Konstruktion der Betongalerie erfordert eine massive, stark bewehrte Betonkonstruktion.
- 4) Kies und lokal gewonnenes Erdreich dienen als Dämpfungsmaterial. Dessen hohe Dichte stellt eine hohe statische Belastung der Schutzgalerie dar.
- 5) Verfüllmaterial vom ursprünglichen Bauwerk.



Steinschlagschutzgalerie mit Geobrug-Dämpfungsmodulen:

- 1) Die Betonkonstruktion kann optimiert werden.
- 2) Geobrug-Dämpfungsmodule, bestehend aus einem zylindrischen, mit Schaumglas gefüllten TECCO®-Geflecht.
- 3) Verteiler zwischen den Dämpfungsmodulen verteilen die Last und aktivieren mehr Dämpfungsmaterial.
- 4) Verbleibendes Volumen gefüllt mit lokalem Erdreich. Die kleinere benötigte Menge reduziert die statische Belastung.

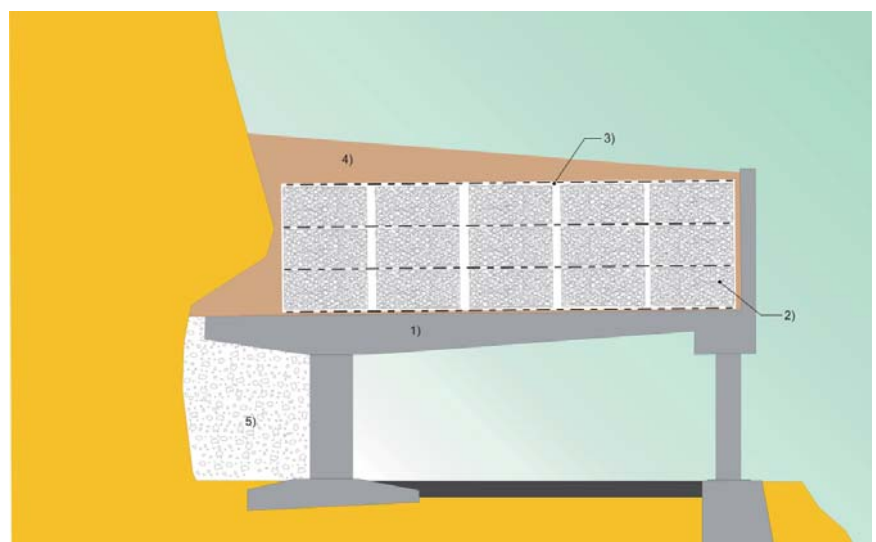


Abb. 4: Vergleich zwischen einer Steinschlagschutzgalerie ohne (oben) und mit Geobrug-Dämpfungsmodulen mit Schaumglasfüllung (unten).

Verbesserung von Schutzgalerien mit Dämpfungsmodulen

Geobrug-Dämpfungsmodule als Pufferschicht bieten zahlreiche Vorteile (Abb. 4b):

- Die eine niedrige Dichte aufweisende Schaumglasfüllung ist sechs- bis achtmal leichter als die herkömmlichen Kies- und Erdreichschüttungen. Demzufolge kann eine grössere Materialmenge verwendet und zugleich die statische Belastung der Schutzgalerie reduziert werden.
- Das grössere Füllvolumen verlängert die Abbremsstrecke des auftreffenden Steinschlags.
- Die TECCO®-Zylindermodule verbessern die Verteilung der dynamischen Belastungen, wodurch mehr Material aktiviert wird.
- Schaumglas hält die Dicke der Pufferschicht aufrecht, was eine grössere Komprimierungsreserve für mehrere Aufschläge bewirkt.
- Die Reduktion der statischen Belastung und die erhöhte Dämpfungskapazität ermöglichen eine Optimierung der Baumaterialien der Steinschlag-schutzgalerie.
- Eine ausgezeichnete Lösung für die Erhöhung der dynamischen Tragfähigkeit von bestehenden Galerien ohne die Notwendigkeit einer Verstärkung der Tragkonstruktion.
- Das Schaumglasmaterial lässt sich auf einfache Weise von der Strassen- oder Schienenseite her durch Pumpen mit Druckluft einblasen.

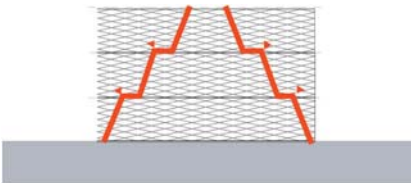


Abb. 5: Schematische Darstellung der Kraftverteilung nach einem Steinschlag.

Vollständig geprüftes und gut durchdachtes Konzept

Das Verständnis der Aufschlagkräfte auf Steinschlaggalerien ist für die richtige konstruktive Bemessung von grossem Interesse, um die zu erwartenden Gefahren zu beherrschen. Frühere Arbeiten konzentrierten sich auf den Einfluss einer Pufferschicht auf die Bemessung von Steinschlagschutzgalerien [2] und auf das Energieaufnahmevermögen verschiedener Puffermaterialien [3]. Die Entwicklung der Dämpfungsmodule von Geobrug beruhte auf diesen Forschungsarbeiten. Bei diesem Auslegungskonzept wird leichtes Schaumglas in aus hochfestem TECCO®-Geflecht bestehende Dämpfungsmodule verteilt. Im Vergleich zu herkömmlichen Puffermaterialien wie Kies, Sand und Erdreich weisen die Schaumglaskörner ein höheres Energieaufnahmevermögen und eine höhere Druckfestigkeit auf. Das Einschliessen des Schaumglases in einzelne Puffermodule bietet die Möglichkeit, während eines Steinschlags mehr Schaumglas zu aktivieren. Die auf eine Schutzgalerie aufschlagenden Körper verbreiten ihre Energie konusförmig und verteilen diese Energie auf einen sich verbreiternden Bereich beim Eindringen der Energie in das Bauwerk. Die Dämpfungsmodule von Geobrug vergrössern die Fläche, über welche die Aufschlagenergie durch das System weitergeleitet wird, und aktivieren dadurch mehr Material als die herkömmlichen Dämpfungsmaterialien (Abb. 5). Dies bewirkt eine wesentliche Reduktion der Reaktionskraft, welche die Schutzgalerie erfährt.

Das Bemessungskonzept ist in einer umfassenden Studie, die sowohl Labor- als auch Feldversuche umfasste, vollständig getestet worden, um die Aufschlagsbelastung von Steinschlagschutzgalerien, die durch TECCO®-Dämpfungsmodule von Geobrug geschützt sind, zu untersuchen. Die Studie umfasste eine Reihe von strengen Prüfungen, welche die hochwirksame Dämpfungskapazität der TECCO®-Puffermodule beweisen. Die Befunde basierten auf einer integrierten Analyse von umfassenden, aus den Systemkomponenten und dem Aufschlagkörper gewon-

nenen Daten. Die von Geobrigg unterstützten Forschungsarbeiten trugen zur Entwicklung der Richtlinien für Steinschlagschutzgalerien sowie der Bewertungsverfahren für bestehende Bauwerke bei.

Das Lösungskonzept: Geobrigg-Dämpfungsmodule mit Schaumglasfüllung

Ihr leichtes Gewicht und ihre einfache Konstruktion bieten Gewähr für eine einfache Installation und erleichtern die Wartung des Systems. Die Dämpfungsmodule beruhen auf fünf einfachen Systemkomponenten:

1) TECCO®-Zylindermodule

Das hochfeste TECCO®-Stahldrahtgeflecht bildet Zylindermodule, die oben und unten durch Stahlringe gestützt werden. TECCO®-Geflechte haben in Böschungsstabilisierungs- und Steinschlagschutzanwendungen ein nachgewiesenes Energieaufnahmevermögen. Die TECCO®-Geflechte bestehen aus hochfesten Drähten mit einer Zugfestigkeit von 150 kN/m und sind ein ideales Produkt zur Begrenzung der seitlichen Bewegung des Puffermaterials. Somit verbessern sie die Energieverteilung innerhalb des modularen Systems.



1

2) Geotextilauskleidung

Um das Durchdringen der TECCO®-Zylindermodule mit dem Pufferfüllmaterial zu verhindern, wird ein Geotextil als Auskleidung der Zylindermodule verwendet. Die Einheiten bestehen aus sieben Zylindern mit einem Durchmesser von 1 m und einer Höhe von 0.6 m, die miteinander verbunden sind und eine Wabenstruktur bilden.



2

3) Schaumglasfüllung

Als Puffermaterial wird eine Schaumglasfüllung (MISAPOR®) verwendet. Dieses Produkt wird aus recyceltem Glas hergestellt und verfügt über eine Würfeldruckfestigkeit von 6 N/mm². Das Schaumglas wird mit Korngrößen zwischen 10 und 50 mm hergestellt und hat eine Dichte von nur 250 kg/m³. Es ist sechs- bis achtmal leichter als Kies.



3

4) Abtrennung durch ein TECCO®-Geflecht

Ein TECCO®-Geflecht trennt die einzelnen Module gegeneinander ab. Dies trägt zur Energievernichtung innerhalb des Systems bei, verbessert die Lastverteilung und aktiviert während eines Aufschlags mehr Dämpfungsmaterial.



4

5) 8-mm-Umfassungsseil

Ein mit Schäkeln befestigtes 8-mm-Umfassungsseil verbindet die sieben Zylinder zu einer Einheit. Dadurch ist das System in der Lage, sich als eine Einheit zu verhalten, dabei eine seitliche Verschiebung des Füllmaterials zu verhindern und dadurch eine modulare Energievernichtungseinheit zu bilden.

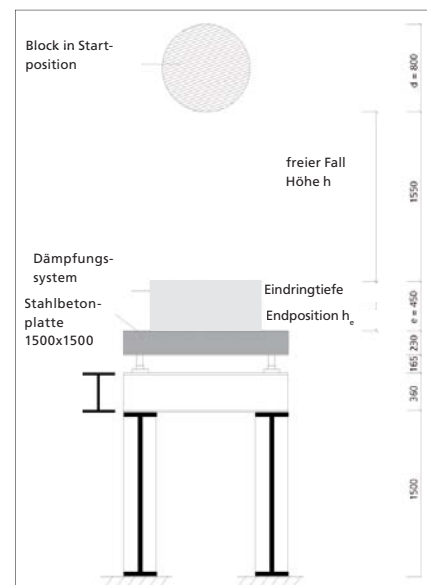


5

Versuchsreihe A – Laborversuche mit TECCO®-Zylindermodulen an der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH)

Bei den ersten an der ETH durchgeführten Laborversuchen wurde das Verhalten der neuen Dämpfungsmodule untersucht und dabei Sand, Kies und Schaumglas als Füllmaterial miteinander verglichen. Standardisierte TECCO®-Zylindermodule wurden mit Sand, Kies bzw. Schaumglas gefüllt. Jedes Modul wurde auf eine separate Stahlbetonplatte gelegt und zwei Aufschlägen eines aus 2 m Höhe fallenden, 825 kg schweren Versuchskörpers unterworfen. Das Schaumglasmodul wurde zusätzlich ein drittes Mal beaufschlagt. Die massstäbliche Platte war repräsentativ für das beim Bau von Steinschlagschutzgalerien gemäss den schweizerischen Richtlinien verwendete Betonmaterial. Die Versuchsanordnung ist aus den Abbildungen 6a und 6b ersichtlich.

Abb. 6a & b: Laborversuch mit TECCO®-Zylindermodulen, Versuchsanordnung.



Der Abstand zwischen Versuchskörper und Platte wurde vor und nach den Aufschlägen gemessen, während an allen vier Ecken der Platte Kraftmesszellen die Reaktionskräfte während des Aufschlags massen. Die Beschleunigungen im Zentrum der Platte und die Beanspruchungen der Plattenoberfläche und der inneren Armierungseisen wurden ebenfalls gemessen. Acht in den Versuchskörper eingebaute Beschleunigungssensoren massen seine Vertikal- und Horizontalbeschleunigungen, während eine Hochgeschwindigkeitskamera jeden Aufschlag mit 250 Bildern pro Sekunde aufzeichnete. Die umfassende Datenaufzeichnung ermöglichte eine umfangreiche Analyse des Verhaltens des Puffersystems und der Wechselwirkungen zwischen dem aufschlagenden Versuchskörper und der Betonplatte. Aus diesen Prüfungen ergaben sich die folgenden Erkenntnisse:

- Die niedrige Dichte und die Struktur des Schaumglases verleiht ihm aufgrund der inneren plastischen Verformung und des Korngrenzenbruchs bei der Verdichtung ein grösseres Energieaufnahmevermögen.
- Es hat sich ferner gezeigt, dass es den Aufschlagszeit verlängert und dadurch für den aufschlagenden Körper im Vergleich zu Kies und Sand eine flache Bremskurve erzeugt, wodurch die zerstörerischen Beschleunigungen in der Platte reduziert werden.
- Während Sand und Kies nach dem ersten Aufschlag eine hohe Verdichtung aufweisen, hält das Schaumglas die Dicke der Pufferschicht und damit eine Verdichtungsreserve für weitere Aufschläge aufrecht.

Das bessere Energieaufnahmevermögen von Schaumglas ist aus der Abbildung 7 ersichtlich, welche die maximalen Reaktionskräfte bei den einzelnen Prüfungen zeigt. Schaumglas hält die niedrigste Anfangs-Reaktionskraft und hat selbst nach dem 3. Aufschlag eine um ca. 200 kN niedrigere Reaktionskraft als jene für den 2. Aufschlag für Kies.

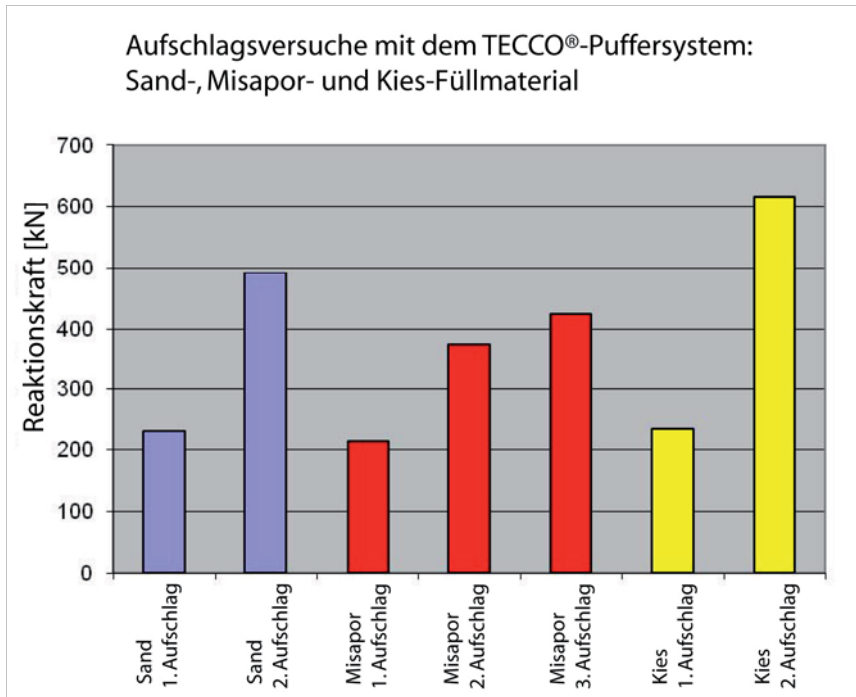


Abb.7: Reaktionskraft für Versuchskörperaufschläge auf Puffersysteme mit Sand-, Schaumglas- und Kiesfüllung.

Die Vorteile sind eindeutig. Nicht nur verhalten sich die Dämpfungsmodule mit Schaumglasfüllung von Geobrug als Dämpfungsmaterial besser als Kies und Sand, sondern ermöglicht die niedrige Dichte des Schaumglases ein sechs- bis achtfaches Dämpfungsmaterialvolumen für dasselbe Gewicht wie das herkömmliche Kies-Füllmaterial.

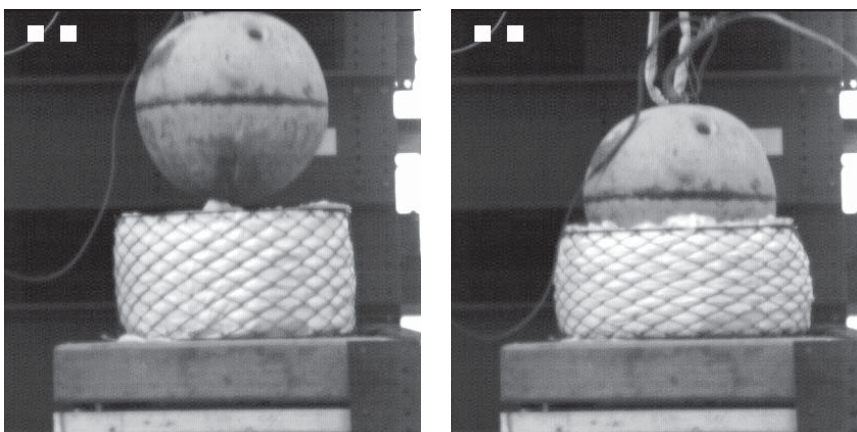


Abb. 8: Bild der Hochgeschwindigkeitskamera vor und nach dem Aufschlag mit verformtem TECCO®-Geflecht.

Versuchsreihe B – Grossmassstäbliche Aufschlagsversuche auf Steinschlagschutzgalerien

In einer zweiten Versuchsreihe wurde das Verhalten der zylinderförmigen TECCO®-Puffersysteme geprüft und dabei die Wechselwirkungen zwischen dem Versuchskörper, dem Puffersystem und der Betonplatte untersucht. Die Feldversuche wurden zusammen mit der ETH und der WSL (Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft) in der eigenen Versuchsanlage in Walenstadt, Schweiz, durchgeführt. Insgesamt erfolgten 38 Aufschläge mit 800 kg und 4000 kg wiegenden Versuchskörpern aus Höhen von 2 bis 15 m. Die Versuchskörper wurden auf die Geobrug-Dämpfungskörper mit Kies- bzw. Schaumglasfüllung fallen gelassen. Die Dämpfungssysteme wurden auf Stahlbetonplatten platziert, die eine Steinschlagschutzgalerie-Konstruktion im Massstab 1:2 simulierten. Die Prüfungen wurden durchgeführt, bis die plastischen Verformungen in der Biegeverstärkung der Platten einen bestimmten Wert erreichten oder ein Scherversagen auftrat (Abb. 9). Dies wurde durch eine schrittweise Vergrösserung der Fallhöhe des Versuchskörpers erreicht.

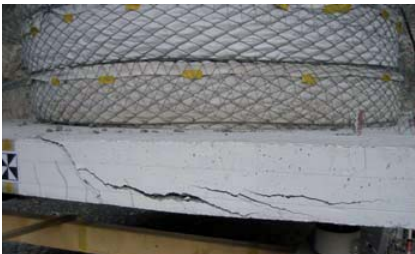
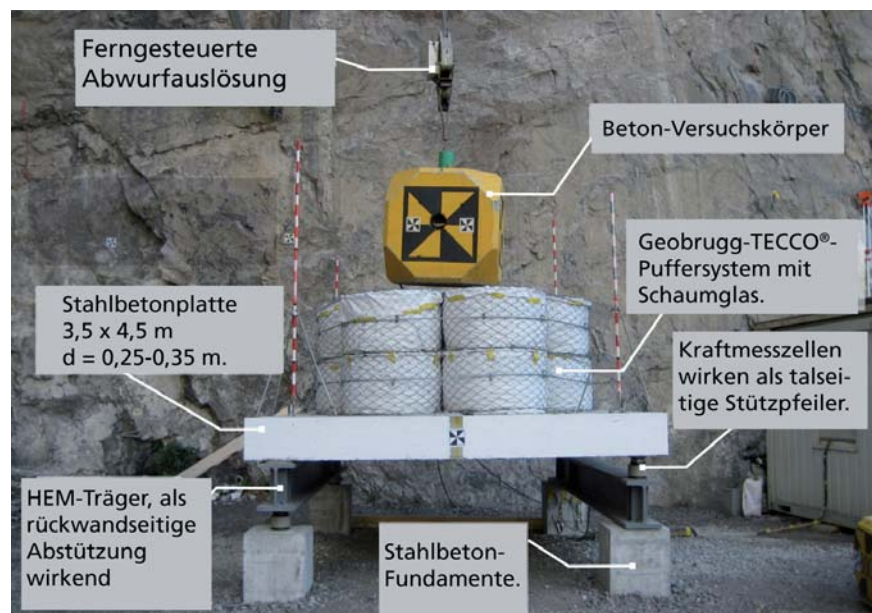


Abb. 9: Scherversagen der Versuchsbetonplatte nach mehreren Aufschlagsversuchen.

Drei Ausführungen des Geobrug-Dämpfungsmoduls wurden geprüft. Ein Modul mit einem Durchmesser von 3 m, gefüllt mit Kies und mit einer Dicke von 0.4 m, die für die durchschnittliche Tiefe des Dämpfungsmaterials für Steinschlaggalerien in der Schweiz repräsentativ ist, sowie zwei mit Schaumglas gefüllte modulare Systemkonstruktionen. Die erste davon bestand aus drei aufeinander gestapelten, 0.4 m dicken Modulen mit einem Durchmesser von 3 m und mit TECCO®-Geflechtes unterteilt. Die zweite davon war ein Waben-system, bestehend aus 7 kleineren Modulen mit einem Durchmesser von 1 m und einer Dicke von 0.6 m. Zwei Lagen dieses Systems wurden verwendet, jede mit einem Umfassungsseil verbunden.

Es wurde eine ähnliche Versuchsanordnung wie für die Materialprüfungs-Versuchsreihe A an der ETH verwendet. Kraftmesszellen massen die Reaktionskräfte in der Platte; ihre Anordnung ermöglichte eine Simulation der Auslegung der Steinschlagschutzgalerie. Zwei zwischen der Versuchsbetonplatte und dem Träger angeordnete Kraftmesszellen simulierten die talseitigen Stützpfiler. Die übrigen zwei wurden zwischen dem Träger und den Betonfundamenten angeordnet, wo der Balken die Platte entlang der Länge auf einer Seite ab-

Abb. 10: Grossmassstäbliche Aufschlagsversuche auf Steinschlaggalerien, Versuchsanordnung.



stützte. Dies wirkte als linienförmige Abstützung des Rückwandträgers in der herkömmlichen Steinschlaggalerie-Konstruktion (Abb. 10).

Umfassende Datenaufzeichnung

Auch hier wurden mit Beschleunigungssensoren die Kinematik der Platte und des Versuchskörpers und in der Platte die Beanspruchungen gemessen. Zusätzlich wurde die Plattenunterseite weiss gestrichen, um eine Rissausbreitung besser verfolgen zu können. Die umfangreichen aufgezeichneten Daten ermöglichten eine detaillierte Analyse des dynamischen Verhaltens des gesamten Systems. Hochgeschwindigkeits-Videoaufnahmen zeigen das elastoplastische Verhalten der Dämpfungsmodule (Abb. 11). Wie man sieht, springt der auftreffende Versuchskörper zurück, nachdem er die maximale Bremsstrecke erreicht hat, um dann im Aufschlagskrater zu ruhen.

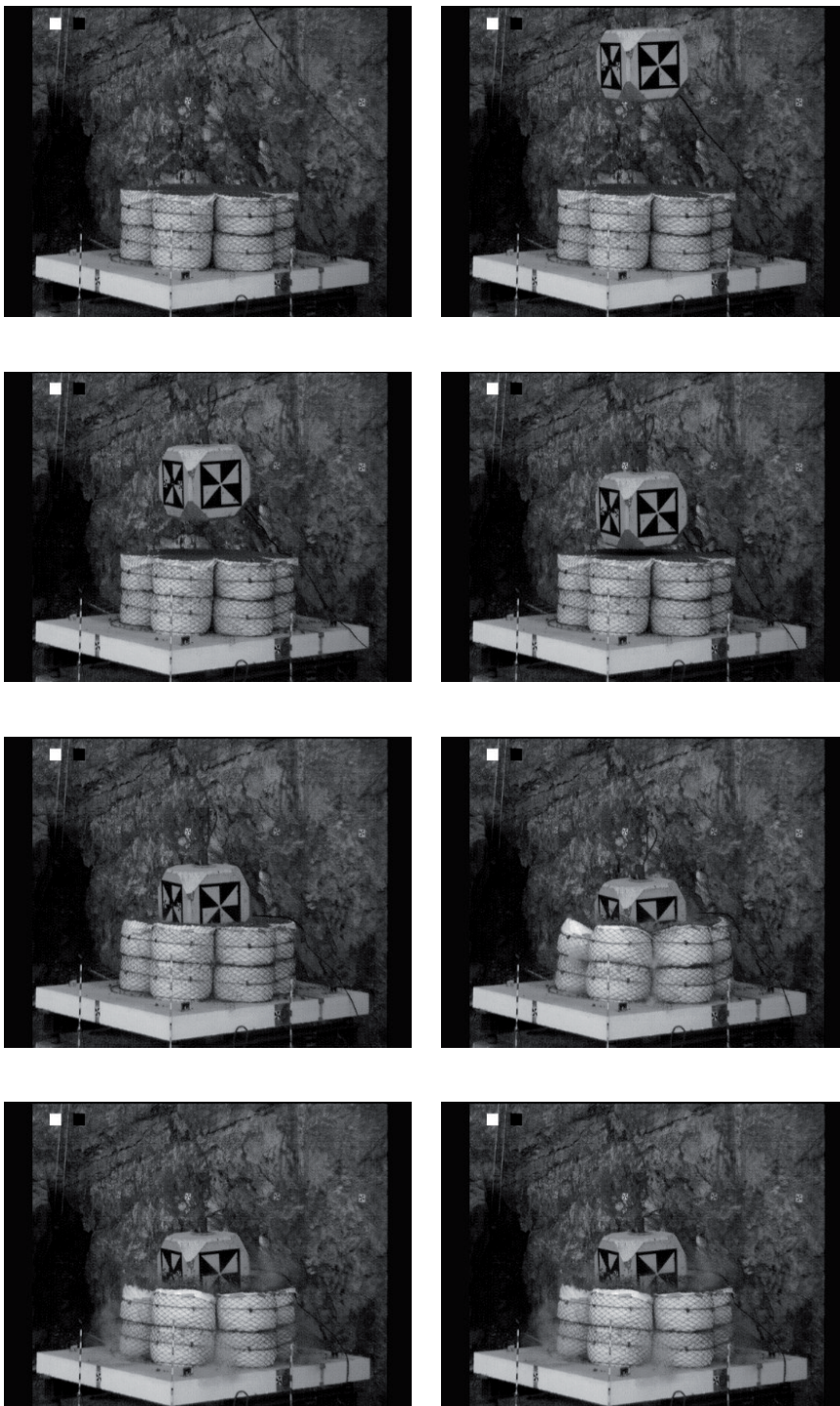
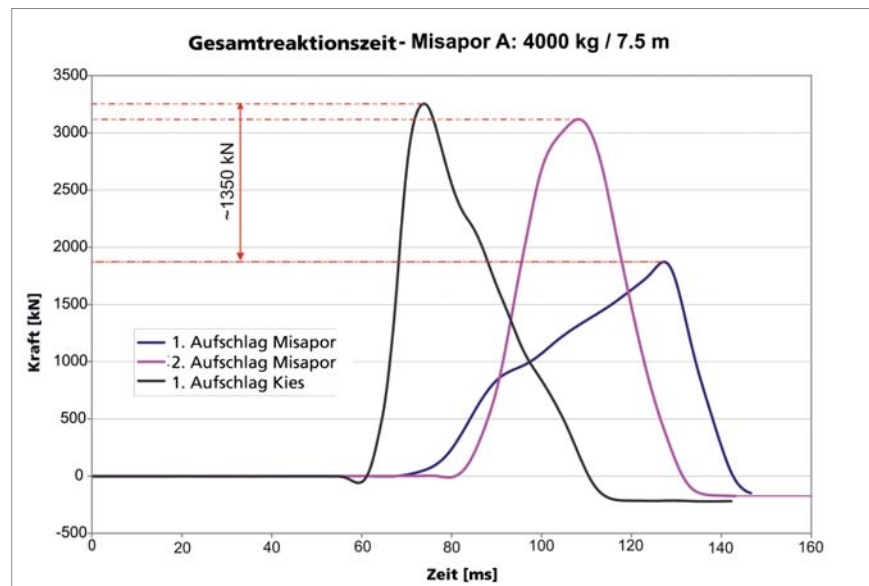


Abb. 11: Bildsequenz des Aufschlags des 4'000 kg schweren Versuchskörpers aus einer Höhe von 7.5 m auf ein wabenförmiges modulares TECCO® Puffersystem mit Schaumglasfüllung.

Die mit den Kraftmesszellen aufgezeichneten Reaktionskräfte zeigen das bessere Energieaufnahmevermögen der Geobrug-Dämpfungsmodule mit Schaumglasfüllung (Abb. 12). Der erste Aufschlag auf das Dämpfungsmodul mit Schaumglasfüllung ergibt eine um ca. 40 % niedrigere Reaktionskraft an der Platte, wobei diese Belastung über eine längere Zeitspanne verteilt wird, was die Energievernichtung glättet. Demgegenüber überträgt der erste Aufschlag auf den Kies innert kürzester Zeit eine um 1350 kN erhöhte Kraft auf die Platte. Selbst nach dem zweiten Aufschlag bewirkte das TECCO®-System mit Schaumglasfüllung eine niedrigere Reaktionskraft als beim ersten Aufschlag auf Kies.

Abb. 12: Bei Aufschlägen mit 4'000 kg schweren Prüfkörpern aus einer Höhe von 7.5 m auf Kies- und Schaumglas-Puffersysteme auf der Betonplatte gemessene Reaktionskräfte.



SCHLUSSFOLGERUNGEN

Feldversuche haben gezeigt, wie die mit Schaumglas gefüllten Dämpfungsmodule von Geobrug in der Lage sind, sowohl die statischen als auch die dynamischen Belastungen der Tragkonstruktionen wesentlich zu reduzieren. Die Tests haben zu einem besseren Verständnis des Verhaltens von Steinschlägen auf Schutzgalerien beigetragen und somit zu einer Verfeinerung der Bemessungsrichtlinien für die Verstärkung und Sanierung bestehender Schutzgalerien. Die Geobrug-Dämpfungsmodule weisen insbesondere bei der Anwendung auf bestehende Schutzgalerien gegenüber herkömmlichen Dämpfungsmaterialien zahlreiche Vorteile auf:

- Dort, wo die potenziellen Steinschlaggefahren zugenommen haben oder die Konstruktion unterdimensioniert ist, bietet das modulare Dämpfungssystem mit Schaumglasfüllung von Geobrug eine kostengünstige Lösung für die Instandstellung von bestehenden Bauwerken.
- Die dynamische Tragfähigkeit wird bei gleichzeitiger Reduktion der statischen Belastung in hohem Masse erhöht, was in der Regel kostspielige Verstärkungen der Tragkonstruktion erübrigt.
- Die speziellen TECCO®-Dämpfungsmodule aktivieren mehr druckbeständiges Schaumglas.
- Das elastoplastische Verhalten des Systems hält eine grössere Dicke des Dämpfungsmaterials aufrecht und verbessert so das Verhalten des Systems über mehrere Aufschläge hinaus.
- Parallel zur Verstärkung bestehender Galerien hat das System das Potenzial, die Bemessung künftiger Schutzgalerien durch Optimierung der Konstruktion und der Baumaterialien zu verbessern.

Die Dämpfungsmodule von Geobrug für Steinschlagschutzgalerien sind die eindeutige Wahl zur Erhöhung der Sicherheit und des Schutzes gegen Steinschlag. Sie bieten eine Lösung mit dem höchsten Energieaufnahmevermögen, die sich auf einfache Weise und mit niedrigen Kosten installieren lässt und die Schutzwirkung von bestehenden und künftigen Steinschlagschutzgalerien erhöht.

LITERATURVERZEICHNIS

- [1] Schellenberg, K., et al. (2008). "Large-Scale Impact Tests on Rock Fall Galleries" Swiss Federal Institute of Technology, Zurich.
- [2] Montani Stoffel, S. (1998). "Sollicitation dynamique de la couverture des galeries de protection lors de chutes de blocs", PhD Thesis, Swiss Federal Institute of Technology, Lausanne.
- [3] Chikatamarla, R. (2005). "Rockfalls on slopes and structures", PhD Thesis, Swiss Federal Institute of Technology, Zurich.
- [4] Schellenberg, K. (2009). "On the Design of Rockfall Protection Galleries", PhD Thesis, Swiss Federal Institute of Technology, Zurich.



Steinschlag-Barrieren

Steinschlag-Vorhänge

Böschungsstabilisierung

Murgang-Barrieren

Lawinen-Verbauungen

Schutzverbauungen für Minen

Spezialanwendungen

GeobruGG schützt Menschen und Infrastrukturen vor Naturgewalten

Aufgabe unserer Ingenieure und Partner ist es, das Problem gemeinsam mit Ihnen und in Zusammenarbeit mit lokalen Ingenieurbüros im Detail zu analysieren und dann Lösungen aufzuzeigen. Minutiöse Planung ist allerdings nicht das einzige, was Sie von uns erwarten dürfen: Weil wir auf drei Kontinenten eigene Produktionsstätten betreiben, können wir nicht nur kurze Lieferwege und -fristen, sondern auch eine optimale Kundenbetreuung vor Ort sicherstellen. Im Hinblick auf eine reibungslose Ausführung liefern wir die Systemkomponenten vorkonfektioniert und deutlich beschriftet auf die Baustelle. Dort unterstützen wir Sie dann, wenn erwünscht, auch fachlich – von der Installation bis zur Abnahme des Bauwerks.



GeobruGG AG

Geohazard Solutions

Aachstrasse 11 • CH-8590 Romanshorn • Schweiz

Tel. +41 71 466 81 55 • Fax +41 71 466 81 50

www.geobruGG.com • info@geobruGG.com