

## **Der Felssturz an der B99-Katschberg Bundesstraße nahe Pfarrwerfen - Sicherung des Felssturzgebietes und Sanierung von bestehenden Stützmitteln**

Andreas Schober<sup>1</sup>, Markus Kraxner<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Geoconsult ZT GmbH, Hölzlstraße 5, 5071 Wals

<sup>2</sup>HTB Baugesellschaft mbH, 6471 Arzl im Pitztal

### **Abstract**

During the night from the 12<sup>th</sup> of August to the 13<sup>th</sup> of August 2017, a large rockslide with a total volume of about 13.000 m<sup>3</sup> occurred along the B99 Katschberg Bundesstraße near Bischofshofen. The road had to be closed and assessed by the geological survey of Salzburg.

After a second minor rockfall a few days later, it was decided to set up a protection concept. Experts of the provincial government, the geological survey, the road maintenance depot, the bridge maintenance depot and the designer collaborated closely. Within a month planning was finished, a tender was prepared, and a building company was assigned.

As main protection components against a possible deep-seated failure 2 horizontal and 12 vertical concrete beams combined with up to 25 m long multistrand anchors were planned. Furthermore, the system included netting in the upper part of the sliding plane and a shotcrete sealing in the lower part. Within these areas 4-15 m long anchors were installed arranged in a raster of about 2,5 x 2,5 m to prevent shallow failures.

Additionally, existing protective structures were renovated and supplemented with multistrand anchors.

Finally, a digital surface model was created from drone data which was then compared with an existing digital elevation model to calculate the rockslide volume.

Keywords: Rockslide, Rockfall, Protective Structures, Multistrand anchors, Concrete beams, Drone data

### **Einleitung**

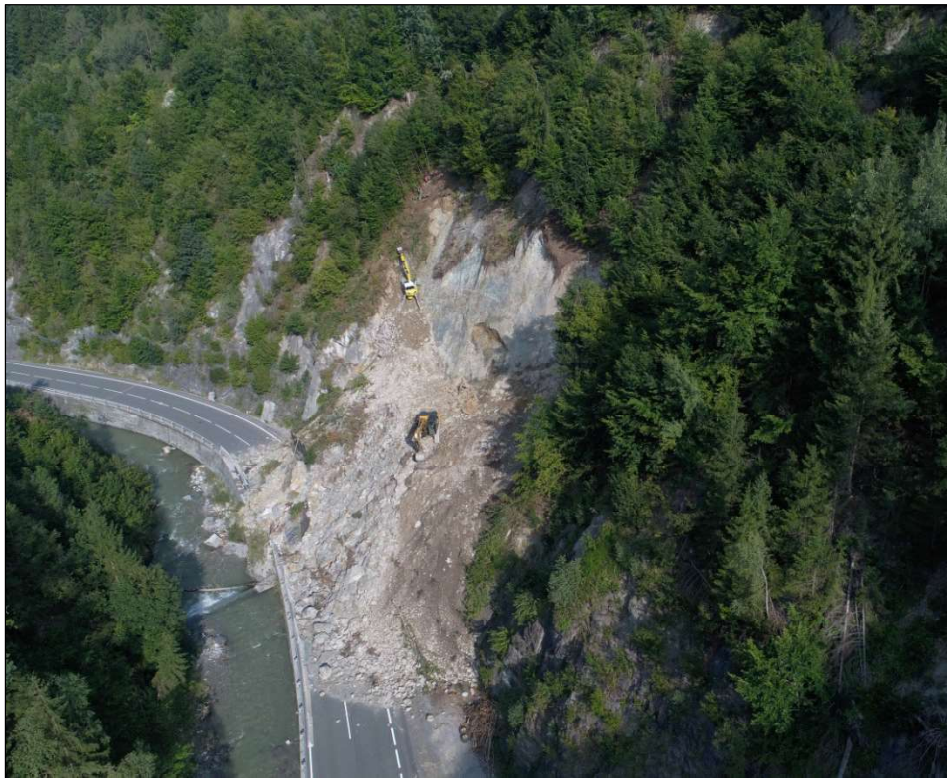
In der Nacht vom 12.8.2017 auf den 13.8.2017 ereignete sich bei Km 1,1 der B99 Katschberg Bundesstraße nahe Pöham im Fritztal ein Felssturz mit einem Volumen von ca. 13.000 m<sup>3</sup>, der die Straße auf einer Länge von ca. 60 m bis zu 20 m hoch verschüttete (Abb. 1). Die B99 Katschberg Bundesstraße führt von Bischofshofen in Salzburg nach Spittal an der Drau in Kärnten und stellt eine wichtige Verbindung für den Nahverkehr und eine Ausweichstrecke für die A10 Tauernautobahn dar.

Als Erstmaßnahme wurde eine Begehung durch die Landesgeologie Salzburg durchgeführt, wobei das Versagen bestehender Sicherungsmittel festgestellt wurde und eine Beräumung des Felssturzgebietes mit geologischer Betreuung angeordnet wurde.

Am 21.8.2018 kam es im Bereich der zentralen Gleitebene zu einem kleineren Nachbruch. Im Zuge der nachfolgenden geologischen Untersuchung wurde der vermutete instabile und inhomogene Charakter des Gebirges bestätigt und es wurde in enger Zusammenarbeit mit der Landesgeologie/Landesstraßenverwaltung (Auftraggeber), der Straßenmeisterei, der Brückenmeisterei und des Planers, die Planung und Ausführung eines Sicherungskonzeptes beschlossen.

Innerhalb eines Monats wurde das gesamte Sicherungskonzept erstellt, die Ausführungsplanung durchgeführt, die Ausschreibungsunterlagen erstellt und die Vergabe im beschleunigten Verfahren abgeschlossen. Durch die enge Zusammenarbeit von Auftraggeber und Planer konnte die Baufirma (HTB) bereits einen Monat nach dem Schadereignis (Mitte September) mit den Arbeiten beginnen.

Zeitgleich wurden die von der Brückenmeisterei vor dem Felssturz geplanten Ankerprüfungen entlang der B99 aufgenommen und es wurde festgestellt, dass einige der bis zu 40 Jahre alten Sicherungsmittel keinen ausreichenden Kräfteintrag mehr leisten. Somit wurde beschlossen, den gesamten Streckenabschnitt von Km 0,8 bis 1,8 im Zuge der Sicherungsarbeiten des Felssturzgebietes zu sanieren. Die Bauarbeiten konnten im April 2018 abgeschlossen werden und die Straße wurde am 18.4.2018 offiziell für den Verkehr freigegeben.



*Abb. 1: Luftbild des Felssturzgebietes (Drohnenaufnahme Geoconsult vom 22.8.2017)*

### **Geologie**

Das Projektgebiet befindet sich in den Nördlichen Kalkalpen an der Grenze zwischen der Grauwackenzone im Süden und den Werfener Schichten im Norden und ist aus Gesteinen der Werfener Schiefer und Werfener Kalke aufgebaut. Hierbei handelt es sich um bunten, plattigen Sand- und Tonstein, Mergelstein und Kalkstein [1]. Die Werfener Schiefer wurden infolge der Alpidischen Deckenstapelung z.T. stark tektonisch beansprucht [2] und das Fritztal stellt eine inneralpine Störungszone dar.

*Festgesteine:*

Im Projektgebiet stehen vorwiegend violette und grünlich graue Kalksandstein-/schiefer mit Hellglimmerdetritus an (Abb. 2), welche zum Teil bräunlich verwittert bzw. oberflächlich limonitisiert und oxidiert sind. Die Kalksandsteine und Schiefer zeigen einen massigen bis plattigen Habitus wobei die Schieferung nur schwach ausgeprägt zu erkennen ist.



**Abb. 2:** Variationen des Kalksandstein/Schiefers

*Störungsgesteine:*

Die Kernzone besteht aus feinklastischem, schluffigem Störungsmaterial (fault gouge) (Abb. 3). Des Weiteren sind Störungsbrekzien sowie durch Kalzitausfällungen (Abb. 3) wiederverfestigtes Material aufgeschlossen.



**Abb. 3:** Störungsgesteine



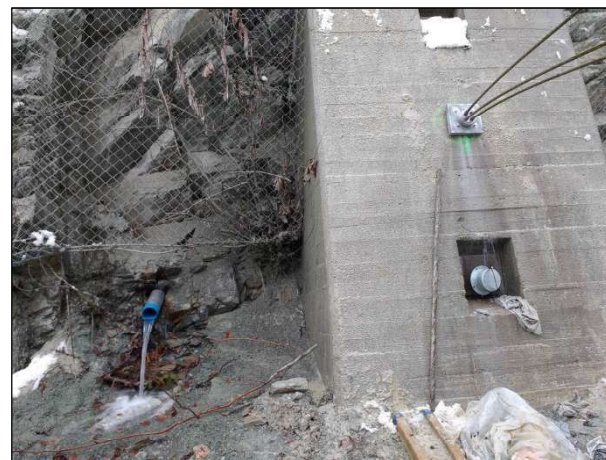
## Hydrogeologie

Im Zuge der Bohrarbeiten für die Litzenanker wurden mehrfach wasserführende Horizonte angetroffen. Daraufhin wurden Erkundungsbohrungen, die in weiterer Folge zu dauerhaften Entlastungsbohrungen ausgebaut wurden, abgeteuft. Es zeigte sich, dass der Hauptkluftaquifer in einer Tiefe von 8-13 m liegt und an einen stark zerlegten (gestörten) Bereich gebunden ist (

Abb. 4). Auch die kleineren Wasserzutritte in den Bohrungen waren stets an zerlegte Bereiche gebunden. Im Endzustand wurden sechs Entlastungsbohrungen mit einer Gesamtschüttung von 2-3 l/sec hergestellt (Abb. 5).



**Abb. 4:** Bohrlochkammerabefahrung in einer Erkundungsbohrung (links: intaktes Gebirge; rechts: zerlegter Bereich)



**Abb. 5:** Bergwasser Austritte

## Geologisches Modell

Der Felssturz ereignete sich entlang einer Gleitfläche innerhalb der Störungszone. Der maßgebende Störungsbereich bestand aus einer ca. 5-30 cm mächtigen Kernzone und einer ca. 2 m mächtigen „damage zone“. Das feinklastische Material (fault gouge) der Kernzone fungierte während des Felssturzes als Gleitschicht entlang der Gleitfläche. In der „damage zone“ fanden sich stark zerlegte Kalksandsteine/-schiefer und es zeigten sich deutliche Scherbänder und Scherkörper. Der Übergang zum ungestörten Festgestein war durch großblockige Scherkörper geprägt.

Als Grundlage für das Modell wurde das Oberflächenrelief vor dem Felssturz (Geländedaten aus SAGIS) mit zwei an verschiedenen Tagen aufgenommenen Reliefs nach dem Felssturz (Daten aus Drohnenbefliegungen) verglichen. Die Reliefs wurden mit den aufgenommenen Trennflächenscharen (SF

und 3 Kluftscharen) verschnitten (Abb. 6). Weiters wurden Scherbereiche/Störungsbereiche in unterschiedlichen Tiefenstufen angenommen (Erkenntnisse aus Erkundungsbohrungen), welche ebenfalls mit den Reliefs und den Trennflächenscharen verschnitten wurden und welche als potentielle Gleitbahnen fungieren konnten. Daraus konnten der Versagensmechanismus und die damit einhergehenden möglichen Kubaturen von weiteren Felsstürzen abgeleitet werden.

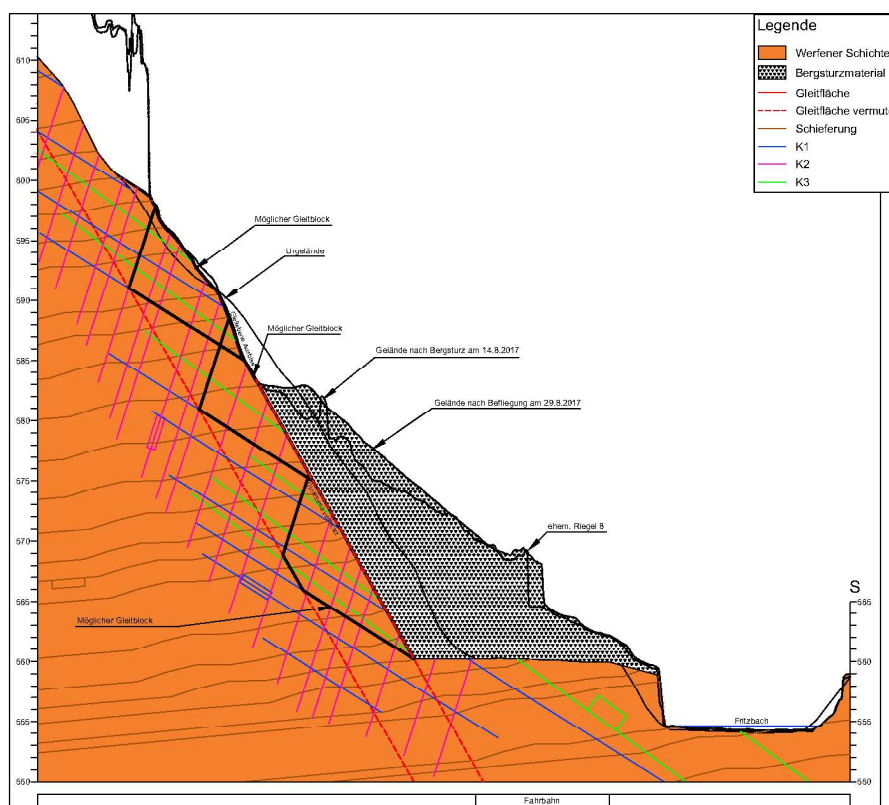


Abb. 6: Geologisches Modell – Geländeschnitt

### Maßnahmenplanung

Als Planungsgrundlage diente das geologische Modell. In Abhängigkeit vom Versagensmechanismus und der möglichen Kubaturen wurden die Maßnahmen erarbeitet. Um ein weiteres tiefliegendes Versagen zu unterbinden, wurden 2 horizontale Ankerbalken mit je 25 Stück Litzenanker mit einer Länge von 20 m und einer Tragfähigkeit von 2700 kN sowie 12 vertikale Ankerbalken mit 5 bis 7 Litzenankern mit Längen zw. 15 und 25 m und einer Tragfähigkeit von 800 bis 3100 kN geplant.

Um ein oberflächennahes Versagen zu verhindern, wurden der obere Wandteil mit einer kraftschlüssigen Vernetzung und der untere Teil mit einer bewehrten Spritzbetonversiegelung gesichert. Zusätzlich wurde der gesamte Bereich mit einer Systemankerung mit 4 bis 15 m langen Zugverpressankern/Injektionsbohranker mit einer Tragfähigkeit von 330 bis 600 kN versichert.

An der oberen Abrisskante wurde ein Abrollschutz installiert und seitlich des Felssturzes wurde auf einer Länge von ca. 100 m ein Steinschlagschutzzaun mit einer Höhe von 3 m und einer Energieaufnahmekapazität von 500 kJ montiert.

Die bestehenden Sicherungsmittel (Ankerbalken) im Straßenabschnitt wurden mit 15 bis 25 m langen Litzenankern mit einer Tragfähigkeit von 600 bis 3100 kN saniert.



## Bauausführung

Vor Beginn der Bohr- bzw. Sicherungsarbeiten wurde die Felswand von losem Gestein beräumt, um die Sicherheit der Arbeitskräfte, sowie die Zugänglichkeit sicherzustellen. Des Weiteren wurde eine Rampe auf den bis zu 20 m hohen Felssturzkegel errichtet, um die Bauarbeiten bestmöglich mit schweren Baugeräten unterstützen zu können.

Um die diversen Stützmittel herzustellen, mussten eine Vielzahl an Verfahren bzw. Geräten verwendet werden. So kamen beispielsweise zur Herstellung der oberen Ankerhorizonte LKW-Kräne mit einer Reichweite von bis zu 40 m als Trägergeräte für die Anbaubohrlafetten zur Anwendung, welche mit Fortlauf der Arbeiten durch Kettenbagger ersetzt werden konnten. Zur Herstellung der Litzenanker und Zugverpressanker wurde das sogenannte Imlochbohrverfahren angewandt. Im Gegensatz dazu wurden die Injektionsbohrranker direkt beim Bohrvorgang eingebracht.

Um die Vernetzung in kürzest möglicher Zeit anzubringen, wurden die Netzelemente in Bahnen per Hubschrauber eingeflogen und danach regelmäßig mit Stahlseilen und Zahnplatten an die Felswand gespannt. Im tiefergelegenen Bereich wurden aus Baustahlgittermatten und Spritzbeton welcher im Nassspritzverfahren aufgebracht wurde eine standsichere Spritzbetonnagelwand hergestellt. Zeitgleich wurden die ca. 13.000 m<sup>3</sup> Felssturzmaterial gelöst und abtransportiert. Mit Fortschritt der Spritzbetonsicherung konnten die vertikalen und horizontalen Ankerbalken errichtet werden. Letztendlich wurde die Stützwirkung der Ankerbalken durch das Vorspannen der Litzenanker gewährleistet.

Um diese Sicherungsarbeiten in der straffen Bauzeit zu bewältigen, waren zu Spitzenzeiten 3 LKW-Kräne, 4 Kettenbagger, 2 Baukräne, 4 Anbaubohrlafetten und bis zu 40 Mann im Einsatz, welche Ihre Arbeit auch in Nachtschichten verrichteten.



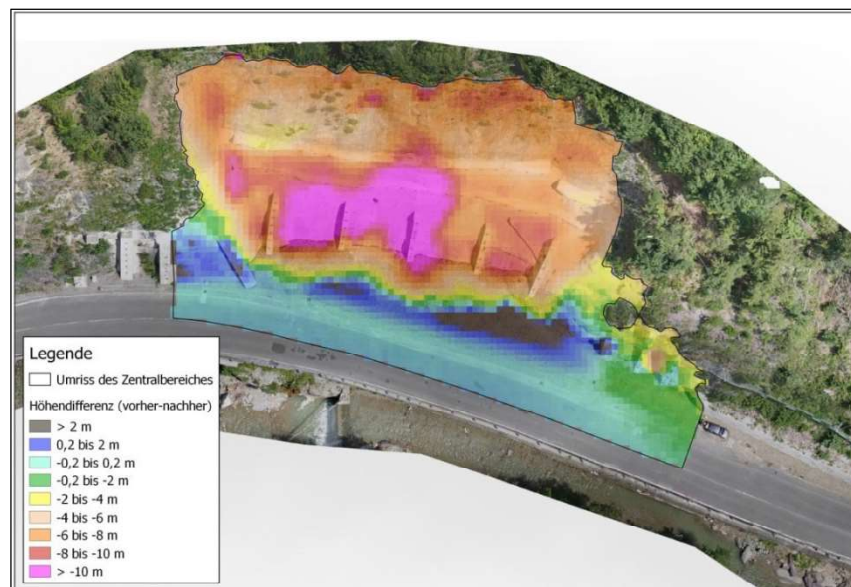
**Abb. 7:** Bauablauf (Webcam HTB)

## Fertigstellung

Die Bauarbeiten wurden im April 2018 fertiggestellt (Abb. 8) und im Zuge einer abschließenden Begehung mit allen Projektbeteiligten wurden die fertigen Bauwerke an den Auftraggeber übergeben. Als Unterstützung für die Abrechnung wurde das bestehende 1 m Modell des Landes Salzburg (SAGIS) mit einem per Drohnenflug neu erstelltem Oberflächenmodell verrechnet und so die Kubatur des Felssturzes ermittelt (Abb. 9).



**Abb. 8:** Luftbild des zentralen Felssturzbereiches nach Fertigstellung der Sanierungsarbeiten



**Abb. 9:** Felssturzbereich im Vergleich der Geländemodelle

## Zitate

- [1] Geologische Karte von Salzburg - Erläuterungen, M 1:200.000, GBA, Salzburg Wien, 2009
- [2] Feitzinger, G., Günther, W., & Brunner, A. (1998): Bergbau- und Hüttenaltstandorte im Bundesland Salzburg. Land Salzburg.