

STEINSCHLAG-ALARMSYSTEM AXENSTRASSE



STEINSCHLAG-
RADAR



GEORADAR



SEISMIK



ALAMIERUNG

Umfassendes Alarmsystem mit unterschiedlichen
Messsensoren überwacht die Axenstrasse, eine der
wichtigsten Nord-Süd-Verkehrsachsen Europas.



GEOPRÆVENT AG
Räffelstrasse 28
8045 Zürich
Schweiz

Tel. +41 44 419 91 10
info@geopraevent.ch



Abbildung 1: Das interferometrische Georadar scannte während sechs Monaten die Ausbruchsstelle des Felssturzes oberhalb der Axenstrasse.

AUSGANGSLAGE

Die Axenstrasse ist ein Strassenabschnitt des Schweizer Nationalstrassennetzes am Urnersee und Teil einer der wichtigsten Nord-Süd-Achsen Europas. Durchschnittlich befahren 16'000 Fahrzeuge pro Tag die malerische Route entlang den steilen Felsflanken und durch Wildbachtäler. An mehreren Stellen wird die Strecke von Steinschlag und Murgängen bedroht, was den Betrieb der Strasse immer wieder vor Herausforderungen stellt. Eine der Problemzonen ist das Gumpischtal zwischen Sisikon und Flüelen: Im Januar 2019 kam es im oberen Teil zu einem Felssturz, der zu mächtigen Gesteinsablagerungen in der darunter

liegenden Rinne führte. Die Strasse war von dem Ereignis nicht direkt betroffen bis starke Regenfälle am 28. Juli 2019 einen kleinen Murgang auslösten, aus welchem sich wiederum einzelne Blöcke herauslösten und bis zur Axenstrasse stürzten. Die grossen Blöcke rollten glücklicherweise unter der Gumpischtal-Brücke durch, ohne grösseren Schaden anzurichten. Die Strasse wurde sofort gesperrt und blieb aufgrund weiterer zu erwartenden Abgänge für über sechs Wochen gesperrt. In der Zeit der Sperrung wurden aufwändige Spreng- und Sicherungsarbeiten ausgeführt und ein umfassendes Steinschlag-Überwachungssystem mit automatischer Strassensperrung entwickelt und installiert.

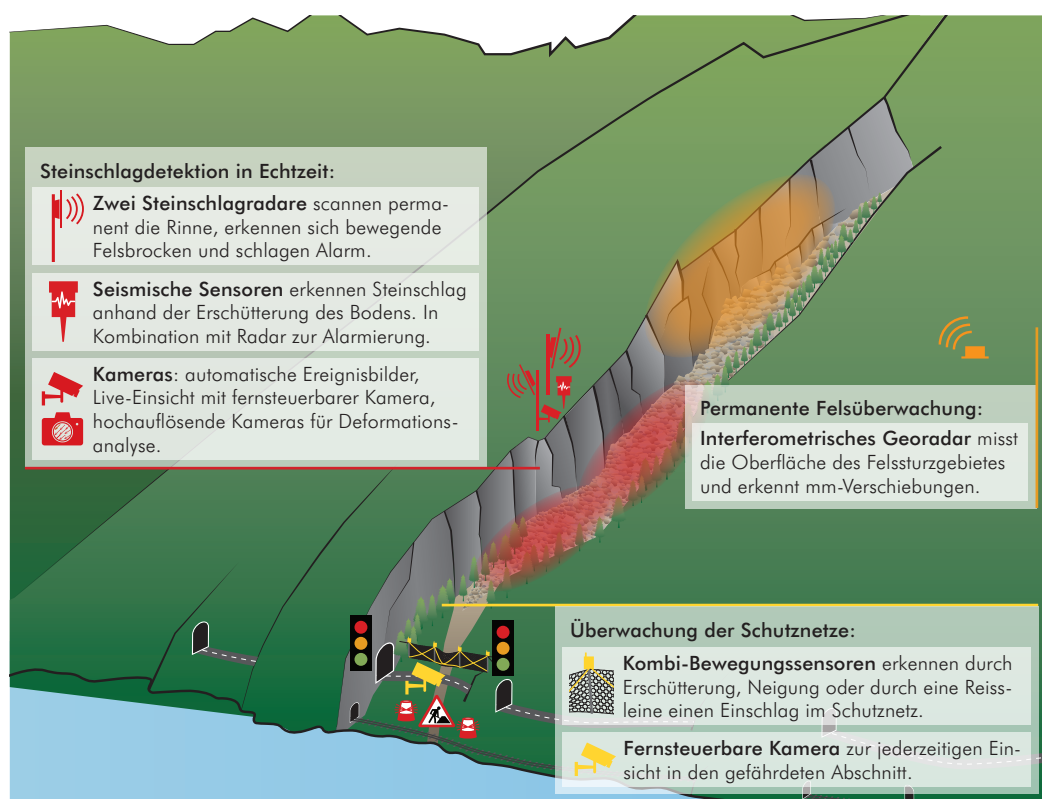


Abbildung 2: Übersichtsdarstellung der Überwachungsanlage Gumpisch mit drei Stationen: Steinschlagdetektion (rot), Felsüberwachung (orange, temporär) und Schutznetzüberwachung (gelb).

Abbildung 3: 9. Juni 2020: Starke Regenfälle lösten Anfang Juni 2020 mehrere Steinschlagereignisse aus. Das obere Radar erkannte dieses Ereignis um 20:26.10 Uhr und löste sofort Alarm aus. 50 Sekunden später geben die Kombisensoren einen Einschlag im Netz oberhalb der Strasse an (Bild unten). Auf den Kamerabildern ist deutlich der Durchgang zweier Blöcke zu sehen (Bild unten). Das Netz, das der Block durchschlägt, ist nur als „Vorhang“ (Attenuator) ausgelegt und dient hauptsächlich der Detektion. Die Strasse wird primär durch den Damm und das Alarmsystem geschützt.



LÖSUNG

Das auf die lokale Gefährdungssituation zugeschnittene Überwachungssystem im Gumpischthal besteht aus unterschiedlichen Sensoren und Kameras, die an verschiedenen Orten positioniert sind. Das Herzstück der Anlage bilden zwei Steinschlagradare auf dem Buggistäfel, etwa 400 Höhenmeter über der Strasse. Sie überwachen permanent die Schutthalde und erkennen sich bewegendende Gesteinsmassen in Echtzeit, sei es ein Murgang oder einzelne grosse Blöcke. Radar funktioniert bei allen Sichtverhältnissen und sieht bei Nacht, Nebel oder Schneefall. Gleichzeitig messen am selben Standort drei seismische Sensoren die Erschütterungen im Boden und erkennen so ebenfalls Steinschlag oder einen Murgang. Wird ein Ereignis durch eine in Echtzeit berechnete Kombination beider Technologien erkannt, schaltet das System automatisch die Ampeln an der Axenstrasse auf Rot. Bis Dezember 2019 wurde zudem die SBB-Baustelle weiter unten mit Alarmhörnern alarmiert.

KURZE VORWARNZEIT – FRÜHZEITIGE SPERRUNG NÖTIG

Die Vorwarnzeit bei einem Steinschlagereignis ist kurz: zwischen Detektion einer Bewegung und Auftreffen des Blockes auf der Strasse vergehen zwischen 20 und 50 Sekunden. Deshalb muss die Strasse beim Erkennen eines Ereignisses so schnell wie möglich gesperrt werden. Aber nicht jeder sich bewegendende Block gelangt bis zur Strasse, viele kommen weiter oben zum Stillstand und bleiben in der Rinne liegen. Um die Strasse in diesem Falle sobald als möglich wieder freigeben zu können, haben wir die Steinschlag- und Murgangsschutznetze oberhalb der Strasse mit Kombi-Bewegungssensoren ausgestattet. Die Sensoren erkennen einen Einschlag oder Durchgang eines Blockes

einerseits durch die Erschütterung der Sensoren und andererseits durch das Ausreissen der integrierten Reissleine. Bleibt es in den Netzen im unteren Teil der Rinne nach einer Detektion ruhig, schalten die Ampeln automatisch nach zwei Minuten wieder auf Grün. Wird jedoch auch in Strassennähe eine Bewegung detektiert, bleibt die Strasse vorerst geschlossen und die Situation wird über Webcams – und wenn nötig vor Ort – von einem Geologenteam begutachtet. Sobald die Sicherheit der Strasse wieder gewährleistet werden kann, wird die Strasse wieder freigegeben.

Mithilfe von mehreren Kameras kann die Situation vor Ort über das online Datenportal aus der Ferne beurteilt werden. Beim Standort Buggistäfel sowie an der Strassenbrücke ist je eine PTZ-Kamera (Pan-Tilt-Zoom = Schwenken-Neigen-Zoom) montiert, die jederzeit über das Datenportal ferngesteuert werden kann. Zudem werden die Kameras im Ereignisfall vom Radar aktiviert und erzeugen automatisch Bildserien des Steinschlags.



Abbildung 4: Steinschlagdamm mit Schutznetzen.

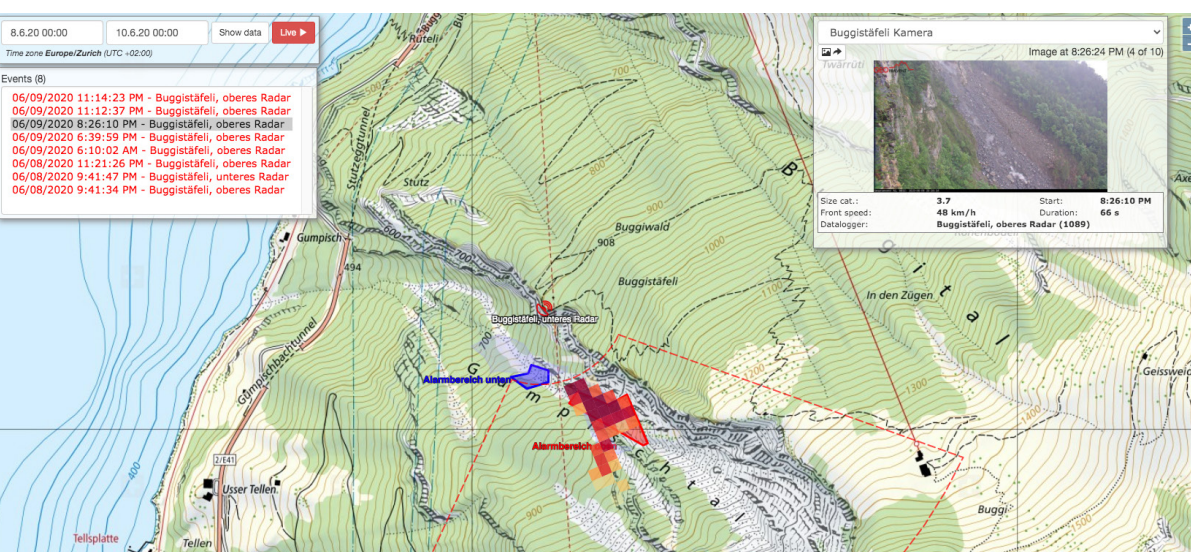


Abbildung 5: Das Steinschlagradar verfolgt die erkannte Bewegung und zeichnet das Ereignis auf einer online Karte ein. Die Steinschlagkarte zeigt sämtliche Ereignisse inklusive Ereignisbilder und zusätzlichen Parametern an, wie z.B. der durchschnittlichen Geschwindigkeit oder die Dauer des Ereignisses im Sichtbereich des Radars.

ÜBERWACHUNG DES FELSTURZGEBIETES MIT GEORADAR

Um sicherzustellen, dass bei der Ausbruchsstelle vom Januar 2019 im oberen Gumpisch kein weiterer Felssturz droht, wurden von verschiedenen Standorten aus Messungen mit dem interferometrischem Radar (Georadar) durchgeführt. Einerseits installierten wir das Georadar für permanente Messungen an einem geeigneten Ort im Plattwald oberhalb der Strasse und betrieben das Messgerät mit einer Brennstoffzelle und Solarpanels für sechs Monate lang autonom. Zusätzlich führten wir periodische Messungen des gesamten Gumpischgebietes vom gegenüberliegenden Seeufer aus Bauen durch.

Die mit Ablagerungen gefüllte Rinne wird zudem mit hochauflösenden Kamerabildern und automatisch berechneten Deformationsanalysen langfristig überwacht. Dadurch können langsame Bewegungen innerhalb der Rinne erkannt werden. Eine nach oben und eine nach unten gerichtete Kamera am Standort Buggistäfel fotografieren die Rinne mehrmals täglich und übermitteln die Bilder mit 42 MP-Auflösung an die Geopraevent-Server. Dort werden sie von speziellen Algorithmen analysiert, zu geeigneten Analysenpaaren zusammengefügt und durch aufwändige Berechnungen miteinander verglichen.



ALARM- UND ÜBERWACHUNGS-ANLAGEN FÜR NATURGEFAHREN

Geopraevent entwickelt und betreibt Alarm- und Überwachungsanlagen für unterschiedliche Naturgefahren. Entweder überwachen wir die Gefahrenzone auf Vorläufer eines Ereignisses (Warnsystem) oder wir detektieren das Ereignis selbst und alarmieren automatisch (Alarmsystem). Des Weiteren bietet Geopraevent Lösungen an, um Personen in der Gefahrenzone zu erkennen (bspw. vor Lawinensprengungen).

GEOPRÆVENT AG

Räffelstrasse 28
8045 Zürich
Schweiz

Tel. +41 44 419 91 10
info@geopraevent.ch

Mehr Info: www.geopraevent.com

Folgen Sie uns auf:

