

we detect to protect

GEO PREVENT

INTERFEROMETRISCHES RADAR



 PART OF
HEXAGON

Für die permanente und/oder periodische, wetterunabhängige Überwachung kleinster Deformationen an Felswänden oder Gletscher. Messungen mit Warnoption zur Erhöhung der Sicherheit bei Räumungsarbeiten nach einem Ereignis oder bei Baustellen.



GEOPRÆVENT AG – part of Hexagon
Räffelstrasse 28
8045 Zürich
Schweiz

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



WIESO RADAR?

Das interferometrische Radarsystem eignet sich für grossflächige Untersuchungen von bekannten Fels- oder Gletscherinstabilitäten und liefert wertvolle Einsichten zu den instabilen Zonen.

Vorteile eines Radars sind:

- **Grossflächige Überwachung** von Felswänden und Gletscher aus sicherer Distanz.
- **Allwetter-Einsatz** (Schneefall, Nebel oder Regen) und bei Tag und Nacht.
- Erkennen von **schnellen Bewegungen und entsprechende Alarmierung**.
- Erkennen von **langfristigen Deformationen**.
- **Permanente** und **periodische Messungen** (je nach Dringlichkeit der Gefahr).
- **Früherkennung** von Gefahren wie Fels- und Gletscherabbrüche, inkl. Abschätzung des Abbruchvolumens.
- Reichweite bis zu **5 km**, Fläche über **25 km²** (oder soviel wie 3600 Fussballfelder).
- Detektion von Bewegungen im **sub-mm** Bereich.
- Messung von **2-dimensionalen Bewegungsvektoren**.
- Gebirgstauglich, Betrieb mit **autarker Energieversorgung**.
- Installation in wenigen Stunden, ideal für temporäre Einsätze.
- Darstellung sämtlicher Messwerte im **GRAVX® online Datenportal**.



AUTOMATISIERTE DEFORMATIONSANALYSEN

Permanente und periodische Radarmessungen mit dem interferometrischen Radar sind ein sehr genaues und zuverlässiges Instrument zur Bestimmung von Oberflächendeformationen auf Fels und Eis. Das interferometrische Georadar misst relative Distanzveränderungen vom Radargerät zur Geländeoberfläche. Damit können zwischen zwei Messungen deformierte Oberflächen mit einer Genauigkeit von 1–2 mm bis in einer Distanz von 5 km identifiziert werden. Spezielle GEOPRÆVENT-Algorithmen dienen zur Auswertung und Darstellung der Daten.

- Verbessern der **Beurteilung der Instabilitäten** und **Überprüfung der Vorhersage** durch die Kenntnis der langsamen unkritischen Aktivität.
- Drei verschiedene Algorithmen kommen zum Einsatz, um
 - **Extrem schnelle Deformationen** zu detektieren (12 m/d oder 0.5 m/h),
 - Deformationen zu messen, die über **längere Zeitskalen** vorkommen (mm/d),
 - Deformationen zu erkennen, die über **sehr lange Zeitperioden** vorkommen (mm/Monat oder Jahr).

2D-RADARMESSUNGEN

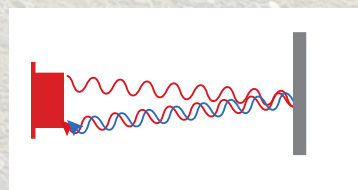
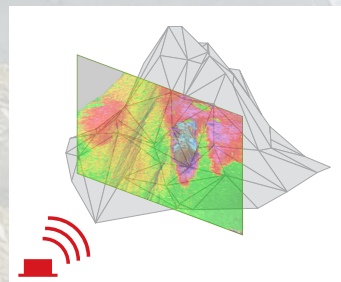
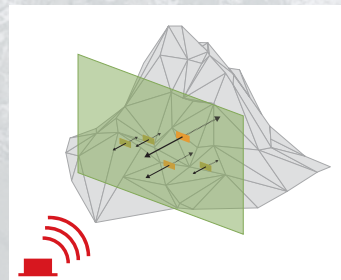
Mit dem interferometrischen Georadar lassen sich Geländedeformationen exakt lokalisieren und quantifizieren, Bewegungen im Millimeterbereich sind orts aufgelöst messbar. Allerdings muss in etwa klar sein, in welche Richtung sich ein Felsgebiet bewegt. Denn das Radar misst nur die Komponente der Bewegung in Strahlrichtung, d.h. in der Richtung zwischen dem betreffenden Pixel und dem Standort des Radargeräts. Oft ist diese Frage einfach zu beantworten, zum Beispiel anhand von Rissen und Klüften.

Die 2D Radardaten können auf einem numerischen Modell projiziert werden, mit dem sich die Interpretation der Daten vereinfachen lässt. Statistische Zeitreihen der Deformationsdaten lassen sich für gewisse Zonen von besonderem Interesse extrahieren und beim Übertreten von vordefinierten Schwellenwerten können Warninformationen (SMS, E-Mails) versendet werden.

MESSPRINZIP (VEREINFACHT)

Radar misst Phase der reflektierten Mikrowellen.

- Fels bewegt sich
- Erneute Messung vom selben Standort aus
- Veränderung der Phase der Mikrowellen
- Vergleich zweier Messungen und Berechnung der Deformation



LIMITATIONEN

Die Atmosphäre (d.h. Luftfeuchte, Luftdruck, Temperatur, Wind, Turbulenzen) beeinflusst die Propagation von elektromagnetischen Wellen. Je nach Wellenlänge ist dies unterschiedlich stark ausgeprägt und kann mehr oder weniger gut korrigiert werden. Änderungen der Atmosphäre führen zu **Fehlern von mehreren Millimetern**. Mittels stabilen Gebieten können diese grösstenteils korrigiert werden.

Die Bedeckung der Oberfläche durch Vegetation, Schnee, losem Untergrund oder auch Schutznetze ist für das Radar nicht transparent und stört die Messung. Auf losem Untergrund (z.B. Geröll) kann die Kohärenz innert Stunden verloren gehen und damit die Vergleichbarkeit der Messungen.

Das interferometrische Radar misst die differentielle (relative) Veränderung, und nicht die absolute Position. Ebenso ist nur die Bewegungskomponente in Radarstrahlrichtung messbar.

KOMBINIERTE TECHNOLOGIEN

Interferometrische Radarsysteme werden als Komplettsystem geliefert und umfassen die Radarhardware, Kameras, Kommunikationsgeräte und eine autarke Stromversorgung, falls erforderlich. Wir passen unsere Systeme an die lokalen Anforderungen an und konzipieren sie für den langfristigen vollautomatischen Betrieb. Dabei verwenden wir qualitativ hochwertige Komponenten, die für harte Winterbedingungen geeignet sind und eine energieeffiziente Lösung darstellen.

STROMZUFUHR

Als Stromquelle verwenden wir Netzstrom oder, falls dieser nicht verfügbar ist, eine ausgeklügelte Kombination aus Solarzellen und einer Methanol-Brennstoffzelle. Die Solaranlage wird auf der Grundlage von Sonnensimulationen am Radarstandort und dem Stromverbrauch der Station dimensioniert. Die Solarenergie wird genutzt, wenn sie verfügbar ist, während die Brennstoffzelle bei schlechtem Wetter oder wenn die Station im Schatten liegt, den Betrieb übernimmt. Die Brennstoffzelle und die Methanoltanks sind in Pelicases untergebracht, und die Anlage ist für einen Wartungsbesuch pro Jahr ausgelegt, um die Tanks aufzufüllen, normalerweise im Frühjahr/Sommer.

KOMMUNIKATION

Alle Daten und Bilder werden zur Speicherung und Anzeige an die GEOPRÆVENT-Cloud übertragen. Darüber hinaus sendet das System Status- und Zustandsdaten zur Funktionsüberwachung und das GEOPRÆVENT-Betriebsteam kann bei Bedarf aus der Ferne auf das System zugreifen, um Fehler zu beheben. Die Datenkommunikation ist über verschiedene Kanäle möglich, entweder über bestehende Netzwerke wie GSM, Ethernet oder Glasfaser, oder wir richten dedizierte Funkverbindungen mit Repeaterstationen oder Satellitenkommunikation ein.

24/7 ÜBERWACHUNG INKLUSIVE

Wir überwachen alle unsere Systeme auf der ganzen Welt kontinuierlich, um sicherzustellen, dass sie ordnungsgemäss funktionieren. Automatisierte Gesundheitschecks überprüfen kritische Systemparameter und benachrichtigen das GEOPRÆVENT-Team im Falle von Unregelmässigkeiten. Unser Betriebsteam kann auf alle Systeme zugreifen und Einstellungen überprüfen, das Radar feineinstellen und Upgrades durchführen.

ZUSÄTZLICHE OPTIONEN

Das interferometrische Radar kann mit verschiedenen Zusatzoptionen kombiniert werden. Im Folgenden werden einige dieser Optionen beschrieben. Diese Aufzählung ist jedoch nicht abschliessend und wir sind jederzeit gerne bereit, andere Anforderungen und Lösungen zu diskutieren.

STEINSCHLAGRADAR – AUTOMATISCHE ALARMIERUNG

Das interferometrische Radar kann mit einem Steinschlagradar ergänzt und so zu einem Alarmsystem aufgerüstet werden, das automatische Massnahmen auslöst, z.B. die Sperrung einer Strasse oder Bahnlinie oder die Evakuierung einer Baustelle. Übliche Alarmierungseinrichtungen sind Verkehrsschilder, automatische Schranken oder audiovisuelle Sirenen. In der Regel führen wir auch eine automatische Wiedereröffnung durch, falls das Ereignis die Strasse nicht erreicht hat. Auf diese Weise bleiben die Sperrzeiten kurz und die Verkehrsteilnehmer können ihre Fahrt wenige Minuten nach dem Alarm fortsetzen.

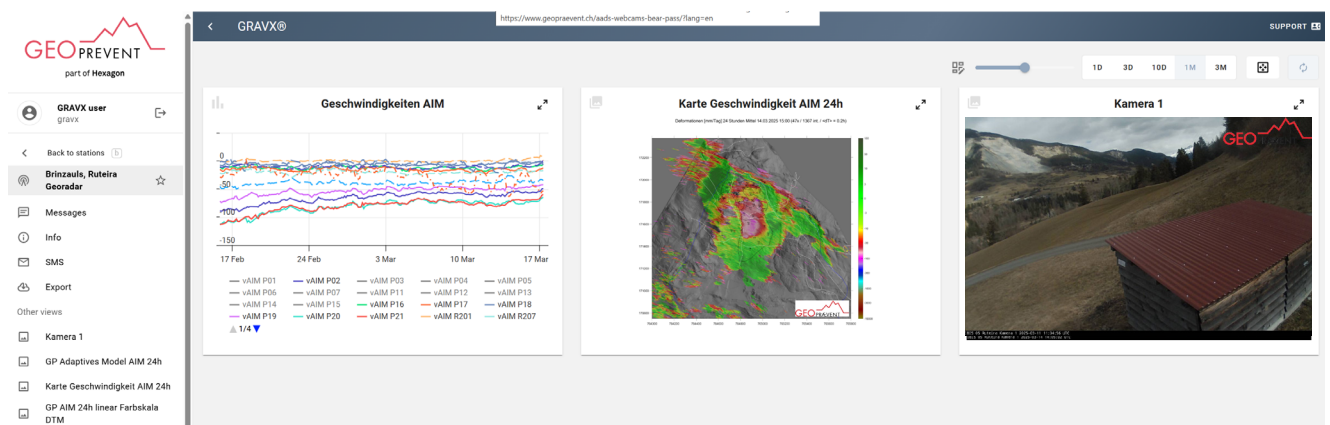
INTEGRIERTE KAMERAS

Das interferometrische Radarsystem kann mit einer Kamera ergänzt werden. Wir verwenden ferngesteuerte Kameras mit Schwenk-Neige-Zoom-Funktion (PTZ) oder hochauflösende, sehr energieeffiziente Kamerasysteme. Auch Wärmebildkameras oder andere Modelle können hinzugefügt werden. Die Kamera erzeugt regelmässige Statusbilder und auf Wunsch auch Nahaufnahmen von vordefinierten Zonen (z. B. Lawinenauslösebereiche). Der Nutzer kann die PTZ-Kameras direkt über das Datenportal steuern und sich per Smartphone, Tablet oder PC ein Live-Bild von der Situation vor Ort machen.

GRAVX® ONLINE DATENPORTAL

Das GRAVX® Online Datenportal verbindet, visualisiert und archiviert Steinschlag- und Zustandsdaten und stellt Ihnen die relevanten Informationen bequem über Ihre bevorzugten Endgeräte, d.h. Smartphone, Tablet oder PC, zur Verfügung. Das GRAVX® Online Datenportal basiert auf modernster Technologie und bietet eine sichere Speicherung Ihrer Messdaten mit passwortgeschütztem Benutzerzugang. Der Nutzer muss sich nur am browserbasierten Portal anmelden, eine Installation von Software auf den Geräten ist nicht erforderlich.

GRAVX® ermöglicht eine einfache Navigation und bietet einen Überblick über alle Systemdaten. Steinschlagereignisse werden georeferenziert auf einer Karte mit einer Intensitäts-Heatmap oder Ereignis-Trajektorien angezeigt. Entsprechende Ereignisbilder und Eigenschaften werden in der gleichen Ansicht angezeigt. Alle Listen können nach Zeit oder Bildtyp gefiltert werden. Die Bildbetrachtungsfunktion ist ein praktisches Werkzeug, um Bilddetails zu prüfen und zu vergleichen. Weitere Funktionen sind die Fernsteuerung von Kameras oder die Alarmzentrale zur Wiedereröffnung von Transportwegen.

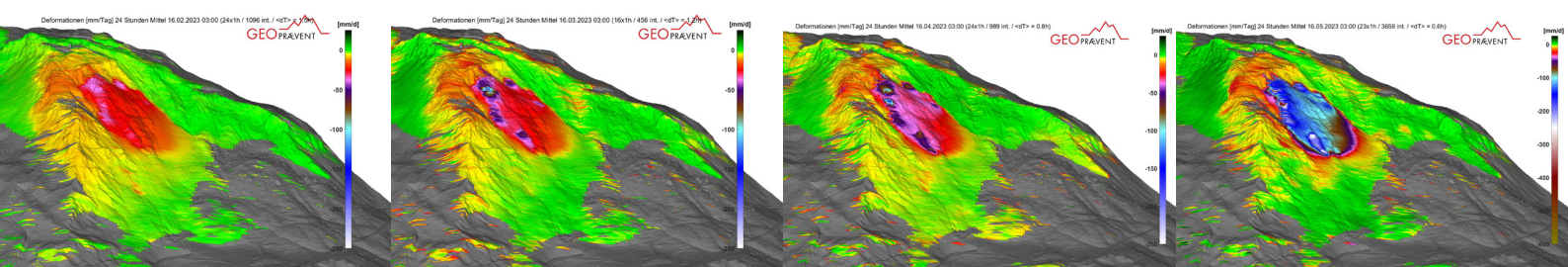


JEDERZEIT – ÜBERALL

Auf das GRAVX® Online-Datenportal kann jederzeit und von überall zugegriffen werden, sei es per Smartphone, Tablet oder PC. Die Ereignisdaten sind bereits im Gelände verfügbar. SMS und E-Mails können bei Ereignisbeginn, -ende oder bei Erreichen bestimmter Gebiete verschickt werden.

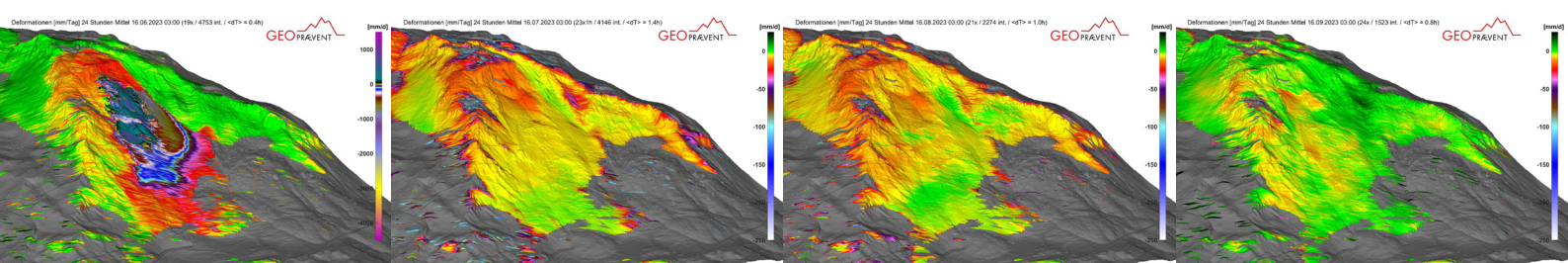
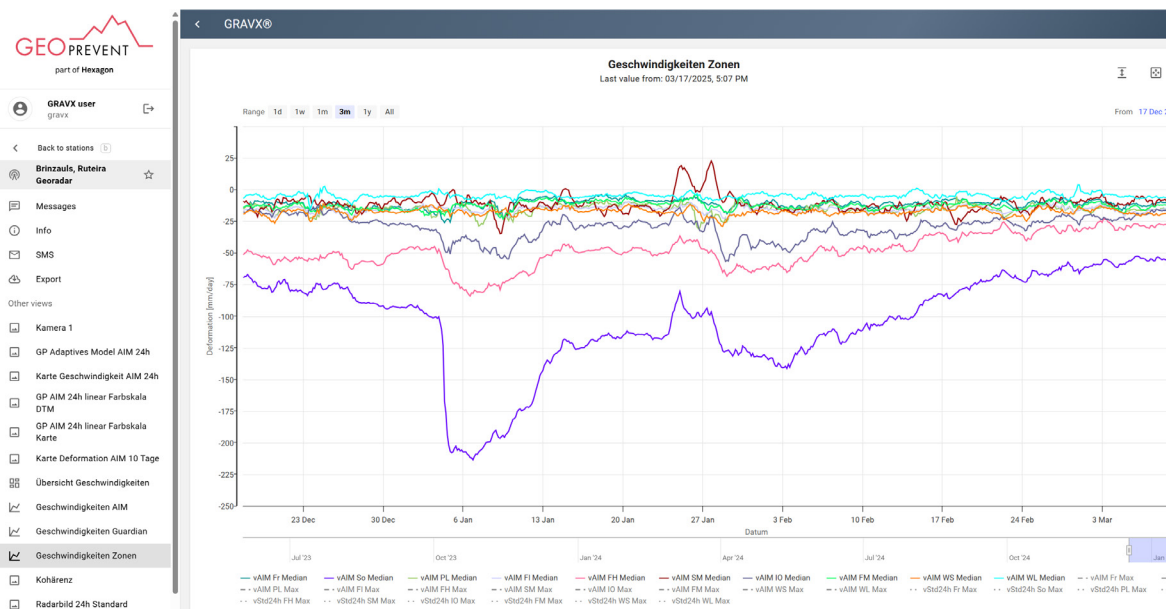
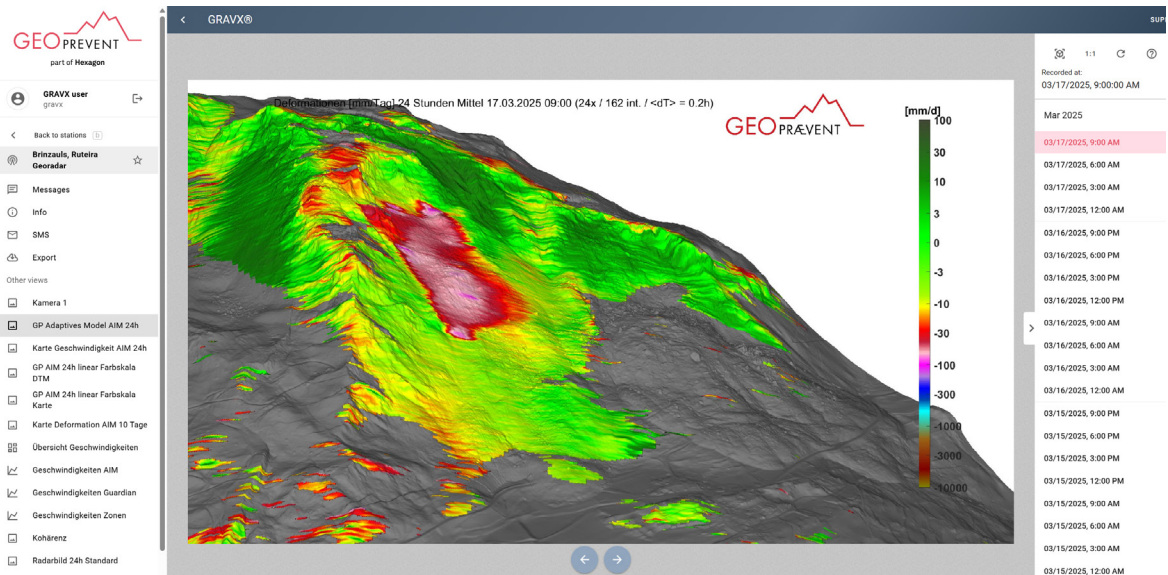
Verschiedene Benutzerebenen ermöglichen die Einschränkung bestimmter Funktionen, wie z.B. die Steuerung von Ampeln.

GRAVX® bietet auch ein Message Board für die Kommunikation mit dem Projektteam und den GEOPREVENT-Mitarbeitern.



DEFORMATIONEN UND GESCHWINDIGKEITEN

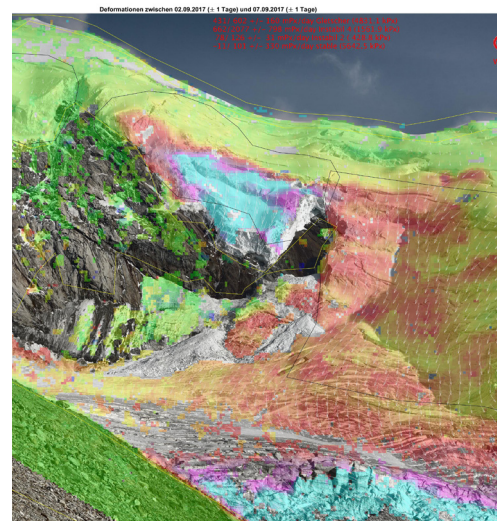
Das interferometrische Georadar scannt den Hang je nach Bedarf (stündlich, täglich, monatlich) und speichert die Daten im Datenportal. Aus den Scans werden mit speziellen Algorithmen die Deformationen berechnet. Die Bilder unten zeigen die Rutschung in Brienz/Brinzauls in einer Entfernung von 3 km vom Radarstandort. Der untere Plot zeigt Daten über die Geschwindigkeiten vordefinierter Zonen am Hang in einem bestimmten Zeitraum.



REFERENZPROJEKTE

GLETSCHERÜBERWACHUNG WEISSMIES, SCHWEIZ

Im Jahr 2014 installierte GEOPRÆVENT ein interferometrisches Radar zur kontinuierlichen Überwachung des instabilen Gebiets am Weissmiesgletscher. Im August 2017 zeigte die Deformationsanalyse eine deutliche Beschleunigung des instabilen Gletschergebietes an. Basierend auf den Radarmessungen und der Experteneinschätzung von Glaziologen wurde der Zeitpunkt des Gletscherabbruchs auf den frühen Morgen des 10. Septembers 2017 vorausgesagt. Der Gletscher beschleunigte sich weiter und bewegte sich am Ende mit 3.5 m/Tag in Richtung Tal, bevor er wie erwartet am 10. September 2017 am frühen Morgen in mehreren Ereignissen abbrach.



BARRY ARM RUTSCHUNG (ALASKA), USA

Der Barry-Arm-Erdrutsch ist ein grosses Erdrutschgebiet in Alaska. Ein rasches Abrutschen des Hangs könnte einen Tsunami auslösen, der zu lebensgefährlichen Wellen und Strömungen in den angrenzenden Fjorden führt. Zur Überwachung der Situation hat GEOPRÆVENT auf einem Felsvorsprung gegenüber dem gefährdeten Gebiet ein autarkes interferometrisches Radar installiert, welches die Bewegungen des Hangs präzise über verschiedene Zeiträume aufzeichnet und somit Aufschluss über die Hangstabilität gibt.



WHITEHORSE, KANADA

Seit 2023 betreibt GEOPRÆVENT in Whitehorse, Kanada ein interferometrisches Radar, welches die Böschung entlang des Yukon Rivers überwacht. Die Strasse, welche unterhalb der Böschung vorbei führt, wurde schon mehrere Male durch Rutschungen verschüttet. Mit der Überwachung und automatischer Schliessung der Strasse soll sichergestellt werden, dass sich bei einem weiteren Ereignis keine Fahrzeuge/ Personen im betroffenen Gebiet befinden.



VISSOIE (WALLIS), SCHWEIZ

Die Felsmasse über der Kantonsstrasse Siders – Vissoie im Wallis ist sehr instabil. In der Nacht vom 23. auf den 24. März 2024 verschüttete ein Erdrutsch die Strasse, ein paar Tage später durchbrach ein über eine Tonne schwerer Felsbrock die Schutzgalerie der Strasse. Damit die Aufräumarbeiten und die Instandsetzung der Strasse ohne Gefahr durchgeführt werden können, hat GEOPRÆVENT am gegenüberliegenden Hang ein interferometrisches Radar installiert. Somit kann der Hang überwacht, und die Baustelle bei einem weiteren Ereignis alarmiert werden.



TECHNISCHE DATEN INTERFEROMETRISCHES RADAR

Reichweite:	Bis 5 km
Abdeckung:	Bis 25 km ²
Genauigkeit:	Detektion von Deformationen im sub-mm Bereich, realistisch ca. 1 mm (in Blickrichtung)
Auflösung:	4 mrad, d.h. ca. 4 m Pixelbreite in 1 km Distanz
Stromversorgung:	Hochgebirgstauglich, Betrieb mit autarker Energieversorgung (Solarstrom, Brennstoffzelle), Netzstrom
Software:	Deformations-Algorithmus, online Datenportal
Integration:	Online Datenportal, Smartphone, Tablet
Warnung:	Automatische Warnoption
Installation:	Schnell, wenige Stunden



ALARM- UND ÜBERWACHUNGS-ANLAGEN FÜR NATURGEFAHREN

GEOPRÆVENT 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).

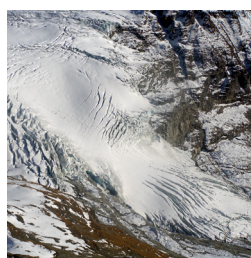
Des Weiteren bietet GEOPRÆVENT Lösungen an, um Personen in der Gefahrenzone zu erkennen (bspw. vor Lawinensprengungen).



FELSSTURZ



HOCHWASSER



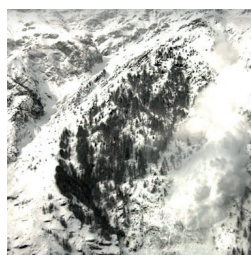
GLETSCHER



RUTSCHUNGEN



GLETSCHERSEEN



LAWINEN



MURGÄNGE



SCHUTZNETZE



PERSONEN

GEOPRÆVENT AG – part of Hexagon
Räffelstrasse 28
8045 Zürich
Schweiz

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

Mehr Info: www.geopraevent.ch

Folgen Sie uns auf:

