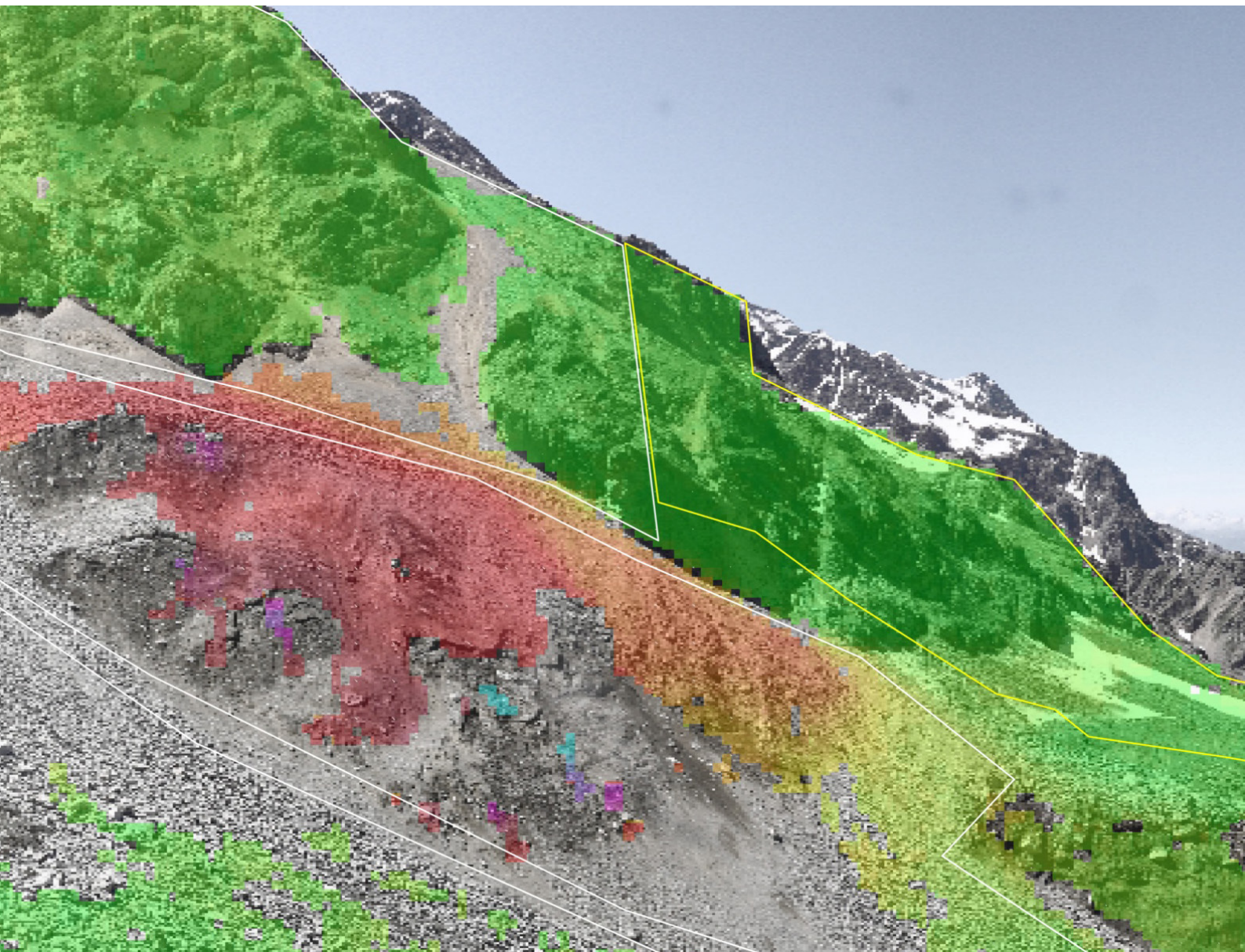


we detect to protect

GEOPREVENT

PROCAM KAMERASYSTEME UND DEFOX® DEFORMATIONSANALYSE



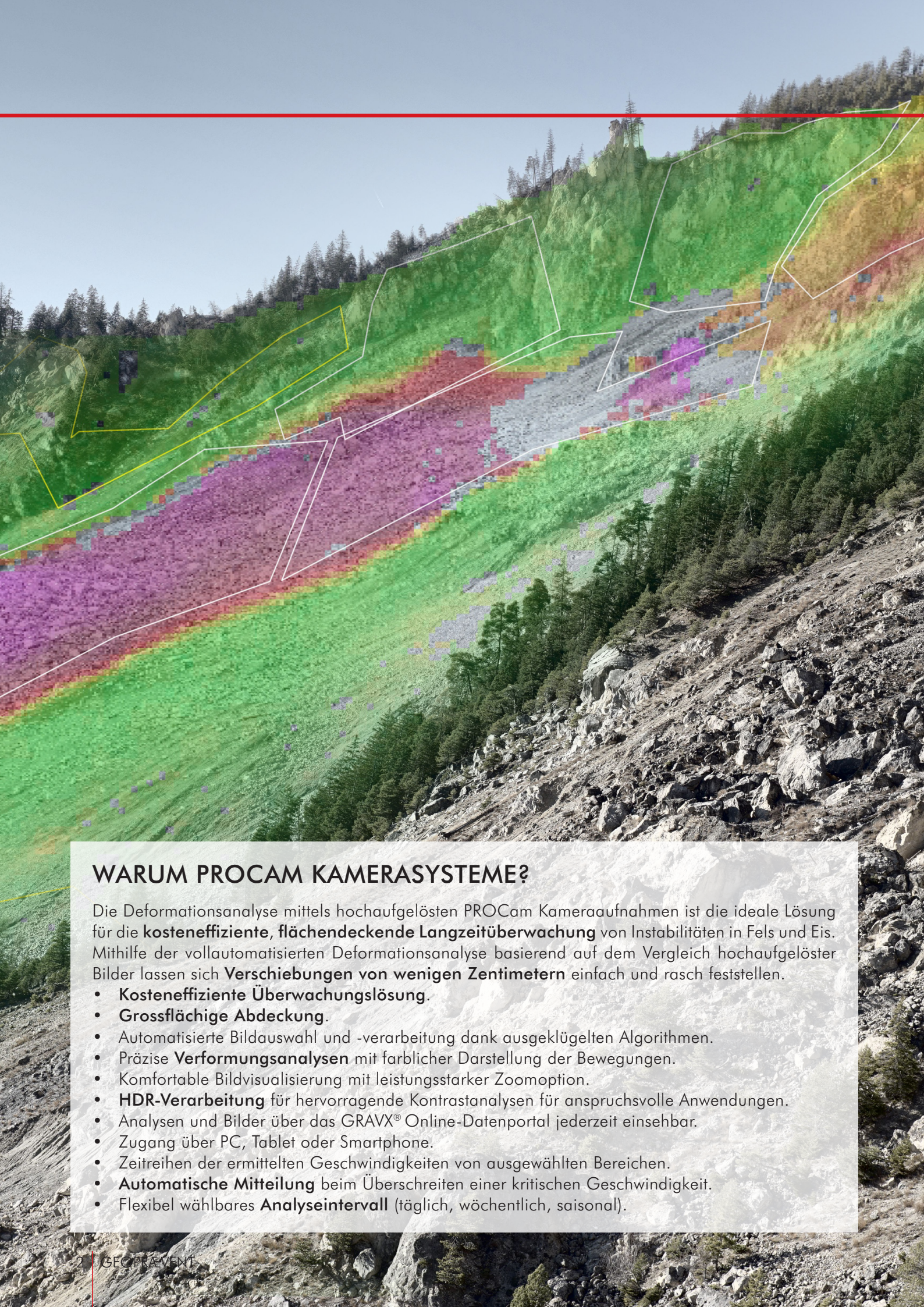
 PART OF
HEXAGON

Automatisiertes professionelles Kamerasystem und optische Deformationsanalyse zur flächigen Langzeitüberwachung von Instabilitäten in Fels und Eis basierend auf hochaufgelösten Bildern und technisch ausgereiften Bildverarbeitungsverfahren.



GEOPRÆVENT AG – part of Hexagon
Räffelstrasse 28
8045 Zürich
Schweiz

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



WARUM PROCAM KAMERASYSTEME?

Die Deformationsanalyse mittels hochaufgelöster PROCam Kameraaufnahmen ist die ideale Lösung für die **kosteneffiziente, flächendeckende Langzeitüberwachung** von Instabilitäten in Fels und Eis. Mithilfe der vollautomatisierten Deformationsanalyse basierend auf dem Vergleich hochaufgelöster Bilder lassen sich **Verschiebungen von wenigen Zentimetern** einfach und rasch feststellen.

- **Kosteneffiziente Überwachungslösung.**
- **Grossflächige Abdeckung.**
- Automatisierte Bildauswahl und -verarbeitung dank ausgeklügelten Algorithmen.
- Präzise **Verformungsanalysen** mit farblicher Darstellung der Bewegungen.
- Komfortable Bildvisualisierung mit leistungsstarker Zoomoption.
- **HDR-Verarbeitung** für hervorragende Kontrastanalysen für anspruchsvolle Anwendungen.
- Analysen und Bilder über das GRAVX® Online-Datenportal jederzeit einsehbar.
- Zugang über PC, Tablet oder Smartphone.
- Zeitreihen der ermittelten Geschwindigkeiten von ausgewählten Bereichen.
- **Automatische Mitteilung** beim Überschreiten einer kritischen Geschwindigkeit.
- Flexibel wählbares **Analyseintervall** (täglich, wöchentlich, saisonal).

SYSTEMÜBERSICHT PROCAM

Das von GEOPREVENT betriebene PROCam Kamerasystem ermöglicht die ferngesteuerte, automatisierte Überwachung instabiler Naturgebiete wie Bergbaustätten, Gletscher und erdrutschgefährdeter Gebiete.

Das PROCam Kamerasystem nutzt speziell entwickelte photogrammetrische Algorithmen, um selbst unter rauen Umweltbedingungen Oberflächenverschiebungen von nur wenigen Zentimetern über grosse Flächen hinweg zu erkennen.

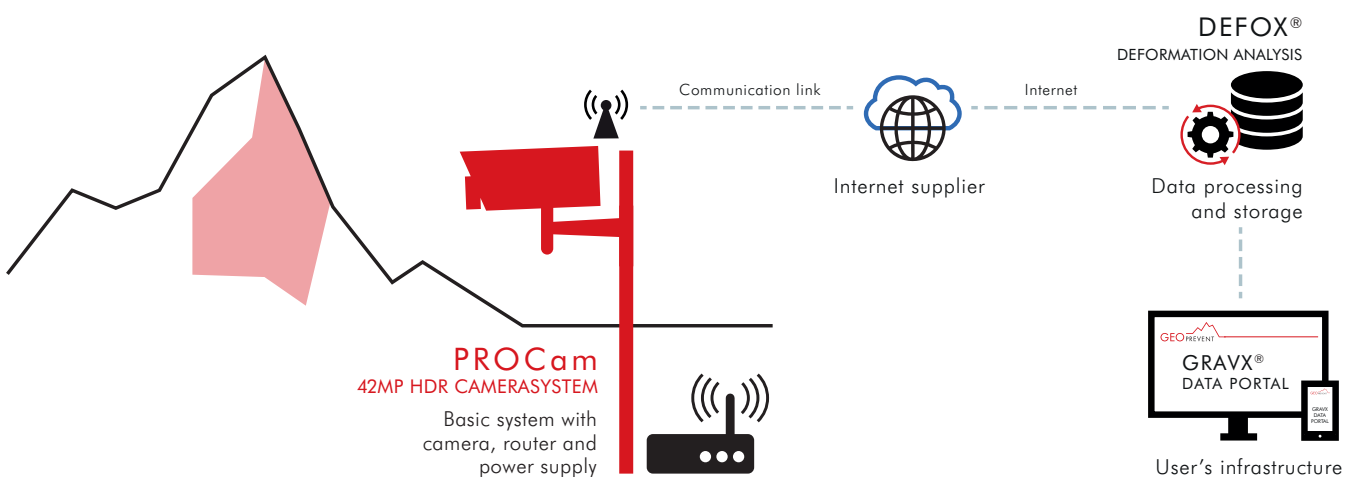
Das für den autonomen Langzeitbetrieb konzipierte PROCam Kamerasystem von GEOPREVENT kann über einen Netzanschluss oder Sonnenkollektoren mit Strom versorgt werden und überträgt Daten an das GRAVX® über verschiedene Kommunikationstechnologien.

Seine robuste Konstruktion gewährleistet eine zuverlässige Leistung an abgelegenen oder wetterexponierten Standorten.

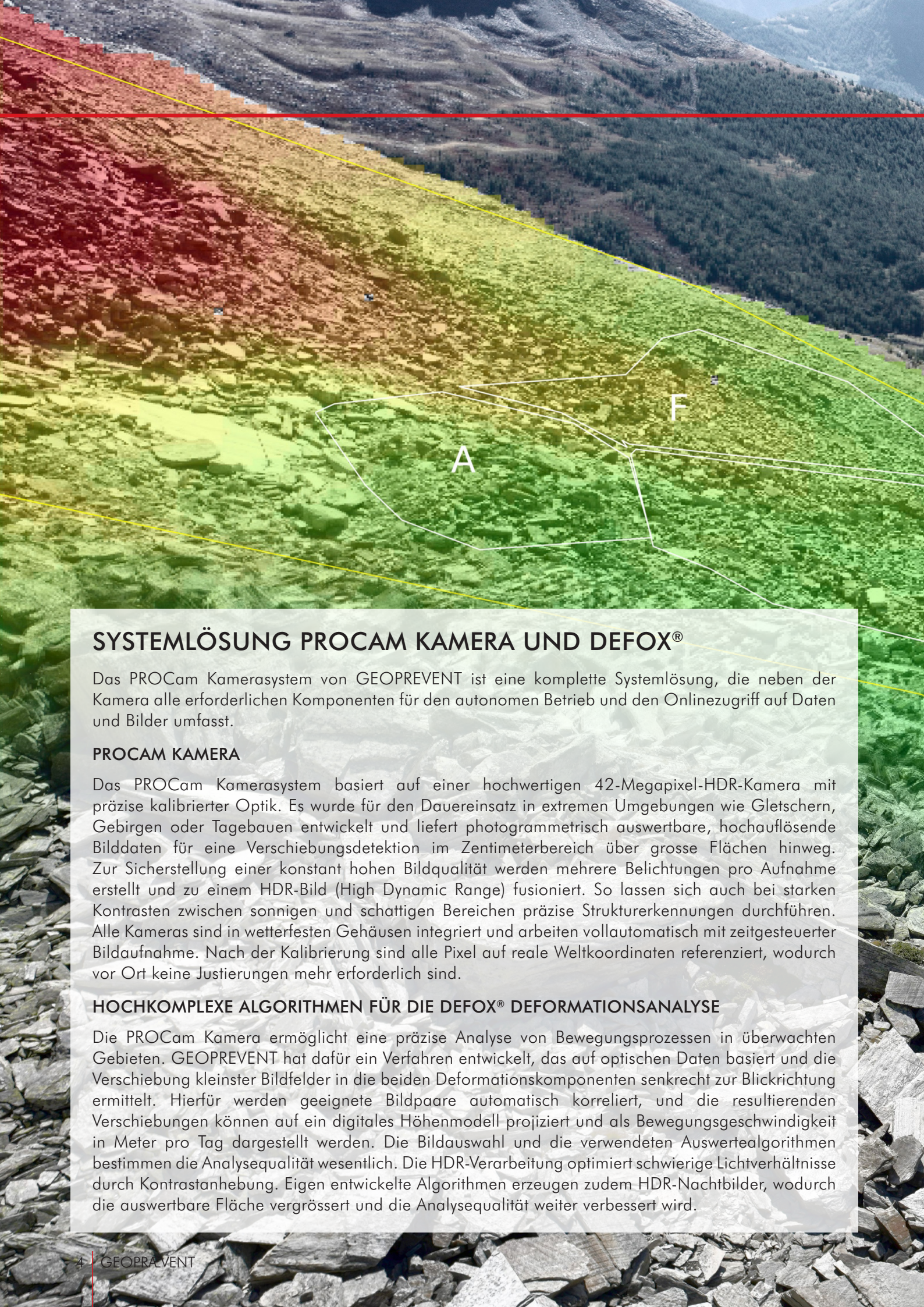
- Erfassung hochau aufgelöster Bilder mit einem energieeffizienten, wartungsarmen Kamerasystem.
- Cloud-basierte Datenspeicherung und -analyse, benutzerfreundliche Datenvisualisierung, Kommunikationsplattform GRAVX®.
- Zeitreihen der gemessenen Verschiebung in definierten Regionen (bei Interesse mit automatischen Warnmeldungen bei Überschreitung von Schwellenwerten).
- Sorgenfreie Installation und Wartung.

LIMITIERUNGEN

- Nur bei guter Sicht (tagsüber, gutes Wetter).
- Nicht geeignet für kritische Instabilitäten.
- Es wird nur die Komponente der Geschwindigkeit normal zur Sichtlinie gemessen.
- Schneebedeckung.



PROCam AUT  Autarctic solar energy system and battery	PROCam AUT+  Autarctic solar energy system „plus“, battery and cabinet Customer option: Blower (CO1) SNOFOX (CO2) 	PROCam GRID  230 V / 100 V power grid connection Customer option: Blower (CO1) SNOFOX (CO2) 	PROCam ADDON  Add-on set-up (communication and power supply from AVYX/ROCYX/IBIS) Customer option: Blower (CO1) SNOFOX (CO2) 
---	--	---	---



SYSTEMLÖSUNG PROCAM KAMERA UND DEFOX®

Das PROCam Kamerasystem von GEOPREVENT ist eine komplette Systemlösung, die neben der Kamera alle erforderlichen Komponenten für den autonomen Betrieb und den Onlinezugriff auf Daten und Bilder umfasst.

PROCAM KAMERA

Das PROCam Kamerasystem basiert auf einer hochwertigen 42-Megapixel-HDR-Kamera mit präzise kalibrierter Optik. Es wurde für den Dauereinsatz in extremen Umgebungen wie Gletschern, Gebirgen oder Tagebauen entwickelt und liefert photogrammetrisch auswertbare, hochauflösende Bilddaten für eine Verschiebungsdetektion im Zentimeterbereich über grosse Flächen hinweg. Zur Sicherstellung einer konstant hohen Bildqualität werden mehrere Belichtungen pro Aufnahme erstellt und zu einem HDR-Bild (High Dynamic Range) fusioniert. So lassen sich auch bei starken Kontrasten zwischen sonnigen und schattigen Bereichen präzise Strukturerkennungen durchführen. Alle Kameras sind in wetterfesten Gehäusen integriert und arbeiten vollautomatisch mit zeitgesteuerter Bildaufnahme. Nach der Kalibrierung sind alle Pixel auf reale Weltkoordinaten referenziert, wodurch vor Ort keine Justierungen mehr erforderlich sind.

HOCHKOMPLEXE ALGORITHMEN FÜR DIE DEFOX® DEFORMATIONSANALYSE

Die PROCam Kamera ermöglicht eine präzise Analyse von Bewegungsprozessen in überwachten Gebieten. GEOPREVENT hat dafür ein Verfahren entwickelt, das auf optischen Daten basiert und die Verschiebung kleinster Bildfelder in die beiden Deformationskomponenten senkrecht zur Blickrichtung ermittelt. Hierfür werden geeignete Bildpaare automatisch korreliert, und die resultierenden Verschiebungen können auf ein digitales Höhenmodell projiziert und als Bewegungsgeschwindigkeit in Meter pro Tag dargestellt werden. Die Bildauswahl und die verwendeten Auswertealgorithmen bestimmen die Analysequalität wesentlich. Die HDR-Verarbeitung optimiert schwierige Lichtverhältnisse durch Kontrastanhebung. Eigen entwickelte Algorithmen erzeugen zudem HDR-Nachtbilder, wodurch die auswertbare Fläche vergrössert und die Analysequalität weiter verbessert wird.

STROMVERSORGUNG

Die PROCam-Systeme sind für den autarken Betrieb unter extremen Umweltbedingungen ausgelegt und können mit Netzstrom, Solarenergie oder einer Hybridlösung aus Solar-, Batterie- und Wechselstrom betrieben werden. So wird auch an abgelegenen, schattigen oder hochalpinen Standorten eine hohe Ausfallsicherheit gewährleistet. Intelligente Laderegler überwachen den Energiehaushalt kontinuierlich und sichern den zuverlässigen Betrieb bei jeder Witterung.

An netzunabhängigen Standorten erfolgt die Versorgung über Solarmodule und Hochleistungsbatterien. Bei instabiler Stromversorgung dient das Batteriesystem als Puffer gegen Ausfälle durch Unwetter oder Bauarbeiten. Für Polarnächte oder dauerhaft schattige Einsatzorte können Propan-Brennstoffzellen integriert werden, die bei niedrigem Batteriestand automatisch starten und eine monatelange wartungsfreie Energieversorgung gewährleisten.

KOMMUNIKATION

Die Datenübertragung erfolgt standardmässig über mobilfunkbasierte Kommunikation (3G, 4G oder 5G) und ist für den dauerhaften Einsatz an abgelegenen Standorten optimiert. Alternativ können Ethernet, WiFi, Langstreckenfunk oder Satellitenkommunikation eingesetzt werden.

Zur Erhöhung der Übertragungssicherheit lassen sich zweikanalige Kommunikationslösungen wie 4G plus Satellit konfigurieren, die bei Verbindungsverlust automatisch umschalten. Alle Daten werden verschlüsselt (TLS über MQTT oder HTTPS) und bandbreitenoptimiert übertragen, sodass selbst Bilder in voller Auflösung zuverlässig gesendet werden können.

Alarmmeldungen werden redundant über E-Mail, SMS und JSON-Webhooks weitergeleitet, damit Behörden und Überwachungssysteme auch bei Netzstörungen informiert bleiben.

MONTAGESYSTEME

Das modulare mechanische Konzept ermöglicht die Installation auf Gebäuden, Stahltürmen, Felsankern oder unebenem Gelände. Standardmässig werden Montagehalterungen für runde Masten geliefert, auf Anfrage sind kundenspezifische Lösungen erhältlich.

Verschiedene Montagefüsse erlauben eine präzise Ausrichtung auch auf schwierigem Terrain, und optionale Abschirmungen schützen vor Steinschlag und Schneeverwehungen. Alle Module sind leicht genug für den Helikoptertransport, was die Installation in hochalpinen Regionen vereinfacht.

Die gesamte Verkabelung für Strom, Ethernet, Glasfaser oder Koaxial verläuft in UV-beständigen Leitungen zu einem nahe gelegenen Schaltschrank, in dem Batterien und Kommunikationsgeräte untergebracht sind. Dadurch entsteht ein zentraler Wartungspunkt für das gesamte System.

ZUSÄTZLICHE OPTIONEN

Das PROCam Kamera-Überwachungssystem kann je nach Anwendungsbereich mit verschiedenen Zusatzoptionen ausgestattet und erweitert werden.

BLOWER – CLEAR LENS SYSTEM

Zur ganzjährigen Funktionsfähigkeit der kamerabasierten Überwachungssysteme, insbesondere in hochalpinen oder gletscherreichen Regionen, hat GEOPREVENT ein patentiertes Gebläsesystem entwickelt. Dieses verhindert aktiv die Ansammlung von Schnee, Frost und Kondenswasser auf der Kameraoptik und dem Schutzgehäuse und gewährleistet auch unter extremen Bedingungen ein ungehindertes Sichtfeld. Der Betrieb erfolgt autonom auf Basis von Temperatur- und Feuchtigkeitssensoren im Gehäuse. Bei nassem Schnee oder Eisbildung kann die Wirksamkeit des Gebläses jedoch eingeschränkt sein.



Blower – Clear Lens System: Gebläsesystem von GEOPREVENT entwickelt.

SNOFOX

Für Bergwerke, Schnee-, Gletscher- oder Felswandanwendungen empfiehlt GEOPREVENT eine modifizierte PROCam-Version ohne kontrastmodifizierter Optik. Diese liefert HDR-Bilder mit hohem Kontrast auch bei extremer Blendung oder Verschattung und ermöglicht dadurch eine zuverlässige Bildanpassung bei Dämmerung, Sonnenuntergang und niedriger Sonneneinstrahlung im Winter.



Die SNOFOX PRO-Kamera (rechtes Bild) bietet eine bessere Sichtbarkeit mit hohem Kontrast bei starker Sonneneinstrahlung oder Verschattung. Die Oberflächenstrukturen lassen sich dadurch besser erkennen als bei der Aufnahme mit der PROCam.

WEITERE FUNKTIONEN

- Nachtbilder für Aufnahmen bei Dunkelheit.
- Videoaufnahmen für dynamische Beobachtungen.
- Bildauslöser für Aufnahmen ausserhalb definierter Zeitintervalle.

INTEGRATION IN BESTEHENDE SYSTEME

Bei akuten Instabilitäten empfiehlt GEOPREVENT, die PROCam-Kamera durch zusätzliche Messsysteme zu ergänzen, um eine höhere Erfassungssicherheit und Wetterunabhängigkeit zu gewährleisten.

INTERFEROMETRISCHES GEORADAR

Im Gegensatz zur Deformationskamera arbeitet das interferometrische Georadar vollständig wetter- und tageszeitunabhängig. Es bietet eine hohe Messgenauigkeit im Submillimeter- bis Millimeterbereich und eignet sich für die Überwachung grosser Flächen. Durch seine Robustheit gegenüber Umwelteinflüssen liefert das System auch bei schlechtem Wetter oder Dunkelheit verlässliche Deformationsdaten. GEOPREVENT empfiehlt den Einsatz des Georadars in kritischen Situationen, beispielsweise wenn Beschleunigungsgrenzwerte überschritten werden oder längere Schlechtwetterphasen eine optische Überwachung beeinträchtigen. Mit Hilfe der inversen Geschwindigkeitsanalyse können bevorstehende Abbrüche präzise prognostiziert werden. Erfolgreiche Anwendungen dieser Methode umfassen den Weissmies-Gletscherabbruch 2017 und den Felssturz von Preonzo 2012, die beide innerhalb weniger Stunden erkannt wurden.

LAWINEN- ODER STEINSCHLAGRADAR

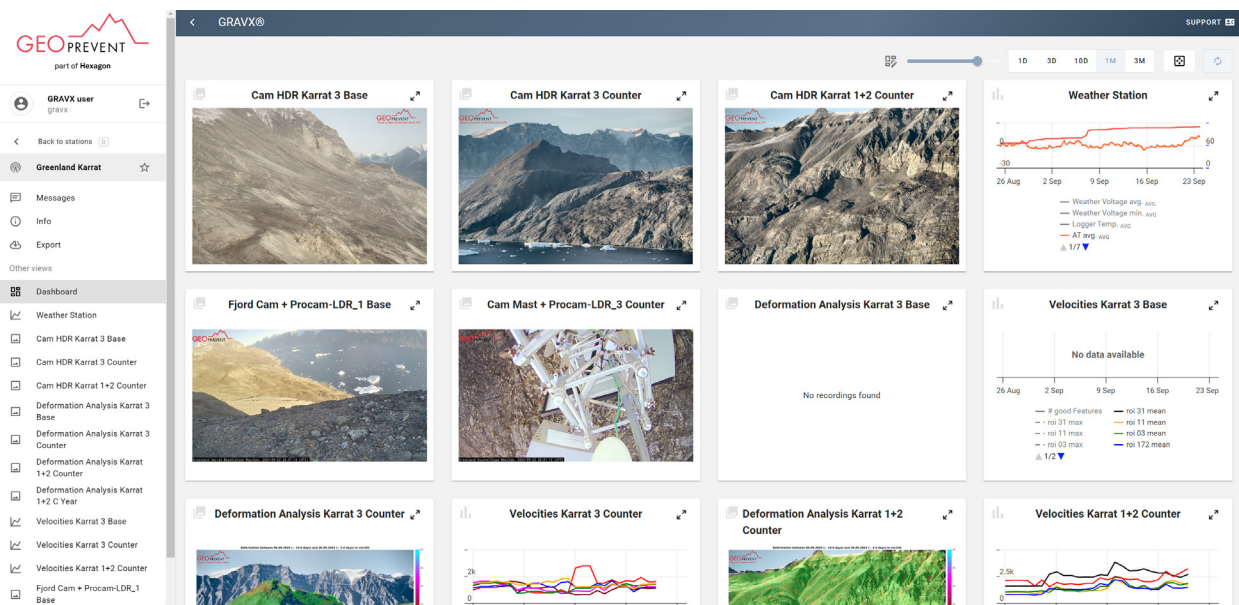
Die Kombination der PROCam DEFOX® Deformationsanalyse mit einem Doppler-Radar für Lawinen oder Steinschlag ermöglicht die Erfassung schneller Massenbewegungen unabhängig von Sicht- und Wetterbedingungen. So können Ereignisse in Echtzeit erkannt und automatische Sicherheitsmassnahmen wie Strassensperrungen ausgelöst werden. Darüber hinaus kann die Steinschlagaktivität dauerhaft und objektiv überwacht werden. Das System löst automatische Warnmeldungen aus, sobald eine erhöhte Aktivität festgestellt wird.

TELEJOINT- UND EXTENSOMETER

Für die detaillierte Überwachung einzelner Felsbereiche eignen sich lokale Messsysteme wie Telejointmeter oder Extensometer. Diese Instrumente ermöglichen die Erfassung kleinster Bewegungen in Spalten oder tieferliegenden Gesteinsbereichen und lösen Alarmer bei Grenzwertüberschreitungen aus. Die Installation dieser Messinstrumente im Gefahrengebiet kann jedoch gefährlich sein.

GRAVX® ONLINE-DATENPORTAL

Das GRAVX® Online-Datenportal verbindet, visualisiert und archiviert 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. 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.

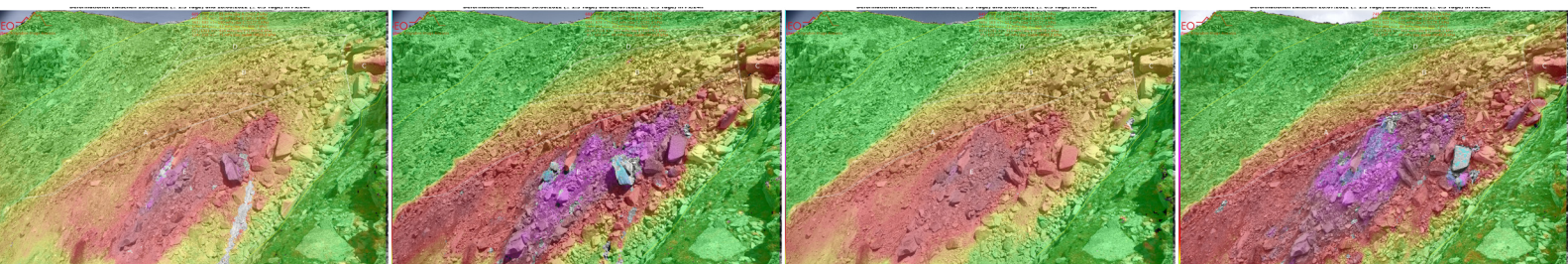


JEDERZEIT – ÜBERALL

Auf das GRAVX® Online-Datenportal kann jederzeit und von überall zugegriffen werden, sei es per Smartphone, Tablet oder PC. Die Daten 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 GEOPRAEVENT-Mitarbeitern.

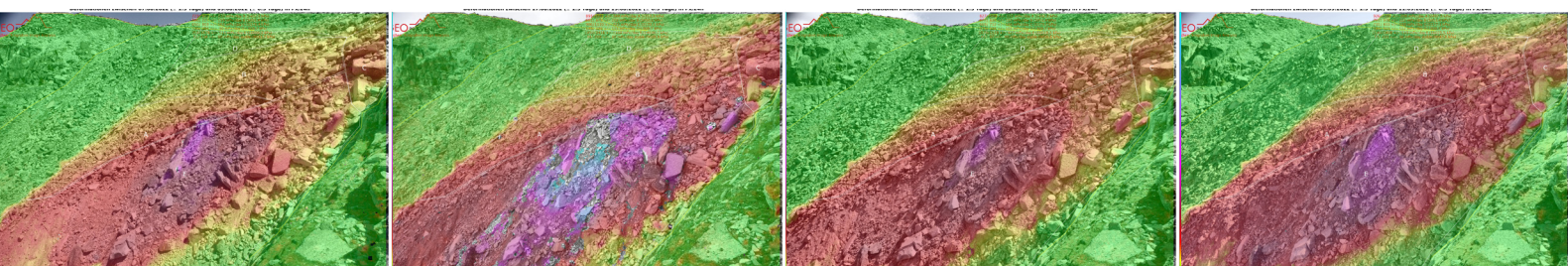
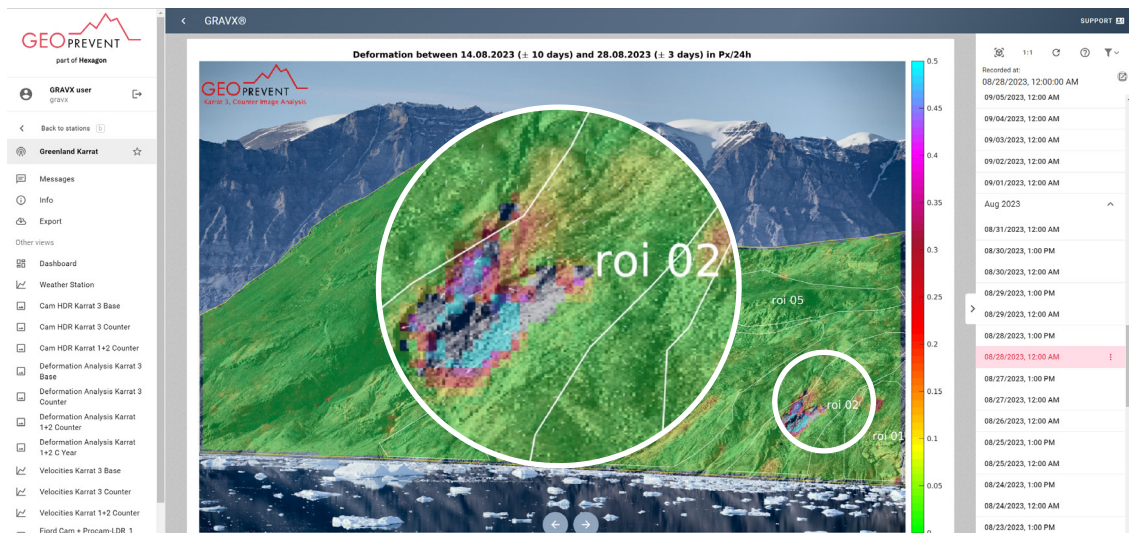
SERVICE

Das online Datenportal wird vom GEOPREVENT-Team in der Schweiz laufend gewartet und aktualisiert. Wir überwachen kontinuierlich alle Messstationen und reagieren falls notwendig innerhalb der vereinbarten Interventionszeit (mindestens 6 h, maximal 1 Woche).



AUFNAHMEN UND DEFORMATIONSANALYSEN

Mehrmals pro Tag werden automatisch Bilder des Überwachungsgebiets aufgenommen. Diese Bilder sind im GRAVX® Online Datenportal den autorisierten Benutzern zugänglich. Eine spezielle online Bildansicht bietet die Möglichkeit, in gezoomtem Zustand zwischen unterschiedlichen Bildern hin und her zu wechseln. Damit können Details bequem über PC, Tablet oder Smartphone genaustens beobachtet werden. Die Bilder unten zeigen eine Aufnahme (geplant, 17. April 2024, 19:00 Uhr) der Rutschung im Karratfjord in Grönland. Die untere Darstellung zeigt die Verschiebungen über einen Zeitraum von zwei Wochen im August 2023 derselben Rutschung mit Zoom.



REFERENZPROJEKTE

FELSABBRUCH BRIENZ/BRINZAULS, SCHWEIZ

Das Rutschgebiet von Brienz/Brinzauls ist seit vielen Jahren in Bewegung, hat sich aber in den letzten 20 Jahren erheblich beschleunigt. Eine eigenständige DEFOX® PROCam liefert hochauflösende Ansichten des kritischen Plateaubereichs und eine Analyse der Oberflächenverformung aus einem anderen Blickwinkel. Die Rutschung brach am 15. Juni 2023 nach einer starken Beschleunigung und ohne grössere Schäden am Dorf ab.



MOOSFLUH RUTSCHUNG, SCHWEIZ

Die Moosfluh ist ein grosses Rutschgebiet am Rande des Aletschgletschers. Durch den steten Rückgang des Gletschers hat sich eine bestehende Rutschung stark beschleunigt. Die DEFOX® PROCam überwacht seit mehreren Jahren die Entwicklung dieser Erdrutschzone aus der gegenüberliegenden Talseite. Bisher konnten mehreren kleine Abbrüche mit der Bilddeformationsanalyse bereits Tage zuvor korrekt vorhergesagt werden.



RUTSCHUNG BARRY ARM, ALASKA USA

Der Erdrutsch von Barry Arm ist ein grosses Rutschgebiet im Prince William Sound, Alaska. Rutschendes Material könnte einen Tsunami auslösen und in den nahe gelegenen Fjorden lebensbedrohliche Wellen verursachen. Der USGS überwacht den Erdrutsch seit Jahren und setzt dabei verschiedene GEOPREVENT-Technologien ein, wie z. B. eine batteriebetriebene DEFOX® PROCam für hochauflösende Bilder und Deformationsanalysen. Die Datenübertragung erfolgt aufgrund der Abgeschiedenheit des Ortes über eine Relaisstation.



RUTSCHUNG KARRAT, GRÖNLAND

Im Jahr 2017 ereignete sich im Karrat Fjord, in Grönland, ein Grossereignis, das einen Tsunami und schwere Schäden und Todesopfer im nahegelegenen Fischerdorf verursachte. Im Jahr 2021 wurde Karrat mit verschiedenen Überwachungstechnologien ausgestattet, darunter drei DEFOX® PROCams mit einer Reichweite von bis zu 9 km. Alle Kameras sind energieautark und kommunizieren über eine Basisstation und Satellitenkommunikation.



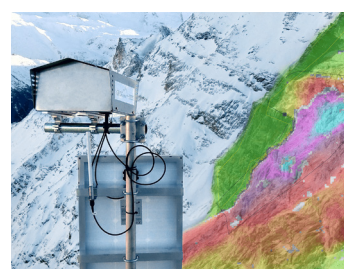
GLETSCHERABBRUCH WEISSMIES, SCHWEIZ

Der instabile Hängegletscher oberhalb des Dorfes Saas Grund wurde zunächst mit interferometrischem Radar überwacht. Im Jahr 2017 wechselten wir zur Langzeitüberwachung mit der DEFOX® PROCam. Kurz darauf zeigten die Messungen eine starke Beschleunigung, die auf einen drohenden Abbruch hindeutete. Die kombinierte Messung mit Radar ermöglichte es, den Einsturz innerhalb weniger Stunden vorherzusagen und den betroffenen Teil des Dorfes zu evakuieren.



ÜBERWACHUNG BISGLETSCHER, SCHWEIZ

Die Gletscher oberhalb von Randa stellen ein erhebliches Risiko für verschiedene Infrastrukturen dar (Teile des Dorfes, die Strasse und die Bahnlinie nach Zermatt sowie ein Steinbruch). Seit 2018 werden die Gletscher mit drei DEFOX® PROCams und täglichen Bildanalysen überwacht. Eine Kamera überwacht den steilen Bis-Gletscher vom Tal aus, eine weitere Kamera deckt seinen Steilhang ab und eine dritte Kamera befindet sich auf 4133 m ü. M. mit Blick auf den Hängegletscher am Weisshorn.



TECHNISCHE DATEN PROCAM

Kameraauflösung:	42 Megapixel
Reichweite:	Bis zu mehreren km
HDR Prozessierung:	Im Backend integriert
Genauigkeit Deformationsanalyse:	Abhängig vom gewählten Objektiv, normalerweise cm/Zeitspanne (Tage, Monate, Jahre)
Zeitreihen:	Definition von Regionen und Berechnung von Zeitreihen
Kommunikation:	Mobilfunknetz. Andere standortbezogene Kommunikationslösungen auf Anfrage (Redundanz, Glasfaser, WLAN, Ethernet, Satellitenkommunikation)
Benachrichtigung:	Automatische SMS- oder E-Mail-Benachrichtigung bei Überschreiten definierter Grenzwerte
Linsen Optionen:	Abhängig von der Distanz und dem Sichtfeld, normalerweise 18 mm, 21 mm, 25 mm, 35 mm, 50 mm, 85 mm oder 135 mm
Stromversorgung:	Netzstrom (PROCAM GRID) oder Solarpanels (PROCAM AUT/AUT+), weitere Optionen für kundenspezifische Kommunikation (z.B. Satcom)
Installation:	Schnell, ein paar Stunden
Befestigung:	Standardhalterungen für Rundmasten, kundenspezifische Halterungen erhältlich
Software (integriert):	Deformationsanalyse (täglich, halbtäglich, wöchentlich), kundenspezifische Intervalle (monatlich, jährlich), automatische Bildqualifizierung
Benutzeroberfläche:	GRAVX® Online-Datenportal, Zugriff über PC, Smartphone, Tablet
Integration:	API Schnittstelle

VERSIONEN

Das PROCAM Kamerasystem von GEOPREVENT ist in 4 Versionen verfügbar.

PROCAM AUT 	PROCAM AUT+ 	PROCAM GRID 	PROCAM ADDON 
--	---	---	--

Stromversorgung:	Solarpanel (~100 Wp), Batterie (~20 Ah)	Solarpanel (~200 Wp), Batterie (~55 Ah)	Netzstrom (230 V / 110 V)	Strom von einem anderen System
Gewicht Batterie:	7 kg	22.5 kg (mit ext. Batteriebox)		

Optionen:	Blower (CO1): Clear Lens System, für Winterinstallationen SNOFOX (CO2): Kontrastverstärkung
------------------	--

Zusätzliche Funktionen:	Nachtaufnahmen (längere Belichtungszeit), automatische Videoaufzeichnung, Bildauslösung
------------------------------------	---

ALARM- UND ÜBERWACHUNGS-ANLAGEN FÜR NATURGEFAHREN

GEOPREVENT 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).

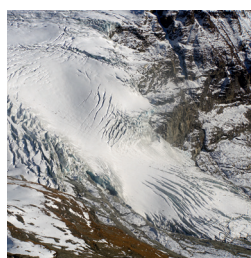
Des Weiteren bietet GEOPREVENT Lösungen an, um Personen in der Gefahrenzone zu erkennen (bspw. vor Lawinensprengungen).



FELSTURZ



HOCHWASSER



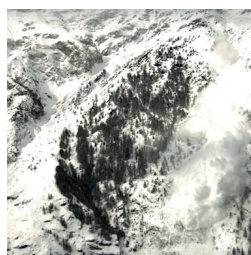
GLETSCHER



RUTSCHUNGEN



GLETSCHERSEEN



LAWINEN



MURGÄNGE



SCHUTZNETZE



PERSONEN