



SBB CFF FFS

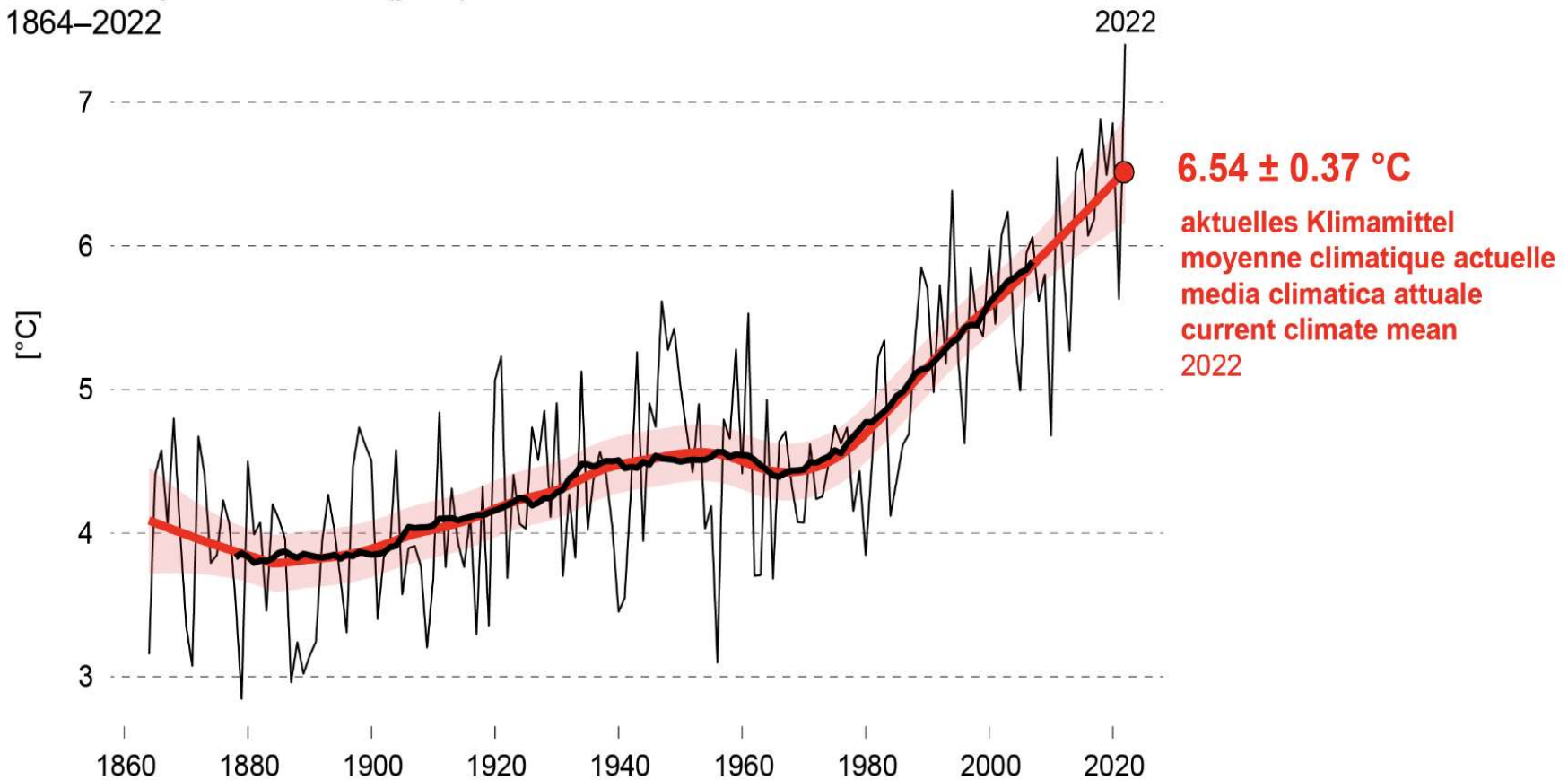
Risikobasiertes Naturgefahren- management im Spannungsfeld des Klimawandels

Bahnjournalisten Schweiz 2023
Heinz Müller & Marc Hauser

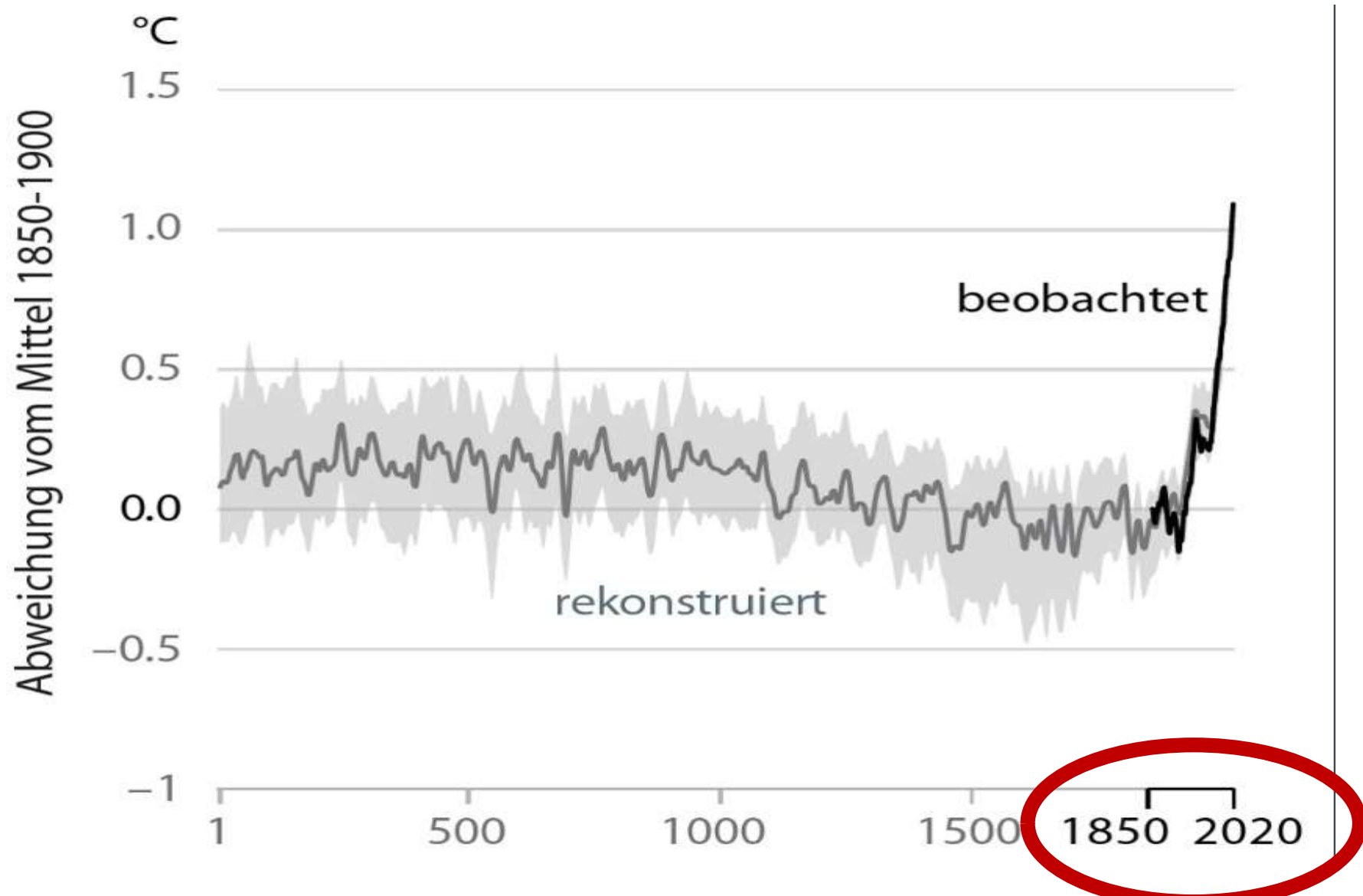


Abweichung vom Jahresmitteltemperatur 1864 – 2022

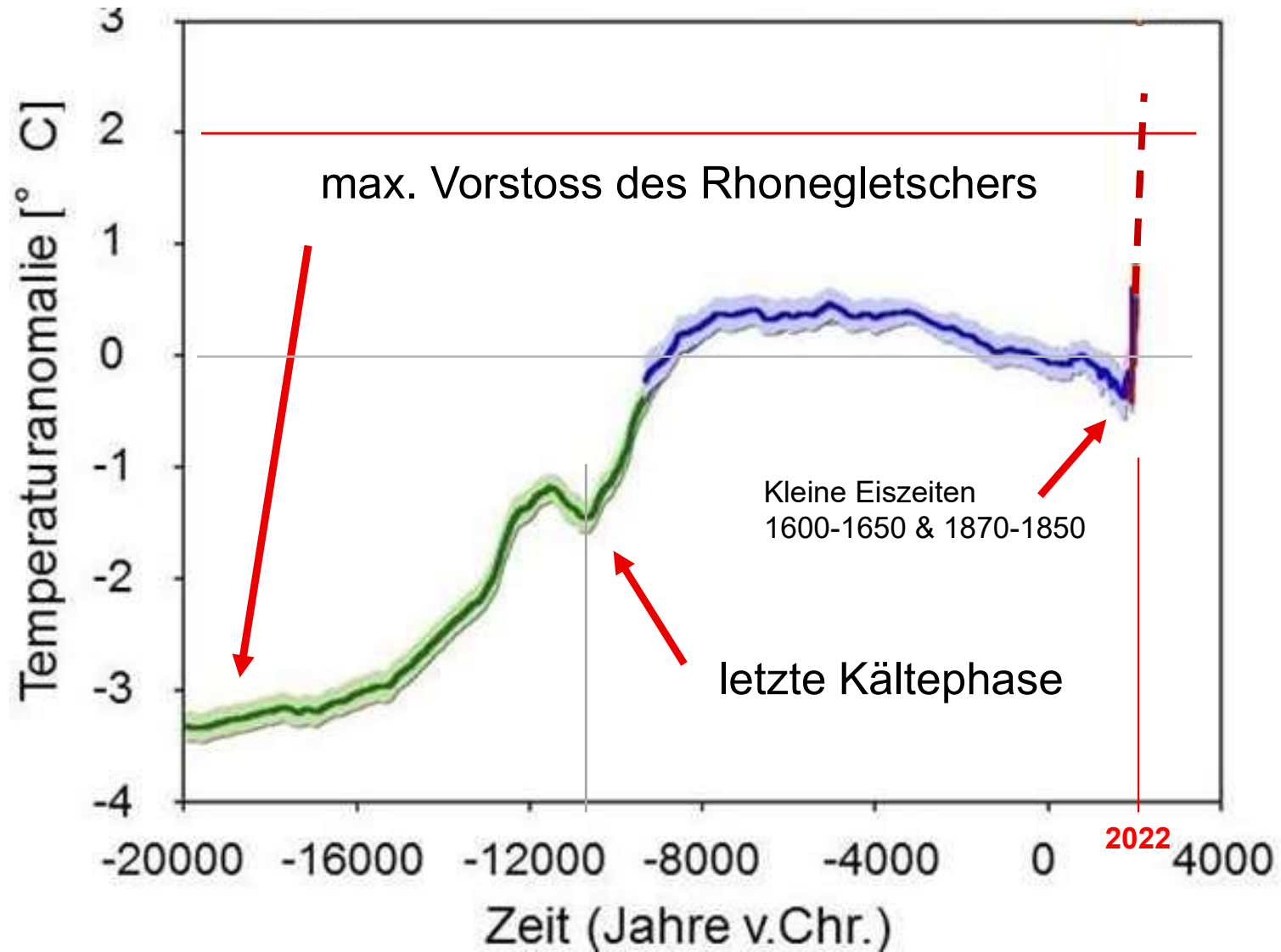
Schweizer Temperaturmittel (Jahr)
 Température moyenne suisse (année)
 Temperatura media svizzera (anno)
 Swiss temperature mean (year)
 1864–2022



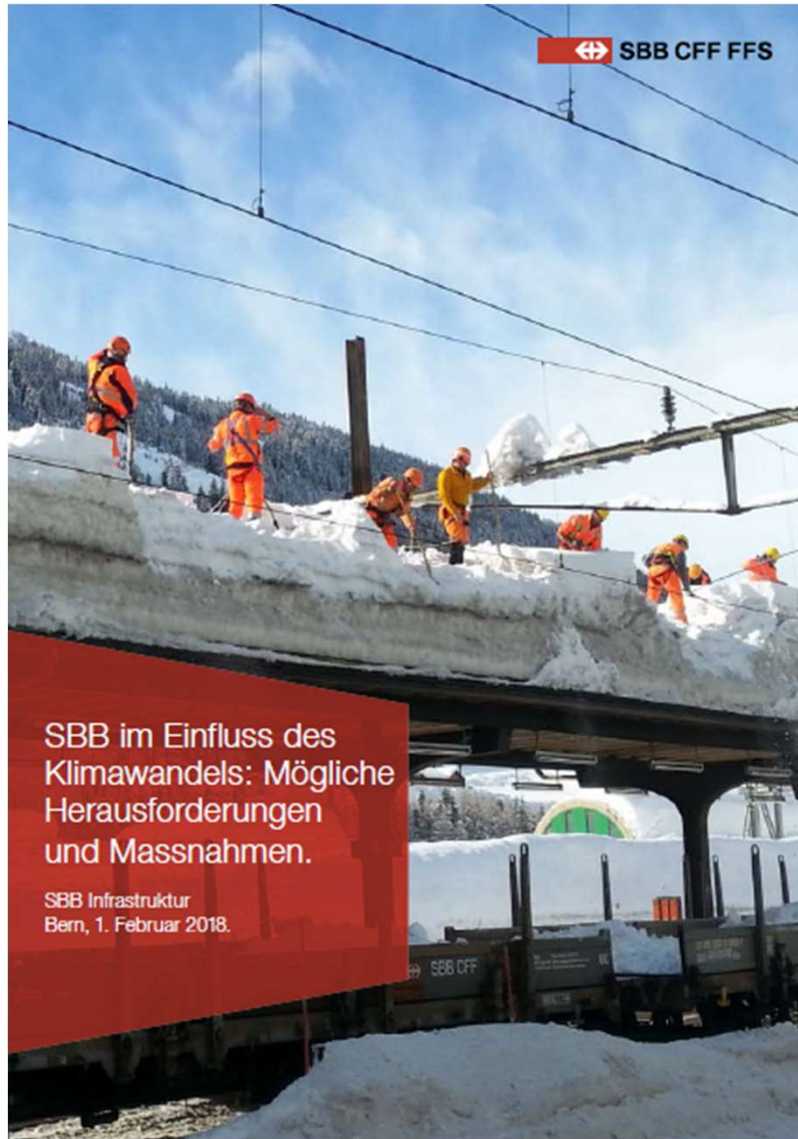
Abweichung vom Jahresmitteltemperatur



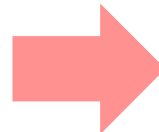
Temperaturabweichung im Oberen Quartär (Holozän)



Neue Herausforderungen: Klimawandel, Finanzen..... → Risikobasiertes Naturgefahrenmanagement



**spezifische
Anpassungsstrategien
SBB**



SBB Risikoportfolio Naturgefahren 2023



Gefahrenexponierte Bahnkilometer der SBB	Länge in [km]
Streckennetz der SBB	2724
statische Wassergefahren: Hochwasser /Überschwemmung	821
dynamische Wassergefahren: Wildbach, Übersaarung, Erosion	337
Murgang	28
Hangmuren & Rutschungen	84
Stein- und Blockschlag / Felssturz	90
Fliesslawinen	10
Summe	1370
Prozessüberlagerungen	-248
Naturgefahren exponiert	1'122

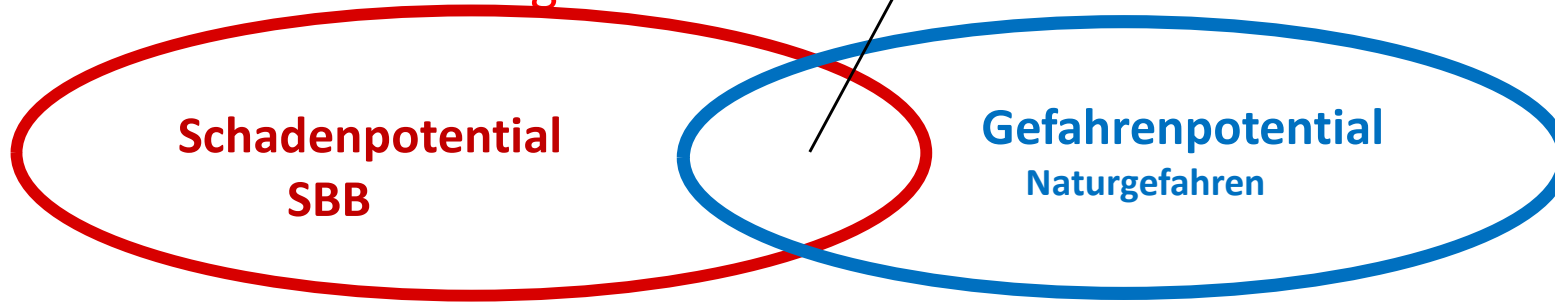
Gesamtrisiko Naturgefahren 2023	= 30'000'000 CHF/a
Risikoreduktion durch SBB Schutzbauten	= 15'000'000 CHF/a
Risikoreduktion durch org. Massnahmen	= 14'000'000 CHF/a

Restrisiko ca 0.5 – 1 Mio CHF/a & Risikozunahme durch den Klimawandel ?

Risiko = Schadensausmass x Eintretensw'keit

[Map_Naturrisiken-WGS84 \(sbb.ch\)](#)

GIS Risikomodellierung

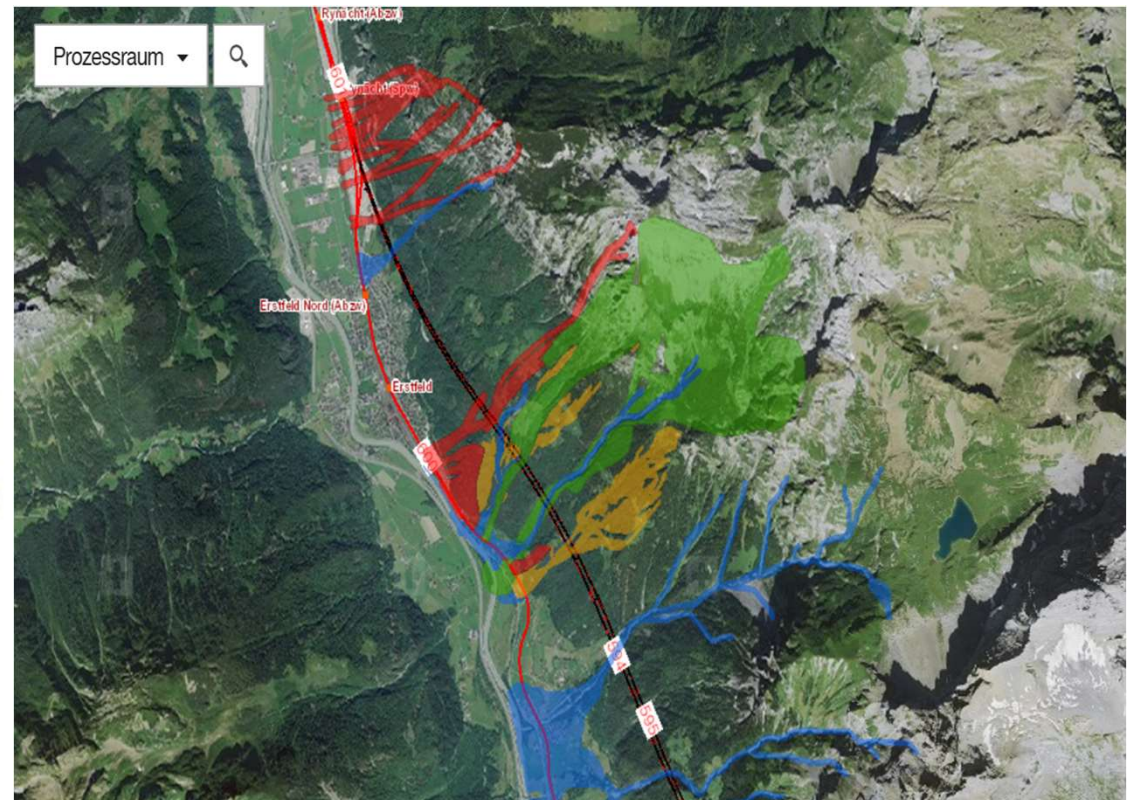


Personenbelegung / Zugsfrequenz
Geschwindigkeit / Zugslänge
Letalität f(v)ect



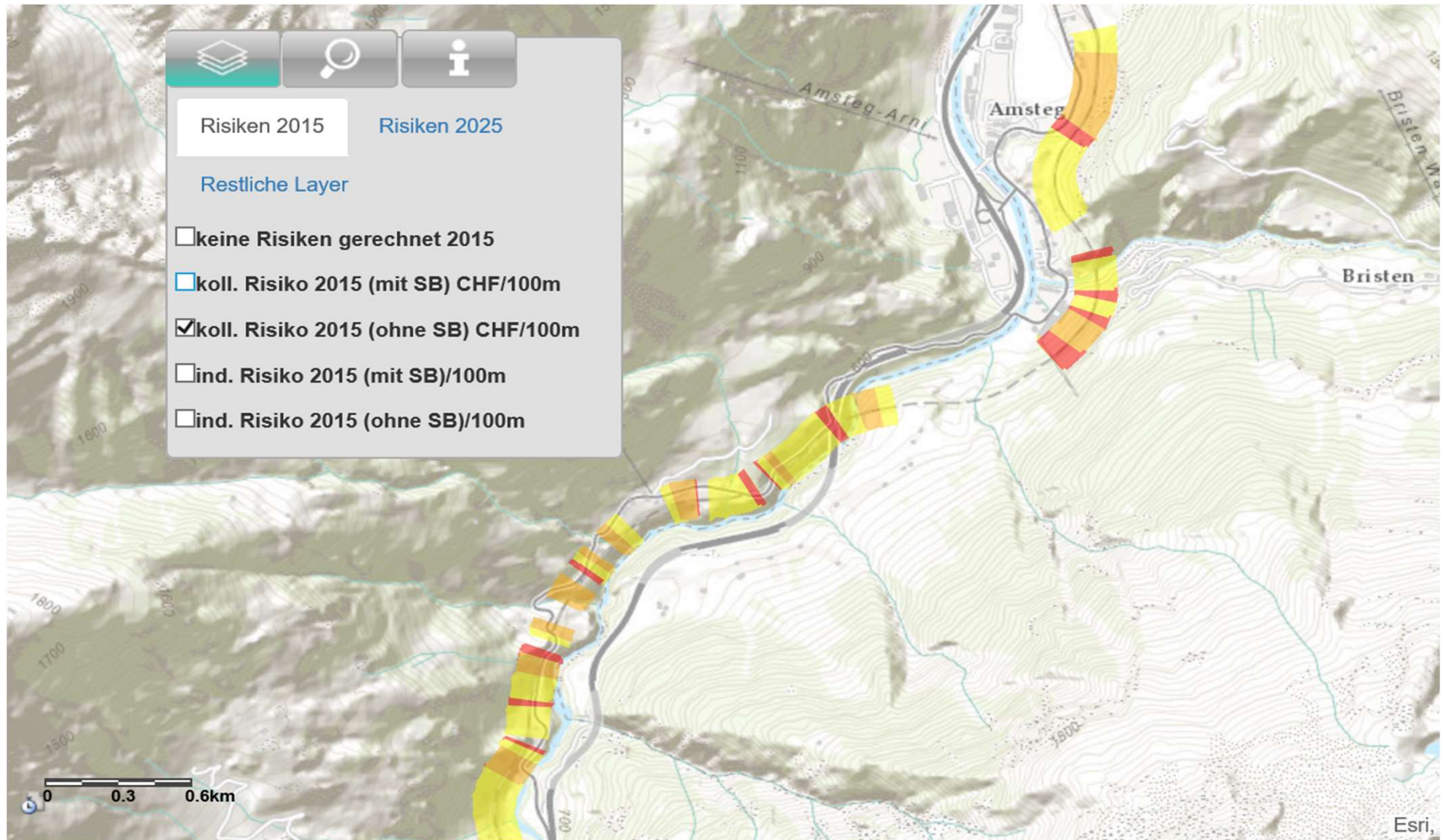
[Map_Naturrisiken-WGS84 \(sbb.ch\)](#)

Intensitätskarten Naturgefahrenprozesse

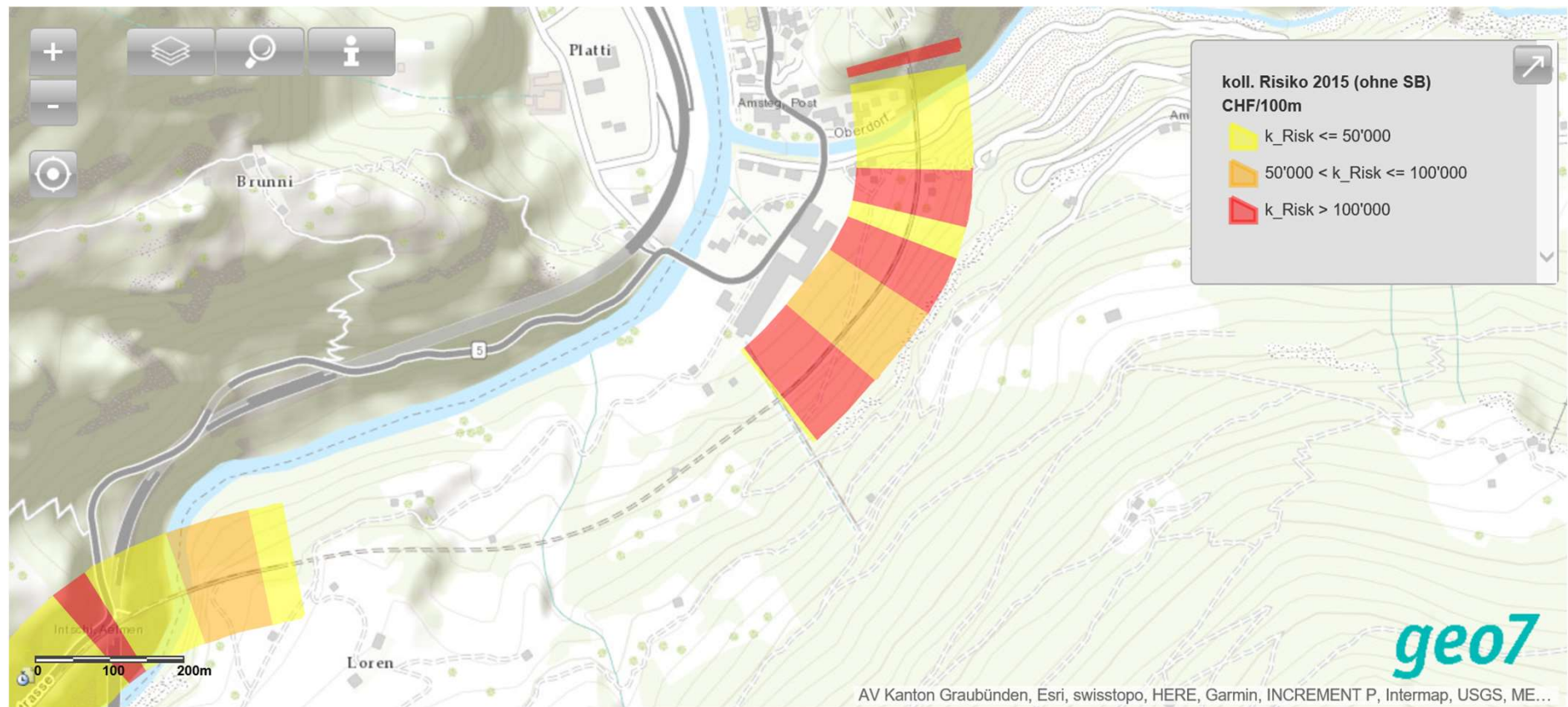


Prävention - Naturgefahrenmanagement

Risikoübersicht Personenrisiken SBB

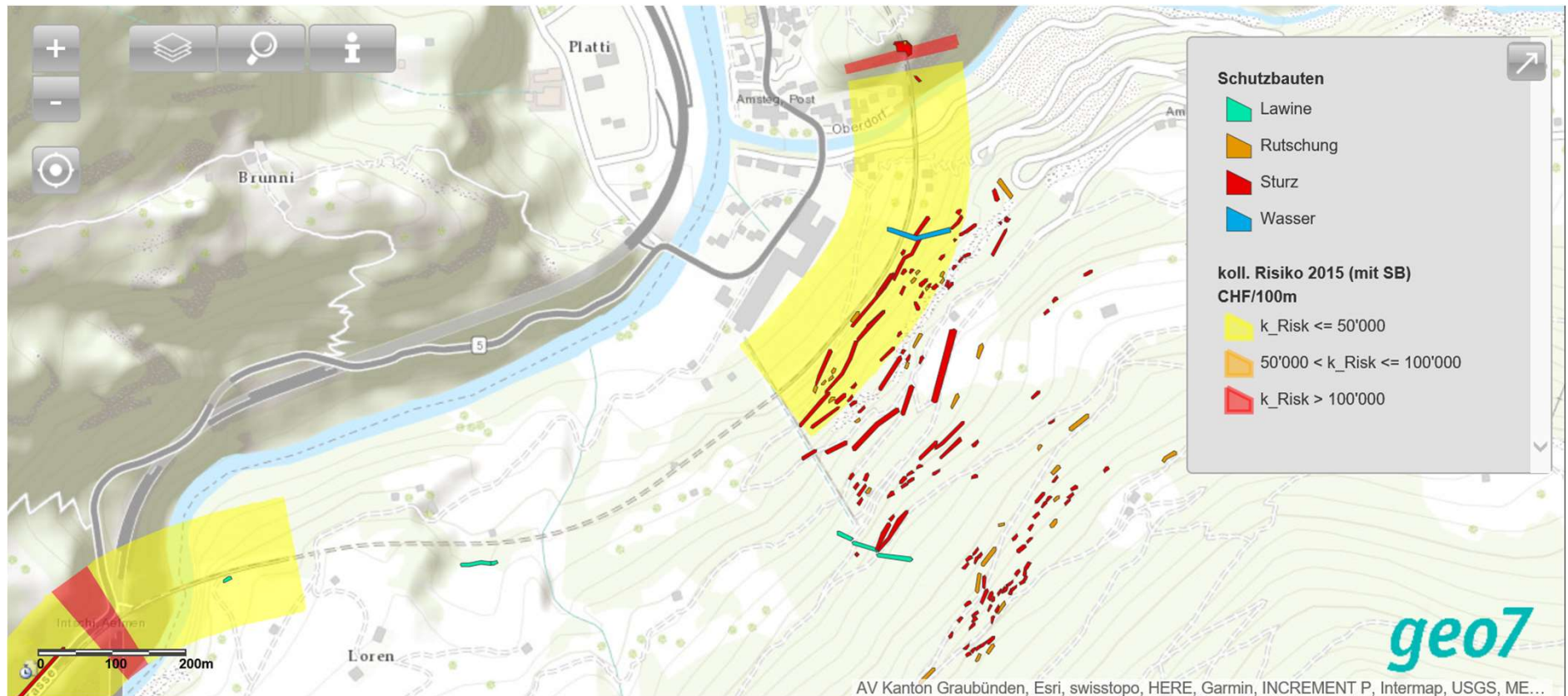


Risikomodellierung SBB ohne Schutzbauten





Risikomodellierung SBB mit Schutzbauten



[Map_Naturrisiken-WGS84 \(sbb.ch\)](http://Map_Naturrisiken-WGS84(sbb.ch))



Risikoübersicht Personenrisiken SBB

Kollektives Personenrisiko SBB Netz	CHF total	total km mit Personenrisiko	Anzahl [km] unterteilt in Risikoklassen CHF/a				
			R ≤ 50'000	50'000 < R ≤ 100'000	R > 100'000		
ohne Schutzbauten	27'600'000	495	485	7.5	2.5		
mit Schutzbauten	13'600'000	401	395.5	4.5	1		

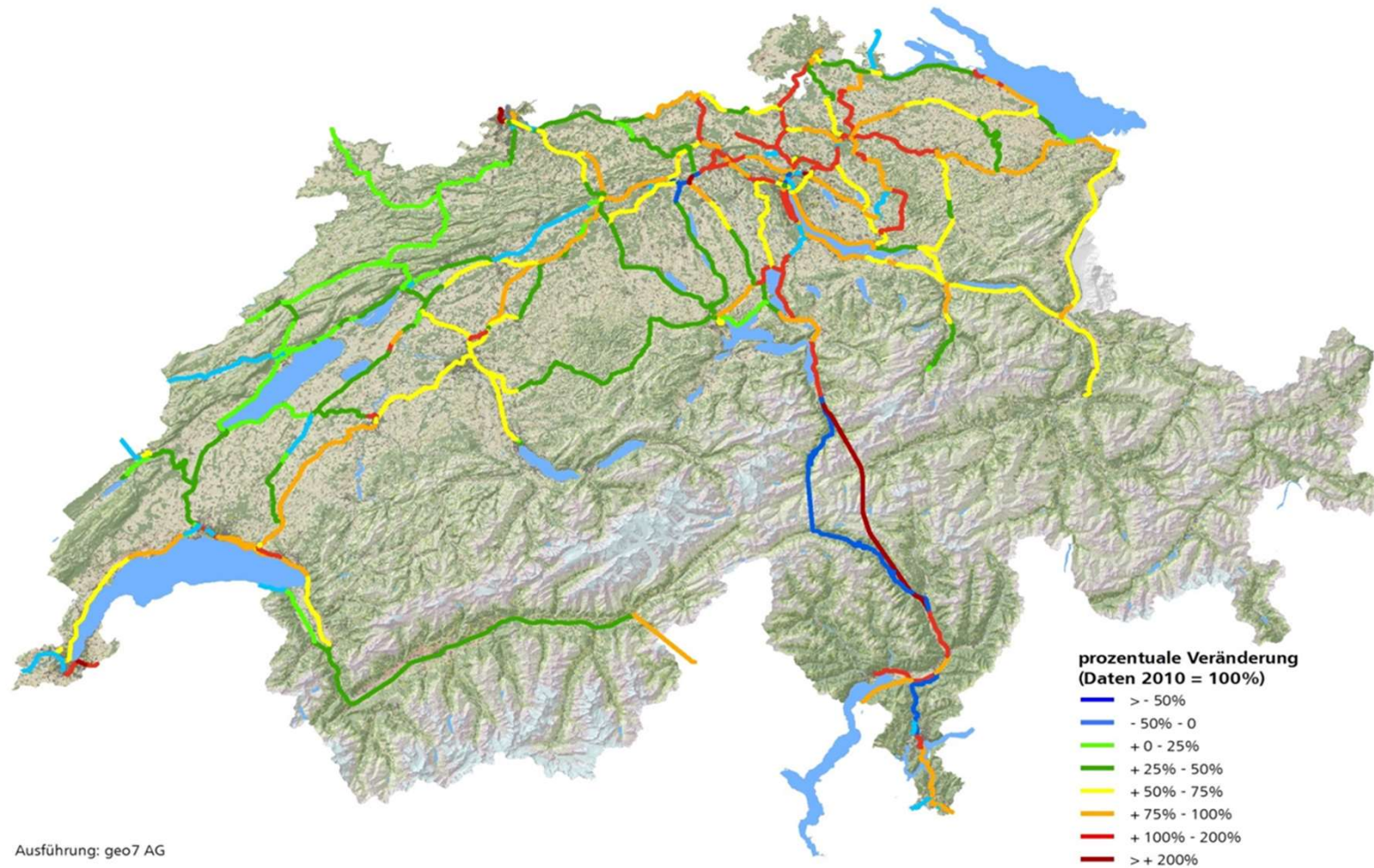
Risikobasierte Prävention / Massnahmenübersicht

Anzahl km geschützt durch:	Schutzbauten	Organisatorische Massnahmen
Kleines Risiko	89.5 km (18.45%)	395.5 km
Mittleres Risiko	3 km (40%)	4.5 km
Grosses Risiko	1.5 km (60%)	1 km

Risikoreduktion durch organisatorische Massnahmen = 14'000'000 CHF/a

**Alarm- und Warnanlagen, Lawinendienst, technische Überwachung,
Einsatz von moderner Technologie, neue**

Ein Blick in die Zukunft: Die Risikoentwicklung der Naturgefahren bis 2040



Ausführung: geo7 AG

Risiken effizient reduzieren mit Alarm- und Warnsysteme



Digitale Technologien für die Überwachung von Gefahren Hotspots.

Telejpoint - Geodäsie - Laserscann

Georadar

Satellitendaten

Alarm- und Warnanlagen

Digitalisierung der Naturgefahren Alarmanlagen SBB



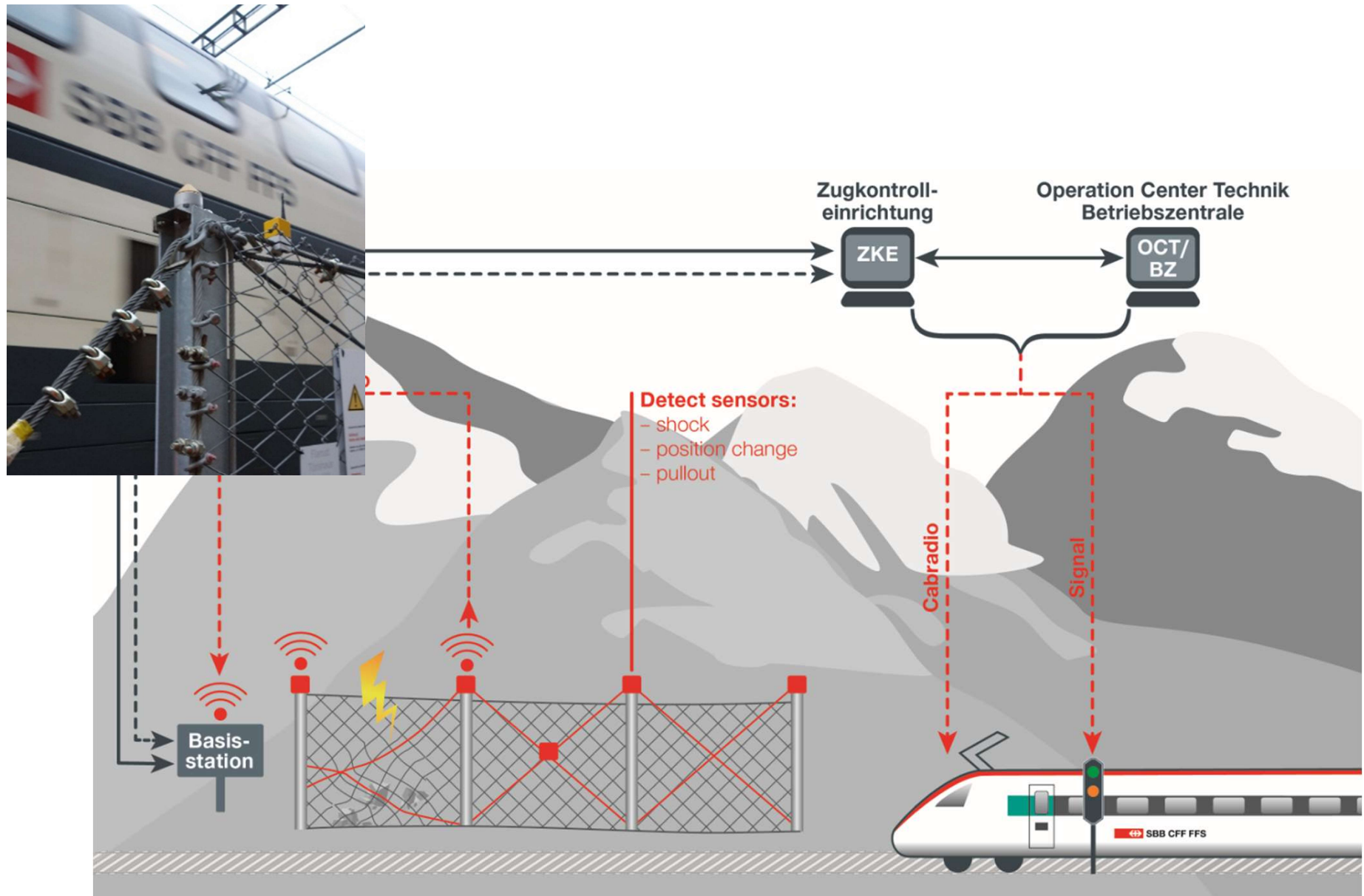
Digitalisierung der Naturgefahren Alarmanlagen SBB



Digitalisierung der Naturgefahren Alarmanlagen SBB



Alarmsysteme mit direktem Eingriff in den Betrieb



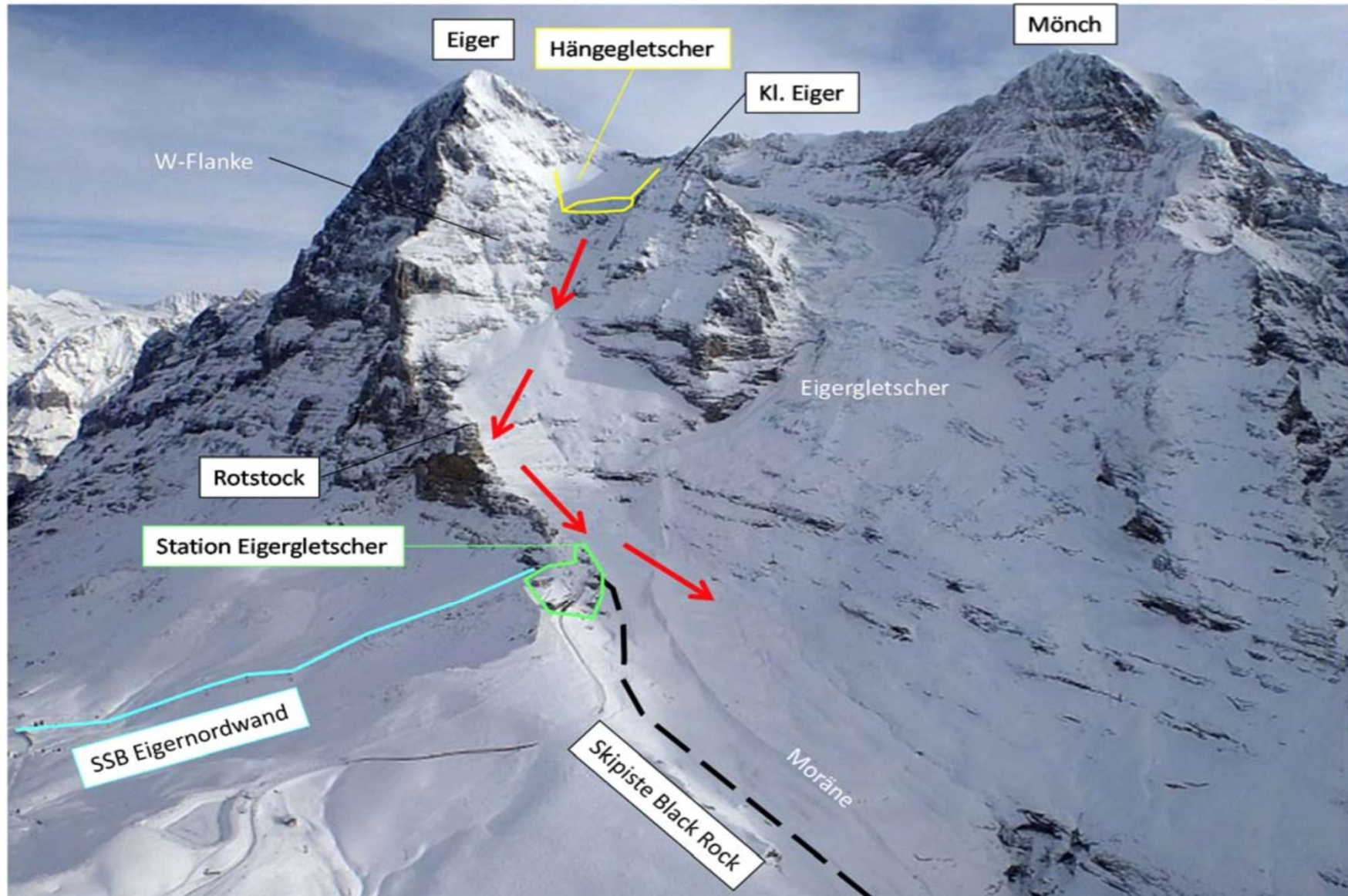
Forschung & Innovation GeoSensorik



Doppler Radar

Interferometrisches Radar

Forschung & Innovation GeoSensorik



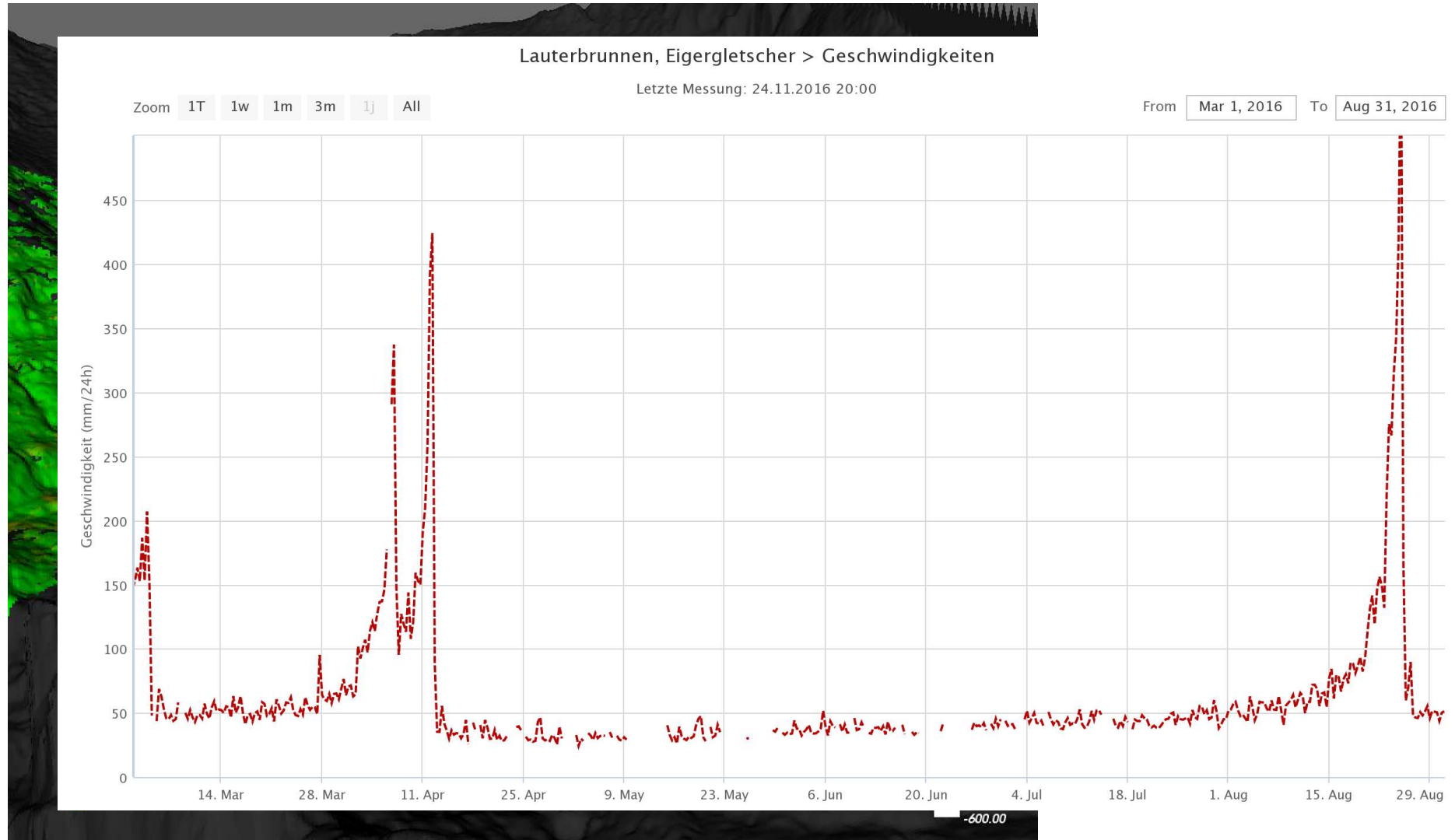


Forschung & Innovation GeoSensorik





Forschung & Innovation GeoSensorik

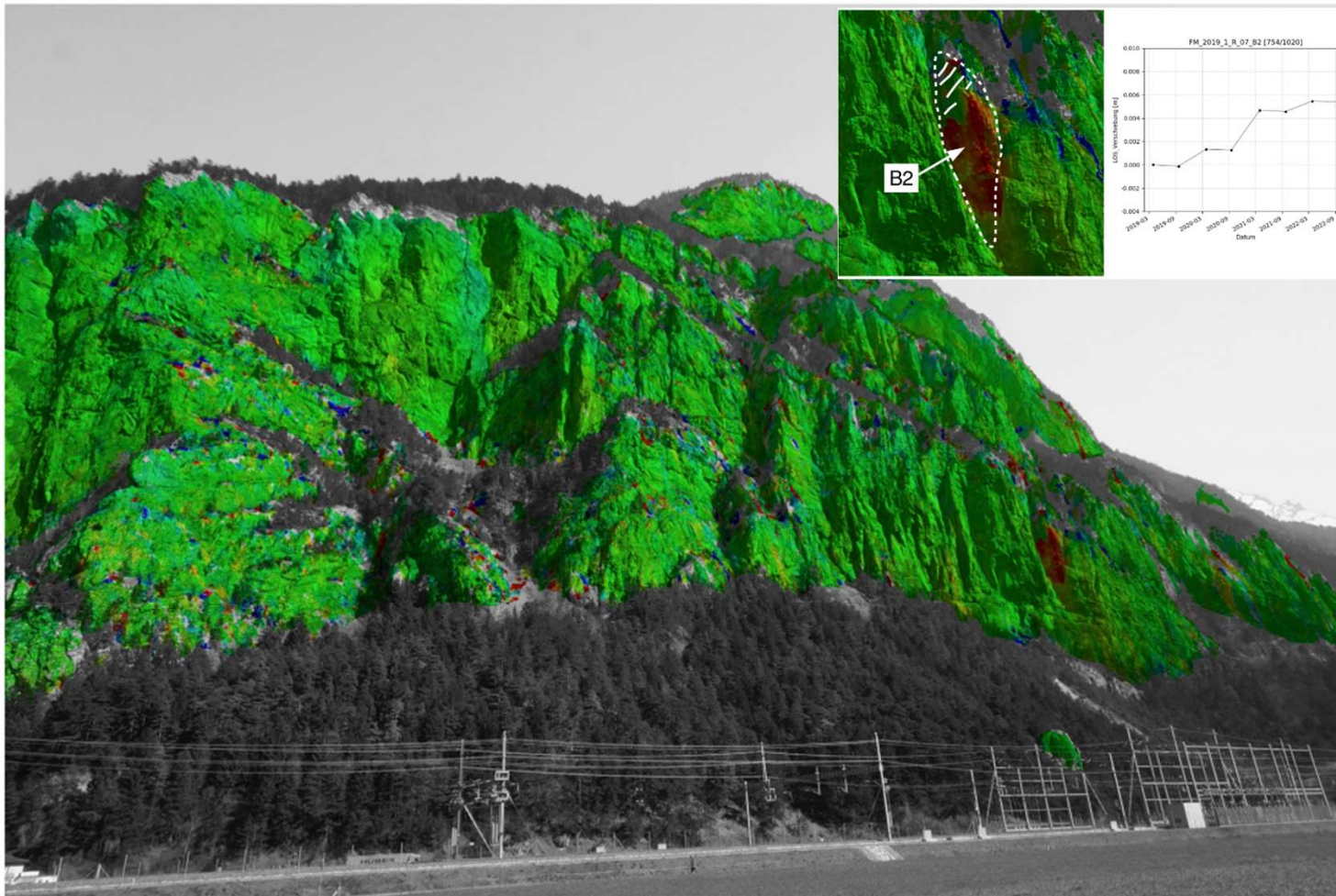


Forschung & Innovation GeoSensorik





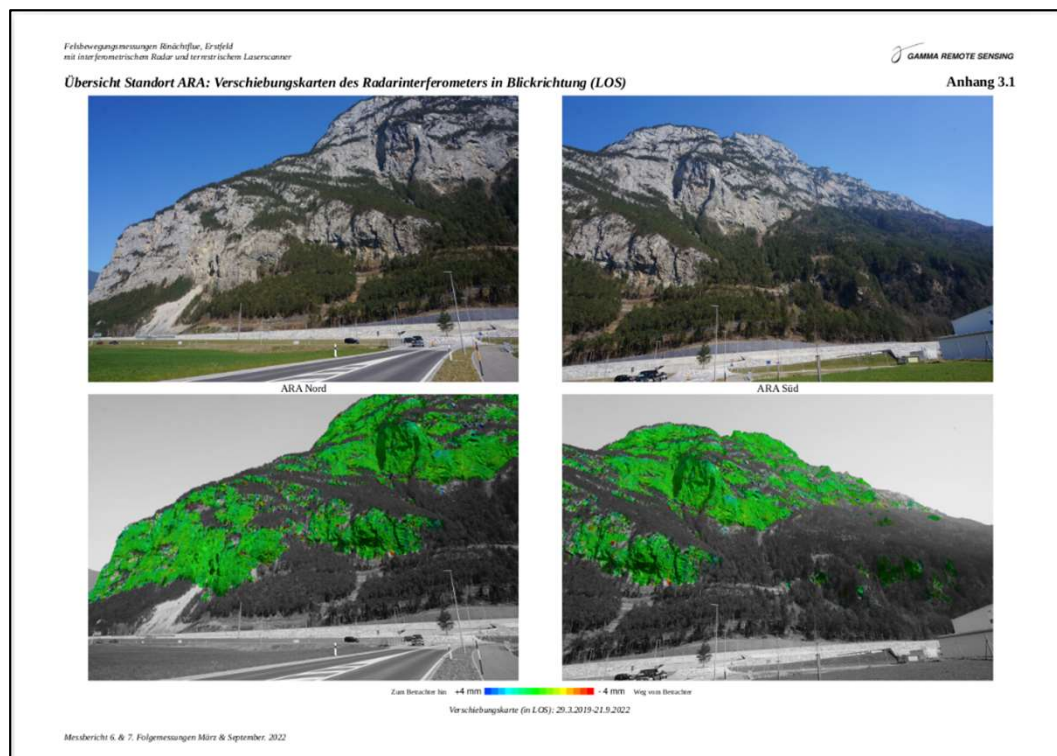
Digitalisierung der Naturgefahren Georadar



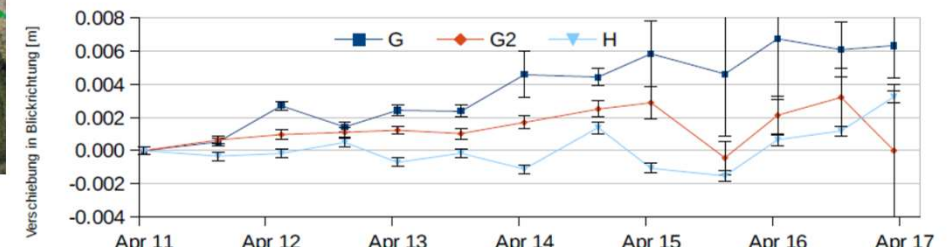
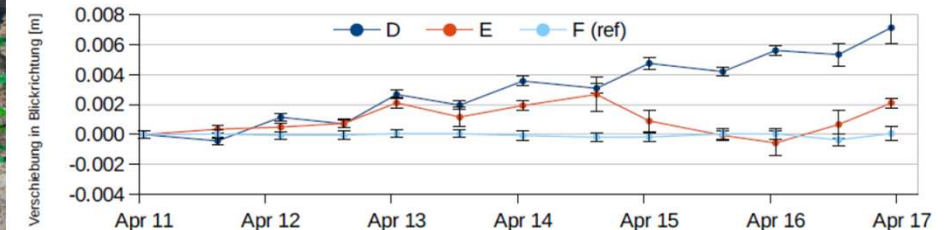
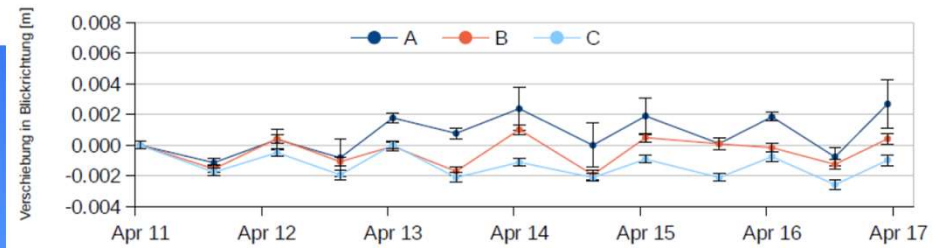
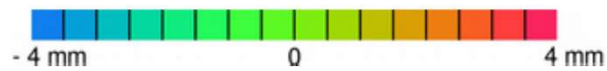
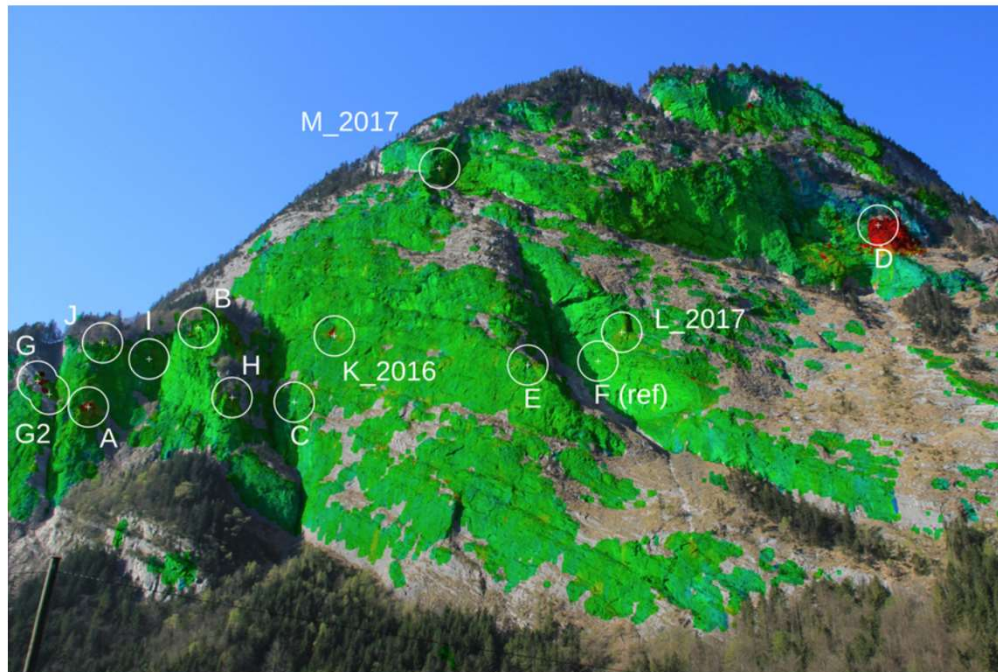
Weg vom Betrachter +4 mm - 4 mm Zum Betrachter hin

Kumulierte Verschiebungskarte (in LOS): 29.3.2019 -21.9.2022

Digitalisierung der Naturgefahren Georadar

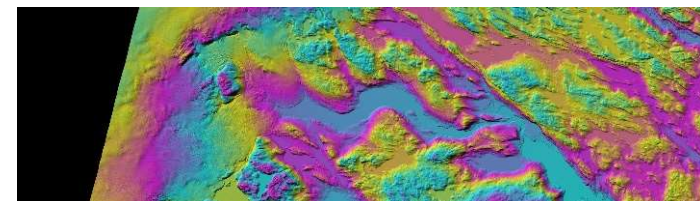
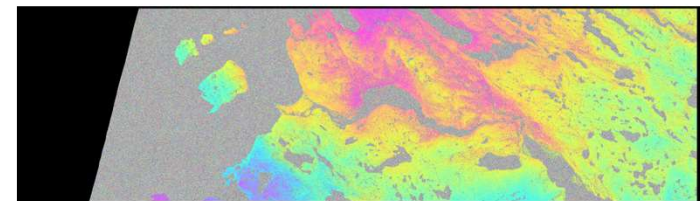
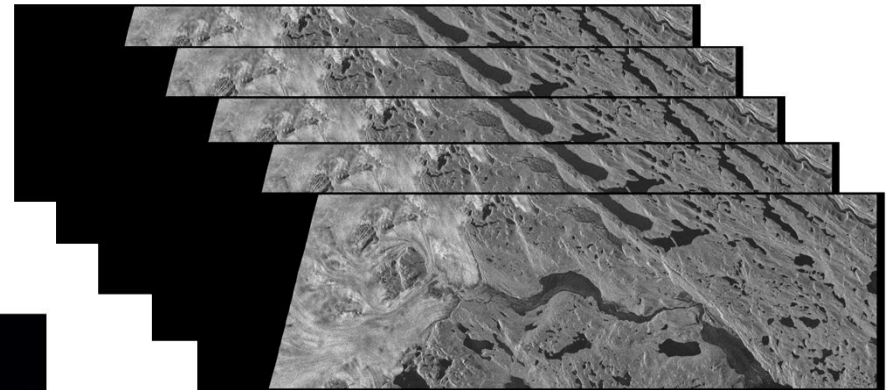
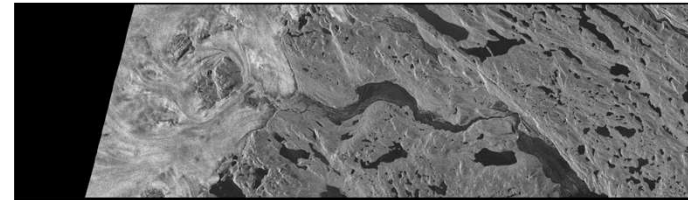


Digitalisierung der Naturgefahren Georadar



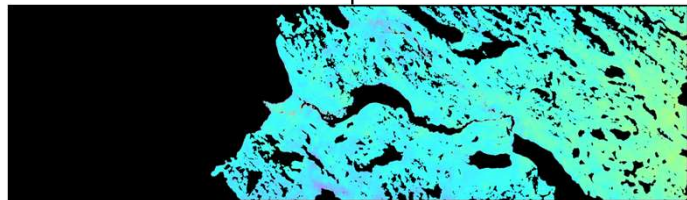
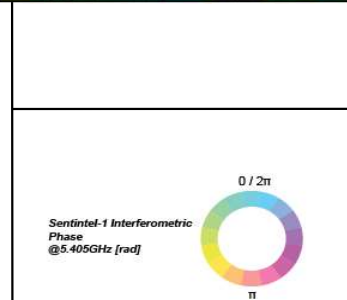
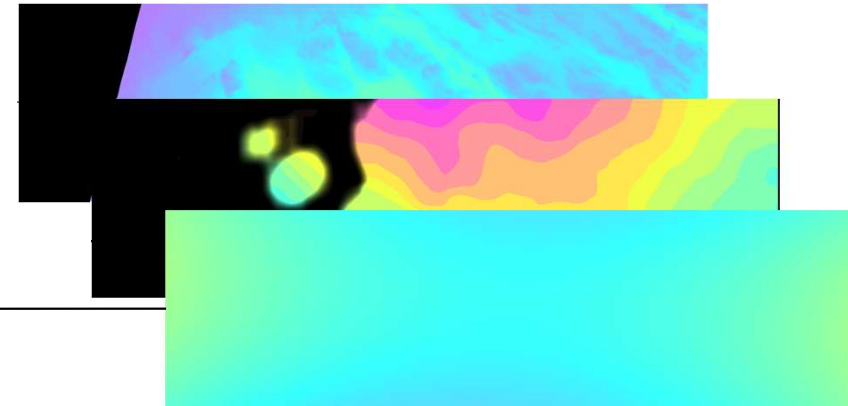
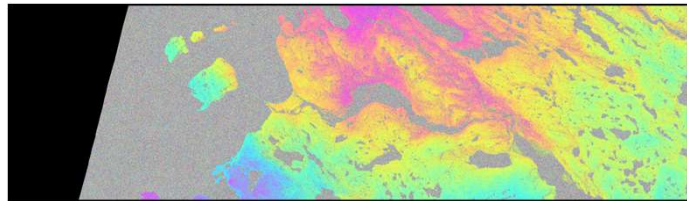
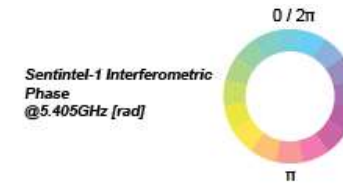


Digitalisierung der Naturgefahren Georadar



Digitalisierung der Naturgefahren Georadar – In SAR Datamanagement

$$\phi_{\text{int}} = \phi_{\text{topo}} + \phi_{\text{atmo}} + \phi_{\text{disp}} + \phi_{\text{noise}}$$



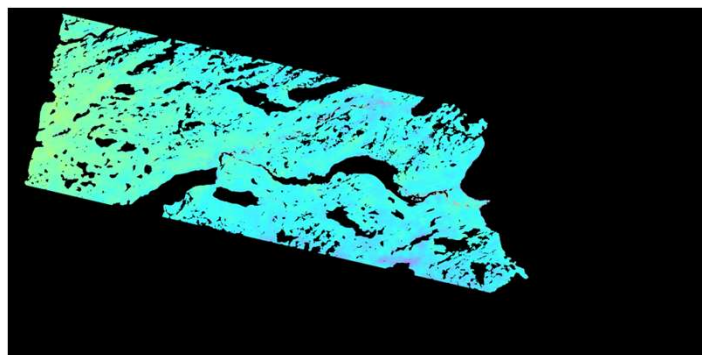
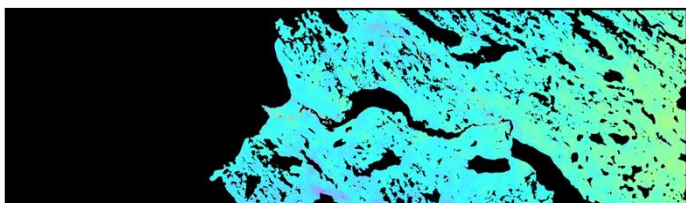
Simulated atmospheric and ionospheric phase (ϕ_{atmo})

- Calculation based on digital elevation model (DEM) and perpendicular baseline (distance between the two satellite tracks) that is calculated from the satellite orbit state vectors.

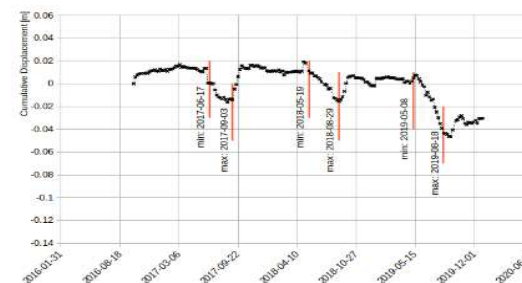
Filtered Differential Interferogram

Digitalisierung der Naturgefahren Georadar – In SAR 3d Daten

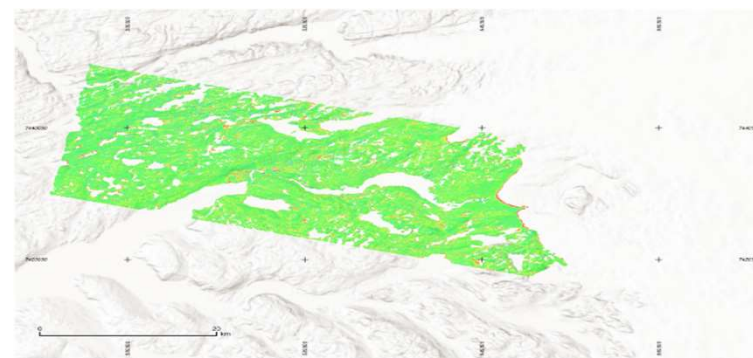
$$\phi_{\text{int}} = \phi_{\text{topo}} + \phi_{\text{atmo}} + \phi_{\text{disp}} + \phi_{\text{noise}}$$



Geocoded filtered differential Interferogram

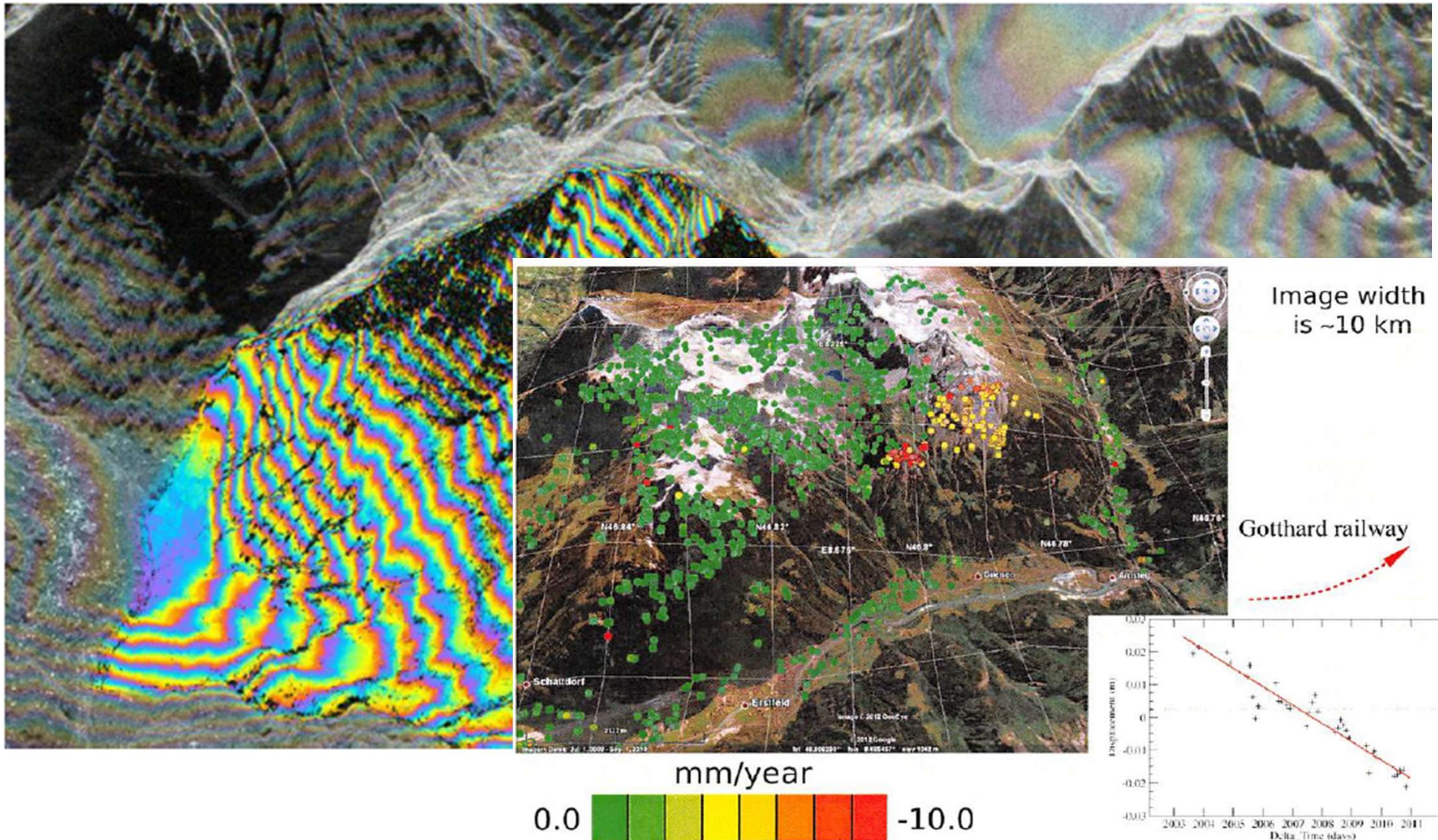


Point displacement time-series



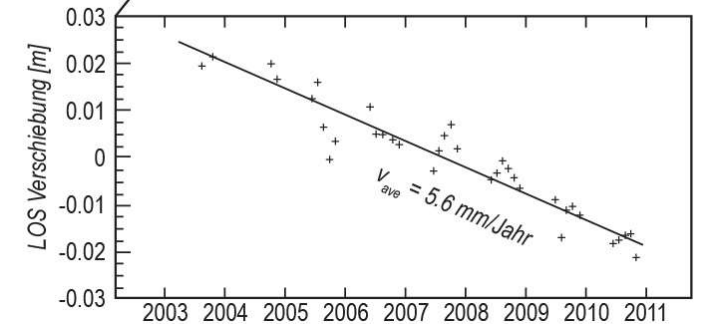
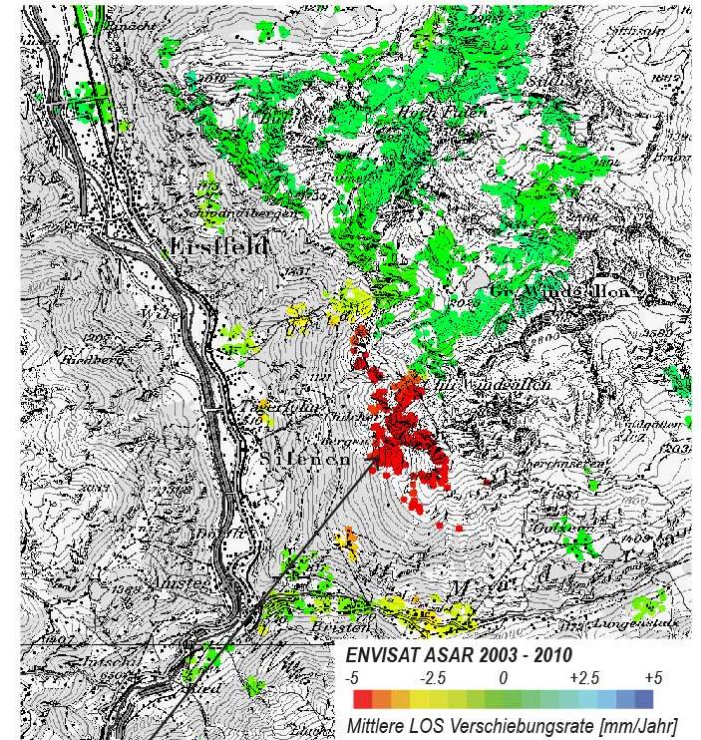
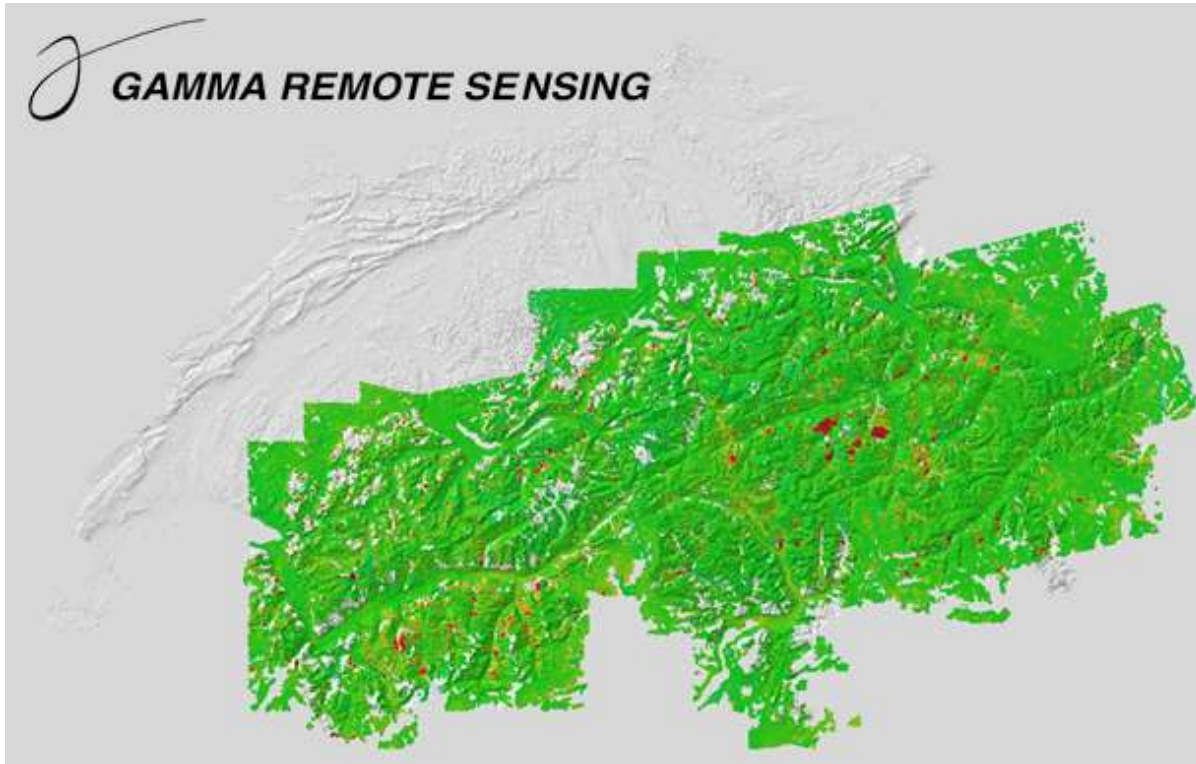
Line-of-sight displacement map

Digitalisierung der Naturgefahren Georadar – In SAR 3D - Oberflächenmodell

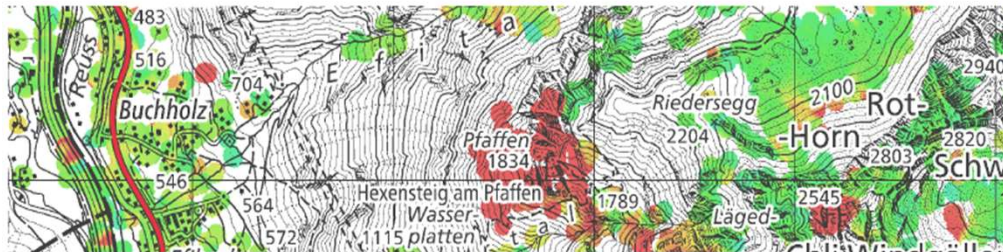




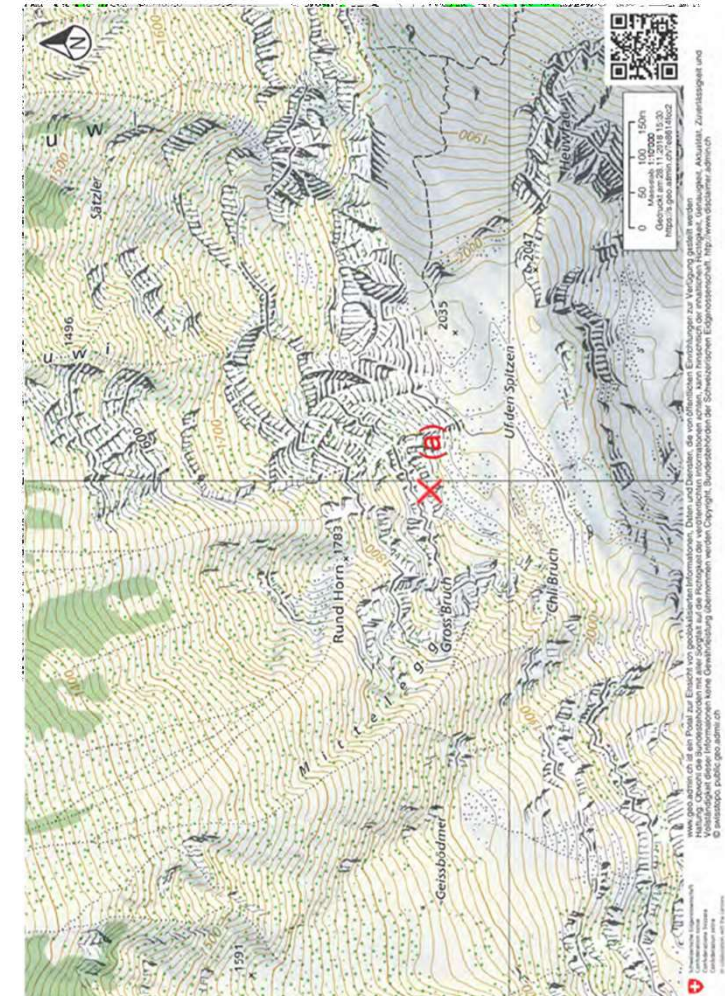
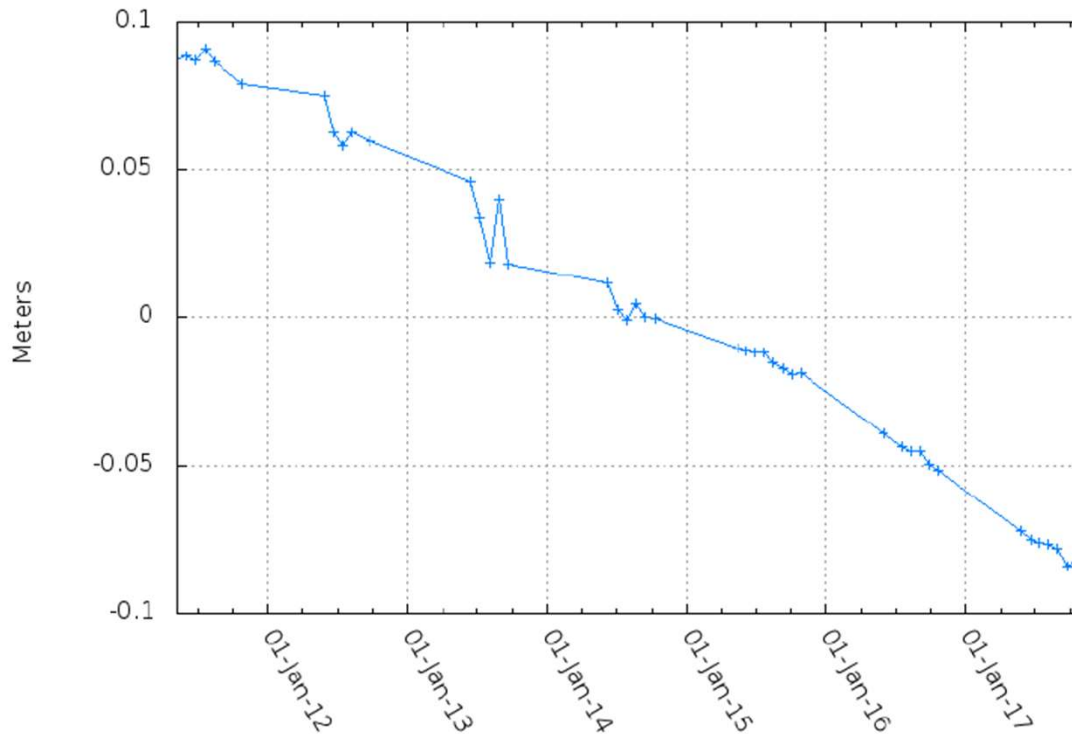
Digitalisierung der Naturgefahren Georadar – In SAR Datamanagement



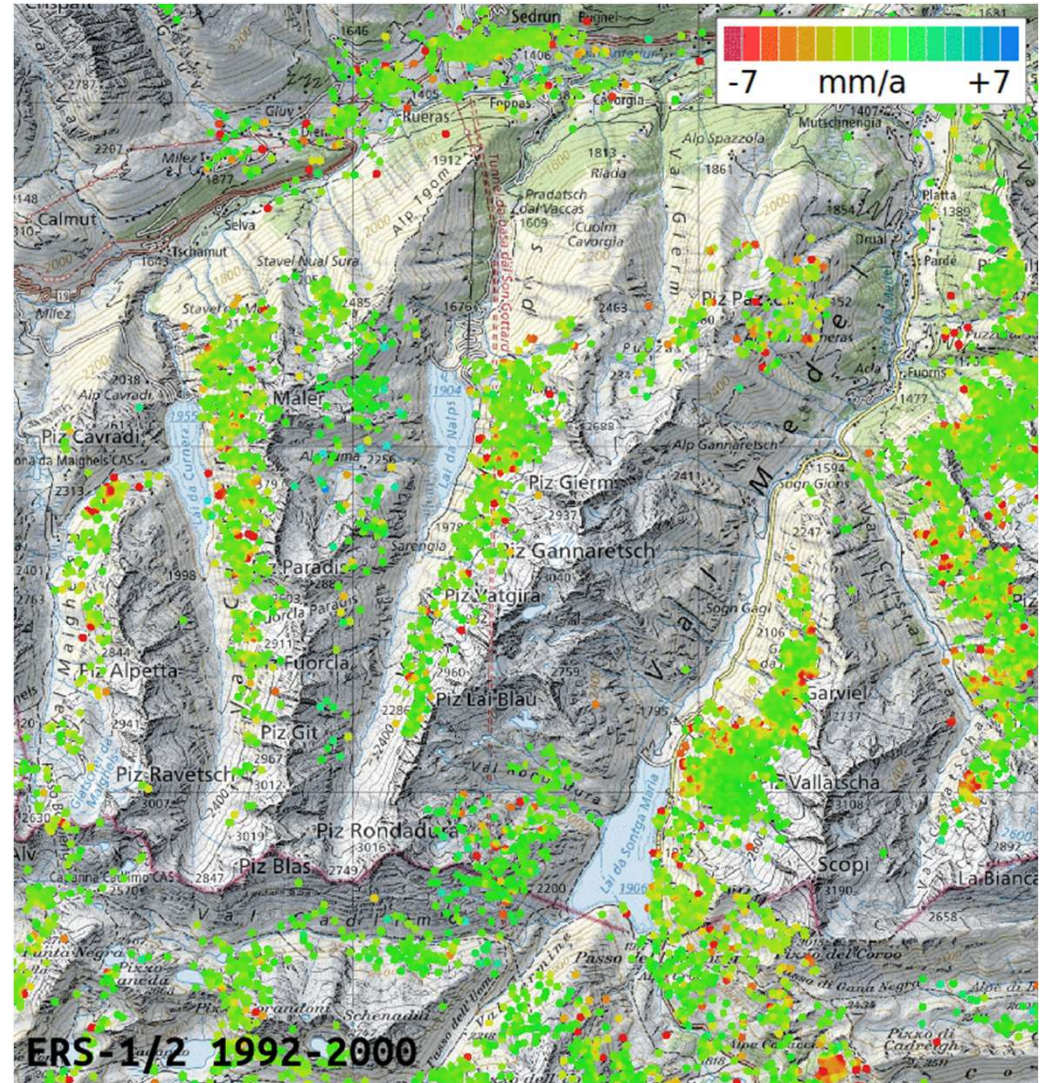
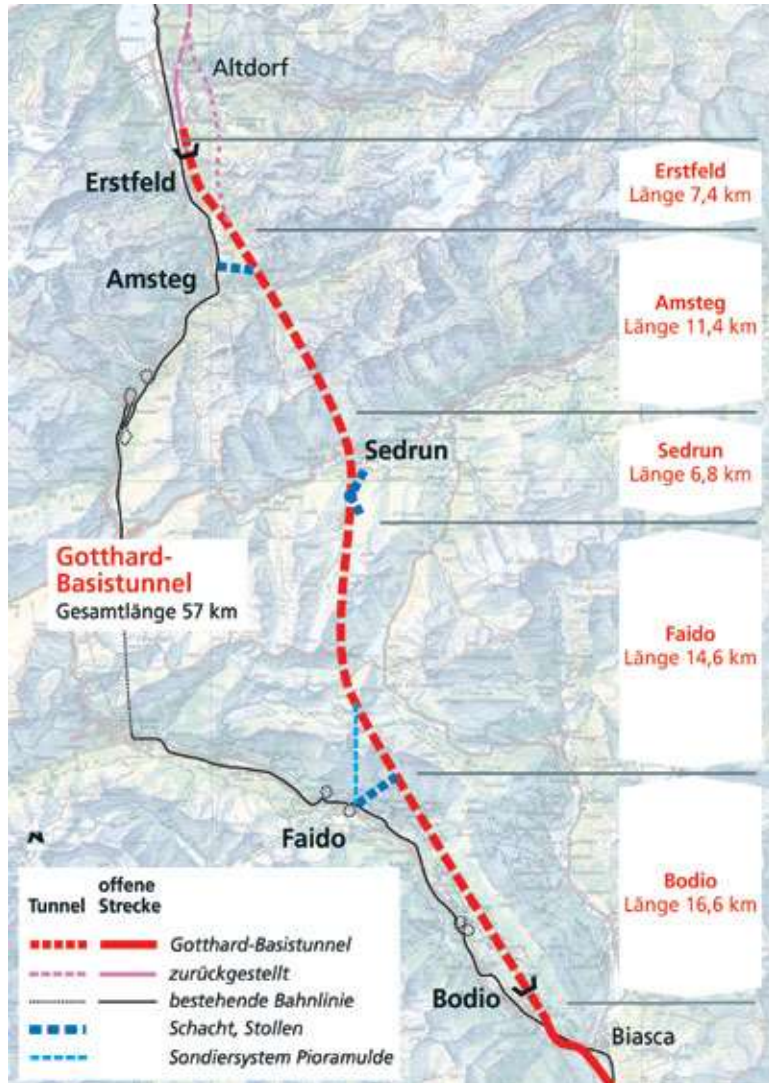
Digitalisierung der Naturgefahren Georadar – In SAR Datamanagement



pdysl9_displ_cal
pt:1986653 x:15721 y:13074 east:689982.8 north:184104.4



Digitalisierung der Naturgefahren Georadar – In SAR Datamanagement



Forschung & Innovation

Steinschlag: Überlastfall & Splitter





Neue Gefahrenentwicklungen früh antizipieren → Projekt *From hazard to risk*

Alpine Mass Movements and Flooding

Research Programme 2018 - 2024



geo7



SBB CFF FFS

ETH zürich



**Universität
Zürich^{UZH}**

Clima Change Impacts and risk modelling

From hazard to risk & prospective NNR

Modellierung der Gefahrenprozesse



Lawinen



Sturz



Rutsch



Murgang



Wasser

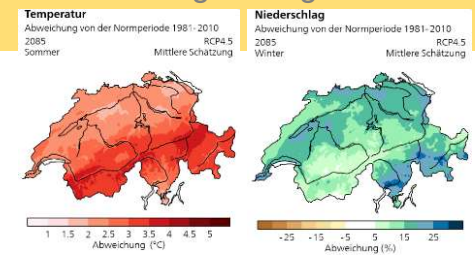


Zustand
IST-Situation

Zukunft I
(ca. 2060)

Zukunft II
(ca. 2080)

Einfluss Klimawandel
Szenario RCP 4.5
Datengrundlage CH2018



Schadenpotenzial Portfolio SBB

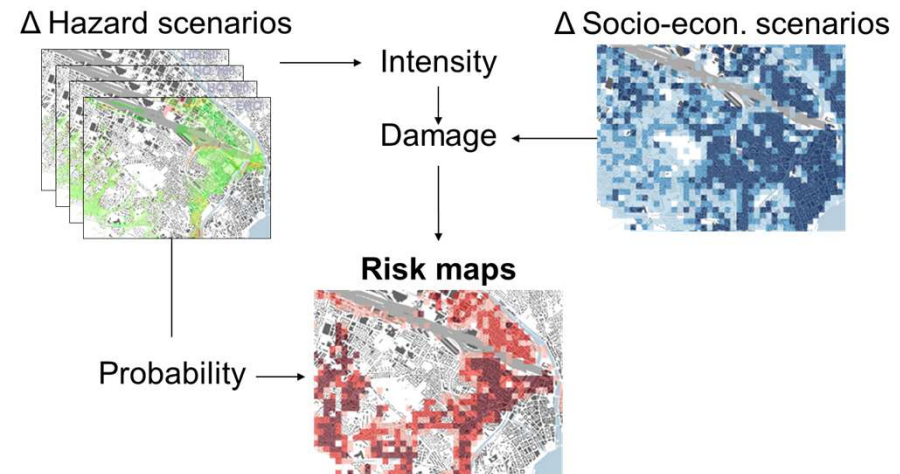


Risikopotenzial SBB

Die Risikoentwicklung antizipieren Vision & Forschung



From hazard to risk and prospective NNR

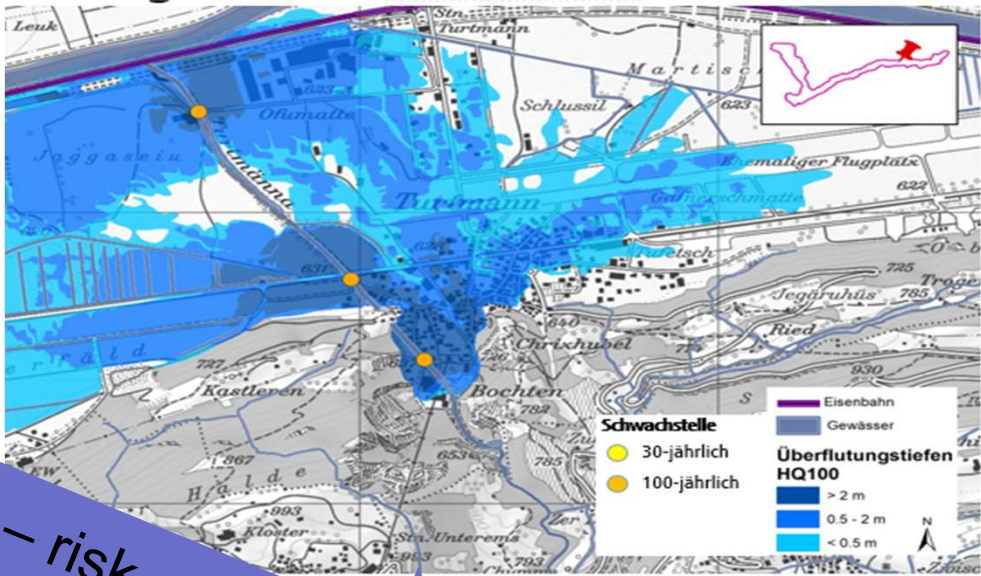


Wir möchten von der Risikoentwicklung nicht überrascht werden!

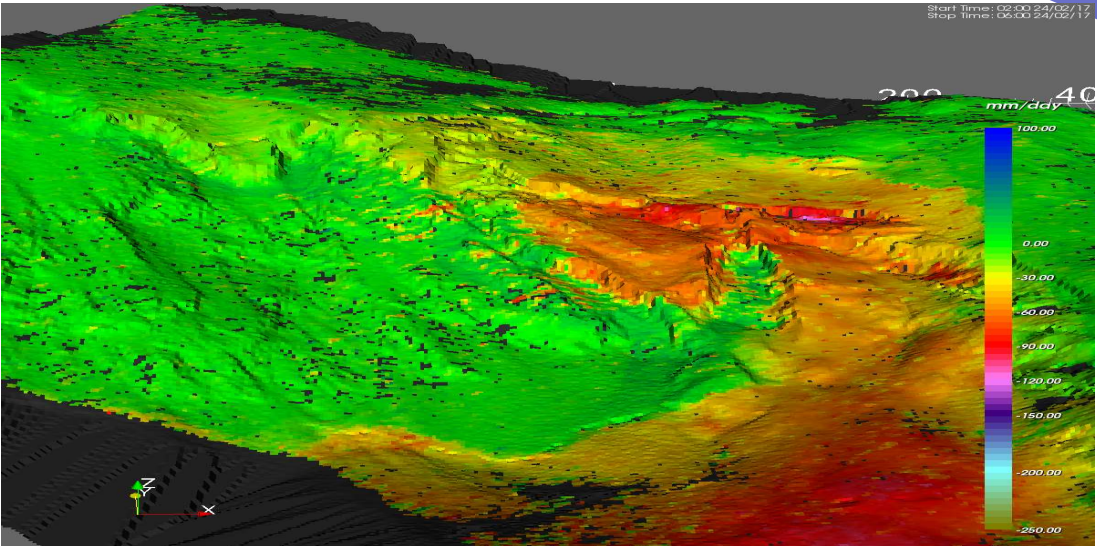
Anpassungsstrategien und Visionen für die Zukunft entwickeln mit
Forschung und aktivem Monitoring

Klimawandel und Naturgefahren – Biodiversität – **wild card Risiken**

From hazard to risk prospective NNR
 antizipieren des Klimawandels mit Einfluss auf die Naturgefahren



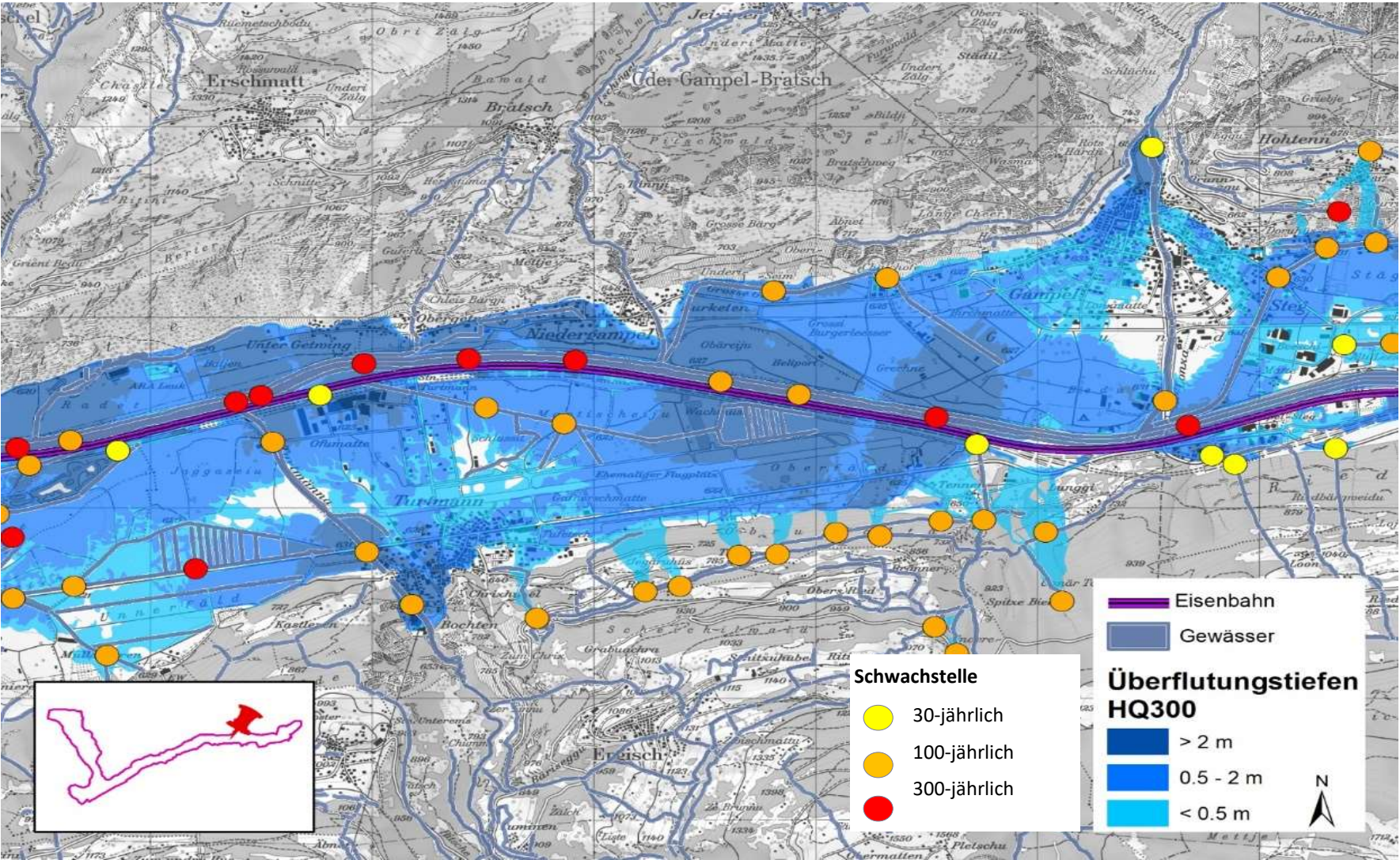
data analytics - GIS - risk modelling



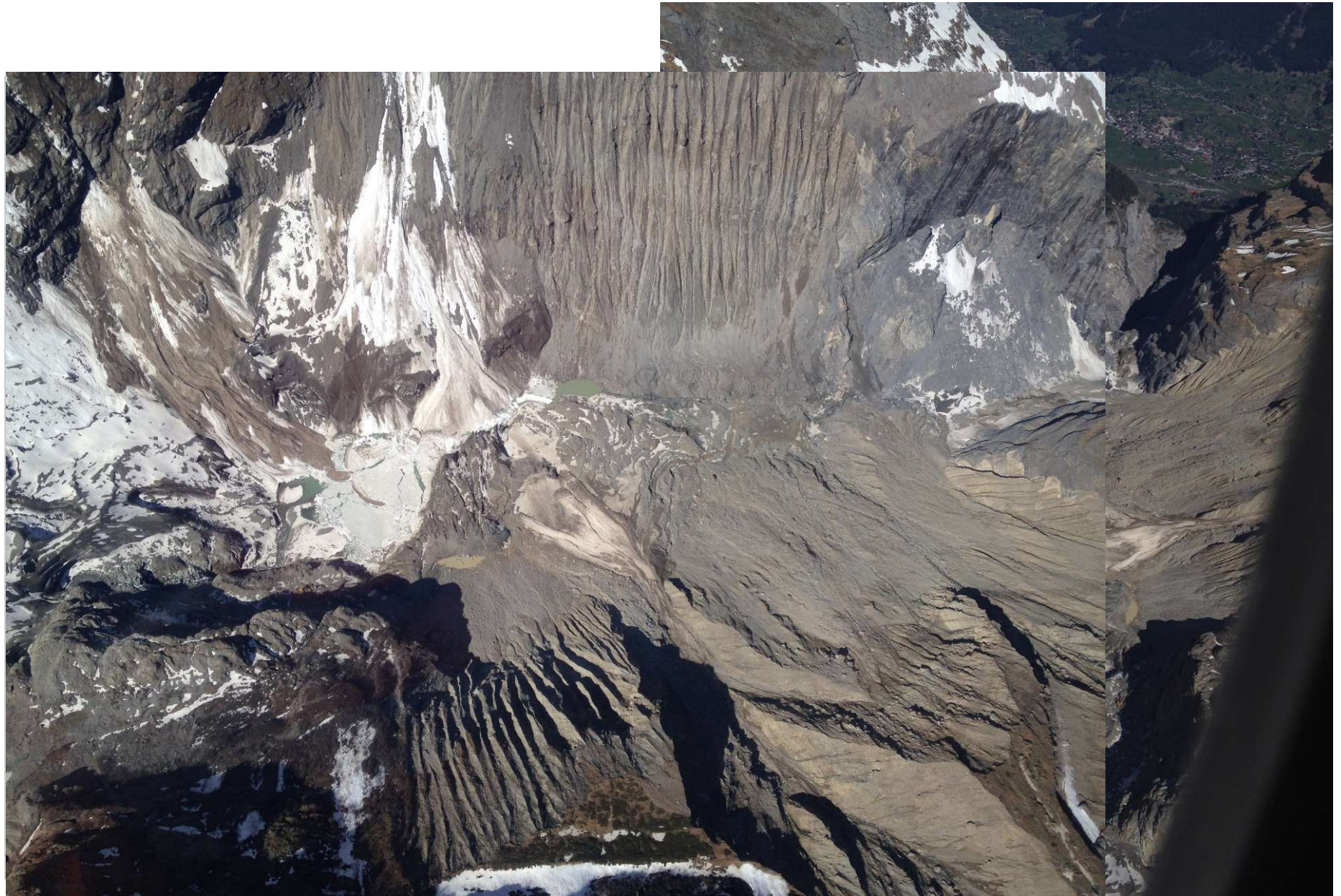
From hazard to risk

Modellierung Hochwasser – 300 jährlich

Gebiet Turtmann (VS)



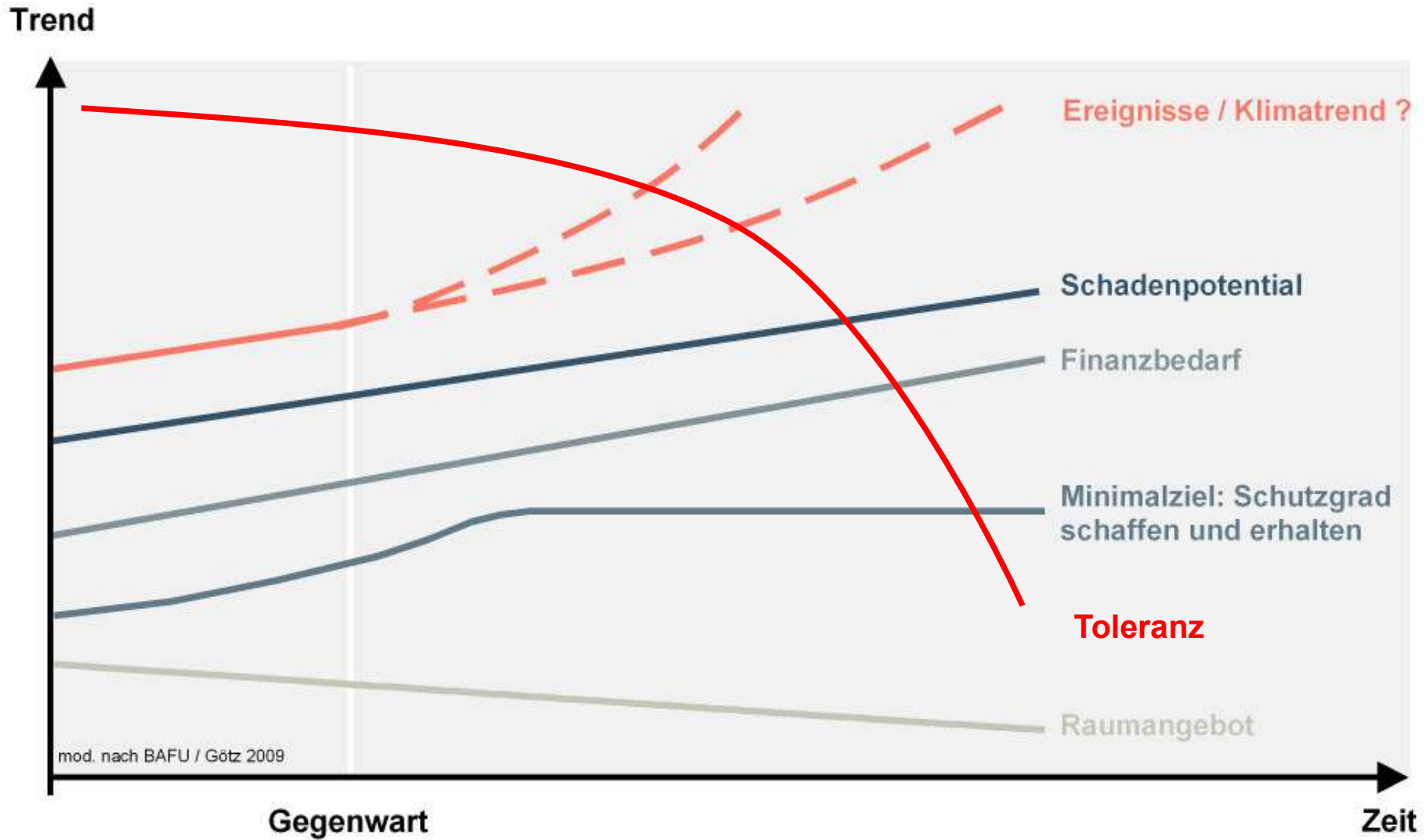
Unsere Einschätzung aus Erfahrungen im Alltag Klimawandel – eine stark unterschätzte Dynamik !!



Risikomanagement Naturgefahren SBB daily business



Zukunfts-Szenarien Naturgefahren SBB Gesellschaftliche Spannungsfelder Klimawandel



Risikomanagement Naturgefahren SBB wichtig - operativ sind geerdet





Herzlichen Dank

Klimawandel & Naturgefahrenprävention

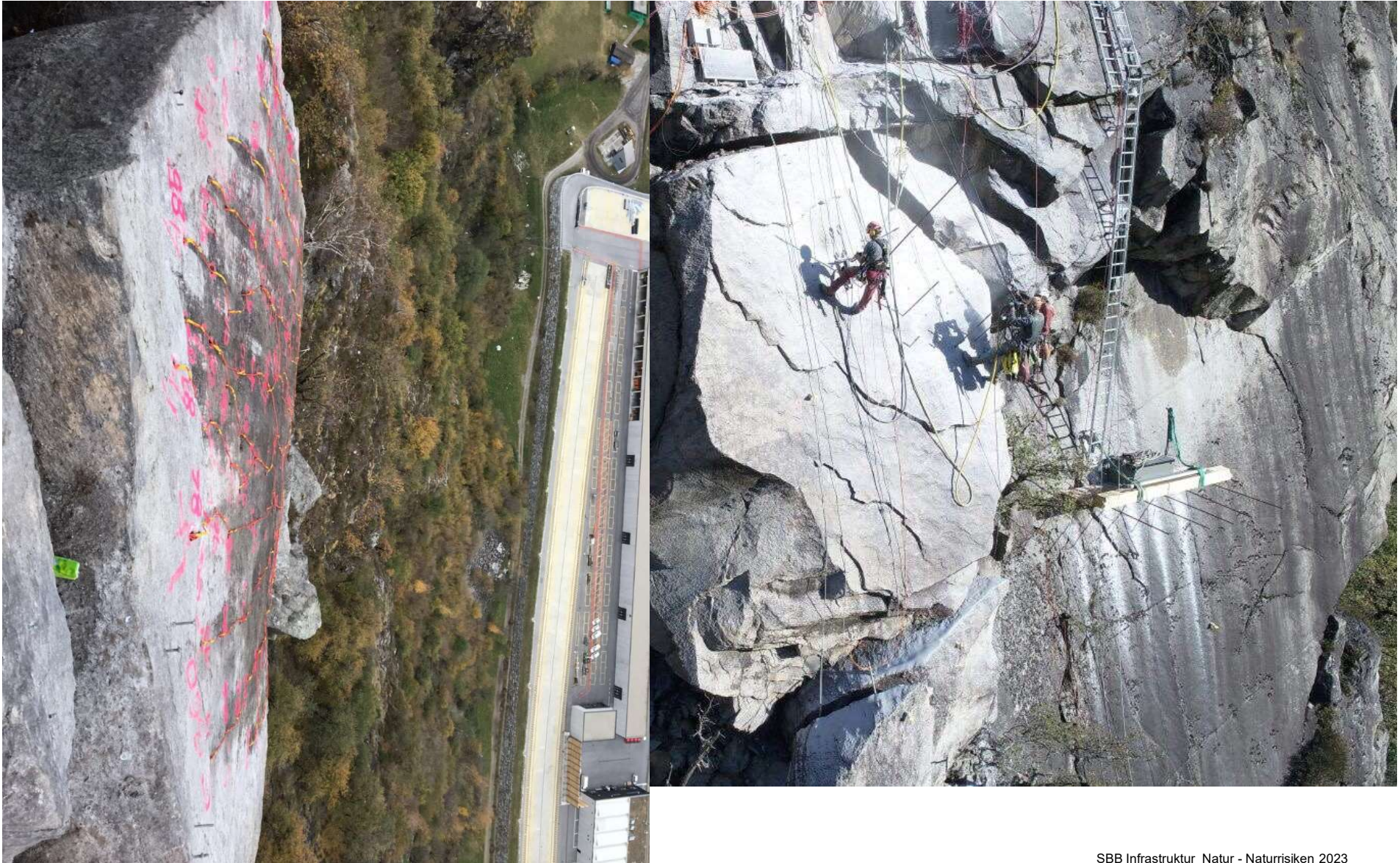


Klimawandel & Naturgefahrenprävention



Prävention – Risiko - Gefahrenmanagement

Notsprengung Biasca



Gefahrenmanagement - Umsetzung

Notsprengung Biasca



Gefahrenmanagement - Umsetzung

Notsprengung Biasca

