



# FELSSTURZ PÜRGGGER-WAND

Erfolgreiche Umsetzung eines Monitoring- und Schutzprojektes

Alexander Radinger / Johann Golser



**GEODATA**

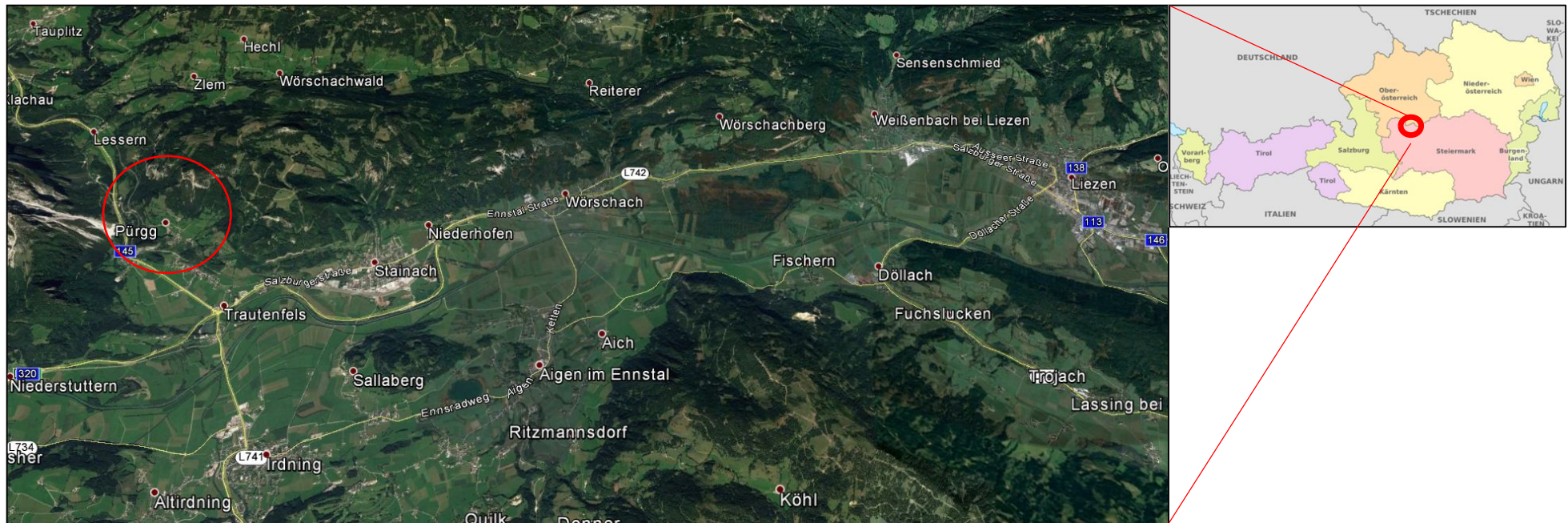


WE TURN DATA  
INTO INFORMATION

- 01 | Sensoren, Systeme und Software
- 02 | Infrastruktur und Bergbau
- 03 | Industrievermessung

# Geographische Lage

Das Projektgebiet befindet sich oberhalb der Marktgemeinde Stainach-Pürgg ca. 20 km westlich von Liezen in der Obersteiermark, Österreich.



# Ablauf der Ereignisse



- 1. Felssturz am 12.11.2017
- 2. Felssturz am 10.01.2018 (2350 m<sup>3</sup>)
- Sperrung Schwimmbad und Tennisplatz, Ausweisung Sperrgebiet mit Betretungsverbot
- Jänner bis Mai 2018 : Grundlagenerhebung, Geologische Bearbeitung, Modellierung durch WLV
- Juni 2018 Ausschreibung eines Monitoring- und Alarmierungssystems und einer geotechnischen Baubegleitung,
- Juni 2018 Beauftragung Geodata/Geoconsult mit Monitoring- und Alarmierungssystem und einer geotechnischen Baubegleitung
- Start des Monitoring- und Alarmierungssystems am 10.08.2018
- Beginn der Bauarbeiten am 03.09.2018 mit Wegebau und Rodungsarbeiten sowie Dammbau
- Ab 13.12.2018 Winterpause
- Wiederaufnahme der Bauarbeiten am 04.03.2018
- Bauende mit Fertigstellung Damm am 04.07.2018
- Weiterführung der geotechnischen Messsysteme am Berg als langfristiges Monitoringsystems bis August 2021

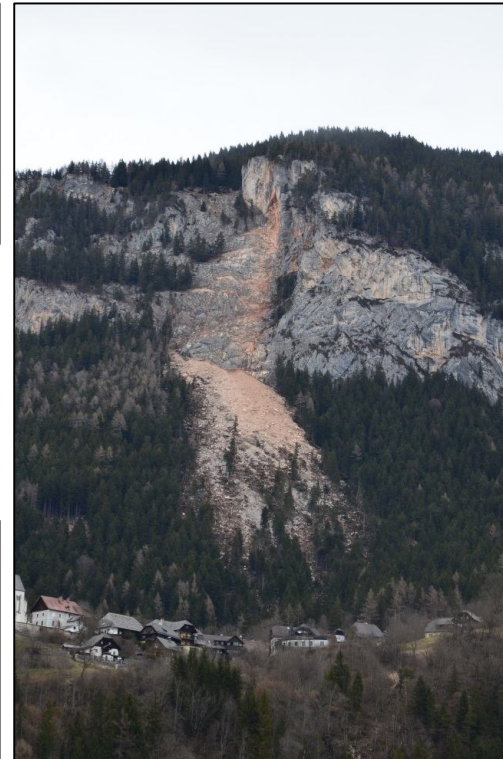


# Allgemeine Geologie

- Juvavisches Deckensystem – Dachsteindecke → massig bis gebankte und stark zerklüftete Kalke



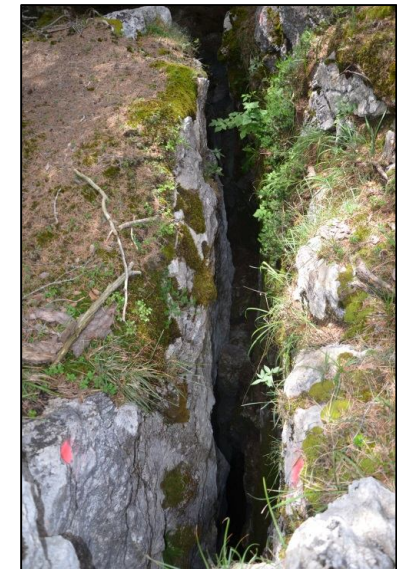
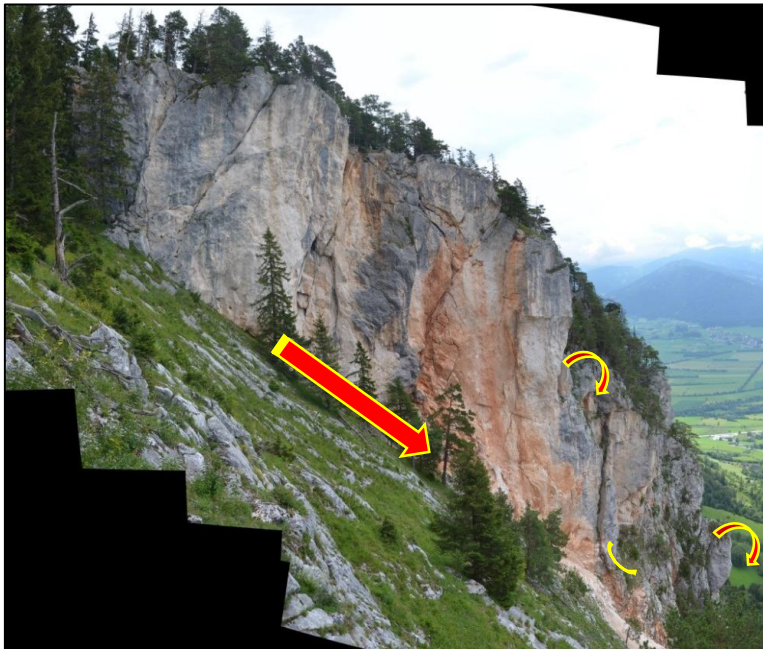
# Felssturz 10.01.2018



- 2350 m<sup>3</sup>
- Größtblock: 15 m<sup>3</sup>
- Fallhöhe ca. 180 m

# Geologisches Modell und Versagensmechanismen

- Großblöcke/Felstürme, abgetrennt durch Großklüfte (postglaziale Entspannungsklüfte)
- K1 (N-S, ca. 85° Richtung E), K2 (ca. 50° Richtung SE), K3 (W-E, ca. 86° Richtung S)
- Planares Gleiten, untergeordnet, Keilgleiten und Blockkippen (Toppling)

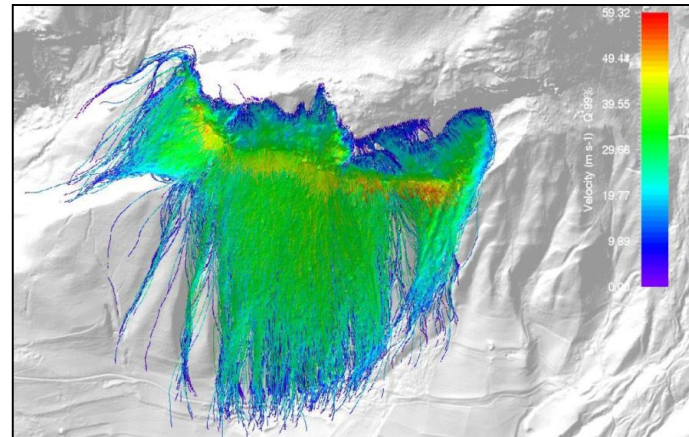
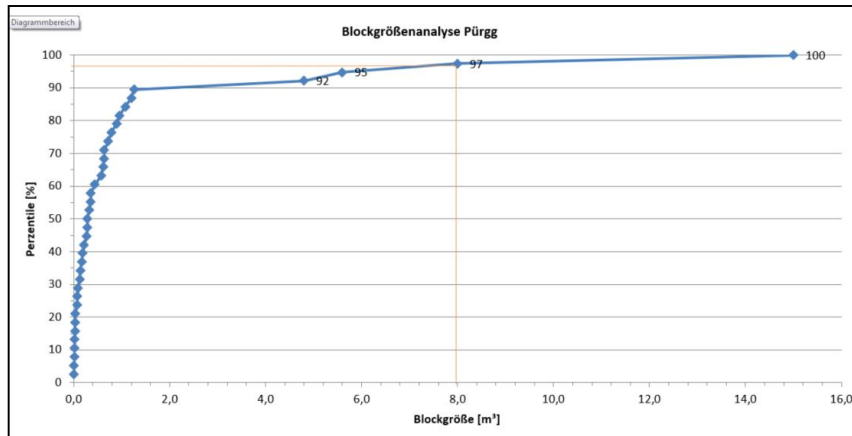


# Geologisches Modell und Versagensmechanismen Video



# 3D Modellierung

(WLV Benedikt Rieder)



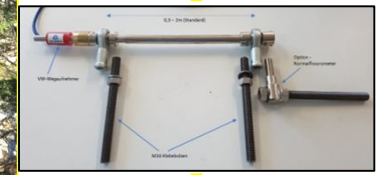
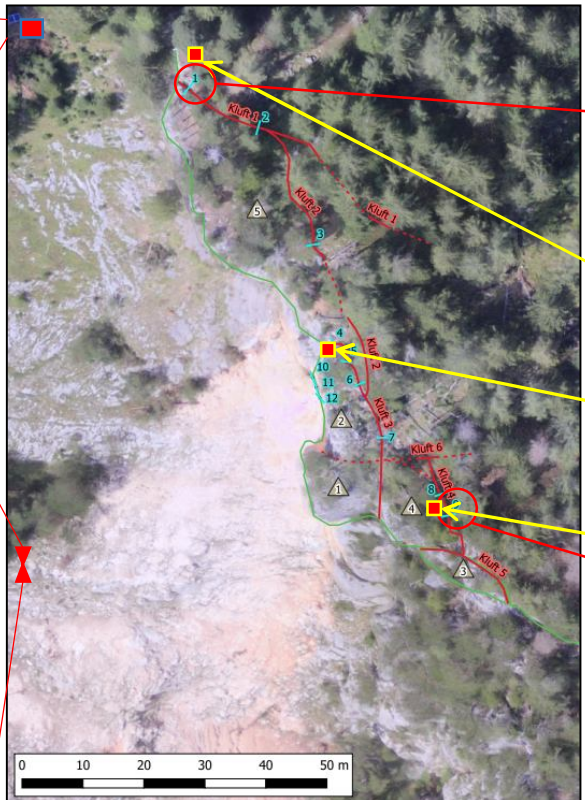
- Bemessungsblock 8 m<sup>3</sup> →
- 97% Perzentile
- 5163 kJ
- Fallhöhe max. 180 m
- Hanglänge ca. 600 m

Ereignisfrequenzklasse	Ereignishäufigkeit n (1/a)	Fraktile Bemessungsblockgröße
EF 4 (sehr hoch)	n ≥ 10 (> 10 Ereignisse/Jahr)	V <sub>98</sub>
<b>EF 3 (hoch)</b>	<b>1 ≤ n &lt; 10</b> <b>(1 bis 10 Ereignis/Jahr)</b>	<b>V<sub>97</sub></b>
EF 2 (gering)	0,03 ≤ n < 1 (1 Ereignis/1 bis 30 Jahre)	V <sub>96</sub>
EF 1 (selten)	n < 0,03 (< 1 Ereignis/30 Jahre)	V <sub>95</sub>

Perzentile %	Meter / Sekunde [m/s]	Zeit (sek)
90	27	19
95	30	17
99	39	13
Mean	14	37



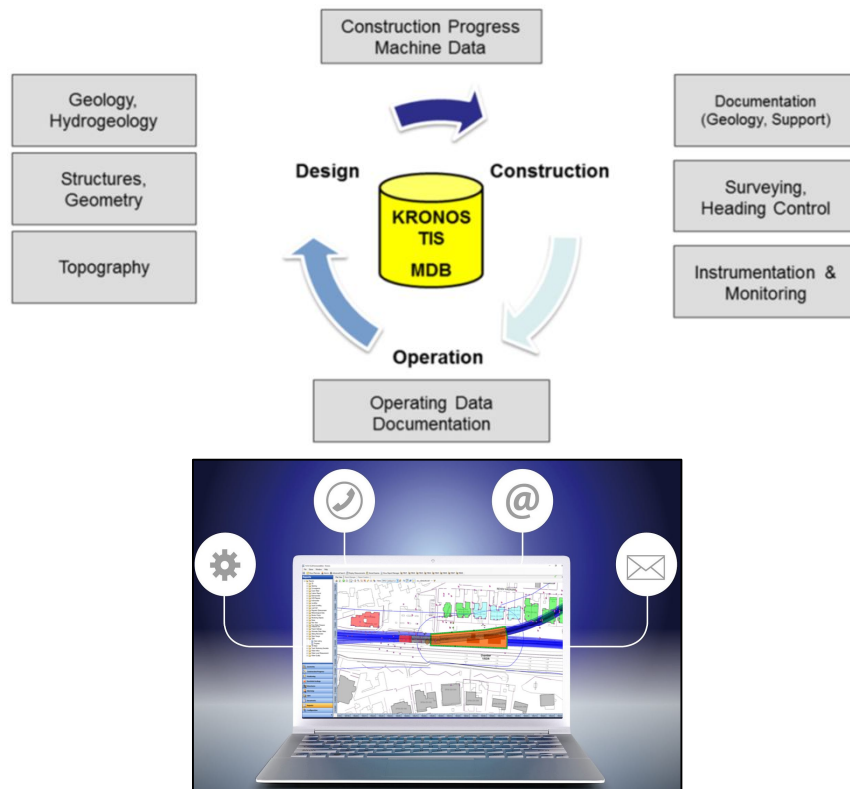
# Monitoring-System



WE TURN DATA INTO INFORMATION

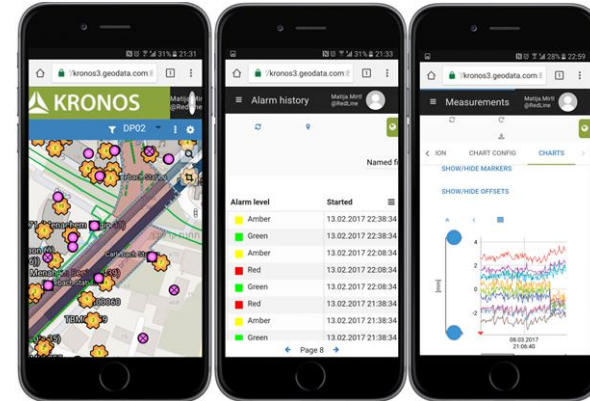
[www.geodata.com](http://www.geodata.com)

# Datenintegration & Alarmierung → KRONOS



- Geometrie Daten
- Geologische, geotechnische & hydrogeologische Daten
- Instrumentierungs- & Monitoring Daten
- Baudaten
- Objekt- / Gebäude Daten
- Automatische QC & Alarmierung & Reporting

# KRONOS Jederzeit & Aktuell

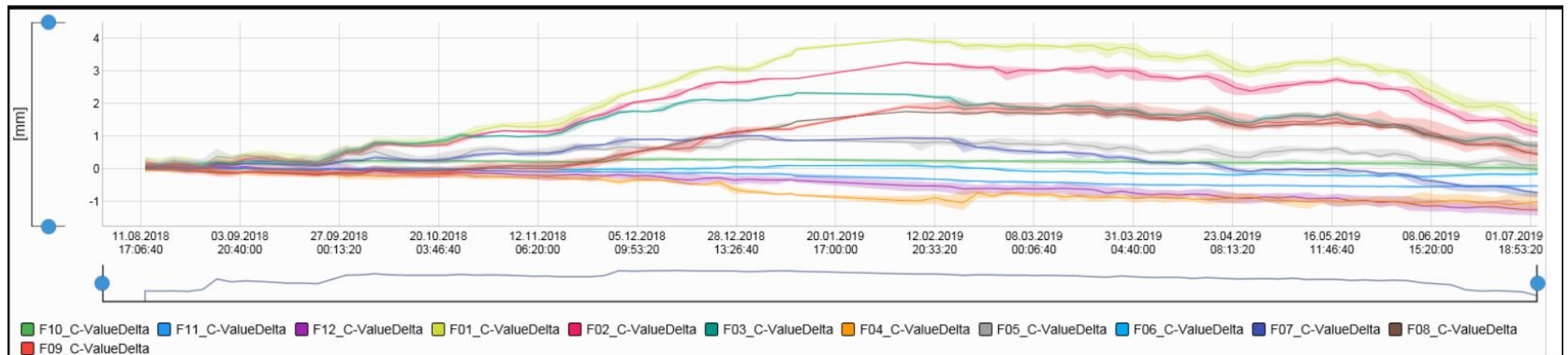


WE TURN DATA  
INTO INFORMATION

[www.geodata.com](http://www.geodata.com)

# Monitoring – Daten Fissurometer (Kluftmessstellen)

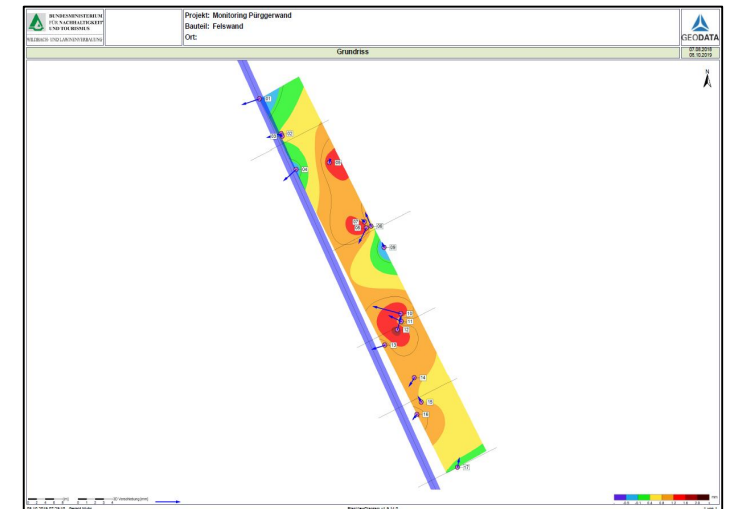
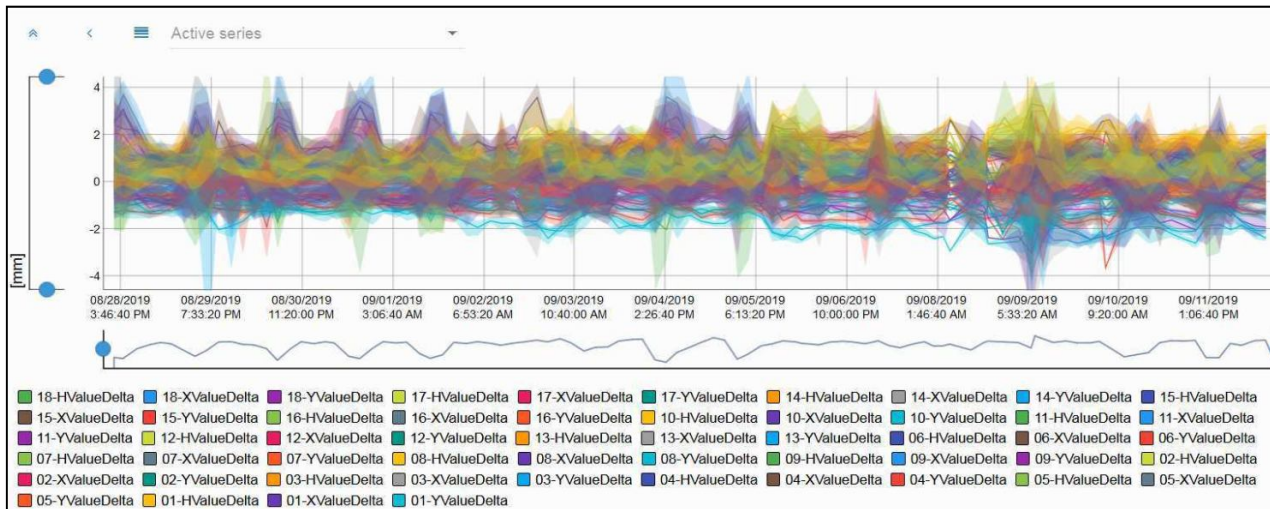
Zeit/Verformungsverlauf Fissurometer (temperaturkompensiert)



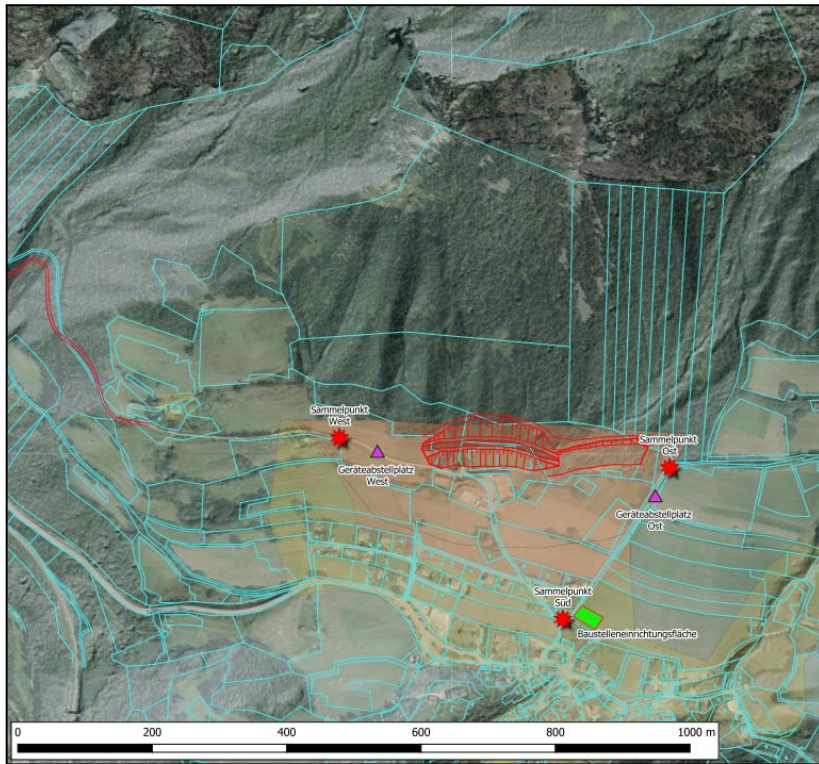
# Monitoring - Daten 3D Targets (Verformungsmessungen)

Verlauf der Quer- Längs und  
Vertikalverformung

Setzungsplot /  
Verformungsrichtung



# Sicherheitskonzept - Alarmplan



- 06:00 – Prüfung von Messdaten und Klimadaten durch Baubegleitung
- 06.30 – Baustellenfreigabe durch Baubegleitung via SMS
- 13.00 – Check Messdaten durch Baubegleitung
- 18.00 – Verlassen der Baustelle und Meldung via SMS
- Verfassen eines Kurzberichtes durch Baubegleitung
- Lernphase – capacity building
- Grenzwertermittlung
- Festlegung Grenzwerte und interne Alarmierung → viele Alarme
- Anpassung Grenzwerte → Externe Alarmierung via SMS

# Sicherheitskonzept – Grenzwertermittlung – Alarmierung

Fissurometer	max. Differenz zwischen zwei Messungen [mm] im Zeitraum von 09.08.2018 18:45 - 16.10.2018 13:45	Messunsicherheit von 0,2 mm + maximale Differenz + 20%
F01	0.19	0.43
F02	0.13	0.36
F03	0.09	0.31
F04	0.14	0.37
F05	0.21	0.45
F06	0.06	0.27
F07	0.08	0.30
F08	0.12	0.34
F09	0.15	0.38
F10	0.14	0.37
F11	0.07	0.28
F12	0.21	0.45

Target	max. Differenz zwischen zwei Messungen [mm] im Zeitraum von 09.08.2018 18:28:00 - 16.10.2018 13:33:00			Messunsicherheit von 6mm + maximale Differenz + 20%		
	Displacement East [mm]	Displacement North [mm]	Vertical Displacement [mm]	Displacement East [mm]	Displacement North [mm]	Vertical Displacement [mm]
1	2.0	2.6	1.8	8.4	9.1	8.2
2	2.3	4.5	3.5	8.8	11.4	10.2
3	1.3	2.5	1.8	7.6	9.0	8.2
4	5.2	4.6	2.9	12.2	11.5	9.5
5	5.2	4.5	4.5	12.2	11.4	11.4
6	6.5	3.9	2.9	13.8	10.7	9.5
7	1.8	2.6	2.4	8.2	9.1	8.9
8	3.0	3.2	2.9	9.6	9.8	9.5
9	3.9	2.9	3.9	10.7	9.5	10.7
10	4.4	3.2	4.2	11.3	9.8	11.0
11	1.1	3.1	2.8	7.3	9.7	9.4
12	6.0	3.8	3.2	13.2	10.6	9.8
13	4.3	3.3	2.7	11.2	10.0	9.2
14	3.1	5.1	2.7	9.7	12.1	9.2
15	7.1	4.2	3.4	14.5	11.0	10.1
16	2.6	4.2	4.7	9.1	11.0	11.6
17	2.6	4.1	3.8	9.1	10.9	10.6
18	4.8	5.8	6.3	11.8	13.0	13.6

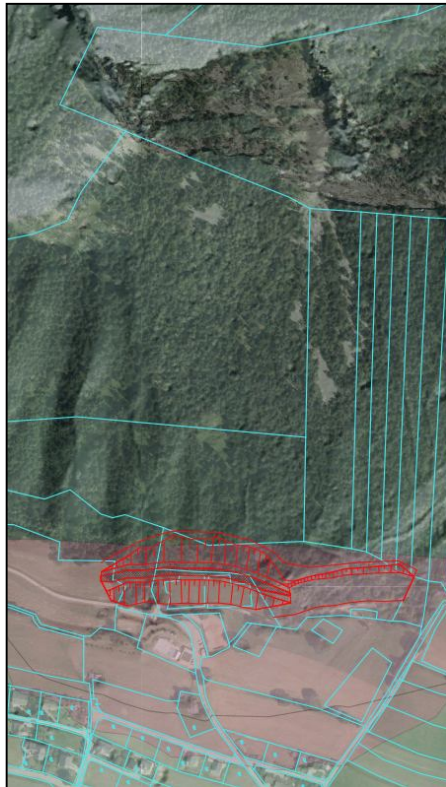
## Fissurometer:

- Ermittlung der max. Verformung zw. 2 Messwerten
- Erhöhung Messwert um 20 % (Messunsicherheit 0,2 mm)
- Alarmierung bei 2 aufeinanderfolgenden Messungen (15 Min. Takt) um den festgelegten Grenzwert

## Targets:

- Ermittlung der max. Verformung zw. 2 Messwerten
- Erhöhung Messwert um 20 % (Messunsicherheit 6,0 mm)
- Alarmierung bei 2 aufeinanderfolgenden Messungen (30 Min. Takt) um den festgelegten Grenzwert oder max. Verschiebung von 10 mm

# Bauausführung Planung Damm



## Ursprüngliche Planung:

- Kronenlänge 150 m
- Kronenbreite 4,5 m
- Bergseitige Höhe 7,0 m
- Fallboden 8,0 m breit
- Talseitige Böschungsneigung 40°
- Steinschichtung bergseitig
- 140 m langer Fallboden (östlich anschließend)
- Verwendung von lokalem Lockermaterial
- Ca. 35.000 m<sup>3</sup> Schüttmaterial

## Adaptierte Planung:

- Kronenlänge 310 m
- Bergseitige Höhe 8,0 m
- Kein Fallboden im Osten
- Teilweise Anlieferung von Fremdmaterial



# Bauausführung Bauablauf - Baubegleitung



# Bauausführung Bauablauf - Baubegleitung



# Lessons learned

- Längere Lernzeit zur Ermittlung der Grenzwerte! (Jahreszyklus)
- Festlegung Grenzwerte?
- Georobot zeigt Schwankungen bei Sturm und Teilausfälle bei Schneefall.
- Fissurometer arbeiten verlässlich und robust.
- Ergänzung durch terrestrisches Radar (INSAR)?



**VIELEN DANK FÜR IHRE  
AUFMERKSAMKEIT !**



**GEODATA**



WE TURN DATA  
INTO INFORMATION

- 01 | Sensoren, Systeme  
und Software
- 02 | Infrastruktur und  
Bergbau
- 03 | Industrievermessung