

TIWAG-  
Tiroler Wasserkraft AG  
Eduard-Wallnöfer-Platz 2  
6020 Innsbruck  
[www.tiwag.at](http://www.tiwag.at)



**TIWAG**

# Bauwerksbeobachtung in der Praxis

Geodätische und messtechnische  
Bauwerksüberwachung  
beim Kraftwerksbetreiber TIWAG

# Inhalt

- Bauwerksbeobachtung in der TIWAG
  - Team Bauwerksüberwachung , Aufgabenbereich
  - Beobachtungs u. Messprogramm
- Überblick geodätischer Verformungsmessungen
  - manuelles Monitoring
  - automatisiertes Monitoring
  - bathymetrisches Monitoring
- Überblick messtechnische Überwachung Staudämme Finstertal und Gepatsch

# Tiwag Erzeugungsanlagen



# Team der Bauwerksüberwachung

## Aufgabenbereich Messtechnik, Sensorik:

- 95% tätig im Bereich der Talsperren und Stauräumen
- Erweiterter Aufgabenumfang des Sperrenwärters (Auswahl)
  - Visuelle Kontrollen an den Absperrbauwerken
  - Messungen Hänge- und Schwimmlote (Pendel)
  - Extensometermessungen
  - Fugen- und Rissmesseinrichtungen
  - Schlauchwaagenmessungen
  - Sickerwassermessungen
  - Piezometermessungen, Sohldruckmessungen
  - U.v.a.
- Innere Verformungsmessungen an Dämmen und Stauraumhängen
  - Inklinometermessungen (Neigungsmessung und Distanzmessungen)

## Aufgabenbereich Technische Vermessung:

- Deformationsmessungen
  - Setzungsmessungen, Nivellements
  - 3 D Verformungsmessungen
  - Geodätische Netzmessungen
  - Automatisierte Hangmonitoringsysteme
- Geschiebemonitoring in Stauräumen und Restwasserstrecken
  - Querprofilmessungen im klassischen Stil
  - Bathymetrische Aufnahmen durch Single Beam Echolotungen
- Grundlagenvermessung:
  - Schaffung und Kontrolle von Festpunktfeldern
  - Absoluter Koordinatenanschluss für relative Messstellen (zb. Inklinometer , Schlauchwaagen, Extensometer



# Bauwerksüberwachung-Messprogramm

- Periodische Kontrollmessungen u. Beobachtungen (aller Kraftwerksanlagenbereiche) als Teil der Betriebsordnung jeder Kraftwerksanlage → behördlich abgestimmt und genehmigt!

Vorgaben zum Messprogramm aus Bescheiden (WR; NR usw)

Weiterführen von Beobachtungen aus Projekten (Neubauprojekten, Instandhaltungsprj., Geologische Situationen)

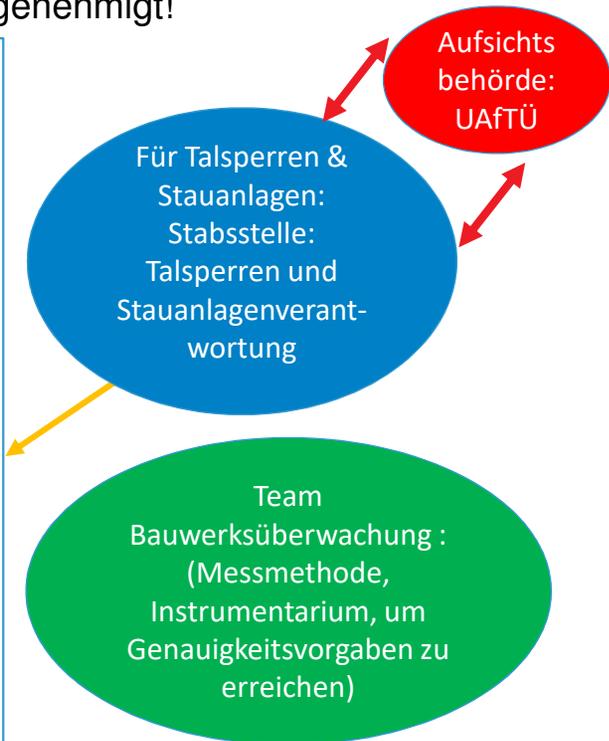
KAUNERTALKRAFTWERK  
Periodische Kontrollmessungen und Beobachtungen  
Betriebsordnung, Version: 00 (Neuerstellung)

**TIWAG**

**11. Anhänge**

**11.1 Periodische Kontrollmessungen und Beobachtungen**

Pkt.	Gegenstand der Beobachtung	Intervall	ausführende Dienststelle
1.	Stauraum und Staudamm Gepatsch mit den Betriebseinrichtungen		
1.1	Stauraum Gepatsch		
	Begehung TV mit TA, visuelle Kontrolle des Gesamtzustandes	1x Jahr	TV mit TA
	Begehung Sperrenbereitschaft	1x 2 Wochen	BE/KBH-BU
	Geologische Begehung und geologische Beurteilung des Stauraumes	1x Jahr	Geologe
1.1.1	Westhang, Sackung Hochmais		
	Uferstraße km 0,2 bis km 1,3: Messpunkte an der Straße (technisches Nivellement)	2x Jahr (Tst u. Hast)	BE/KBH-BU
	Speicherhang, räumliche Verschiebung aller Geländepunkte	1x 5 Jahre	BE/KBH-BU
	Messpunkte 2003 und 2007 räumliche Verschiebung	1x Jahr (Tst)	BE/KBH-BU
	Messpunkte 2115 und 2237 (Pfeiler- und Pegelkopf) räumliche Verschiebung	2x Jahr (Tst u. Hast)	BE/KBH-BU
	Neigungspegel KB09 und KB10: geodätische Einmessung der Pegelköpfe, Neigungsmessung, Höhe Gebirgswasserspiegel	1x Jahr	BE/KBH-BU
	Messpunkte der beiden Talprofile unterhalb der Staulinie: Punkte 2157, 2159, 2167, 2161, 2163, 2165 bei tiefster Staulage (Bereich Hochmais)	1x Jahr	BE/KBH-BU
	<b>Sondierstollen I</b>		
	Längung des Stichstollens (Seildeformeter); Kontrolle der Funktion und der Fernübertragung	2x Jahr	BE/KWA-OL
	Örtliche Ablesung der Längung des Stichstollens zur Kontrolle der Fernübertragung	1x Monat	BE/KBH-BU
	Örtliche Ablesung der Setzung (Schlauchwaagen 1 und 2) der Seildeformeter-Anhängepunkte	1x Monat	BE/KBH-BU
	Messung Oberkante Wasserspiegel im unteren Stichstollen	1x Monat	BE/KBH-BU
	Technisches Nivellement und geodätische Längenmessung im Stichstollen (Stat. 298 bis 299)	2x Jahr (Hast u. Tst)	BE/KBH-BU
	Präzisionsnivellement im hangparallelen Stollen (Stat. 0 bis 298)	2x Jahr (Hast u. Tst)	BE/KBH-BU
1.1.2	Westhang, Sackung Nasserein		
	Uferstraße km 1,3 bis km 3,4: Messpunkte an der Straße (technisches Nivellement)	2x Jahr (Tst u. Hast)	BE/KBH-BU
	Speicherhang, räumliche Verschiebung aller Geländepunkte	1x 5 Jahre	BE/KBH-BU
	Messpunkte 3005 und 3007 räumliche Verschiebung	1x Jahr (Tst)	BE/KBH-BU
	<b>Sondierstollen III und IV</b>		
	Technisches Nivellement und geodätische Längenmessung	1x Jahr (Tst)	BE/KBH-BU
	manuelle Ablesung der Längung des Stollens (Seildeformeter)	1x Monat	BE/KBH-BU
	Örtliche Sickenwassermessung (Summenmessstelle beim Portal)	1x Monat	BE/KBH-BU



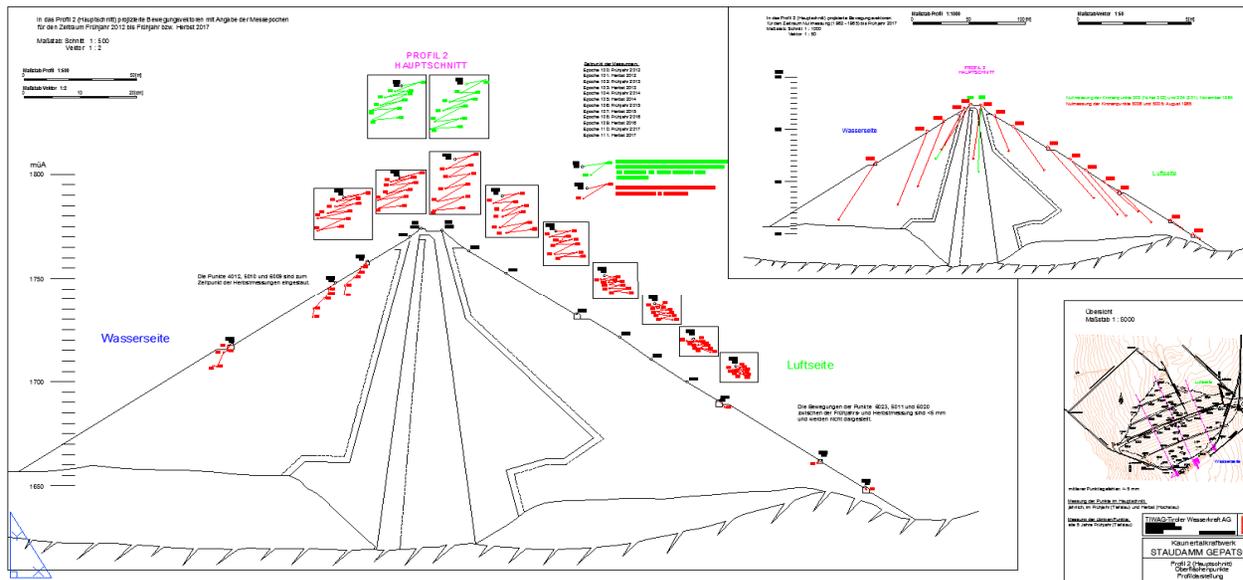
# Inhalt

- Bauwerksbeobachtung in der TIWAG
  - Team Bauwerksüberwachung , Aufgabenbereich
  - Beobachtungs u. Messprogramm
- Überblick geodätischer Verformungsmessungen
  - manuelles Monitoring
  - automatisiertes Monitoring
  - bathymetrisches Monitoring
- Überblick messtechnische Überwachung Staudämme Finstertal und Gepatsch

# Manuell. geodätische Bauwerksüberwachung

## 1D, 3D Verformungsmessungen: manuelles Monitoring

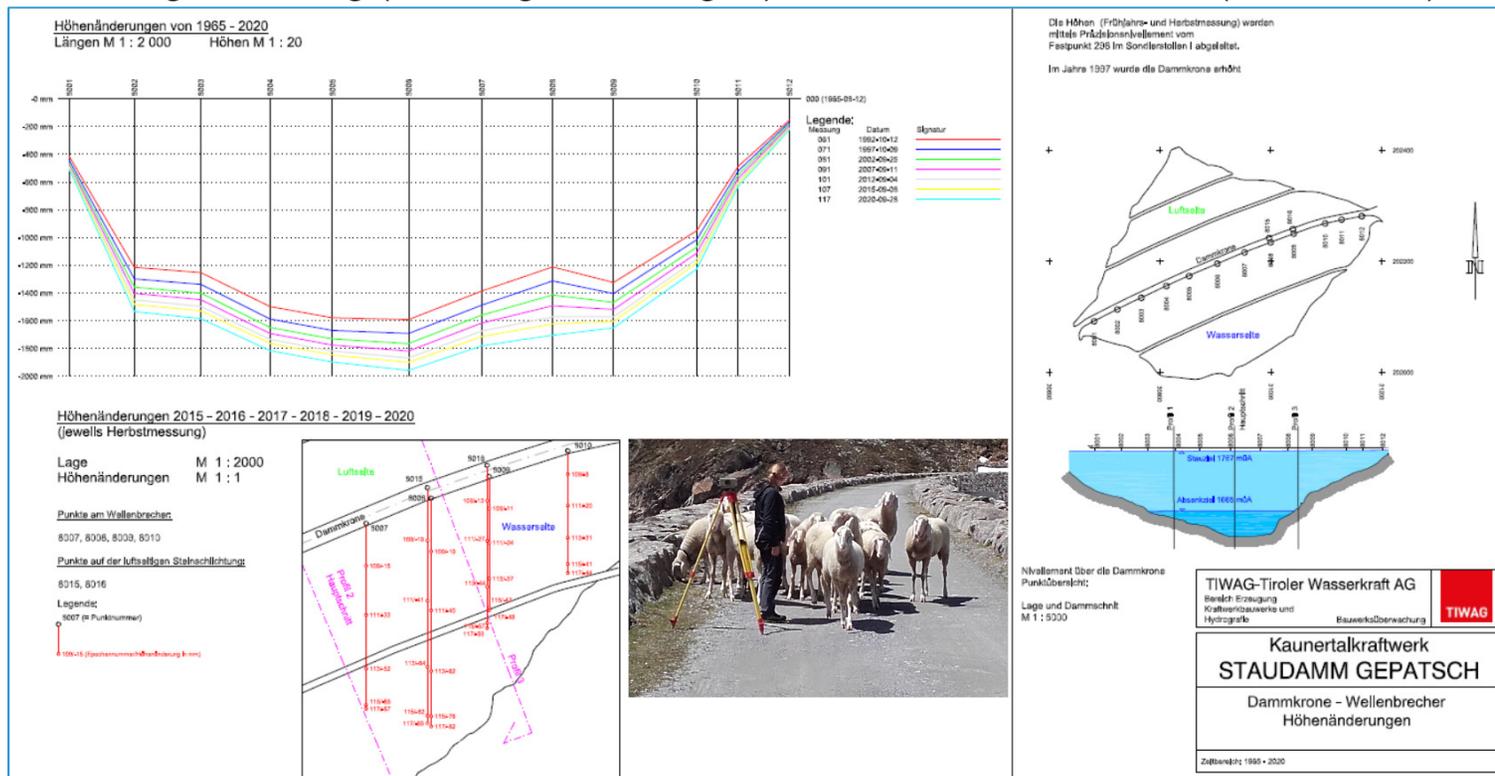
- Absolute Verformungsmessungen an konkreten Messpunkten an Dämmen, Gebäuden Druckrohrleitungen..
- Voraussetzungen: Stabiles Festpunktfeld, Zugänglichkeit, Überbestimmung
- Messmethode: Netzmessung mittels Präzisionstachymeter, Setzungen Präzisionsnivelliere, Langzeitbeobachtungen mittels GNSS



# Geodätische Setzungsmessungen



## 1 D Verformungsmessung (Setzungsmessungen) Präzessionsnivellement ( $\pm 1 \text{ mm / km}$ )

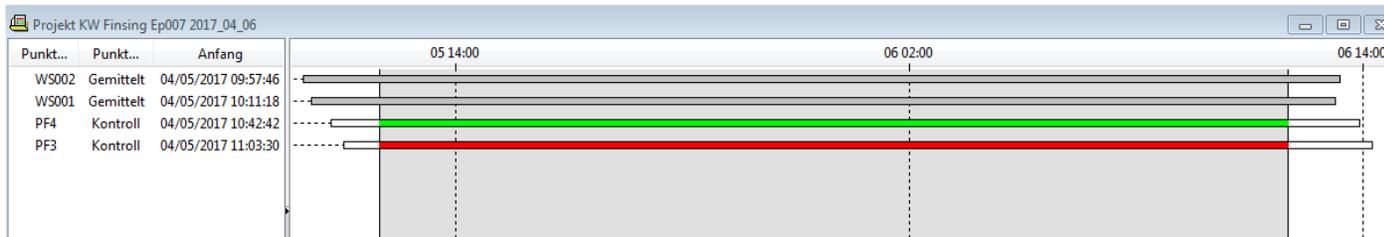


# 3 D Verformungsmessung mit GNSS (24h)



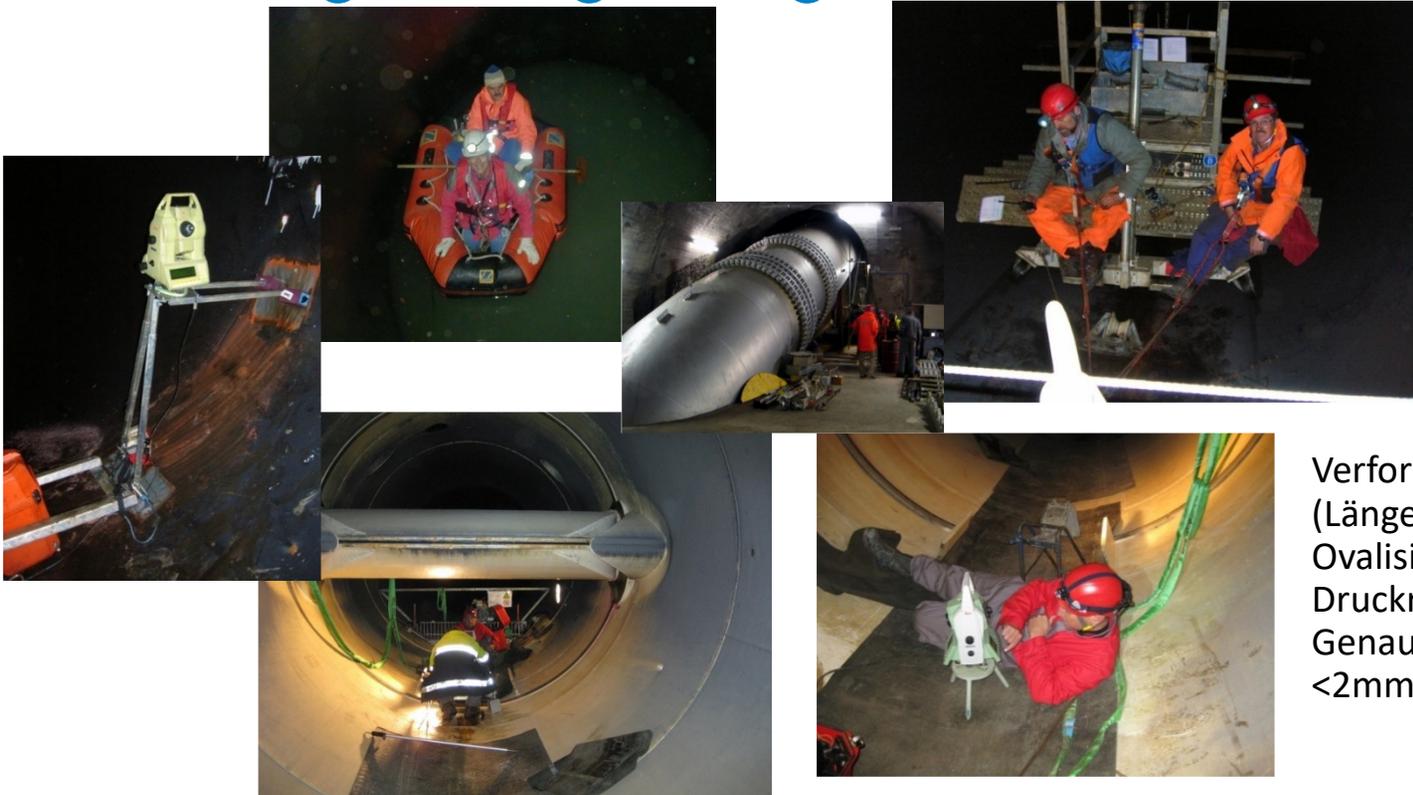
24h Beobachtungen mittels GNSS (GPS, Glonass, Galileo). (z.B. Wasserschloss KW Finsing, Zillertal)

Genauigkeiten Lage:  $\pm 3-5$  mm  
Höhe:  $\pm 7-10$  mm



Manuelles geodät. Monitoring: Bauwerke

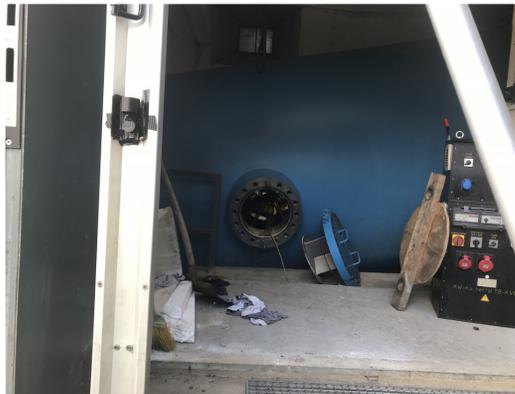
# Geodätische Verformungsmessung in schwieriger Umgebung



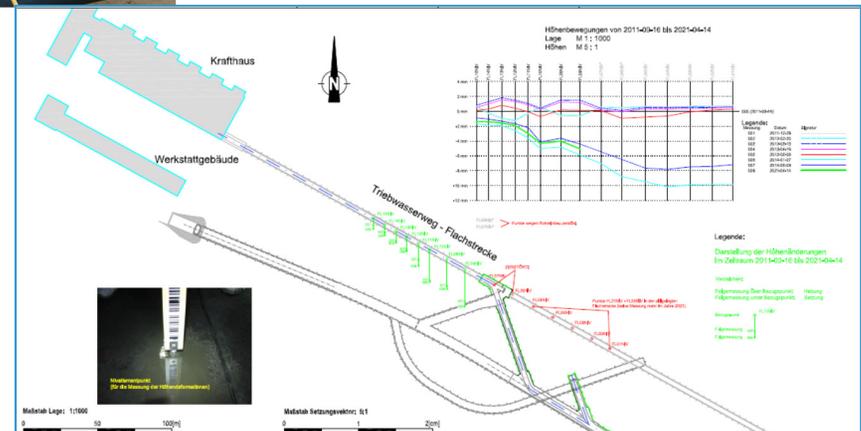
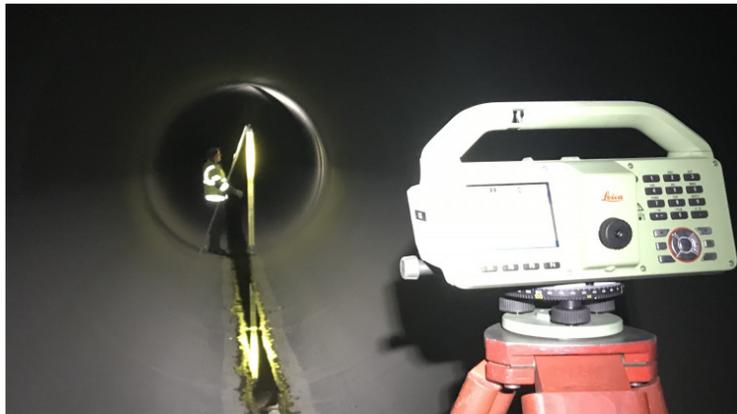
Verformungsmessungen  
(Längenänderungen,  
Ovalisierungsmessungen) in  
Druckrohrleitungen  
Genauigkeiten Lage/Höhe:  $\pm$   
<2mm

Manuelles geodät. Monitoring: Bauwerke

# Geodätische Verformungsmessung in schwieriger Umgebung

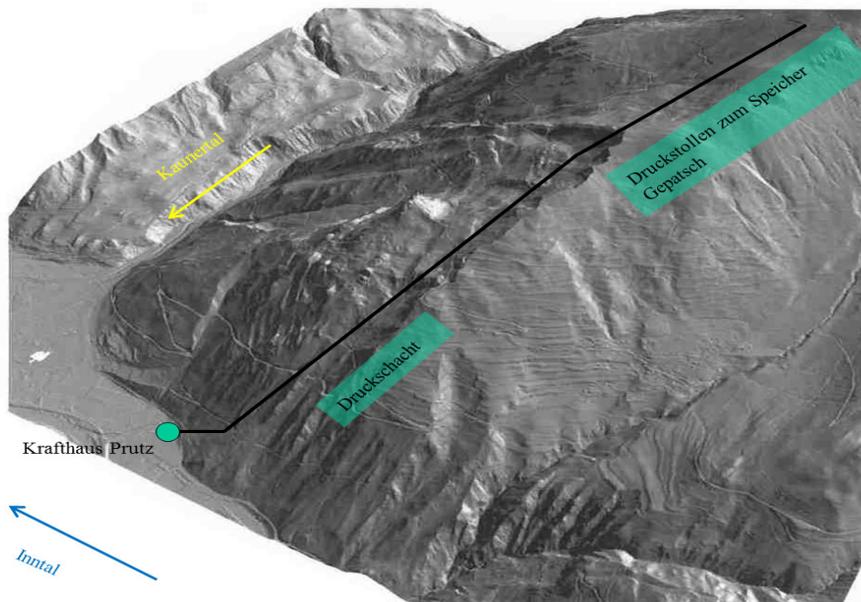


Setzungsmessungen in  
Druckrohrleitungen  
Genauigkeiten:  $\pm 1 \text{ mm/km}$



# Hangbeobachtung: Speicher-, Kriechhänge

Manuelles geodät. Monitoring:

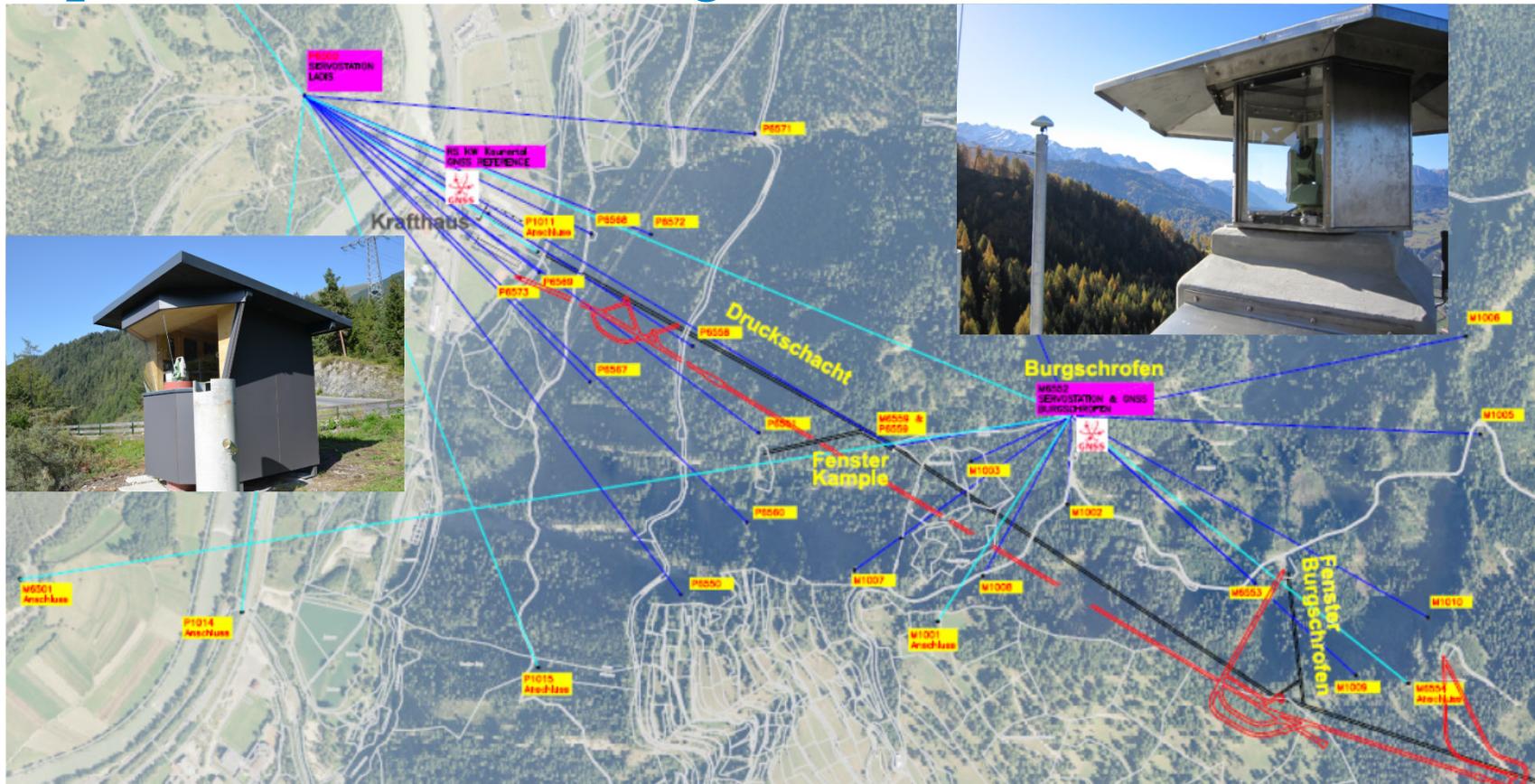


- Aufgrund der Hangausdehnungen sehr zeitaufwendig und personalintensiv: klassische Netzmessungen und Nivellements über Tage / Wochen.
- Behördliche und betriebsinterne Vorgaben fordern an kritischen Bereichen: tägliche Beobachtungen (mit sofortiger online Information bei Grenzwertüberschreitungen)

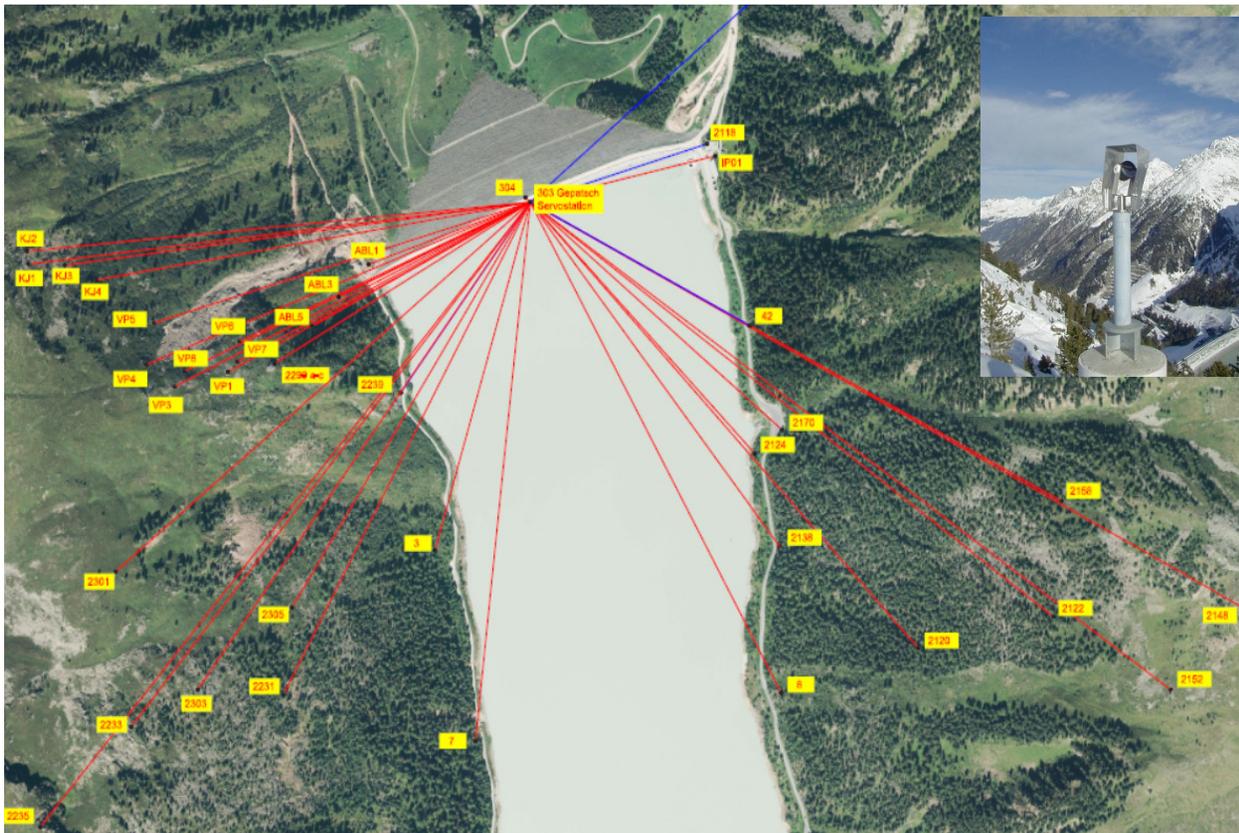
Automatisiertes geodät. Monitoring:

- Liefert besseres Verstehen diverser Bewegungsschollen
- Ermöglicht ein frühzeitiges Erkennen von Veränderungen der Massenbewegungen
- Einsatz von Servotachymetern u. GNSS

# Bsp. Druckschachthang Kaunertalkraftwerk



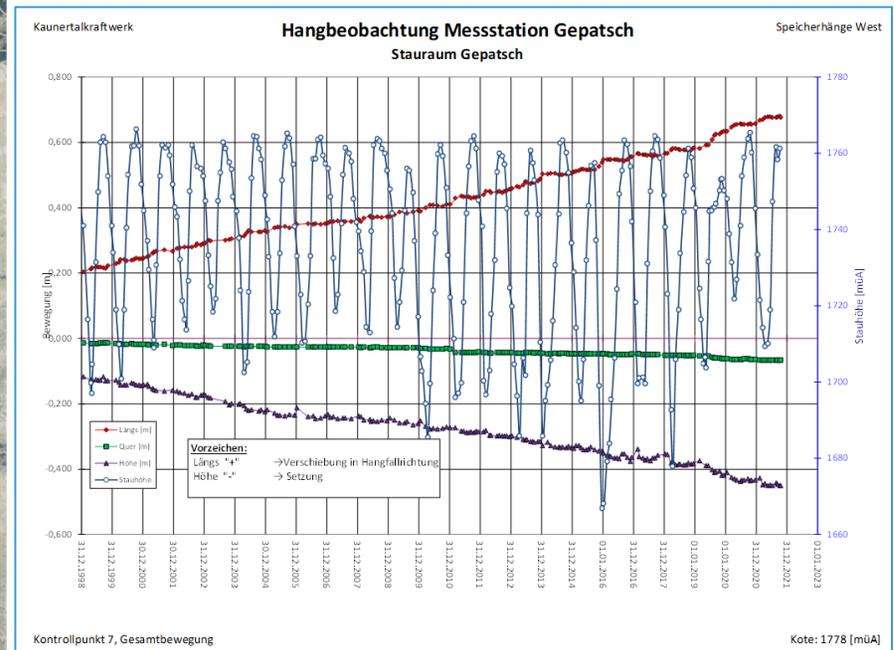
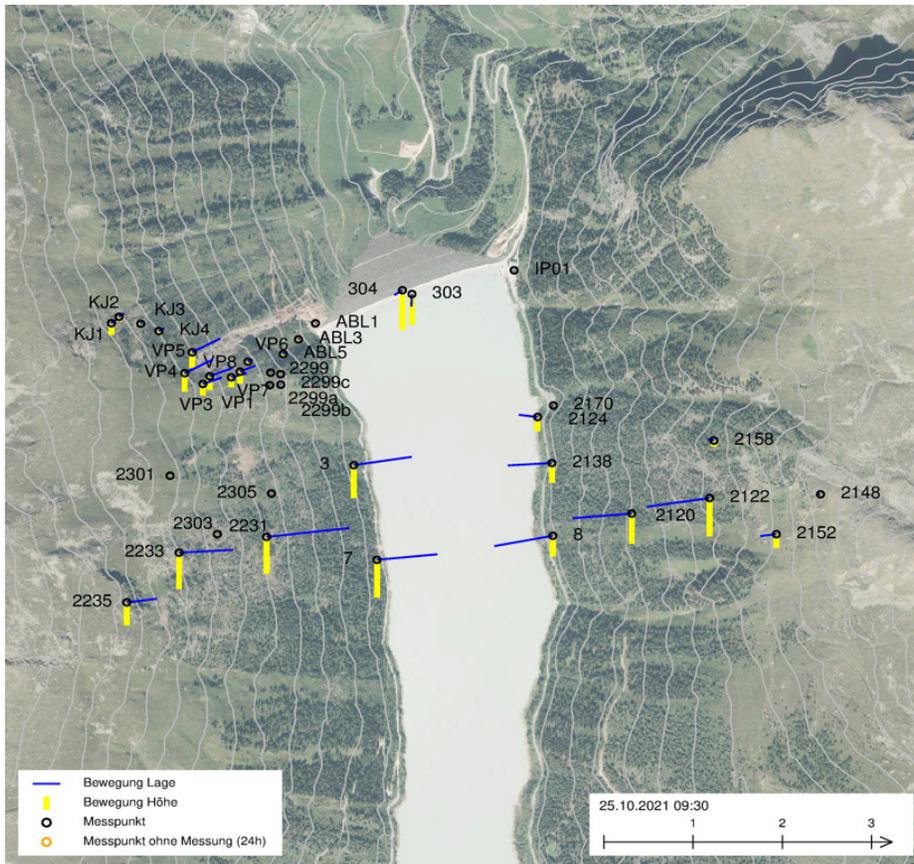
# Beispiel Speicherhänge Gepatsch Kaunertal



Seit 2021 Erweiterung mit GNSS)



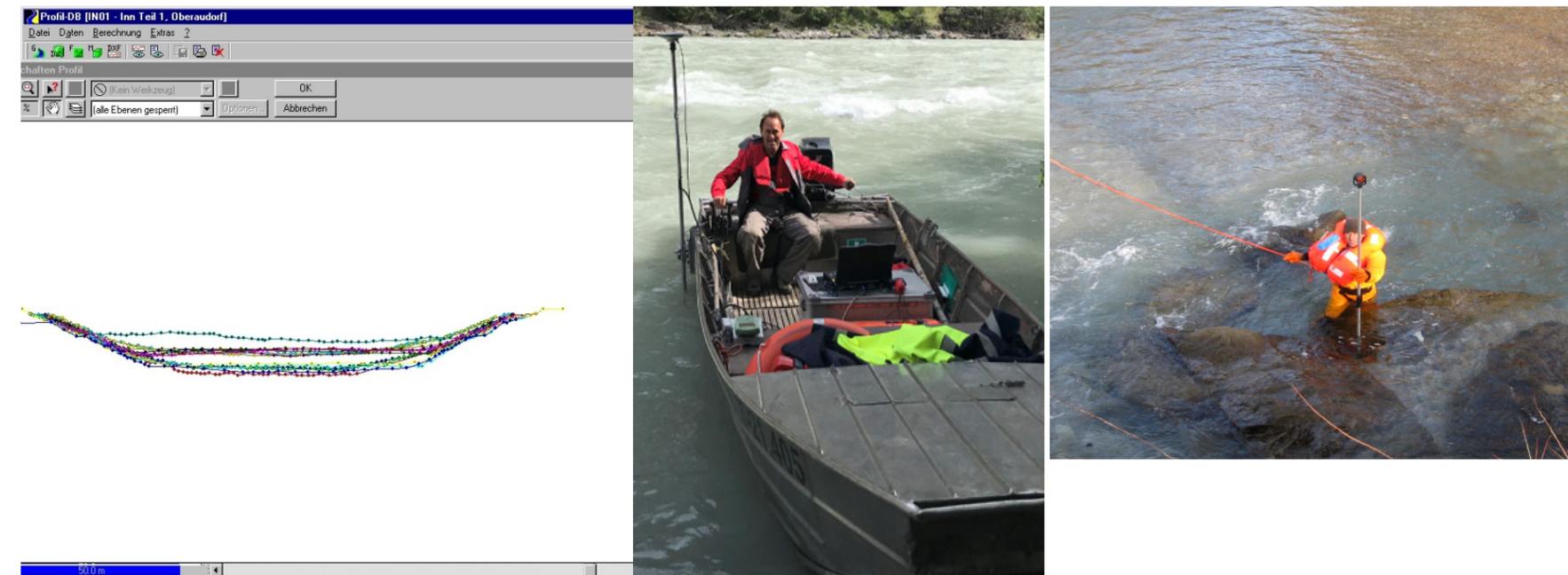
# Beispiel Speicherhänge Gepatsch Kaunertal



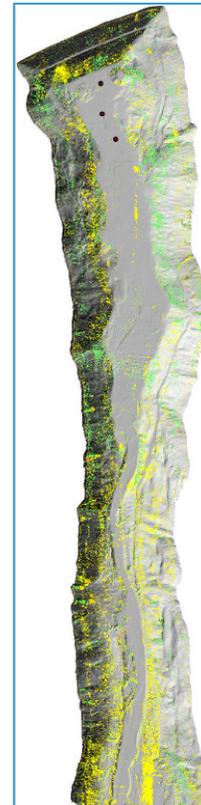
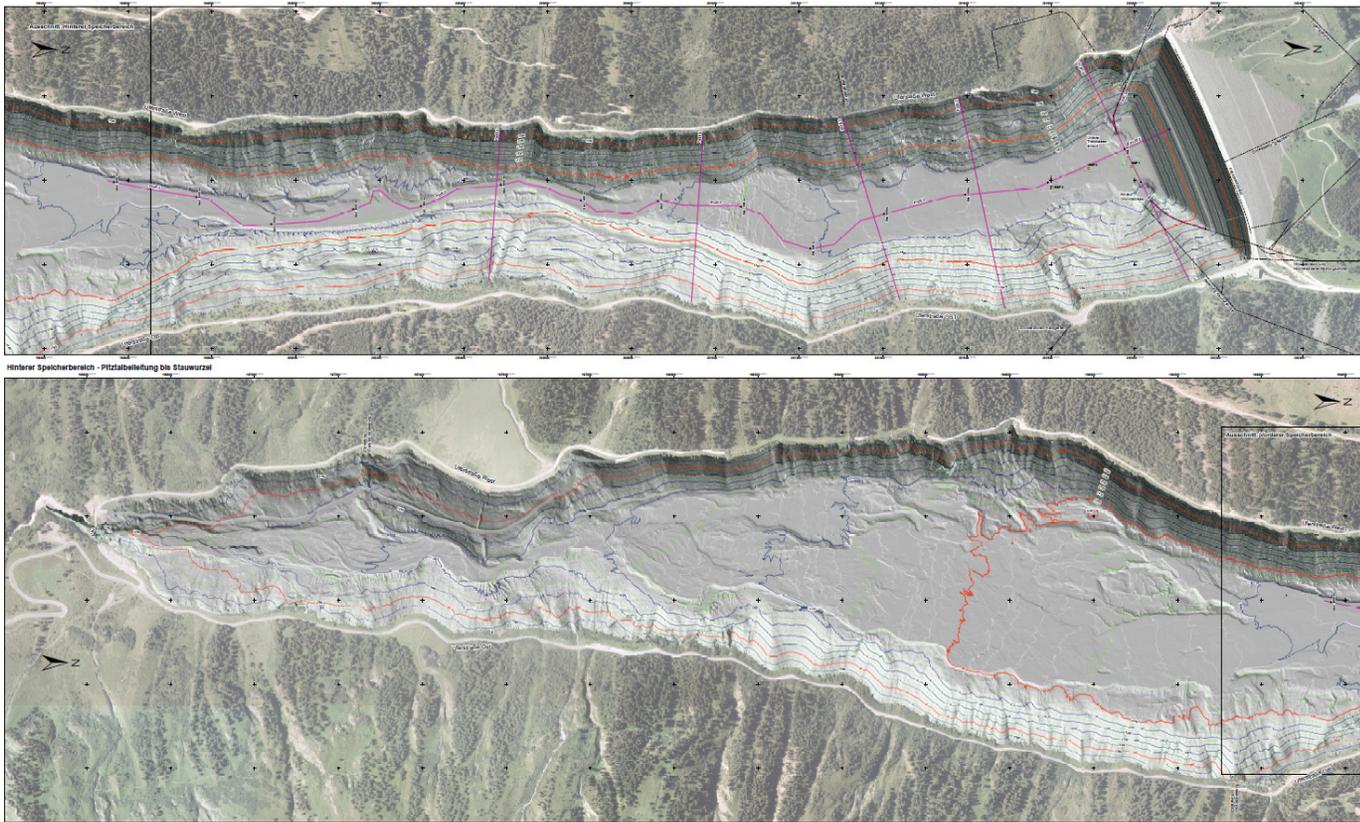
# Bathymetrisches Monitoring

Erfassung der Sedimentsituation in Stauräumen und Geschiebedokumentation in Restwasserstrecken

- Profilmessungen und flächenhafte Aufnahmen mittels klassischer Tachymetrie, GNSS, und in Kombination Echolot und GNSS.
- Flächenecholotung an grossen Speichern (über externe Partner)



# Bathymetrisches Monitoring



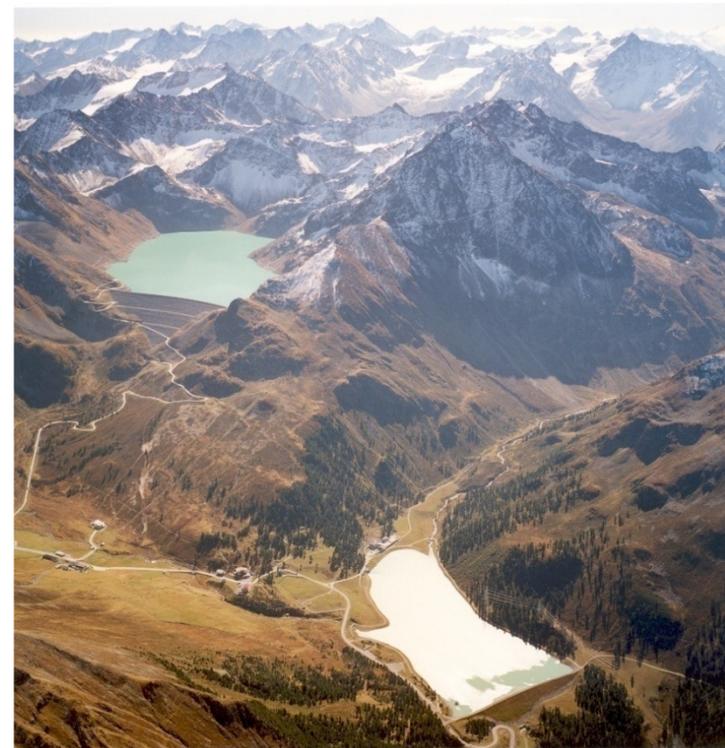
# Inhalt

- Bauwerksbeobachtung in der TIWAG
  - Team Bauwerksüberwachung , Aufgabenbereich
  - Beobachtungs u. Messprogramm
- Überblick geodätischer Verformungsmessungen
  - manuelles Monitoring
  - automatisiertes Monitoring
  - bathymetrisches Monitoring
- Überblick messtechnische Überwachung Staudämme Finstertal und Gepatsch

# Überblick und Motivation



Speicher Gepatsch

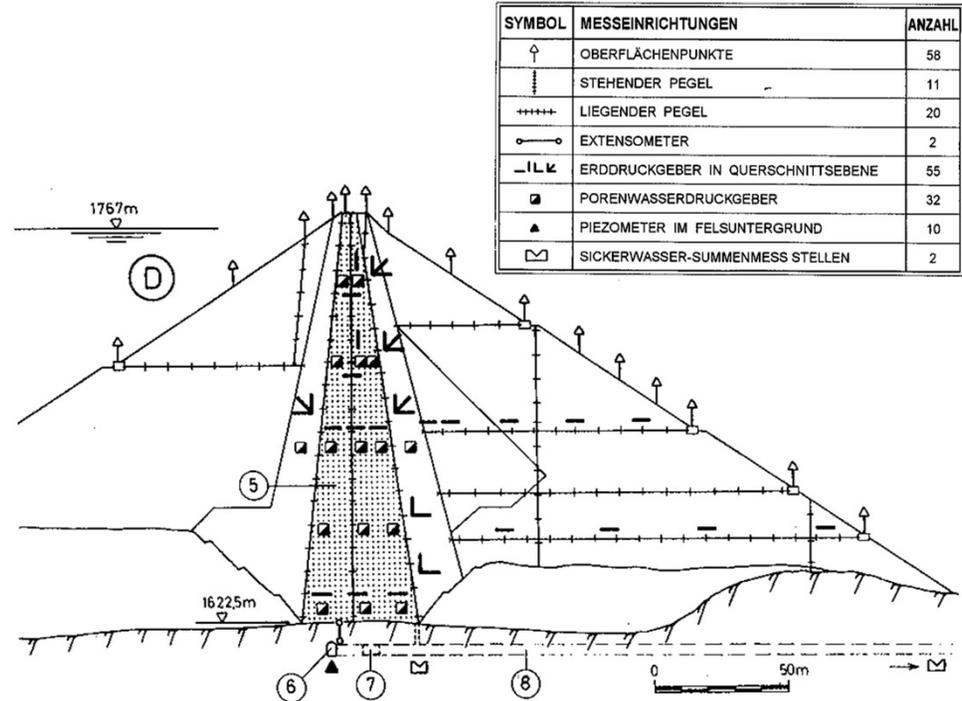


Speicher Finstertal / Längental

# Überblick und Motivation

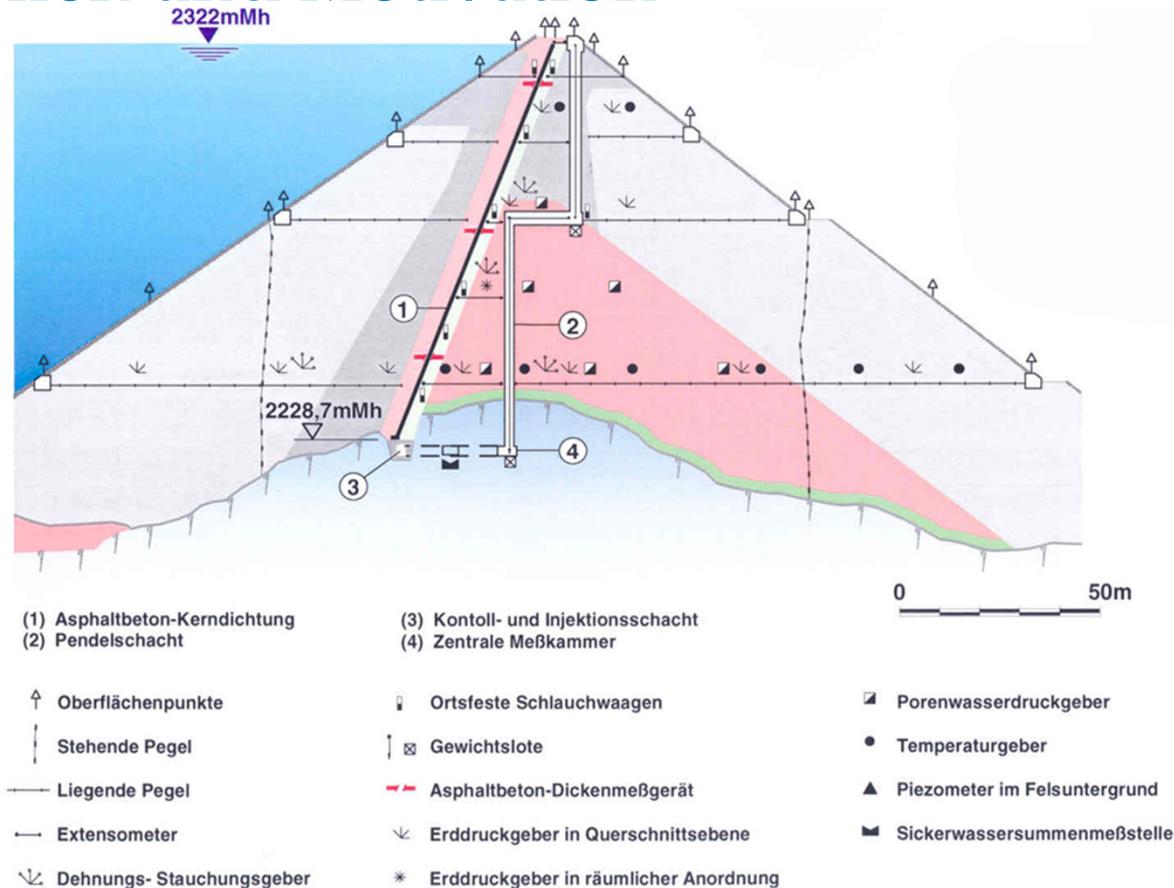


- 1 ... Stauhöhe
- 2 ... Gesamtsickerwasser Damm
- 3 ... Überflutungsmelder
- 4 ... Rutschhangbeobachtung: Extensometer in Sondierstollen
- 5 ... Zufluss Beileitung Kاونertal Ost
- 6 ... Meteorologische Station
- 7 ... Fernsehcameras
- 8 ... Grenzwertmelder Dammfuß



- D ... Staudamm Gepatsch
- 6 ... Injektionsstollen
- 7 ... Zentrale Messkammer
- 8 ... Zugangsstollen

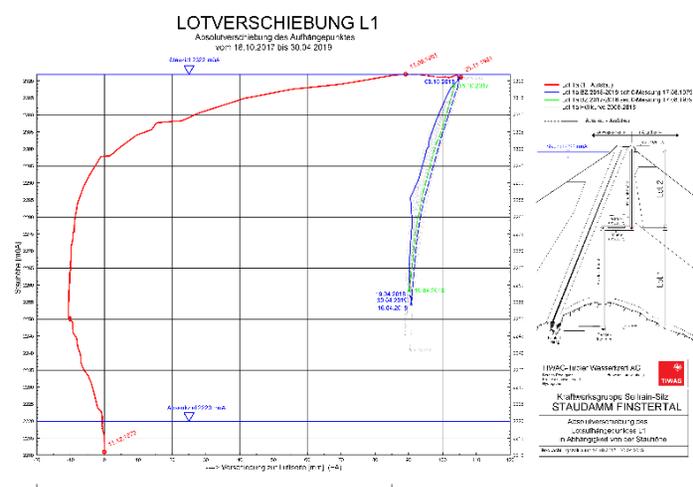
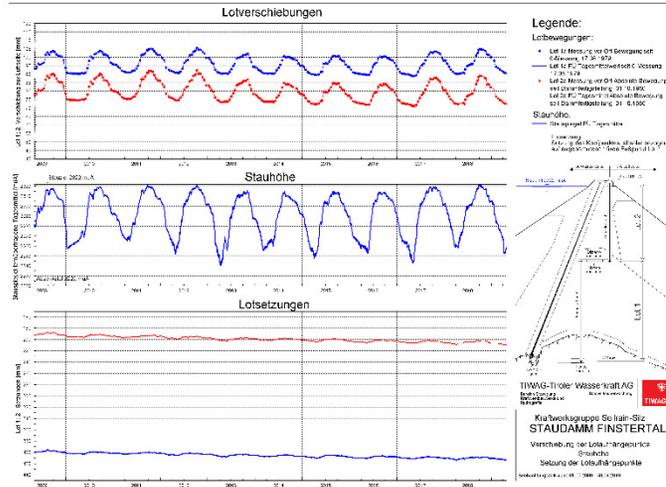
# Überblick und Motivation



# Messkonzept und Darstellung



Damm Finstertal - Lotanlage

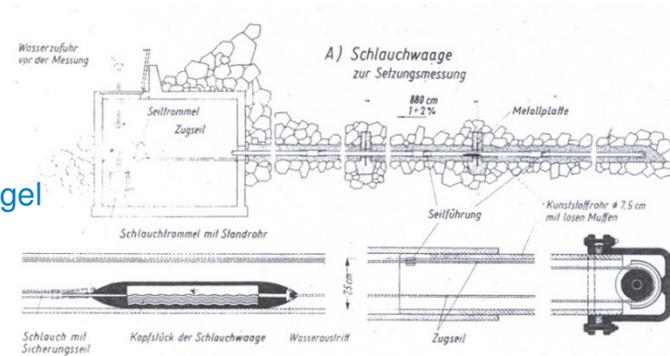


# Messkonzept

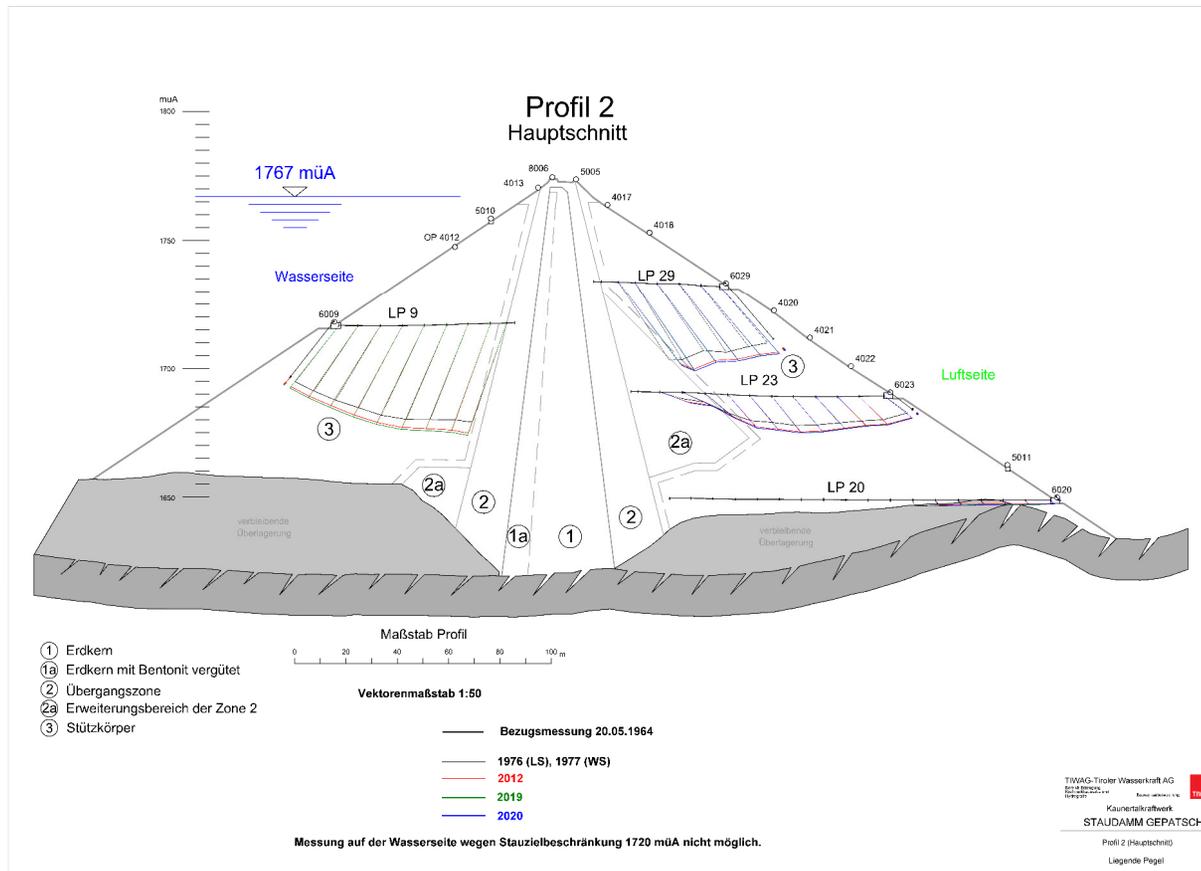
Geodätischer Bezugspunkt



Damm Finstertal –  
Messung liegende Pegel



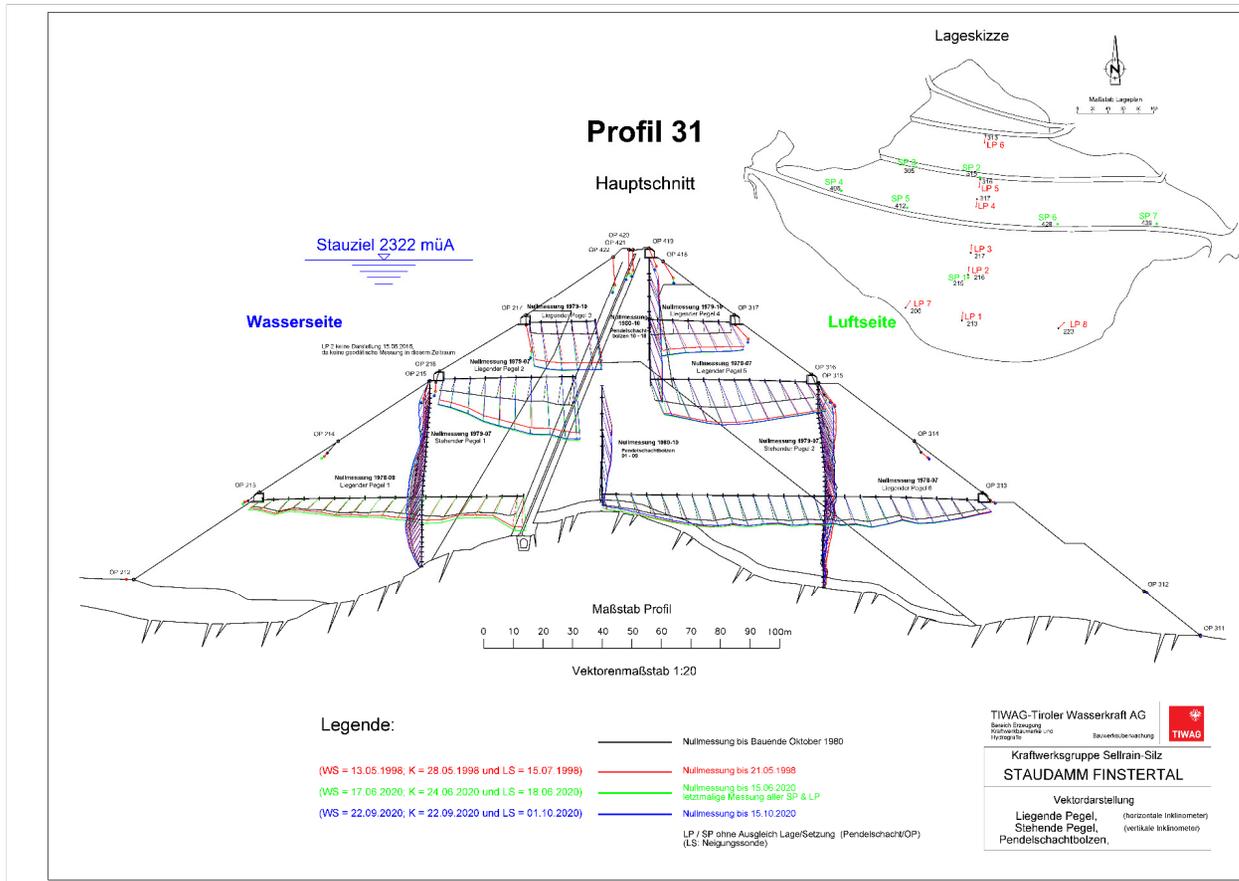
# Messergebnisse



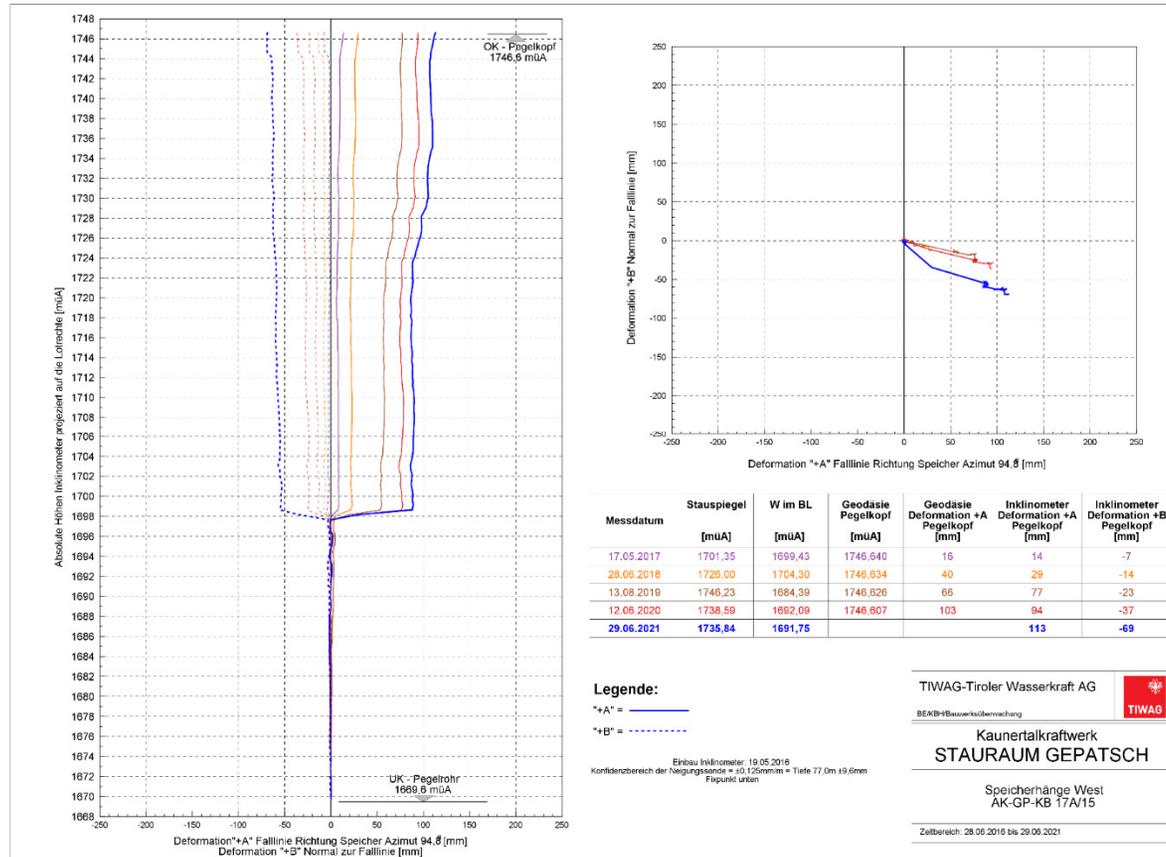
# Messkonzept



# Messergebnisse



# Messergebnisse



# Messkonzept

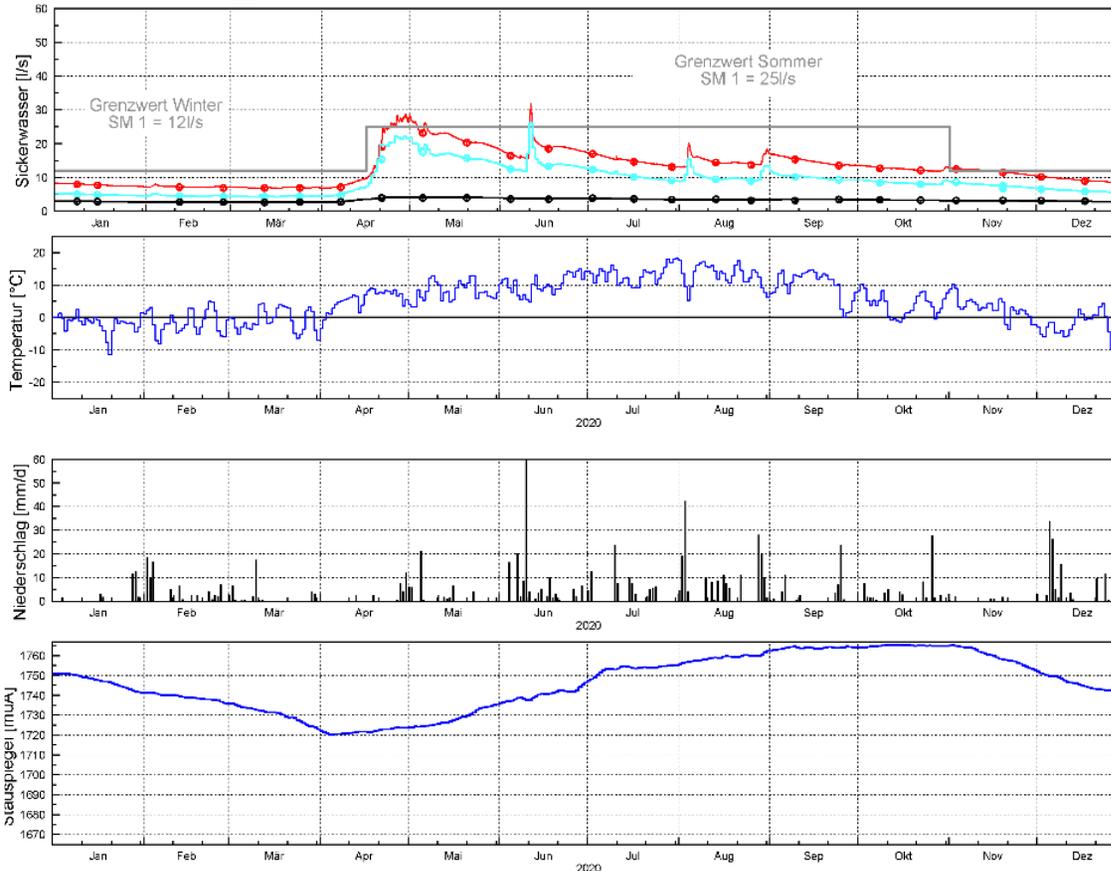
Sickerwassermessungen:

Summenmessstelle mit  
Fernübertragung  
bzw. Gefäßmessungen



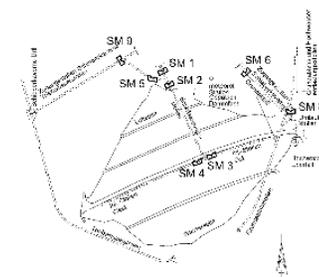


# Messergebnisse



## LEGENDE:

- = SM 1 Sickerwasser Dammbereich  
Fernübertragene 1/4h Werte  
Injektionsstollen Ost und West (SM 3 und SM 4)  
Drainagebohrloch (SM 2) und  
Faggenschlucht (SM 5)  
Messung vor Ort
- = SM 5 Faggenschlucht  
Fernübertragene 1/4h Werte  
Messung vor Ort
- = SM 9 Zugangsstollen Urfl  
Fernübertragene 1/4h Werte  
Messung vor Ort
- = SM 2 Drainagebohrloch  
Fernübertragene 1/4h Werte  
Messung vor Ort
- = SM 3 Messung vor Ort
- = SM 4 Messung vor Ort
- = SM 6 Zugangsstollen Grundablaß  
Fernübertragene 1/4h Werte  
Messung vor Ort
- x
- Temperatur:** Tagesmittel, meteorologische  
Station Gepatsch Dammfuß
- Niederschlag:** Menge in 24 Stunden meteorologische  
Station Gepatsch Dammfuß
- Stauhöhe:** Fernübertragene 1/4h Werte



## Schlusswort, Goethe 1829

*“Die Natur versteht gar keinen Spaß,  
sie ist immer wahr, immer ernst,  
immer strenge, sie hat immer recht,  
und die Fehler und Irrtümer  
sind immer des Menschen.”*

**Goethe, 1829**



Vielen Dank

für Ihre Aufmerksamkeit

TIWAG-  
Tiroler Wasserkraft AG  
Eduard-Wallnöfer-Platz 2  
6020 Innsbruck  
[www.tiwag.at](http://www.tiwag.at)



**TIWAG**