

# Entwässerungsstollen Braunwald

## Beweissicherung- und Überwachungskonzept

Ausserordentliche Korporationsversammlung  
8. Oktober 2021

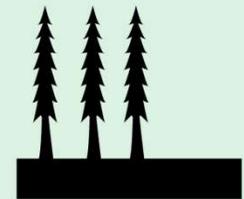


**—**  
Gemeinsam  
in eine sichere Zukunft

# Traktanden

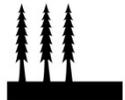
1. Einleitung
2. Besondere Verhältnisse in Braunwald
3. Geometrische Verhältnisse
4. Tunnelbau
5. Konzept
6. Umsetzung
7. Beispiele
8. Beschlussfassung

# 1. Einleitung



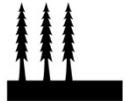
Einleitung

# Realisierung von Bauten im bebauten Umfeld



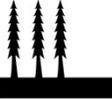
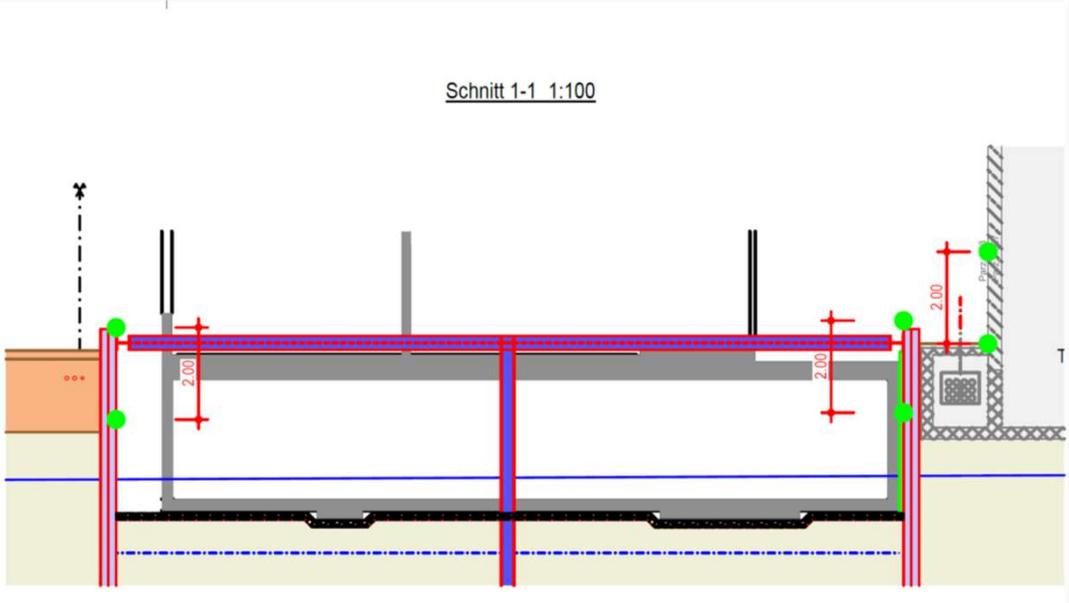
Einleitung

# Riss- und Zustandsaufnahmen Gebäude, Strassen, Leitungen vor Ausführung



Einleitung

# Überwachungsmessungen

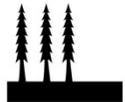


Einleitung

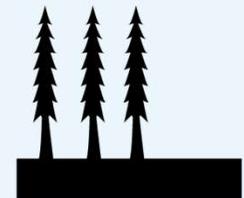
## Übliche Massnahmen

- Rissaufnahmen (Zustandserfassung) vor Bauausführung
- Beobachtung von Auge
- Einmessen ausgewählter Punkte vor Bauausführung
- Folgemessungen in Abhängigkeit Baufortschritt

→ **Abwehr ungerechtfertigter Forderungen**

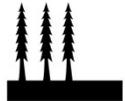
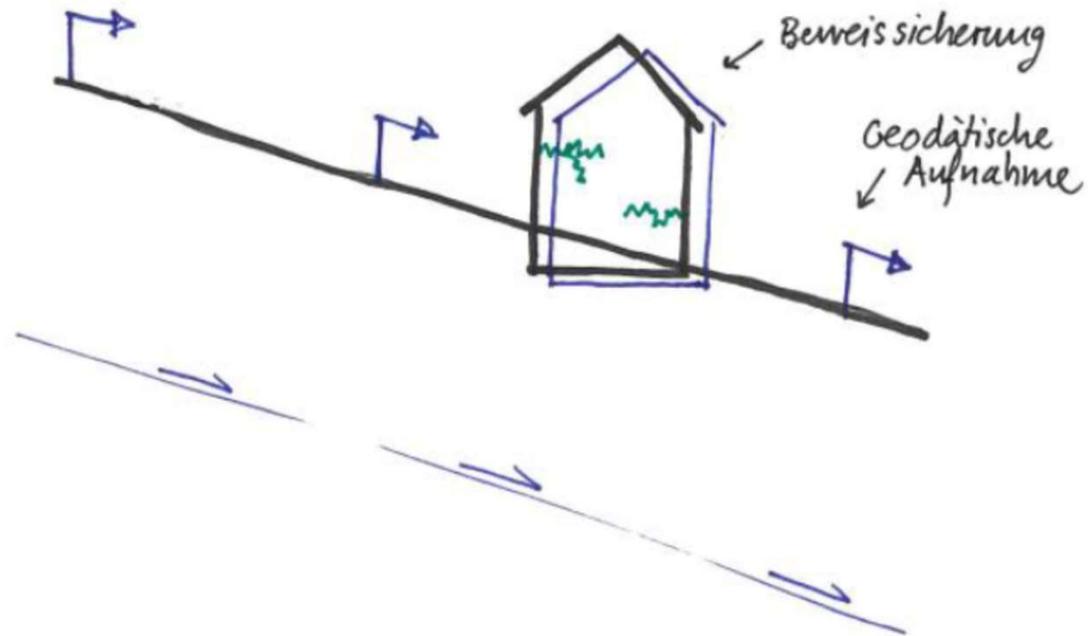


## 2. Besondere Verhältnisse in Braunwald



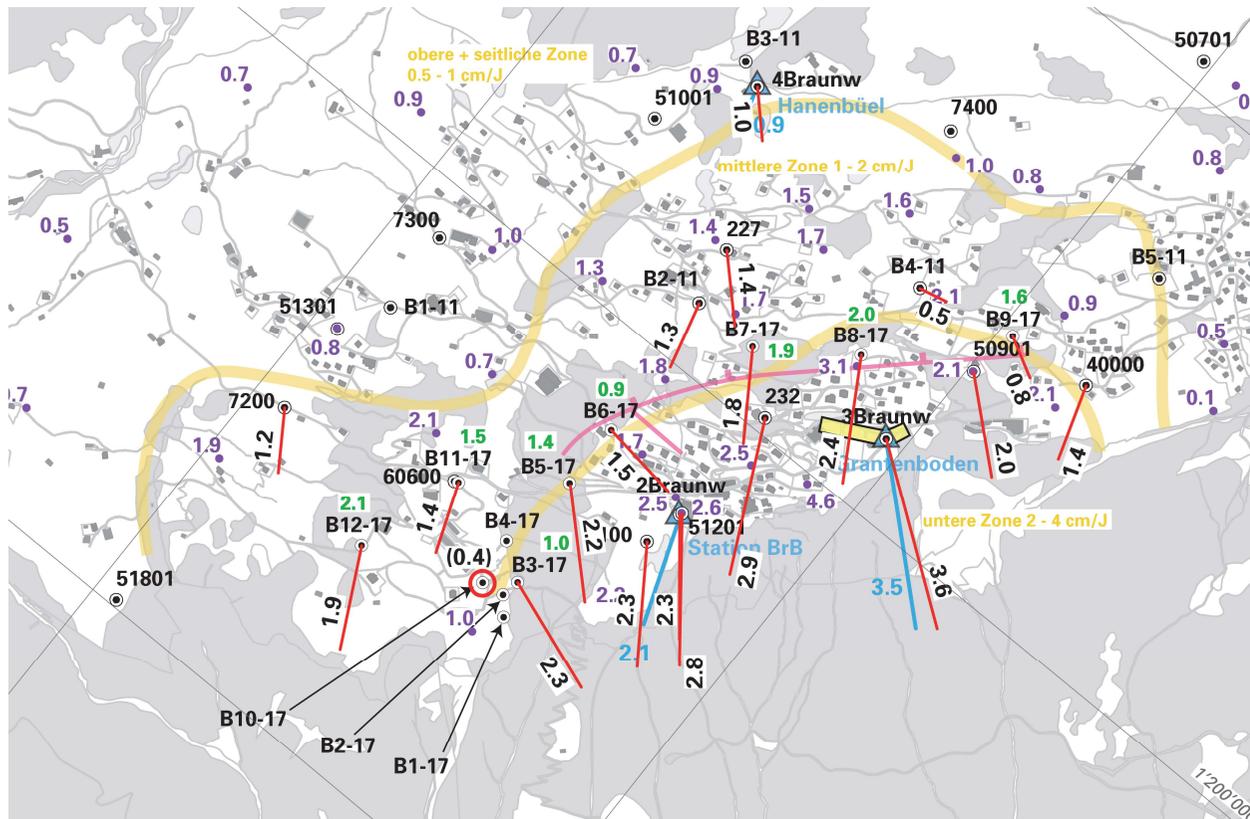
Besondere Verhältnisse in Braunwald

## Gelände rutscht auch während Bauausführung

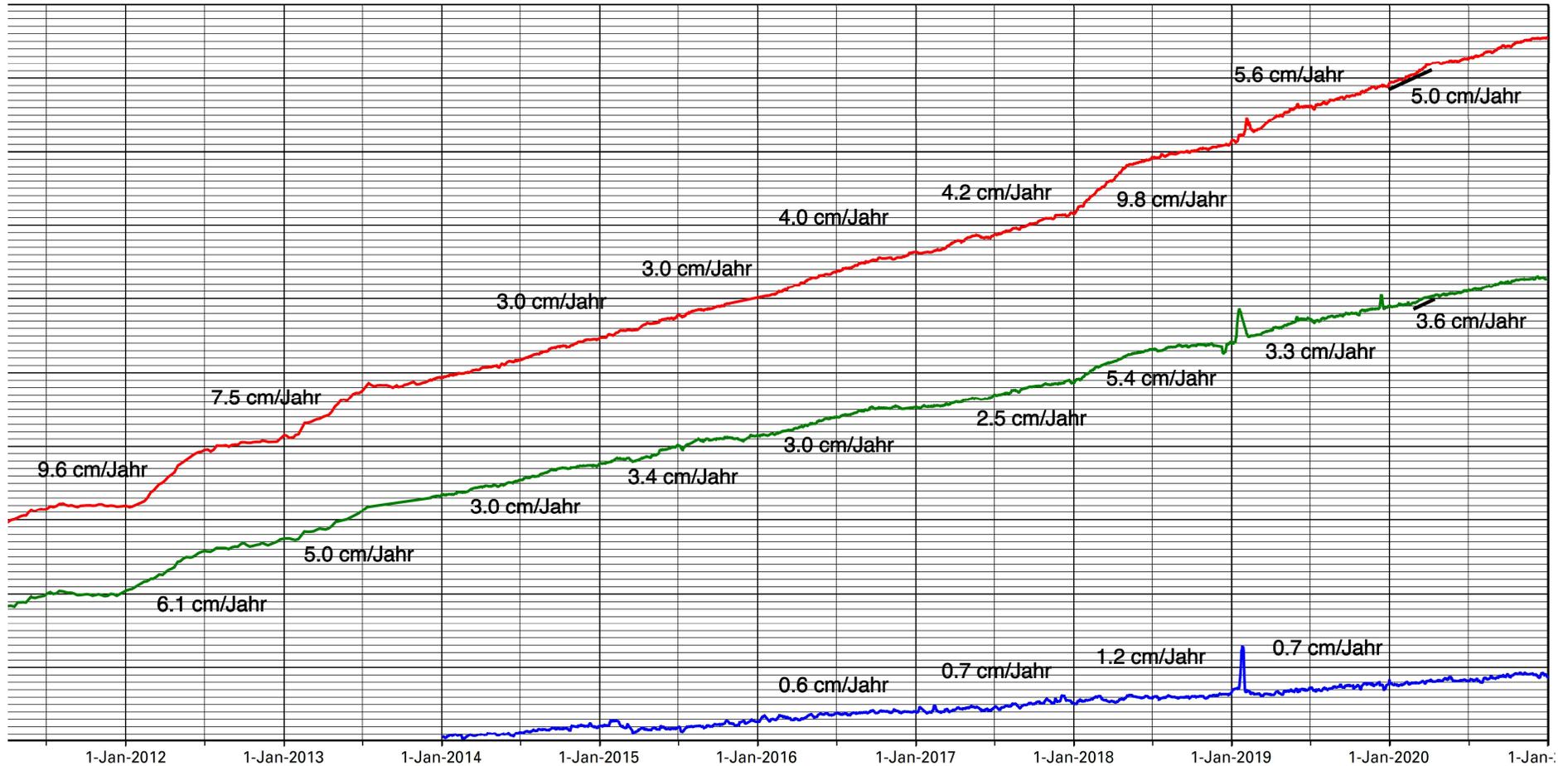


# Besondere Verhältnisse in Braunwald

## Bewegungsverhalten



ler Verschiebungen gemäss GPS-Daten, permanent (gleitendes Mittel über 7 Tage) **Grantenboden**, **Station BrB** und **Hanenbüel**: Januar 2010 - Dezember 2020



Besondere Verhältnisse in Braunwald

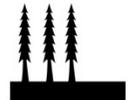
# Auswirkungen permanente Rutschbewegungen



12

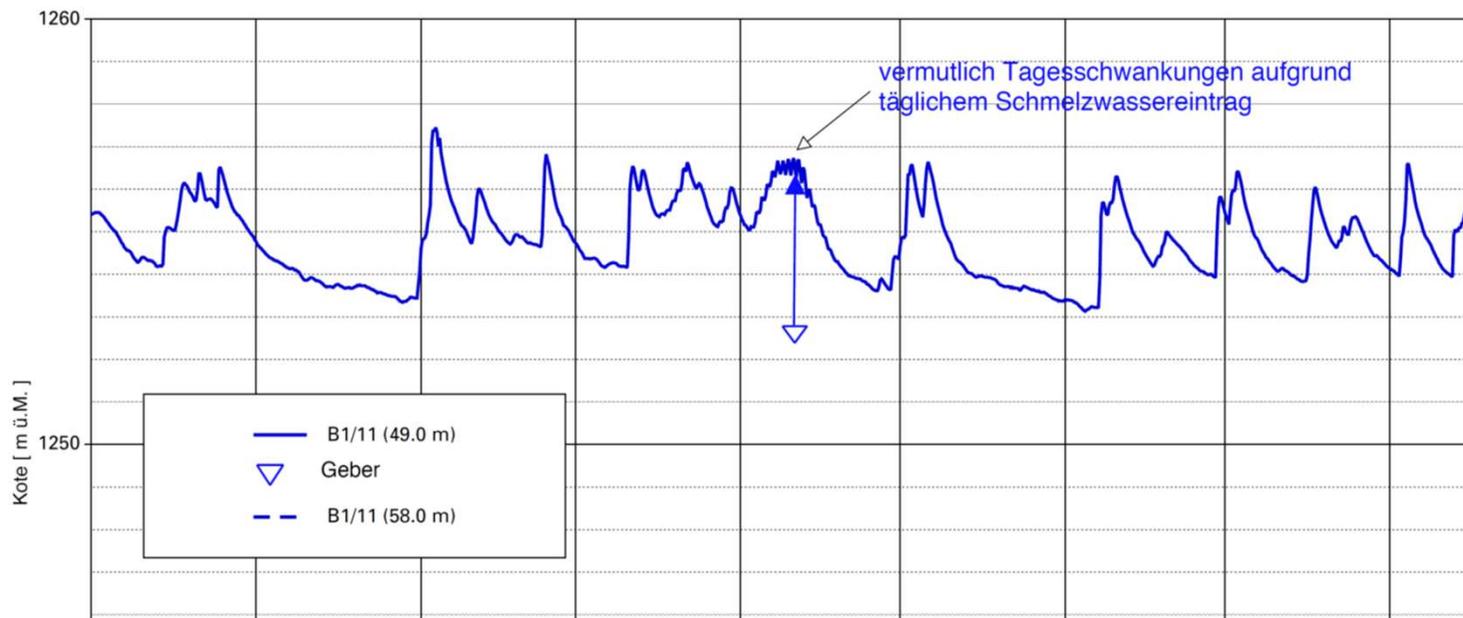


Realisierung Entwässerungsstollen Braunwald



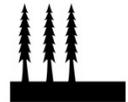
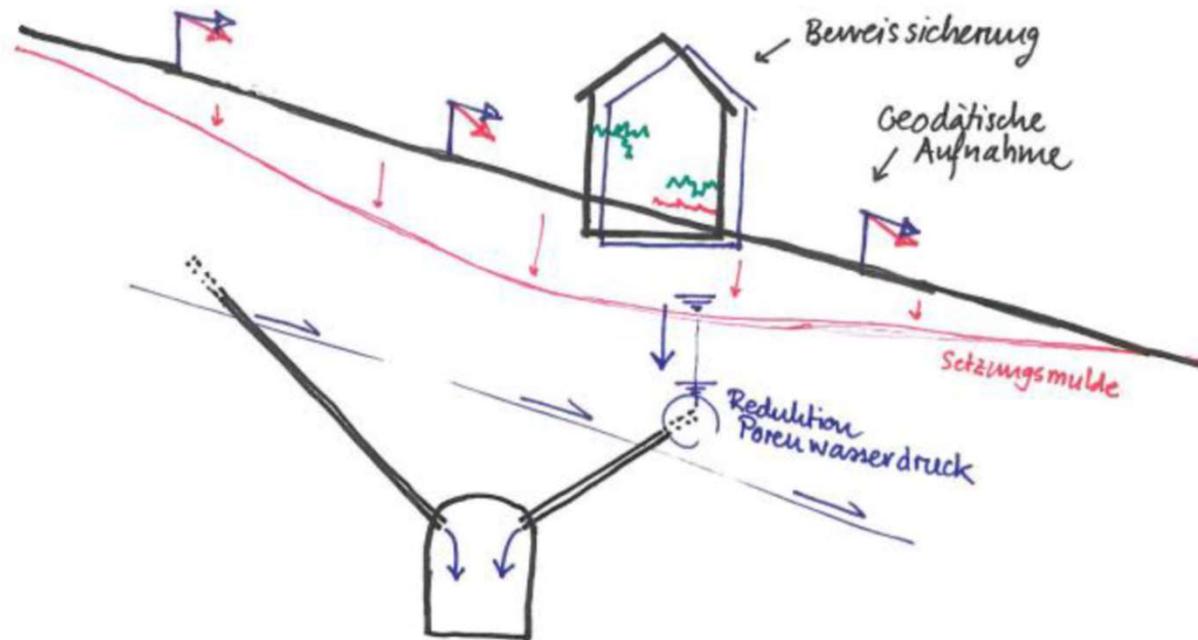
Besondere Verhältnisse in Braunwald

# Wasserdrücke im Boden



Besondere Verhältnisse in Braunwald

# Gewollte Beeinflussung Wasserdruck im Untergrund

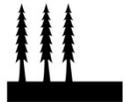


Besondere Verhältnisse in Braunwald

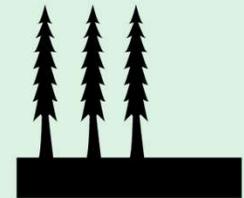
## **Absolute Lage Fixpunkte**

Fixpunkte der Landesvermessung sind gegenüber amtlichen Verzeichnis verschoben

- **Absolute Vermessungsaufgaben bedingen aufwändigen Abgleich mit Messpunkten ausserhalb Rutschgebiet**
- **Stetige Beurteilung, welches Messsystem geeignet und richtig ist**

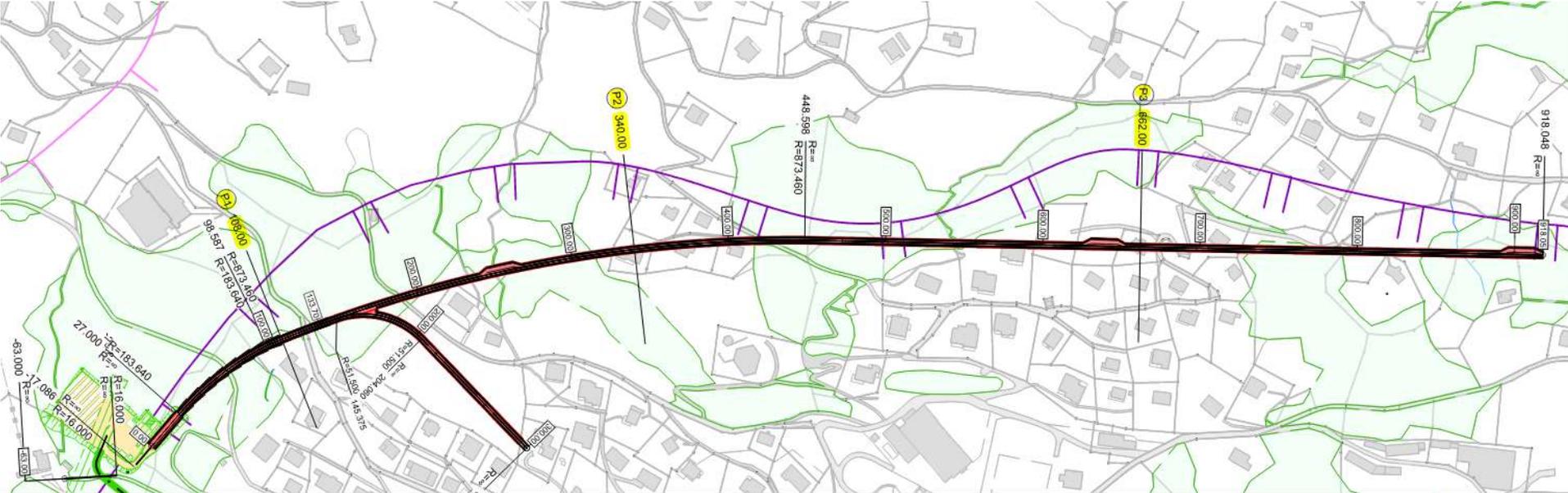


# 3. Geometrische Verhältnisse



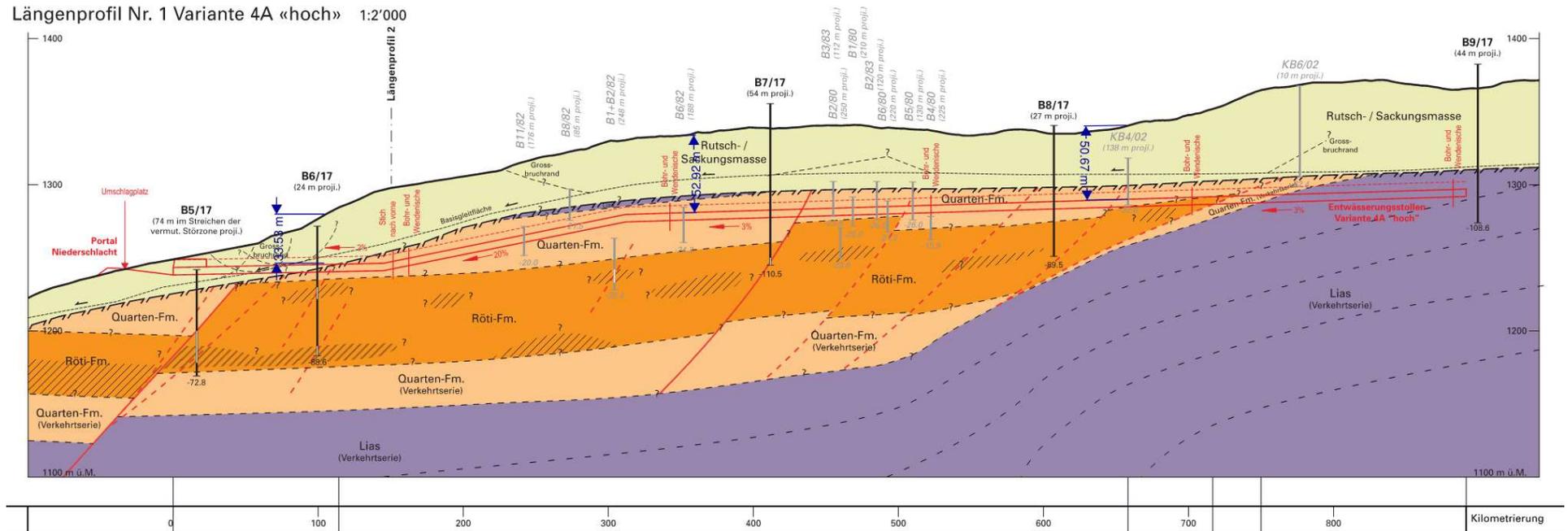
Geometrische Verhältnisse

# Situation mit ausgewählten Querschnitten

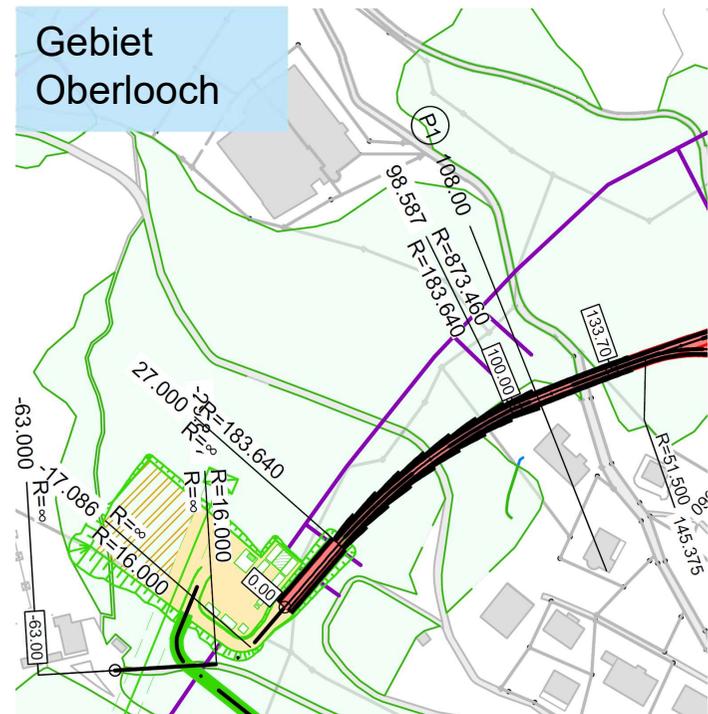
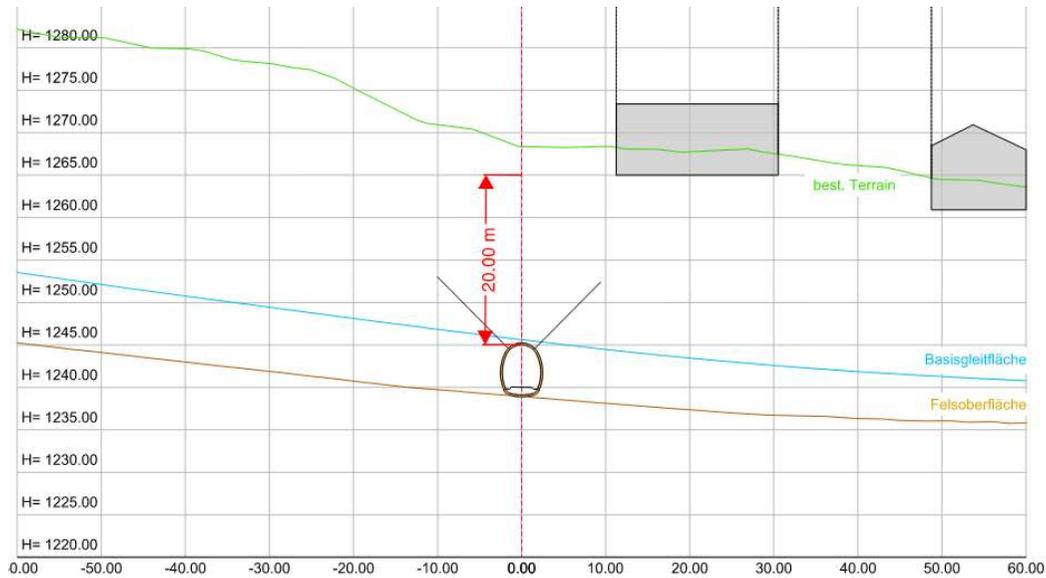


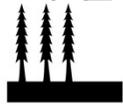
# Geometrische Verhältnisse Längsschnitt durch Baugrund

Längenprofil Nr. 1 Variante 4A «hoch» 1:2'000

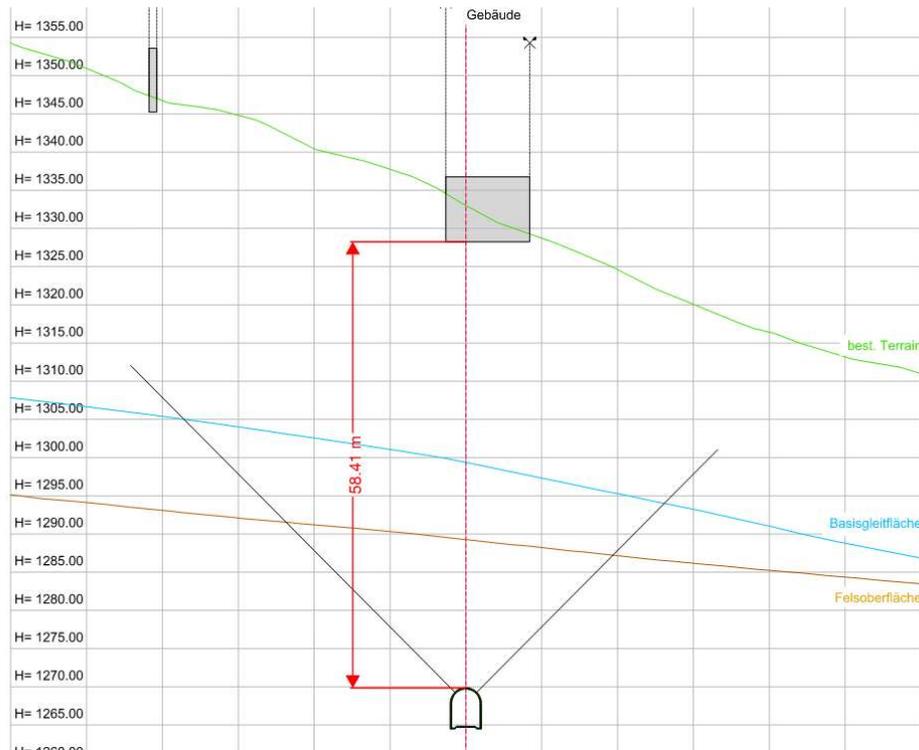


# Geometrische Verhältnisse Querprofil 1

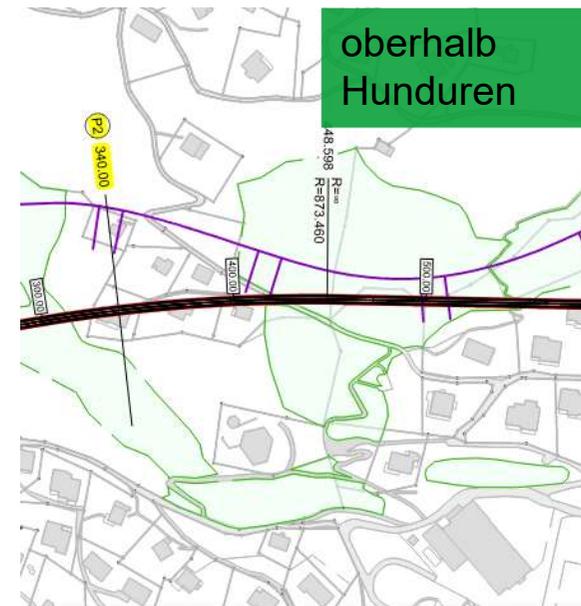


Realisierung Entwässerungsstollen Braunwald 

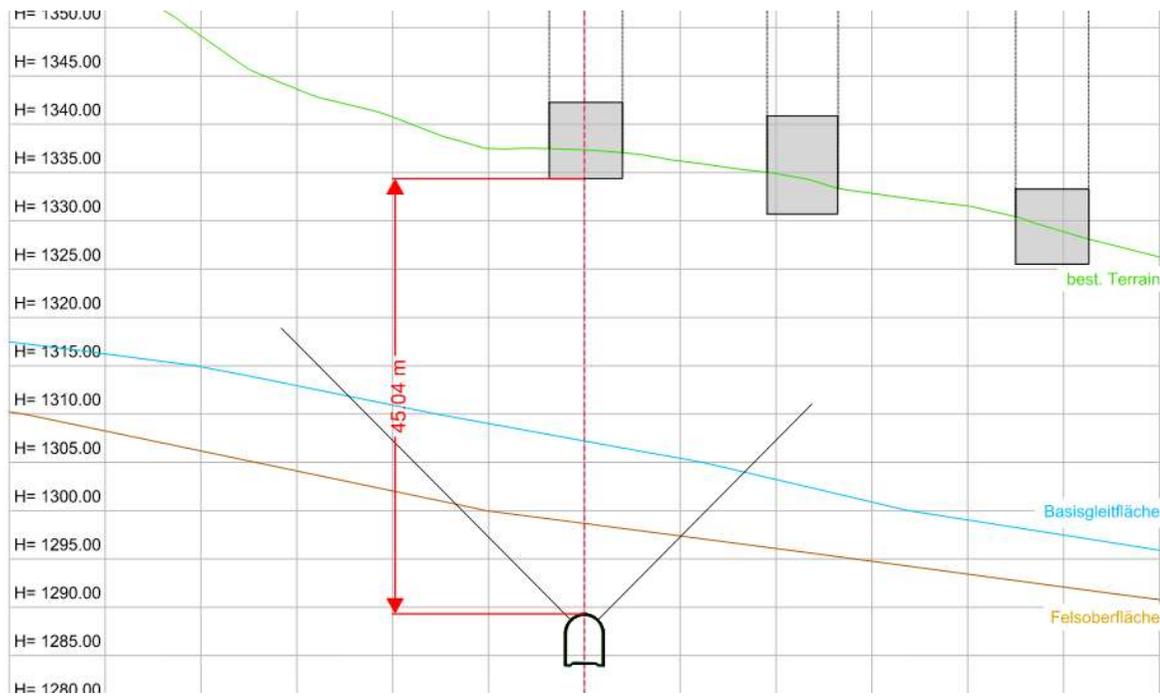
# Geometrische Verhältnisse Querprofil 2



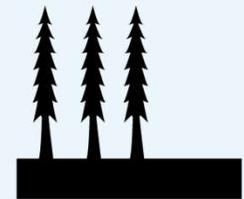
20



# Geometrische Verhältnisse Querprofil 3



# 4. Tunnelvortrieb



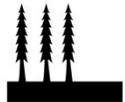
Tunnelvortrieb

## **Bauen mit dem Baustoff Baugrund**

Tunnelbau bedeutet mit dem Baustoff „Baugrund“ zu bauen

Materialeigenschaften grossen Schwankungen unterworfen

→ **Tatsächliche Verhältnisse können von Prognose abweichen**



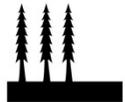
Tunnelvortrieb

## **Massnahmen zur Gewährleistung eines sicheren Hohlraumes**

Vorauserkundungsbohrungen

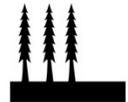
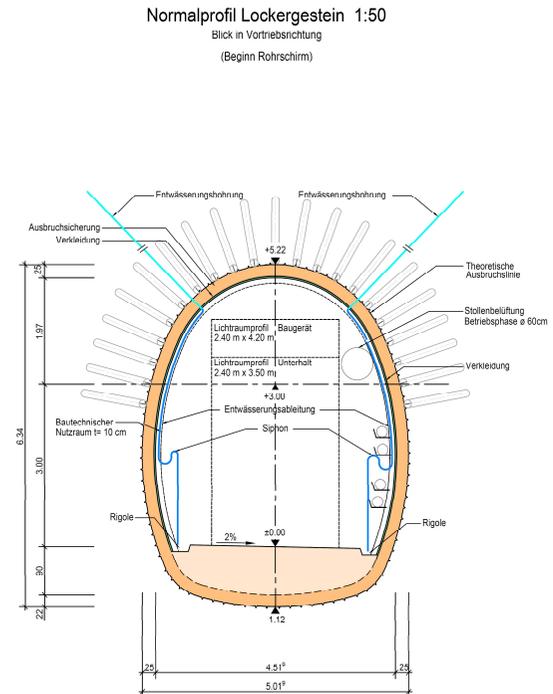
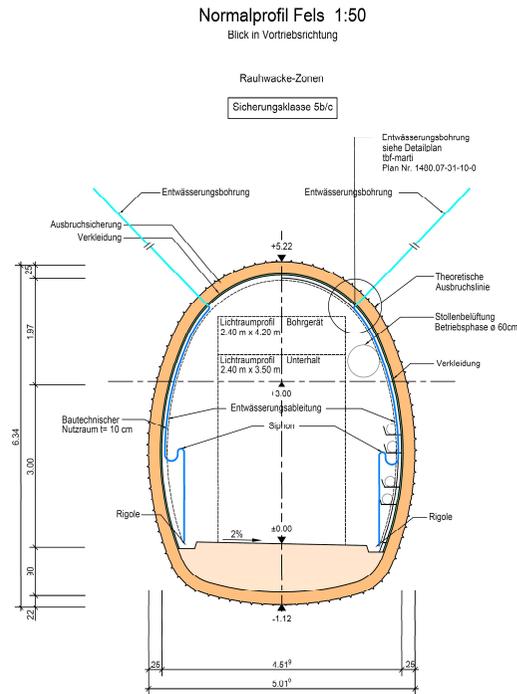
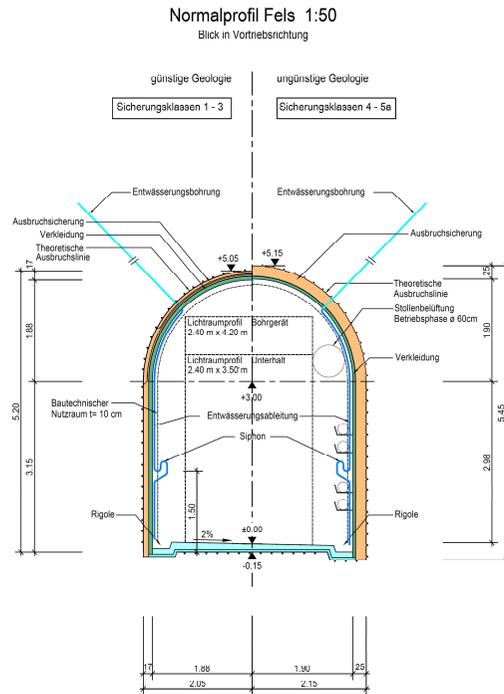
Laufende Beurteilung Baugrund durch Geologe, Bauführer und Bauleitung

→ **Beschluss anzuwendende Sicherungsklasse**



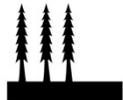
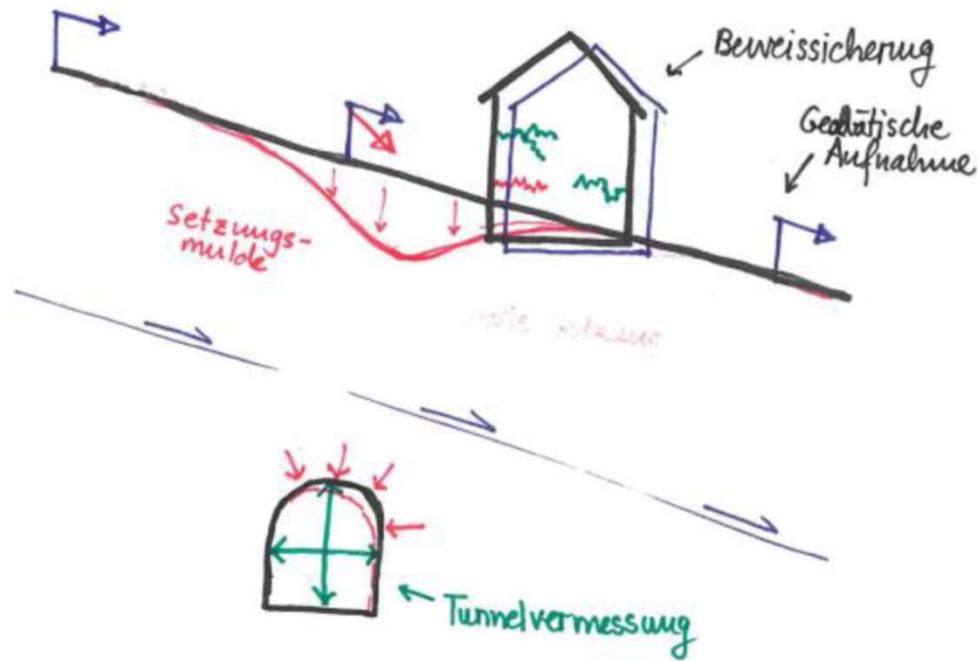
# Tunnelvortrieb

## Sicherungsklassen

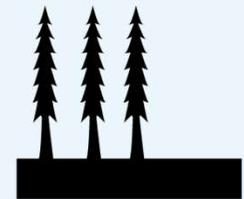


Tunnelvortrieb

# Restrisiko unvorhergesehener, zu grosser Deformationen



# 5. Konzept



Konzept

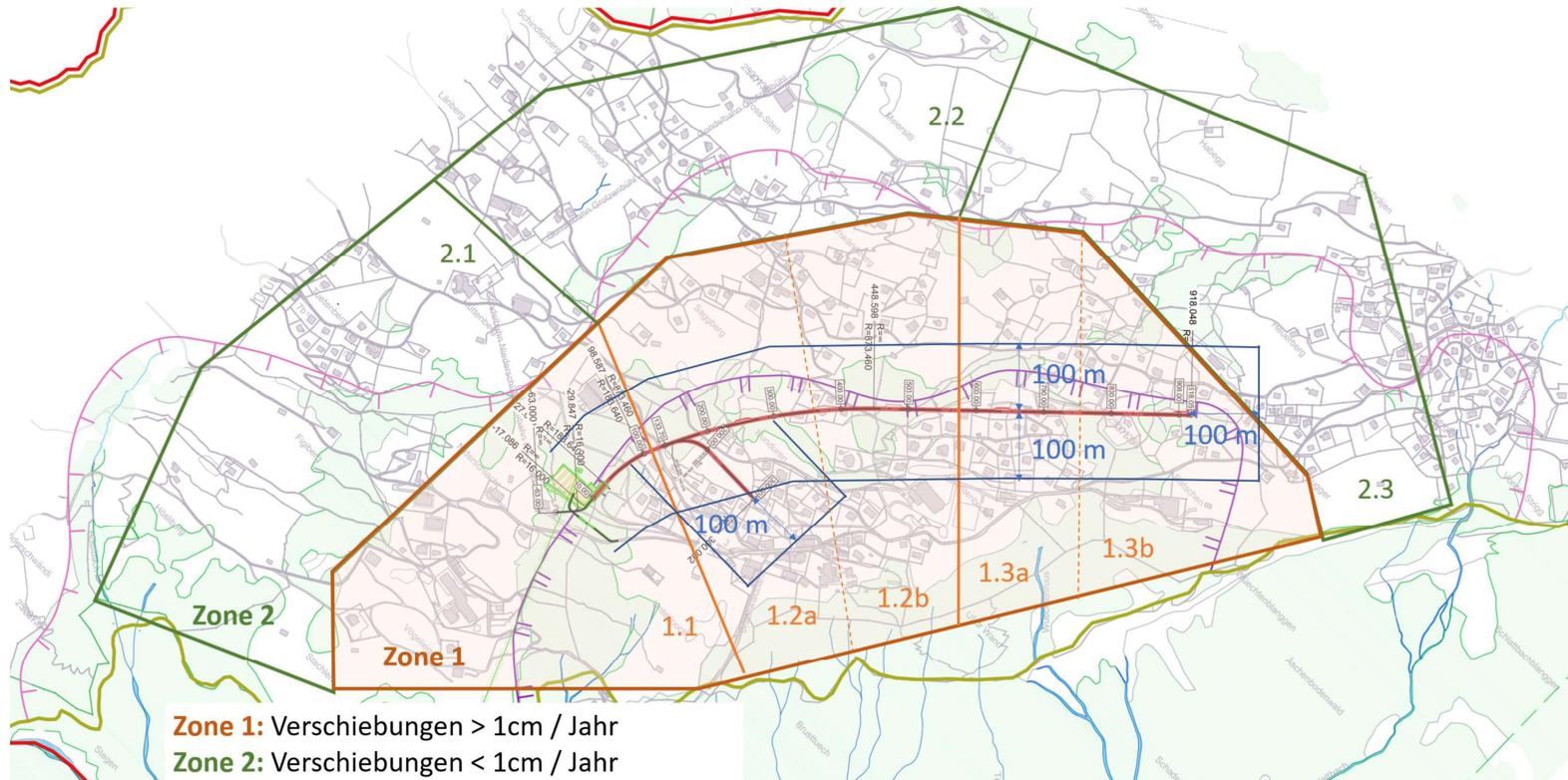
## **Übersicht Massnahmen**

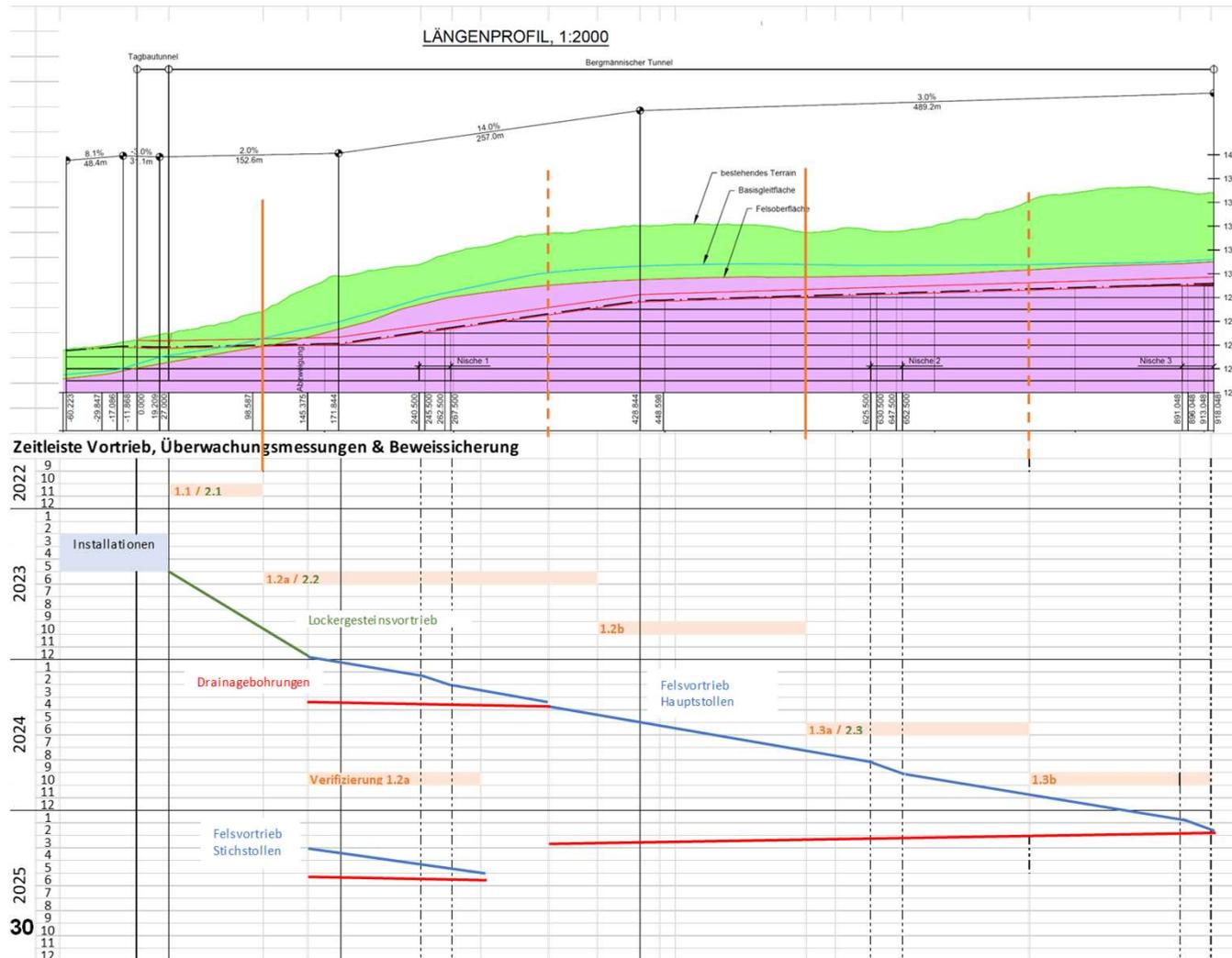
1. Vorsorgliche, beweissichernde Aufnahmen (Rissprotokolle, Fotodokumentationen) an Häusern, Umgebungsbauwerken und Infrastrukturen
2. Verkürzung der Messintervalle bei langfristig überwachten Punkten
3. Ergänzende geodätische Überwachungsmessungen in Einflussbereich von 100 m links und rechts der Stollenachse relativ zu langfristig überwachten Punkten:
  - Messtechnische Bestimmung der Setzungmulde in ausgewählten Querprofilen
  - Einmessen von Fixpunkten bei ausgewählten, kritischen Gebäuden

Konzept

# Grundlage Definition von Zonen

Zone 1: Verschiebung > 1 cm/Jahr  
Zone 2: Verschiebung > 1 cm/Jahr





Überwachungs-  
massnahmen  
haben eine  
zeitliche Abfolge  
nach  
Baufortschritt!

Zusätzliche  
Messungen im  
gleichen Zeitraum  
wie Aufnahmen.

Messungen und  
Aufnahmen, wenn  
kein Schnee liegt!

Konzept

# Vorsorgliche Beweissichernde Massnahmen

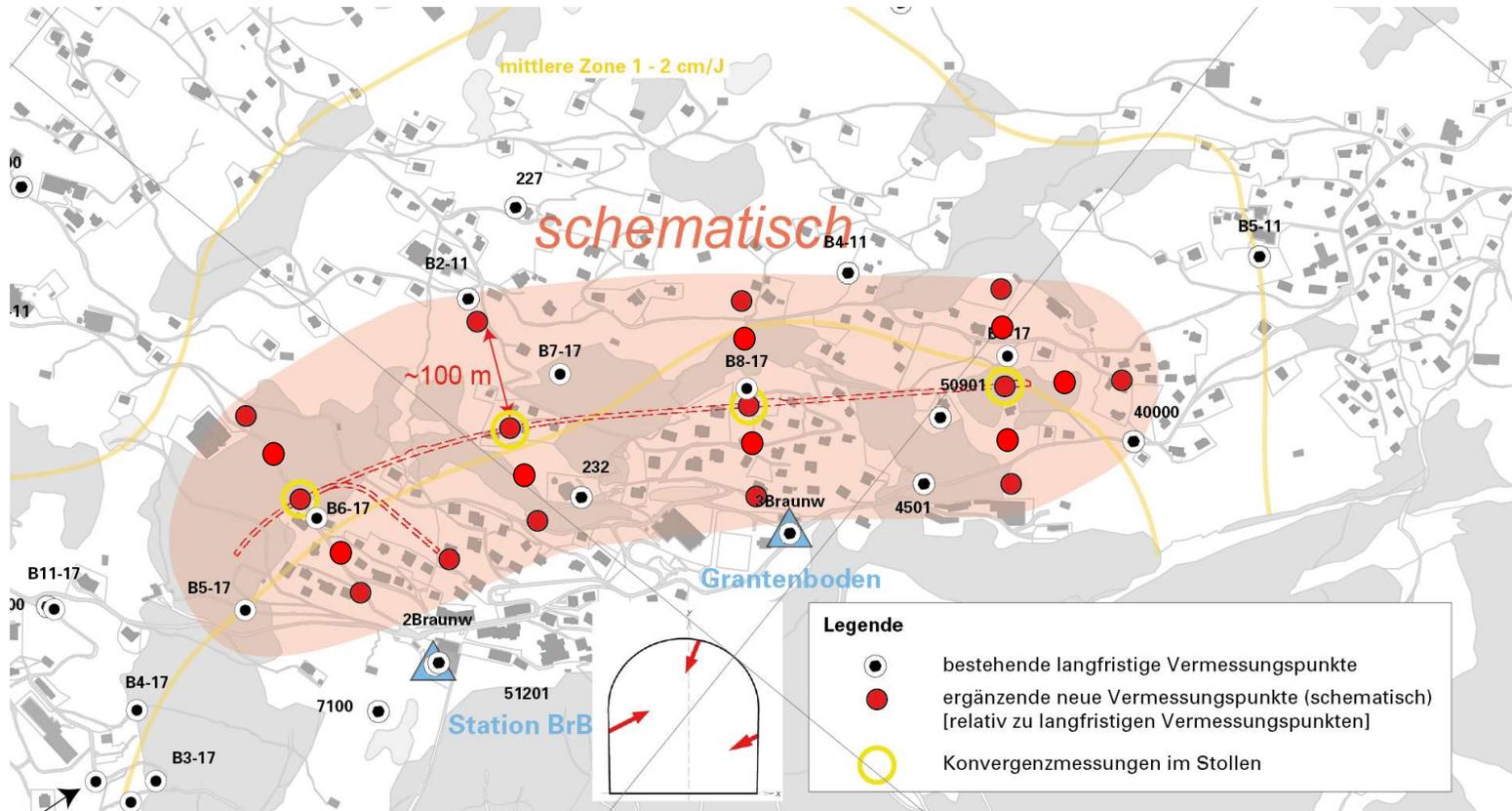


Typisierung Gebäude



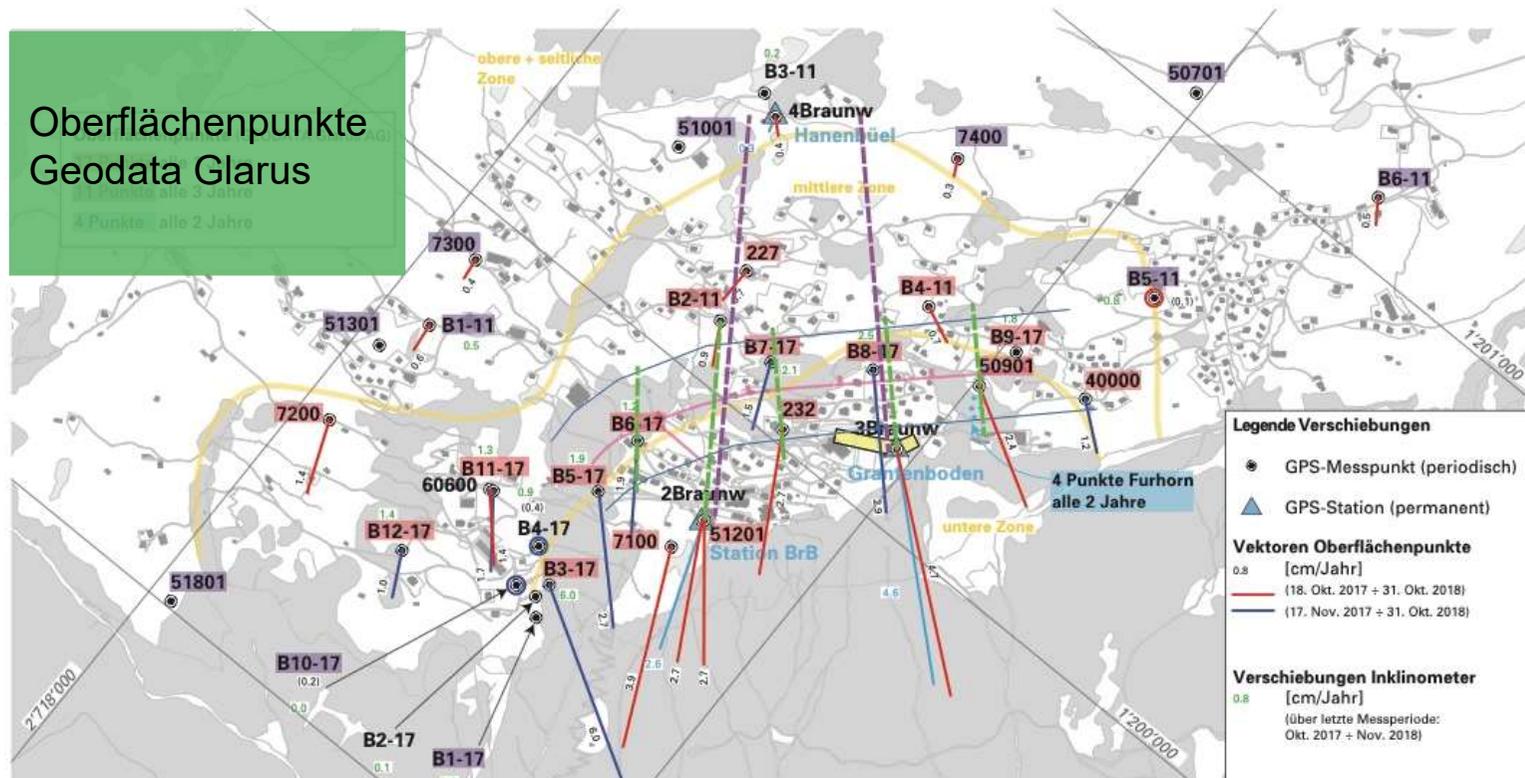
Konzept

# Verkürzung Messintervall / Ergänzung Messpunkte



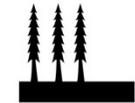
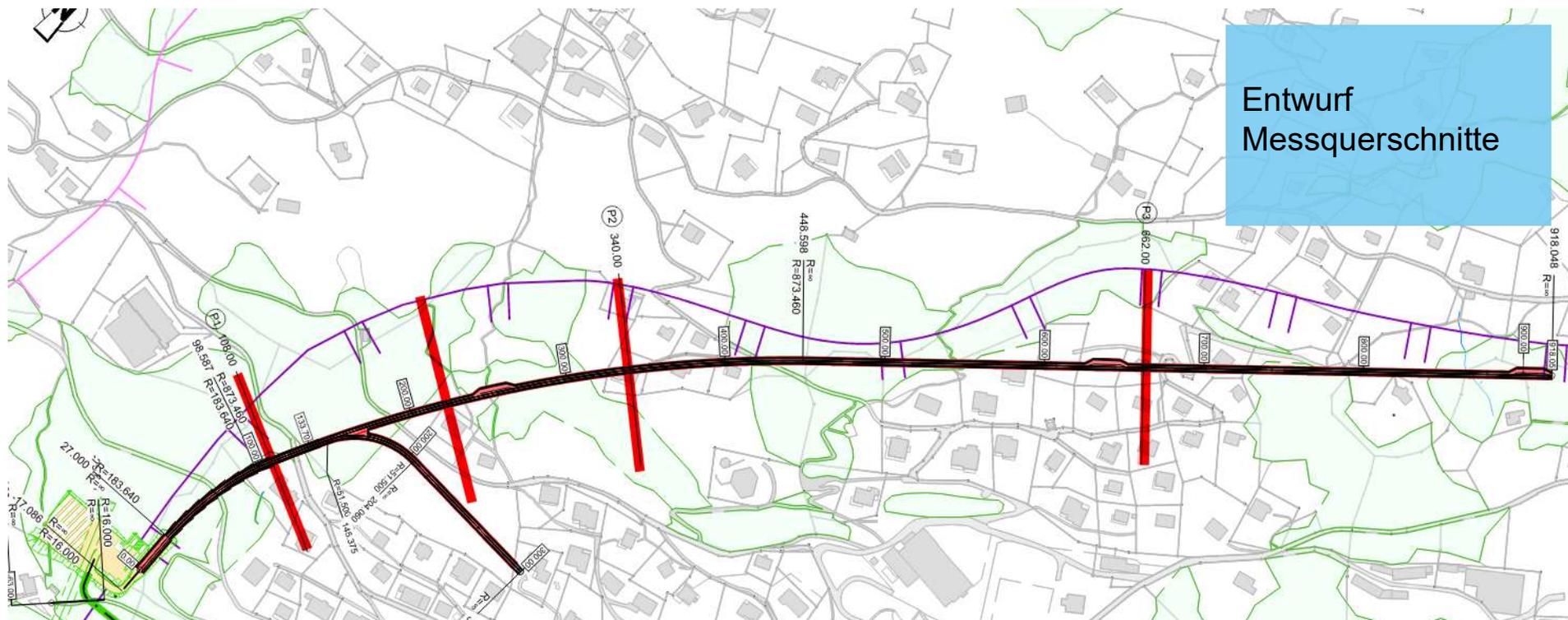
Konzept

# Verkürzung Messintervalle

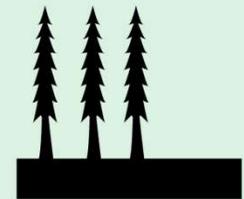


Konzept

# Bestimmung Setzungsmulden und Einmessen Gebäude



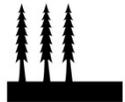
# 6. Umsetzung



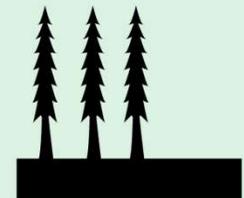
Umsetzung

## **Unabhängige Ausführung**

- Durchführung Rissaufnahmen und Erstellung der Fotodokumentationen durch neutrale Unternehmung (noch zu beschaffende Leistung)
- In Abhängigkeit Gebäudetyp und Lage:
  - a) selbständige Aufnahme und Dokumentation von aussen
  - b) von Seiten Eigentümer und Vertreter Korporation begleitete Aufnahmen von innen und aussen



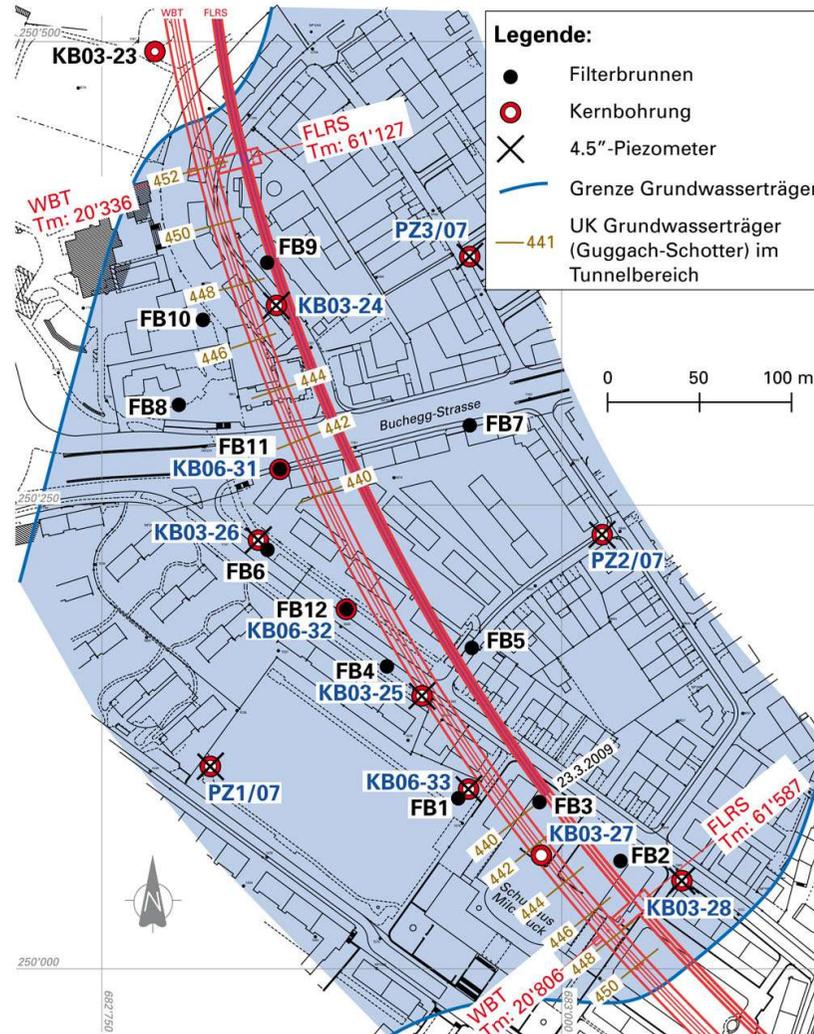
# 7. Beispiele



## Beispiel 1: SBB-DML, Zürich Felsdepression Buchegg

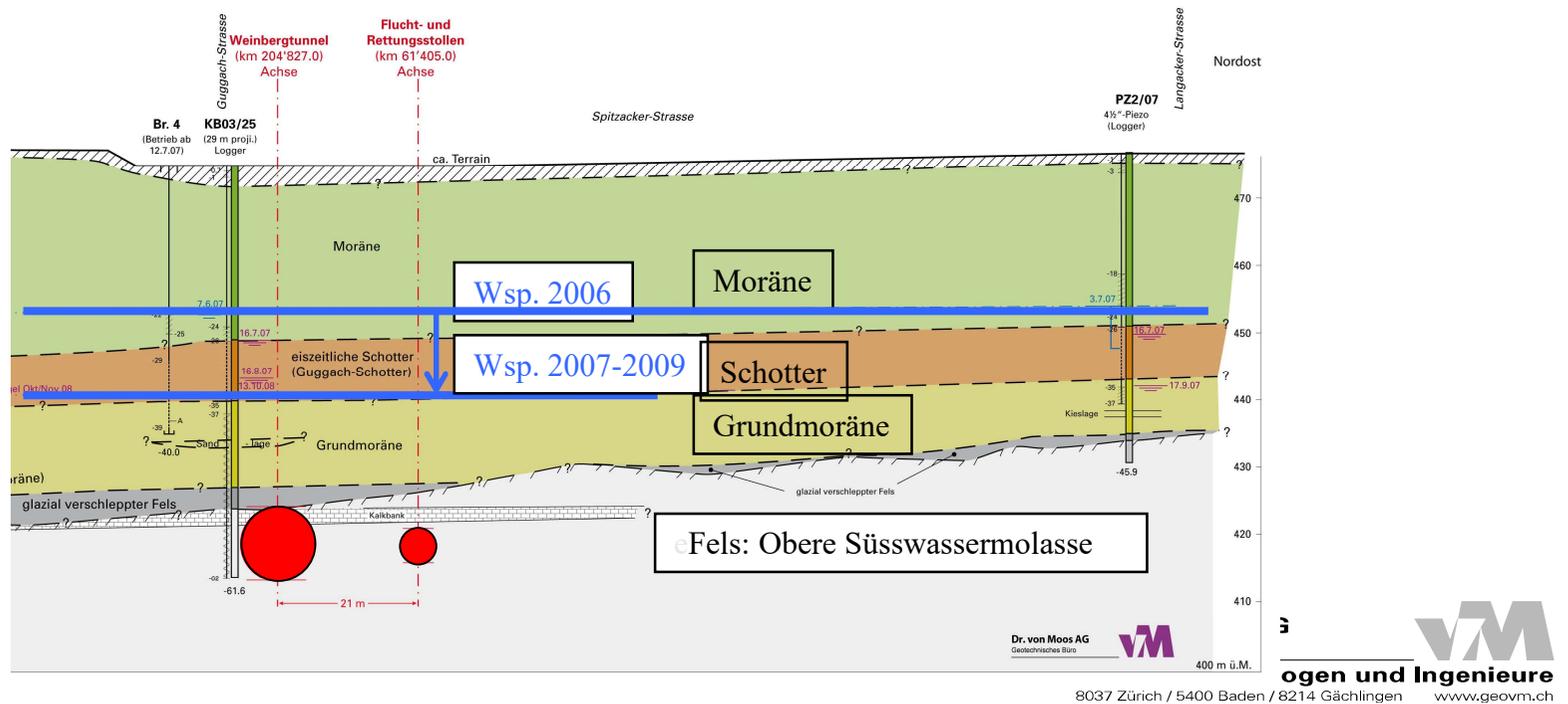
### Dispositiv der Grundwasserabsenkung

- 12 Filterbrunnen  
4.5“ und 7“
- 9 Kontrollpiezometer resp.  
Druckgeber



# Beispiel 1: SBB-DML, Zürich Felsdepression Buchegg

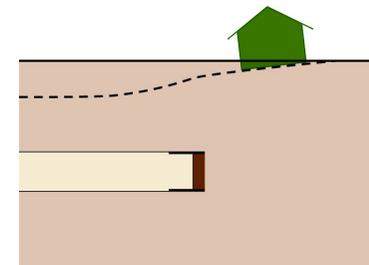
## Querprofil 3: Absenkung Grundwasserspiegel



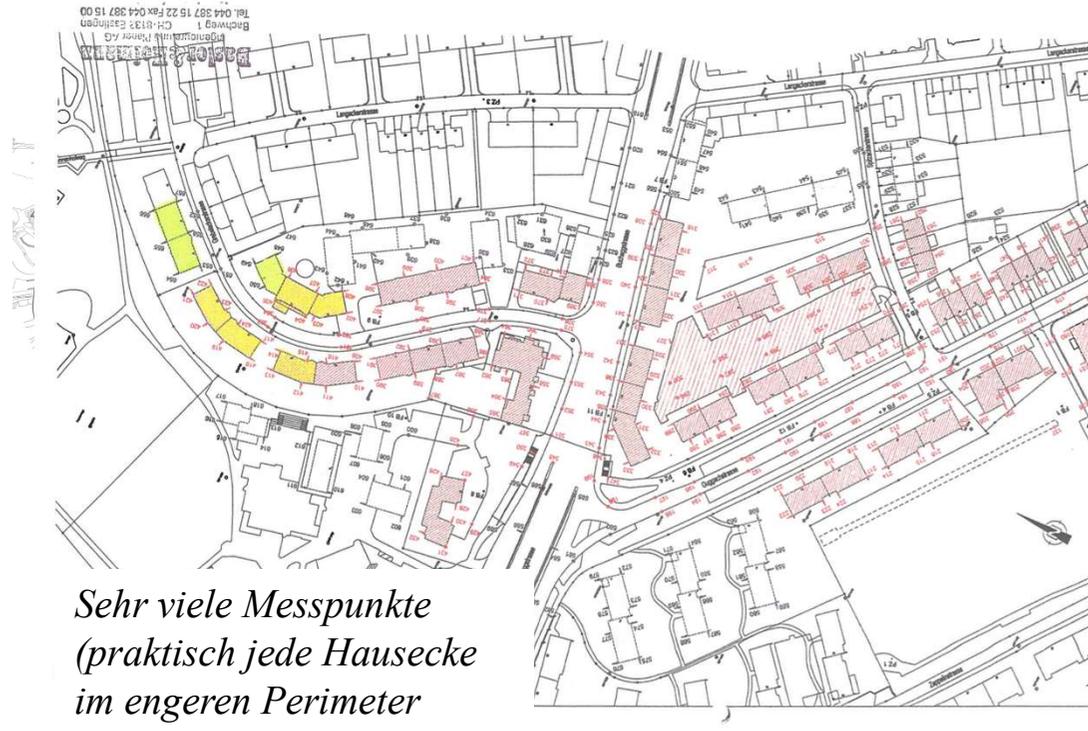
## Rechnerische Abschätzung der Setzungen bei der Durchfahrung der Felsdepression Buchegg

*Massgebende Setzungen maximal 15 mm bei einer Muldenneigung von 1:10'000 als **Kombination** von*

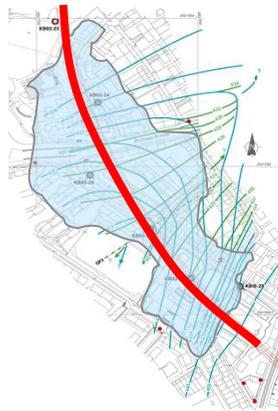
- a) **Setzungen durch Grundwasserabsenkung** (Grössenordnung von 10-15 mm, Reichweite mehrere 100 Meter)*
- b) **Setzungen durch Tunnelvortrieb** (max. 6 mm, Ende der Setzungsmulde 160 m ab Tunnelachse)*



## SBB-DML, Zürich: Felsdepression Buchegg



# Setzungen Woche 43/07 (GW-Absenkung rund 12 m)



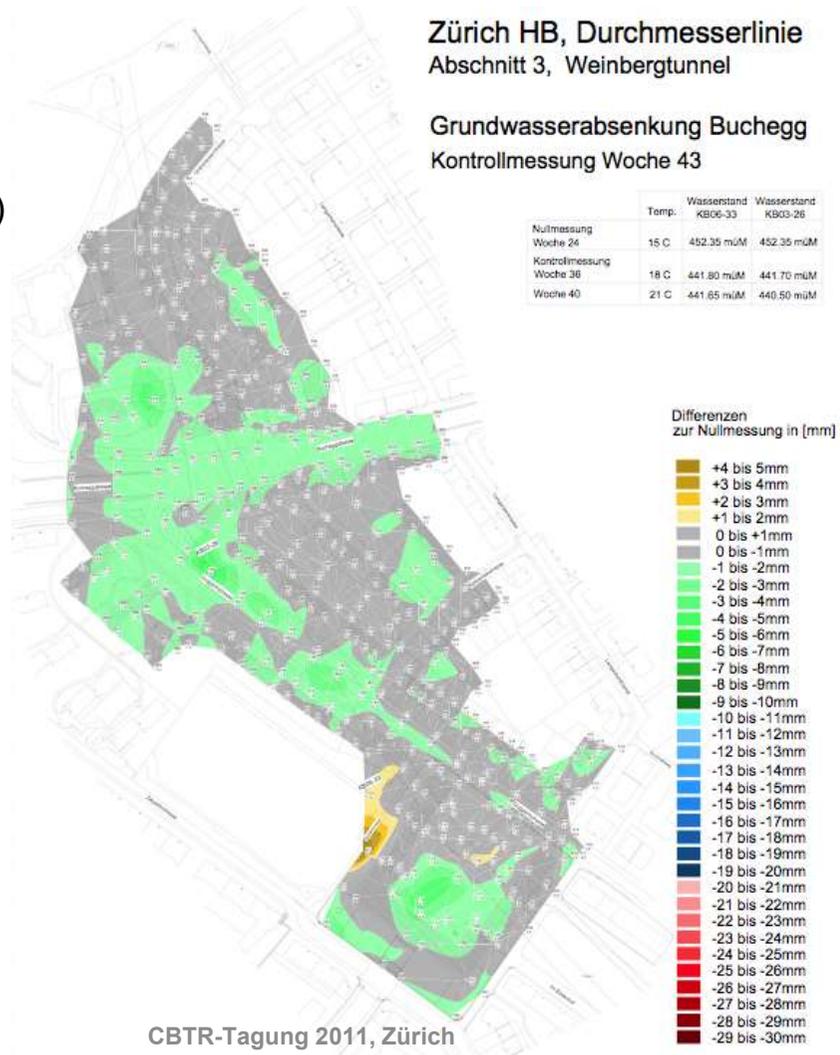
Grundwasserabsenkung  
nach 20 Wochen:  
**Setzungen bis 4 mm**

Dr. Stephan Frank

Zürich HB, Durchmesserlinie  
Abschnitt 3, Weinbergtunnel

Grundwasserabsenkung Buchegg  
Kontrollmessung Woche 43

	Temp.	Wasserstand KB05-33	Wasserstand KB03-26
Nullmessung			
Woche 24	15 C	452.35 müM	452.35 müM
Kontrollmessung			
Woche 36	18 C	441.80 müM	441.70 müM
Woche 40	21 C	441.65 müM	440.50 müM



CBTR-Tagung 2011, Zürich

# Setzungen nach Tunnelvortrieb (Mai 2009)

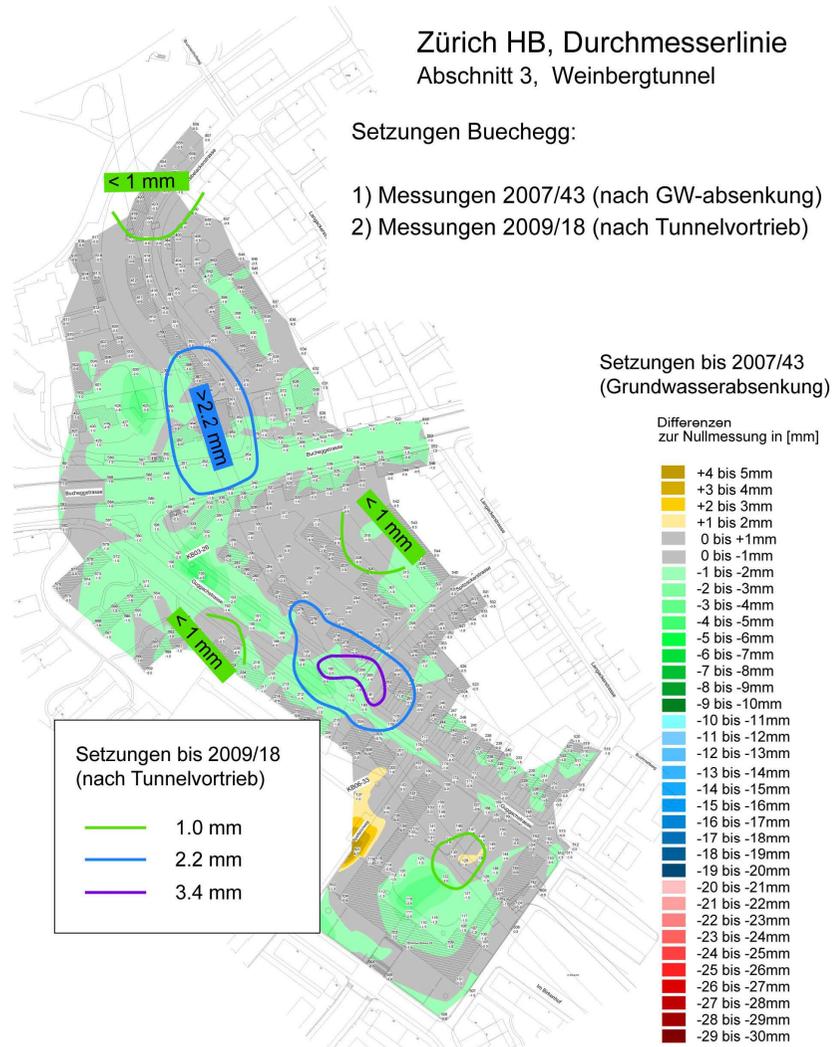


Zusätzliche Setzungen durch Vortrieb:  
*1-3 mm, eng begrenzt*

## Zürich HB, Durchmesserlinie Abschnitt 3, Weinbergtunnel

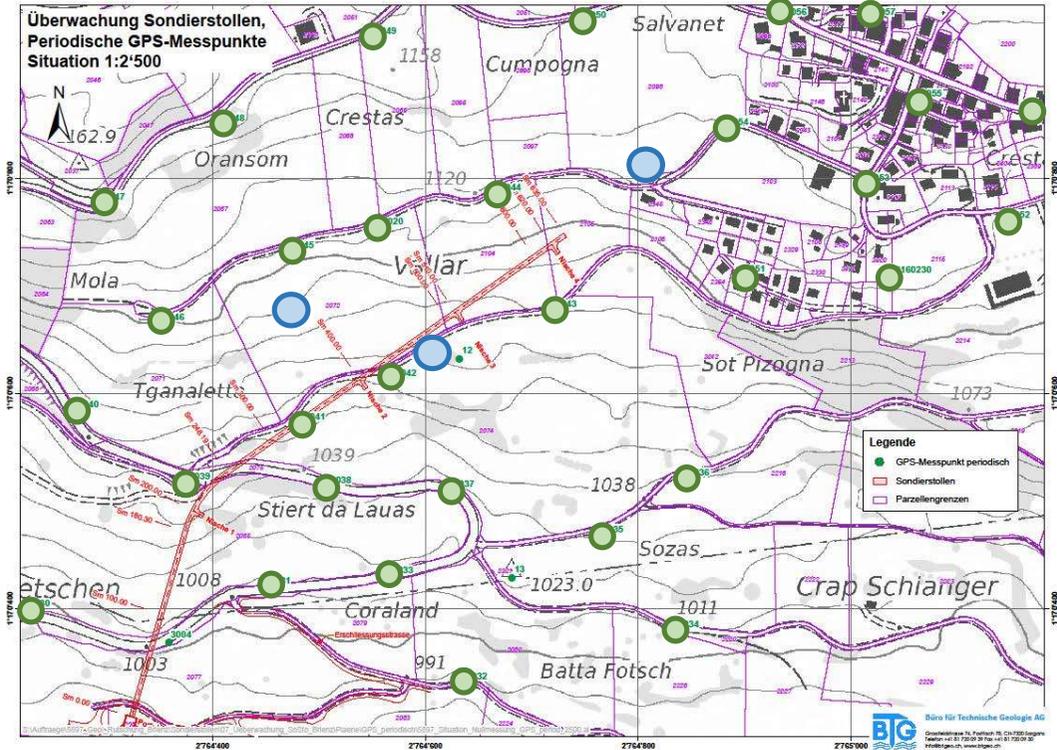
Setzungen Buechegg:

- 1) Messungen 2007/43 (nach GW-absenkung)
- 2) Messungen 2009/18 (nach Tunnelvortrieb)



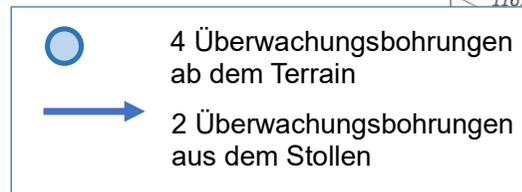
# Beispiel 3: Brienz / Brinzauls GR

- 31 zusätzliche periodische GPS-Messpunkte
- 3 zusätzliche permanente GPS-Messstationen

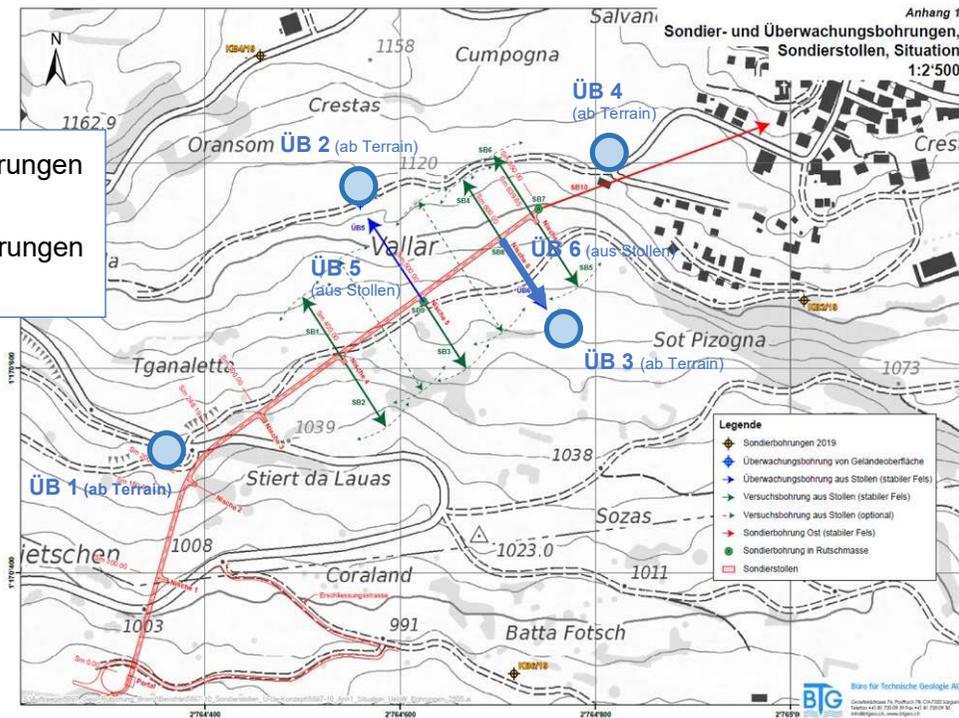


## Beispiel 3: Brienz / Brinzauls GR

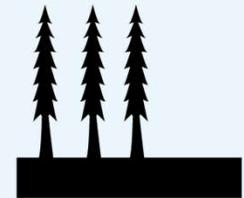
### Überwachung des Wasserdruckes im Gebirge



In die Überwachungsbohrungen werden Porenwasserdruckgeber eingebaut

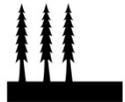


# 8. Beschlussfassung



## Vorgehenskonzept

1. Die potenziell im Einflussbereich der Drainagemassnahmen liegenden Bauwerke (siehe Zonenplan) werden kurz vor dem Bau des Stollens dokumentiert (Fotos, Rissprotokolle). Die Aufnahmen berücksichtigen dabei die Gebäudeart und richten sich nach dem Baufortschritt.
2. Das Messintervall der im Rahmen der langfristigen Erkundung des Bewegungsverhalten erfassten Oberflächenpunkte wird während der Ausführung verdichtet.
3. In einem engeren Bereich bis 100 m links und rechts der Stollenachse erfolgen zudem geodätische Vermessungen zur genauen Erfassung der Terrainbewegungen (horizontal und vertikal) relativ zu den bekannten langfristig überwachten Punkten.



Vielen Dank für  
ihre Aufmerksamkeit



**ENTWÄSSERUNG  
BRAUNWALD**

**—**  
Gemeinsam  
in eine sichere Zukunft