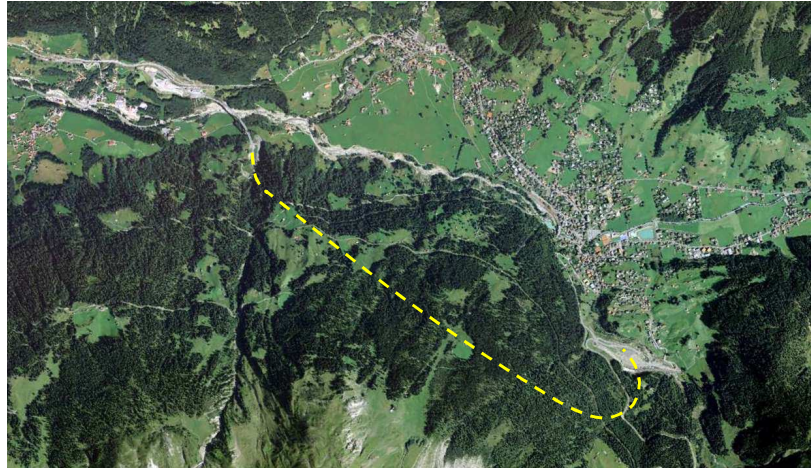


Kolloquium ETHZ: Tunnel in anhydritführendem Gebirge

QUELLERSCHEINUNGEN IM GOTSCHNATUNNEL

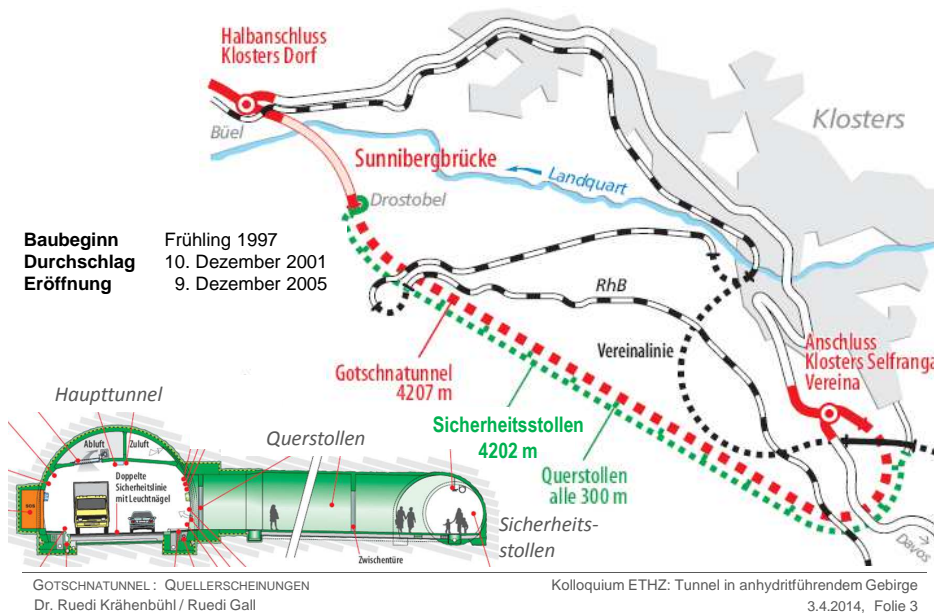
Referenten : Dr. Ruedi Krähenbühl und Ruedi Gall, Chur



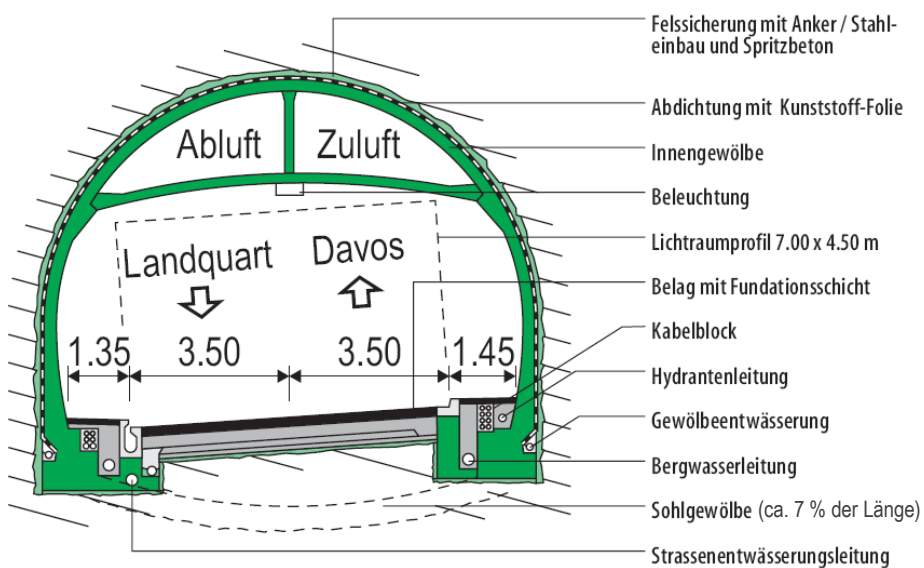
Inhalt Präsentation Gotschnatunnel

- 1. Überblick Bauwerke** (inkl. Bauvorgang) R. Gall
- 2. Resultate Überwachung und Inspektionen** R. Gall
- 3. Geologische Abklärungen** R. Krähenbühl

1. Übersicht Bauwerke



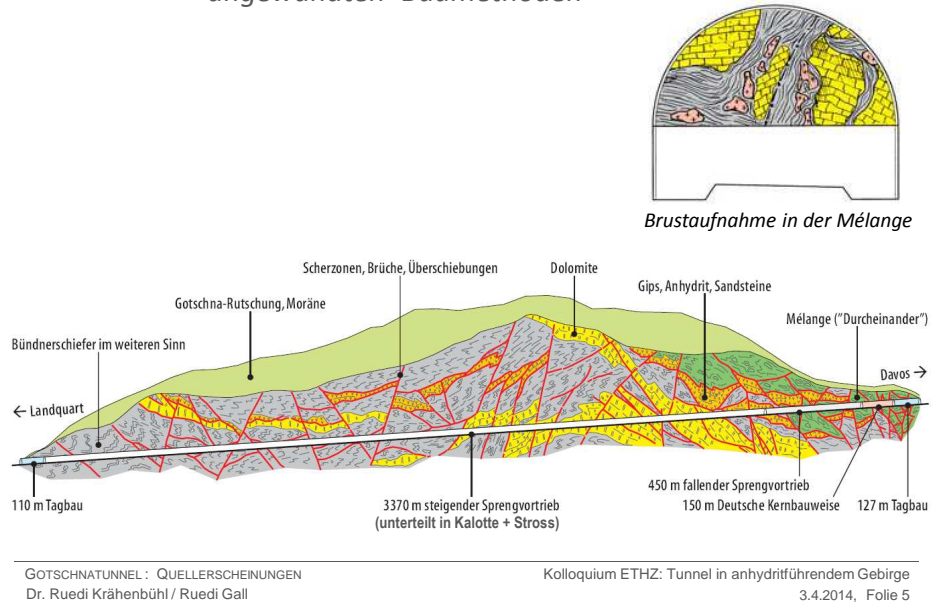
Tunnel – Normalprofil (ca. 90% der Länge)



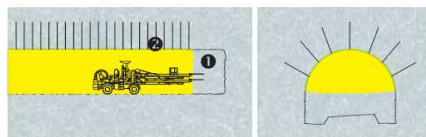
GOTSCHNATUNNEL : QUELLERSCHENUNGEN
 Dr. Ruedi Krähenbühl / Ruedi Gall

Kolloquium ETHZ: Tunnel in anhydritführendem Gebirge
 3.4.2014, Folie 4

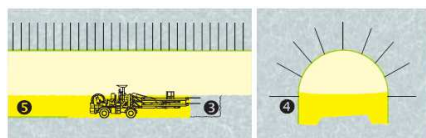
Geologischer Längsschnitt mit den angewandten Baumethoden



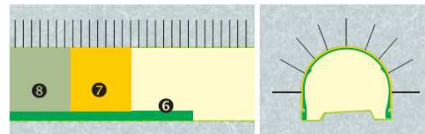
Angewandte Standard-Baumethode Haupttunnel



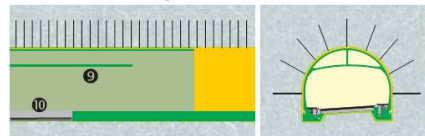
- 1 Bohren, Sprengen und Schüttern der Abschlüge von je 4 m Länge
- 2 Felssicherung mit Anker / Spritzbeton



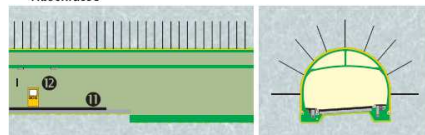
- 3 Bohren, Sprengen und Schüttern der Strossenabschlüge
- 4 Felssicherung mit Anker / Spritzbeton
- 5 Einbringen des Sohlenbetons



- 6 Betonieren der Gewölbefundamente
- 7 Abdichten des Gewölbes mit einer Kunststoff-Folie
- 8 Betonieren des Innengewölbes

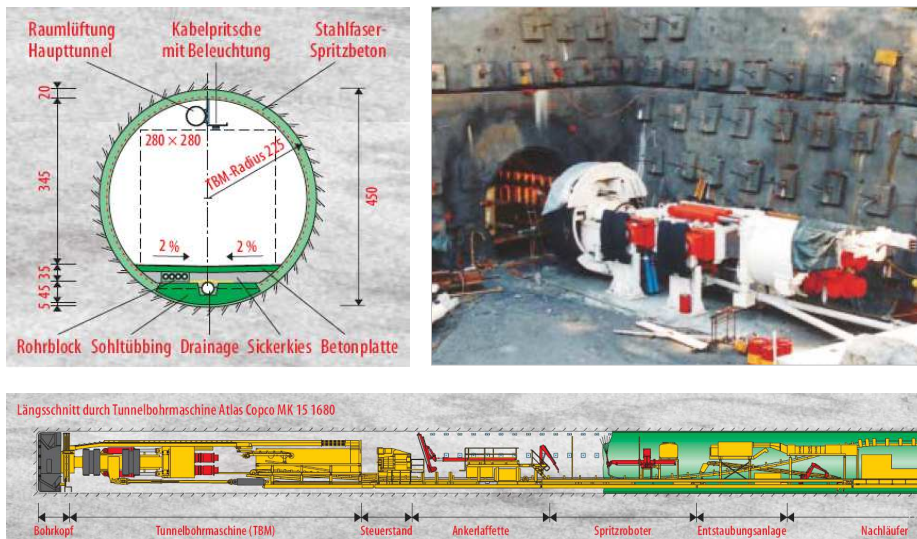


- 9 Betonieren der Zwischendecke mit Trennwand
- 10 Erstellen der Werkleitungen, Entwässerungsleitungen und Abschlüsse



- 11 Einbringen Fundamentalschicht und Belag
- 12 Installation der elektromechanischen Anlagen; Signalisation und Markierung

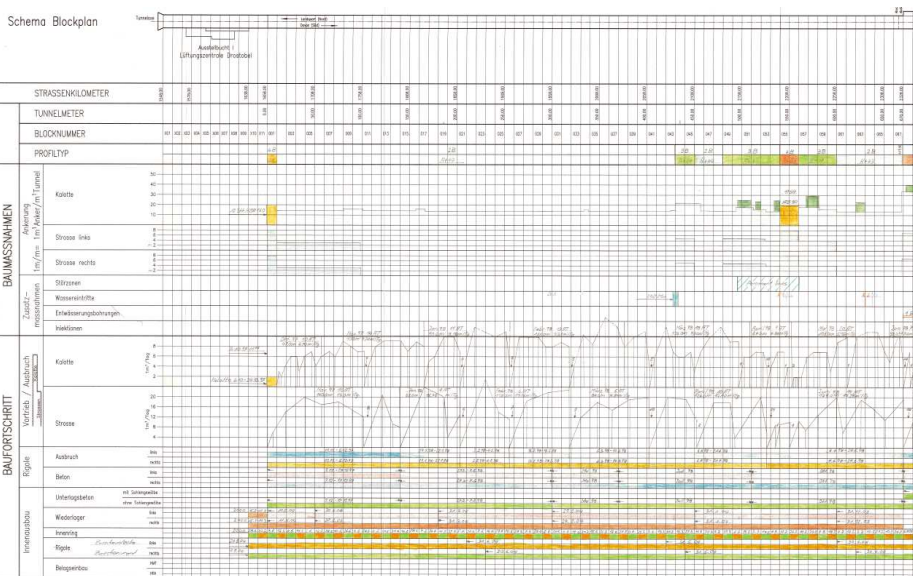
Vortrieb / Ausbau Sicherheitsstollen



GOTSCHNATUNNEL : QUELLERSCHENUNGEN
Dr. Ruedi Krähenbühl / Ruedi Gall

Kolloquium ETHZ: Tunnel in anhydritführendem Gebirge
3.4.2014, Folie 7

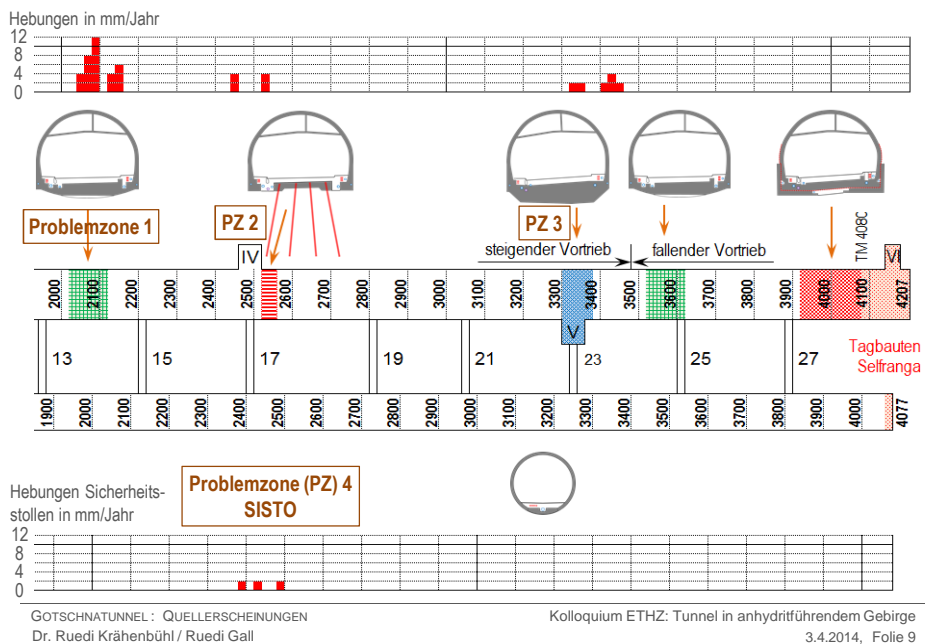
Bautechnische Tunnelaufnahmen



GOTSCHNATUNNEL : QUELLERSCHENUNGEN
Dr. Ruedi Krähenbühl / Ruedi Gall

Kolloquium ETHZ: Tunnel in anhydritführendem Gebirge
3.4.2014, Folie 8

2. Resultate Überwachung und Inspektionen

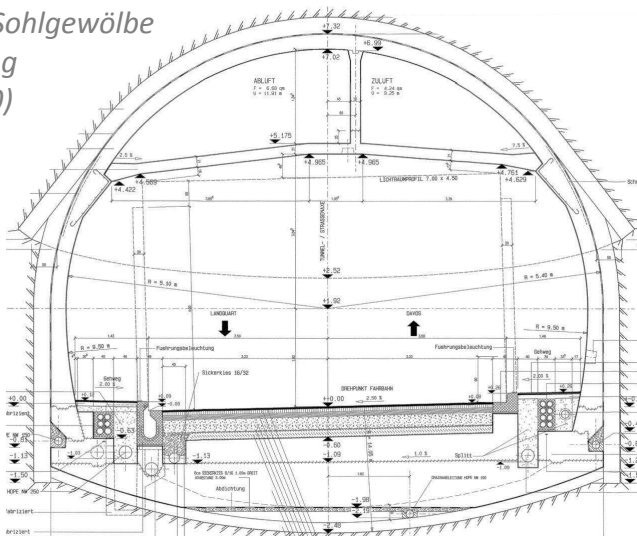


Problemzone 1 (TM 2'030 – 2'180, betroffene Länge ca. 150 m)

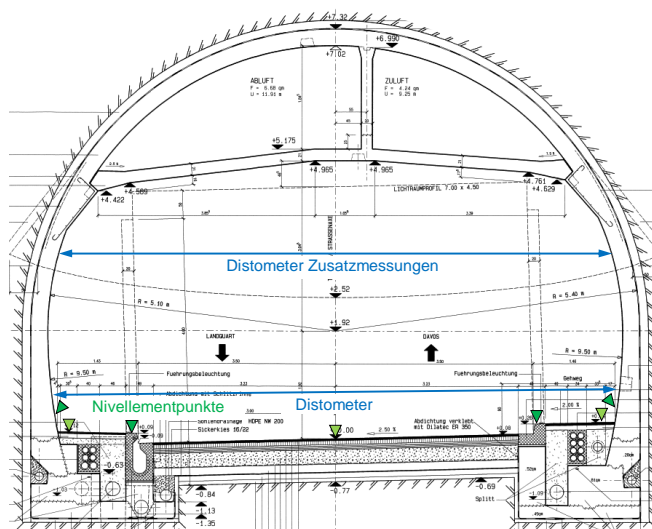
Normalprofil mit Sohlgewölbe und Vollabdichtung (TM 2'030 – 2'110)

Einbau Sohlgewölbe Okt. '02 bis Jan. '03
Gewölbe April 2003

Hebungen bis 13 mm/Jahr



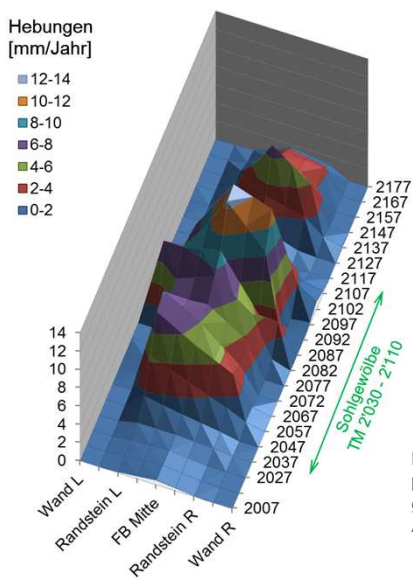
Problemzone 1 TM 2'000 – 2'200 : Messungen



GOTSCHNATUNNEL : QUELLERSCHENUNGEN
Dr. Ruedi Krähenbühl / Ruedi Gall

Kolloquium ETHZ: Tunnel in anhydritführendem Gebirge
3.4.2014, Folie 11

Problemzone 1 Deformationsgeschwindigkeiten TM 2'000 - 2'200
(max. 13 mm/Jahr)



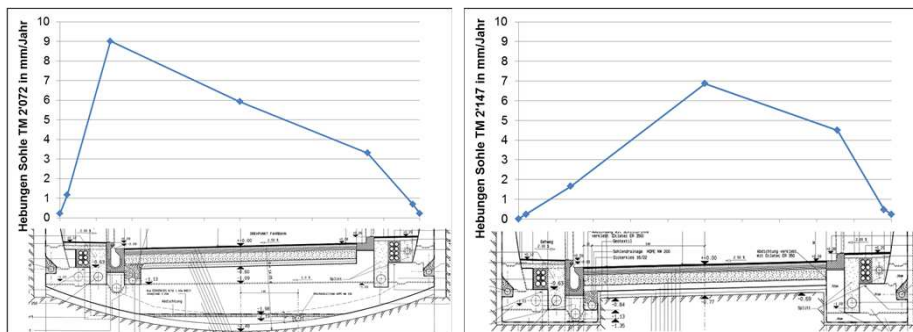
Bemerkung :
praktisch unveränderte Deformationsgeschwindigkeiten seit Messbeginn 2007
Abgeschätzte Gesamthebung ca. 15 cm

GOTSCHNATUNNEL : QUELLERSCHENUNGEN
Dr. Ruedi Krähenbühl / Ruedi Gall

Kolloquium ETHZ: Tunnel in anhydritführendem Gebirge
3.4.2014, Folie 12

Problemzone 1

Deformationsverteilung Querschnitte
TM 2'072 und 2'147



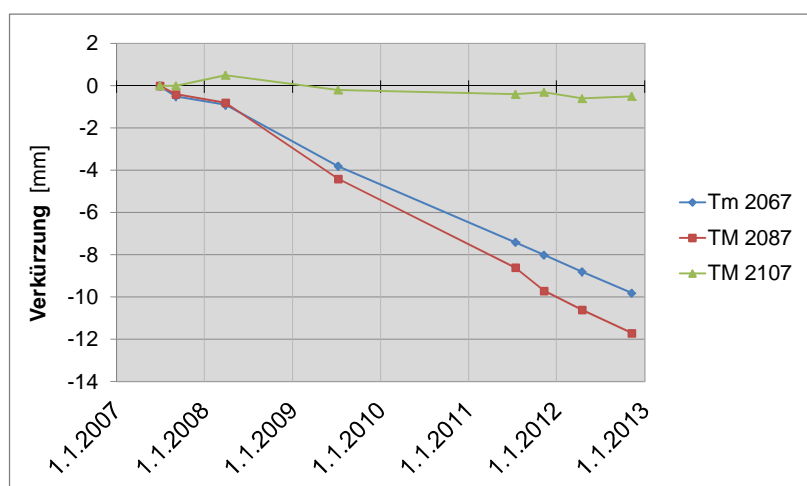
Bemerkung : Bankette häufig mit klaffenden Rissen, d.h. Sohlgewölbe 'zerstört'

GOTSCHNATUNNEL : QUELLERSCHENUNGEN
Dr. Ruedi Krähenbühl / Ruedi Gall

Kolloquium ETHZ: Tunnel in anhydritführendem Gebirge
3.4.2014, Folie 13

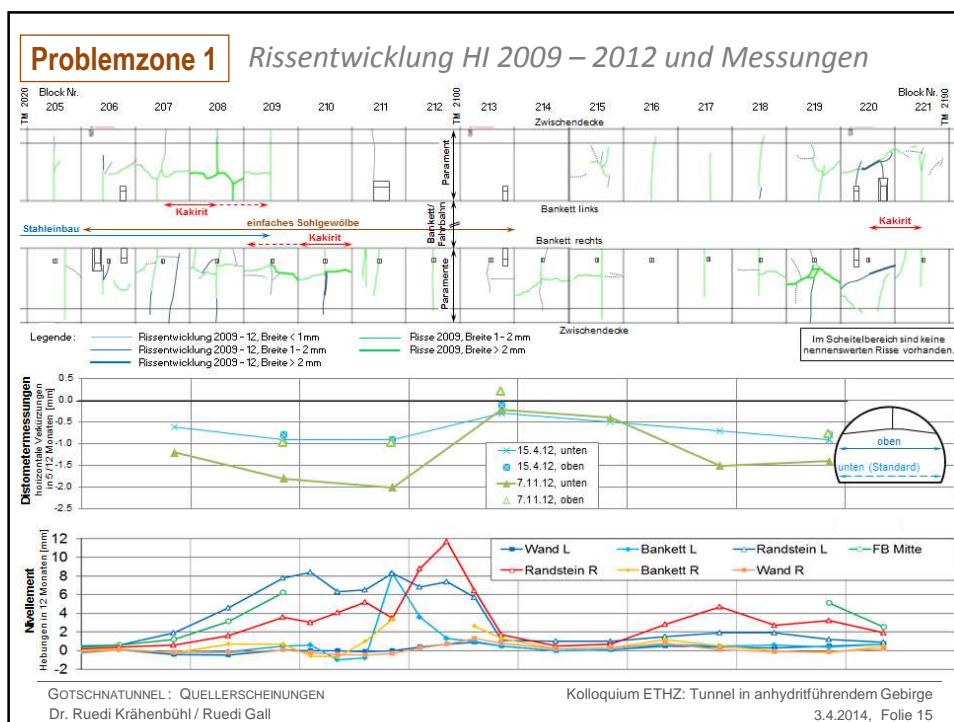
Problemzone 1

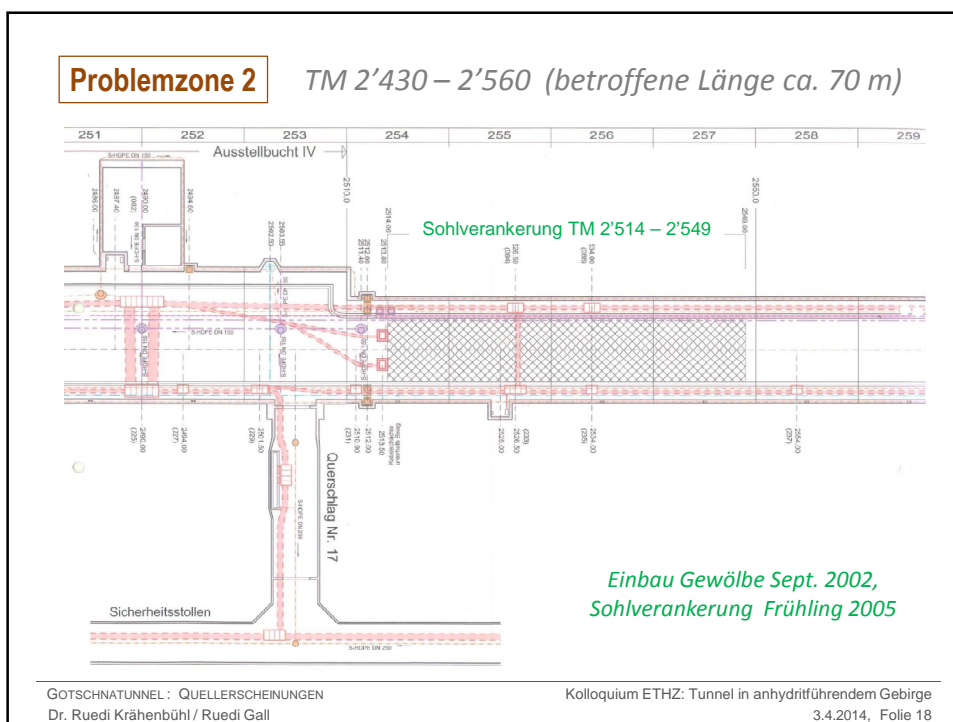
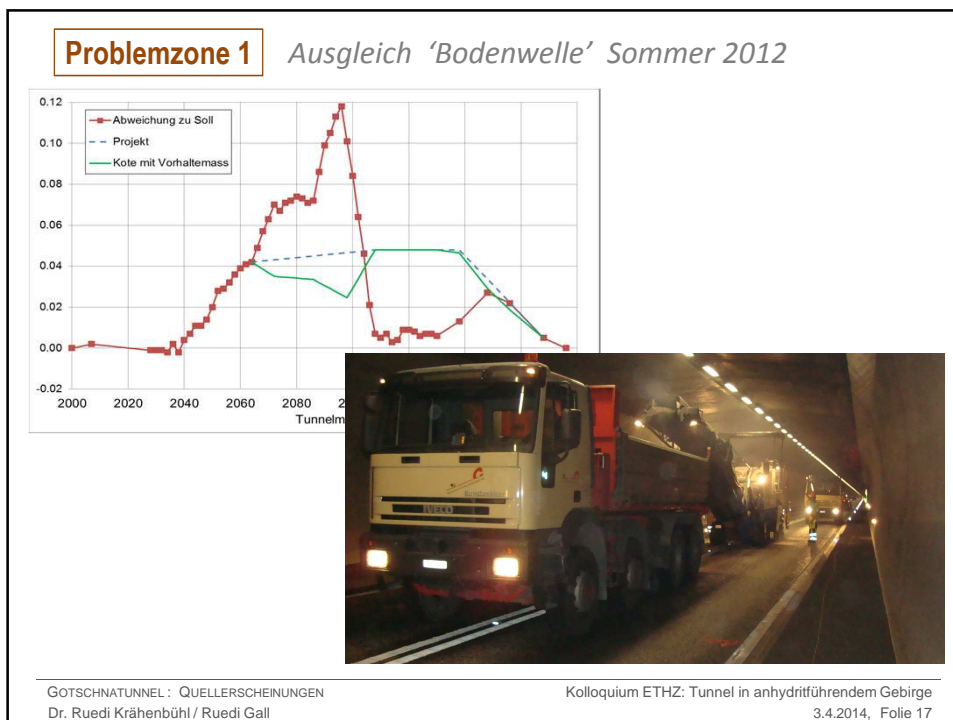
Verkürzungen zwischen den Ulmen
TM 2'067, 2'087 und 2'107



GOTSCHNATUNNEL : QUELLERSCHENUNGEN
Dr. Ruedi Krähenbühl / Ruedi Gall

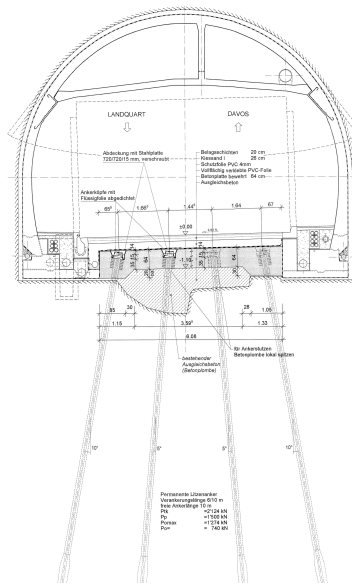
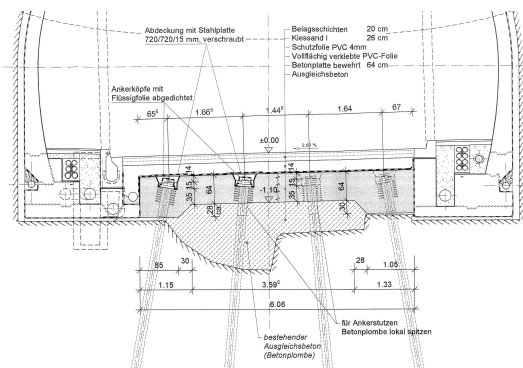
Kolloquium ETHZ: Tunnel in anhydritführendem Gebirge
3.4.2014, Folie 14





Problemzone 2 (TM 2'430 - 2'560, betroffene Länge ca. 70 m)

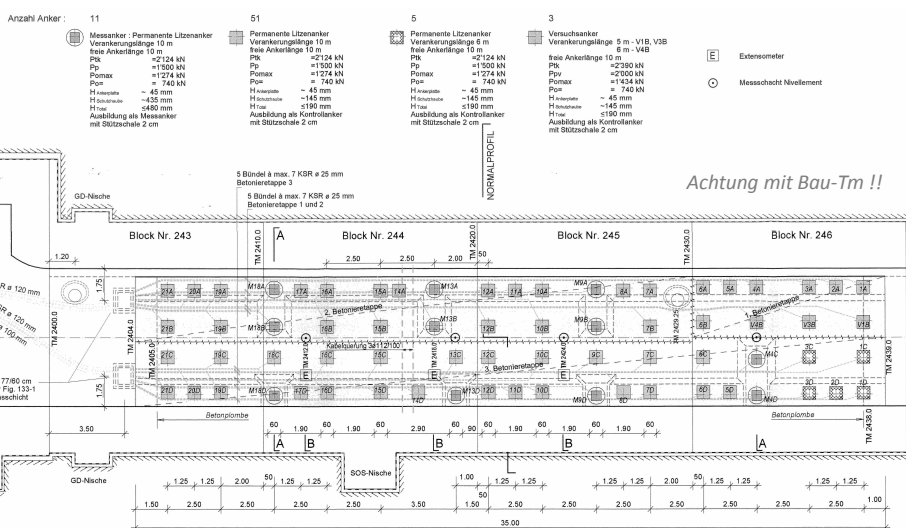
Sohlverankerung TM 2'514 – 2'549
(total 70 Anker, Einbau Frühling 2005)



GOTSCHNATUNNEL : QUELLERSCHENUNGEN
Dr. Ruedi Krähenbühl / Ruedi Gall

Kolloquium ETHZ: Tunnel in anhydritführendem Gebirge
3.4.2014, Folie 19

Problemzone 2 Sohlverankerung TM 2'514 – 2'549 : Grundriss
(total 70 Anker)



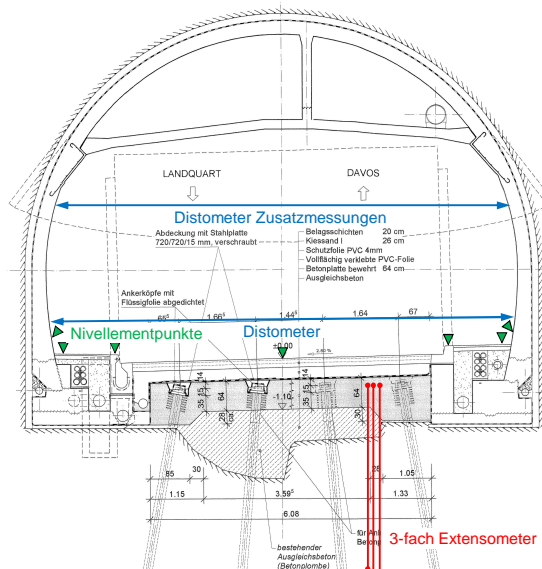
GOTSCHNATUNNEL : QUELLERSCHENUNGEN
Dr. Ruedi Krähenbühl / Ruedi Gall

Kolloquium ETHZ: Tunnel in anhydritführendem Gebirge
3.4.2014, Folie 20

Problemzone 2

Sohlverankerung
TM 2'514 – 2'549 :

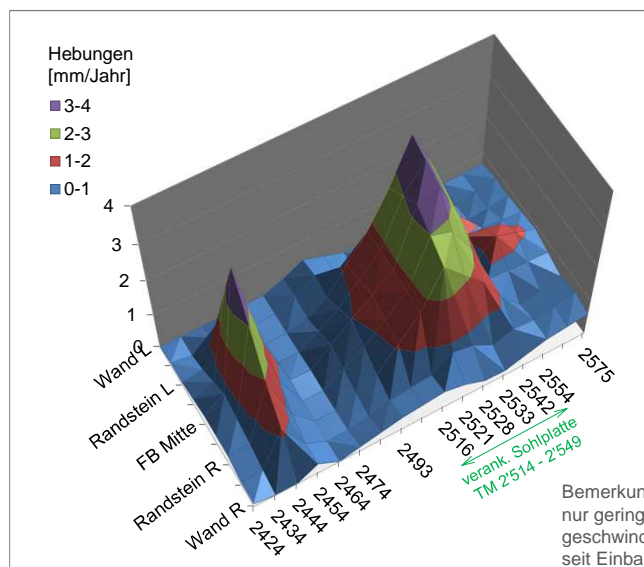
Messungen



GOTSCHNATUNNEL : QUELLERSCHENUNGEN
Dr. Ruedi Krähenbühl / Ruedi Gall

Kolloquium ETHZ: Tunnel in anhydritführendem Gebirge
3.4.2014, Folie 21

PZ 2 Aktuelle Deformationsgeschwindigkeiten TM 2'424 bis 2'575
(max. 4 mm/Jahr)



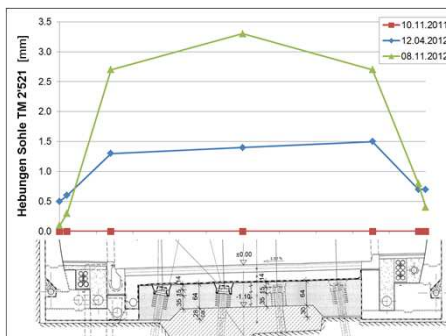
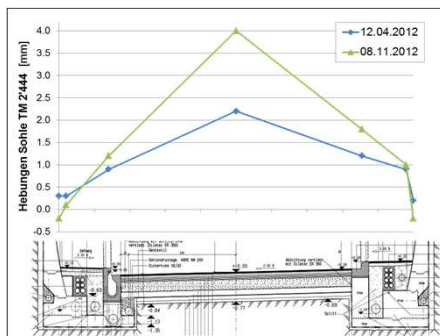
Bemerkung :
nur gering abnehmende Deformations-
geschwindigkeiten bei Sohlverankerung
seit Einbau 2005, max. Hebung 32 mm

GOTSCHNATUNNEL : QUELLERSCHENUNGEN
Dr. Ruedi Krähenbühl / Ruedi Gall

Kolloquium ETHZ: Tunnel in anhydritführendem Gebirge
3.4.2014, Folie 22

Problemzone 2

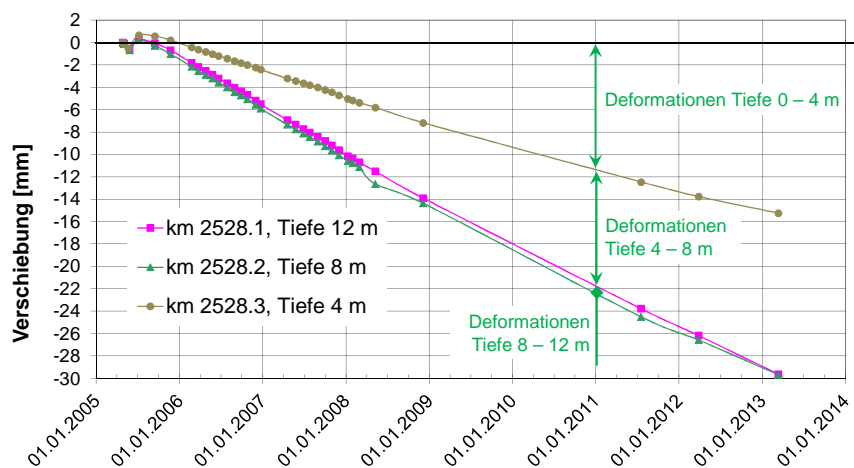
Deformationsverteilung Querschnitte TM 2'444 und 2'521



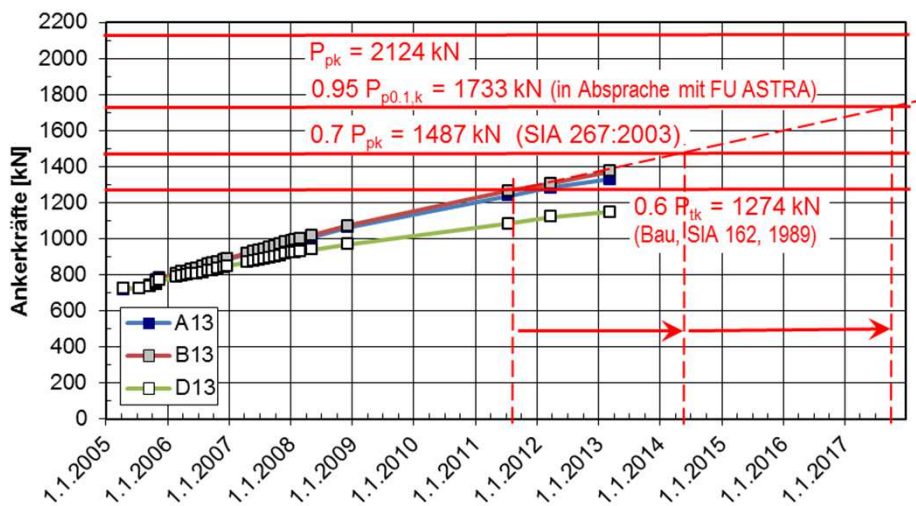
Bemerkung : Bankette zum Teil mit klaffenden Rissen

Problemzone 2

Dehnungen Extensometer TM 2'528 (2005 – 2013)



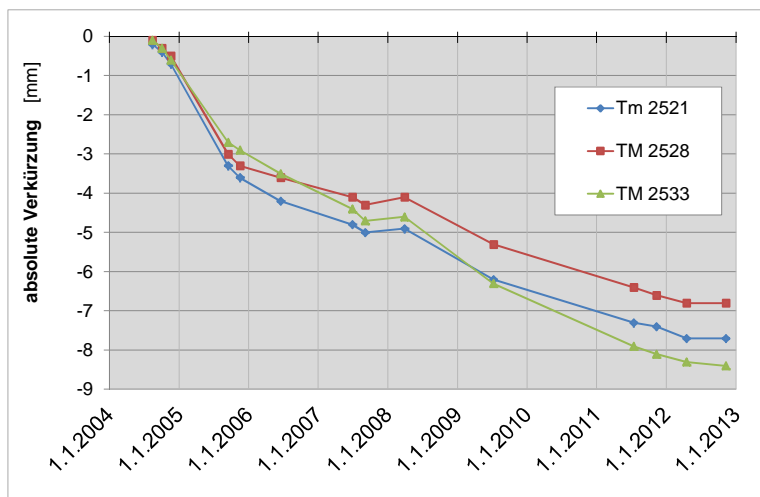
Problemzone 2 Entwicklung Ankerkräfte TM 2'529



GOTSCHNATUNNEL : QUELLERSCHENUNGEN
Dr. Ruedi Krähenbühl / Ruedi Gall

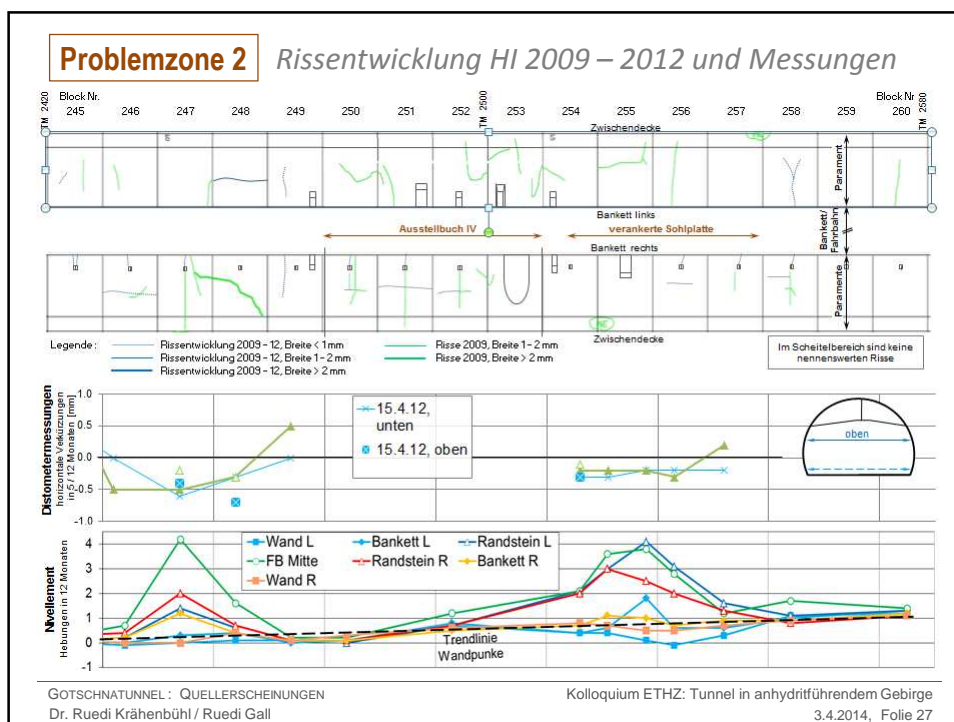
Kolloquium ETHZ: Tunnel in anhydritführendem Gebirge
3.4.2014, Folie 25

Problemzone 2 Verkürzungen zwischen den Ulmen TM 2'522, 2'527 und 2'533



GOTSCHNATUNNEL : QUELLERSCHENUNGEN
Dr. Ruedi Krähenbühl / Ruedi Gall

Kolloquium ETHZ: Tunnel in anhydritführendem Gebirge
3.4.2014, Folie 26



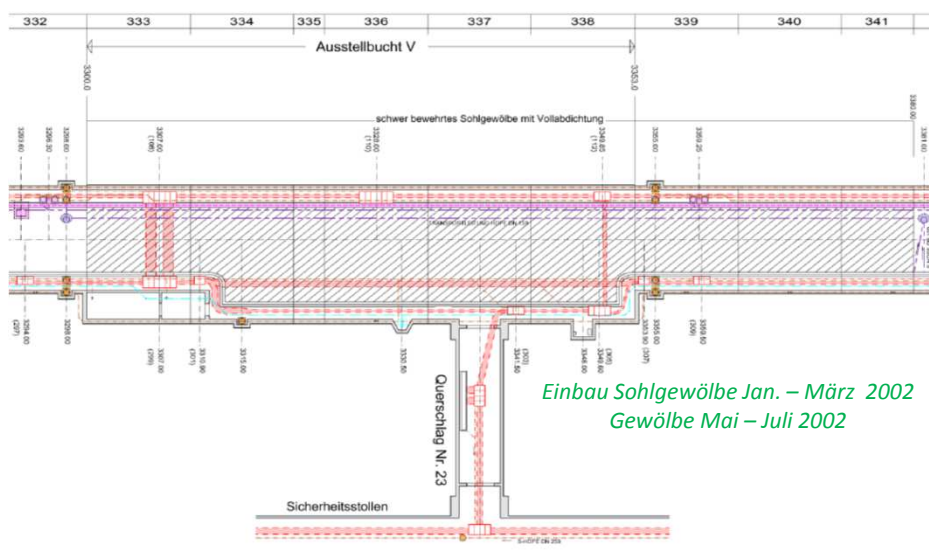
PZ 2 Sohlverankerung TM 2'514 – 2'549 : Anker vor Betonieren



GOTSCHNATUNNEL : QUELLERSCHENUNGEN
Dr. Ruedi Krähenbühl / Ruedi Gall

Kolloquium ETHZ: Tunnel in anhydritführendem Gebirge
3.4.2014, Folie 29

Problemzone 3 TM 3'300 – 3'430 (betroffene Länge ca. 50 m)



GOTSCHNATUNNEL : QUELLERSCHENUNGEN
Dr. Ruedi Krähenbühl / Ruedi Gall

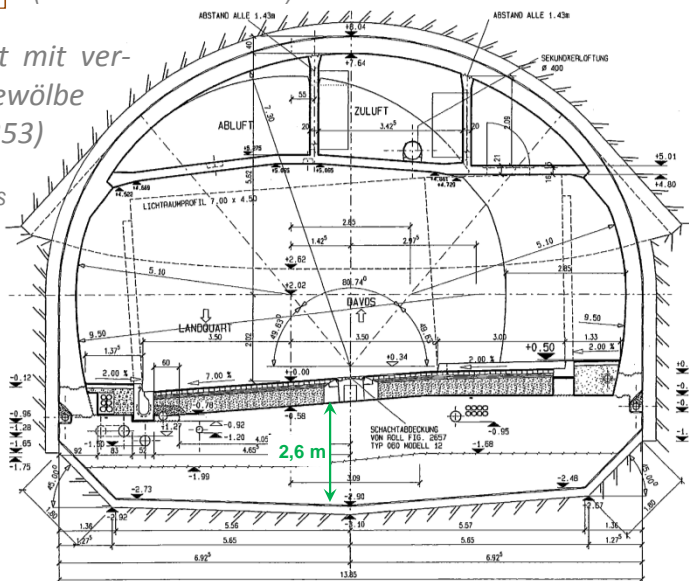
Kolloquium ETHZ: Tunnel in anhydritführendem Gebirge
3.4.2014, Folie 30

Problemzone 3 (ca. TM 3'300 – 3'430)

NP Ausstellbucht mit verstärktem Sohlgewölbe (TM 3'300 – 3'353)

Probleme im Anschluss ca. TM 3'380 – 3'430, ca. 50 m

Hebungen Ausstellbucht bis 1.5 mm/Jahr



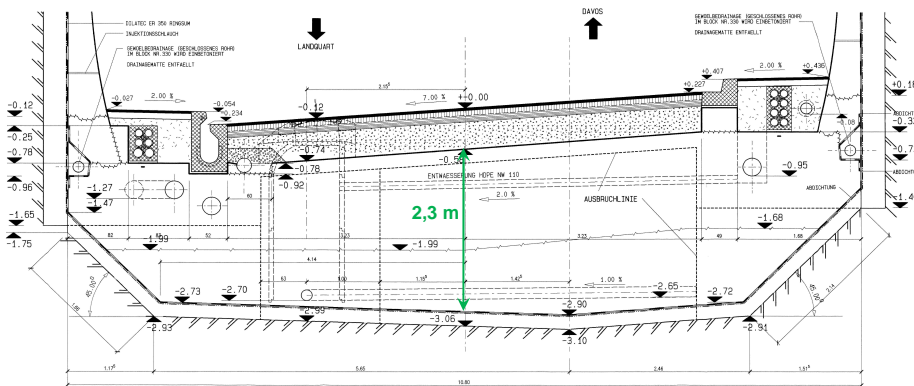
GOTSCHNATUNNEL : QUELLERSCHENUNGEN
Dr. Ruedi Krähenbühl / Ruedi Gall

Kolloquium ETHZ: Tunnel in anhydritführendem Gebirge
3.4.2014, Folie 31

Problemzone 3

TM 3'353 – 3'380 : Normalprofil mit verstärktem Sohlgewölbe

Deformationen kaum messbar (ca. 0.5 mm/Jahr)

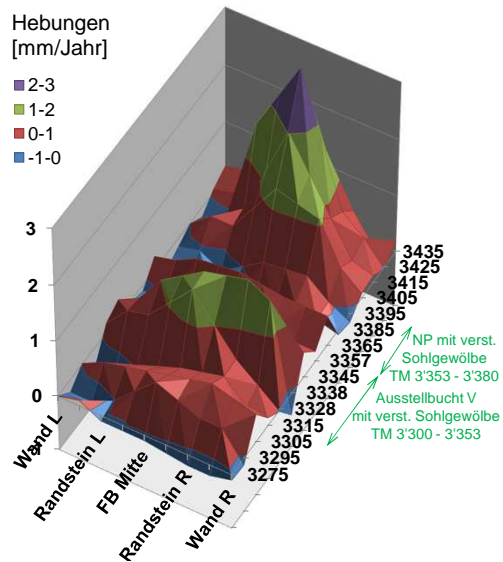


GOTSCHNATUNNEL : QUELLERSCHENUNGEN
Dr. Ruedi Krähenbühl / Ruedi Gall

Kolloquium ETHZ: Tunnel in anhydritführendem Gebirge
3.4.2014, Folie 32

Problemzone 3 TM 3'270 – 3'440 : Hebungen in mm pro Jahr

(max. 2.5 mm/Jahr)

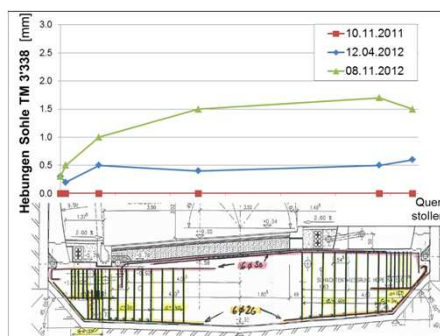
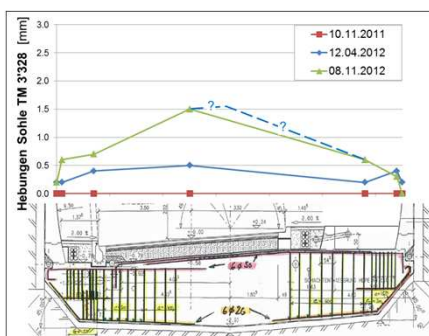


GOTSCHNATUNNEL : QUELLERSCHWINNEN
Dr. Ruedi Krähenbühl / Ruedi Gall

Kolloquium ETHZ: Tunnel in anhydritführendem Gebirge
3.4.2014, Folie 33

Problemzone 2 Deformationsverteilung TM 3'328 und 3'338

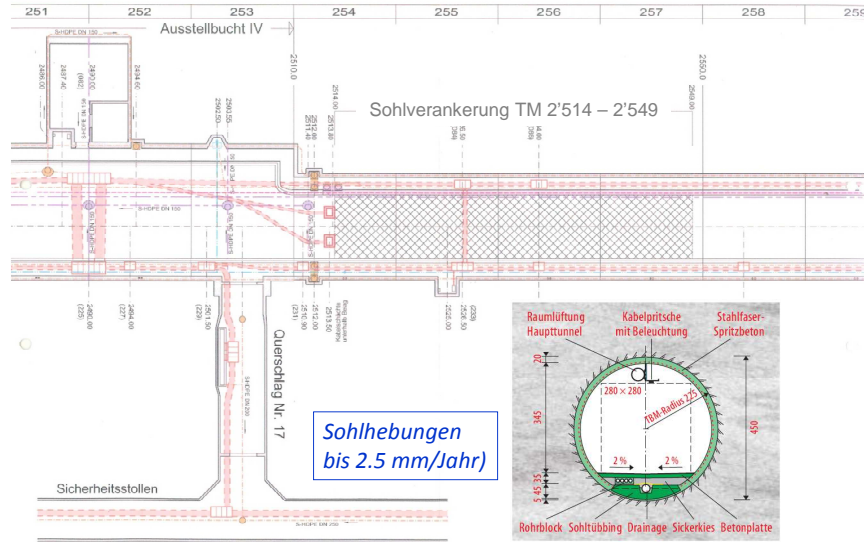
(ca. 1.5 mm Jahr, konstant über mehrere Jahre)



GOTSCHNATUNNEL : QUELLERSCHWINNEN
Dr. Ruedi Krähenbühl / Ruedi Gall

Kolloquium ETHZ: Tunnel in anhydritführendem Gebirge
3.4.2014, Folie 34

Problemzone 4 (SISTO, SM 2'360 – 2'430, ca. 70 m)



GOTSCHNATUNNEL : QUELLERSCHENUNGEN
Dr. Ruedi Krähenbühl / Ruedi Gall

Kolloquium ETHZ: Tunnel in anhydritführendem Gebirge
3.4.2014, Folie 35

3. Geologie

GOTSCHNATUNNEL : QUELLERSCHENUNGEN
Dr. Ruedi Krähenbühl / Ruedi Gall

Kolloquium ETHZ: Tunnel in anhydritführendem Gebirge
3.4.2014, Folie 36