

The background image shows the entrance to the Weissensteintunnel. The tunnel opening is a dark, arched hole in a stone structure. Above the opening, the number '1907' is visible on a metal plate. The stone structure is flanked by corrugated metal walls. To the right, there is a traffic light pole with a red light illuminated, a yellow sign, and a white sign with the number '18' and '3490'. The scene is set against a backdrop of green foliage and a hillside.

# Herausforderungen bei der Erneuerung des Weissensteintunnels

TST 7. Juni 2018

# Inhalt

1. Ausgangslage
2. Zustand Erkundungen 2011, 2012 und 2015; Monitoring ab 2015
3. Studien 2012 und 2013, Auflageprojekt 2016
4. Nächste Schritte im Projekt Erneuerung Weissensteintunnel

# 1. Ausgangslage

## Geologische Regionen der Schweiz



3 geologische Regionen der Schweiz:

- Alpen
- Mittelland
- Jura

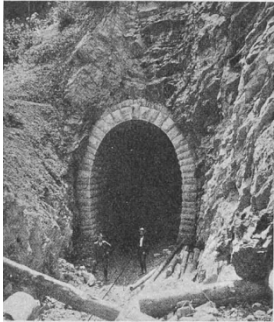
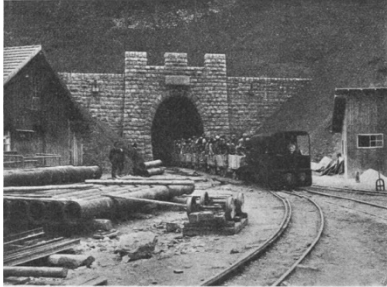
⇒ Weissensteintunnel liegt im Jura

Charakteristik Jura:

- Faltengebirge
- Kalk-, Mergel-, Gips- und Tongestein
- In Verbindung mit Wasser und Luft quellfähig

# 1. Ausgangslage

## Bauwerksdaten Weissensteintunnel



- Länge 3'699 m
- Inbetriebnahme 1908
- Natursteinmauerwerk bergmännisch (ca. 80 %)
- unverkleidete Felspartien (ca. 20 %)
- Sohlgewölbe (ca. 65 %)

# 1. Ausgangslage

## Besonderheiten während dem Bau

- Weissensteinkette bildet Doppelfalte  
→ viele unterschiedliche geologische Schichten
- Standfestigkeit Gebirge im Bau generell kurz  
→ viele Umstellungen im Vortrieb
- Gipsschichten  
→ bereits während der Bauzeit Druckerscheinungen im Gewölbe
- Rausbach ergoss sich in den Tunnel (Fassung in Eisenbetonkanal)  
→ Nachsenkungen des Tunnelgewölbes noch Jahrzehnte nach Inbetriebnahme
  
- Bereits während dem Bau traten grosse Wassermengen zu Tage

# 1. Ausgangslage

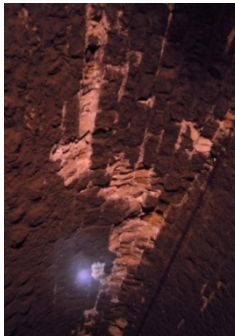
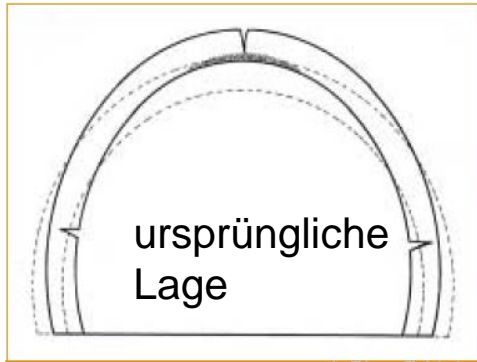
## Besonderheiten während dem Betrieb

- Im standfesten Jurafels lösten sich nachträglich Platten (Klüfte)  
→ Einbau von Gewölbeverkleidungen
  - Druckerscheinungen im Bereich Molasse-, Mergel- und Gipspartien  
→ Einbau Sohlengewölbe und Verstärkung des Paraments
- ⇒ Kombination Wasser mit quellfähigem Gestein führt bis zur heutigen Zeit zu Druckerscheinungen (Druckgelenkbildung)



# 1. Ausgangslage

## Mechanismus Druckgelenk



Prozess/Mechanismus:

- Quellen des Gesteins (Wasser, Luft)
- Belastungszunahme (Druck) auf Sohle und Gewölbe
- Verformung führt zu
  - Zug Aussenseite im Scheitel
  - Druck Innenseite im Scheitel (Abplatzungen)

⇨ Spannung übersteigt Druckfestigkeit des Mauerwerks

⇨ Abplatzungen des Mauerwerks

⇨ Reduktion der Tragfähigkeit

⇨ Progressiver Mechanismus

## 2. Zustand Erkundungen 2011 und 2012

### Visuelle Inspektion



Hebebühne



Abklopfen



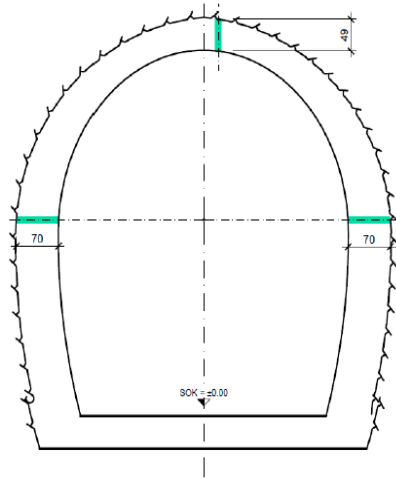
Markierung von  
Hohlstellen



## 2. Zustand Erkundungen 2011 und 2012

### Gewölbesondierung 2011

– 30 Kernbohrungen, mit einer Länge von 60 – 85 cm



Schematische  
Darstellung



Kernbohrung Parament



Kernbohrung Gewölbe

## 2. Zustand Erkundungen 2015

### Sohlenerkundung

– 4 Sondierschlitze im Schwellenbereich



Freilegen der Betonsohle



Kernbohrung



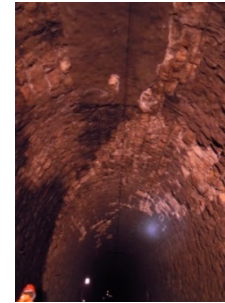
Freigelegte Sohle mit hohem Wasserstand

## 2. Zustand Erkundungen 2011, 2012 und 2015

### Wasser und Druckgelenke



Wasserquelle am Parament



Druckgelenksbildung grossflächig



Wassereintritte am Gewölbe



Abplatzungen infolge Druckgelenksbildung

## 2. Zustand Erkundungen 2011, 2012 und 2015

### Seiten- und Mittelentwässerung



Eingebrochene Seitenentwässerung



Kontrollschacht Bereich  
eingebrochene Mittelentwässerung



# 2. Zustand Erkundungen 2011, 2012 und 2015

## Kanalaufnahmen 2011

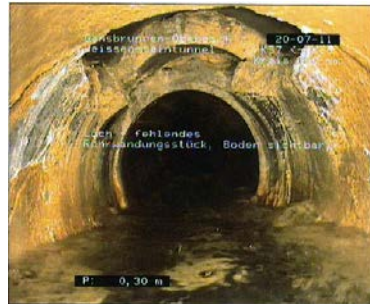


Foto: 106\_2a, Videoband Nr.: DVD, 00:00:20  
0,3m, Loch - fehlendes Rohrwandungsstück, Boden sichtbar, Scheitel, von 11 bis 01 Uhr



Foto: 2\_3b, Videoband Nr.: DVD, 00:00:14  
0m, Scherbenbildung, ges. Umfang, 2 mm, Schadensanfang



Foto: 25\_9a, Videoband Nr.: DVD, 00:08:40  
40.66m, Inkrustation, feucht, Scheitel, von 08 bis 04 Uhr

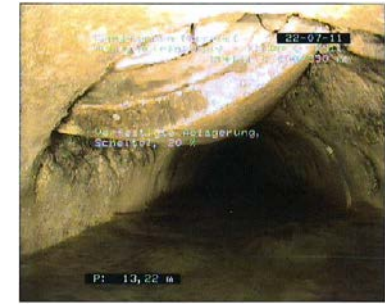


Foto: 22\_5a, Videoband Nr.: DVD, 00:06:06  
13.22m, Verfestigte Ablagerung, Scheitel, 20 %



Foto: 1\_9a, Videoband Nr.: DVD, 00:07:41  
20,73m, Loch - fehlendes Rohrwandungsstück, Scheitel, bei 12 Uhr



Foto: 29\_2a, Videoband Nr.: DVD, 00:00:00  
0m, Info: Keine Aufnahmen möglich Rohr eingedrückt



Foto: 16\_3b, Videoband Nr.: DVD, 00:00:53  
2.62m, Sedimentation (Geröll), Sohle, 20 %, Schadensanfang



Foto: 23\_25a, Videoband Nr.: DVD, 00:28:01  
193.62m, Info: Starker Wassereintritt im Scheitel

## 2. Zustand Erkundungen 2011, 2012 und 2015

### Wassermengen



#### Abfluss am Portal Oberdorf

Quelle: Untersuchung des Weissensteintunnels –  
Quellschüttung und Gesamtabfluss, Dr. Th. Herold,  
2002

- diverse Quellen im Tunnel vorhanden
- Abflussmenge im Mittel ca. 290 l/s
- max. ca. 900 l/s
- Nutzung der Wassermengen am Portal Oberdorf zur Stromerzeugung
- vorhandene Entwässerungsrinnen dienen zur Abführung des Quellwassers
- Wassereintritte am Gewölbe werden grösstenteils nicht gefasst
- Wasser fliesst heute in das Schotterbett



## 2. Zustand Erkundungen 2011, 2012 und 2015

### Fahrbahn

Bisher nur Schotterstärke und Entwässerungen sondiert

⇒ Zustand des Sohlgewölbes ist unbekannt



Ungenügende Schotterstärke /  
Schotter verschmutzt



Durchnässtes / verschmutztes  
Schotterbett

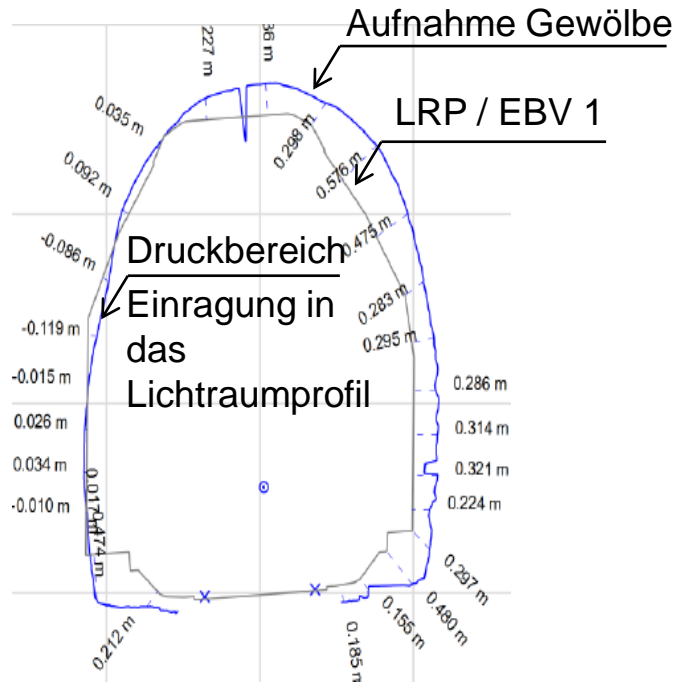
## 2. Zustand Erkundungen 2011, 2012 und 2015

### Scanning Lichttraumprofil



## 2. Zustand Erkundungen 2011, 2012 und 2015

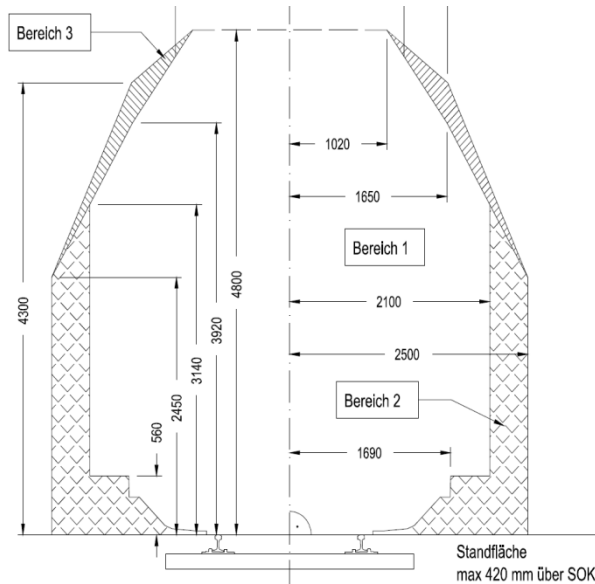
### Profilverhältnisse



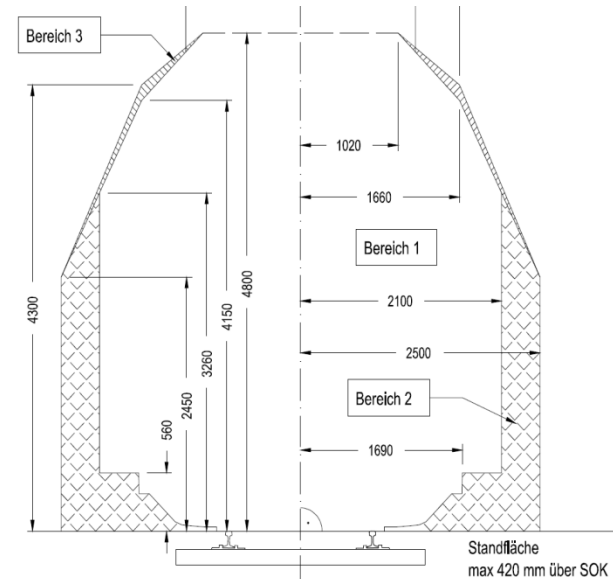
- EBV 1 wird insgesamt knapp erfüllt
- im Bereich mit Druckerscheinungen bestehen Einragungen
- EBV 2 wird nicht erfüllt
- gemäss AB EBV Blatt 13 N ist im Falle einer Erneuerung EBV 2 zu erfüllen

# 2. Zustand Erkundungen 2011, 2012 und 2015

## Lichttraumprofil Anforderungen



**EBV 1 (Minimalprofil)**  
gemäss AB EBV Blatt Nr. 13 N



**EBV 2**  
gemäss AB EBV Blatt Nr. 12 N

## 2. Zustand Erkundungen 2011, 2012 und 2015

### Zustandsbeurteilung

#### **Zustandsklassen (ZK) gemäss SIA469:**

ZK 1: gut	→ keine bis geringfügige Schäden
ZK 2: annehmbar	→ unbedeutende Schäden
ZK 3: schadhaft	→ bedeutende Schäden
ZK 4: schlecht	→ grosse Schäden
ZK 5: alarmierend	→ Sofortmassnahmen

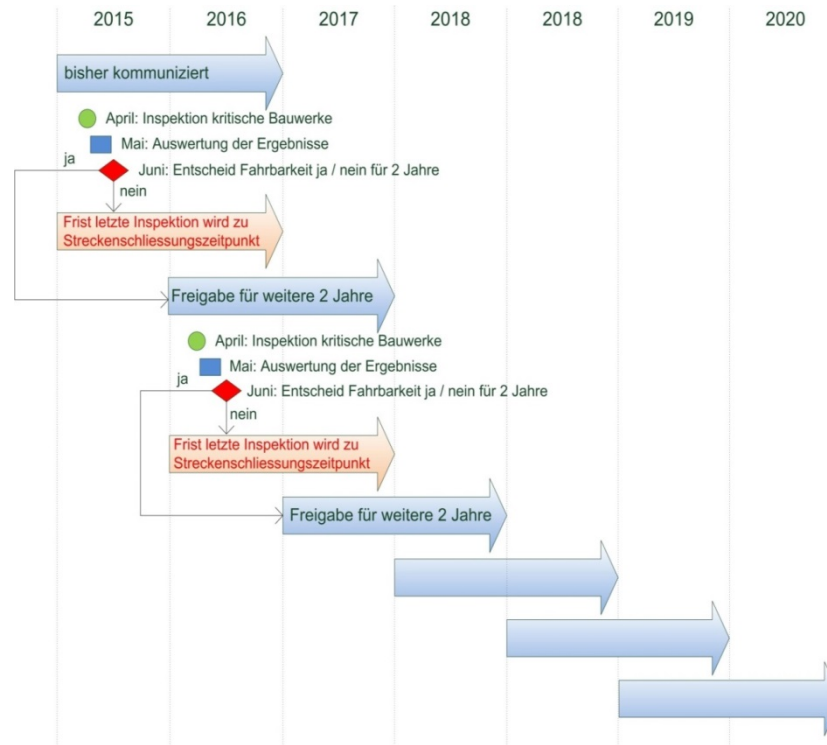
#### **Einteilung Weissensteintunnel:**

ca. 525 m	ZK 4
ca. 1'550 m	ZK 3
ca. 1'624 m	ZK 2/3

siehe Plan B136-0007 Priorisierung Gewölbe/Entwässerung

# 2. Monitoring Weissensteintunnel

## Inspektionsschema





## 2. Monitoring Weissensteintunnel

### Monitoring 2016

#### **Ergebnis**

Betriebsfreigabe bis Ende 2018 erteilt, aber zusätzliche Sicherungsmassnahmen im 2016 zwingend notwendig

#### **Zusätzliche Sicherungsmassnahmen 2016**

GFK-Netze im Firstbereich auf total 525 m als Steinfallschutz

1. Teil im Frühjahr 2016 montiert

Sicherungsmassnahmen bei Nische km 11.155

Stabilisierung der Nische mit Monitoring 2017

#### **Kosten**

Massnahmen 2016: CHF 300'000.-

Massnahmen 2017: CHF 200'000.-

#### **Monitoring 2017**

gemäss Inspektionsschema im April 2017

## 2. Stand Erneuerung Weissensteintunnel

### Monitoring

#### Sofortmassnahmen April 2016

Montage von GFK-Netzen  
als Steinfallschutz

#### Nische km 11.162

Schadenbild Inspektion 2016



# 3. Studien 2012 und 2013

## Anforderungen an die Teilerneuerung

### **Lichtraumprofil**

- EBV 1 / S2 Sonderwerte für bestehende Tunnel

### **Fahrleitung**

- Deckenstromschiene

### **Fahrbahn**

- Schientyp 54 E2 (SBB IV)
- Holzschwellen
- Schotterbett unter massgebender Schiene 36 cm (inkl. Hebungsreserve)

### **Unterbau**

- Erneuerung der Längsentwässerung mit ausreichender Abflusskapazität (Mittel ca. 290 l/s; max. ca. 900 l/s)

# 3. Studien 2012 und 2013

## Anforderungen an die Teilerneuerung

### Varianten:

- Variante 1: Bauliche Massnahmen am Gewölbe und Sohle mit Nutzungsdauer 25 Jahre
- Variante 2: Erste bauliche Massnahmen an Gewölbe und Sohle mit einer Nutzungsdauer von 25 Jahren (entspricht Variante 1) und weitere bauliche Massnahmen zur Verlängerung der Nutzungsdauer um weitere 25 Jahre
- Variante 3: Bauliche Massnahmen am Gewölbe und Sohle mit einer Nutzungsdauer 50 Jahre

### Ziele:

- Kostenermittlung
- Bauzeitenermittlung
- Variantenfelder kennen
- Variantenwahl



# 3. Studien 2012 und 2013

## Gesamtkosten Varianten

	Variante 1 25 Jahre	Variante 2 25 + 25 Jahre	Variante 3 50 Jahre
Fahrbahn (IAF)	4.8 Mio. CHF	10.0 Mio. CHF	9.3 Mio. CHF
Bahnstrom (IAB)	2.8 Mio. CHF	4.0 Mio. CHF	3.5 Mio. CHF
Telecom und Haustechnik (IAT)	9.25 Mio. CHF	19.0 Mio. CHF	18.44 Mio. CHF
Ingenieurbau (IAI)	83.5 Mio. CHF	147.16 Mio. CHF	131.0 Mio. CHF
Bahnersatzkosten	3.15 Mio. CHF	5.35 Mio. CHF	4.25 Mio. CHF
Gesamtkosten exkl. MwSt. (+/-30 %)	103.5 Mio. CHF	185.51 Mio. CHF	166.49 Mio. CHF



# 3. Auflageprojekt 2016

## Projektierungsstand

- Das Projekt ist auflagereif
- Ausnahme Landerwerb für die Installationsplätze, welcher bewusst nicht erfolgt ist

## Kostenvoranschlag +/- 20 %

Variante	Projektkosten	Nutzungsdauer	Dauer Totalsperre
Totalsperre	85 Mio. CHF	25 Jahre	18 Monate
Bau im Intervall	100 Mio. CHF	25 Jahre	4 Monate

# 4. Nächste Schritte im Projekt Erneuerung Weissensteintunnel

## Projektierung

- Plangenehmigungsverfahren im Gange  
Genehmigung ca. Mitte 2018
- Beschaffungen 2019

## Ausführung

- Baubeginn Vorbereitungen: ab April 2020
- Beginn Totalsperre: Juni 2020
- Bauvollendung Arbeiten im Tunnel: November 2021
- Inbetriebnahme: Dezember 2021
- Bauabschluss: Frühjahr 2022

Vielen Dank für  
Ihre Aufmerksamkeit