

ETH zürich



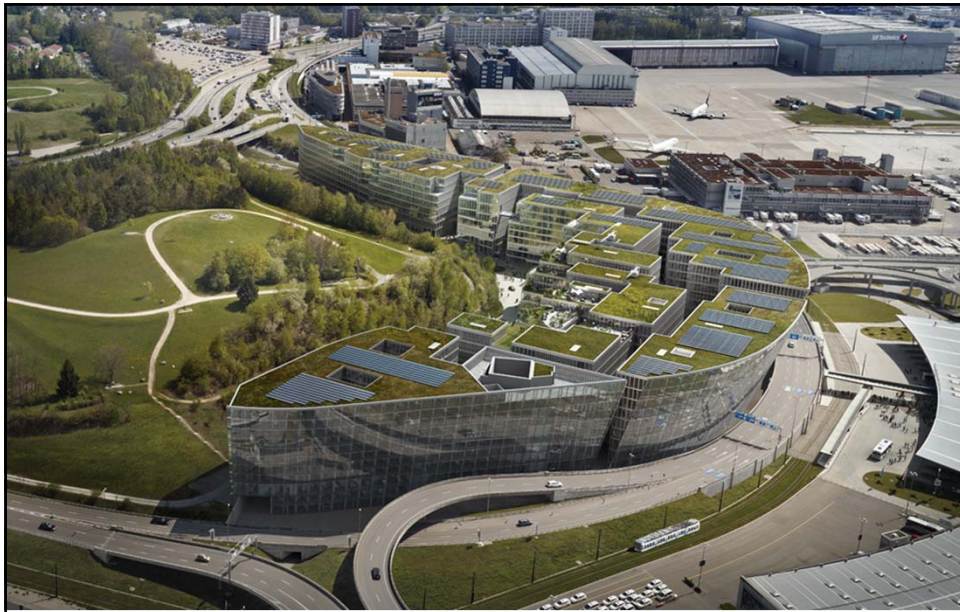
The Circle at Zurich Airport – Baumasnahmen für die Überbauung des Hagenholtunnels
Dr. Marco Ramoni und Roman Gallus

1 Kolloquium "Bauhilfsmassnahmen im Tunnelbau" | ETHZ, 29.11.2018 | RAM, RGA **Basler & Hofmann**



The Circle at Zurich Airport

2 Kolloquium "Bauhilfsmassnahmen im Tunnelbau" | ETHZ, 29.11.2018 | RAM, RGA **Basler & Hofmann**



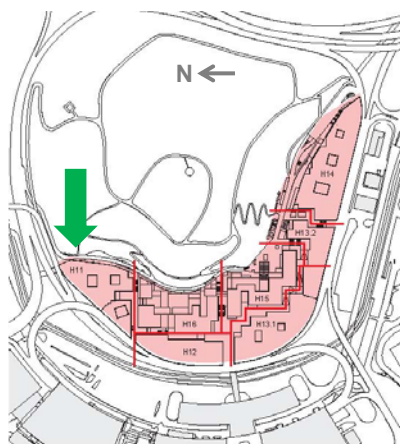
Quelle: The Circle at Zurich Airport

3

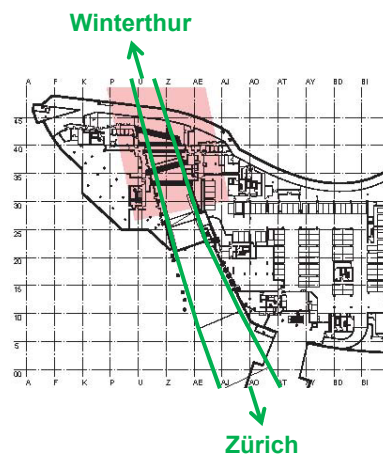
Kolloquium "Bauhilfsmassnahmen im Tunnelbau" | ETHZ, 29.11.2018 | RAM, RGA

Basler & Hofmann

Projektgebiet



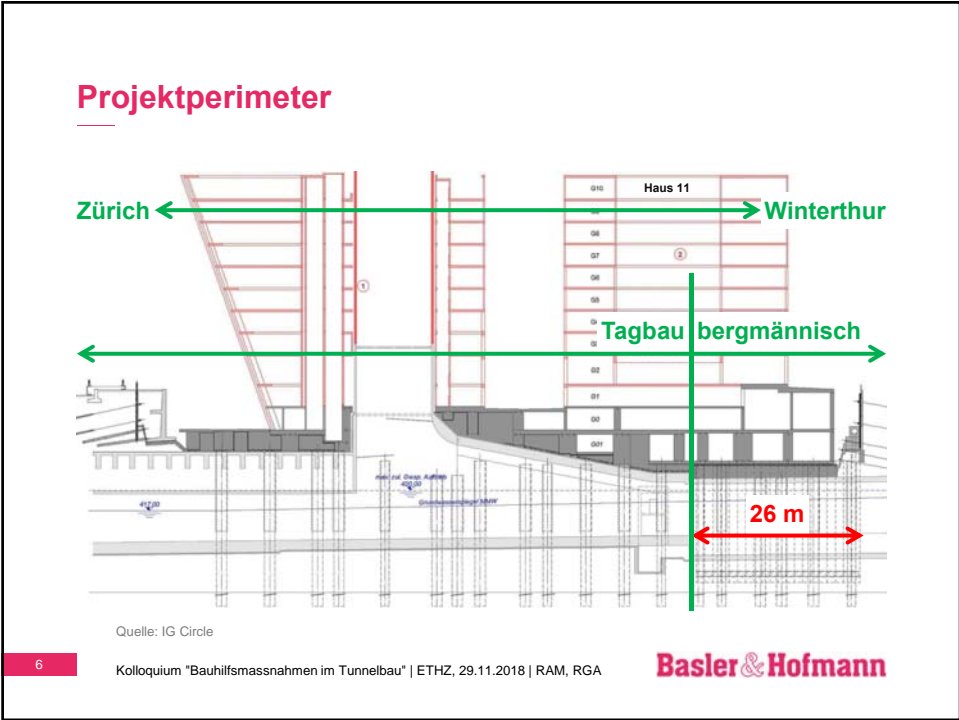
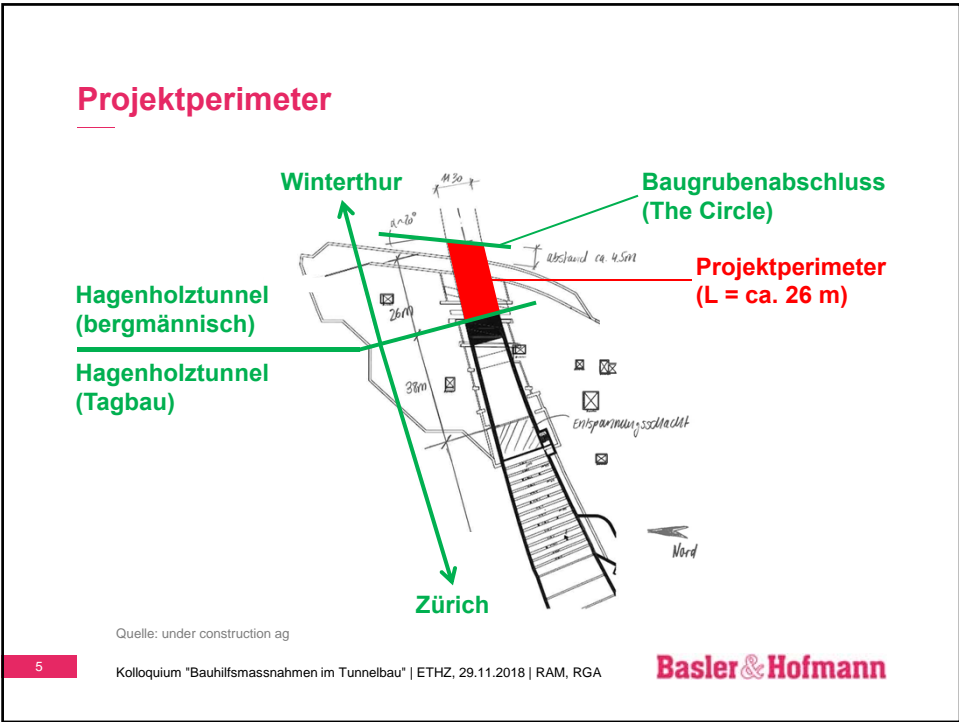
Quelle: IG Circle



4

Kolloquium "Bauhilfsmassnahmen im Tunnelbau" | ETHZ, 29.11.2018 | RAM, RGA

Basler & Hofmann





Hagenholztunnel

7 Kolloquium "Bauhilfsmassnahmen im Tunnelbau" | ETHZ, 29.11.2018 | RAM, RGA **Basler & Hofmann**



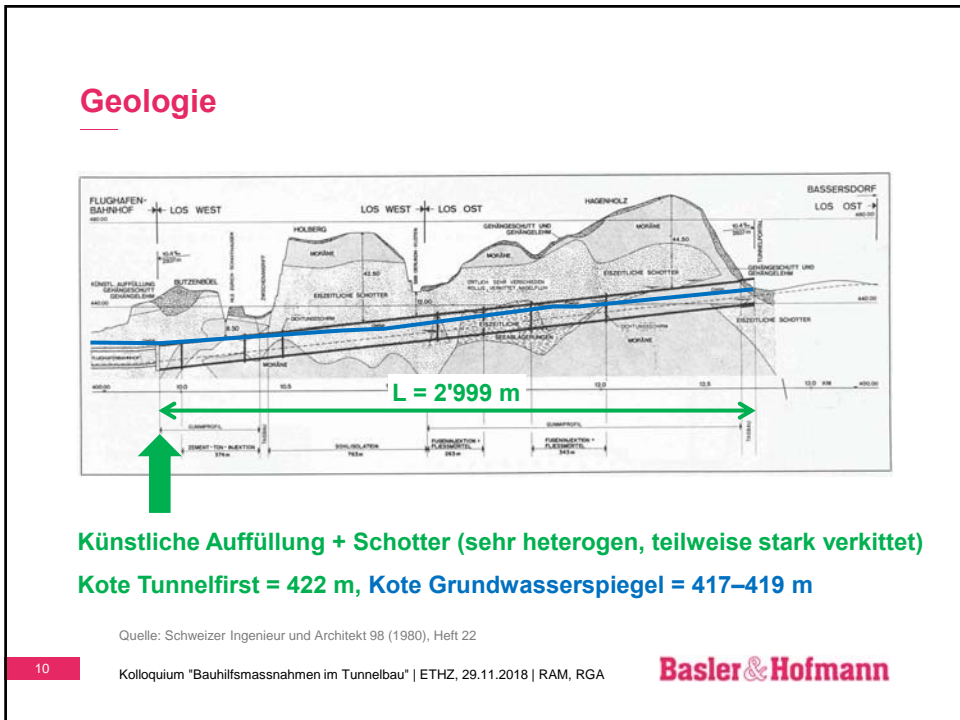
8 Kolloquium "Bauhilfsmassnahmen im Tunnelbau" | ETHZ, 29.11.2018 | RAM, RGA **Basler & Hofmann**



9

Kolloquium "Bauhilfsmassnahmen im Tunnelbau" | ETHZ, 29.11.2018 | RAM, RGA

Basler & Hofmann

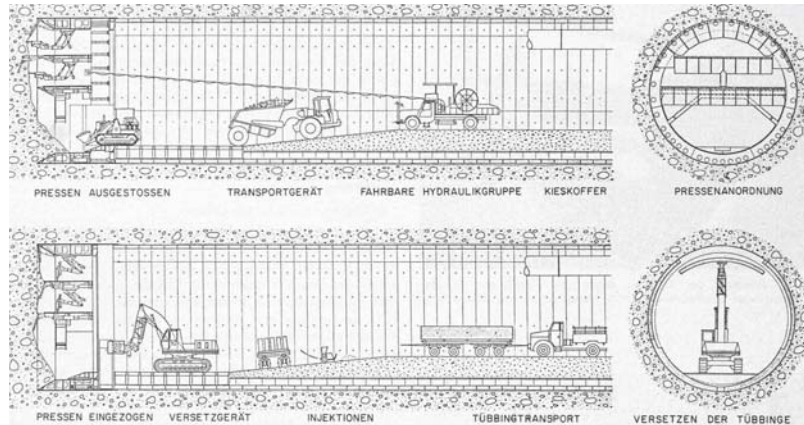


10

Kolloquium "Bauhilfsmassnahmen im Tunnelbau" | ETHZ, 29.11.2018 | RAM, RGA

Basler & Hofmann

Offener Schildvortrieb



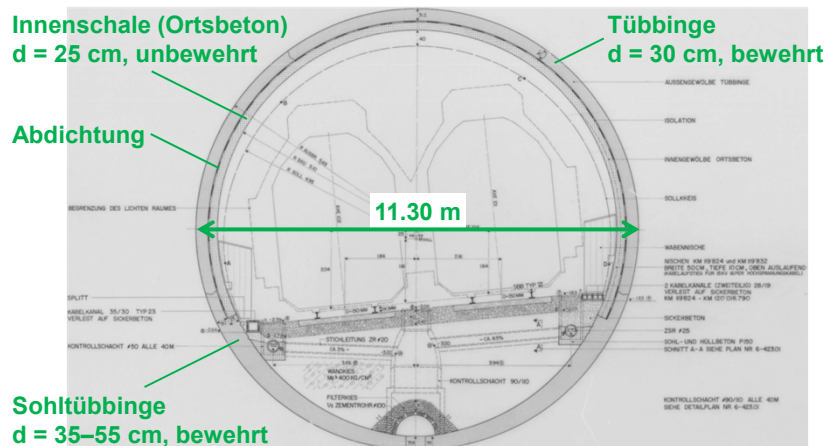
Quelle: Schweizerische Bauzeitung 95 (1977), Heft 20

11

Kolloquium "Bauhilfsmassnahmen im Tunnelbau" | ETHZ, 29.11.2018 | RAM, RGA

Basler & Hofmann

Normalprofil

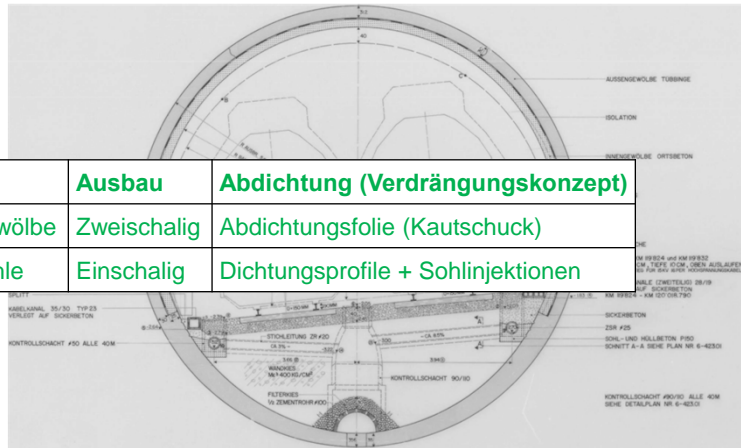


12

Kolloquium "Bauhilfsmassnahmen im Tunnelbau" | ETHZ, 29.11.2018 | RAM, RGA

Basler & Hofmann

Normalprofil



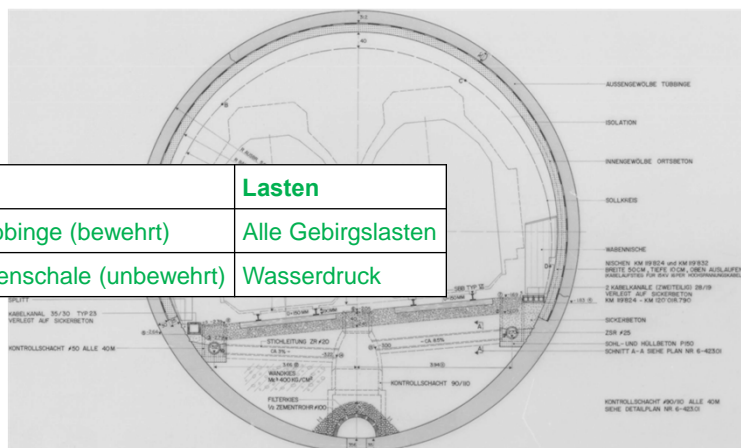
	Ausbau	Abdichtung (Verdrängungskonzept)
Gewölbe	Zweischalig	Abdichtungsfolie (Kautschuck)
Sohle	Einschalig	Dichtungsprofile + Sohlinjektionen

13

Kolloquium "Bauhilfsmassnahmen im Tunnelbau" | ETHZ, 29.11.2018 | RAM, RGA

Basler & Hofmann

Normalprofil



	Lasten
Tübbinge (bewehrt)	Alle Gebirgslasten
Innenschale (unbewehrt)	Wasserdruck

14

Kolloquium "Bauhilfsmassnahmen im Tunnelbau" | ETHZ, 29.11.2018 | RAM, RGA

Basler & Hofmann

Zielbaugrube



Quelle: Schweizer Baublatt Nr. 77 (1976)

15

Kolloquium "Bauhilfsmassnahmen im Tunnelbau" | ETHZ, 29.11.2018 | RAM, RGA

Basler & Hofmann



16

Kolloquium "Bauhilfsmassnahmen im Tunnelbau" | ETHZ, 29.11.2018 | RAM, RGA

Basler & Hofmann



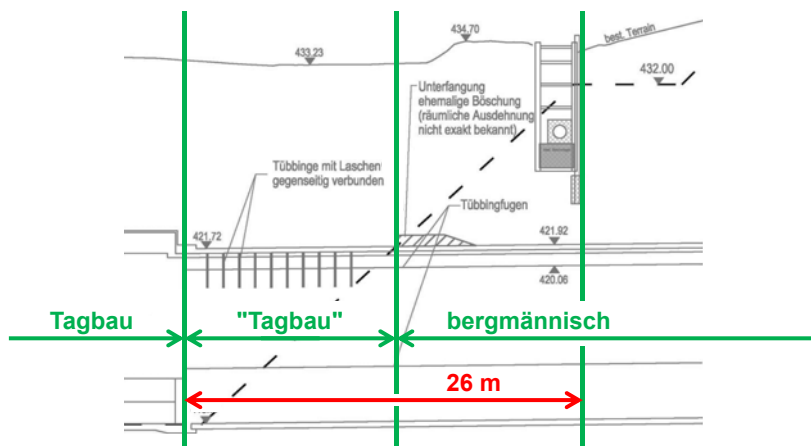
Quelle: Schweizerische Bauzeitung 95 (1977), Heft 20

17

Kolloquium "Bauhilfsmassnahmen im Tunnelbau" | ETHZ, 29.11.2018 | RAM, RGA

Basler & Hofmann


Bestand



18

Kolloquium "Bauhilfsmassnahmen im Tunnelbau" | ETHZ, 29.11.2018 | RAM, RGA

Basler & Hofmann



Risikoanalyse

19 Kolloquium "Bauhilfsmassnahmen im Tunnelbau" | ETHZ, 29.11.2018 | RAM, RGA **Basler & Hofmann**

Nutzungsanforderungen (SBB)

Sowohl für die Bau- als auch für die Betriebsphase

- Der Bahnbetrieb ist ohne Nutzungseinschränkungen und ohne Sicherheitsreduktion aufrechterhalten
- Die Auftriebs- und Tragsicherheit ist nicht reduziert
- Die Gebrauchstauglichkeit des Tunnels ist nicht reduziert
- Das Risiko von Abplatzungen ist zu minimieren
- Allfällige Verformungen der Gleise bleiben innerhalb der von der SBB festgelegten Grenzwerte (Regelwerk I 50009)
- Das Lichtraumprofil wird nicht verletzt
- Die Funktionstüchtigkeit der Fugendichtung zwischen dem Tagbau- und dem bergmännischen Bereich des Tunnels bleibt erhalten

20 Kolloquium "Bauhilfsmassnahmen im Tunnelbau" | ETHZ, 29.11.2018 | RAM, RGA **Basler & Hofmann**

Gefährdungsbilder

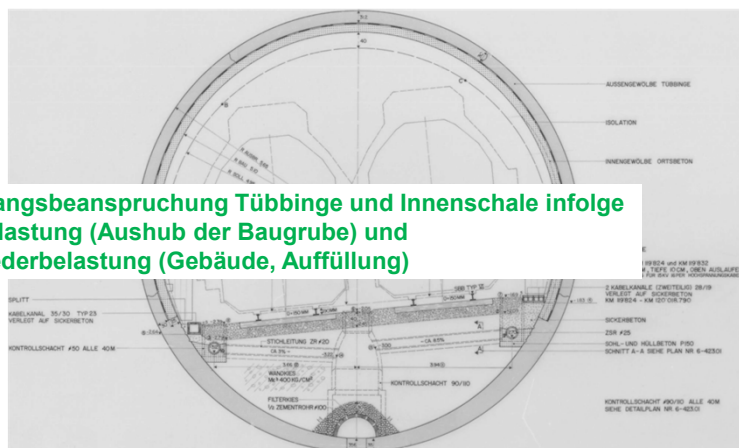
Typ	Bauteil	Gefährdungsbild
Gesamtstabilität	Tunnel	Ungenügende Auftriebssicherheit
Tragsicherheit	Tübbinge	Versagen
	Innenschale	Versagen
Gebrauchstauglichkeit	Tunnel	Undichtigkeit
	Innenschale	Unzulässige Verformungen
		Unzulässige Rissbildung / Abplatzungen
	Gleise	Unzulässige Verformungen
Blockfuge Tagbau / Untertagbau	Unzulässige Verformungen / Undichtigkeit	

21

Kolloquium "Bauhilfsmassnahmen im Tunnelbau" | ETHZ, 29.11.2018 | RAM, RGA

Basler & Hofmann

Tragsicherheit Tübbinge und Innenschale

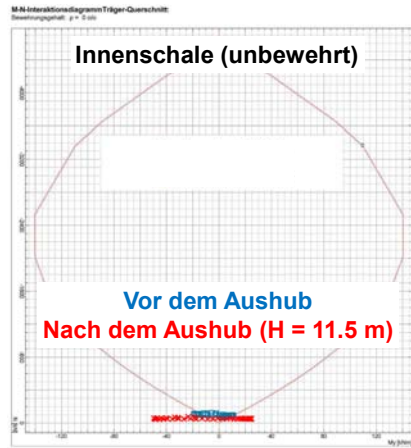


22

Kolloquium "Bauhilfsmassnahmen im Tunnelbau" | ETHZ, 29.11.2018 | RAM, RGA

Basler & Hofmann

Tragsicherheit Tübbinge und Innenschale



- Nachweise (ohne Massnahmen)
 - Tübbinge: Erfüllt
 - Innenschale: **Nicht erfüllt**
- Risiko
 - Nicht akzeptabel
 - Massnahmen erforderlich

23

Kolloquium "Bauhilfsmassnahmen im Tunnelbau" | ETHZ, 29.11.2018 | RAM, RGA

Basler & Hofmann



Massnahmenpaket

24

Kolloquium "Bauhilfsmassnahmen im Tunnelbau" | ETHZ, 29.11.2018 | RAM, RGA

Basler & Hofmann

Bohrpfahlwände

23 m

1 m

1.2 m

Bauzustand: "Abschirmung"
Endzustand: Auftriebssicherung (Zugpfähle)

25 Kolloquium "Bauhilfsmassnahmen im Tunnelbau" | ETHZ, 29.11.2018 | RAM, RGA Basler & Hofmann

Betonriegel

16 m

1.6 m

Bauzustand: "Schutzrahmen"
Endzustand: Auftriebssicherung

26 Kolloquium "Bauhilfsmassnahmen im Tunnelbau" | ETHZ, 29.11.2018 | RAM, RGA Basler & Hofmann

Abfangkonstruktion (Drittprojekt)

22.7 m

1.6 m

29 m

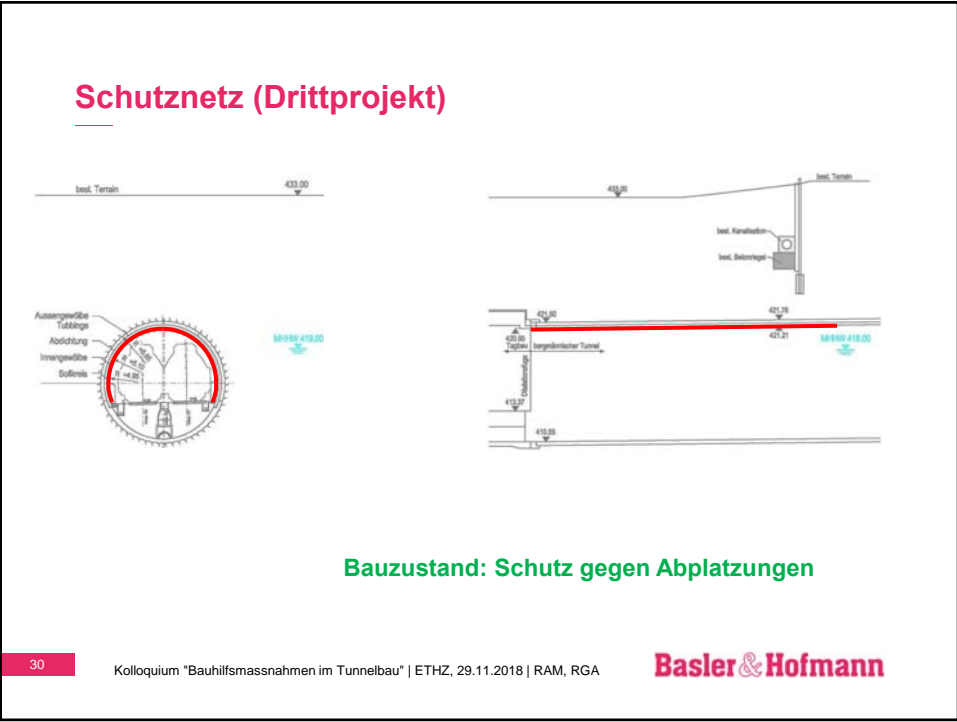
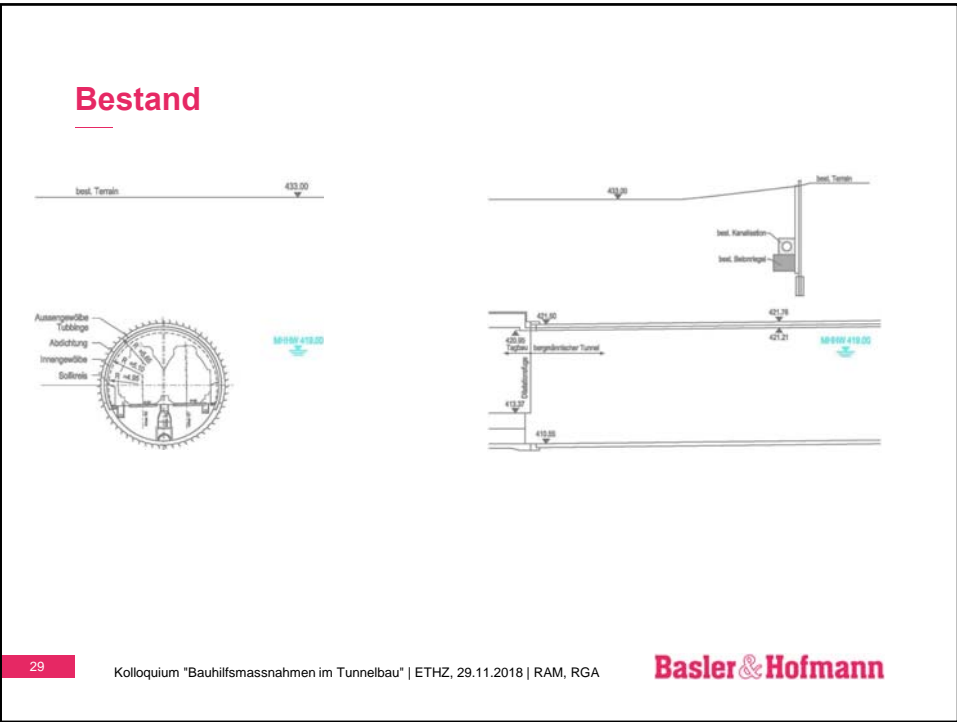
1.5 m

Endzustand: Entkopplung

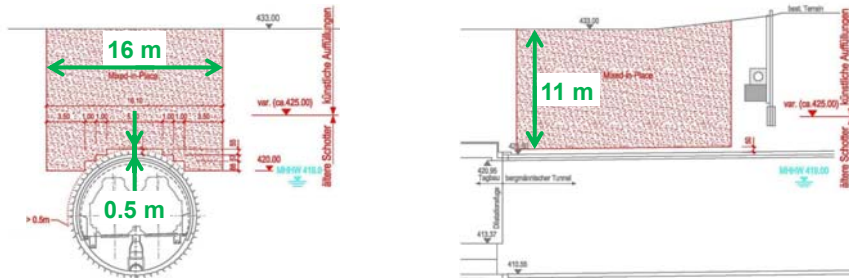
27 Kolloquium "Bauhilfsmassnahmen im Tunnelbau" | ETHZ, 29.11.2018 | RAM, RGA **Basler & Hofmann**

Bauablauf

28 Kolloquium "Bauhilfsmassnahmen im Tunnelbau" | ETHZ, 29.11.2018 | RAM, RGA **Basler & Hofmann**



Baugrundverbesserung (Mixed-In-Place)



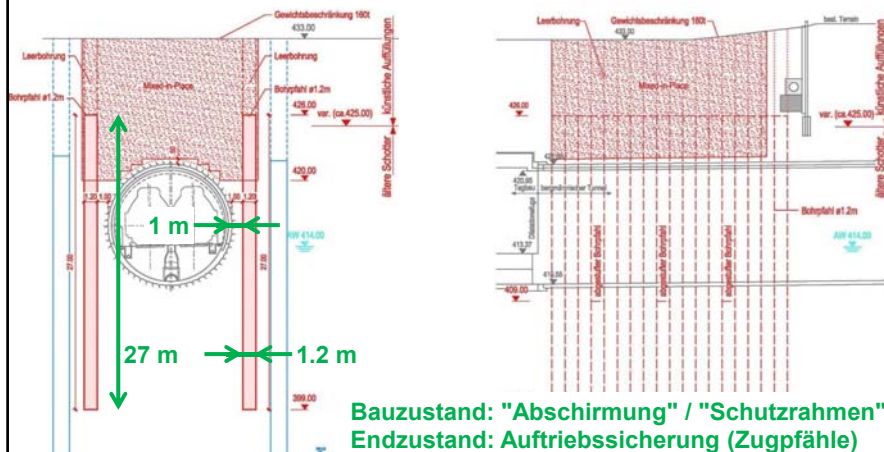
Bauzustand: Erhöhung Steifigkeit + Festigkeit Boden

31

Kolloquium "Bauhilfsmassnahmen im Tunnelbau" | ETHZ, 29.11.2018 | RAM, RGA

Basler & Hofmann

Bohrpfahlwände



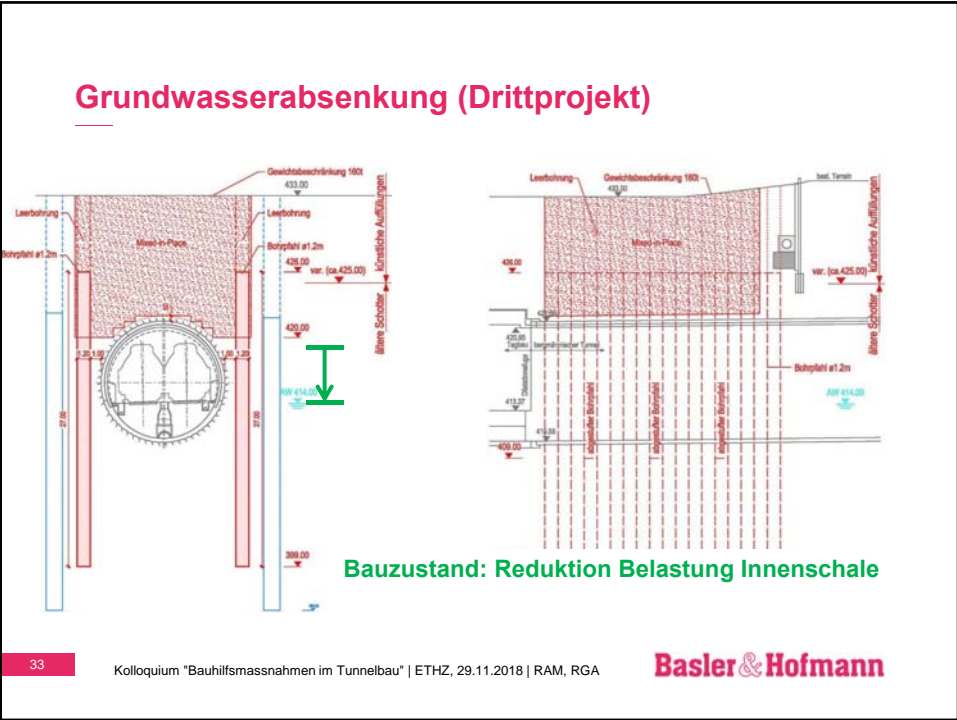
Bauzustand: "Abschirmung" / "Schutzrahmen"
 Endzustand: Auftriebssicherung (Zugpfähle)

32

Kolloquium "Bauhilfsmassnahmen im Tunnelbau" | ETHZ, 29.11.2018 | RAM, RGA

Basler & Hofmann

Grundwasserabsenkung (Drittprojekt)

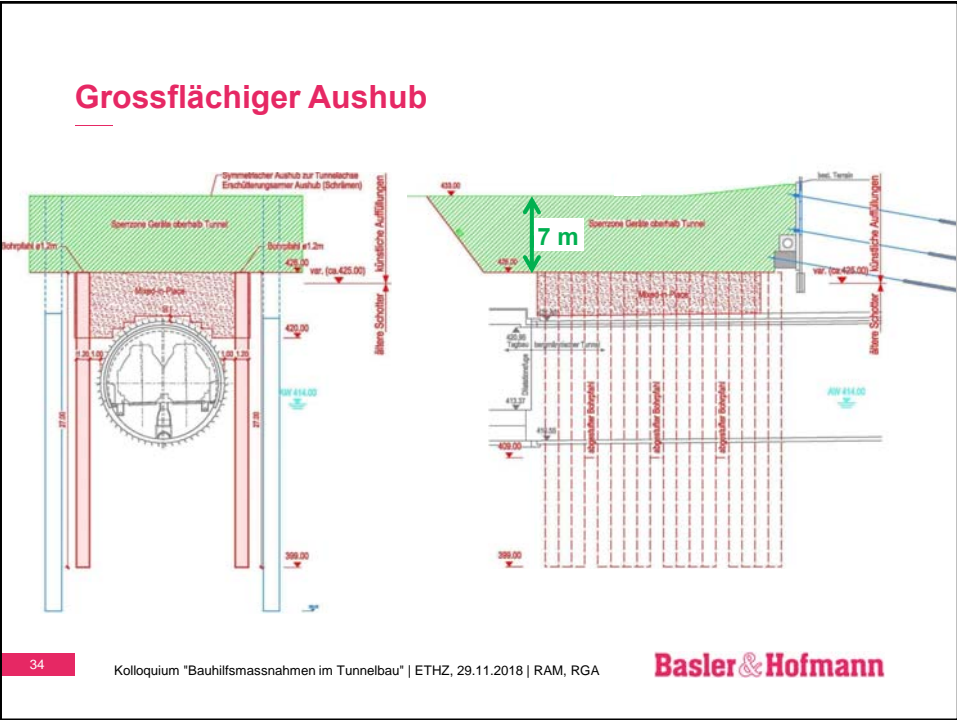


33

Kolloquium "Bauhilfsmassnahmen im Tunnelbau" | ETHZ, 29.11.2018 | RAM, RGA

Basler & Hofmann

Grossflächiger Aushub



34

Kolloquium "Bauhilfsmassnahmen im Tunnelbau" | ETHZ, 29.11.2018 | RAM, RGA

Basler & Hofmann













47

Kolloquium "Bauhilfsmassnahmen im Tunnelbau" | ETHZ, 29.11.2018 | RAM, RGA

Basler & Hofmann



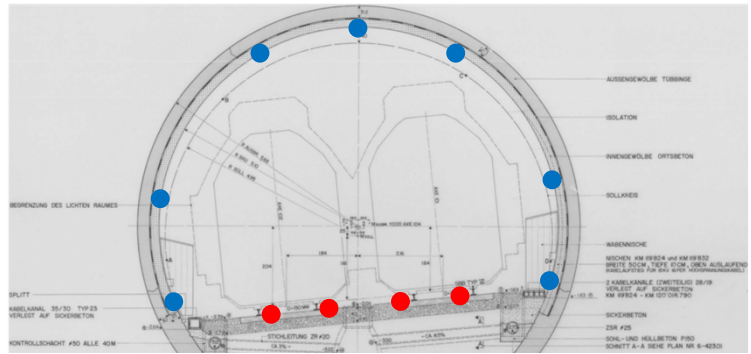
Überwachung

48

Kolloquium "Bauhilfsmassnahmen im Tunnelbau" | ETHZ, 29.11.2018 | RAM, RGA

Basler & Hofmann

Durchgeführte Messungen



3D-Messpunkte
 → Konvergenzen / Divergenzen
 → Hebungen / Setzungen

Gleismesspunkte
 → Verwindung
 → Pfeilhöhe

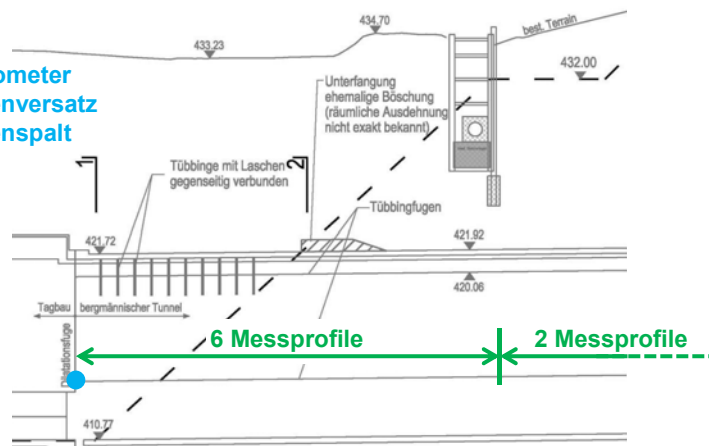
49

Kolloquium "Bauhilfsmassnahmen im Tunnelbau" | ETHZ, 29.11.2018 | RAM, RGA

Basler & Hofmann

Durchgeführte Messungen

Extensometer
 → Fugenversatz
 → Fugenspalt



50

Kolloquium "Bauhilfsmassnahmen im Tunnelbau" | ETHZ, 29.11.2018 | RAM, RGA

Basler & Hofmann



Schlussbemerkungen

51 Kolloquium "Bauhilfsmassnahmen im Tunnelbau" | ETHZ, 29.11.2018 | RAM, RGA **Basler & Hofmann**

Fazit

- _ Massnahmenpaket erfolgreich implementiert
- _ Bahnbetrieb jederzeit ohne Nutzungseinschränkungen und ohne Sicherheitsreduktion aufrechterhalten
- _ Bauwerksverhalten hat Prognose entsprochen

52 Kolloquium "Bauhilfsmassnahmen im Tunnelbau" | ETHZ, 29.11.2018 | RAM, RGA **Basler & Hofmann**

Bedankung



53

Kolloquium "Bauhilfsmassnahmen im Tunnelbau" | ETHZ, 29.11.2018 | RAM, RGA

Basler & Hofmann



54

Kolloquium "Bauhilfsmassnahmen im Tunnelbau" | ETHZ, 29.11.2018 | RAM, RGA

Basler & Hofmann

ETH zürich



Vielen Dank!

Dr. Marco Ramoni und Roman Gallus

55

Kolloquium "Bauhilfsmassnahmen im Tunnelbau" | ETHZ, 29.11.2018 | RAM, RGA

Basler & Hofmann