

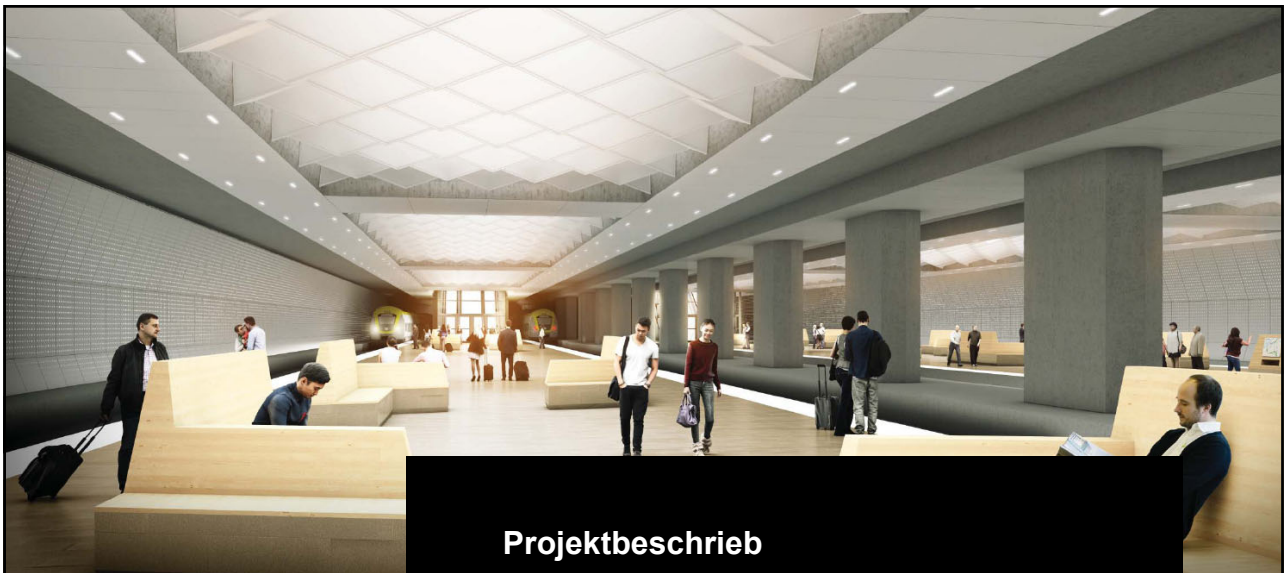
Västlänken Göteborg

Roman Gallus, Dr. Marco Ramoni, Jürg Matter

1

Kolloquium "Grosse Querschnitte" | ETH Zürich, 12.12.2019 | RGA, RAM, MAT

Basler & Hofmann



Projektbescrieb

2

Kolloquium "Grosse Querschnitte" | ETH Zürich, 12.12.2019 | RGA, RAM, MAT

Basler & Hofmann



3

Kolloquium "Grosse Querschnitte" | ETH Zürich, 12.12.2019 | RGA, RAM, MAT

Basler & Hofmann



4

Kolloquium "Grosse Querschnitte" | ETH Zürich, 12.12.2019 | RGA, RAM, MAT

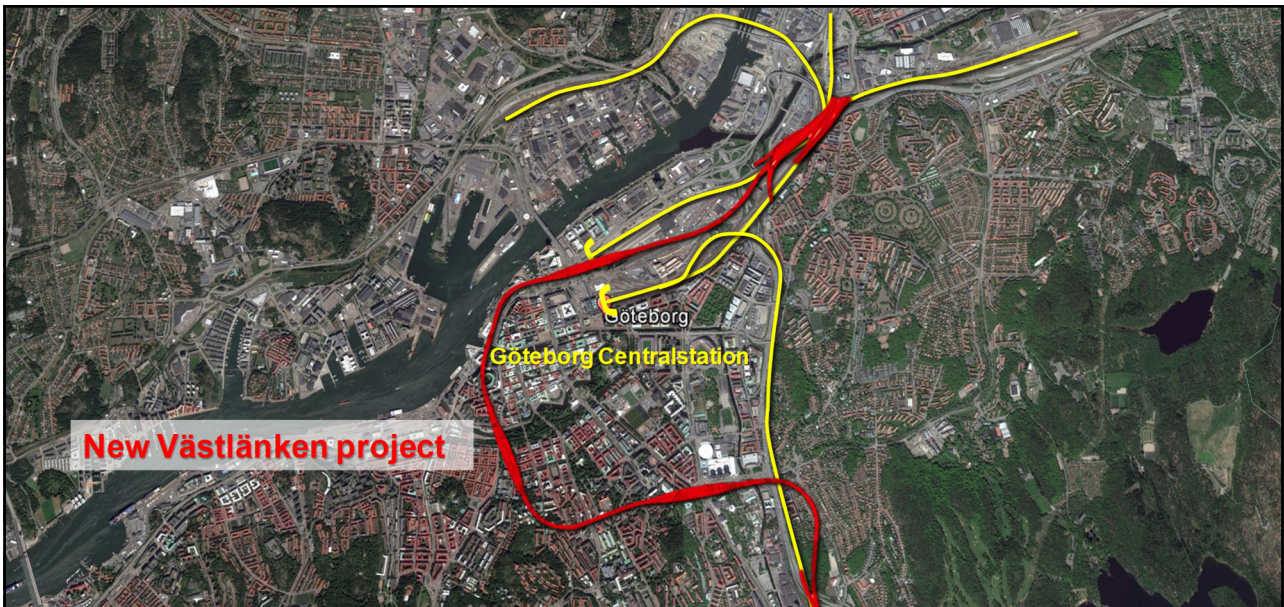
Basler & Hofmann



5

Kolloquium "Grosse Querschnitte" | ETH Zürich, 12.12.2019 | RGA, RAM, MAT

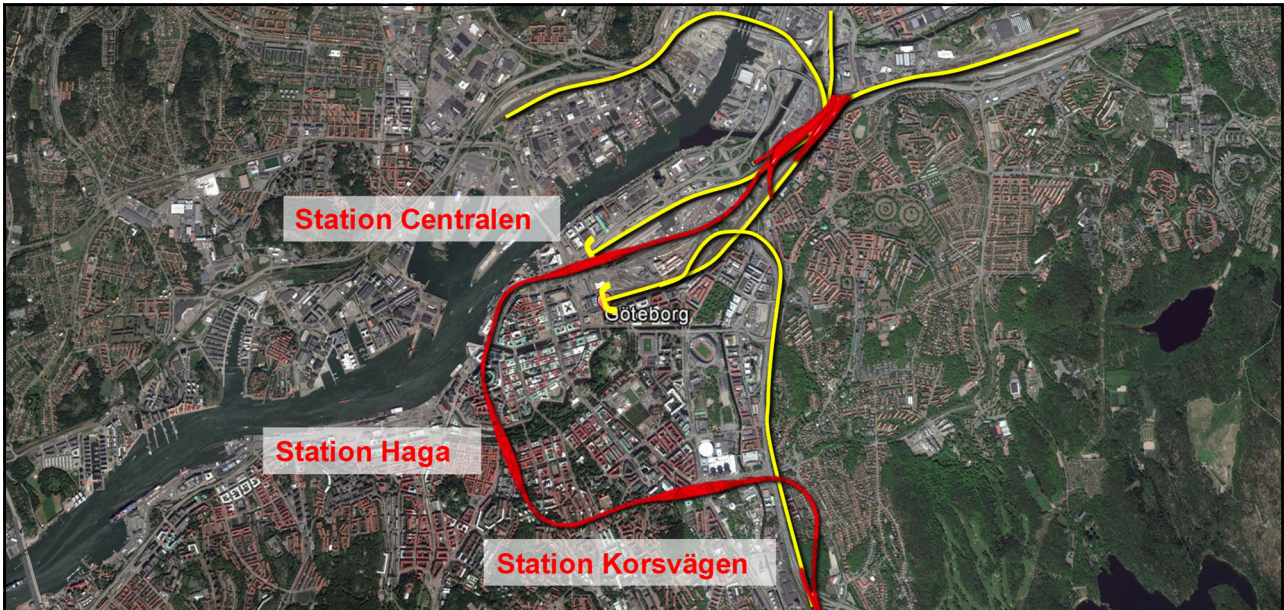
Basler & Hofmann



6

Kolloquium "Grosse Querschnitte" | ETH Zürich, 12.12.2019 | RGA, RAM, MAT

Basler & Hofmann



7

Kolloquium "Grosse Querschnitte" | ETH Zürich, 12.12.2019 | RGA, RAM, MAT

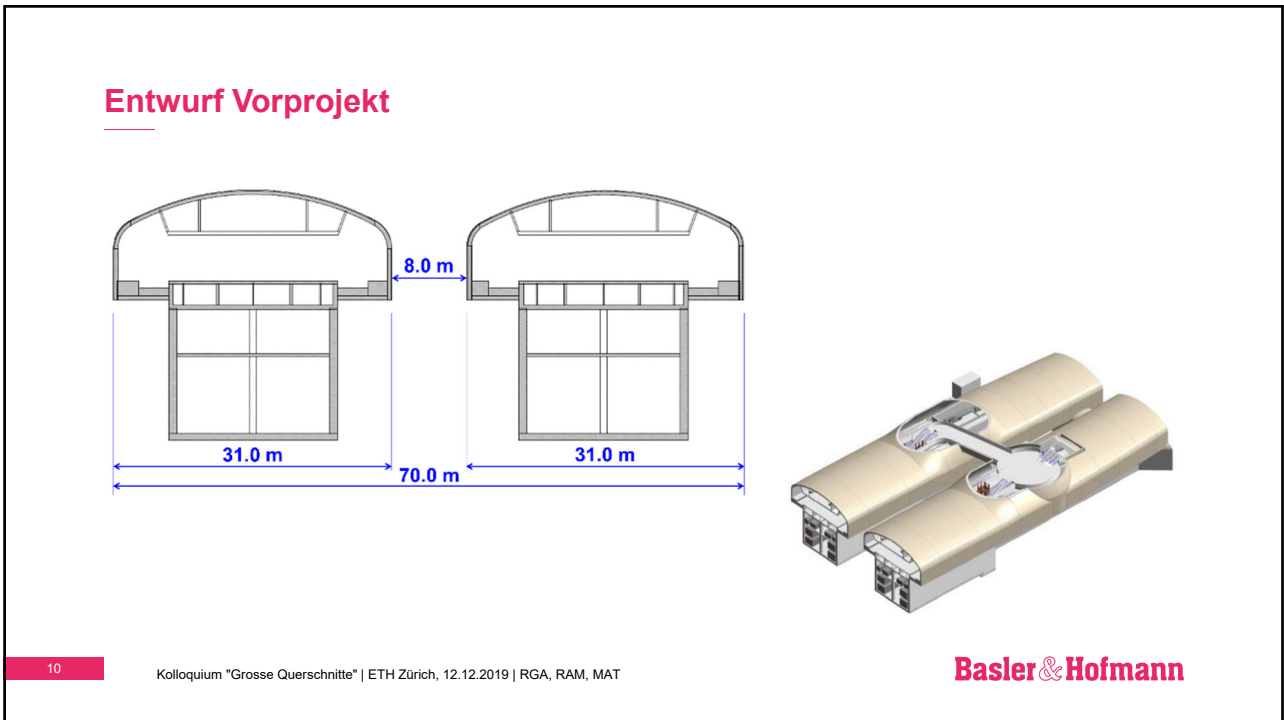
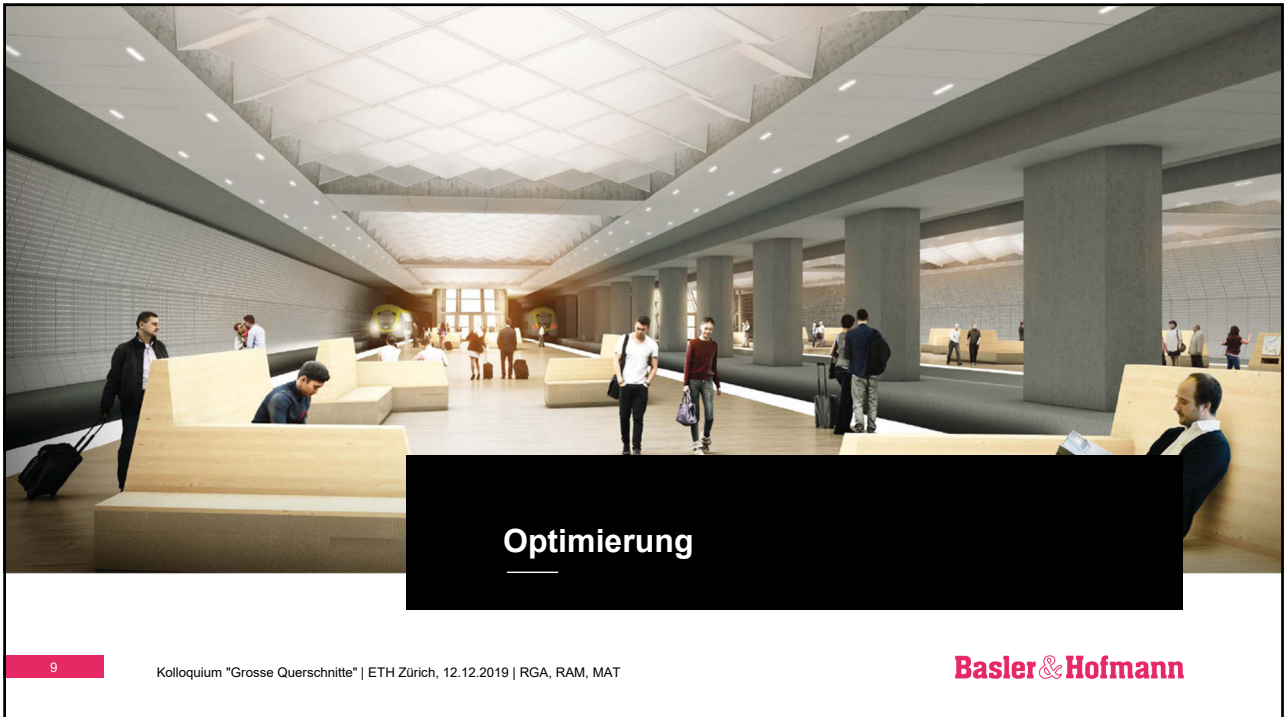
Basler & Hofmann



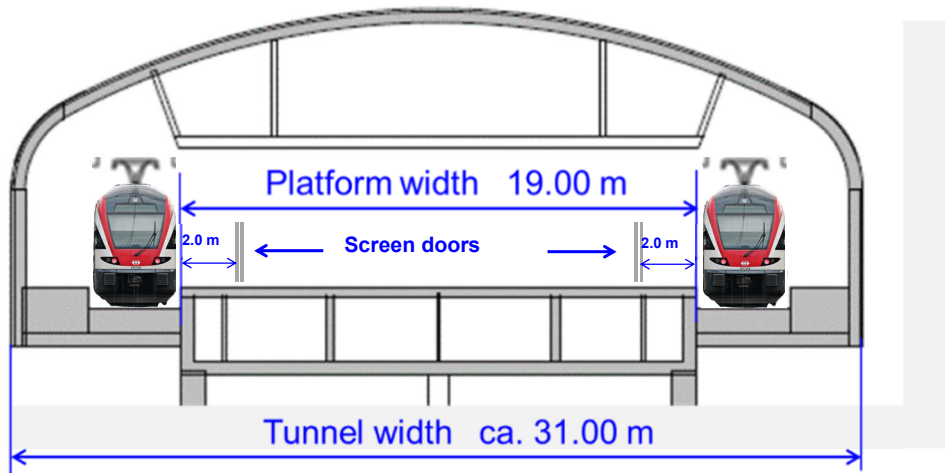
8

Kolloquium "Grosse Querschnitte" | ETH Zürich, 12.12.2019 | RGA, RAM, MAT

Basler & Hofmann



Optimierung Bahnhofskavernen

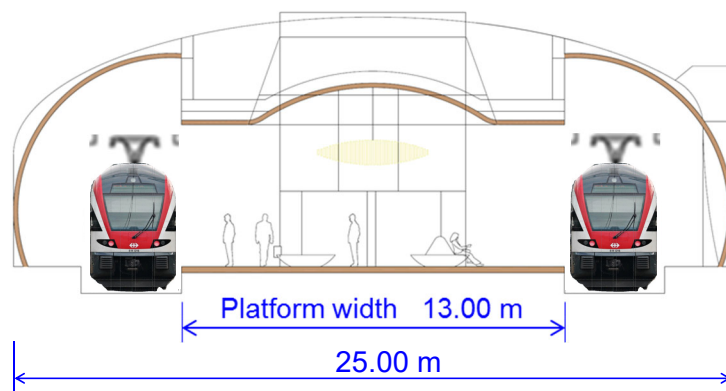


11

Kolloquium "Grosse Querschnitte" | ETH Zürich, 12.12.2019 | RGA, RAM, MAT

Basler & Hofmann

Optimierung Bahnhofskavernen

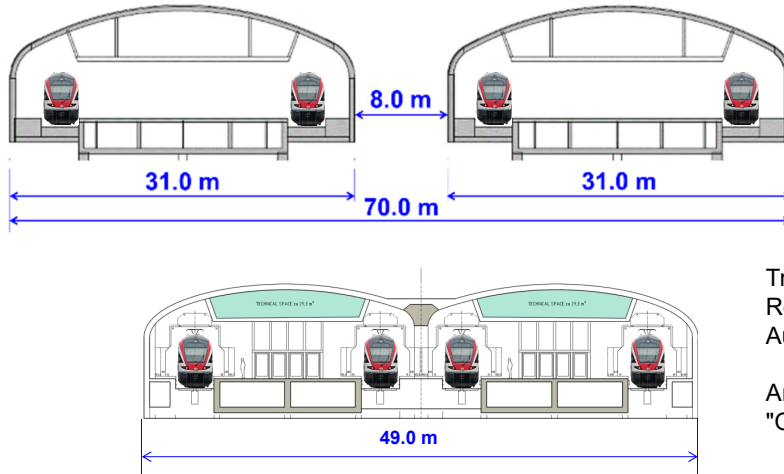


12

Kolloquium "Grosse Querschnitte" | ETH Zürich, 12.12.2019 | RGA, RAM, MAT

Basler & Hofmann

Optimierung Bahnhofskavernen



Tragwerk:
 Reduktion Spannweite
 Aufweitungsbauwerk

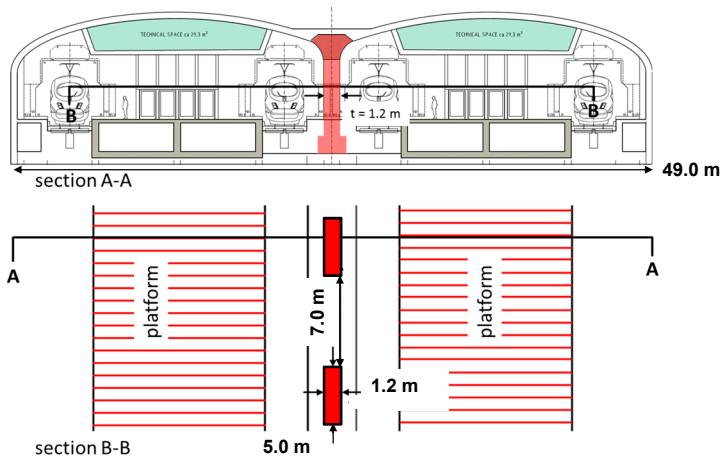
Architektur:
 "Offener" Bahnhof

13

Kolloquium "Grosse Querschnitte" | ETH Zürich, 12.12.2019 | RGA, RAM, MAT

Basler & Hofmann

Optimierung Bahnhofskavernen

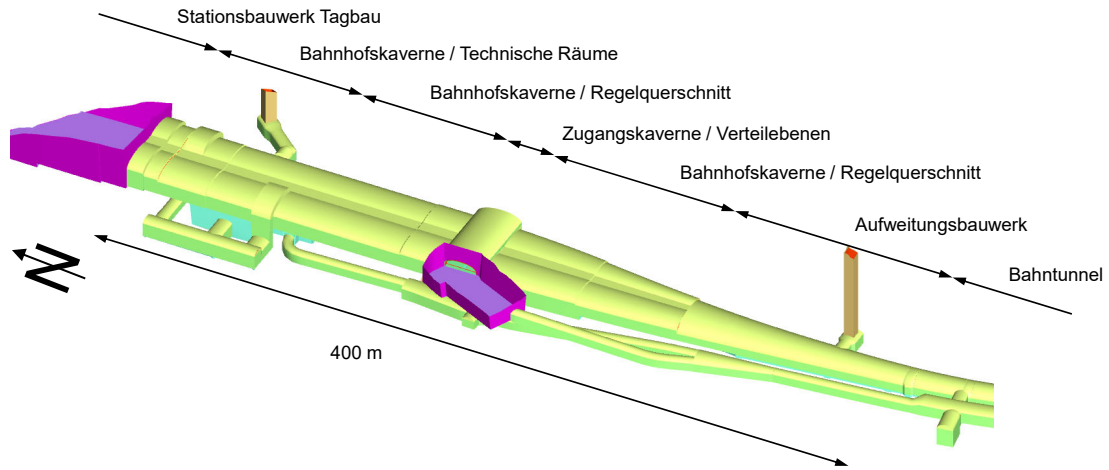


14

Kolloquium "Grosse Querschnitte" | ETH Zürich, 12.12.2019 | RGA, RAM, MAT

Basler & Hofmann

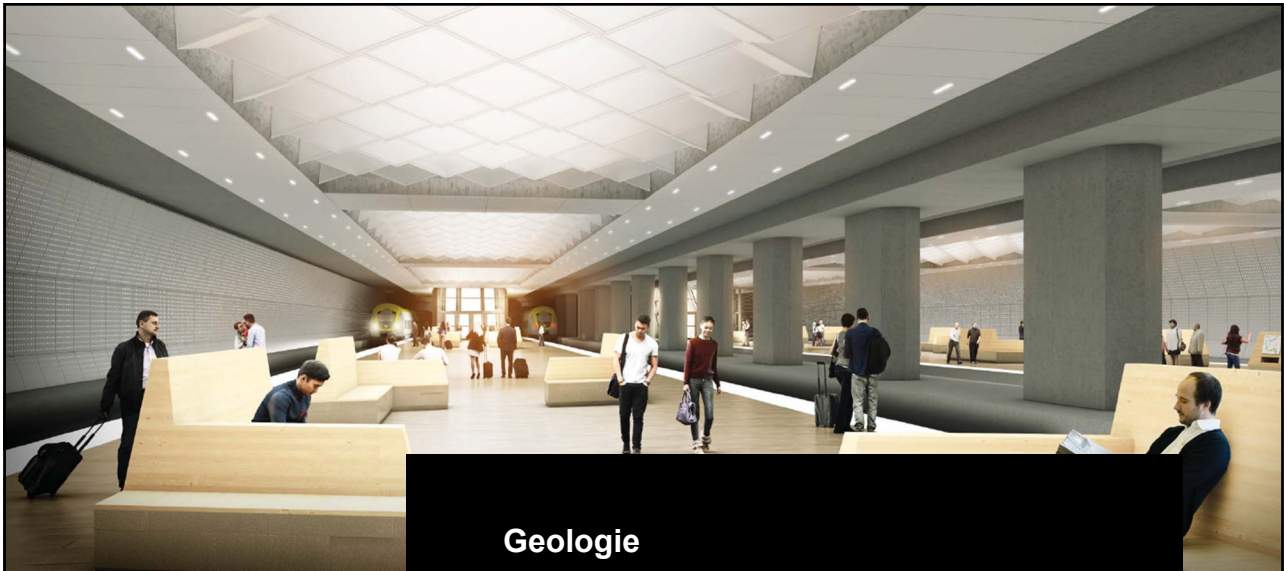
Kavernen mit grossen Querschnitten



15

Kolloquium "Grosse Querschnitte" | ETH Zürich, 12.12.2019 | RGA, RAM, MAT

Basler & Hofmann

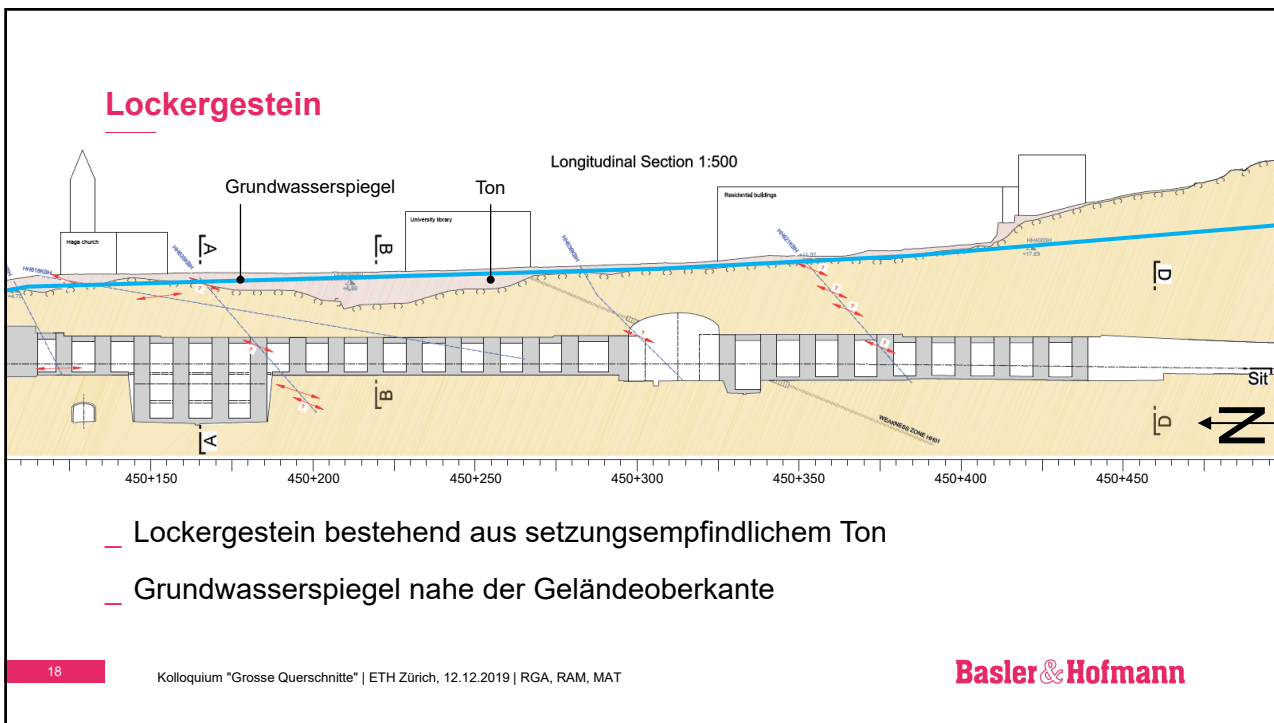
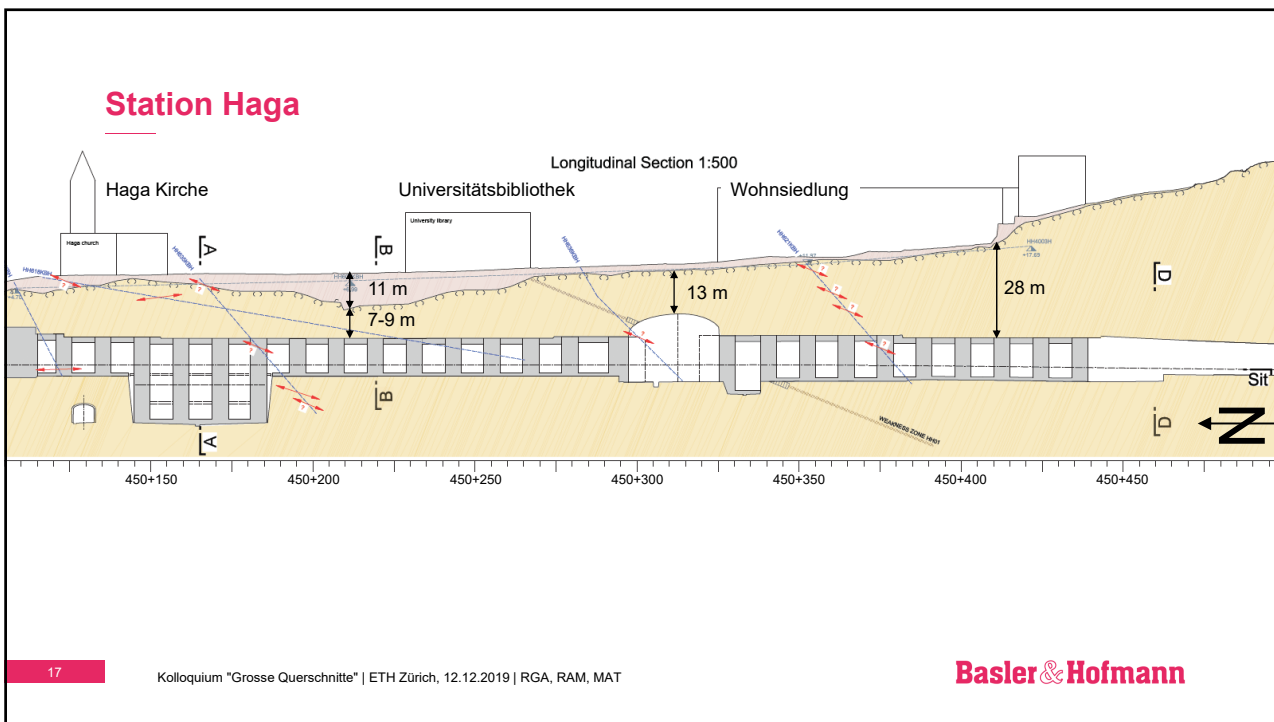


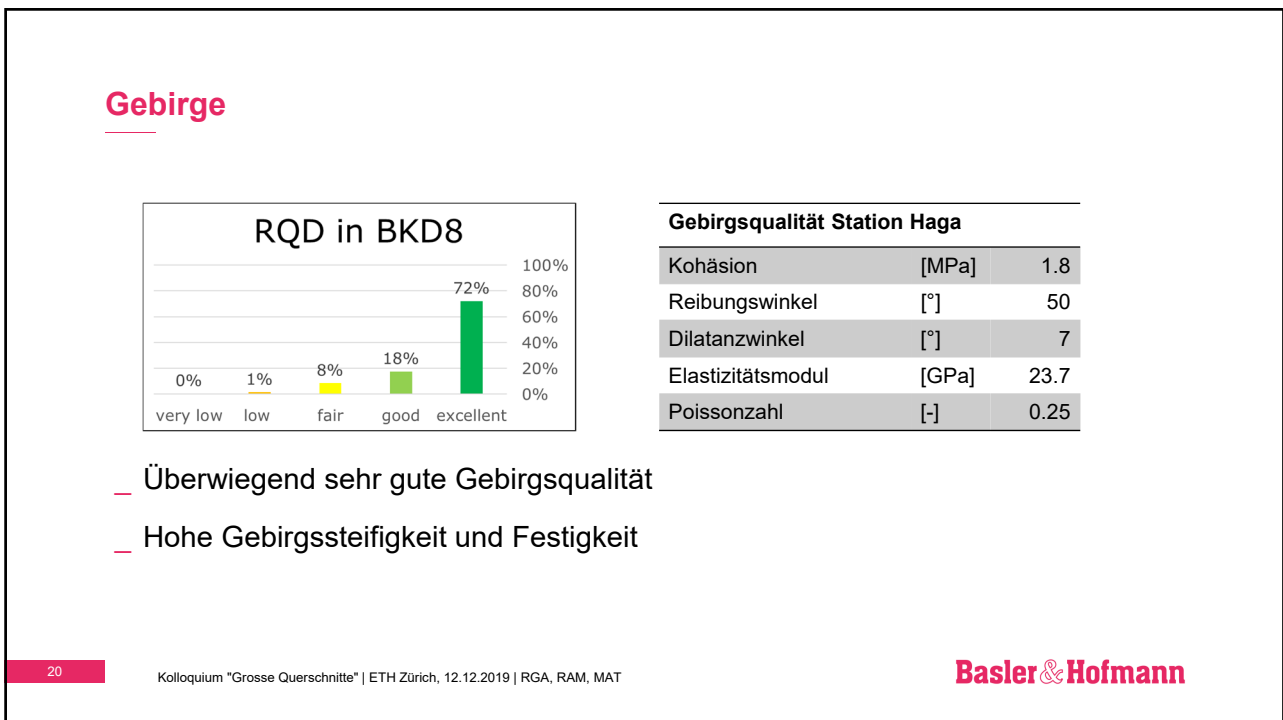
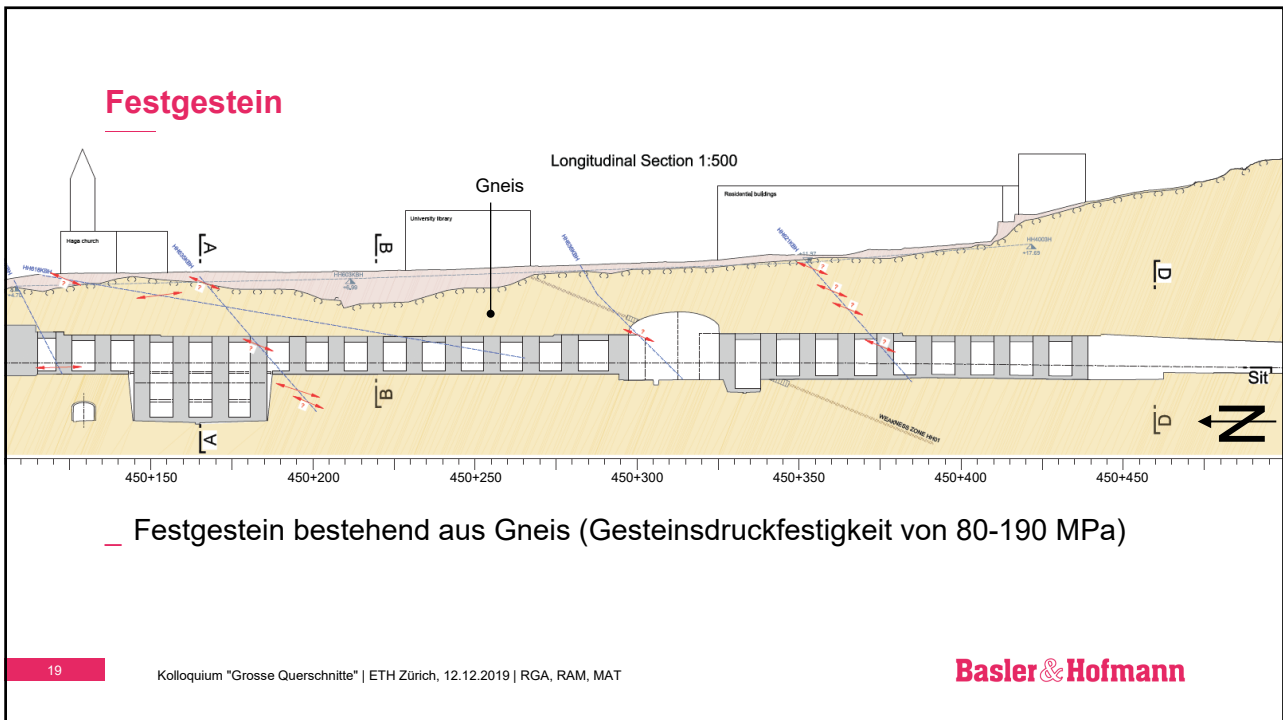
Geologie

16

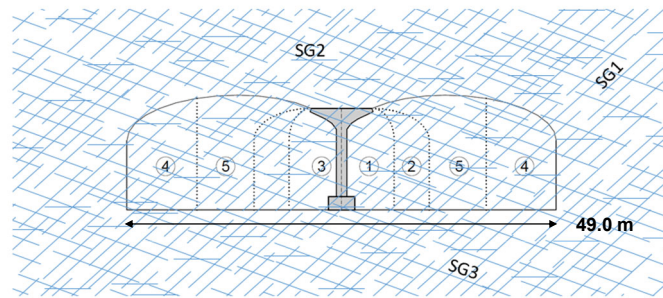
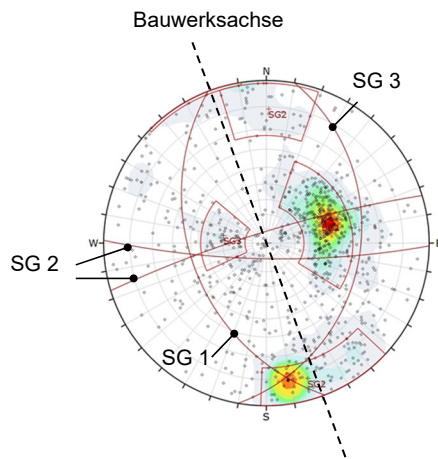
Kolloquium "Grosse Querschnitte" | ETH Zürich, 12.12.2019 | RGA, RAM, MAT

Basler & Hofmann





Trennflächensystem



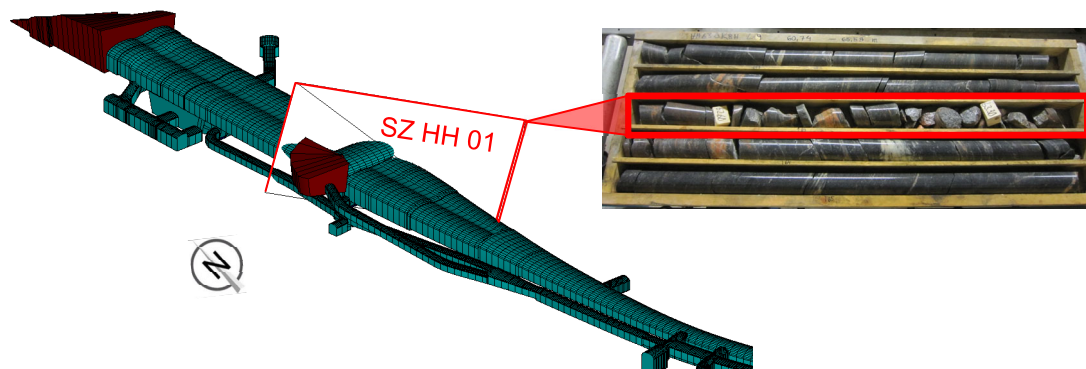
21

Kolloquium "Grosse Querschnitte" | ETH Zürich, 12.12.2019 | RGA, RAM, MAT

Basler & Hofmann

Störzone

- Störzone mit einer prognostizierten Mächtigkeit von 0.8 m
- Stark zerschertes Felsmaterial, tonige Matrix



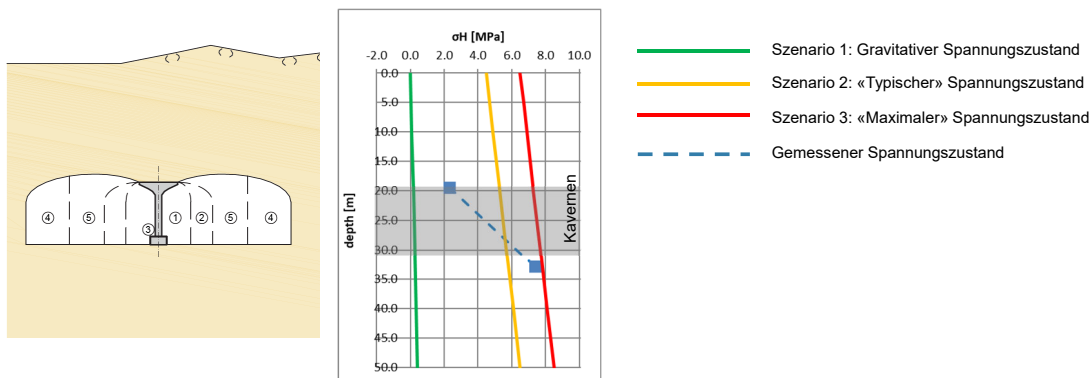
22

Kolloquium "Grosse Querschnitte" | ETH Zürich, 12.12.2019 | RGA, RAM, MAT

Basler & Hofmann

Primärspannungszustand im Gebirge

- _ Messung des Primärspannungszustandes im Gebirge mittels «overcoring»
- _ Annahmen drei verschiedener Primärspannungszustände für Bemessung



23

Kolloquium "Grosse Querschnitte" | ETH Zürich, 12.12.2019 | RGA, RAM, MAT

Basler & Hofmann



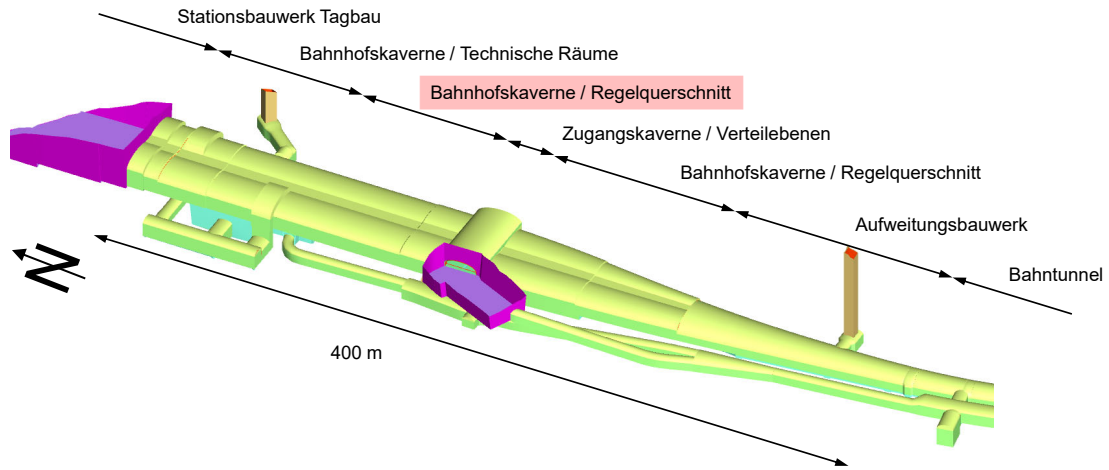
Ausbruch und Sicherung

24

Kolloquium "Grosse Querschnitte" | ETH Zürich, 12.12.2019 | RGA, RAM, MAT

Basler & Hofmann

Kavernen mit grossen Querschnitten

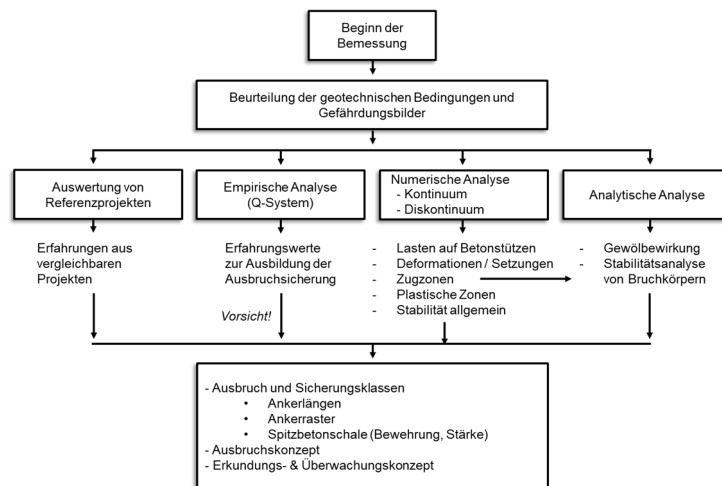


25

Kolloquium "Grosse Querschnitte" | ETH Zürich, 12.12.2019 | RGA, RAM, MAT

Basler & Hofmann

Bemessungskonzept



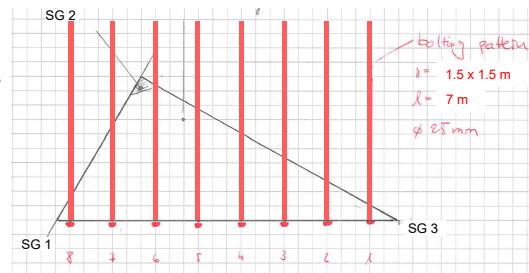
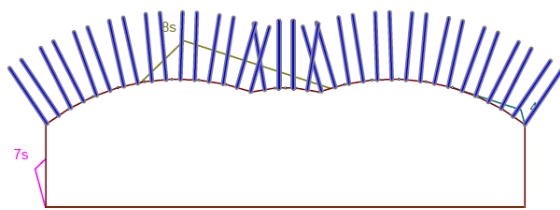
26

Kolloquium "Grosse Querschnitte" | ETH Zürich, 12.12.2019 | RGA, RAM, MAT

Basler & Hofmann

Bemessung

— Analytische Methoden:
Bruchkörperanalyse zur Bemessung der Systemankerung



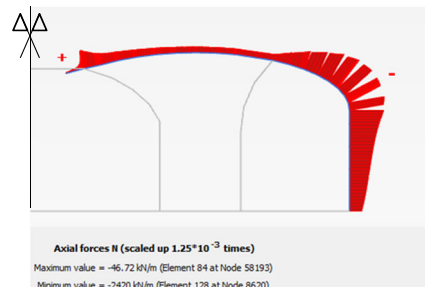
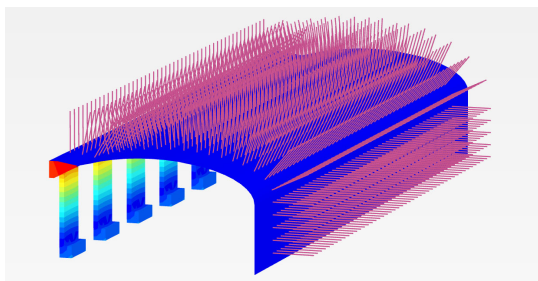
27

Kolloquium "Grosse Querschnitte" | ETH Zürich, 12.12.2019 | RGA, RAM, MAT

Basler & Hofmann

Bemessung

— Numerische Methoden:
FE-Modell zur Bemessung der Spritzbetonschale und der Systemankerung

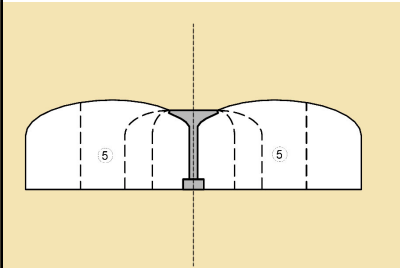


28

Kolloquium "Grosse Querschnitte" | ETH Zürich, 12.12.2019 | RGA, RAM, MAT

Basler & Hofmann

Ausbruchskonzept



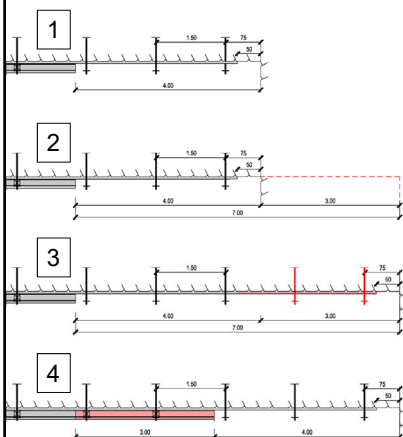
1. Vortrieb und Sicherung «Pilottunnel»
2. Aufweitung «Pilottunnel» (Abhängig von Geologie)
3. Einbau der Betonstruktur (Pfeiler, Balken)
4. Ausbruch der Paramenttunnel
5. Ausbruch des Felspfeilers

29

Kolloquium "Grosse Querschnitte" | ETH Zürich, 12.12.2019 | RGA, RAM, MAT

Basler & Hofmann

Sicherungskonzept



Sicherungskonzept Regelbereich

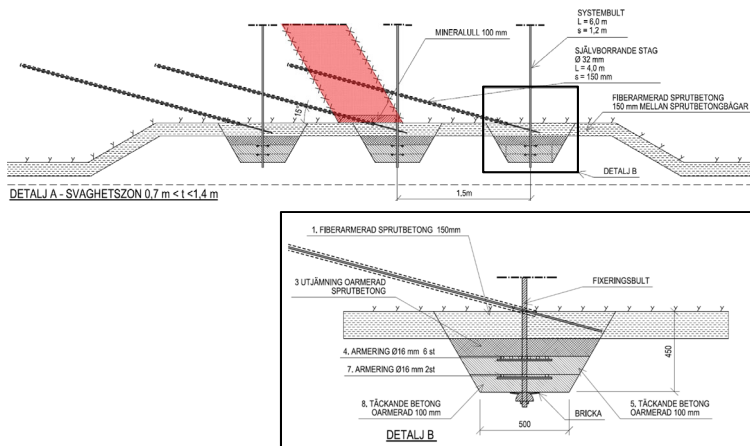
- _ Beschränkung Abschlagslänge ($a = 2.5 \text{ m}$ bis 3.0 m)
- _ Systematische Mörtelanker ($l = 7.0 \text{ m}$, $s = 1.5 \text{ m}$, $d = 25 \text{ mm}$)
- _ Bewehrte Spritzbetonschale ($t = 25 \text{ cm}$)

30

Kolloquium "Grosse Querschnitte" | ETH Zürich, 12.12.2019 | RGA, RAM, MAT

Basler & Hofmann

Sicherungskonzept



Sicherungskonzept Störzonen

- Spiessschirm
- Reduzierte Abschlagslänge
- Verstärkte Ausbruchsicherung / Spritzbetonrippen

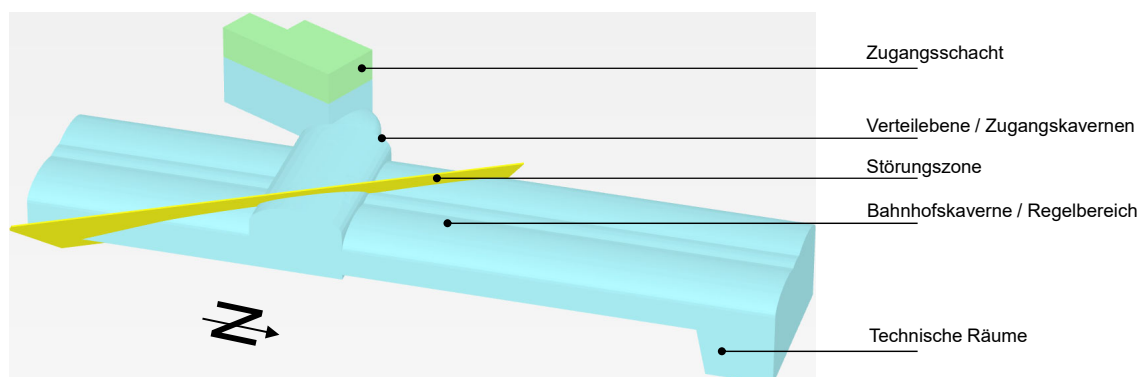
31

Kolloquium "Grosse Querschnitte" | ETH Zürich, 12.12.2019 | RGA, RAM, MAT

Basler & Hofmann

Bemessung der Betonstützen

Numerische Modellbildung (3D FE-Modell)



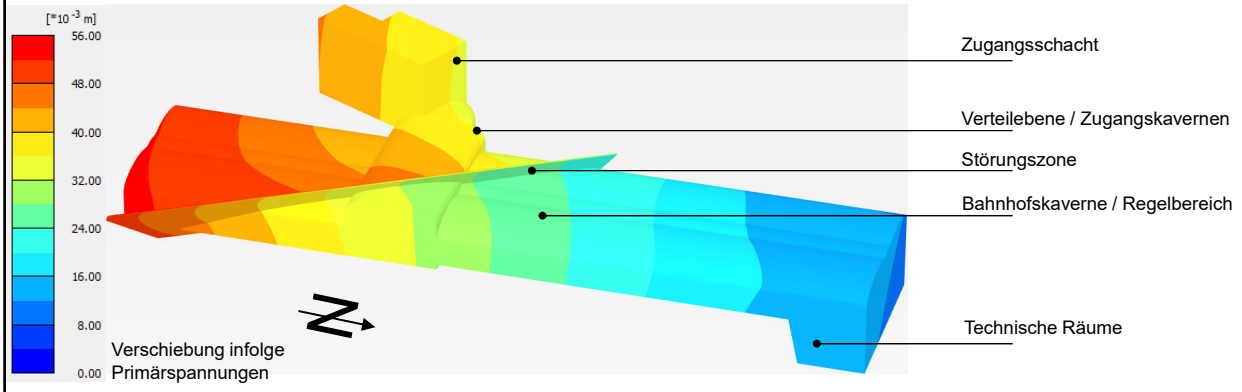
32

Kolloquium "Grosse Querschnitte" | ETH Zürich, 12.12.2019 | RGA, RAM, MAT

Basler & Hofmann

Bemessung der Betonstützen

Numerische Modellbildung (3D FE-Modell)

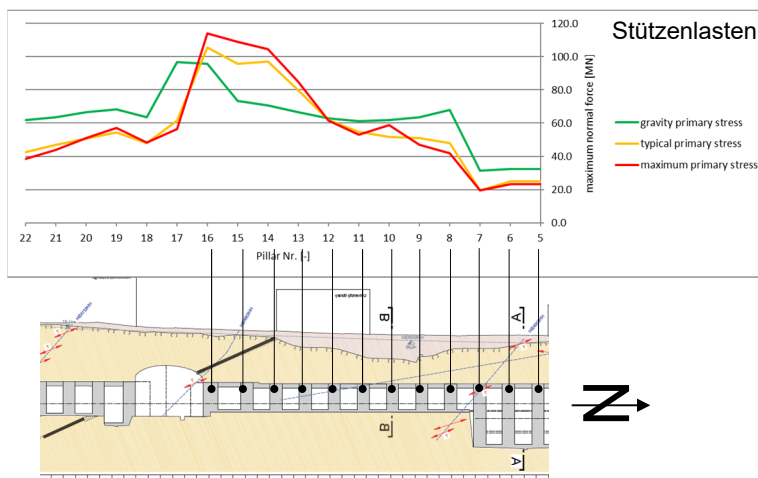


33

Kolloquium "Grosse Querschnitte" | ETH Zürich, 12.12.2019 | RGA, RAM, MAT

Basler & Hofmann

Bemessung der Betonstützen



Dominanter Einfluss von:

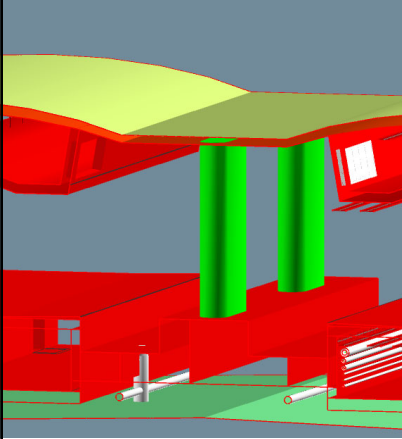
- Verschneidung Zugangskaverne
- Störzone SZ HH01
- Primärspannungsverhältnisse

34

Kolloquium "Grosse Querschnitte" | ETH Zürich, 12.12.2019 | RGA, RAM, MAT

Basler & Hofmann

Bemessung der Betonstützen



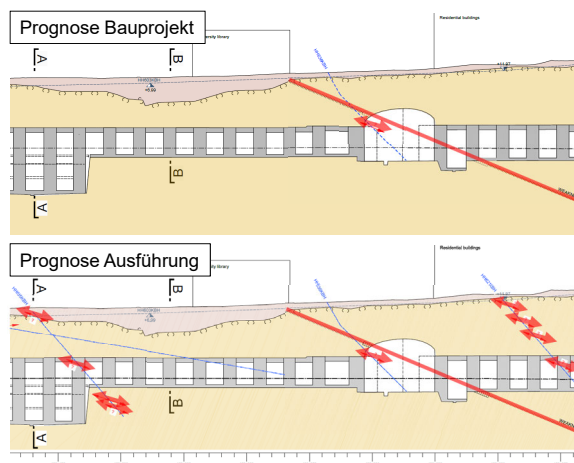
- Ortbetonstützen mit Beton minimum C50/60 und starker Druckarmierung
- Hohe Anforderungen an tiefes Schwindmass (Trockenschwinden) und Kriechzahl
- Nachverpressung der Fuge zwischen Gebirge und Stützenkopf (Kompensation Schwindverformung) zwecks Kraftschlüssigkeit

35

Kolloquium "Grosse Querschnitte" | ETH Zürich, 12.12.2019 | RGA, RAM, MAT

Basler & Hofmann

Bemessung der Betonstützen



Zusätzliche Bohrkampagne vor Ausführung:

- Variable Gebirgsqualität
- Unsicherheit bezüglich Lage der Störzonen
- Unsicherheit bezüglich Primärspannungsverhältnisse

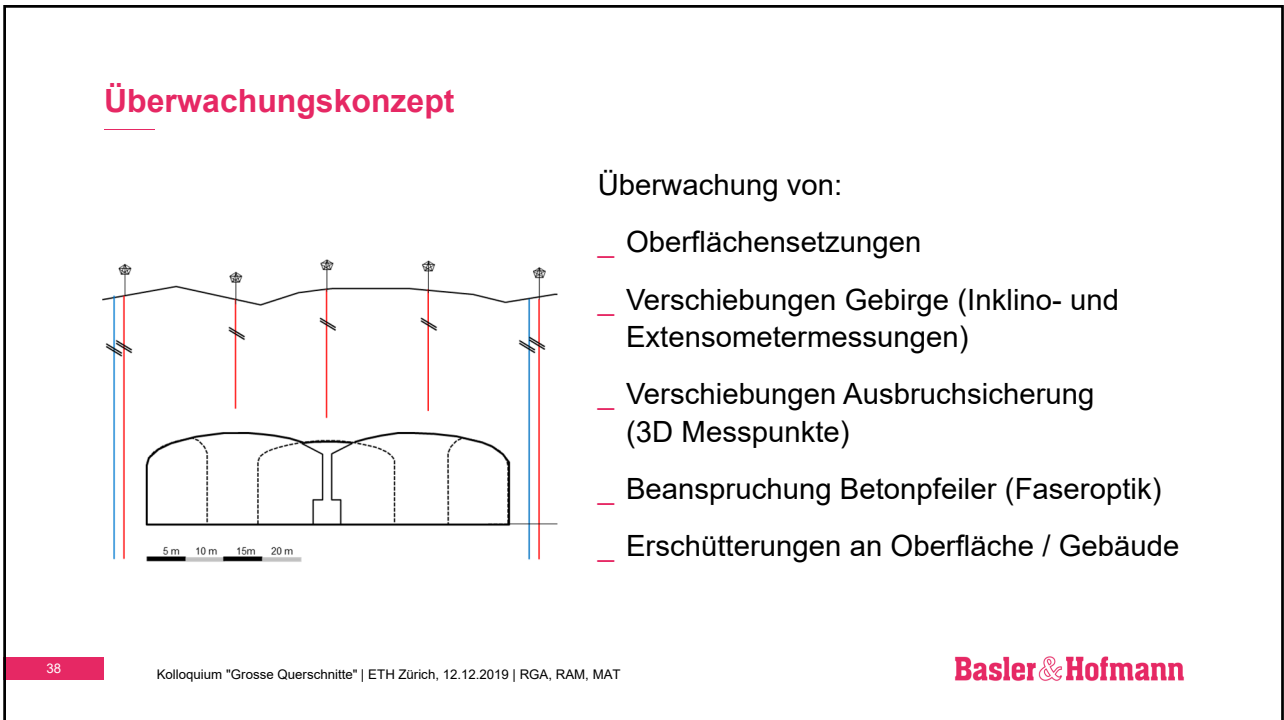
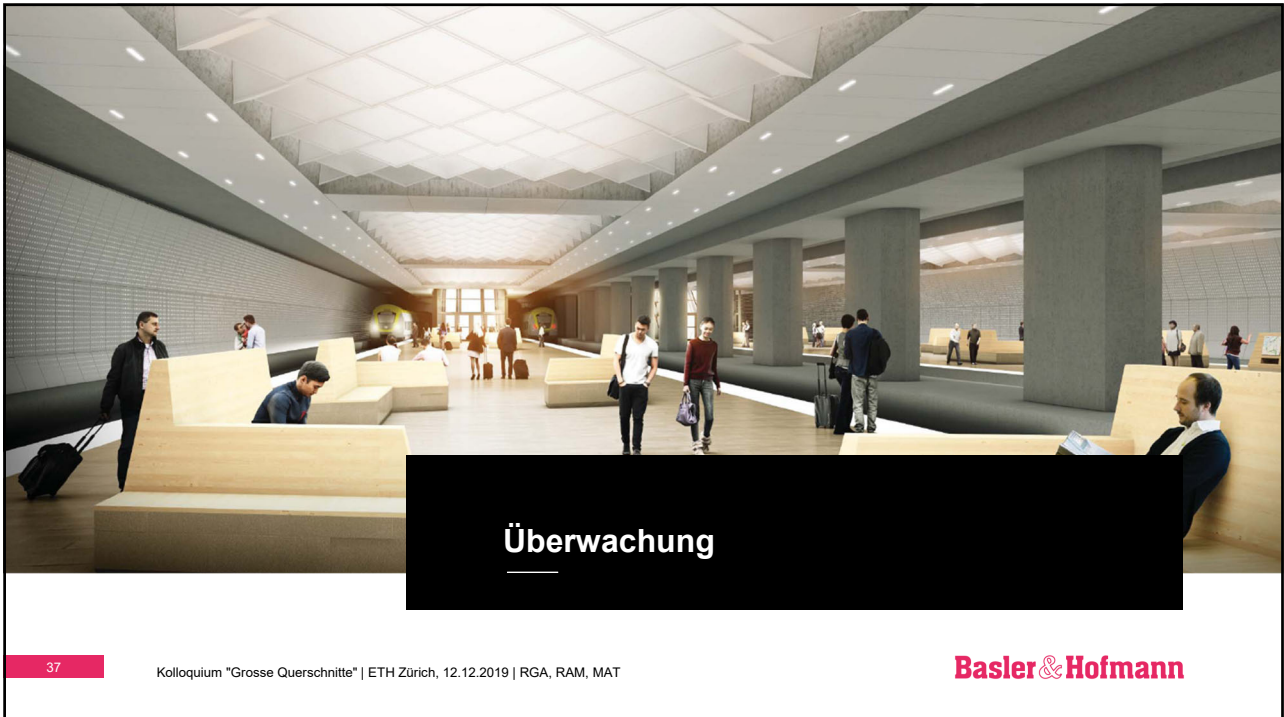
Robuste Bemessung:

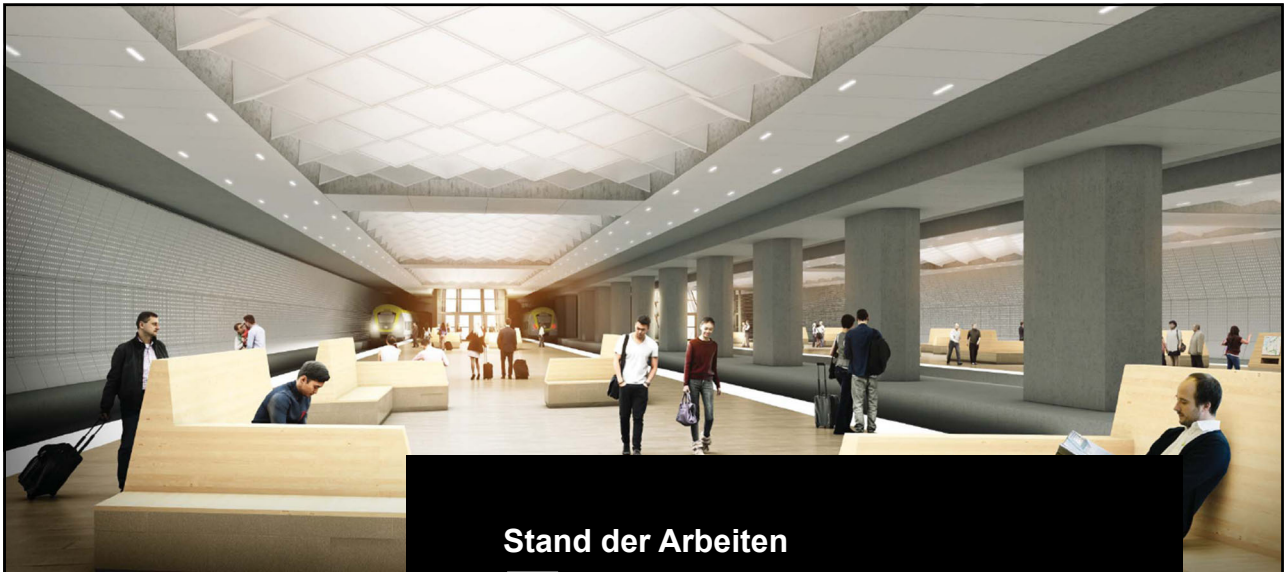
- Auslegung aller Stützen auf die Maximallasten

36

Kolloquium "Grosse Querschnitte" | ETH Zürich, 12.12.2019 | RGA, RAM, MAT

Basler & Hofmann





Stand der Arbeiten

39

Kolloquium "Grosse Querschnitte" | ETH Zürich, 12.12.2019 | RGA, RAM, MAT

Basler & Hofmann

Stand der Arbeiten Haga

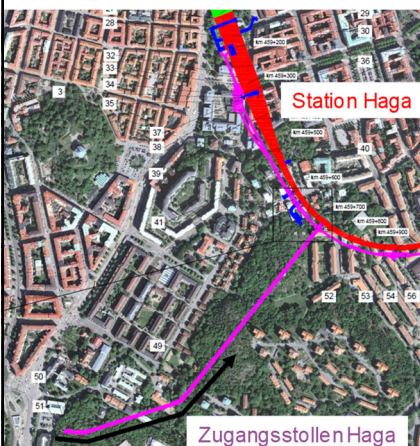


Foto: Trafikverket Göteborg

- Vortrieb und Sicherung Zugangsstollen
- Querung Störzone
- Injektionsarbeiten (Vorabdichtung)

40

Kolloquium "Grosse Querschnitte" | ETH Zürich, 12.12.2019 | RGA, RAM, MAT

Basler & Hofmann

Stand der Arbeiten Korsvågen



Foto: Trafikverket Göteborg

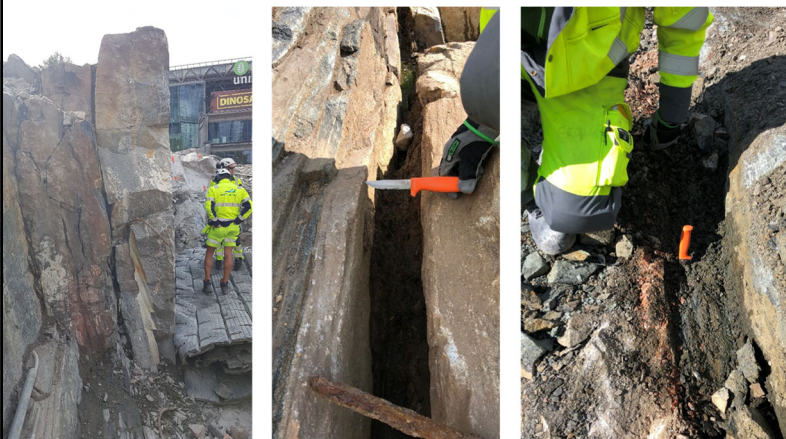
41

Kolloquium "Grosse Querschnitte" | ETH Zürich, 12.12.2019 | RGA, RAM, MAT

- Vortrieb und Sicherung Zugangstollen
- Schonende Sprengung Unterquerung «Universeum» (elektronische Sprengzünder)
- Injektionsarbeiten (Voradichtung)

Basler & Hofmann

Stand der Arbeiten Korsvågen



Fotos: SWECO AB Schweden

42

Kolloquium "Grosse Querschnitte" | ETH Zürich, 12.12.2019 | RGA, RAM, MAT

- Voreinschnitt für Teil der Station in offener Bauweise
- Aufschluss von Trennflächen / Störzonen mit grosser Erstreckung

Basler & Hofmann



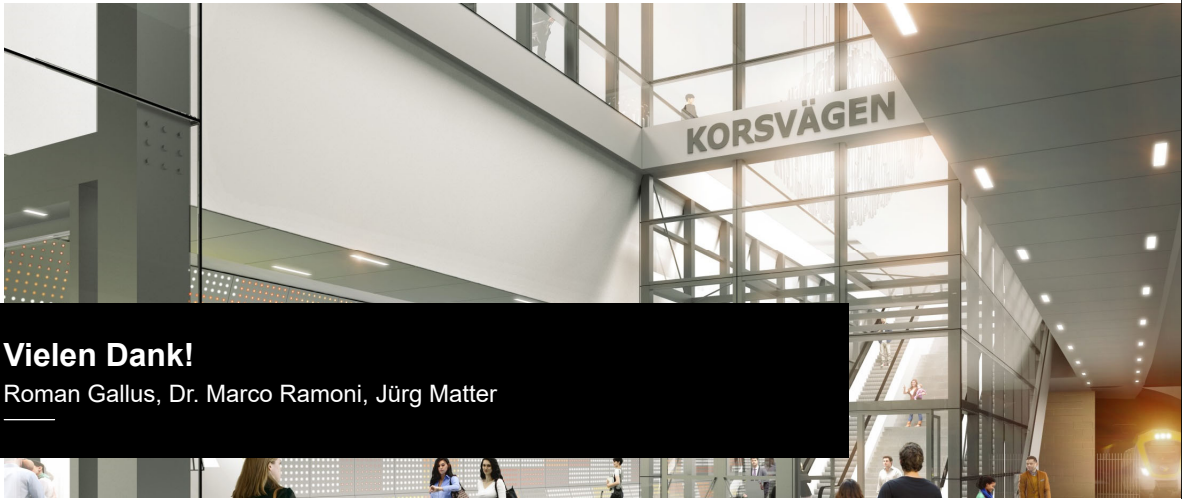
Schlussbemerkungen

- _ Massgebende Optimierungen der grossen Querschnitten
- _ Herausfordernder Entwurf und viel Überzeugungsarbeit erforderlich (Bauherr, diverse Prüfungsgremien)
- _ Robuste Bemessung erforderlich, da Unsicherheiten in der geologischen Prognose (Störzonen, Primärspannungszustand)
- _ Erfolgreiche Projektierung nach CH-Grundsätzen unter Berücksichtigung der skandinavischen "Gewohnheiten"

44

Kolloquium "Grosse Querschnitte" | ETH Zürich, 12.12.2019 | RGA, RAM, MAT

Basler & Hofmann



Vielen Dank!

Roman Gallus, Dr. Marco Ramoni, Jürg Matter

