

Die Tunnel des Projekts
Stuttgart 21 und der
Neubaustrecke Wendlingen – Ulm

Schwierigkeiten und Lösungen

Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Walter Wittke

WBI - Wittke Beratende Ingenieure
Aachen/Stuttgart/Guadalajara

Gliederung

1. **Veranlassung**
2. Stuttgart 21
 - 2.1 Geologische Verhältnisse
 - 2.2 Lage der Tunnel
 - 2.3 Gipskeuper (Quellen ...)
 - 2.4 Voruntersuchungen
 - 2.5 Erfahrungen bei ausgeführten Tunnelbauten
3. Neubaustrecke (NBS) Wendlingen – Ulm, Alaufstieg
 - 3.1 Geologische Verhältnisse
 - 3.2 Braunjura (druckhaft, Wasserdrücke)
 - 3.3 Weißjura (Karst)
 - 3.4 Voruntersuchungen
 - 3.5 Erfahrungen bei ausgeführten Tunnelbauten

➤ **Stuttgart 21**

- etwa 2 x 25 km eingleisige Tunnel

➤ **Neubaustrecke Wendlingen - Ulm**

- etwa 2 x 27 km eingleisige Tunnel

➤ **Ziel:**

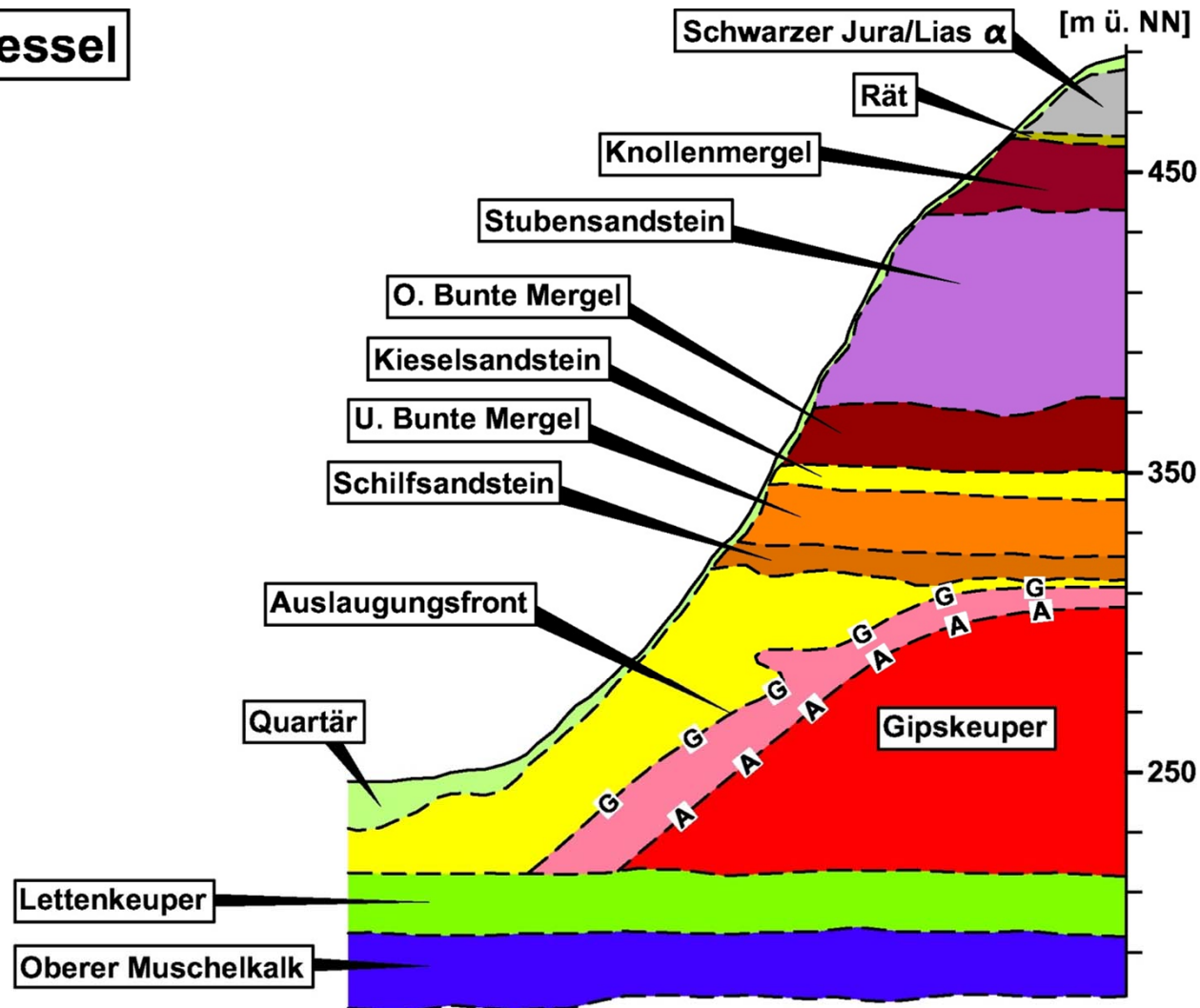
- Aufzeigen der Schwierigkeiten und Lösungen

Gipskeuper: **Quellen**; Braunjura: **druckhaft**; Weißjura: **Karst, Wasserdrücke**

- Umfang und Sorgfalt der Voruntersuchungen und Planungen
- Einschlägige Erfahrungen im Tunnelbau

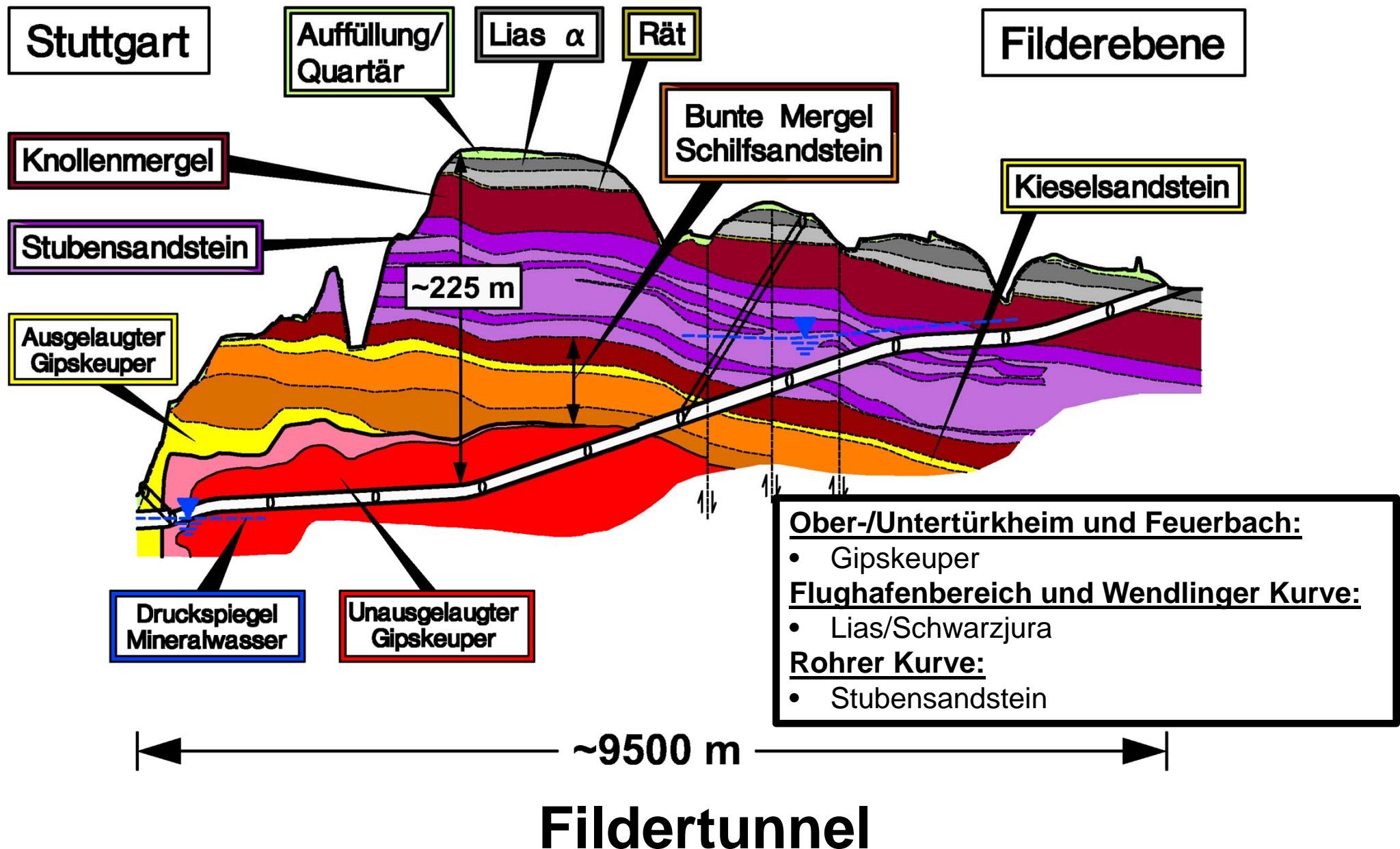
Talkessel

Filderebene

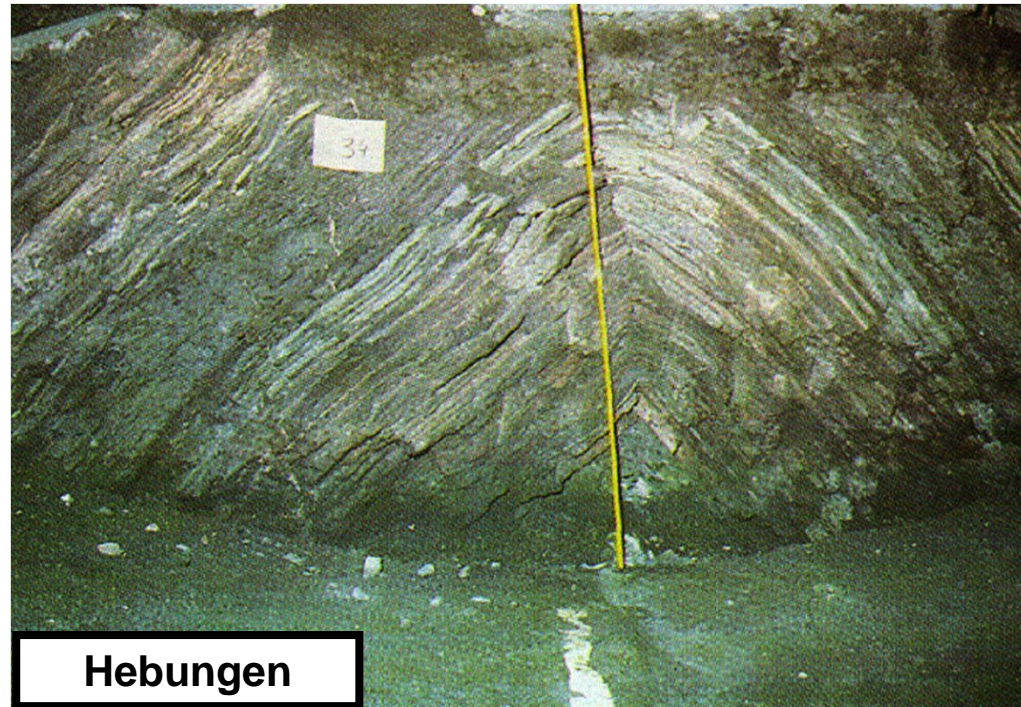
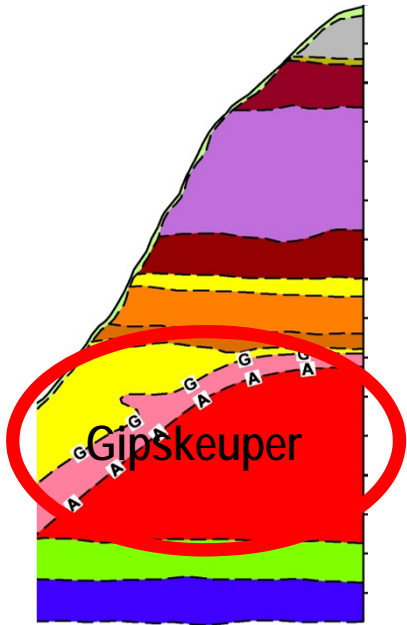


Geologie Stuttgart

2.2 Stuttgart 21, Lage der Tunnel



2.3 Stuttgart 21, Gipskeuper (Quellen ...)



Hebungen



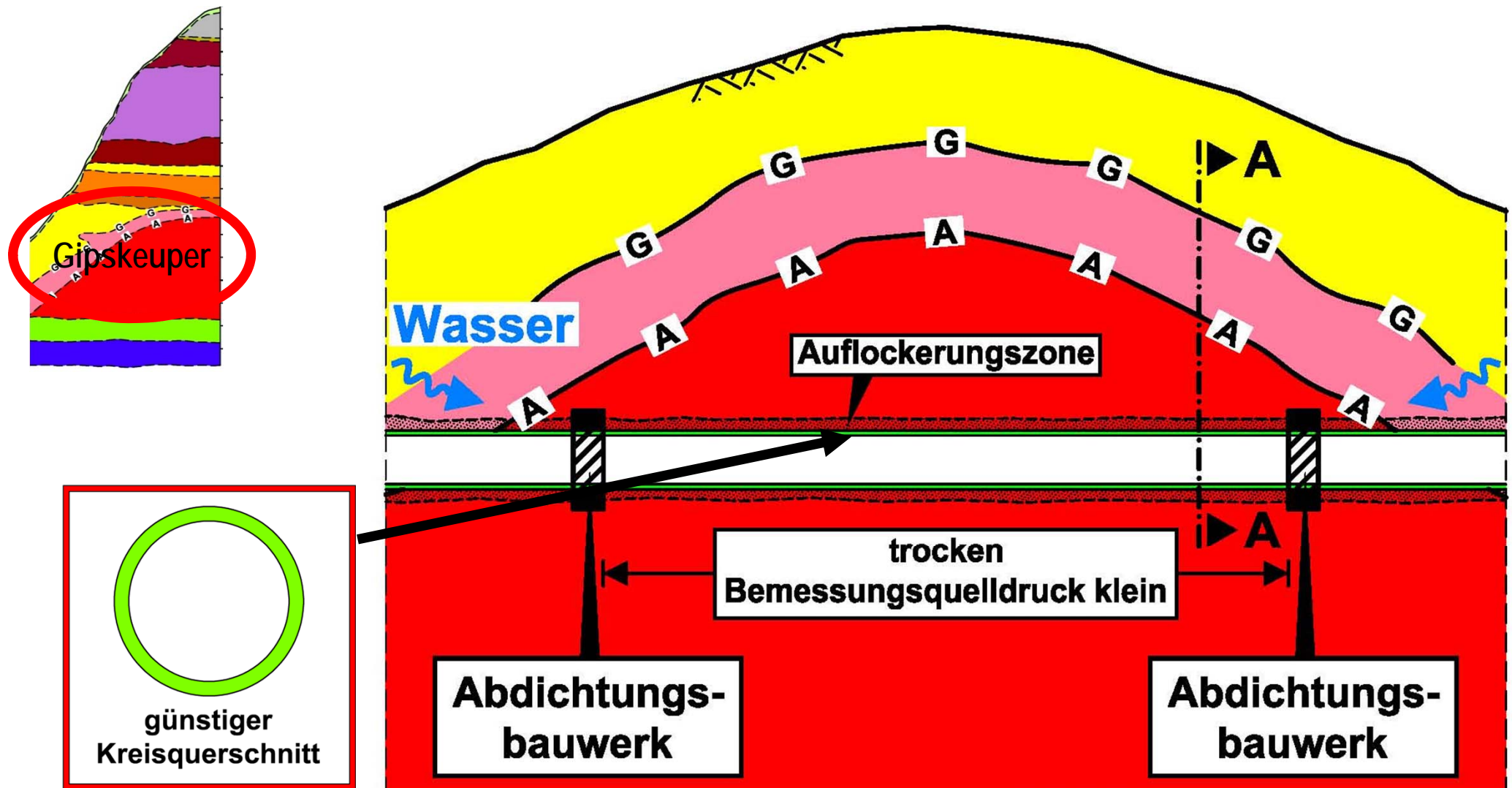
Quelldruck

Quellen:

- **Anhydrit** + **Wasser** \Rightarrow **Gips**
- **Wasser**anlagerung an **Ton**minerale
- \Rightarrow Volumenvergrößerung
- \Rightarrow Hebungen und / oder Druck

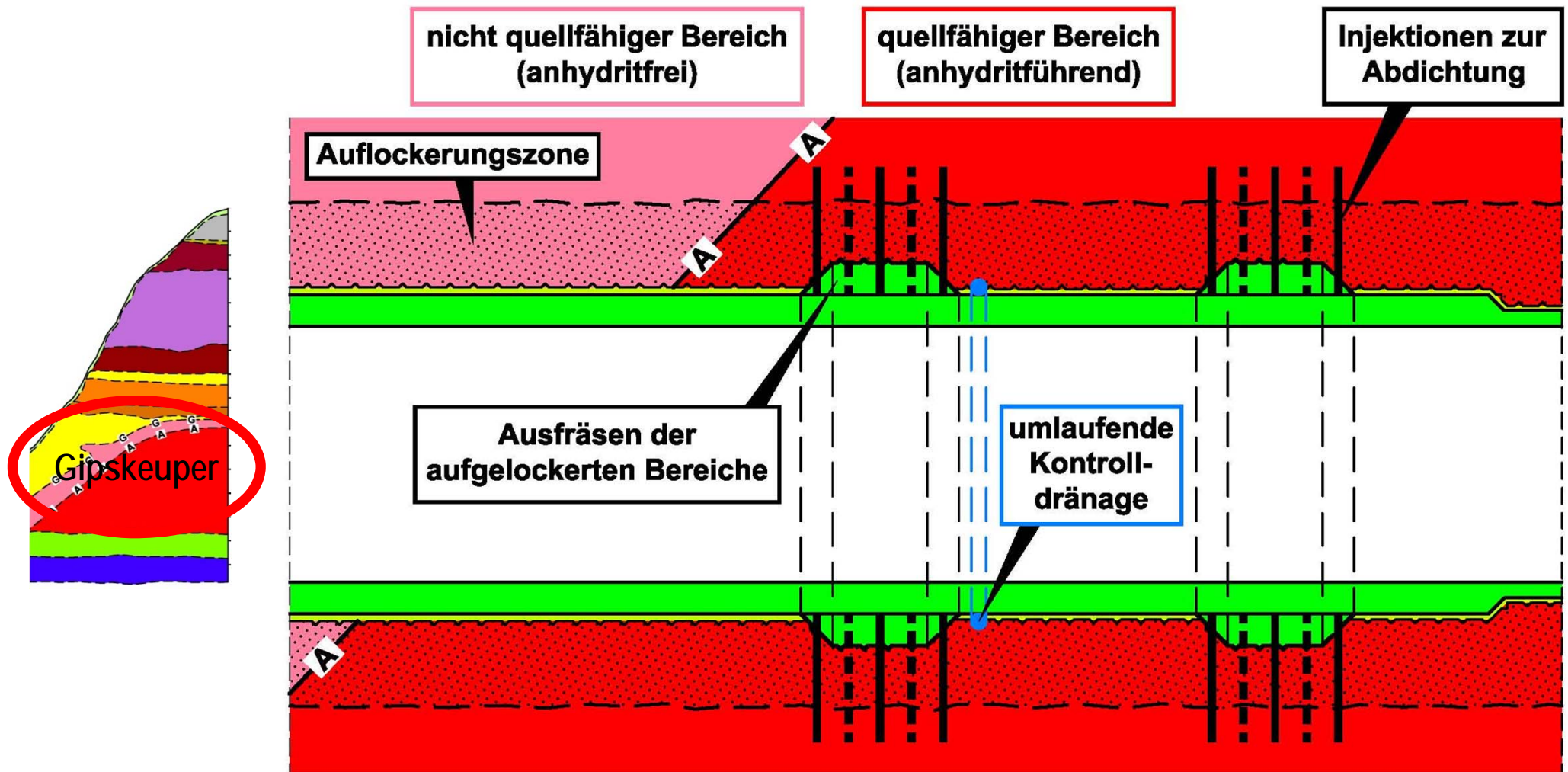
Kein **Wasser** \Rightarrow kein Quellen
Wenig **Wasser** \Rightarrow wenig Quellen

Quellen im Gipskeuper

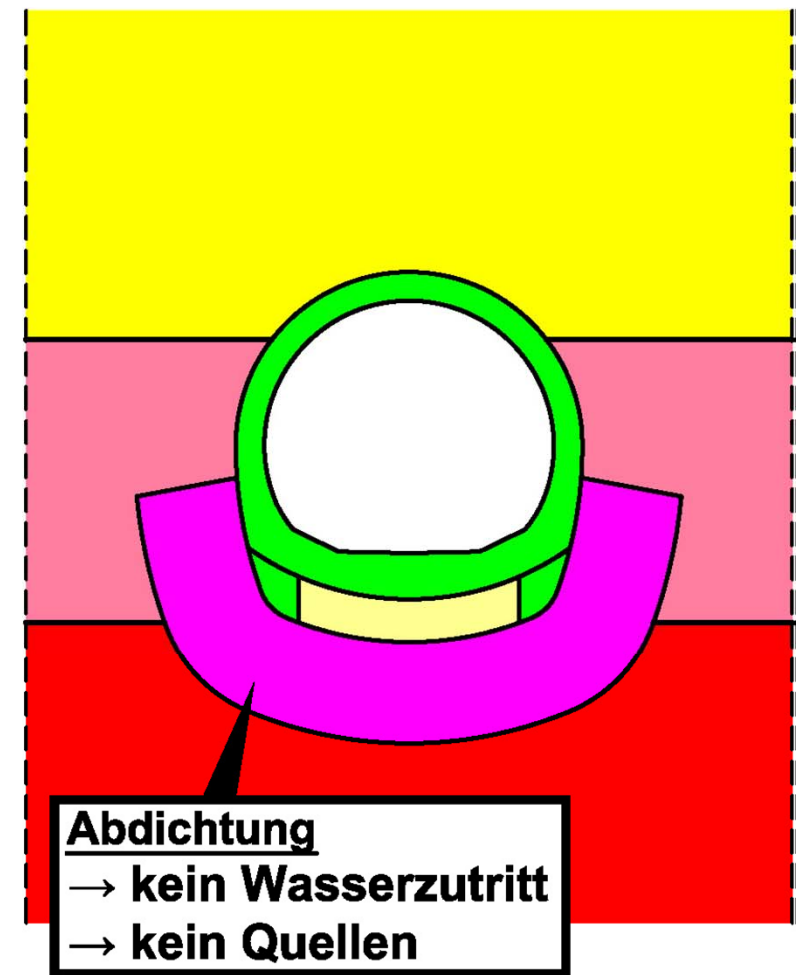
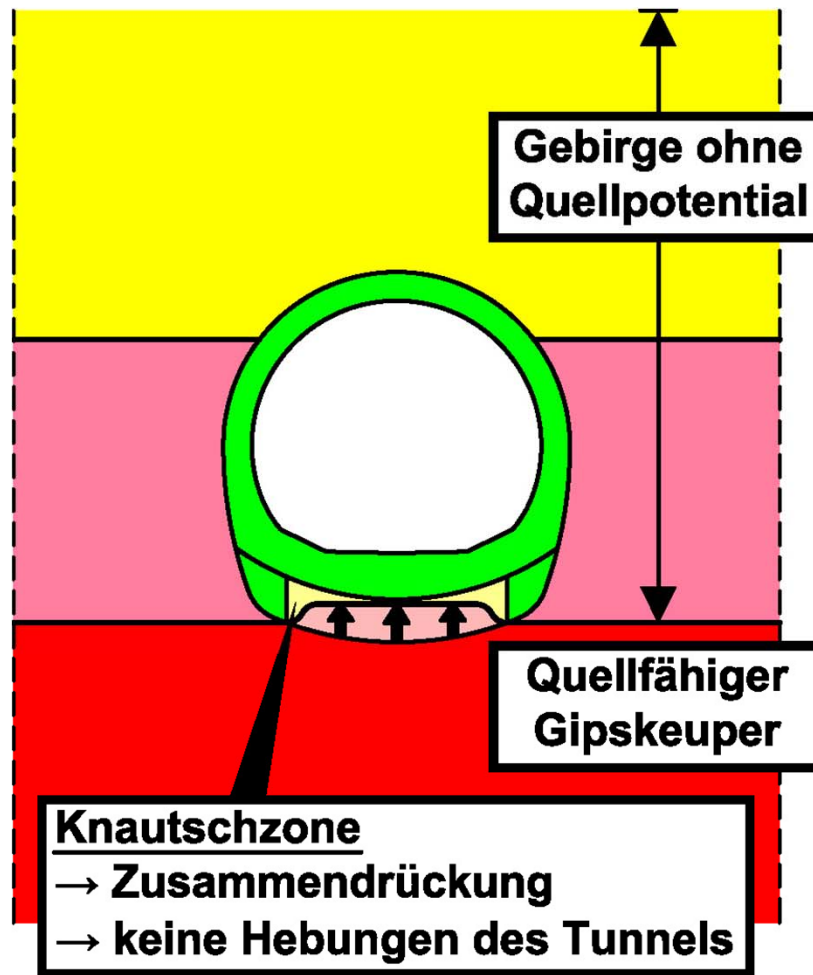
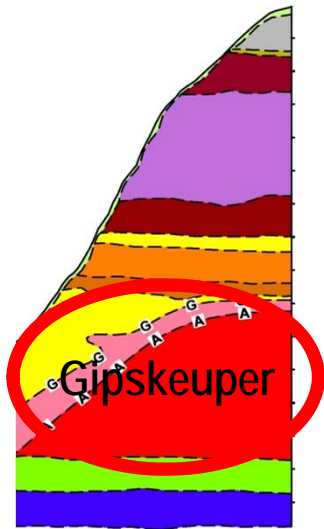


"Tiefe Lage" – Wasser fernhalten

(Fildertunnel, Tunnel nach Ober-/Untertürkheim)



Abdichtungsbauwerk



"Hohe Lage" Doppelte Sicherheit

(Tunnel nach Feuerbach und Bad Cannstatt)

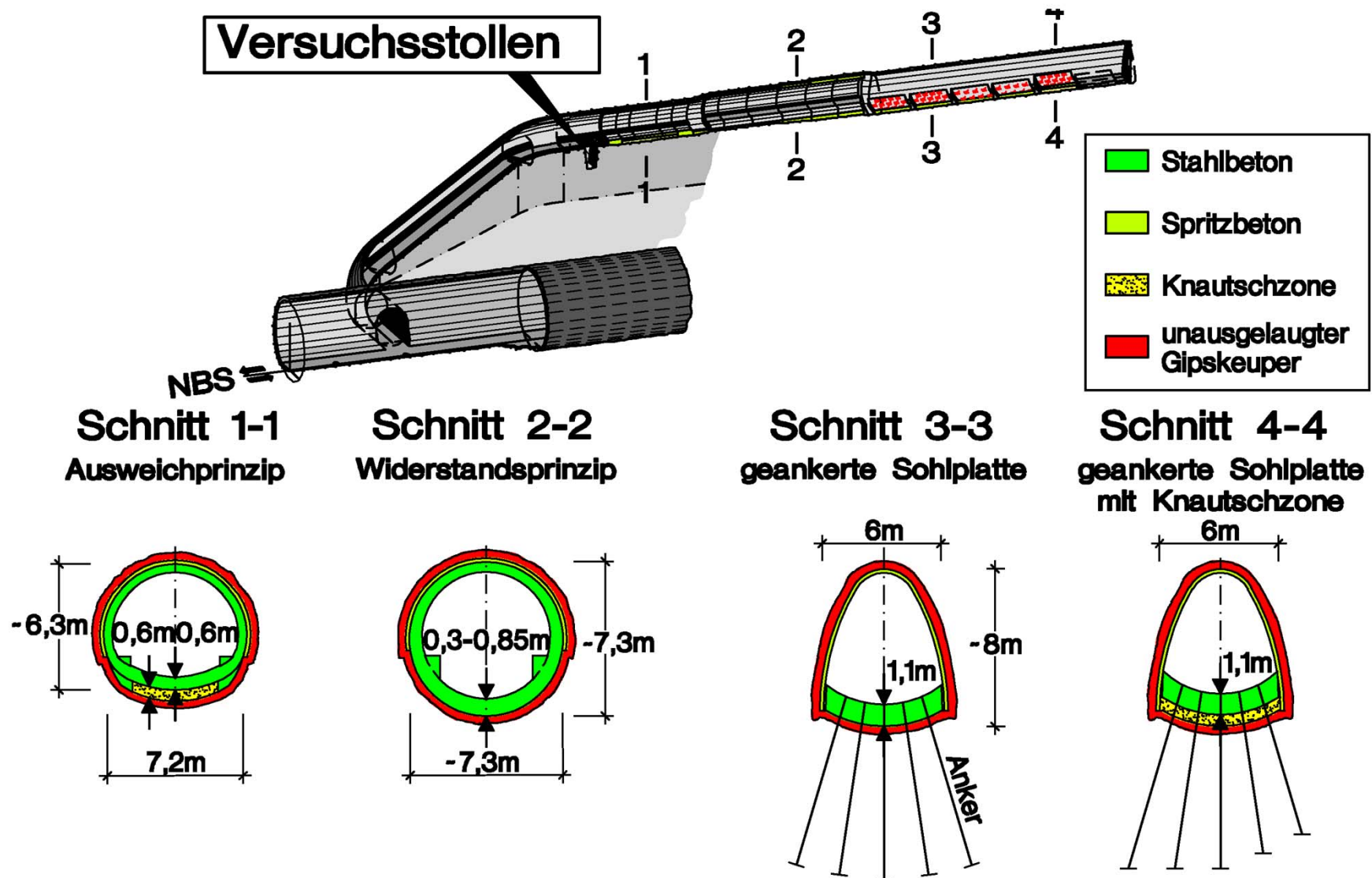
Stuttgart 21 insgesamt:

- etwa **1.500 Bohrungen**
- mehr als **42.500 Bohrmeter**

Stuttgart 21 Tunnel:

- etwa **400 Bohrungen**
- mehr als **25.000 Bohrmeter**
- im Mittel etwa alle 100 m eine Bohrung
- etwa **1.900 Feldversuche**
- etwa **25.000 Laborversuche**

Erkundungen



Freudensteintunnel-20 Jahre Messen/Beobachten

Schiene

Fern- und Regionalbahn

- 1 **Pragtunnel**
- 2 **Rosensteintunnel**
- Gäubahn:
- 3 **Kriegsbergtunnel**
- 4 Hasenbergstunnel
- 5 Berghautunnel
- 6 **Schnarrenbergtunnel**

Murrbahn:

- 7 Schwaigheimer Tunnel

Gleisdreieck:

- 8 Langes-Feld-Tunnel

Stadtbahn

- 9 Tunnel Fasanenhof (U6)
- 10 **Messtunnel (U7)**
- 11 Waldautunnel (U7)
- 12 **Tunnel Botnang (U9)**
- 13 **Tunnel Zuffenhausen (U15)**

S-Bahn

- 14 **Wendeschleife**
- 15 **Hasenbergstunnel**
- 16 Flughafentunnel

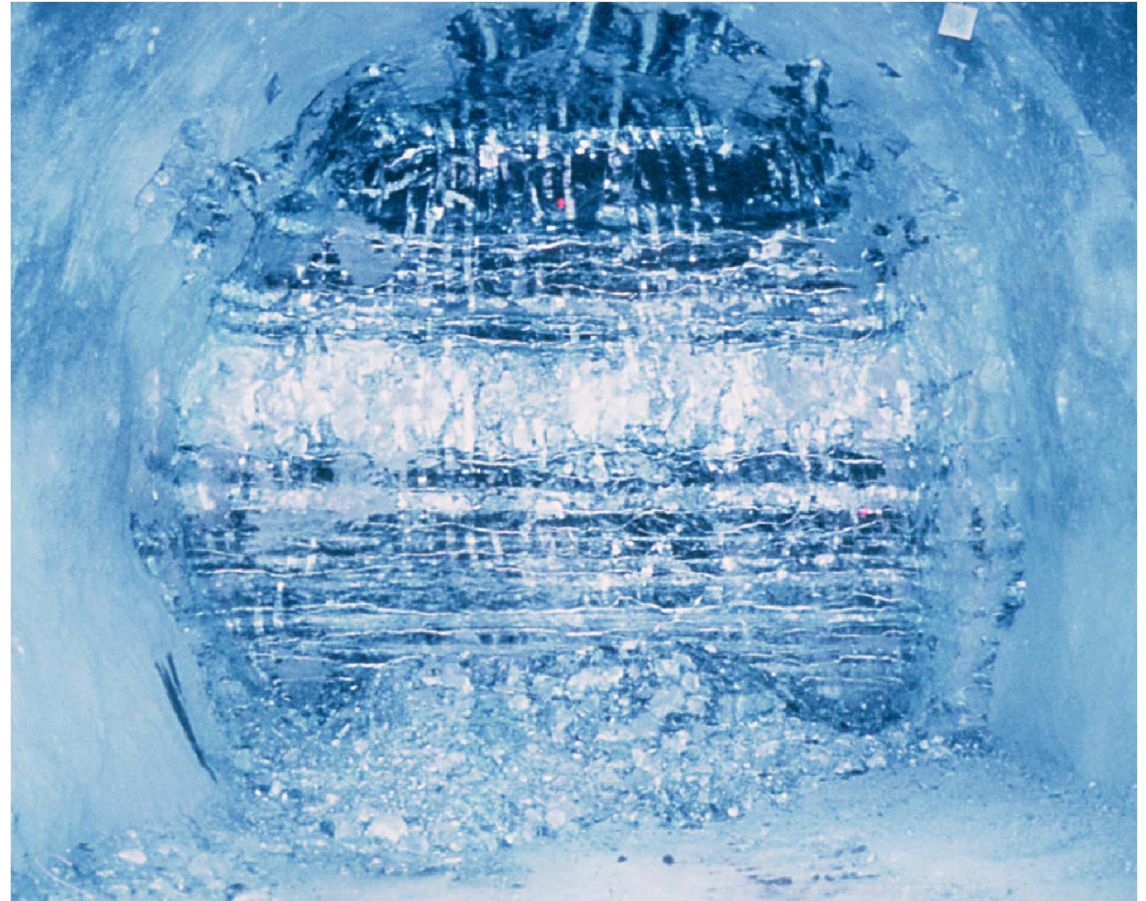
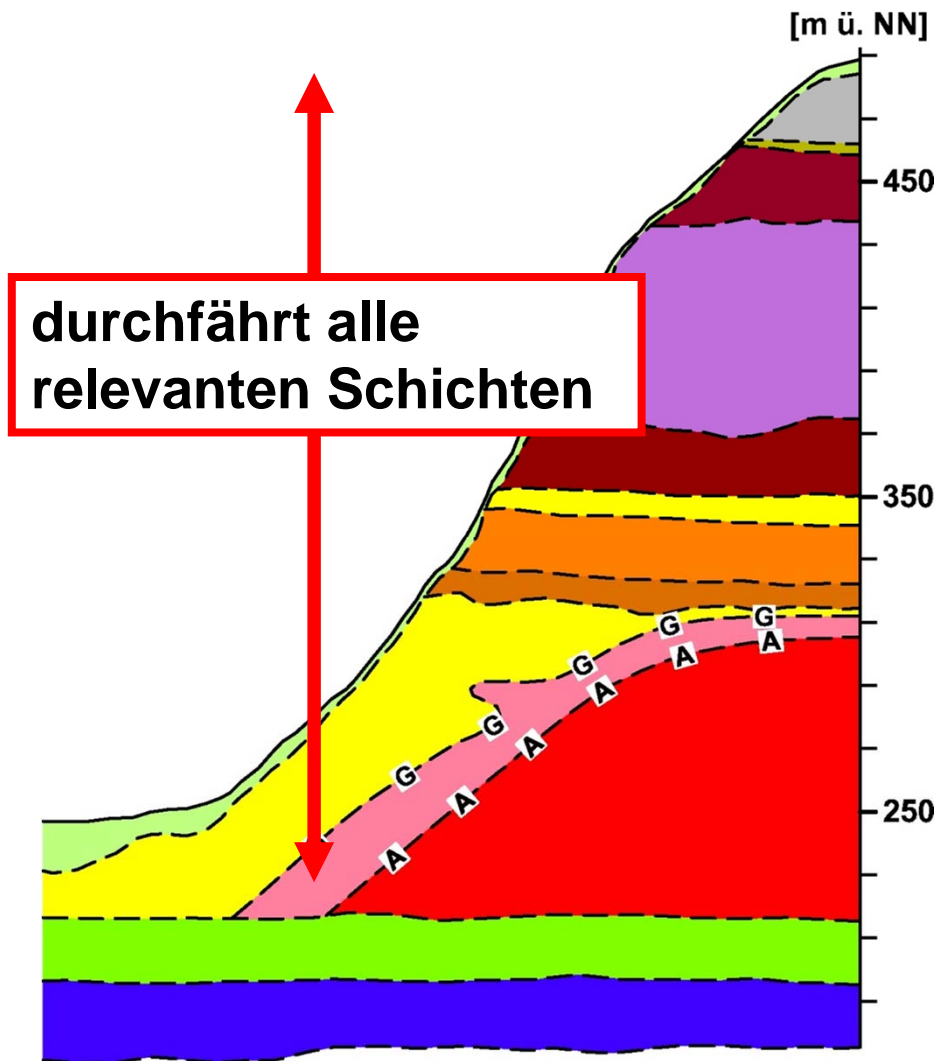
Straße

- 17 **Schwabtunnel**
- 18 **Wagenburgtunnel**
- 19 **Engelbergtunnel (BAB A8)**
- 20 **Engelbergbasistunnel (BAB A8)**
- 21 Heslacher Tunnel I (B14)
- 22 **Heslacher Tunnel II (B14)**
- 23 Viereichenhautunnel (B14)
- 24 Gäubahntunnel (B14)
- 25 Österfeldtunnel

Sonstige

- 26 Neckardüker Münster
- 27 Zuckerbergstollen
- 28 **Neckardüker Hafen Stuttgart**
- 29 Neckardüker Sirnau

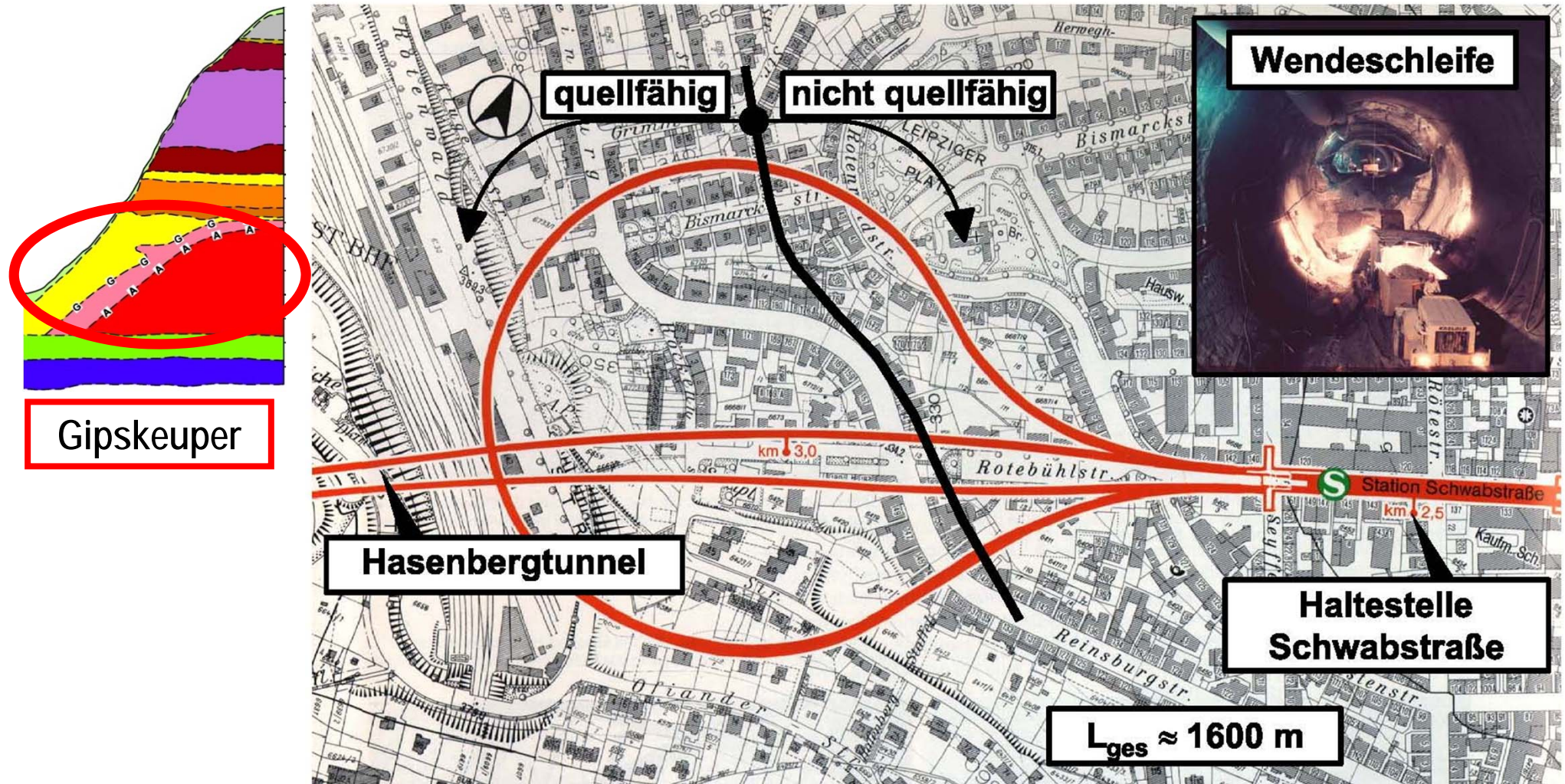
160 Jahre bergmännischer Tunnelbau in Stuttgart



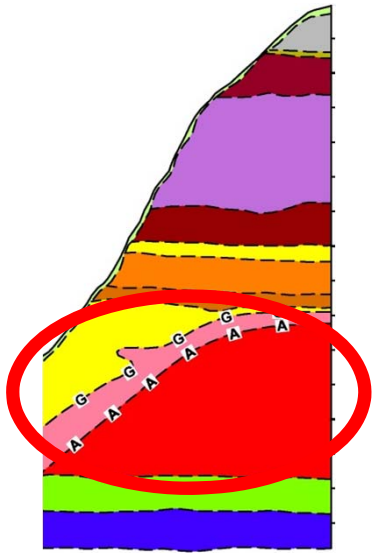
Beispiel: Ortsbrust
unausgelaugter Gipskeuper

S-Bahn Stuttgart - Hasenbergtunnel

2.5 Stuttgart 21, Erfahrungen bei ausgeführten Tunnelbauten



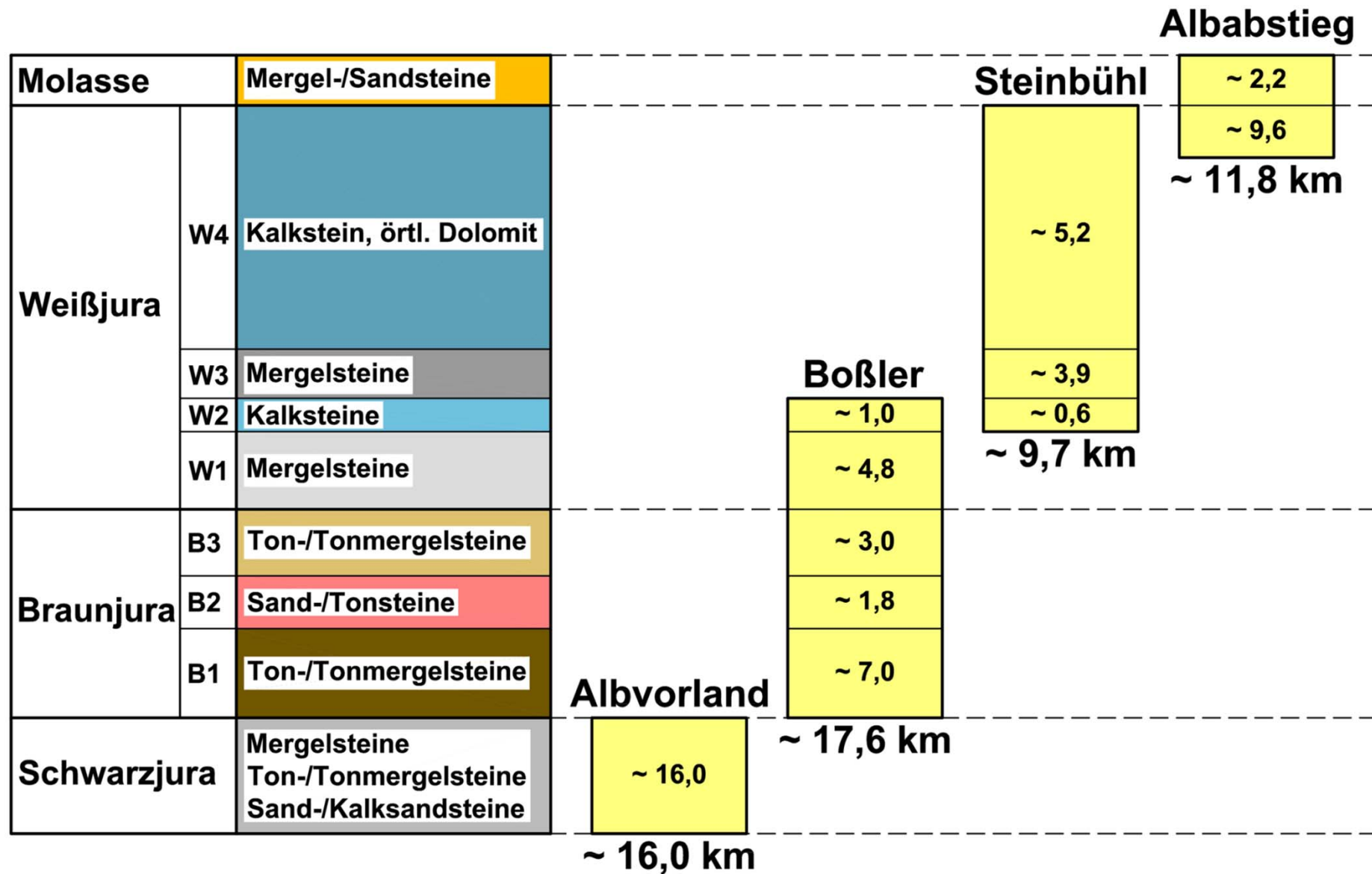
S-Bahn Stuttgart - Schwabstraße/Wendeschleife



- **Hasenbergstunnel und Tunnel der Wendeschleife**
an der Schwabstraße der S-Bahn Stuttgart
28 bzw. 33 Jahre ohne Schäden in Betrieb
- **Versuchsbauwerk Freudensteintunnel**
20 Jahre Versuche und Messungen
- **Andere Tunnelbauwerke**
mehr als 100 Jahre
Beobachtungen und Messungen
- **Modell und Berechnungsverfahren**
Beschreibung aller bekannten Vorgänge

Grundlagen für einen neuen Quelldruckansatz

3.1 NBS Wendlingen – Ulm, Geologische Verhältnisse



Geologie und Tunnel NBS Wendlingen - Ulm

3.2 NBS Wendlingen – Ulm, Braunjura (druckhaft, Wasserdrücke)

Molasse	
Weißjura	W4
	W3
	W2
	W1
	B3
Braunjura	B2
	B1
Schwarzjura	



Lösung

Beispiel Hohlraum in 1.000 m Tiefe

Problem

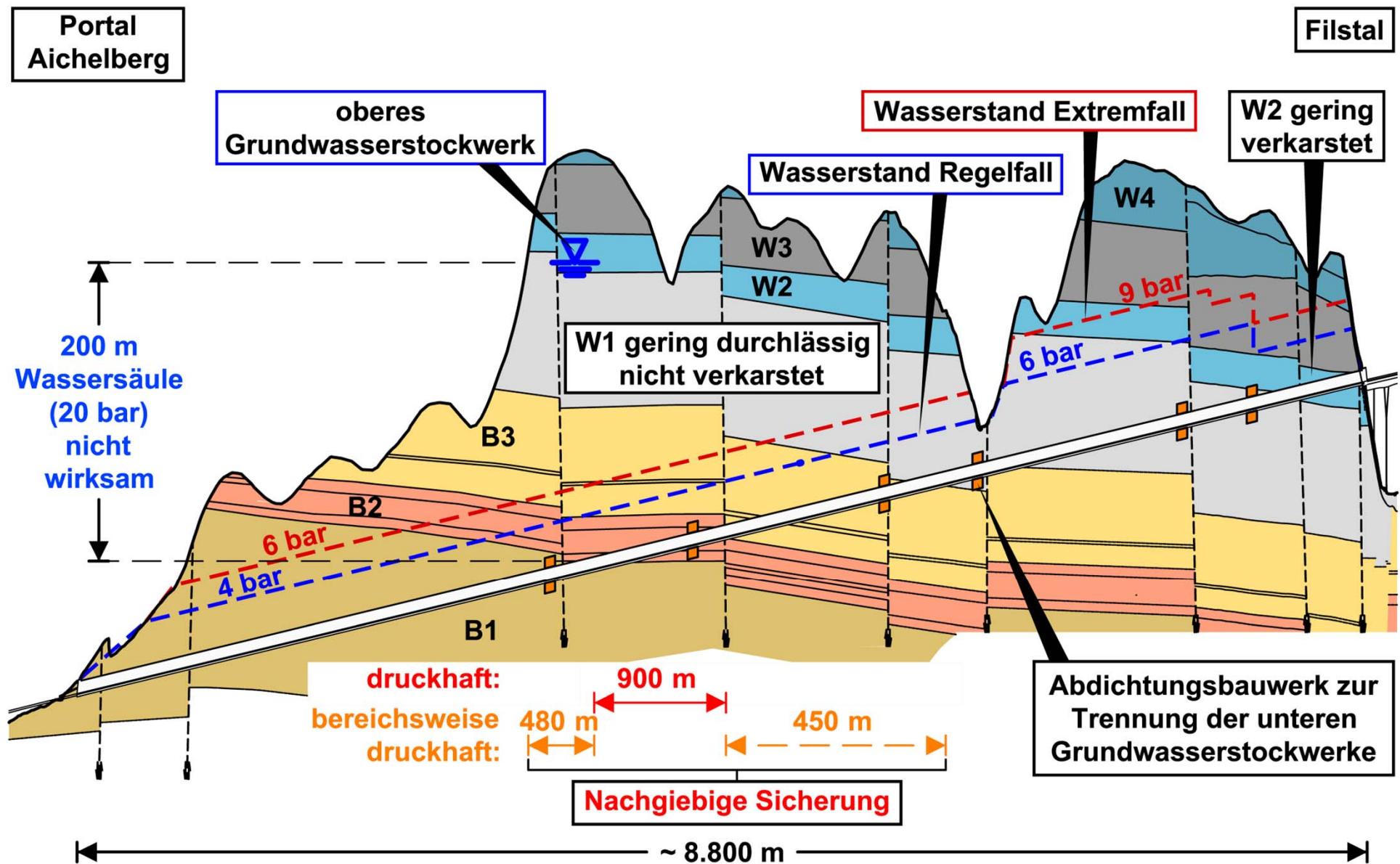
Beispiel Stollen Venezuela

Druckhaft:

Gebirgsauflast > Gebirgsfestigkeit
⇒ große Verformungen / Belastungen

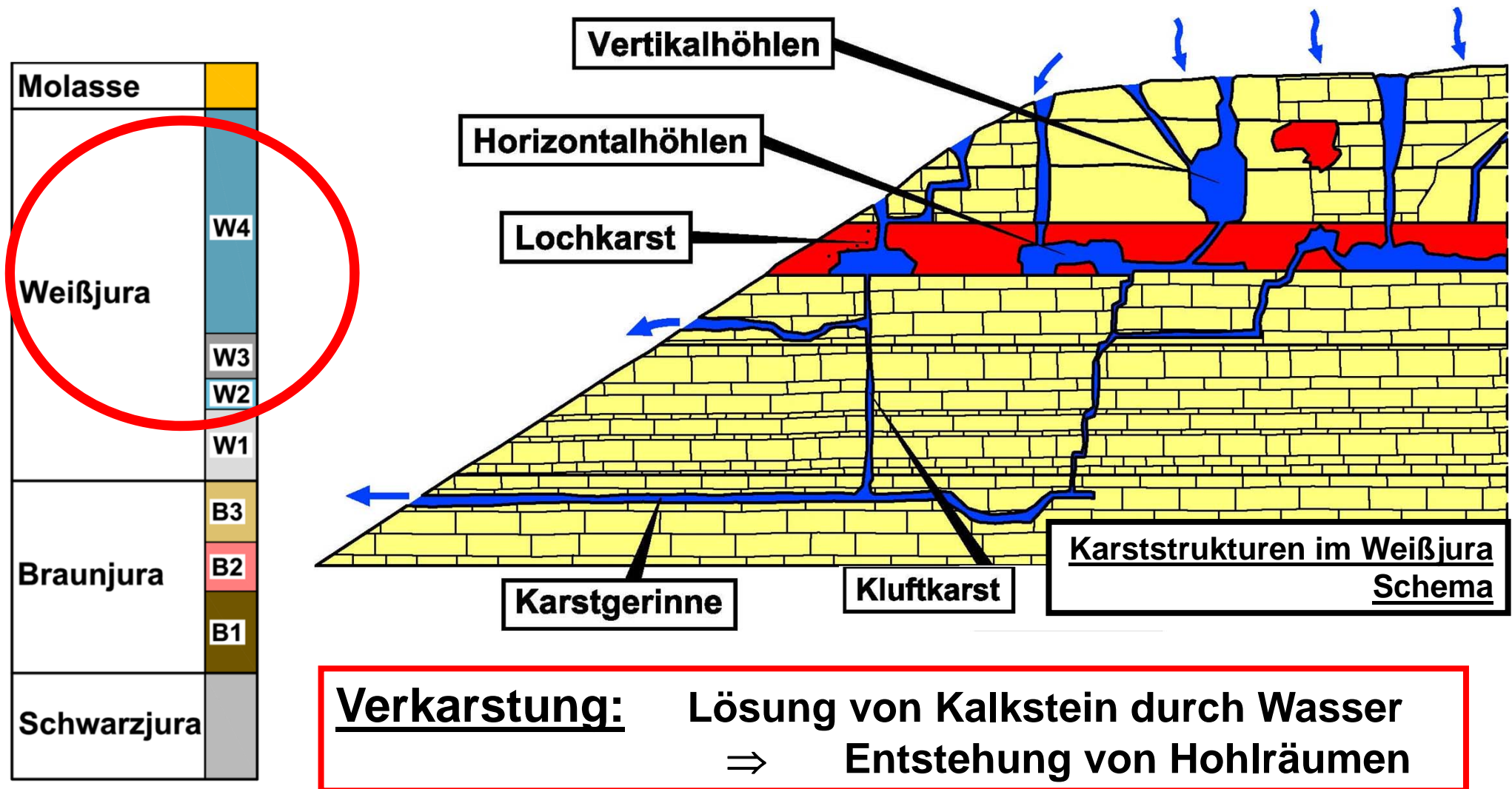
Druckhaftes Gebirge

3.2 NBS Wendlingen – Ulm, Braunjura (druckhaft, Wasserdrücke)



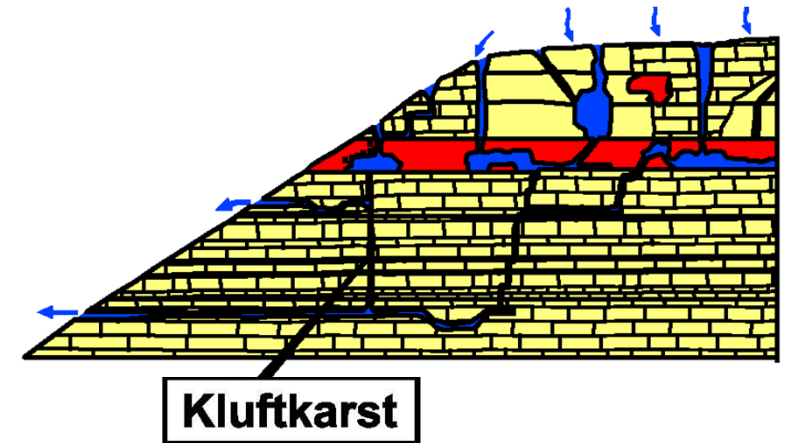
Boßlertunnel, druckhaft/Wasser/Karst

3.3 NBS Wendlingen – Ulm, Weißjura (Karst)



Karst - Erscheinungsformen

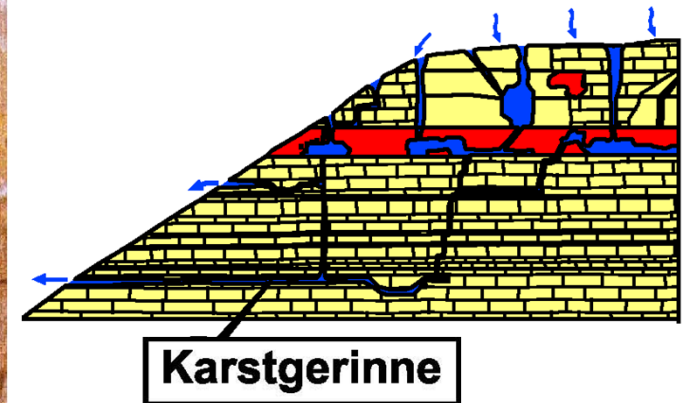
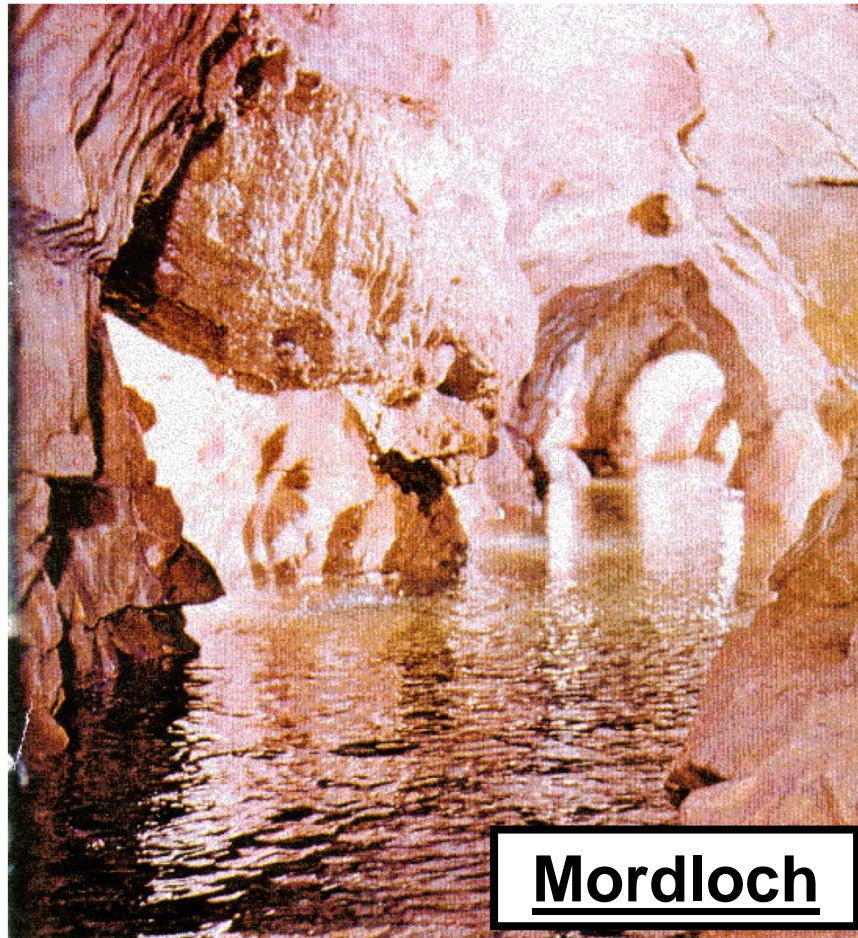
Molasse	
Weißjura	W4
	W3
	W2
	W1
Braunjura	B3
	B2
	B1
Schwarzjura	



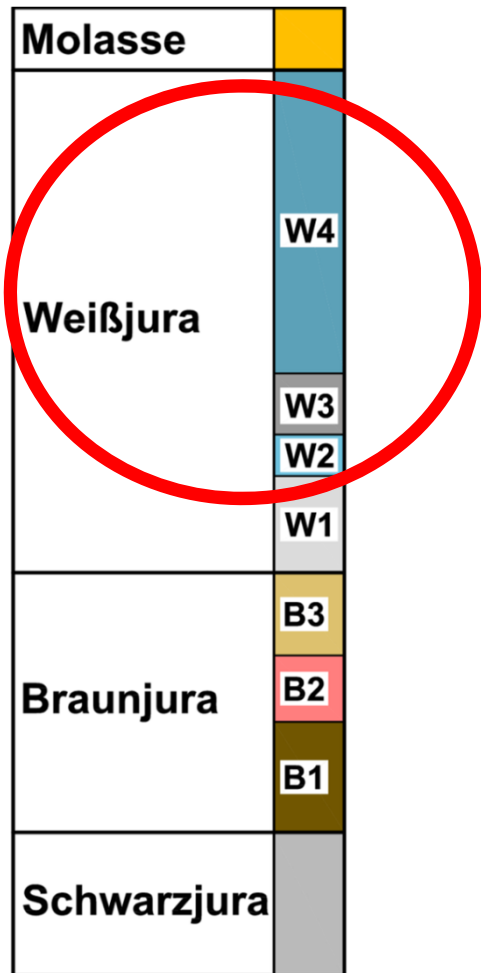
Beispiel Kluftkarst

3.3 NBS Wendlingen – Ulm, Weißjura (Karst)

Molasse	
Weißjura	W4
	W3
	W2
	W1
Braunjura	B3
	B2
	B1
Schwarzjura	

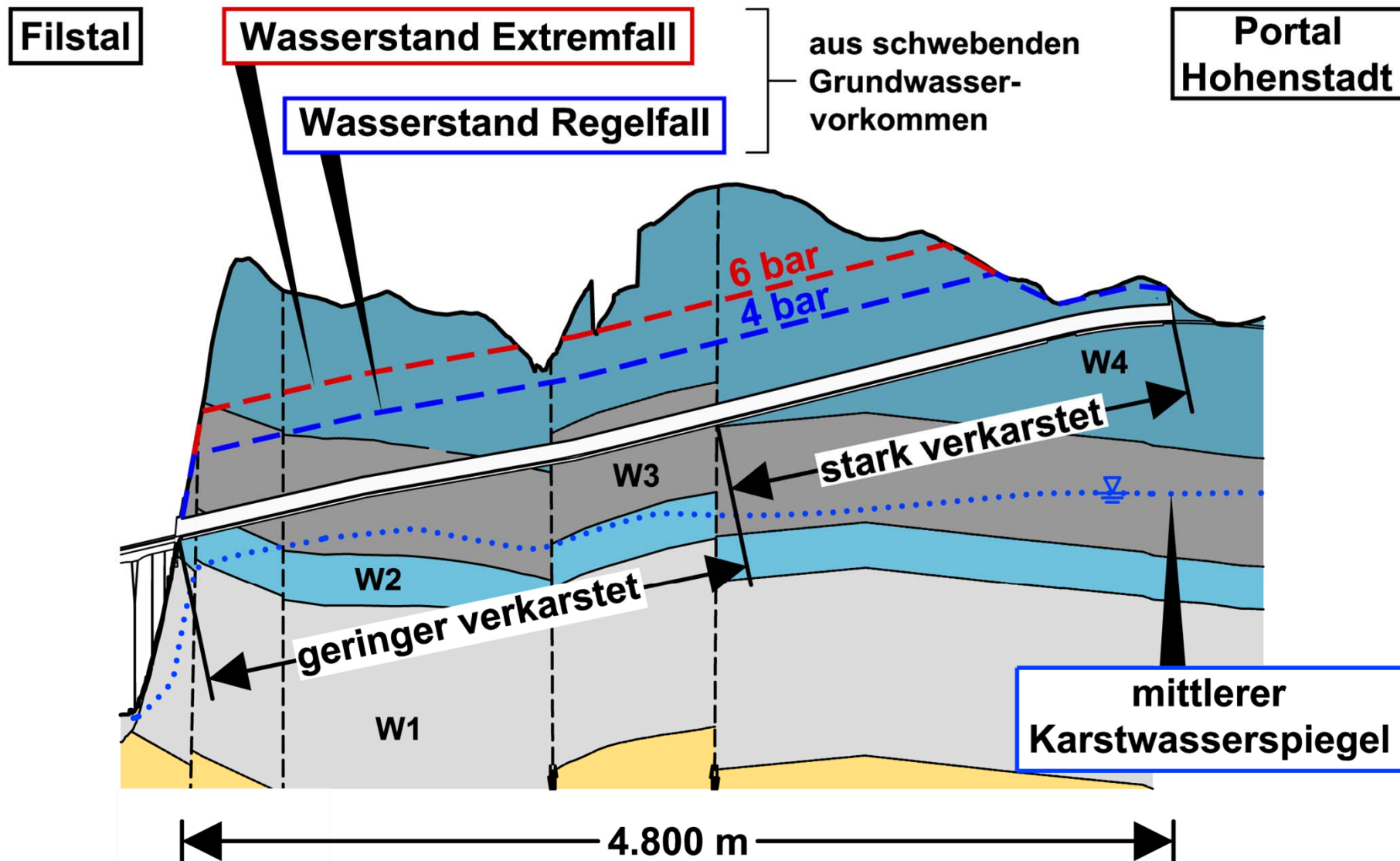


Beispiel Karstgerinne

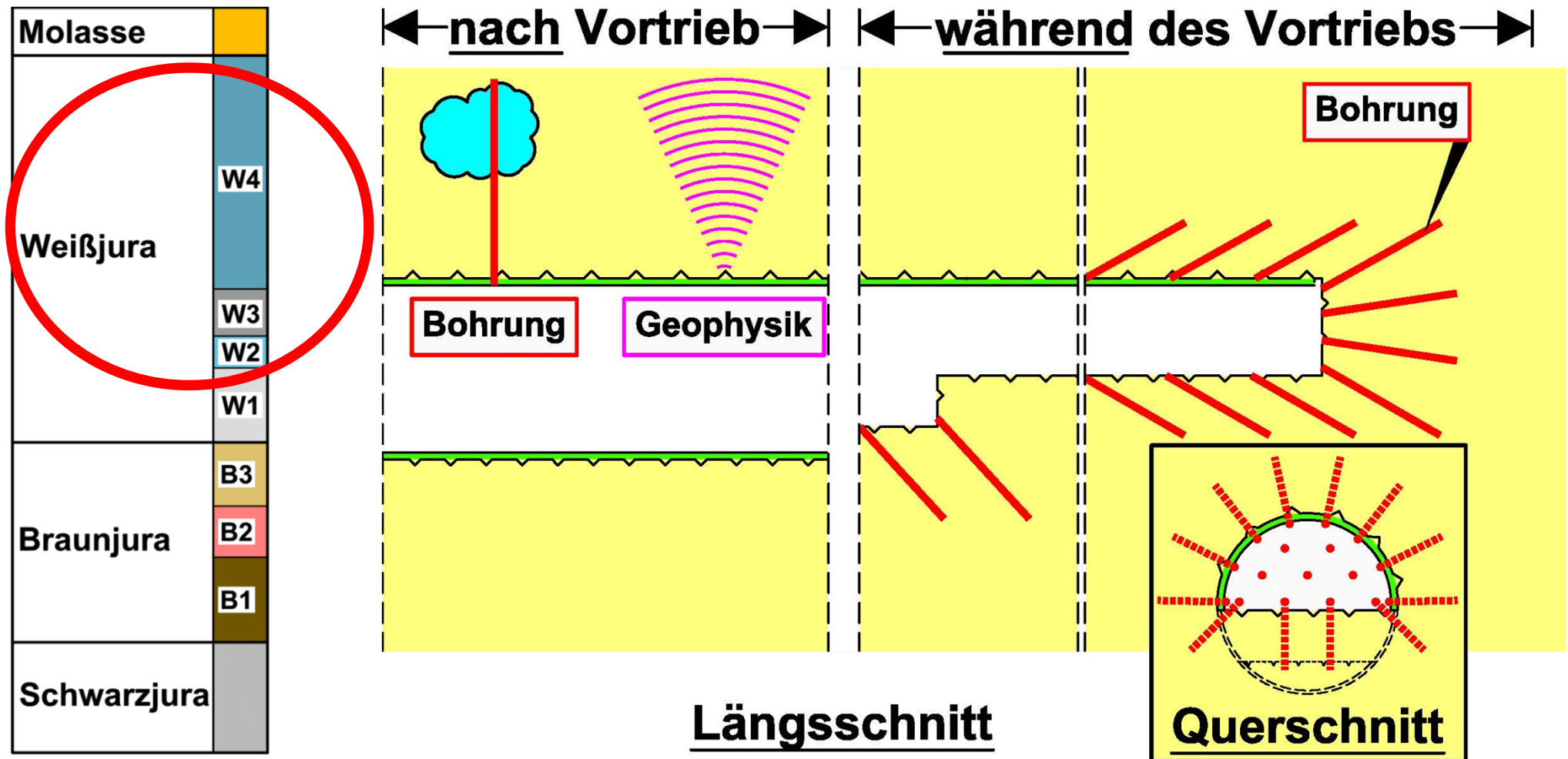


- **Sicherheit
der Mitarbeiter beim Bau**
- **Sicherheit
beim späteren Betrieb**
- **Zuverlässigkeit
von Bauzeit und Kosten**

"Leitlinien" für das Bauen im Karst



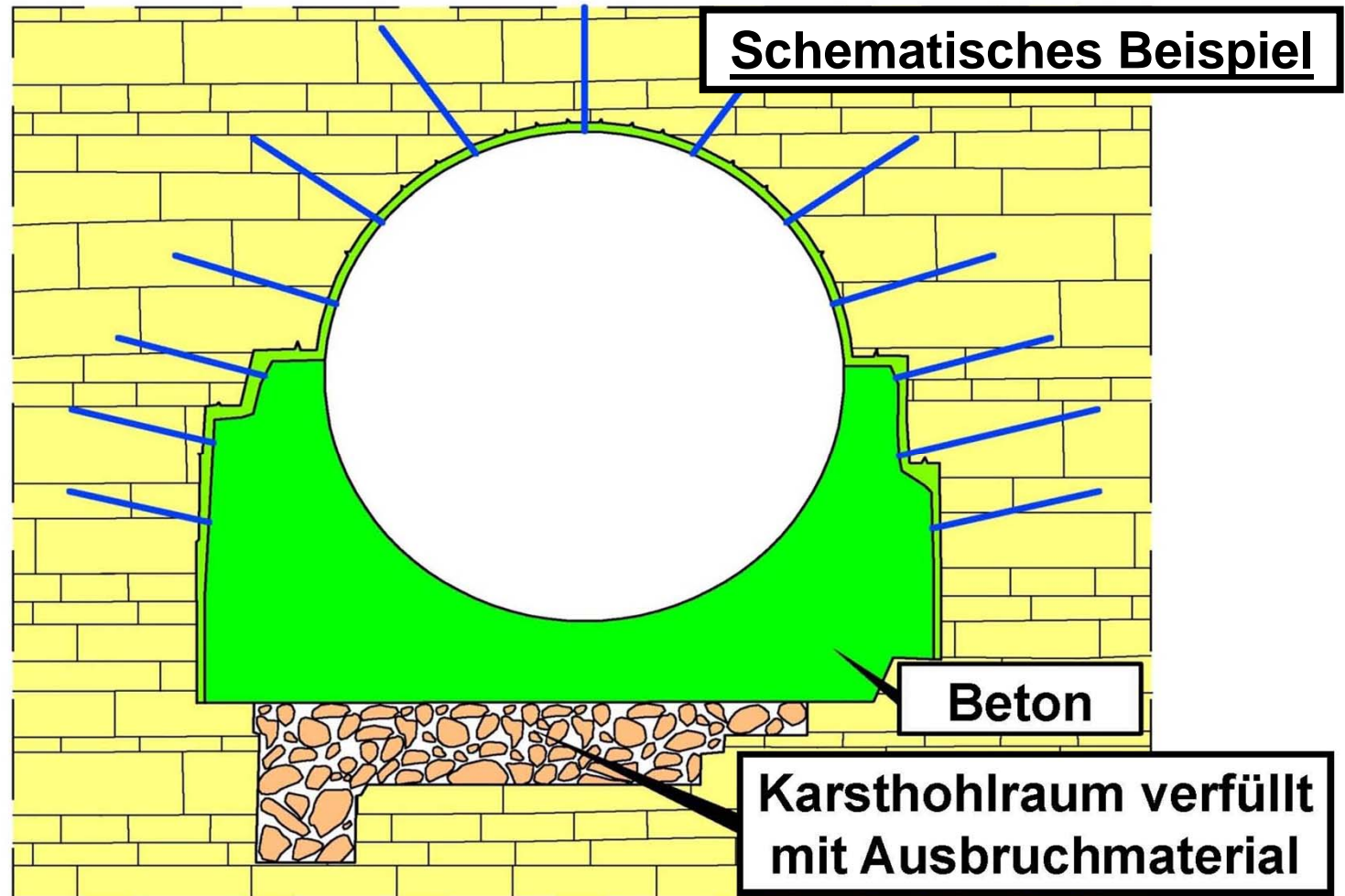
Steinbühltunnel, Wasser/Karst



Karst-Erkundung

3.3 NBS Wendlingen – Ulm, Weißjura (Karst)

Molasse	
Weißjura	W4
	W3
	W2
	W1
Braunjura	B3
	B2
	B1
Schwarzjura	



Karst, bauliche Maßnahmen

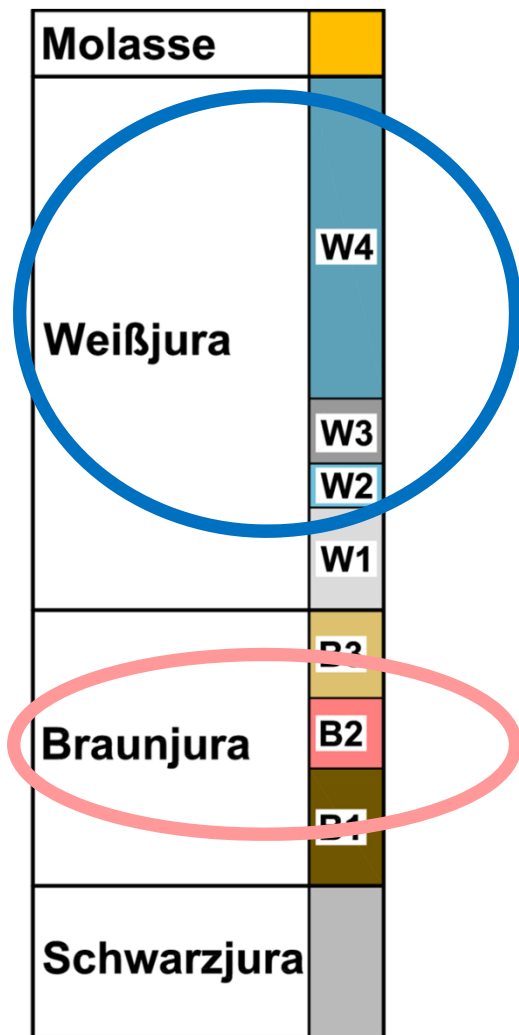
Neubaustrecke Wendlingen-Ulm insgesamt:

- etwa **1.500 Bohrungen**
- mehr als **51.000 Bohrmeter**

Tunnel Alaufstieg:

- etwa **81 Bohrungen**
- etwa **9.500 Bohrmeter**
- im Mittel etwa alle 250 m eine Bohrung
- etwa **1.300 Feldversuche**
- etwa **6.000 Laborversuche**

Erkundungen



- Tunnel Yacambu, Venezuela
- Carmel Tunnel, Israel
- Tauern Tunnel
- Koralm Tunnel
- Karawanken Tunnel
- Gotthard Tunnel

Im druckhaften Gebirge

- Eisenbahn-Neubaustrecke Nürnberg – Ingolstadt
- Eisenbahn-Neubaustrecke Erfurt – Ebensfelde

Im verkarsteten Gebirge

Erfahrung Tunnelbau