



Foto: Volker Emersleben

Bahnprojekt Stuttgart–Ulm

17. Sitzung des Lenkungskreises Stuttgart 21

DB Projekt Stuttgart–Ulm GmbH | Rapplerstrae 17, 70171 Stuttgart | 01.02.2017

Agenda

1. Begrüßung

**Minister Winfried Hermann/
Prof. Dr. Bernd Hillemeier**

2. Prüfbericht von KPMG/EBP zum Bericht Termine & Kosten der DB

3. Fachgespräch Anhydrit

4. Verschiedenes

Alle

Agenda

1. Begrüßung

Minister Winfried Hermann/
Prof. Dr. Bernd Hillemeier

2. Prüfbericht von KPMG/EBP zum Bericht Termine & Kosten der DB

3. Fachgespräch Anhydrit

4. Verschiedenes

Alle

Agenda

1.	Begrüßung	Minister Winfried Hermann/ Prof. Dr. Bernd Hillemeier
2.	Prüfbericht von KPMG/EBP zum Bericht Termine & Kosten der DB	
3.	Fachgespräch Anhydrit	
4.	Verschiedenes	Alle

Prüfbericht von KPMG/EBP zum Bericht Termine & Kosten der DB

Die an dieser Stelle im Lenkungskreis gezeigten Folien werden nicht veröffentlicht.

Agenda

3. Fachgespräch Anhydrit

3.1 Einführung in das Thema Anhydrit

3.2 Kurzvorträge

- WBI
- EBP

3.3 Fragen an Experten und Projektgesellschaft

3.4 Diskussion des Sachstands

PSU

WBI /EBP

Alle

Alle

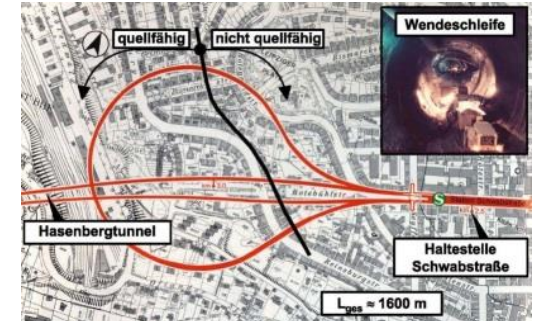
Langjährige Erfahrung bei Tunnelbau im quelfähigen Gestein mit intensiver Befassung in der Öffentlichkeit

Befassung mit Tunnelbauprojekten

- Schwabstraße/Wendeschleife - S-Bahn Stuttgart (Baubeginn: 1974; Inbetriebnahme: 1978; Sachverständiger Baugrund, Tunnelbau, Prüfingenieur - WBI)
- Hasenbergtunnel - S-Bahn Stuttgart (Baubeginn: 1980; Inbetriebnahme: 1985; Sachverständiger Baugrund, Tunnelbau, Prüfingenieur - WBI)
- Versuchsstollen im Freudensteintunnel zur Erprobung von Methoden über den Bau von Tunnel im quelfähigen Gebirge (Erprobungszeitraum: 20 Jahre Auswertung WBI)

Öffentliche Befassung mit Bauen (Auswahl)

- Planfeststellungsverfahren PFA 1.2 (PFB am 19.08.2005)
- Planfeststellungsverfahren PFA 1.5 (PFB am 13.10.2006)
- Intensive Befassung zum Tunnelbau in Anhydrit führenden Schichten im Zuge der **Schlichtung** zu Stuttgart 21



Intensive Überwachungstätigkeit der DB zur qualitativ hochwertigen Bauausführung im Anhydrit führenden Gestein

Prüfung und Freigabe der Ausführungsplanung vor Beginn der Bauausführung durch verschiedene Instanzen

- Bauüberwachung, Tunnelbautechnischer Sachverständiger
- EBA-Prüfingenieur, Bauvorlageberechtigter nach Verwaltungsvorschrift Bau des EBA
- DB Projekt Stuttgart-Ulm GmbH

Überwachung während der Bauausführung durch die Bauüberwachung

- Begleitend zu Bauausführung (**24 Stunden an 7 Tagen der Woche**) direkt vor Ort
- Greift bei **Abweichungen weisungsbefugt ein**
- **Nimmt Bauteile** nach Fertigstellung **ab**
- **Stellt Einhaltung zwingender Vorgaben**, wie z. B. das trockene Arbeiten im Anhydrit, **sicher**

Erfolg der Ausführung wird durch Messtechnik überwacht

- Messtechnik **überwacht Veränderungen** an der Geländeoberfläche und des Tunnelquerschnitts
- Messungen erfolgen **während und im Nachgang** zu den Vortriebs- und Innenschalarbeiten
- **Festgelegte Grenzwerte** werden auf Basis statistischer Modelle vom Tunnelbautechnischen Sachverständigen eng überwacht und führen bei Annäherung von Grenzwerten zu Alarmmeldungen

Dauerhafte technische Projektbegleitung von Stuttgart 21 durch Experten sichergestellt

Technische Experten

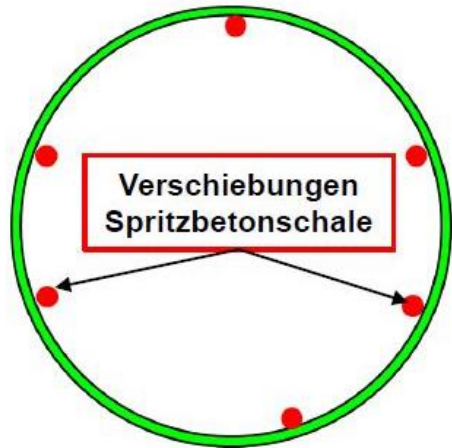
- **24-stündige Bereitschaft** des Tunnelbautechnischen Sachverständigen (WBI) sowie des EBA-Prüfingenieurs
 - Dr. Rauscher
 - Dr. Eckl
 - Dr. Städing
 - Dr. Handke

Einrichtung eines Expertengremiums Ende 2016

- Prof. Dr.-Ing. Walter Wittke, WBI
- Dr. Martin Wittke, WBI
- Ehemaliger EBA-Planprüfer für Anhydrittunnel Dr. Rauscher, Ingenieurbüro EDR GmbH
- Schweizer Ingenieurbüro Dr. Aegerter & Bosshardt (Basel): Anhydritspezialist F. Chiaverio (Berater des Regierungspräsidiums Stuttgart zur Sanierung des Engelbergtunnels)
- Sprecher des Gremiums: Ch. Lienhart (DB)



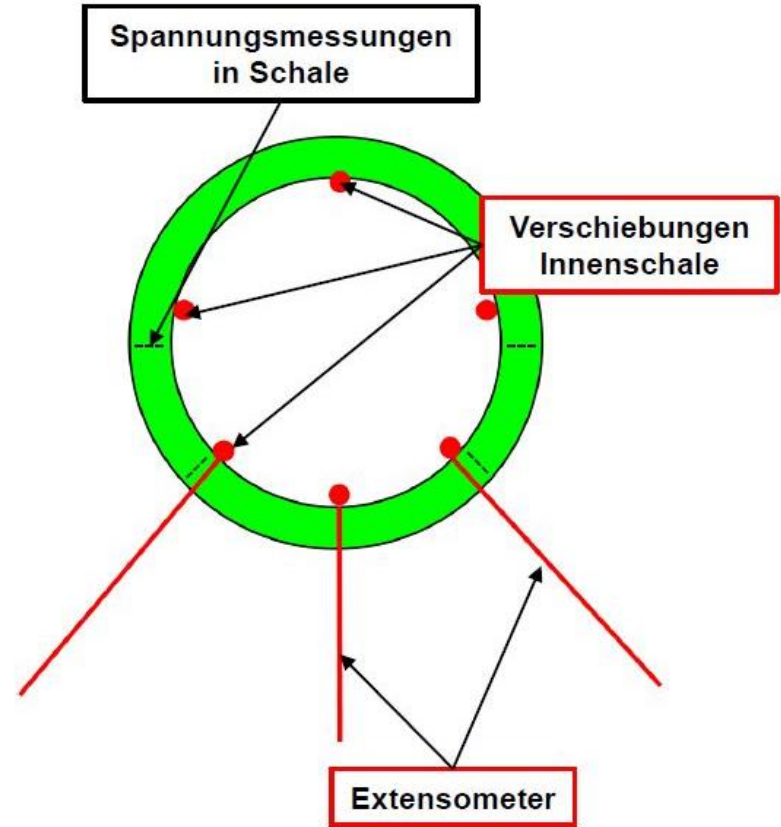
Kontinuierliches Messprogramm für den bergmännischen Vortrieb und des sich zukünftig im Betrieb befindlichen Tunnel



Eingebaute Messpunkte im PFA 1.5 im "Bereich Anhydrit" (Stand 24.01.2017):

- ca. 175 Messquerschnitte im Tunnel
- an der Geländeoberfläche ca. 60 Messpunkte oberhalb Tunnelachse + Messpunkte an Gebäuden im Einflussbereich

im Bauzustand



im Betrieb

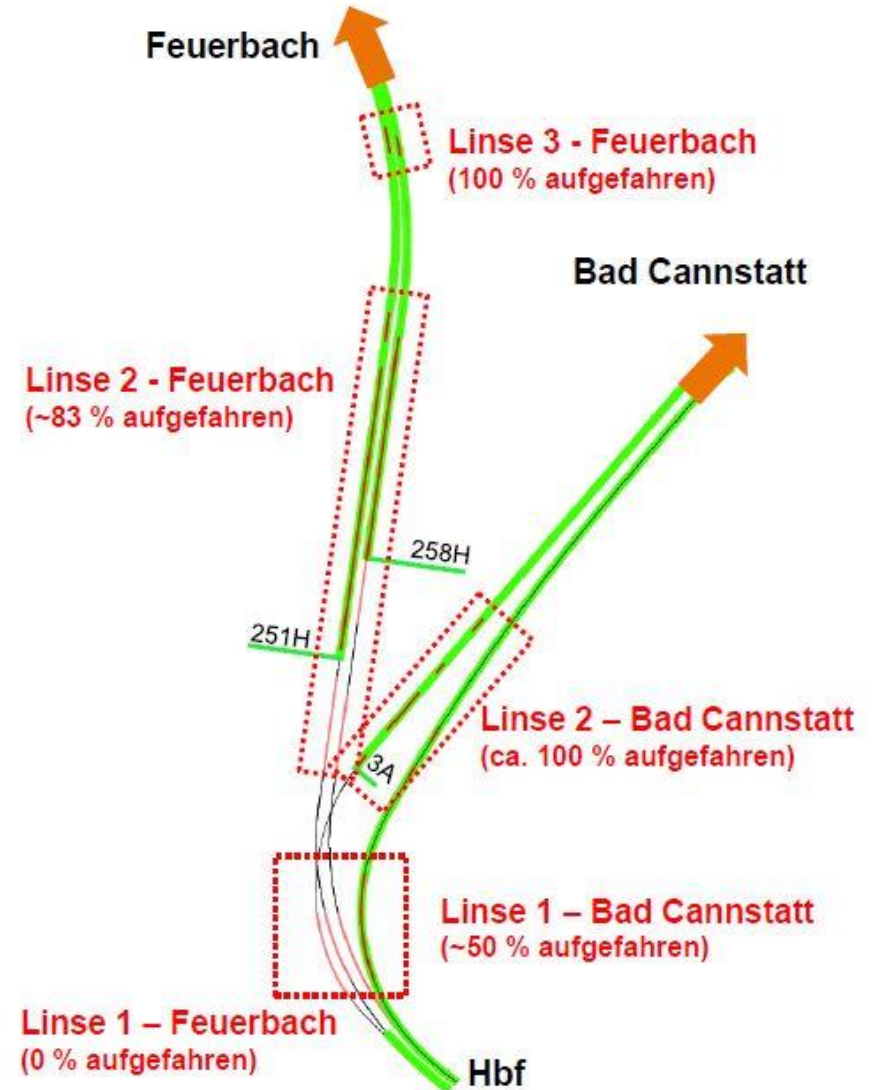
Messungen im Tunnel, Prinzip

Der Baufortschritt in den kritischen Bereichen im Anhydrit bei Stuttgart 21 lässt keine Rückschlüsse auf relevante Hebungen zu

Tunnel Feuerbach und Bad Cannstatt

- Laufende Maßnahmen zum sicheren Bauen im Anhydrit
 - U-Profil wird gebaut
 - Injektionen (radial und vorauseilend); Injektionsversuche mit unterschiedlichen Materialien für radiale Injektionen
 - „Trockener Vortrieb“ (keine Zuführung von Wasser durch die Baumaßnahme)

- Stand Vortriebsarbeiten im Anhydrit
 - Mit Stand 24. Januar 2017 wurden 67% der Anhydritlinsen 1, 2 und 3 (Tunnel Feuerbach, Tunnel Cannstatt) erfolgreich durchfahren
 - Keine nennenswerten Hebungen; quellbedingte Verschiebungen zwischen null und wenigen Millimetern



Ausgleich von Hebungen im Tunnel durch die Verwendung eines höhenjustierbaren Schienenbefestigungssystems geplant

Schienenbefestigungssystem

- Das Schienenbefestigungssystem ermöglicht eine Höhenregulierung von +76 mm bis -4 mm
- Höhenausgleich erfolgt durch den Einsatz von unterschiedlich starken Höhenausgleichsplatten aus Kunststoff bzw. Stahl im Stützpunkt der Festen Fahrbahn
- Auf ICE Schnellfahrstrecke Köln-Rhein/Main bereits erfolgreich eingesetzt
- Einbau ist vorgesehen; Entscheidung final nach Vortriebsende



Beispiel: Vossloh Schienenbefestigungssystem 300

Haftungsansprüchen bei Gebäudeschäden durch den Tunnelvortrieb im Anhydrit führenden Gestein bei Stuttgart 21

Versicherung gegen Gebäudeschäden

- DB haftet nach Gesetz für Drittschäden
- Die im Gestattungsvertrag zwischen Eigentümer und DB vereinbarte Haftungsregelung geht über das gesetzlich geforderte Maß hinaus. Der Gestattungsvertrag statuiert den Anschein für Verursachung und Verschulden zulasten der DB
- Gebäudeschäden sind durch Haftpflichtversicherung gedeckt

Agenda

3. Fachgespräch Anhydrit

3.1 Einführung in das Thema Anhydrit

3.2 Kurzvorträge

- WBI
- EBP

3.3 Fragen an Experten und Projektgesellschaft

3.4 Diskussion des Sachstands

PSU

WBI / EBP

Alle

Alle

Agenda

3. Fachgespräch Anhydrit

3.1 Einführung in das Thema Anhydrit

3.2 Kurzvorträge

- WBI
- EBP

3.3 Fragen an Experten und Projektgesellschaft

3.4 Diskussion des Sachstands

PSU

WBI / EBP

Alle

Alle

Bauen im Anhydrit – Fragen an WBI

Frage 1

Ist das von der DB gewählte Bauverfahren in den relevanten Anhydritbereichen auch im Hinblick auf einen Sanierungsbedarf des Tunnels bzw. auf Drittschäden für die Mindestnutzungsdauer von 100 Jahren nach dem heutigen Kenntnisstand das geeignetste Verfahren?

Welche Vor- und Nachteile gegenüber bisherigen Baukonzepten lassen sich anführen?

Antwort WBI

Mit dem von der DB gewählten Bauverfahren gelingt es, das quellfähige Gebirge im Bauzustand trocken zu halten. An den Übergängen zu wasserführenden, anhydritfreien Bereichen werden vorseilende Abdichtungsinjektionen durchgeführt. Dennoch örtlich in entsprechenden Bereichen auftretende Feuchtstellen werden durch Vakuumlanzen trockengelegt, bis die unten beschriebenen Injektionsmaßnahmen wirksam sind.

Ausbruch und Abtransport des Gesteins erfolgen trocken. Radiale Anker werden in den relevanten Bereichen nicht verwendet, um kein Wasser heranzuführen. Baubegleitende Erkundungen und Versuche führen zu einer vertieften Kenntnis der Gebirgsverhältnisse.

Der Minimierung bzw. der Vermeidung einer Wasserzufuhr nach dem Bau dienen die gewählten Querschnittsformen, Abdichtungsinjektionen im Fels in der Umgebung des Tunnels sowie Abdichtungsbauwerke.

Der Entwurf wird gestützt durch computergestützte, numerische Standsicherheitsnachweise auf der Grundlage eines von WBI entwickelten felsmechanischen Modells, mit dem die Lastabtragung über das geschichtete, geklüftete Gebirge und die Stahlbetonauskleidung sowie die Wasserzufuhr und das Quellen zahlenmäßig erfasst werden. Modell und Berechnungsverfahren wurden anhand des Versuchsbauwerks der DB im Freudensteintunnel kalibriert und an anderen ausgeführten Tunneln verifiziert. Es besteht damit die Möglichkeit, die quellbedingte Belastung der Tunnelauskleidung sowie die quellbedingten Verschiebungen zu prognostizieren.

Diese Kombination aus Baugrunderkundungen, theoretischen Grundlagen und bautechnischen Maßnahmen wird erstmals angewendet und lässt erwarten, dass jetzt und in Zukunft kein Sanierungsbedarf und keine Drittschäden auftreten werden. Zur Überprüfung werden sowohl baubegleitend als auch nach der Inbetriebnahme Messungen durchgeführt.

Unsere positive Beantwortung der gestellten Frage wird auch dadurch gestützt, dass es der DB bereits vor 35 bzw. 40 Jahren gelungen ist, den Tunnel der Wendeschleife und den Hasenbergstunnel der S-Bahn Stuttgart unter Mitwirkung von Prof. Wittke und WBI mit einfacheren Mitteln ohne Folgeschäden und Hebungen zu bauen.

Bauen im Anhydrit – Fragen an WBI

Frage 2

Wie verlässlich können etwaig notwendig werdende Sanierungsmaßnahmen (höhenadjustierbare Gleissysteme etc.) bei kleineren Hebungen bis zu 8 cm vor der Inbetriebnahme umgesetzt werden?

Antwort WBI

Keine Antwort durch WBI.

Antwort DB

Sollte es zu geringfügigen Hebungen kommen, können vor Einbau der Festen Fahrbahn potentielle Hebungen gegebenenfalls durch Maßnahmen an der Fahrbahnsohle und nach Einbau der Festen Fahrbahn über höhenadjustierbare Gleissysteme korrigiert werden.

Bauen im Anhydrit – Fragen an WBI

Frage 3

Wie hoch ist das Risiko von Hebungen über 8 cm, die größere Sanierungsmaßnahmen nach sich zögen?

Antwort WBI

Unsere Prognosen für die relevanten Bereiche führen mit einer kleinen Eintrittswahrscheinlichkeit allenfalls zu Hebungen der Tunnelröhre, die deutlich kleiner sind als 8 cm. Wir schätzen deshalb das Risiko von Hebungen über 8 cm als vernachlässigbar ein.

Bauen im Anhydrit – Fragen an WBI

Frage 4

Wie groß ist das Risiko von Drittschäden (z. B. von Gebäudeschäden an der Oberfläche)?
Von welchen Faktoren (z. B. Überdeckung) hängt dieses Risiko ab?

Antwort WBI

Das Risiko von quellbedingten Drittschäden wird aus den o. g. Gründen als vernachlässigbar eingeschätzt.

Einflussfaktoren sind die Lage des Tunnels im Vergleich zu den Baugrundsichten und die Sorgfalt mit der die Maßnahmen zur Unterbindung und Minimierung der Wasserzufuhr umgesetzt werden.

Bauen im Anhydrit – Fragen an WBI

Frage 5

Gibt es einen vor der Inbetriebnahme liegenden Zeitpunkt, ab dem es als praktisch ausgeschlossen angesehen werden kann, dass es danach noch zu Hebungen kommt, sofern bis zu diesem Zeitpunkt keine nicht nur geringfügigen Hebungen eingetreten sind? Wie zuverlässig lassen sich auf der Grundlage von ggf. bis zur Inbetriebnahme eingetretenen Quellprozesse (Dauer und Umfang) möglicher weiterer Quellprozesse prognostizieren?

Antwort WBI

Sofern beim Bau und in den ersten 2 Jahren nach Einbau der Innenschale keine nicht nur geringfügigen Hebungen eingetreten sind, muss man danach nicht mehr mit Hebungen rechnen. Das zeigen die Erfahrungen an ausgeführten Tunneln, die durch Berechnungen bestätigt werden. Mit dem entwickelten Modell und Berechnungsverfahren lassen sich eventuell bis zur Inbetriebnahme eingetretene Quellprozesse interpretieren. Auf dieser Grundlage sind zuverlässige Prognosen über das weitere Verhalten des Tunnels möglich.

Bauen im Anhydrit – Fragen an WBI

Frage 6

Welche grundlegenden Anforderungen auf der Baustelle sind im Hinblick auf den angestrebten Erfolg zwingend einzuhalten? Welche Maßnahmen gegen Wasserzutritte während der Bauzeit sind möglich? Können durch diese Maßnahmen während der Bauzeit etwaige weitere Wasserzutritte und begonnene Quellprozesse gestoppt bzw. minimiert werden?

Antwort WBI

Die Planung und die Bauausführung müssen, wie beim Projekt Stuttgart 21, von Beginn an auf die Vermeidung bzw. Minimierung von Wasserzutritten in das quelfähige Gebirge ausgerichtet werden. Hierzu gehören, wie bei der Beantwortung der Frage 1 ausgeführt, vorausseilende Abdichtungsmaßnahmen in den Übergangsbereichen zum wasserführenden Gebirge, der trockene Ausbruch und Abtransport des Fels, die Vermeidung radialer Anker und der temporäre Einsatz von Vakuumpflanzen, die wirksam sein müssen bis die nachlaufenden Abdichtungsinjektionen in der Umgebung des Tunnels ausgeführt und Abdichtungsbauwerke hergestellt sind. Auch die Querschnittswahl ist hierfür wichtig.

Die Maßnahmen werden von den Beteiligten sorgfältig geplant, geprüft, ausgeführt und überwacht. Mit den o. g. Maßnahmen konnten bisher alle Tunnelabschnitte des Projekts im Anhydrit führenden Gebirge erfolgreich aufgefahren werden. Wir sind davon überzeugt, dass dies auch weiterhin gelingen wird.

Agenda

3. Fachgespräch Anhydrit

3.1 Einführung in das Thema Anhydrit

3.2 Kurzvorträge

- WBI
- EBP

3.3 Fragen an Experten und Projektgesellschaft

3.4 Diskussion des Sachstands

PSU

WBI / EBP

Alle

Alle

Agenda

1. Begrüßung

Minister Winfried Hermann/
Prof. Dr. Bernd Hillemeier

2. Prüfbericht von KPMG/EBP zum Bericht Termine & Kosten der DB

3. Fachgespräch Anhydrit

4. **Verschiedenes**

Alle