

# Projekt Stuttgart 21

- Umgestaltung des Bahnknotens Stuttgart
- Ausbau- und Neubaustrecke Stuttgart – Augsburg  
Bereich Stuttgart – Wendlingen mit Flughafenbindung

## Planfeststellungsunterlagen

PFA 1.6 a Zuführung Ober-/Untertürkheim

### Anlage 11.1A

## Grundwasserumläufigkeit und Sicherheitsdrainage

## Erläuterungsbericht

Planänderung „Verzicht Einschubbauwerk“

Vorhabensträger:

**DB Netz AG**  
vertreten durch  
~~DB Projekte Süd GmbH~~  
**DB Projekt Stuttgart-Ulm GmbH**  
~~Wolframstraße 20~~ Rappenstr. 17  
70191 Stuttgart

Bearbeitung:

**ARGE**  
**BUNG/DE-Consult/**  
**FICHTNER Bauconsulting**  
c/o BUNG GmbH  
Kronenstraße 36  
70174 Stuttgart

Überarbeitung Planänderung  
„Verzicht Einschubbauwerk“:

ARGE S21, Los2A und 3  
Porr Deutschland GmbH  
Walter-Gropius-Str. 23  
80807 München

Planungsrechtliche  
Zulassungsentscheidung  
erteilt am 03.07.2017  
591pä/011-2016#019

Eisenbahn-Bundesamt,  
Außenstelle Karlsruhe/Stuttgart

Im Auftrag

  
Dr. Röhl



Stuttgart, 12.07.2002 12.11.2015

# 1 Tunnel in bergmännischer Bauweise Stuttgart Hbf – Ober-/Untertürkheim

(vgl. Anlage 11.2 Blatt 1 und 2a)

Die bergmännischen Tunnel der Zuführung Ober-/Untertürkheim verlaufen ab Beginn des PFA 1.6 km 1.1+55 (Achse 61) bzw. km 0.8+55 (Achse 62) über weite Strecken im unausgelaugten Gipskeuper (teilweise anhydritführend, teilweise nahezu anhydritfrei). Der unausgelaugte Gipskeuper ist grundsätzlich als Wasserhemmer bzw. -stauer einzustufen. Nach dem Abzweig Wangen verlaufen die Tunnelröhren der Zuführung Obertürkheim und Untertürkheim abschnittsweise im ausgelaugten Gipskeuper, der infolge geringer Wasserdurchlässigkeit bzw. Grundwasserhöflichkeit als Grundwassergeringleiter gilt.

Lediglich auf der letzten Teilstrecke der Zuführung Untertürkheim taucht der Tunnelquerschnitt in den sehr ergiebigen Lockergesteinsaquifer des Quartärs auf. Der Tunnel liegt dabei überwiegend senkrecht zur Grundwasserströmungsrichtung, so dass Veränderungen der Potentialverhältnisse in dem betroffenen Grundwasserleiter bei verringertem Durchstromquerschnitt prinzipiell nicht ausgeschlossen sind. Nach dem derzeitigen Erkundungsstand der Geologie bzw. der Hydrogeologie sind die Eingriffslängen aufgrund der rasch abfallenden Tunnelröhren und die Eingriffshöhe mit maximal ca. 2,50 m am bergmännischen Portal km 0.9+07 (Achse 713) als gering zu bezeichnen, so dass wesentliche Potentialveränderungen über den natürlichen Grundwasserspiegelschwankungsbetrag nicht oder nur lokal zu erwarten sind.

Nach dem derzeitigen Erkundungsstand der Geologie bzw. der Hydrogeologie schneiden von km 1.1+55 (Achse 61) bzw. km 0.8+55 (Achse 62) bis km 2.8+00 (Achse 61) bzw. km 2.7+00 (Achse 62) die bergmännischen Tunnel der Zuführung Ober-/Untertürkheim mit der Sohle den Bochinger Horizont an. Bisher präsentierte sich der aufgeschlossene Bochinger Horizont in einem unausgelaugten Zustand. Bei Aufschlüssen des 4. EKP's im PFA 1.2 wurde er jedoch im Übergangsbereich vom ausgelaugten zum unausgelaugten Zustand mit einer teilweisen geringen Wasserführung angetroffen. Falls der im ausgelaugten Zustand als Grundwasserleiter bekannte Bochinger Horizont diese Wasserführung auch beim Vortrieb der Tunnelröhren im PFA 1.6 zeigt, müssen stärkere Wasserzutritte während des Vortriebs durch Abdichtungsinjektionen unterbunden werden. Nach Herstellung der Innenschale sind dann in diesem Bereich in regelmäßigen Abständen Injektionsringe als Querschotts vorzusehen, da sich die Tunnel hier im Gefälle zum Neckartal befinden und eine Verschleppung des Wassers in das anhydritführende, quellfähige Gebirge vermieden werden muss.

Im weiteren Verlauf treten die Tunnel aus dem anhydritführenden Gipskeuper in den nahezu anhydritfreien Gipskeuper ein. Nach dem derzeitigen Erkundungsstand der Geologie bzw. der Hydrogeologie wird dieser Übergang in der Achse 61 bei km 3.3+70 und in der Achse 62 bei km 3.2+60 prognostiziert. Aufgrund der flachen Gradientenneigung von 5 ‰ werden hier Dammringe angeordnet, um Wasserzutritte in den Anhydrit infolge einer Längsläufigkeit auszuschließen (geplanter Standort für einen Dammring nach dem derzeitigen Erkundungsstand der Geologie bzw. der Hydrogeologie: Achse 61 bei ca. km 3.4+00; Achse 62 bei ca. km 3.3+00). Dazu wird in die den Tunnel umge-

benden Auflockerungszonen ein Ring aus WU-Beton hergestellt. Der Ringspalt und das umgebende Gebirge werden darüber hinaus durch eine Kontaktinjektion und radiale Injektionsfächer abgedichtet.

Am Fuße des Geländesprungs zum Neckartal werden zwei Störungen (ca. bei km 3.8+85 und 4.2+20 (Achse 61), ca. bei km 3.7+80 und 4.1+15 (Achse 62)) vermutet, die mit einer lokal tiefliegenden Auslaugungsfront verbunden sein können. Eventuelle Wasserzutritte beim Vortrieb müssen durch Abdichtungsinjektionen unterbunden werden. Im Endzustand, nach Einbringen der Innenschale, sind dann zur Verhinderung einer Längsläufigkeit zusätzlich Injektionsringe anzuordnen (geplante Standorte nach derzeitigem Erkundungsstand der Geologie bzw. der Hydrogeologie: Achse 61 bei ca. km 3.8+80 und bei ca. km 4.2+30; Achse 62 bei ca. km 3.7+50 und bei ca. km 4.1+50). Im weiteren Verlauf ist aufgrund der Annäherung von Auslaugungsfront und Tunnelfirste bei ca. km 4.6+50 (Achse 61) ein weiterer Standort für einen Injektionsring vorgesehen.

Nach dem Verzweigungsbereich Abzweig Wangen und der Unterfahrung des Neckars steigen die Röhren der Ober- bzw. Untertürkheimer Kurve wieder bis zur Geländeoberkante an. Dabei tauchen die Röhren zuerst aus dem unausgelaugten in den ausgelaugten Gipskeuper auf (Obertürkheimer Kurve ca. km 5.3+50 (Achse 61); ca. km 5.6+00 (Achse 62); Untertürkheimer Kurve ca. km 0.5+60 (Achse 713), ca. km 0.5+50 (Achse 714)). In der Untertürkheimer Kurve tauchen die Röhren zum Schluss in das Quartär auf (ca. km 0.7+65 (Achse 713), ca. km 0.7+40 (Achse 714)). Nach derzeitigem Erkundungsstand der Geologie bzw. der Hydrogeologie sind am Übergang vom unausgelaugten zum ausgelaugten Gipskeuper an folgenden Standorte Injektionsringe geplant: Achse 61 bei ca. km 5.2+50, Achse 62 bei ca. km 5.5+00, Achse 713 bei ca. 0.4+50 und Achse 714 bei ca. 0.5+30. Auch am Übergang vom ausgelaugten Gipskeuper zum Quartär sind Injektionsringe zur Verhinderung der Längsläufigkeit von Bergwasser vorgesehen. Beim Vortrieb werden Wasserzutritte durch zusätzliche, geeignete Injektionsmaßnahmen vermieden.

~~Am bergmännischen Portal in Obertürkheim (km 6.0+32 (Achse 61); km 5.9+47 (Achse 62)) ist ebenfalls eine die Längsläufigkeit verhindernde Abdichtung vorgesehen, damit kein Wasser aus der verfüllten Baugrube Obertürkheim in den bergmännischen Bereich eindringen kann.~~

Am Zwischenangriff Ulmerstraße sind ebenfalls Injektionsringe zur Verhinderung der Wasserlängsläufigkeit vorgesehen. Die Standorte liegen im Zugangsschacht auf Höhe der Durchfahrung der aktiven Auslaugungsfront und im Zugangsstollen unmittelbar vor der Verzweigung zu den einzelnen Zuführungen zu den Fahrtunneln.

Grundsätzlich werden beim Vortrieb der hochliegenden Tunnelstrecken im Neckartal Vorerkundungsmaßnahmen durchgeführt, um Wasserführungen im Gebirge vorausseilend zu erkunden und geeignete Abdichtungsmaßnahmen wie z. B. Injektionen festzulegen. Als Maßnahmen kommen Zementeinpresungen in das Gebirge in Frage, wobei Suspensionen auf der Basis von Feinstzementen Anwendung finden.

Beim Vortrieb der Tunnelröhre der Achse 61 werden ca. von km 3.9+50 bis zum bergmännischen Portal bei km 5.9+64 vorausseilende Erkundungen im Firstbereich durchgeführt. Zusätzlich erfolgen vorausseilende Erkundungen im

Sohlbereich von ca. von km 4.1+60 bis km 4.4+60. Beim Vortrieb der Tunnelröhre der Achse 62 erfolgen vorausseilende Erkundungen im Firstbereich ca. von km 3.8+40 bis km 4.2+40, sowie ca. von km 5.3+50 bis zum bergmännischen Portal bei km 5.8+78. Zusätzlich werden vorausseilende Erkundungen im Sohlbereich von ca. km 4.0+70 bis km 4.3+70 vorgenommen. Als Maßnahmen kommen Zementeinpressungen in das Gebirge in Frage, wobei Suspensionen auf der Basis von Feinstzementen Anwendung finden.

Beim Vortrieb der Tunnelröhre der Achse 713 werden ca. von km 0.0+00 bis zum bergmännischen Portal bei km 0.9+07 vorausseilende Erkundungen im Firstbereich durchgeführt. Zusätzlich erfolgt eine vorausseilende Abdichtung im Quartär mittels HDI zwischen km 0.7+65 und km 0.9+07. Beim Vortrieb der Tunnelröhre der Achse 714 erfolgen die vorausseilenden Erkundungen im Firstbereich ca. von km 0,5+00 bis zum bergmännischen Portal bei km 0.8+72. Die vorausseilende Abdichtung im Quartär mittels HDI erfolgt zwischen ca. km 0.7+40 und km 0.8+72.

Zur Unterstützung der oben aufgeführten speziellen Maßnahmen zur Vermeidung der Längsläufigkeit werden weitere allgemeine Vorkehrungen während des Tunnelbaus getroffen:

- Vermeidung von stärkeren Auflockerungen durch den konsequenten Einsatz gebirgsschonender Vortriebsverfahren
- Regelmäßige Unterbrechung des Trennvlieses zwischen Innen- und Außenschale, Abstand  $a = 50$  m, Breite  $b = 1,50$
- Durchgehende Firstspaltverpressung nach Einbau der Innenschale
- Abschnittsweises, kontrolliertes Verpressen der Sohl drainage sowie evtl. angeschlossener Abschlau chungen.

## 2 Tunnel in bergmännischer Bauweise, ~~Deckelbauweise offener Bauweise~~ und Trogbauwerk in Obertürkheim

Km-Angaben beziehen sich auf Achse 60

Die Tunnelabschnitte ~~im Anschluss an die~~ in bergmännischer Bauweise von km ~~6.0+33~~ bis km 6.1+04,50 liegen nach den Ergebnissen des 4. EKP durchgängig im Gipskeuper und mindestens 2 m unter dem Bemessungswasserstand.

Da Bauwerke, die vollständig im Gipskeuperbereich liegen, praktisch keine GW-Sperrwirkung zur Folge haben, entfallen hier ~~(von km 6.0+33 bis km 6.1+04,50)~~ Maßnahmen zur Grundwasserumläufigkeit (vgl. Geotechnisches Übersichtsgutachten bzw. Teil II der geolog., hydraul., wasserwirtschaftl. und geotechn. Stellungnahme und Stellungnahmen vom Bodengutachter Smolczyk & Partner vom 01.12.1998).

Das Tunnelbauwerk ist wasserdicht und aufgrund seiner Abmessungen (Eigengewicht) und der darüber liegenden Erdauflast für Wasserstände bis zur Geländeoberkante auftriebssicher. Eine Sicherheitsdränleitung ist deshalb nicht erforderlich.

- **Tunnelbauwerk von km 6.0+36,00 bis km ~~6.1+04,50~~ 6.0+85,00 (Schnitt C-C, siehe Anlage 11.2, Blatt 2/4)**

Das Bauwerk wird unter dem Gleis der TLS, dem Schleusenbrückengleis und der Abfangung der Bruckwiesenwegbrücke in ~~bergmännischer Bauweise offener Bauweise~~ hergestellt.

~~Zusätzliche Maßnahmen zur Gewährleistung der Grundwasserumläufigkeit sind nicht erforderlich.~~

~~Von km 6.0+33,00 bis km 6.0+58,00 erhält das Bauwerk eine von rückverankerten, wasserdichten, überschrittenen Bohrfahlwänden umschlossene Baugrube.~~

~~Von km 6.0+58,00 bis km 6.0+04,50 wird das Bauwerk im Schutz von beidseitig parallel zum Tunnel eingebrachten Spundwänden hergestellt, die neben der Absperrwirkung gegenüber dem Grundwasser auch als Auflager für die erforderlichen Gleissicherungen dienen.~~

~~Die wasserdichte Spundwand muss so tief in den Gipskeuper einbinden, dass ein Grundwassereintritt aus den quartären Deckschichten ausgeschlossen ist, ggf. ist der Spundwandwandfuß abzudichten.~~

~~Um einen gleichmäßigen Wasserdruck unter den Bodenplatten zu erreichen, ist eine Kiesfilterschicht von d = 20 cm aus Kies 2/32 mm vorgesehen.~~

~~Der Eintritt von Oberflächenwasser in die seitlichen Arbeitsräume wird durch den Einbau eines etwa 1 m starken mehrlagigen Lehmschlags, der mit der~~

**Stuttgart 21 - PFA 1.6 a**  
**Anlage 11.1A: Erläuterungsbericht**

---

~~Bauwerksoberkante abschließt, verhindert. Die Arbeitsraum- und Baugrubenverfüllung muss mit gut verdichtbarem nichtbindigem Material verfüllt werden.~~

~~Das Tunnelbauwerk ist aufgrund seiner Abmessungen (Eigengewicht) und der darüber liegenden Erdauflast für Wasserstände bis zur Geländeoberkante auftriebssicher. Deshalb kann eine Sicherheitsdränleitung in diesem Bereich entfallen.~~

- **Startbaugrube von km 6.0+85,00 bis km 6.1+30,00**

Im Bereich von km 6.0+85,00 bis km 6.1+30,00 (Achse 60) wird die Startbaugrube für den Tunnelvortrieb erstellt.

Die wasserdichten rückverankerten Verbauwände aus Spundwänden und Bohrpfehlwänden binden bis in den unausgelaugten Gipskeuper ein, so dass ein Grundwassereintritt aus den quartären Deckschichten und ggf. aus dem ausgelaugten Gipskeuper ausgeschlossen ist, ggf. ist der Spundwandwandfuß abzudichten.

Die Startbaugrube wird mit Fertigstellung der bergmännischen Tunnelbauarbeiten mit gut verdichtbarem nichtbindigem Material verfüllt.

Der Eintritt von Oberflächenwasser wird durch den Einbau eines etwa 1 m starken mehrlagigen Lehmschlags verhindert.

- **Tunnelbauwerk von km ~~6.1+04,50 bis km 6.1+85~~ 6.1+30,00 bis 6.3+74,00 (Schnitt F-F, E-E, siehe Anlage 11.2, Blatt 2/4)**

Das Bauwerk wird in bergmännischer Bauweise hergestellt.

Im Vortriebsbereich von km 6.1+30,00 bis km 6.3+50,00 (Achse 60) ist bei der Unterfahrung der S-Bahngleise und Fernbahngleise (Strecken 4700 und 4701), der Einsatz eines Düsenstrahlverfahren (DSV) / Hochdruckinjektion (HDI) zur Sicherung des Vortriebs und zur Verringerung des Wasserandrangs beim den Vortriebsarbeiten vorgesehen.

~~Die Bauwerke erhalten eine von rückverankerten, wasserdichten Spundwänden umschlossene Baugrube. Die Arbeitsraum- und Baugrubenverfüllung muss mit gut verdichtbarem nichtbindigem Material verfüllt werden.~~

~~Der Eintritt von Oberflächenwasser in die seitlichen Arbeitsräume wird durch den Einbau eines etwa 1 m starken mehrlagigen Lehmschlags, der mit der Bauwerksoberkante abschließt, verhindert. Die Arbeitsraum- und Baugrubenverfüllung muss mit gut verdichtbarem nichtbindigem Material verfüllt werden.~~

~~Das Tunnelbauwerk erhält Dränelemente, die an den Außenwänden befestigt sind.~~

~~Zur Sicherstellung der Grundwasserumlaufbarkeit quer zum Bauwerk und um in den Grundwasserbereichen einen gleichmäßigen Wasserdruck zu erreichen,~~

**Stuttgart 21 - PFA 1.6 a**  
**Anlage 11.1A: Erläuterungsbericht**

---

ist unter der Sohle eine Kiesfilterschicht  $d = 0,20$  m aus Kies 2/32 mm vorgesehen. Die Drainelemente und die Kiesfilterschicht müssen wasserwegig miteinander verbunden sein.

Das Tunnelbauwerk ist aufgrund seiner Abmessungen (Eigengewicht) und der darüber liegenden Erdauflast für Wasserstände bis zur Geländeoberkante auftriebssicher. Deshalb kann eine Sicherheitsdränleitung in diesem Bereich entfallen.

- **Tunnelbauwerk von km 6.1+85 bis km 6.3+25 6.3+74,00 bis 6.4+54,00 (Schnitt E-E, siehe Anlage 11.2, Blatt 2/4)**

Im Bereich von km 6.3+74,00 bis km 6.4+54,00 (Achse 60) wird der Tunnel in Deckelbauweise hergestellt.

Das Bauwerk wird unter den Gleisanlagen mit einer erforderlichen Gleissicherung in südlicher Richtung in den Bahndamm gepresst.

Die 14 Tunnelblöcke werden im Schutz von beidseitig parallel zum Tunnel eingebrachten Spundwänden vorgepresst, die der Absperrewirkung gegenüber dem Grundwasser dienen.

Die wasserdichte Bohrpfahlwand Spundwand muss so tief in den Gipskeuper einbinden, dass ein Grundwassereintritt aus den quartären Deckschichten beim Aushub unter dem Deckel ~~Vorpressen~~ ausgeschlossen ist und die auftretenden Vertikallasten aus der Tunneldecke sicher abgeleitet werden können, ggf. ist der Spundwandfuß abzudichten.

Damit die Grundwasserumläufigkeit im Endzustand ~~nach dem Ziehen der wasserdichten Spundwände~~ gewährleistet ist, werden Dränelementesysteme an den Außenwänden des Tunnels und im Sohlbereich erforderlich, die wasserwegig miteinander verbunden sind.

Es werden Horizontalbohrungen mit ca. 1 – 2 m Länge durch die Bohrpfahlwände in das umgebende Quartär hergestellt. Über in den Bohrpfahlwickeln verlaufende Drainageleitungen wird das Grundwasser durch den wasserdurchlässigen Kiesfilter, unter der Bodenplatte, durchgeleitet.

Es werden an jedem 10 m langen Block fünf je 1 m breite Dränelemente im regelmäßigen Abstand in etwa 5 cm tiefen Aussparungen über die gesamte Wandhöhe angebracht und durch ein vorgesetztes Lochblech geschützt. Gegenüberliegende Dränelemente an den Außenwänden werden unter der Bauwerksohle durch in einer Kiesschicht unter der Vorschubbahn verlegte Dränrohre, wasserwegig verbunden.

Zur Ableitung des Oberflächenwassers erhält die Tunneldecke ein Dachgefälle von 2,00 %. Im Bereich der Auflagerwände für die Gleissicherung, werden zwischen den Auflagerwände alle 5,00 m Querschotts mit vorliegenden Durchlässe DN 100 angebracht. Die Durchlässe werden wasserwegig mit den Dränstreifen verbunden.

## Stuttgart 21 - PFA 1.6 a Anlage 11.1A: Erläuterungsbericht

---

~~Der Eintritt von Oberflächenwasser in die seitlichen Arbeitsräume wird durch den Einbau eines etwa 1 m starken mehrlagigen Lehmschlags, der mit der Bauwerksoberkante abschließt, verhindert.~~

~~In Bereichen wo das Oberflächenwasser über die PSS in die Tiefenentwässerung eingeleitet wird, kann der Lehmschlag entfallen.~~

Die Arbeitsraum- und Baugrubenverfüllung muss mit gut verdichtbarem nichtbindigem Material verfüllt werden.

Das Tunnelbauwerk ist aufgrund seiner Abmessungen (Eigengewicht) und der darüber liegenden Erdauflast für Wasserstände bis zur Geländeoberkante auftriebssicher. Deshalb kann eine Sicherheitsdränleitung in diesem Bereich entfallen.

- ~~Trogbauwerk von km 6.3+25,00 bis km 6.4+54,11~~ **6.4+54,00 bis 6.6+61,62**  
(Schnitt F-F, H-H, siehe Anlage 11.2, Blatt 2/4)

Die Bauwerke erhalten eine von rückverankerten, wasserdichten **Verbau Spundwänden** umschlossene Baugrube. Die Arbeitsraum- und Baugrubenverfüllung muss mit gut verdichtbarem nichtbindigem Material verfüllt werden.

Das Tunnelbauwerk erhält Dränelemente, die an den Außenwänden befestigt sind.

Zur Sicherstellung der Grundwasserumläufigkeit quer zum Bauwerk und um in den Grundwasserbereichen einen gleichmäßigen Wasserdruck zu erreichen, ist unter der Sohle eine Kiesfilterschicht  $d = 0,20$  m aus Kies 2/32 mm vorgesehen. Die Dränelemente und die Kiesfilterschicht müssen wasserwegig miteinander verbunden sein.

~~Das Tunnelbauwerk ist von km 6.3+25,00 bis km 6.3+85,00 aufgrund seiner Abmessungen (Eigengewicht) und der darüber liegenden Erdauflast für Wasserstände bis zur Geländeoberkante auftriebssicher. Deshalb kann eine Sicherheitsdränleitung in diesem Bereich entfallen.~~

~~Ab km 6.3+85,00 bis Ende~~ Für das Trogbauwerk bei km **6.6+61,31** ist eine Sicherheitsdränleitung in Höhe des Bemessungswasserspiegels notwendig.

- ~~Trogbauwerk von km 6.4+54,11 bis km 6.6+61,63~~  
(Schnitt H-H, siehe Anlage 11.2 Blatt 2/4)

~~Das Bauwerk erhält eine von rückverankerten wasserdichten Spundwänden umschlossene Baugrube.~~

~~Des Weiteren ist in diesem Bereich eine Sicherheitsdränage in Höhe des Bemessungswasserstandes, die auf der östlichen Seite am Stützwandfuß verläuft, vorgesehen. Die Grundwasserumläufigkeit wird durch die gleichen Maßnahmen wie beim Tunnel, Filterelemente und Kiesfilterschicht, gewährleistet.~~

Die Spundwände der Baugruben werden nach Ende der Bauzeit entfernt.