



DBProjekt
Stuttgart 21

Planfeststellungsunterlagen

Umgestaltung des Bahnknotens Stuttgart

**Ausbau- und Neubaustrecke Stuttgart - Augsburg
Bereich Stuttgart - Wendlingen mit Flughafenbindung**

Abschnitt 1.1

Talquerung mit Hauptbahnhof

Bau-km -0.4 -42.0 bis +0.4 +32.0

11 Grundwasserumläufigkeit und Sicherheitsdränage

11.1 A Erläuterungsbericht

(geändert durch Planänderung: Änderung der Ausführung des Ableitkanals der Sicherheitsdränage) - Stand 18.11.2021

DB Projekte Stuttgart -Ulm
GmbH
Räpplenstr. 17 - 18
70191 Stuttgart

im Auftrag der



11 Grundwasserumläufigkeit und Sicherheitsdrainage

11.1 Erläuterungsbericht Grundwasserumläufigkeit und Sicherheitsdrainage

11.1.1 Ingenieurbauwerke der Bahn

Umläufigkeit in Querrichtung

Zur Vermeidung eines Grundwasserstaus wird in Querrichtung von Nord- und Südkopf und der Bahnhofshalle eine Grundwasserumläufigkeit geschaffen, die folgende bauliche Maßnahmen erfordert:

- Unter der Bodenplatte Einbau einer Filterschicht $d = 30$ cm aus Kies 2/32 mm. Um Verunreinigungen aus der darüber zu betonierenden Sauberkeitsschicht aus B 15, $d = 10$ cm, zu verhindern, wird die Filterschicht mit einer Folie abgedeckt. Zwischen der Filterschicht und der Aushubsohle befindet sich zusätzlich ein Vlies.
- Seitlich an den Stahlbetonaußenwänden unterhalb des Bemessungswasserstandes BGW, der sich am HW_{200} (statistisch nur alle 200 Jahre zu erwartendes Hochwasser), aber auch am Bestand, z.B. der S-Bahn, orientiert, Einbau einer Dränmatte. Sie nimmt das aus dem Erdreich anströmende Grundwasser auf und leitet es in die Filterschicht weiter. Auf der entgegengesetzten Seite gibt die Dränmatte das aufsteigende Grundwasser wieder an das Erdreich ab. Dränmatte und Filterschicht wirken wie ein Düker.
- Die Wasserdurchlässigkeit der Betonausfachung des Verbaus wird in jeder Ausfachung durch 2 horizontale Bohrungen $\phi 10$ cm in vertikalen Abständen von ca. 1,50 m sichergestellt. Eventuelle Holzausfachungen werden ausgebaut.

Bei einem Verbau ohne Arbeitsraum reicht die dahinterliegende Dränmatte vom Bemessungswasserstand BGW bis UK Filterschicht. Bei einem Verbau mit Arbeitsraum endet die Dränmatte bereits oberhalb der Sauberkeitsschicht, die arbeitstechnisch bedingt geringfügig über die Bauwerksaußenkante hinausreicht. In diesem Fall wird die unter der Bodenplatte eingebaute Kiesfilterschicht seitlich mindestens 50 cm über OK Sauberkeitsschicht hochgezogen. Aus Gründen der Umläufigkeit werden an das im Arbeitsraum darüber einzubauende Material keine besonderen Anforderungen gestellt.

Verhinderung der Längsläufigkeit durch Grundwassersperrern im allgemeinen

In Querrichtung verlaufende Betonnocken unter der Sauberkeitsschicht aus B 15, welche mindestens 20 cm in den Untergrund einbinden, sowie eine mindestens 1,00 m breite kiesfreie Zone vor und hinter der Beton-

nocke bilden die Grundwassersperre unter dem Bauwerk und verhindern ein Abfließen des Grundwassers in Längsrichtung des Bauwerks.

An den Seitenwänden entfällt im Bereich der Grundwassersperrern der Einbau der Dränmatte und die Durchlöcherung der Betonausfachung - Holzausfachungen sind hier grundsätzlich nicht zugelassen. Das Bauwerk wird entweder, wie dies beim Verbau ohne Arbeitsraum der Fall ist, unmittelbar gegen die Betonausfachung betoniert, oder der Arbeitsraum zwischen Bauwerk und Betonausfachung wird auf eine Länge von ca. 1,00 m mit Beton verfüllt. OK Grundwassersperre liegt in Höhe des Bemessungswasserstandes.

Der Abstand der Grundwassersperrern beträgt maximal 60 m mit der Einschränkung, dass die Differenz der Bemessungsspiegel benachbarter Bereiche 0,50 m nicht überschreitet.

Verhinderung der Längsläufigkeit durch Grundwassersperrern bei abschnittweisem Bauen mittels Teilbaugruben

In diesem Fall ist bereits während der Bauausführung und nicht erst im Endzustand die Längsläufigkeit durch entsprechend modifizierte Grundwassersperrern zu vermeiden. Dies ist darin begründet, dass in einer Teilbaugrube parallel zum Baufortschritt das Grundwasser durch entsprechende Infiltration sukzessiv wieder auf den Normalstand angehoben wird, damit nach Erreichen des planmäßigen Grundwasserstandes kein - wesentlicher - Grundwasserabfluss in die benachbarte, noch leere Teilbaugrube mit Grundwasserabsenkung fließt. Die hierfür vorgesehene Grundwassersperre ist in der Anlage 11.2.4 dargestellt und wie folgt ausgebildet:

- 1,00 m breite und einschließlich Unterbeton 1,5 m tiefe Grundwassersperre aus Beton unter der Bodenplatte.
- An die 1,00 m breite Grundwassersperre aus Beton im Arbeitsraum neben der Bauwerksaußenwand schließen 3 überschnittene Bohrpfähle als wasserundurchlässige Dichtwand an.
- Vor und hinter jeder Grundwassersperre werden unter der Sohlplatte kiesfreie Zonen vorgesehen. Vor der Grundwassersperre, in der zuerst hergestellten, bebauten Teilbaugrube, in der auch zuerst das Grundwasser wieder ansteigt, ist der kiesfreie Streifen 5,00 m breit und hinter der Grundwassersperre bis zur Arbeitsfuge des Bauwerks 1,00 m breit.
- Die kiesfreie Zone erhält im Arbeitsraum eine Abdeckung, bestehend aus einer 50 cm dicken Betonplatte.
- Auf eine Länge gleich der Breite der kiesfreien Zone ist der Verbau wasserundurchlässig.
- Die in den Teilbaugruben in den Arbeitsräumen vorgesehenen Schächte dienen zunächst der Grundwasserabsenkung, dann der Infiltration und nach Bauende zum Spülen der Sicherheitsdränage. Jeder Schacht wird ab Bemessungswasserstand nach oben wasserdicht ausgeführt und erhält einen wasserdicht verschließbaren Einstieg.

Sicherheitsdränage

Als Bemessungswasserstand und damit auch als Grundlage für die Berechnung der ausreichenden Auftriebssicherheit ist ein Wasserstand festgelegt, der sich aus statistischer Auswertung vorhandener GW-Messstellen ergab und sich an einer Jährlichkeit 200 orientiert. Lokal wurde der Bemessungswasserstand BGW an benachbarte Systeme (SüdwestLB, S-Bahn, Stadtbahn) angepasst. Um ein Ansteigen des Grundwassers darüber hinaus mit Sicherheit auszuschließen, wird in Höhe BGW im Arbeitsraum zwischen Bauwerk und Verbau ein Vollsickerrohr DN 200 eingebaut. Im Abstand von maximal 60 m werden Schächte eingebaut, um die Sicherheitsdränage spülen zu können.

Die Sicherheitsdränagen liegen auf beiden Seiten des Tunnelbauwerks.

Tiefpunkt für die von den Talflanken her abfallenden Sicherheitsdränagen ist das sogenannte Taltiefste bei Bau-km +0.2 +80.0. Hier werden sie auf einer Bemessungswasserhöhe von N 236,3 m zusammengefasst. Das Wasser aus der südlich entlang des Tunnelbauwerkes verlaufenden Sicherheitsdränage wird dabei über die beiden im Taltiefsten befindlichen Kontrollschächte und zwei im Sohlfilter verlegte Leitungen DN 200 auf die Nordseite des Bauwerkes gedükert. ~~Die Ableitung des Wassers aus den Sicherheitsdränagen erfolgt weiter rückstaufrei über einen ca. 950 m langen Kanal (DN 500) in den oberen, an die Cannstätter Straße angrenzenden Teil des Unteren Schloßgartens. Der vorgenannt beschriebene Kanal ist im erforderlichen Abstand mit Kontrollschächten versehen. Das Ende des Kanals befindet sich ca. 80 cm unter der vorhandenen Geländeoberkante und mündet in einen Schacht (Abmessungen ca. 1,5 m x 1,5 m). Das Schachtbauwerk besitzt keinen festen Boden, so dass das einlaufende Wasser i.d.R. über einen Kiesfilter im Schacht versickert. Bei großen zulaufenden Wassermengen steigt das Wasser über die Schachtoberkante an (Schachtabdeckung wasserdurchlässig, Gitterrost o.ä.) und läuft über die Geländeoberfläche (Wiese) ab, wo es großflächig versickern kann.~~

~~Die Abführung des Wassers aus der Sicherheitsdränage des DB-Tunnels ist somit ohne mechanische Hilfen wie Pumpen etc. gewährleistet. Die Sicherheitsdränage, die Kontrollschächte, der Ablaufkanal in den Unteren Schloßgarten und der Versickerungsschacht werden in regelmäßigen Abständen gewartet.~~

Die Ableitung des Wassers aus den Sicherheitsdrängen erfolgt weiter über einen ca. 465m langen Kanal (DN500) und mündet in den Anlagensee des mittleren Schlossgartens. An zwei Kreuzungspunkten mit Bestandskanälen ist eine Dükering des Ableitkanals geplant.

Der vorgenannt beschriebene Kanal ist im erforderlichen Abstand mit Kontrollschächten versehen. Den zulaufenden Wassermengen bietet der Anlagensee ein ausreichend großes Speichervolumen. Des Weiteren wird die Aufstauhöhe innerhalb des Sees über einen bestehenden Überlaufschacht begrenzt. Das überlaufende Wasser wird dann über den bestehenden Kanal DN 600 Stahlbetonrohre (StB) in den Nesenbachkanal abgeleitet.

Die Abführung des Wassers aus der Sicherheitsdrainage des DB-Tunnels erfolgt mit Ausnahme der Dükerstrecke in einem Gefälle. Im letzten Kanalabschnitt wird das Wasser mittels einer Pumpe angehoben und in den Anlagensee abgeleitet. Die Sicherheitsdrainage, die Kontrollschächte und der Ablaufkanal im mittleren Schlossgarten werden in regelmäßigen Abständen gewartet.

Notflutöffnungen

Zusätzlich zur Sicherheitsdrainage werden ca. auf Höhe des Bemessungswasserstandes Notflutöffnungen in den Tunnelaußenwänden vorgesehen, so dass bei einem Ansteigen über das Niveau der Sicherheitsdrainage hinaus (bei evtl. Versagen des Dränagesystems) Wasser in das Bauwerk einströmen kann und dadurch ein Anstieg des Grundwassers über BGW verhindert wird. Die Auftriebssicherheit des Tunnelbauwerks ist so in jedem Fall sichergestellt.

Abschirmung der Grundwasserumläufigkeit vor eindringendem Oberflächenwasser im Bereich des Mittleren Schlossgartens

Bei einem 100-jährlichen Starkregenereignis kann der Fall eintreten, dass das Kanalsystem bis Oberkante Gelände zurückgestaut ist und Regenwasser als Oberflächenwasser im Oberen und Mittleren Schloß-

garten abfließt. Der Schloßgarten bildet die Talsohle des Nesenbachtals und hat ein natürliches Gefälle von Süd nach Nord in Richtung Neckar. Durch die geplante Geländeanhebung im Bereich der Bahnhofshalle wird der natürliche Abflussquerschnitt eingeengt. Es verbleibt ein ca. 28 m breiter Abflussbereich zwischen dem Ende der Bahnhofshalle und der neuen Zugangsschale Haltestelle Staatsgalerie. Das Oberflächenwasser fließt in diesem Bereich über den erdüberschütteten DB-Tunnel hinweg. An der Engstelle kann das Oberflächenwasser bis zu 0,5 m hoch aufgestaut werden.

Durch diesen Wasseraufstau sind die angrenzenden Gebäude, wie Schloßgartengarage und Klettpassage nicht gefährdet, da die Einlaufhöhen höher liegen als der um 0,5 m aufgestaute Wasserspiegel.

Die Gebäudeteile des Planetariums, die tiefer liegen als der aufgestaute Wasserspiegel, werden zum Schloßgarten hin dammförmig abgeschirmt.

Damit im Überflutungsfall zwischen Oberflächenwasser und Grundwasser keine hydraulische Verbindung entstehen kann, werden folgende Maßnahmen ergriffen:

Im Bereich der Bahnhofshalle und des Südkopfes wird die Deckenabdichtung als Kunststoffdichtungsbahn seitlich ca. 5,0 m über das Bauwerk hinaus auf dem bestehenden Erdreich verlegt. Die Kunststoffdichtungsbahn wird mit Schutzlagen gesichert und entsprechend der neuen Geländemodellierung überschüttet. Im Bereich der Engstelle wird der Arbeitsraum zusätzlich zum Lehmschlag mit einer Betonsperre abgeschirmt.

- Arbeitsräume über BGW horizontal mit Lehmschlag abdichten.
- Bohrlöcher im Erdreich nach Ziehen der Verbauträger verdämmen bzw. bei verbleibenden Verbauträgern Bohrlochverfüllungen wasserundurchlässig verpressen.
- Im Bereich der Bahnhofshalle und des Südkopfes wird die Deckenabdichtung als Kunststoffdichtungsbahn seitlich ca. 5,0 m über das Bauwerk hinaus auf dem bestehenden Erdreich verlegt. Die Kunststoffdichtungsbahn wird mit Schutzlagen gesichert und entsprechend der neuen Geländemodellierung überschüttet. Im Bereich der Engstelle wird der Arbeitsraum zusätzlich zum Lehmschlag mit einer Betonsperre abgeschirmt.

Der Abdichtung des Arbeitsraumes oberhalb des BGW kommt deshalb eine besondere Bedeutung zu, da ein direkter Zustrom von Oberflächenwasser in das Umläufigkeitssystem zum sofortigen Aufschwimmen des Bauwerks führen würde. Der auf das Bauwerk wirkende Wasserdruck wäre rd. 5,5 m höher als BGW. Durch die Sicherheitsdrainage bzw. Notflutöffnungen muss gewährleistet sein, dass Sickerwasser, das evtl. vom Oberflächenwasser bis zum Arbeitsraum unterhalb des Lehmschlags durchsickert, zu keinem Grundwasseranstieg über BGW führen kann. Um ein Restrisiko auszuschließen, werden der Tunnelabschnitt, der im Überflutungsfall überströmt wird, und die beiden angrenzenden Abschnitte links und rechts davon (jeweils bis zur Grundwassersperre) für einen Wasserstand ausgelegt, der dem aufgestauten Oberflächenwasser entspricht. Zur Auftriebssicherung werden in diesen drei Abschnitten zusätzlich zu den Gründungspfählen Stabverpresspfähle eingesetzt, um Erdlast an die Bauwerkssohle anzuhängen. In den drei Abschnitten ist somit eine Sicherheitsdrainage nicht erforderlich, da die Auftriebssicherung für einen Wasserstand bis über Gelände gewährleistet ist.

Damit über die Sicherheitsdrainage kein Rückfluss in die angrenzenden Bauwerksabschnitte erfolgen kann, die nur bis BGW auftriebssicher sind, werden in den drei Abschnitten die Sicherheitsdrainagen auf beiden Seiten des Bauwerks als geschlossene Leitung ausgebildet und die GW-Sperren bis Oberkante Tunneldecke geführt.

11.1.2 Gebäude des Hauptbahnhofs

1. Technikgebäude

Umläufigkeit

Zur Vermeidung eines Grundwasserstaus wird eine Grundwasserumläufigkeit geschaffen, die folgende bauliche Maßnahmen erfordert:

- Unter der Bodenplatte Einbau einer Filterschicht $d = 20$ cm aus Kies 2/32 mm. Um Verunreinigung aus der darüber zu betonierenden Sauberkeitsschicht aus B 15, $d = 10$ cm, zu verhindern, wird die Filterschicht mit einer Folie abgedeckt. Zwischen der Filterschicht und der Aushubsohle befindet sich zusätzlich ein Vlies.
- Seitlich an den Stahlbetonaußenwänden unterhalb des Bemessungswasserstandes BGW, der sich am HW_{200} orientiert, Einbau einer Dränmatte. Sie nimmt das aus dem Erdreich anströmende Grundwasser auf und leitet es in die Filterschicht weiter. Umgekehrt wird das aus der Filterschicht anströmende und an den Außenwänden aufsteigende Grundwasser über die Dränmatte wieder an das Erdreich abgegeben.

Sicherheitsdränage

Das Technikgebäude enthält keine eigene umlaufende Sicherheitsdränage, da dies wegen der Lage unmittelbar neben dem Bonatzgebäude technisch nicht möglich ist.

Die Sicherheit gegen eventuelles über den Bemessungswasserstand ansteigendes Grundwasser wird dadurch erreicht, dass über die Wand- und Sohldränage die Verbindung an die zwischen Technikgebäude und Trog Bahnhofshalle liegende Sicherheitsdränage hergestellt wird.

2. Bonatzgebäude

Die Umbaumaßnahmen im Bonatzgebäude haben keinen Einfluß auf die Grundwasserumläufigkeit.

3. Nördliches Bahnhofsgebäude / Tiefgarage Nördliches Bahnhofsgebäude

Umläufigkeit

Zur Vermeidung eines Grundwasserstaus durch die Tiefgarage werden die gleichen baulichen Maßnahmen wie in 11.1.2.1 beim Technikgebäude vorgesehen.

Sicherheitsdränage

Das Gebäude wird im Westen und Süden durch die tieferliegende S-Bahntrasse und den Bahnhofshallentrog gegen anströmendes Grundwasser abgeschirmt. Dazu wird eine Sicherheitsdränage zur Verhinderung eines Ansteigens des Grundwassers über den Bemessungs-

wasserstand hinaus nur an den Nord- und Ostseiten eingebaut. Sie wird an die Sicherheitsdrainage des Bahnhofshallentroges angeschlossen.

Der Einbau erfolgt wie in 11.1.2.1 beschrieben.

11.1.3 Anlagen Dritter

1. Fernheizkanal Heilbronner Straße und Medienkanal Kurt-Georg-Kiesinger-Platz

Umläufigkeit

Beide Kanäle werden gedükert und liegen unterhalb der Sohle von Nordkopf/Bahnhofshalle. Insofern werden hinsichtlich Umläufigkeit die unter 11.1.1 beschriebenen Maßnahmen ausgeführt.

2. Verlegung Stadtbahn Heilbronner Straße

Maßnahmen zur Sicherstellung der GW-Umläufigkeit bzw. zur Verhinderung der Bauwerkslängsläufigkeit werden für das in offener Bauweise herzustellende Abzweigbauwerk im Kreuzungsbereich Heilbronner Straße / Friedrichstraße / Kriegsbergstraße und Arnulf-Klett-Platz vorgesehen. Das vorgenannte Bauwerk befindet sich unterhalb des Grundwassers. Die vorhandenen Umleitungssysteme der bestehenden Stadtbahn (im Wandbereich Rolladenprofil, im Sohlbereich Kiesfilter mit Längs- und Querdränrohren) werden im Umbaubereich belassen bzw. für den erweiterten Tunnel ergänzt und fortgeführt. Für die Umläufigkeit im Wandbereich der neu erstellten Wände kommen Dränplatten zum Einsatz.

Für die bergmännischen Tunnelabschnitte, die bis ca. km 1.6+00.0 (bezogen auf Achse 301) ins Grundwasser eingreifen und für das Einmündungsbauwerk an den Bestandstunnel vor der Haltestelle Türlenstraße (offene Bauweise), welches sich über dem Grundwasser befindet, werden keine Maßnahmen zur Grundwasserumläufigkeit und zur Verhinderung der Bauwerkslängsläufigkeit vorgesehen.

Die neuen Bauwerke sind für den Endzustand auftriebsicher und benötigen deshalb keine Grundwasserbegrenzungssysteme.

3. Verlegung Stadtbahnhaltestelle Staatsgalerie

Umläufigkeit

Zur Vermeidung eines Grundwasserstaus durch die neuen Tunnelbauwerke werden in Querrichtung die gleichen baulichen Maßnahmen wie in 11.1.1 beschrieben vorgesehen.

In den Ausschleifungsbereichen, in denen die bestehenden Tunnelblöcke zu einer Seite hin verbreitert werden, muss die Filterschicht unter den Sohlen entsprechend ergänzt werden.

Grundwassersperrern

Grundwassersperrern zur Vermeidung einer Dränwirkung in Längsrichtung des Tunnels, z.B. durch die Filterschicht unter der Sohle, werden wie in 11.1.1 beschrieben auch bei den Stadtbahntunnelbauwerken vorgesehen.

Die Abstände der Grundwassersperrern werden auf die Lage der vorhandenen Sperrern abgestimmt.

Vorhandene Grundwassersperrern werden in den Übergangsbereichen zwischen neuen und bestehenden Tunnelbauwerken entsprechend angepasst.

Bemessungswasserstand

Aufgrund der Erkundungsbohrungen kann ein Bemessungswasserstand für die Bauwerke je nach Standort zwischen N 235,0 und N 237,0 m festgelegt werden. Dies entspricht auch den Wasserständen, die bei den bestehenden Stadtbahnbauwerken zugrunde gelegt wurden. Statistisch gesehen entspricht der Bemessungsgrundwasserstand einer Jährlichkeit von 200.

Eine Sicherheitsdränage ist bei der neuen Haltestelle Staatsgalerie und den neuen Tunnelstrecken nicht erforderlich, da die Bauwerke bei Berücksichtigung der Erdauflastung eine ausreichende Auftriebssicherheit für einen Wasserstand bis Geländeoberfläche haben.