



DR. SPANG

INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR BAUWESEN, GEOLOGIE UND UMWELTTECHNIK MBH

DB ProjektBau GmbH
Regionalbereich Mitte
Hahnstraße 52
60528 Frankfurt am Main

Projekt-Nr.	Datei	Diktat	Büro	Datum
28.2288	P2288B_Bf Fech+ Zugang West_Rev2.docx	Fe/Ke	Witten	19.02.2014

S-Bahn Rhein-Main / Nordmainische S-Bahn

S – Bahn – Station Frankfurt/Main – Fechenheim mit Bahnsteigzugang West Strecken km 6,117 – 6,354 (Strecke 3660)

Geotechnisches Gutachten

ANLAGE 12.5.16

Auftrag vom 03.04.2009

Gesellschaft: HRB 8527 Amtsgericht Bochum, USt-IdNr. DE126873490, Geschäftsführer Dipl.-Ing. Christian Spang

Zentrale Witten: Westfalenstraße 5 - 9, D-58455 Witten, Tel. (0 23 02) 9 14 02 - 0, Fax 9 14 02 - 20, zentrale@dr-spang.de
<http://www.dr-spang.de>

Niederlassungen: 09599 Freiberg/Sachsen, Halsbrücker Str. 34, Tel. (03731) 798789-0, Fax 798789-20, freiberg@dr-spang.de
73734 Esslingen/Neckar, Weilstr. 29, Tel. (0711) 351 30 49-0, Fax 351 30 49-19, esslingen@dr-spang.de
06618 Naumburg, H.-von-Stephan Platz 1, Tel. (03445) 762-153, Fax (03445) 762-162, naumburg@dr-spang.de
90441 Nürnberg, Erlengrabenstr. 72, Tel. (0911) 964 5665-0, Fax (0911) 964 5665-5, nuernberg@dr-spang.de

Banken: Deutsche Bank AG, Witten, IBAN: DE42 4307 0024 0813 9511 00, BIC: DEUTDE33HAN
Stadtparkasse Witten, IBAN: DE59 4525 0035 0000 0049 11, BIC: WELADED1WTN



INHALT	SEITE
1. ALLGEMEINES	4
1.1 Projekt	4
1.2 Auftrag	4
1.3 Unterlagen	4
1.4 Untersuchungen	6
1.4.1 Feldaufschlüsse	6
1.4.2 Hydrogeologische Feldversuche	7
1.4.3 Geotechnische Laborversuche	7
2. GEPLANTE BAUMASSNAHMEN	7
3. GEOTECHNISCHE SITUATION	8
3.1 Morphologie, Vegetation und aktuelle Nutzung	8
3.2 Baugrundaufbau	8
3.2.1 Geologischer Überblick	9
3.2.2 Schichtbeschreibung	9
3.3 Grundwasser	10
3.3.1 Allgemeines	10
3.3.2 Grundwasserstand und vorläufiger Bemessungswasserstand	11
3.3.3 Durchlässigkeiten	12
3.3.4 Grundwasserfließrichtung	12
3.3.5 Ergebnisse der hydrochemischen Grundwasseruntersuchungen	13
3.4 Geotechnische Besonderheiten	13
3.4.1 Lagerstätten und (Alt-)Bergbau	13
3.4.2 Tektonik	13
3.4.3 Erdbebengefährdung	13
3.4.4 Frosteinwirkungsgebiet	14
3.4.5 Schutzgebiete	14
4. BODENKLASSIFIZIERUNG	14



4.1	Klassifizierung für bautechnische Zwecke	14
4.2	Bodenkennwerte	15
4.3	Felsmechanische Kennwerte	16
5.	FOLGERUNGEN	16
5.1	Gründung	16
5.2	Baugruben	20
5.2.1	Geböschte Baugrube	21
5.2.2	Verbaute Baugrube	21
5.3	Grundwasser	23
6.	EMPFEHLUNGEN	24
6.1	Gründung	24
6.2	Baugruben	24
6.3	Wasserhaltung und Abdichtung	25
6.4	Wiederverwendbarkeit der Aushubböden	26
6.5	Sonstige Empfehlungen	27
7.	ANLAGEN	
Anlage 12.5.16.1:	Übersichtslageplan 1 : 25.000 (siehe Anlage 12.5)	
Anlage 12.5.16.2:	Amtliche Karten (siehe Anlage 12.5)	
Anlage 12.5.16.2.1:	Geologische Karte 1 : 25.000 (siehe Anlage 12.5)	
Anlage 12.5.16.2.2:	Hydrogeologische Karten 1 : 25.000 (siehe Anlage 12.5)	
Anlage 12.5.16.2.3:	Wasserschutzgebietskarte 1 : 25.000 (siehe Anlage 12.5)	
Anlage 12.5.16.3:	Lageplan, S-Bahn-Station Frankfurt/M-Fechenheim, Zugang West 1 : 200 (1)	
Anlage 12.5.16.4:	Längsschnitt A-A, S-Bahn-Station Frankfurt/M-Fechenheim, Zugang West 1 : 200 (1)	



1. ALLGEMEINES

1.1 Projekt

Die DB Netz AG, vertreten durch die DB ProjektBau GmbH, plant den Neubau der „Nordmainischen S-Bahn“. Die Nordmainische S-Bahn soll an das Bestandsnetz der Frankfurter S-Bahn in der Nähe der Station Konstablerwache anschließen und über den Bahnhof Frankfurt/Main – Ost zum HBF Hanau führen. Dabei soll die Streckenführung auf der nördlichen Mainseite, im Wesentlichen in Bündelung mit der bestehenden Schnellbahnstrecke Frankfurt – Fulda, erfolgen. Mit der Nordmainischen S-Bahn soll somit das Frankfurter S-Bahn-Netz mit der bereits bestehenden, südlich des Mains geführten S-Bahn-Strecke ergänzt werden.

In diesem Zusammenhang ist geplant, zwischen km 6,117 und 6,354 (Strecke 3660) eine S-Bahn Station (Station Frankfurt/Main – Fechenheim) zu errichten. Der westliche Zugang zum Bahnsteig wird über eine Zugangstreppe sowie einen Personenaufzug zur Ernst-Heinkel-Straße ermöglicht. Der östliche Zugang erfolgt über einen Personentunnel im Bereich des heutigen BÜ Cassellastraße (siehe gesondertes Gutachten).

Das vorliegende Gutachten behandelt die geotechnischen Verhältnisse im Bereich der S-Bahn-Station Frankfurt/Main – Fechenheim mit dem sich westlich anschließenden Zugangsbauwerk.

1.2 Auftrag

Die DB ProjektBau GmbH hat am 03.04.2009 der Dr. Spang Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie und Umwelttechnik mbH, den Auftrag erteilt, eine Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung zu erstellen.

1.3 Unterlagen

Es wurden die nachfolgend aufgeführten Unterlagen verwendet:



-
- [U 1] **Deutsche Bahn AG, S-Bahn Rhein-Main, Nordmainische S-Bahn, Strecke Frankfurt/M Ost – Hanau Baulos 13, 95/220; Bericht No. 1, Baugrundgutachten;** Prof.-Ing. P. Amann Consult GmbH, Mühlthal, April 1997.
- [U 2] **S-Bahn Rhein-Main, Nordmainische S-Bahn, S-Bahn-Station Frankfurt/Main – Fechenheim, Lageplan, Strecke 3660 km 6,117 – km 6,354,** Plan-Nr.: VP 1210 BG LP 01 A, Planart: Vorplanung; DB ProjektBau GmbH, Berlin, 08/2009.
- [U 3] **S-Bahn Rhein-Main, Nordmainische S-Bahn, S-Bahn-Station Frankfurt am Main – Fechenheim, Längsschnitt, Strecke 3660 km 6,117 – km 6,354,** Plan-Nr.: VP 1210 HB SN 010, Planart: Vorplanung; DB ProjektBau GmbH, Berlin, 08/2009.
- [U 4] **Geologische Karte von Hessen, Blatt Frankfurt a. M. Ost (5818), Karte 1 : 25.000 und Erläuterungen;** Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, 1993.
- [U 5] **Wasserschutzgebietskarte von Hessen, Blatt Frankfurt a. M. Ost (5818), 1 : 25.000;** Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 2006.
- [U 6] **S-Bahn Rhein-Main / Nordmainische S-Bahn, Strecke km 54,310 – km 71,900; Geotechnisches Gutachten;** Dr. Spang Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie und Umwelttechnik mbH, Witten, 25.01.2010.
- [U 7] **S-Bahn Rhein-Main / Nordmainische S-Bahn Lph 3, Strecke km 54,310 – km 71,900; Geotechnisches Gutachten;** Dr. Spang Ingenieurgesellschaft für Bauwesen, Geologie und Umwelttechnik mbH, Witten, 25.01.2010.
- [U 8] **S-Bahn Rhein – Main, Nordmainische S-Bahn; Machbarkeitsuntersuchung;** DB ProjektBau GmbH, Frankfurt, Oktober 2006.

Außerdem werden die zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung eingeführten technischen Regelwerke und alle relevanten bahninternen Regelwerke verwendet, insbesondere die in Ril 836.0101 aufgeführten Regelwerke.



1.4 Untersuchungen

1.4.1 Feldaufschlüsse

Zur Erkundung der Baugrundsichtung im unmittelbaren Umfeld des geplanten Bahnhofs Fechenheim (km 6,117 - 6,354, Strecke 3660) wurden in der aktuellen 3. EKP zwei **Bohrsondierungen** (BS 13/58, BS 13/59) nach DIN EN ISO 22 475-1 abgeteuft. Die Endteufe der Bohrungen lag bei 3,0 m unter Bohransatzpunkt. Im Rahmen des 2008 durchgeführten Erkundungsprogramms wurden bereits **2 Bohrsondierungen** (BS 08/03 und BS 08/04) nach DIN EN ISO 22 475-1 bis 3,5 m bzw. 6,0 m unter Bohransatzpunkt abgeteuft. Die Bohransatzpunkte wurden zur Leitungserkundung bei gegebenem Verdacht vorlaufend zur Durchführung der Bohrungen bis in eine Tiefe von 1,3 m vorgeschachtet. Die Kerne wurden durch Mitarbeiter der Dr. Spang GmbH geotechnisch aufgenommen und gemäß DIN 18 196 und DIN 18 300 gruppiert bzw. klassifiziert. Die Bohrergebnisse sind nach DIN EN ISO 14 688 und DIN 4023 in [U 6] dargestellt.

Des Weiteren wurden im Bereich des geplanten Bahnsteigs zwei 6,0 m tiefe **Sondierungen mit der schweren Rammsonde** (DPH 08/106 und DPH 08/107 nach DIN EN 22 476-2) abgeteuft. Abbruchkriterium für die DPH war das Erreichen der Solltiefe bzw. Schlagzahlen von $N_{10} > 50$ auf mindestens 30 cm Tiefe in Folge. Die Rammdiagramme sind in [U 6] enthalten.

Im Umfeld der Station Frankfurt/Main - Fechenheim wurden im Jahr 2008 ca. 170 m westlich des Bauwerks **1 Kernbohrung** (BK 08/26) und **2 Kernbohrungen** (BK 08/27 und BK 08/28, im Bereich PT Zugang Ost) ca. 170 m östlich des Bauwerks nach DIN EN ISO 22 475-1 als Trockenbohrungen abgeteuft. Der Bohrdurchmesser betrug 178 mm, die Endteufen der Bohrungen lagen zwischen 6,0 und 10,0 m unter Bohransatzpunkt. Die Kerne wurden durch Mitarbeiter der Dr. Spang GmbH geotechnisch aufgenommen und gemäß DIN 18 196 und DIN 18 300 gruppiert bzw. klassifiziert. Die Bohrergebnisse sind nach DIN EN ISO 14 688 und DIN 4023 in [U 6] zusammen mit den jeweils in unmittelbarer Nachbarschaft zu einer Kernbohrung durchgeführten Sondierung mit der schweren Rammsonde (DPH) dargestellt.

Aus dem Kerngewinn der Bohrungen (BK) und der Bohrsondierung (BS) aus 2008 wurden gestörte Proben (gP) für geotechnische und umwelttechnische Laboruntersuchungen genommen.



Alle Aufschlüsse wurden im Anschluss an deren Herstellung der Lage und Höhe nach auf das Festnetz des AG sowie dem Landesnetz eingemessen. Die Lagekoordinaten (Rechts- und Hochwert) und die Höhe wurden dabei mit einer Genauigkeit von ± 5 cm ermittelt. Die Lage der Aufschlüsse ist in Anlage 3 dargestellt.

1.4.2 Hydrogeologische Feldversuche

Die der S-Bahn-Station am nächsten gelegenen Grundwassermessstellen (DN = 5") sind die BK 08/26 und BK 08/28. Diese liegen jeweils ca. 170 m östlich bzw. westlich des Bauwerks. Es wurden Wasserproben entnommen und auf ihren Beton- und Metallangriffsgrad gemäß DIN 4030 bzw. DIN 50 929 untersucht. Die Auswertung der hydraulischen Bohrlochversuche ist in [U 6] zusammengestellt.

1.4.3 Geotechnische Laborversuche

Zur Bestimmung bodenmechanischer Parameter wurden geotechnische Laborversuche durchgeführt. Der Umfang und die Ergebnisse der Untersuchungen ist [U 6] zu entnehmen.

2. GEPLANTE BAUMASSNAHMEN

Die geplante S-Bahntrasse befindet sich in Hessen, nördlich des Mains zwischen Frankfurt und Hanau. Sie ist unmittelbar nördlich neben der bestehenden Bahnstrecke 3660 Frankfurt - Hanau geplant.

Nach [U 2] und [U 3] ist zwischen km 6,144 und km 6,354 der Strecke 3660 nördlich der Bestandsgleise (Strecke 3660 – Hafenbahn) der Neubau einer S-Bahn Station mit einem gemeinsam für beide Gleisrichtungen der neuen S-Bahn Strecke 3685 zu nutzenden Bahnsteig mit einer Länge von 210 m und einer Breite von ca. 7,5 m geplant. Derzeit verlaufen die Bestandsgleise der bestehenden Fernbahn (3660) im Bereich des geplanten Bahnsteigs. Diese müssen vor Beginn der Herstellung der S-Bahn-Station nach Süden verlegt werden. Um den Bahnbetrieb ab dem Be-



ginn des Rückbaus der Bestandsstrecke fortführen zu können, muss die zukünftige Strecke der Fernbahn (südlich der S-Bahn-Station) im Vorfeld hergestellt werden. Der westliche Zugang zur Station zwischen der geplanten Verlängerung der Ernst-Heinkel Straße (km 6,106 Strecke 3660) und dem Bahnsteig ist zwischen ca. km 6,117 und km 6,144 vorgesehen. Dieser Zugang ist mit einer Zugangstreppe und einem Personenaufzug geplant. Das Zugangsbauwerk dient dem Ausgleich des Niveaus zwischen der EÜ Ernst-Heinkel-Straße und dem Bahnsteig (etwa natürliches Gelände) [U 3]. Die Schienenoberkante liegt im Bereich des Zugangsbauwerks mit +99,67 m NHN auf gleichem Höhenniveau, wie die Bestandsstrecke. Nach [U 3] liegt die Bahnsteigoberkante 0,99 m über der Schienenoberkante, d.h. bei +100,66 m NHN. Ab km 6,144 ist eine ca. 70 m lange Bahnsteigüberdachung geplant. Das Zugangsbauwerk West wird von dem geplanten Geh- und Radweg der EÜ Ernst-Heinkel-Straße (OK +96,27 m NHN) über eine Zugangstreppe bzw. einen Personenaufzug bis auf Höhe Bahnsteig (+100,66 m NHN) führen. Auf Bahnsteigniveau ist eine Überdachung von km 6,144 bis zum Personenaufzug und zwischen Personenaufzug bis zur EÜ geplant. Der Personenaufzug ist mit einer Schachtlichte von 2,15 m x 2,75 m und einer Höhe von 11,17 m sowie die südlich davon liegende Zugangstreppe mit einer Nutzungsbreite von 2,4 m vorgesehen. Insgesamt ist das Zugangsbauwerk mit einer Breite von ca. 5 m und einer Länge von ca. 27 m geplant.

3. GEOTECHNISCHE SITUATION

3.1 Morphologie, Vegetation und aktuelle Nutzung

Die Trasse durchläuft im Bereich der S-Bahn-Station städtischen Siedlungsraum der Stadt Frankfurt, der Abstand zum südöstlich gelegenen Main beträgt etwa 1.100 m, bzw. südwestlich ca. 1.000 m und zum nächstgelegenen Hafenbecken ca. 950 m.

3.2 Baugrundaufbau

Der Unterlage [U 6] ist zu entnehmen, dass das Zugangsbauwerk im Homogenbereich C und der Bereich des Bahnsteigs im Übergangsbereich zwischen den **Homogenbereichen C und D** liegt.



Der Homogenbereich C besteht aus Auelehmen (Schicht I.2b) über meist rolligen, quartären Sanden und Kiesen der Mainterrasse (Schicht I.4). Unter den Sanden und Kiesen der Mainterrasse folgen tertiäre Tone (Schicht II.6 „Rupelton“). Im Homogenbereich D sind die Auelehme weitgehend durch anthropogene Auffüllungen (Schicht I.1) ersetzt.

3.2.1 Geologischer Überblick

Ein ausführlicher geologischer Überblick der im Baugebiet zu erwartenden Schichten ist [U 6] zu entnehmen.

3.2.2 Schichtbeschreibung

Bei der durchgeführten Baugrunderkundung im Nahbereich des geplanten Bauwerks sind im Wesentlichen folgenden Bodenschichten angetroffen worden.

**Auffüllungen (Schicht I.1),
Auelehm (Schicht I.2b),
Mainterrasse (Schicht I.4),
Rupelton (Schicht II.6).**

Auffüllung (Schicht I.1)

Auffüllungen wurden in den Bohrsondierungen bis maximal 1,5 m unter Bohransatzpunkt erbohrt. Hauptbestandteil der Auffüllungen ist Gleisschotter (bis 0,7 m unter Bohransatzpunkt). Darunter bauen sich die Auffüllungen meist aus feinsandigen, schwach tonigen Schluffen mit einer dunkelbraunen bis schwarzen Färbung und steifer Konsistenz auf.

Auelehm (Schicht I.2b)

In der Bohrsondierung BS 08/03 wurde das Material im Wesentlichen als feinsandiger, toniger Schluff mit einer im Wesentlichen steifen Konsistenz erbohrt.



Terrassenablagerungen (Schicht I.4)

Durch ihre Verbreitung bilden die Terrassensande und Kiese die erste gewachsene, weiträumig vorhandene Bodenart im Projektgebiet.

Terrassenablagerungen des Mains wurden im Bauwerksbereich in der Bohrsondierung BS 08/03 bis in eine Tiefe von 5,1 m unter Bohransatzpunkt (+94,38 m NHN) aufgeschlossen. In den Bohrsondierungen BS 08/04, BS 13/58 und BS 13/59 wurde die Liegendgrenze nicht erreicht, d.h. hier sind die Terrassensedimente bis mindestens +95,97 m NHN anstehend. In den im näheren Umfeld abgeteufte Bohrungen BK 08/26 und BK 08/27 bzw. BK 08/28 wurden die Terrassensedimente bis in eine Tiefe zwischen +93,62 m NHN und +93,0 m NHN erbohrt. Sie bestehen im Bauwerksbereich überwiegend aus schwach kiesigen Mittel- bis Grobsanden, seltener mit Tonanteilen. Im Umfeld des Bauwerks wurden in den Terrassensedimenten auch Steine > 60 mm Durchmesser (BK 08/26) und vereinzelt Sandstein (BS 13/58) angetroffen. Die Kiesanteile sind in der Regel gerundet. Die Lagerungsdichte der Terrassensedimente wurde in der Erkundung überwiegend mitteldicht bis sehr dicht angetroffen.

Rupelton (Schicht II.6)

In den Bohrungen wurde der Rupelton als überwiegend hellgrauer bis dunkelgrauer, schwach schluffiger, stark kalkhaltiger Ton bzw. toniger, stark kalkhaltiger Schluff angetroffen. Örtlich wurden geringmächtige braungraue, kalkige Feinsandeinlagerungen erbohrt. Die Konsistenz ist nach der Bodenansprache als überwiegend halbfest zu bewerten. Die Liegendgrenze wurde mit der Erkundungen nicht erreicht.

3.3 Grundwasser

3.3.1 Allgemeines

Die hydrogeologischen Verhältnisse sind im Projektgebiet maßgeblich von dem nahe gelegenen Vorfluter, dem Main geprägt.



Den obersten, für das geplante Bauwerk relevanten Grundwasserleiter bilden in der Regel die gut durchlässigen bis sehr gut durchlässigen Terrassenablagerungen des Mains (Schicht I.4). Nach [U 6] ist im Projektgebiet mit geringen Grundwasserflurabständen (< 5 m) zu rechnen. Die Grundwasserströmung ist im obersten Grundwasserstockwerk in der Regel auf den Vorfluter (Main) hin gerichtet und im Projektgebiet somit in Richtung Süden.

3.3.2 Grundwasserstand und vorläufiger Bemessungswasserstand

Die Auswertung der Grundwasserstände in [U 6] zeigt, dass der Grundwasserspiegel in den gut durchlässigen Sanden und Kiesen der Terrasse (Schicht I.4) angetroffen wurde. Der Grundwasserstand wurde in den Bohrungen zwischen 1,3 m und 3,4 m unter Geländeoberfläche (GOF) und somit zwischen +98,19 m NHN und +96,0 m NHN angetroffen. Mit den Kleinrammbohrungen ist keine zweifelsfreie Festlegung des Grundwasserstandes möglich. Es wird dort angenommen, wo das gewonnene Bodenmaterial als nass angesprochen wurde.

Zur Beurteilung der zu erwartenden Grundwasserstände wurden neben den aktuellen Grundwasserstandsmessungen auch die Grundwasserstandsmessungen aus [U 1] herangezogen.

Der vorläufige Bemessungswasserspiegel für den Endzustand wird nach [U 6] auf dieser Basis zunächst aus dem bislang höchsten nachgewiesenen Grundwasserstand zuzüglich eines Sicherheitsabstands von 1,0 m ermittelt. Der Bemessungswasserstand entspricht etwa einem Wasserstand mit 100-jähriger Eintrittswahrscheinlichkeit. Der bauzeitige Bemessungswasserstand ergibt sich aus derselben Betrachtung allerdings unter Berücksichtigung eines Sicherheitsabstands von 0,5 m.

Die vorläufigen Bemessungswasserstände für das Bauwerk ergeben sich nach [U 6] zu: **+97,3 m NHN für den Bemessungswasserstand im Endzustand** und **+96,8 m NHN für den bauzeitigen Bemessungswasserstand**. Dabei handelt es sich um die maximal zu erwartenden Bemessungswasserstände im Bauwerksbereich von km 6,117 bis km 6,534.



3.3.3 Durchlässigkeiten

Für die Bestimmung der Durchlässigkeit wurden im gesamten Streckenabschnitt insgesamt 5 Kurzpumpversuche und 1 Langzeitpumpversuch sowie 8 Absenk-/Auffüllversuche im Zuge der Grundwasserprobennahme in zu Grundwassermessstellen ausgebauten Bohrlöchern durchgeführt. Zusätzlich werden zur Bewertung der Durchlässigkeiten die geotechnischen Laborversuche (Durchlässigkeitsversuche, Kornverteilungen) herangezogen. Ergänzend werden die Angaben in [U 1] herangezogen.

In der BK 08/26 wurde ein Auffüll/Absenkversuch sowie an der BK 08/28 ein Kurzpumpversuch ausgeführt. Die GW-Messstellen sind in den Sanden und Kiesen der Mainterrasse (Schicht I.4) verfiltert. Die Auswertung des Wiederanstiegs ergaben eine Durchlässigkeit zwischen $k_f = 1,9 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ (BK 08/26) und $k_f = 1,2 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ (BK 08/28).

Die Durchlässigkeiten können als Bandbreiten nach den ausgeführten Pumpversuchen, den Laborversuchen und den Unterlagen [U 1] gemäß Tabelle 3.3.3-1 angesetzt werden.

Schicht Nr.	Schichtbezeichnung	Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s]
I.2	Auesedimente, Hochflutlehm	1×10^{-7} bis 5×10^{-4}
I.4	Sande und Kiese der Mainterrasse	1×10^{-5} bis 1×10^{-2}
II.6	Rupelton	1×10^{-8} bis 1×10^{-6} in Feinsandlagen auch höher

Tabelle 3.3.3-1: Durchlässigkeitsbeiwerte

3.3.4 Grundwasserfließrichtung

Die generelle Grundwasserfließrichtung im Baugebiet ist Richtung Süden zum Main hin gerichtet.

In den Hauptgrundwasserleiter, den Terrassen des Mains, kann von Grundwasserabstandsgeschwindigkeiten von $v_a = 1 \times 10^{-7} \text{ m/s}$ bis $1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ ausgegangen werden.



3.3.5 Ergebnisse der hydrochemischen Grundwasseruntersuchungen

Aufgrund der in [U 6] gemachten Untersuchungen der hydrochemischen Eigenschaften wurde das Grundwasser im relevanten Baugebiet entsprechend den Analyseergebnissen nach DIN 4030 als **nicht Beton angreifend** klassifiziert.

Untersuchungen bezüglich der Stahlaggressivität nach DIN 50 929 ergaben, dass ein **sehr geringer Angriffsgrad** für unlegierte Stähle bezüglich **der Mulden- und Lochkorrosion** an der Wasser-/Luftgrenze vorliegt. Die Gefährdung bezüglich der Flächenkorrosion von unlegierten Stählen ist als sehr gering zu bewerten.

3.4 Geotechnische Besonderheiten

3.4.1 Lagerstätten und (Alt-)Bergbau

Nach [U 6] ist das geplante Bauwerk nicht direkt von (Alt-) Bergbau oder Gewinnungsanlagen der Steine und Erden betroffen. Eine ausführliche Dokumentation o. g. Lagerstätten ist [U 6] zu entnehmen.

3.4.2 Tektonik

[U 6] ist zu entnehmen, dass das Bauwerk nicht direkt von einer Störungszone tangiert wird.

3.4.3 Erdbebengefährdung

Das Mainzer Becken gehört zu den tektonisch aktiven Gebieten in Deutschland. Erdbeben sind durch die Schollenverschiebungen regelmäßig zu beobachten. Es handelt sich allerdings um relativ häufige Beben mit vergleichsweise geringen Stärken.



Nach DIN EN 1998-1/NA liegt das Bauwerk in der Erdbebenzone 0. Es ist daher von einem Intensitätsintervall $6,0 \leq I < 6,5$ auszugehen. Das Projektgebiet ist in die geologische Untergrundklasse S (Gebiete tiefer Beckenstrukturen mit mächtiger Sedimentfüllung) einzugruppieren.

3.4.4 Frosteinwirkungsgebiet

Nach Ril 836.4101A04 liegt das Bauwerk im Frosteinwirkungsgebiet I.

3.4.5 Schutzgebiete

Das geplante Bauwerk liegt nach [U 5] in keiner Wasserschutzzone.

Das Bauwerk liegt nach den Fachdaten des Bundesamts für Naturschutz (LANIS-BUND) in keinem ausgewiesenen Naturschutzgebiet, FFH-Gebiet, Vogelschutzgebiet oder Landschaftsschutzgebiet.

4. BODENKLASSIFIZIERUNG

4.1 Klassifizierung für bautechnische Zwecke

Nach den Erkundungsergebnissen, den Feld- und Laboruntersuchungen sowie den Archivunterlagen lassen sich die im Projektgebiet zu erwartenden Böden wie folgt geotechnisch klassifizieren.

Schicht Nr.	Bodenart	Klassifizierung nach		Frostempfind- lichkeit ¹⁾	Verdicht- barkeit ²⁾
		DIN 18 196	DIN 18 300		
I.1	Auffüllungen	A [SE, SW, SU, GE, GW, GU, UL, UM]	3 - 5, tlw. 6 - 7	F 1 - F 3	V 1 - V 3 tlw. nicht verdichtbar



Schicht Nr.	Bodenart	Klassifizierung nach		Frostempfind- lichkeit ¹⁾	Verdicht- barkeit ²⁾
		DIN 18 196	DIN 18 300		
I.2b	Aue-/Hochflutlehm	UL, UM, UA, SU*, HZ, OU	3 - 4 (2) ³⁾	F 3	V 3
I.4	Terrassen des Mains	SE, SW, SI, SU, GE, GW, GI, GU	3 - 5	F 1 - F 2	V 1
II.6	Rupelton	TA, TM, UM, SU	4 - 7 (2) ³⁾	F 2 - F 3	V 3 - nicht ver- dichtbar

1) Nach ZTV E-StB 09, Tab. 1 (F1 nicht frostempfindlich, F3 sehr frostempfindlich).

2) V1 = verdichtbar, V2 = mäßig verdichtbar, V3 = schwer verdichtbar.

3) Der angegebene Boden kann bei Wassersättigung infolge Störung der Lagerung in Bodenklasse 2 nach DIN 18 300 übergehen.

Tabelle 4.1-1: Bodenklassifizierung

4.2 Bodenkennwerte

Auf der Basis der ausgeführten Laborversuche, von Archivunterlagen und von umfangreichen Erfahrungen mit den im Projektgebiet anstehenden Böden lassen sich die in Tabelle 4.2-1 zusammengestellten charakteristischen Bodenkennwerte angeben. Lokale Abweichungen sind möglich. Bei den angegebenen Kennwerten handelt es sich um charakteristische Werte nach dem Teilsicherheitskonzept gemäß Eurocode 7.



Schicht Nr.	Bezeichnung	Wichte feuchter Boden γ_k [kN/m ³]	Wichte unter Auftrieb γ_k' [kN/m ³]	Rei- bungs- winkel φ_k' [°]	Kohä- sion c_k' [kN/m ²]	Undrai- nierte Kohäsion $c_{u,k}$ [kN/m ²]	Steife- modul $E_{s,k}$ ¹⁾ [MN/m ²]
I.1	Auffüllungen	18 - 20	8 - 10	25 - 30	0	0	-
I.2b	Aue-/ Hochflut- lehm	19 - 20	10 - 11	20 - 30	10 - 20	75 - 100	5 - 10
I.4	Terrassen des Mains	18 - 20	9 - 10	30 - 32,5	0	0	40 - 80
II.6	Rupelton	20	10	20	20	150	10

1) Ermittlung des Steifemoduls $E_{s,k}$ für den Laststeigerungsbereich 0 bis 300 kN/m²

Tabelle 4.2-1: Charakteristische Bodenkennwerte

4.3 Felsmechanische Kennwerte

Im Baufeld des Bauwerks wurde in gründungsrelevanter Tiefe kein Fels erkundet.

5. FOLGERUNGEN

5.1 Gründung

Das Zugangsbauwerk sowie der Bahnsteig der S-Bahn-Station Frankfurt/Main - Fechenheim soll nach [U 3] als Flachgründung ausgeführt werden. Die Gründungstiefe des Zugangsbauwerks soll bei ca. +95,9 m NHN und die des Bahnsteigs bei ca. +99,3 m NHN liegen. Genaue Angaben zur den Gründungstiefen sind [U 3] nicht zu entnehmen.



Der Personenaufzug wird ca. 1,7 m tiefer als das Zugangsbauwerk (inkl. Sauberkeitsschicht), d.h. in ca. +94,2 m NHN gegründet. Die Gründungssohle des Zugangsbauwerks mit dessen Zugangstreppe und Personenaufzug liegt somit in den gut tragfähigen Sanden und Kiesen der Mainterrasse (Schicht I.4). Wenn in der Gründungssohle bereits der darunter anstehende Rupelton angetroffen wird ein Bodenaustausch bis mindestens 0,3 m unter Bodenplatte durch ein gut verdichtungsfähiges, rolliges Material (z.B. HKS 0/45) erforderlich.

Die Gründungssohle des Bahnsteigs liegt mit +99,3 m NHN in den Auffüllungen (Schicht I.1), die einen heterogenen Baugrund mit einer z. T. geringen Tragfähigkeit darstellen. In der BS 08/03 wurde ab einer Tiefe von +98,88 m NHN Auelehm (Schicht I.2b) angetroffen. Diese Schichten weisen ebenfalls eine geringe Tragfähigkeit auf. Aufgrund dessen muss die Schicht I.1 bzw. Schicht I.2b im Bereich der Gründung bis 1,0 m unter Gründungssohle ausgekoffert und durch ein verdichtungsfähiges Material (z.B. HKS 0/45) ausgetauscht werden. Anstatt eines Bodenaustausches kann die Gründung auch direkt in den gut tragfähigen Sanden und Kiesen der Schicht I.4, d.h. eine tiefere Gründungssohle (bei Mindesttiefe +97,43 m NHN) abgesetzt werden.

Die Bauwerke können somit unter Berücksichtigung der o.a. Empfehlungen voraussichtlich (Lasten liegen derzeit noch nicht vor) flach gegründet werden.

Die Gründungssohlen des Zugangsbauwerks liegen bis zu 3,1 m unter dem Bemessungswasserspiegel Endzustand und bis ca. 2,6 m unter dem bauzeitigen Bemessungswasserspiegel.

Die anzunehmende Gründungssohle bzw. UK Bodenaustausch des Bahnsteigs liegt bei ca. +98,3 m NHN und somit ca. 1,0 m über dem Bemessungswasserspiegel Endzustand und 1,5 m über dem bauzeitigen Bemessungswasserspiegel.

Der Bahnsteig sowie das Zugangsbauwerk samt Fahrstuhl der S-Bahn-Station können grundsätzlich entweder über Streifenfundamente oder über eine lastverteilende Bodenplatte auf einen entsprechenden Bodenaustausch der Auffüllungen (Schicht I.1), Auelehme (Schicht I.2b) bzw. in den Kiesen und Sanden der Mainterrasse (Schicht I.4) gegründet werden. Für Streifenfundamente kann in Abhängigkeit von der Breite der Fundamente und der Einbindetiefe ein Bemessungswert des Sohlwiderstands gemäß Tabelle 5.1-1 angesetzt werden. Die Setzungen wurden dabei auf ein Maximalmaß von 2 cm begrenzt. Die angegebenen Bemessungswerte des Sohlwiderstands be-



rücksichtigen die Lage der Gründung oberhalb des Grundwasserspiegels sowie einen Bodenaustausch von 1,0 m bzw. bis in die Sande und Kiese der Mainterrasse.

kleinste Einbindetiefe [m]	Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands [kN/m ²] für b bzw. b'					
	0,5 m	1,0 m	1,5 m	2,0 m	2,5 m	3,0 m
0,5	280	420	460	390	350	310
1,0	380	520	500	430	380	340
1,5	480	620	550	480	410	360
2,0	560	700	590	500	430	390

ACHTUNG - Die angegebenen Werte sind Bemessungswerte des Sohlwiderstands, keine aufnehmbaren Sohldrücke nach DIN 1054:2005-01 und keine zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054:1976-11

Tabelle 5.1-1: Bemessungswerte des Sohlwiderstands für Streifenfundamente im Bodenaustausch bzw. in Schicht I.4 oberhalb des Grundwasserspiegels.

In Teilbereichen erfolgt die Gründung des Zugangsbauwerks unterhalb des Grundwasserspiegels. Der dafür angegebene Bemessungswert des Sohlwiderstands berücksichtigt die Lage der Gründung in den Sanden und Kiesen der Mainterrasse (Schicht I.4) sowie ein Maximalmaß für Setzungen von 2 cm.

kleinste Einbindetiefe [m]	Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands [kN/m ²] für b bzw. b'					
	0,5 m	1,0 m	1,5 m	2,0 m	2,5 m	3,0 m
0,5	168	252	336	390	350	310
1,0	228	312	396	430	380	340
1,5	288	372	456	480	410	360
2,0	336	420	504	500	430	390

ACHTUNG - Die angegebenen Werte sind Bemessungswerte des Sohlwiderstands, keine aufnehmbaren Sohldrücke nach DIN 1054:2005-01 und keine zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054:1976-11

Tabelle 5.1-2: Bemessungswerte des Sohlwiderstands für Streifenfundamente in Schicht I.4 unterhalb des Grundwasserspiegels.



Für die Stützen der Bahnsteigüberdachung sind nach [U 3] Einzelfundamente vorgesehen. Für quadratische Einzelfundamente auf einem 1,0 m starken Schotterpolster kann in Abhängigkeit von der Breite der Fundamente und der Einbindetiefe ein Bemessungswert des Sohlwiderstands gemäß Tabelle 5.1-3 angesetzt werden. Die Einbindetiefe der Fundamente ist als Differenzbetrag ab OK Schotter der Gleisanlage bis UK Fundament zu bestimmen. Die angegebenen Bemessungswerte des Sohlwiderstands berücksichtigen die Lage der Gründung oberhalb des Grundwasserspiegels sowie einen Bodenaustausch von 1,0 m.

kleinste Einbindetiefe [m]	Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands [kN/m ²] für b bzw. b'						
	0,5 m	0,75 m	1,0 m	1,25 m	1,5 m	1,75 m	2,0 m
0,8	250	195	205	215	225	235	240
1,0	305	390	475	530	575	610	640
1,5	445	555	660	720	770	810	845

ACHTUNG - Die angegebenen Werte sind Bemessungswerte des Sohlwiderstands, keine aufnehmbaren Sohldrücke nach DIN 1054:2005-01 und keine zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054:1976-11

Tabelle 5.1-3: Bemessungswerte des Sohlwiderstands für quadratische Einzelfundamente auf 1,0 m Bodenaustausch.

Die Bemessungswerte des Sohlwiderstands gelten bei lotrechten und mittigen Belastungen für die ständige Bemessungssituation BS-P gemäß Eurocode 7. Bei Auftreten von Horizontallasten sind die angegebenen Werte nach Eurocode 7 abzumindern bzw. sind gesonderte Untersuchungen zum Grundbruch zu führen.

Für ein Fundamentplatte zur Gründung der Bodenplatte kann in den Terrassensanden und -kiesen (Schicht I.4) bzw. auf einen entsprechenden Bodenaustausch ($d = 1,0$ m) der Auffüllungen (Schicht I.1) bzw. der Schicht I.2b ein Bettungsmodul von $k_{s,k} = 20,0$ MN/m³ angesetzt werden. Der Bettungsmodul ist keine Bodenkenngroße sondern ist insbesondere von den Bauwerksabmessungen und der Laststellung abhängig. Insofern handelt es sich bei o. g. Bettungsmodul um einen aus den erwarteten, gleichmäßig verteilten Lasten abgeleiteten Wert, der im Zuge der Planung zu überprüfen ist.



Wenn Fundamentkörper auf Pfähle gegründet werden sollten, kann für eine Pfahlgründung über Bohrpfähle in den Sanden und Kiesen der Terrasse (Schicht I.4) bzw. im Rupelton (Schicht II.6) von den charakteristischen Kennwerten gemäß Tabelle 5.1-2 für die Vorbemessung nach Eurocode 7 und EA Pfähle ausgegangen werden. Wenn keine Probelastungen ausgeführt werden, können die Werte auch für die Bemessung verwendet werden. In den Auffüllungen (Schicht I.1) darf keine Mantelreibung angesetzt werden.

Schicht	Bezogene Pfahlkopfs- setzung s/D_s [-]	Pfahlspitzenwiderstand $q_{b,k}$ [MN/m ²]	Pfahlmantelreibung $q_{s,k}$ [MN/m ²]
I.2b	-	-	0,005
I.4	-	-	0,105
II.6	0,02	1,075	0,075
	0,03	1,325	
	0,1 = s_g	1,350	

Tabelle 5.1-2: charakteristische Pfahlkennwerte für einen Bohrpfahl für Schicht I.2b, I.4 und II.6

Unterhalb des Grundwasserspiegels sind die Pfähle mit Wasserauflast zu bohren, um einen unkontrollierten Bodeneintrag über die Pfahlsohle zu vermeiden. Die Regelungen der Eurocode 7, DIN EN 1536, DIN SPEC 18 140 sowie der EA-Pfähle sind zu beachten.

5.2 Baugruben

Für die Gründung des Bahnsteigs ist ein ca. 1,0 m starker Bodenaustausch der Auffüllungen bzw. der Auelehme (Schichten I.2b) durch ein gut verdichtungsfähiges Material (z.B. HKS 0/45) mit einer Sieblinie entsprechend Kies- / Schottertragschichten 0/45 gemäß ZTV SoB-StB 04 notwendig. Zur Herstellung der Baugrube ist keine bauzeitliche Grundwasserabsenkung notwendig. Da die Baugrubensohle bzw. UK Bodenaustausch ca. 1,5 m über dem bauzeitigen Bemessungswasser liegt, ist für diesen Baugrubenabschnitt keine geschlossene Wasserhaltung oder wasserdruckhaltende Baugrubenumschließung notwendig. Im Fall der Tieferlegung der Gründung bis in die gut tragfähigen Kiese und Sande des Mains (Schicht I.4), liegt die Baugrubensohle ca. 0,7 m über dem



bauzeitigen Bemessungswasserstand, d. h. in beiden Fällen wird keine bauzeitliche Wasserhaltung oder ein wasserdruckhaltender Verbau zur Herstellung der Baugrube notwendig.

Die Baugrube für die Herstellung des Zugangsbauwerks mit dem Personenaufzug liegt deutlich, d.h. mindestens 2,6 m unter dem bauzeitigen Bemessungswasserstand. Diese Baugrube kann nur entweder im Zuge einer Grundwasserabsenkung oder als wasserdruckhaltende Baugrubenumschließung hergestellt werden.

5.2.1 Geböschte Baugrube

Geböschte Baugruben oberhalb des Grundwassers sind im anstehenden rolligen Baugrund mit einer Neigung von höchstens 45° herzustellen. Zur Vermeidung von Erosion und Austrocknung sind die Baugrubenböschungen mit Baufolie abzudecken. Die Maßgaben in DIN 4124 sind zu beachten.

Die Baugrube zur Herstellung des Zugangsbauwerks kann nur verbaut hergestellt werden.

5.2.2 Verbaute Baugrube

Die empfohlene Aushubsohle für das Zugangsbauwerk liegt mit +94,22 m NHN ca. 2,6 m unter dem bauzeitigen Bemessungswasserspiegel. Aufgrund der erforderlichen (bauzeitigen) Absenktiefe um ca. 3,0 m unter bauzeitigen Bemessungswasserstand inklusive eines Sicherheitszuschlags von 0,5 m unter der Gründungssohle, ist eine Grundwasserabsenkung für das Bauwerk notwendig.

Alternativ kann ein wasserdruckhaltender Verbau der Baugrube ausgeführt werden. Im Westen des Zugangsbauwerks soll die neu zu errichtende EÜ Ernst-Heinkel-Straße und im Osten an den neu zu errichtenden Bahnsteig anschließen. Da für eine Unterwasserbetonsohle nicht tiefer als die Gründungssohlen der benachbarten, ggf. im Vorfeld neu errichteten Bauwerke ausgeschachtet werden müsste, ist keine Unterfangung dieser Bauwerke notwendig. Ein wasserdruckhaltender Verbau der Baugrube kann somit mit einer Sohlabdichtung unterhalb des bauzeitigen Bemessungswasserspiegels mit einer (ggf. rückverankerten) UW-Betonsohle oder mit einer Einbindung in



den etwa 0,2 m unter Aushubsohle anstehenden vergleichsweise geringdurchlässigen Rupelton erstellt werden. Es ist zu prüfen, wie ein Anschluss des wasserdruckhaltenden Verbaus an den Verbau für die neu zu errichtende EÜ Ernst-Heinkel-Straße ausgeführt werden kann.

Sofern eine **UW-Betonsohle** nicht genügend Auflast aus Eigengewicht aktivieren kann, muss eine Rückverankerung (z. B. Verpresspfähle) vorgesehen werden. Für auf Zug belastete Verpresspfähle zur Rückverankerung einer Unterwasserbetonsohle kann nach Eurocode 7 und EA Pfähle ein charakteristischer Wert der Mantelreibung Sanden und Kiesen der Mainterrasse (Schicht I.4) von $q_{s1,k} = 175 \text{ kN/m}^2$ bzw. im Rupelton (Schicht II.6) von $q_{s1,k} = 150 \text{ kN/m}^2$ angesetzt werden

Eine **tief liegende Injektionssohle** wird in den unter den Sanden und Kiesen anstehendem Rupelton (Schicht II.6) zum liegen kommen. Im Rupelton ist eine klassische Injektionssohle voraussichtlich nicht ausführbar. Eine HDI-Sohle ist im Ton jedoch technisch möglich.

Für den vertikalen Verbau der Baugrube kommen als Verbauwände grundsätzlich Bohrträgerwände, Spundwände und überschnittene Bohrpfehlwände zur Anwendung. In einem Vergleich der gebräuchlichen Ausführungen der einzelnen Verbauarten hinsichtlich ihrer Verformungen senkrecht zur Wandachse nehmen die Verformungen in folgender Reihenfolge ab: Bohrträgerwand, Spundwand, Bohrpfehlwand. Um die Standsicherheit hoher Verbauwände oder einen verformungsarmen Zustand zu gewährleisten, sind allgemein Aussteifungen bzw. Rückverankerungen vorzusehen.

Bohrträgerwände bestehen aus i. d. R. in Bohrlöcher eingestellte Stahlprofile zwischen die im Zuge des Aushubs sukzessive eine Ausfachung aus Holz, Stahl oder Spritzbeton eingebaut wird. Bohrträgerwände können oberhalb des Grundwasserspiegels vergleichsweise kostengünstig hergestellt werden, sie können aber nicht wasserdicht ausgeführt werden.

Grundsätzlich ist eine **Spundwand** als wasserdichter Baugrubenverbau ausführbar. Aufgrund des hohen Rammwiderstandes der anstehenden Terrassensedimente sind ggf. Rammhilfen (Niederdruckspülung, Hochdruckspülung, Entspannungsbohrungen vor Rammbeginn) erforderlich. Auch im überkonsolidierten Rupelton ist mit schwerster Rammbarkeit zu rechnen.



Bei **Bohrpfahlwänden**, die Wasserdruck aufnehmen sollen, werden überschnittene Bohrpfähle ausgeführt. Sie werden mit Pfahldurchmessern von 0,3 m bis 1,5 m ausgeführt. Die maximale Tiefe liegt aufgrund der Wirtschaftlichkeit und der Genauigkeitsanforderungen im Allgemeinen bei etwa 25,0 m. Eine überschnittene Bohrpfahlwand ist für den Verbau der untersuchten Baugrube geeignet. Ein Rückbau einer Bohrpfahlwand ist technisch kaum ausführbar.

Der Verbau muss voraussichtlich rückverankert oder ausgesteift werden. Für eine **Rückverankerung** der Verbauwand können Verpressanker verwendet werden. Die Verpressstrecken sollen in den Sanden und Kiesen (Schicht I.4) liegen. In den z. T. feinsandigen Böden der Schicht I.4 ergibt sich bei mitteldichter Lagerung und einer Krafteintragungslänge von 6 m ein charakteristischer Widerstand von etwa 430 kN/Anker. Falls die Ankerstrecken im Rupelton liegen sollten, kann ein charakteristischer Wert der Mantelreibung in dem bindigen Rupelton (Schicht II.6) von $q_{s,k} = 150 \text{ kN/m}^2$ (ohne Nachverpressen) bzw. $q_{s,k} = 200 \text{ kN/m}^2$ (mit doppeltem Nachverpressen) angesetzt werden. Eine Lage des Verpresskörpers in den Auelehmen ist nicht zu empfehlen.

Die bodenmechanischen Rechenwerte für die Standsicherheitsberechnungen können Tabelle 4.2-1 entnommen werden. Für die Bemessung der Verbauwand darf der Wandreibungswinkel für Bohrträgerwände, Spundwände und Bohrpfahlwände höchstens mit $|\delta_{a/p}| = 2/3 \varphi_k'$ angesetzt werden.

Die Verbauwand ist neben den Bestandsgleisen als verformungsarme Verbauwand herzustellen. Verbauwände sind bei im Boden befindlichen Versorgungsleitungen und/oder bei der Sicherung der bestehenden Eisenbahnstrecken und von Verkehrswegen auf erhöhten aktiven Erddruck ($0,5 \times e_{a,h} + 0,5 \times e_{0,h}$) zu bemessen. Ansonsten können die Verbauwände auf aktiven Erddruck bemessen werden.

5.3 Grundwasser

Die Grundwasserhöchststände sind für das Bauwerk nach [U 6] mit +97,3 m NHN für den Endzustand, bzw. +96,8 m NHN für den Bauzustand angegeben. Ein Teil der Bauwerke bzw. ein Teil der Gründungen liegt bei +94,2 m NHN und damit so tief im Grundwasser, dass gemäß Wasserrechtsantrag eine Wasserhaltung nach nicht möglich ist.



Die Baugrube ist daher wasserdruckhaltend herzustellen. Es ist eine offene Restwasserhaltung in der Baugrube zu betreiben. Die Verbauwände sind auf einen entsprechenden Wasserdruck zu bemessen.

Die Entsorgung von Lenzwasser sowie die Ableitung von Grundwasser, Niederschlags- und Restwasser ist grundsätzlich genehmigungspflichtig.

6. EMPFEHLUNGEN

6.1 Gründung

Es wird empfohlen, den Bahnsteig flach in den Auffüllungen (Schicht I.1) bzw. Auelehmen (Schicht I.2b) auf einen ca. 1,0 m starken Bodenaustausch zu gründen. Zur Gründung des Zugangsbauwerks ist ein Bodenaustausch von mindestens 0,3 m unter Gründungssohle mit gut verdichtungsfähigem, rolligem Material (z.B. HKS 0/45) mit einer Sieblinie entsprechend Kies- / Schottertragschichten 0/45 gemäß ZTV SoB-StB 04 erforderlich.

Die Gründung des Zugangsbauwerks, der Fahrstuhlunterfahrt sowie der zugehörigen Trogbauwerke kann flach in den Sanden und Kiesen der Terrasse (Schicht I.4) erfolgen. Im Bereich der aufsteigenden Trog- und Treppenanlagen sind die anstehenden bindigen Bodenschichten (Schicht I.2b) sowie die Auffüllungen durch einen Bodenaustausch mit gut verdichtungsfähigem, rolligem Material (z.B. HKS 0/45) mit einer Sieblinie entsprechend Kies- / Schottertragschichten 0/45 gemäß ZTV SoB-StB 04 (z. B. HKS 0/45 mm) oder mit Magerbeton in einer Stärke von 0,5 m zu ersetzen.

6.2 Baugruben

Aufgrund der weitreichenden Einbindung des Bauwerks in das Grundwasser, sowie der beschränkten Platzverhältnisse wird empfohlen, die Baugrube im Bereich des Zugangsbauwerks mit einer wasserdruckhaltende Spundwand herzustellen. Aufgrund des zu erwarteten Rammwiderstandes der anstehenden Schichten sind für eine Spundwand ggf. Rammhilfen (Niederdruckspülung, Hochdruckspülung, Entspannungsbohrungen vor Rammbeginn) erforderlich. Zur Vermeidung



einer Umströmung der Spundwand sind mindestens die letzten 50 cm ohne Rammhilfe in den Rupelton zu rammen.

Die wasserdruckhaltende Spundwand muss in den vergleichsweise undurchlässigen Rupelton einbinden. Die Einbindetiefe ist sowohl unter statischen Gesichtspunkten als auch hinsichtlich hydraulischer Gesichtspunkte (Nachweis der Sicherheit gegen hydraulischen Grundbruch) festzulegen.

Sofern bautechnisch oder aus statischen Gesichtspunkten eine Rückverankerung notwendig ist, wird die Anordnung der Verpressstrecken der Anker in den Sanden und Kiesen (Schicht I.4) empfohlen. Eine Lage der Verpressstrecke im Übergangsbereich der Sande und Kiese (Schicht I.4) zum Rupelton (Schicht II.6) ist nicht zulässig.

Beim Aushub ist darauf zu achten, dass die überwiegend leicht plastischen, bindigen Böden (Schicht I.2b) bei Wassersättigung und gleichzeitiger Lagerungsstörung (z. B. durch Befahren) von Bodenklasse 4 in Bodenklasse 2 nach DIN 18 300 übergehen können und dann nicht mehr einbaufähig sind bzw. auf einer Bodenverwertungs- / Bodenbeseitigungsanlage nicht oder nur zu höheren Gebühren angenommen werden. Außerdem ist in den Auffüllungen mit Schutttresten o. ä. zu rechnen.

Bei der Dimensionierung der Verbauwände sind die Fundamente der benachbarten Bauwerke (EÜ Ernst-Heinkel-Straße, Bahnsteig) zu berücksichtigen. Die Verbauwände sind verformungsarm auszubilden.

Die Baugrube für den Bahnsteig und die Bahnsteigüberdachung kann im Zusammenhang mit der Baugrube für den Bodenaustausch des Streckenbauwerks geböscht ausgeführt werden.

6.3 Wasserhaltung und Abdichtung

Die Gründung sowie die aufgehende Konstruktion des Zugangsbauwerks ist auf den Lastfall „von außen drückendes Wasser“ zu bemessen. Wasserdruckhaltende Abdichtungen sollen auf der



Wasserangriffsseite auf das Bauwerk aufgebracht werden. Sie müssen das Bauwerk umschließen oder einen in sich geschlossenen Trog bilden. Sie müssen gemäß DIN 18 195-6 mindestens 0,3 m über den Bemessungswasserstand Endzustand geführt werden.

Wenn die Baugrube für das Zugangsbauwerk mit wasserdichten Verbauwänden und einem horizontalen Dichtelement errichtet wird, ist bis auf das Lenzen der Baugrube und das Vorhalten einer offenen Wasserhaltung für Sicker-, Tag- und Restwasser keine weitere Wasserhaltung notwendig. Falls die Baugrube mit wasserdichten Verbauwänden bis in den Rupelton errichtet wird, ist bis auf das Lenzen der Baugrube und das Vorhalten einer offenen Wasserhaltung für Sicker-, Tag- und Restwasser keine weitere Wasserhaltung notwendig. Das Aushubplanum ist mit Gefälle zu den Pumpensümpfen hin auszuführen und sofort nach freilegen mit Schotter abzudecken.

Der Bahnsteig ist aufgrund des Bemessungswasserspiegels für den Endzustand unter der Bauwerkssohle auf den Lastfall „Bodenfeuchte“ zu bemessen.

Im vorläufigen Endzustand wirkt kein hydrostatischer Wasserdruck auf den Bahnsteig. Da die Baugrubensohle ca. 1,5 m über dem bauzeitigen Bemessungswasserstand liegt, ist bauzeitig eine offene Wasserhaltung für Sicker-, Tag- und Schichtwasser ausreichend.

Das Zugangsbauwerk ist mit den tatsächlichen geometrischen Abmessungen und Lasten durch den Planer gegen Auftrieb zu bemessen.

6.4 Wiederverwendbarkeit der Aushubböden

Die beim Aushub anfallenden anthropogenen Auffüllungen müssen voraussichtlich geordnet entsorgt werden. Die natürlich anstehenden Sande und Kiese der Mainterrasse (Schicht I.4) sowie die aus dem gleichen Material anstehenden umgelagerten Sande und Kiese in den Auffüllungen können aus geotechnischer Sicht zum Wiedereinbau bzw. zum Verfüllen der Baugrube verwendet werden. An anderer Stelle der Gesamtbaumaßnahme können Sie auch zum Schütten von Dämmen verwendet werden. Die Sande und Kiese der Mainterrasse (Schicht I.4) sind gut verdichtungsfähig und sind daher zum Wiedereinbau geeignet.



Die bindigen Böden (Auelehm, Schicht I.2b) sind schlecht verdichtungsfähig. Es wird empfohlen, diese nur zum Wiedereinbau zu verwenden, sofern Setzungen / Sackungen hingenommen werden können (z. B. im Bereich von Grünanlagen). In den Arbeitsräumen sowie unter Wegen, Zufahrten und sonstigen befestigten Flächen ist gut verdichtungsfähiger Austauschboden lagenweise einzubauen und auf mind. 98 % D_{Pr} zu verdichten. Die erreichte Verdichtung ist zu prüfen.

Auf Grundlage der umwelttechnischen Untersuchungsergebnisse wurde der PFA 1 – Frankfurt in umwelttechnische Homogenbereiche eingeteilt (nicht identisch mit geotechnischen Homogenbereichen nach [U 6] und [U 7]). Der geplante Bahnhof Fechenheim (km 6,117 - 6,354) liegt demnach bis km 6,222 im umwelttechnischen Homogenbereich H 01-03, in der Folge im geotechnischen Homogenbereich H 01-01. Aus den entnommenen Einzelproben in Entnahmetiefen bis 1,1 m Tiefe wurden die Mischproben MP 07 (BK 08/26) und MP 08 (BK 08/27, BK 08/28) erstellt. Die Untersuchungsergebnisse wurden nach LAGA Boden und Merkblatt „Entsorgung von Bauabfällen“ bewertet. Aufgrund eines Arsengehaltes von 0,026 mg/l erfolgt die Einteilung der untersuchten Böden in der Mischprobe MP 07 in die Einbauklasse Z1.2. Aufgrund eines Kupfergehaltes von 41 mg/kg, eines KW-Gehaltes von 160 mg/kg und eines PAK-Gehaltes von 2,56 mg/kg wird die Mischprobe MP 08 der Einbauklasse Z1.1 zugeordnet.

6.5 Sonstige Empfehlungen

Eine Auswirkung der Baumaßnahme auf vorhandene Bebauung/Verkehrswege kann nicht ausgeschlossen werden. Um ggf. vor Baubeginn bereits vorhandene Schäden von ggf. auftretenden Neuschäden abgrenzen zu können, ist eine Beweissicherung erforderlich.

Die nächsten Gebäude liegen etwa 10 m von der geplanten Baumaßnahme entfernt. Auswirkungen auf die Gebäude können nicht ausgeschlossen werden. Es ist daher eine Beweissicherung aller Bauwerke in einem Umkreis von 50 m erforderlich. Falls eine Grundwasserabsenkung durchgeführt werden sollte, sind alle Bauwerke im Absenkungstrichter beweiszusichern.

Die ggf. die neue EÜ Ernst-Heinkel Straße und die neue Strecke 3685 sowie die Bestandsgleise sind während der Errichtung der S-Bahn-Station zu überwachen. Es werden regelmäßige geodätische Messungen zur Lagestabilität empfohlen. Die Genauigkeit der Lagemessungen muss mindestens +/- 1 mm betragen. Insbesondere während der Errichtung der Verbauwand (Spundarbei-



DR. SPANG

Projekt: 28.2288

Seite 28

19.02.2014

ten) sowie dem Aushub ist eine kontinuierliche Überwachung und gutachterliche Begleitung erforderlich.

Aufgrund des in den Aquifer reichenden Bauwerks im Bereich des Zugangsbauwerks ist eine Beeinflussung der Strömungsverhältnisse des Grundwassers möglich. Eine hydrogeologische Beweissicherung ist aufgrund des Eingriffs in das Grundwasser erforderlich.

Die Aushubsohle darf die benachbarten Gründungselemente nicht ohne Sicherung unterschneiden (Unterfangung, entsprechend bemessener Verbau). Auf DIN 4123 wird verwiesen.

Es wird empfohlen, im Vorfeld der Bauausführung eine umwelttechnische Eingruppierung für die Entsorgung bzw. Verwertung von anfallenden Aushubmassen zu erstellen.

Die Gründungssohle ist nach Normenhandbuch EC 7-1, Abs. 4.3.1(1)P durch uns abzunehmen. Bei Abweichungen der angetroffenen Bodenverhältnisse von den in diesem Bericht beschriebenen sind wir umgehend zu benachrichtigen.

Zur Beantwortung weiterer Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

i. V.

Dr.-Ing. G. Festag
(Projektleiter)

i. A.

M. Keller, M.Sc.
(Projektingenieur)

Verteiler:

- DB ProjektBau GmbH, Frankfurt, 2 x
- Dr. Spang GmbH, Witten, 1 x