

Baugrunduntersuchung
Gründungsberatung
Bodenmechanik • Erdstatik
Altbergbauberatung
Altlastenuntersuchungen
Hydrogeologische Untersuchungen

GRUNDBAUINSTITUT BIEDEBACH

Hellerstraße 21
44229 Dortmund

Telefon: 0231 880872 - 0
Telefax: 0231 880872-29
E-Mail: info@gbdo.de
Internet: www.gbdo.de

GRUNDBAUINSTITUT BIEDEBACH · Hellerstraße 21 · 44229 Dortmund

DB InfraGO AG
Königsstraße 57
47051 Duisburg

22. Juli 2026
CB/Me/Yi
Bearb.-Nr. 2754

Erneuerung der Eisenbahnüberführung (EÜ) Herbertsheider Weg in Marl, DB-Strecke 2200, km 15,672

**- Baugrunduntersuchung, geotechnische Beratung,
Installation von Grundwassermessstellen und Wasser-
messpegeln, Messung von Grundwasserständen,
chemische Bodenuntersuchungen, Beurteilung der Bö-
den hinsichtlich ihrer Beton- und Stahlaggressivität -**

3. Bericht

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

1. VORBEMERKUNGEN.....	5
1.1 Allgemeines, Aufgabenstellung	5
1.2 Verwendete Unterlagen	6
1.3 Lage des Untersuchungsbereichs	6
2. BAUGRUND.....	7
2.1 Allgemeine Hinweise zu den örtlichen Baugrundverhältnissen	7
2.2 Gefährdungspotentiale	8
2.2.1 Erdbeben	8
2.2.2 Bergbau	8
2.2.3 Kampfmittel	9
2.3 Felduntersuchungen	9
2.4 Schichtenfolge	10
2.5 Bodenmechanische Laborversuche	12
2.6 Bodenmechanische Eigenschaften und Kennwerte	13
2.6.1 Auffüllungen	14
2.6.2 Sande	14
2.6.3 Verwitterter Mergelstein/gewachsener Schluff .	15
2.6.4 Mergelstein	16
3. GRUNDWASSER.....	16
3.1 Feststellungen bei den Sondierarbeiten	16
3.2 Grundwasserstände	17
3.3 Angaben zu Bemessungsgrundwasserständen	17
4. GRÜNDUNG.....	18
4.1 Allgemeines	18

4.2	Gründung der Hilfsbrücke	18
4.3	Flachgründung der dauerhaften EÜ	20
5.	RÜCKVERANKERUNG.....	22
5.1	Allgemeines	22
5.2	Grenzmantelreibung für die Vordimensionierung von Verpressankern im verwitterten Mergelstein	23
5.3	Übertragung der Angaben auf das aktuelle Sicherheitskonzept: Abminderung der Werte nach Ostermayer	24
6.	HINWEISE FÜR DIE PLANUNG UND BAUAUSFÜHRUNG.....	26
6.1	Allgemeines	26
6.2	Wasserhaltung, Sicherungsmaßnahmen zur Trockenhaltung der Baugruben	26
6.3	Herstellung der Baugrubensohlen	28
6.4	Baugrubenverbaue	28
6.5	Bohrpfähle	29
6.6	Rammarbeiten	29
6.7	Bodenersatzmaterial/Hinterfüllmaterial	30
6.8	Qualitätssicherung	31
7.	HOMOGENBEREICHE.....	31
7.1	Allgemeine Hinweise	31
7.2	Bauleistungen, Gewerke	32
7.3	Einteilung in Homogenbereiche	33
7.3.1	DIN 18 300: Erdarbeiten/DIN 18 303: Verbauarbeiten	33
7.3.2	DIN 18 301: Bohrarbeiten	34
7.3.3	DIN 18 304: Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten .	34

8. CHEMISCHE ANALYSEN.....	35
8.1 Allgemeines, Probenahme, Untersuchungsumfang	35
8.2 Untersuchungsergebnisse	36
8.2.1 Bodenuntersuchungen nach EBV, Stand 07/2021 ..	36
8.2.2 Bodenanalysen hinsichtlich Betonaggressivität	38
8.2.3 Bodenanalysen hinsichtlich Stahlaggressivität	39
9. SCHUSSBEMERKUNG.....	41
10. ANLAGENVERZEICHNIS	42

1. VORBEMERKUNGEN

1.1 Allgemeines, Aufgabenstellung

Die DB InfraGO AG, Duisburg, plant, die zweigleisige Eisenbahnüberführung (EÜ) „Herbertsheider Weg“ in Marl bei ca. km 15,672 der DB-Strecke 2200 zu erneuern. Die EÜ weist eine lichte Weite von ca. 4 m und 16,5 m Länge auf. Das GRUNDBAUINSTITUT BIEDEBACH (GB) wurde bereits im Jahr 2021 beauftragt, für diese Baumaßnahme eine Baugrunduntersuchung, Gründungsberatung und chemische Analysen durchzuführen. Allerdings wurde kurz nach Beginn der Sondierarbeiten das Projekt bahnintern pausiert. Die Ergebnisse der bis dahin ausgeführten Sondierungen (Punkte 1 bis 5, Schurf 1 und 2, Kernbohrung 1 und 2) wurden nur telefonisch mitgeteilt.

Im Jahr 2024 und 2025 wurde das GB ergänzend jeweils beauftragt, Bausubstanzuntersuchungen durchzuführen. Die Ergebnisse wurden mit 1. Bericht vom 26.01.2024 sowie mit E-Mail vom 14.01.2025 (als Ersatz für einen 2. Bericht) samt Anlagen mitgeteilt.

Zwischenzeitlich wurde das GB beauftragt, eine Baugrunduntersuchung, geotechnische Beratung, Installation von Grundwassermessstellen und Wassermesspegeln, Messung von Grundwasserständen, chemische Bodenuntersuchungen sowie eine Beurteilung der Böden hinsichtlich ihrer Beton- und Stahlaggressivität vorzunehmen. Mit E-Mail vom 06.07.2026 wurde dem GB vom Tragwerksplaner, West-Plan-Ingenieure GmbH, Dortmund, mitgeteilt, dass zunächst eine Hilfsbrücke auf eingebohrten Trägern mit einer Rückverankerung eingebaut werden soll. Im Nachgang soll unter der Hilfsbrücke die EÜ mittels eines Halbrahmens, der flachgegründet werden soll, neugebaut werden. Diese Ergebnisse werden im vorliegenden Bericht mitgeteilt.

Für die Bauzeit sollte ebenfalls eine bestehende Rampe bei Bahn-km 15,918 baugrundtechnisch untersucht werden. Da dem GB hierzu keine Planung vorliegt, werden diese Ergebnisse mit dem vorliegenden Bericht ohne Bewertung mitgeteilt.

Zusätzlich sollten auf dem Bahndamm für die Erneuerung von 6 OLA-Masten eine Baugrunduntersuchung und Gründungsberatung durchgeführt werden. Hierfür wurden die Rammkernsondierungen und mittelschweren Rammsondierungen 11 bis 16 ausgeführt. Die Sondierergebnisse werden in diesem Bericht mitgeteilt, da diese Informationen auch für die Angaben zur Gründung herangezogen werden können. Die Gründungsempfehlungen für die OLA-Masten werden in einem separaten Bericht mitgeteilt.

1.2 Verwendete Unterlagen

Zur Bearbeitung wurden dem GB die nachfolgend genannten Unterlagen in digitaler Form zur Verfügung gestellt:

[U1] Lageplan Ivl 2550 MU, Maßstab 1 : 1.000, Stand: 14.04.2010

[U2] Vorentwurfsplan, Draufsicht und Schnitte, Maßstab 1 : 100,
erstellt durch West-Plan-Ingenieure GmbH, Dortmund, mit
Datum vom 21.05.2026

Außerdem wurden vom GB Informationen zu den im Untergrund verlaufenden Ver- und Entsorgungsleitungen bei den zuständigen Betreibern eingeholt ([U3]).

1.3 Lage des Untersuchungsbereichs

Die Lage des Brückenbauwerks ist dem nachfolgenden Stadtplanausschnitt zu entnehmen:

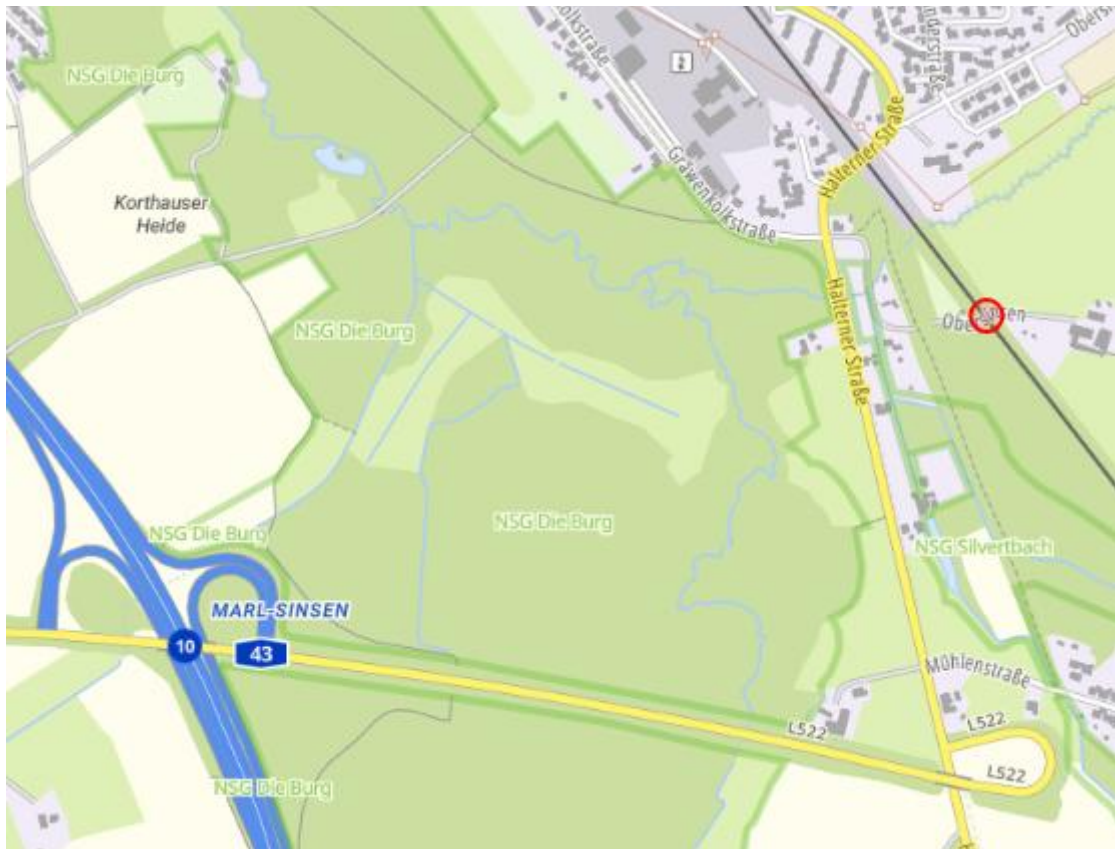


Abbildung 1: Lage der EÜ (Quelle: TIM online)

2. BAUGRUND

2.1 Allgemeine Hinweise zu den örtlichen Baugrundverhältnissen

Den Darstellungen in der Geologischen Karte C4306 im Maßstab 1 : 100.000 ist zu entnehmen, dass im Untersuchungsbereich bei künstlich nicht veränderter Topographie, oberflächennah quartäre Ablagerung in Bach- und Flusstälern anstehen. Diese werden von Mergel, Sandmergelstein, untergeordnet Kalkmergelstein (Recklinghauser Schichten) sowie verfestigten Sanden, ungeordnet Sandmergelstein, und Sandmergel (Halterner Schichten) unterlagert, welche der geologischen Formation des Oberkreide zuzuordnen sind.

2.2 Gefährdungspotentiale

2.2.1 Erdbeben

Gemäß dem Nationalen Anhang Eurocode 8 - DIN EN 1998-1/Na2023-11^[1] liegt das Untersuchungsgebiet in der Untergrundklasse T (flache Sedimentbecken).

Nach den Ergebnissen der durchgeführten Baugrunderkundung und den Informationen der geologischen Kartenwerke kann dem Untergrund im Untersuchungsgebiet die Baugrundklasse B (mäßig verwitterte Festgesteine bzw. Festgesteine mit geringerer Festigkeit oder grob-/ gemischtkörnige Lockergesteine mit hohen Reibungseigenschaften in dichter Lagerung bzw. in fester Konsistenz) zugewiesen werden.

Der maßgebliche Gefährdungsparameter ist die spektrale Antwortbeschleunigung $S_{aP,R}$ im Plateaubereich des Antwortspektrums für das Untergrundverhältnis B-T. Für die Referenz-Wiederkehrperiode von $T_{NCR} = 475$ Jahren beträgt diese im Untersuchungsgebiet nach Bild NA.1 des nationalen Anhangs DIN EN 1998-1/Na2023-11

$$S_{aP,R} = 0,293 \frac{m}{s^2}$$

Für die v.g. Referenz-Wiederkehrperiode darf die Referenz-Spitzenbodenbeschleunigung wie folgt berechnet werden:

$$a_{gR} = \frac{S_{aP,R}}{2,5}$$

Dies ist ggf. bei der Tragwerksplanung zu berücksichtigen.

2.2.2 Bergbau

Zur Klärung, ob ggf. Sicherungsmaßnahmen gegen Einwirkungen aus geologisch- oder bergbaubedingten Gefahren des Untergrundes vorzusehen

^[1] National festgelegte Parameter - Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten

sind, wurde vom GB eine Internetrecherche durchgeführt. Dabei wurde festgestellt, dass in dem entsprechenden Planquadrat keine geologisch- oder bergbaubedingten Gefahren des Untergrundes verzeichnet sind.

2.2.3 Kampfmittel

Von der DB InfraGO AG wurde dem GB mit E-Mail vom 21.05.2026 die Luftbilddauswertung für den Untersuchungsbereich zur Verfügung gestellt. Demnach liegt die Baufläche in einem Bereich von Bombardierung.

2.3 Felduntersuchungen

Vom GB wurden im März und April 2025 sowie März und Juni 2026 insgesamt 10 Rammkernsondierungen (RKS) auf und neben dem Bahndamm mit der Entnahme gestörter Bodenproben abgeteuft. Parallel dazu wurden insgesamt 9 Rammsondierungen mit mittelschwerem Gerät (DPM) sowie 3 Rammsondierungen mit schwerem Gerät (DPH) zur Feststellung des Lagerungszustandes des Bodens sowie zur Abgrenzung des Grundgebirgshorizontes durchgeführt.

Das Bohrloch der RKS 17 wurde zu dem Wassermesspegel (WP) 17 ausgebaut.

Zur Erkundung des Baugrundes wurde von der Grundbau Essen GmbH, Essen, zusätzlich eine Bohrung (BK) im Mai und Juni 2026 am Dammfuß auf dem DB-Gelände mit der Entnahme gestörter Bodenproben aus der Lockergesteinsüberlagerung und z.T. durchgehender Kerne im Grundgebirge abgeteuft. Parallel wurden Bohrlochrammsondierungen (BDP) in verschiedenen Tiefen ausgeführt. Das Bohrloch der BK 1 wurde zur Grundwassermessstelle (GWMSt) 1 ausgebaut.

Die Lage der Bohr- und Sondieransatzpunkte können den Lageplänen, Anlage 3/1.1 (für die EÜ) und 3/1.2 (für die Rampe), entnommen werden. Die Ergebnisse sind in Form von Schichtprofilen und Rammdi-

22.07.2025

agrammen als Schnitte sowie der Ausbau der Grundwassermessstelle in den Anlagen 3/2.1 bis 3/2.3 dargestellt. Darin sind auch Sondiererergebnisse aus dem Gutachten der DB Engineering & Consulting GmbH, Duisburg, mit Datum vom 02.07.2019 dargestellt (nachfolgend als [U4] bezeichnet). Die sind mit einem „*“ markiert.

Das Schichtenverzeichnis der Baugrunderkundungsbohrung, das von der Fa. Grundbau Essen angefertigt wurde, ist als Anlage 3/3 beigelegt. Fotografien der Bohrkerne sind den Anlagen 3/4.1 bis 3/4.3 zu entnehmen.

Die Geländehöhen im Bereich der Bohr- und Sondieransatzpunkte wurden auf einen westlich der EÜ, in der „Halterner Straße“ gelegenen Kanaldeckel eingemessen, dessen Höhe in [U3] mit +57,52 m NN angegeben ist. Danach liegen die Geländehöhen im Bereich der Aufschlusspunkte zwischen den Koten +57,12 m NN und +63,87 m NN. Der gewählte Bezugspunkt sowie dessen Höhe ist im Lageplan, Anlage 3/1.2, gekennzeichnet.

2.4 Schichtenfolge

Nach Ansprache der Bodenproben, die bei den RKS und der BK gewonnen wurden, stehen im Untersuchungsbereich ab GOF folgende Bodenschichten an:

Bahndamm:

bis 2,9/7,5 m	Auffüllungen aus Kies, Sand und Schluff, z.T. tonig, humos, kalkhaltig, steinig (Kiese = Naturstein, Schotter, Bergematerial, kantig, vereinzelt gerundet, zerbohrt, Schlacke)
bis 7,6/10,0 (Endteufe der KRB 3*, KRB 4*, RKS 8, RKS 9, RKS 11, RKS 14, RKS 15, RKS 16)	Sand, schluffig, z.T. kiesig, tonig, kalkhaltig, organisch (Kiese = vereinzelt Naturstein)

bis 10,0 m (Endteufe der RKS 12 und 13)	Mergelstein, unterschiedliche Verwitterungsgrade (Schluff, tonig, sandig, kalkhaltig)
---	---

Dammfuß:

bis 0,3/1,1 m	Auffüllungen aus Kies und Sand, schluffig, z.T. humos, kalkhaltig, organisch (Kiese = Schotter, Splitt, gerundet, Schlacke, Bauschutt, Betonreste, zerbohrt)
---------------	--

bis 3,0/10,0 m (Endteufe der RKS)	Sand, schluffig, z.T. kiesig, tonig, kalkhaltig (Kiese = ver. gerundet)
--------------------------------------	--

bis 10,0/30,0 m (Endteufe RKS 12, 13, BK 1)	Mergelstein, unterschiedliche Verwitterungsgrade (Sand und Schluff, tonig, kalkhaltig)
---	--

Bei der RKS 6, 11 bis 16 und RKS 3 konnte die Untergrenze der Auffüllungen nicht eindeutig festgestellt werden. Fremdbeimengungen wurden in diesen Böden nicht angetroffen. Es weisen lediglich unregelmäßige Verfärbungen oder andere Eigenschaften auf mögliche Auffüllungen hin. Die entsprechenden Bodenschichten sind in den Schichtprofilen der Anlagen 3/2.1 bis 3/2.3 mit „A?“ gekennzeichnet.

Die Eindringwiderstände, die bei den DPM/DPH innerhalb der aufgefüllten Kiese und Sande gemessen wurden, lassen im Wesentlichen auf eine sehr lockere bis teilweise lockere Lagerung schließen. Die gewachsenen Sande sind am Schichtbeginn lockere und zur Tiefe hin mitteldicht bis sehr dicht gelagert.

Bei den Sondierarbeiten wurden innerhalb der aufgefüllten und gewachsenen Sande lokal sprunghafte Anstiege und Rückgänge der Eindringwiderstände festgestellt, was auf grobstückige Einlagerungen oder verfestigte Schichten hinweist.

Mit Schichtbeginn des Grundgebirges war bei den DPM/DPH 1*, 1, 2*, 2, 3, 12, 13, 15, 16 jeweils ein sprunghafter Anstieg der

Eindringwiderstände festzustellen, was darauf hinweist, dass das Grundgebirge eine verhältnismäßig geringmächtige Verwitterungszone aufweist. Die DPM/DPH mussten in Tiefen zwischen 7,6 m und 18,4 m unter GOF innerhalb des Grundgebirges bei Eindringwiderständen von $N_{10} \geq 100$ Schlägen je 10 cm Eindringtiefe abgebrochen werden.

Die KRB 1*, RKS 14, 15 und 16 wurden in Tiefen zwischen 7,5 m und 10,0 m unter GOF innerhalb des gewachsenen Sandes abgebrochen, da kein weiterer Eindringfortschritt erzielt werden konnte.

2.5 Bodenmechanische Laborversuche

Zur Bestimmung der bodenmechanischen Kennwerte sowie zur Beschreibung der anstehenden Bodenarten im Hinblick auf die Vorgaben der VOB/C, Ausgabe 2019, sind an gestörten Bodenproben, die bei den RKS und der BK gewonnen wurden, bodenphysikalische Untersuchungen im Labor des GB ausgeführt worden.

Zur Bestimmung der Korngrößenverteilungen wurden insgesamt 2 Nass-, 2 Trockensiebungen, 1 Schlämmanalyse sowie 3 kombinierte Sieb- und Schlämmanalysen ausgeführt. Die entsprechenden Körnungslinien/-bänder und die Ergebnisse der zugehörigen Wassergehaltsbestimmungen sind den Anlagen 3/5.1 und 3/5.2 zu entnehmen.

Innerhalb der aufgefüllten und gewachsenen Böden wurden zum Teil organische Einlagerungen festgestellt. An 3 betreffenden Bodenproben wurde der Gehalt an organischen Beimengungen ermittelt. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1: Laborergebnisse Organikgehalte

Aufschluss Nr.	Labor Nr.	Entnahmetiefe (m)		Wassergehalt (Gew.-%)	Gehalt an organischen Bestandteilen (Gew.-%)	Versuchs- ergebnis
		von	bis			
RKS 12	8373	7,5	7,9	22,1	2,1	schwach organisch
RKS 12	8374	9,0	9,4	18,0	1,4	schwach organisch
RKS 4	8375	7,6	8,7	37,9	5,7	stark organisch

Den vorstehenden Versuchsergebnissen ist zu entnehmen, dass die untersuchten Proben als schwach bis stark organisch einzustufen sind. Organische Böden schwinden und quellen bei Wassergehaltsveränderungen, so dass unabhängig von der jeweiligen Belastung unkontrollierte Sackungen oder Hebungen eintreten können. Außerdem weisen organische Böden eine relativ große Zusammendrückbarkeit auf.

An 4 geeigneten Kernproben, die aus der BK 1 gewonnen wurden, wurden von dem Materialprüfungsamt, Dortmund, gemäß der ISO 17892-7:2017); Deutsche Fassung EN ISO 17892-7:2018, Bestimmungen der Rohdichte und der einaxialen Druckfestigkeit durchgeführt. Dabei wurden einaxiale Druckfestigkeiten von 1,8 N/mm² bis 26,8 N/mm² und Rohdichten zwischen 1,71 kg/dm³ und 2,43 kg/dm³ festgestellt. Die entsprechenden Prüfzeugnisse sind als Anlagen 3/6.1 und 3/6.2 diesem Gutachten beigelegt.

2.6 Bodenmechanische Eigenschaften und Kennwerte

Die anstehenden Bodenarten können hinsichtlich ihrer bodenmechanischen Eigenschaften und Kennwerte, z.T. unter Berücksichtigung der Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche, wie folgt beurteilt werden:

2.6.1 Auffüllungen

Die Auffüllungen weisen unterschiedliche Schichtmächtigkeiten und Lagerungszustände sowie inhomogene Zusammensetzungen auf. Innerhalb dieser Böden ist bei Belastung neben Setzungen mit unkontrollierten Sackungen in Folge Kornumlagerung zu rechnen. Die Auffüllungen stellen deshalb einen schlecht tragfähigen Baugrund dar, der für die Einleitung von Bauwerkslasten nicht geeignet ist.

In den Auffüllungen können grobstückige Einlagerungen, verfestigte Schichten und/oder Bauwerksreste, die Rammhindernisse darstellen, nicht ausgeschlossen werden.

Innerhalb der Auffüllungen wurden organische Einlagerungen angetroffen. Organische Böden schwinden bzw. quellen bei Wassergehaltsveränderungen, so dass unabhängig von der jeweiligen Belastung unkontrollierte Sackungen oder Hebungen eintreten können.

Im wassergesättigten Zustand können Auffüllungen mit bindigen Eigenschaften die Merkmale fließender Bodenarten aufweisen. Sie sind dann stark bewegungsempfindlich, so dass eine dynamische Beanspruchung während der Bauzeit vermieden werden muss.

Die bodenmechanischen Kennwerte und charakteristischen Bodenkenngrößen lassen sich als Grenzwerte geschätzt wie folgt angeben:

Steifemodul	$E_s = 5 - 20 \text{ MN/m}^2$
Wichte des feuchten Bodens	$\gamma_k = 17 - 19 \text{ kN/m}^3$
Wichte des Bodens unter Auftrieb	$\gamma_k' = 10 - 11 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel des dränierten Bodens	$\varphi_k' = 27,5 - 32,5^\circ$
Kohäsion des dränierten Bodens	$c_k' = 0 \text{ kN/m}^2$
Durchlässigkeitskoeffizient	$k = 1 \times 10^{-3} - 1 \times 10^{-7} \text{ m/s}$ (abhängig vom Feinkorngehalt)

2.6.2 Sande

Die gewachsenen Sande stellen bei mindestens mitteldichter Lagerung einen mäßig gut bis gut tragfähigen Baugrund dar.

In den gewachsenen Sanden können grobstückige Einlagerungen sowie verfestigte Bodenschichten, welche Rammhindernisse darstellen können, nicht ausgeschlossen werden.

Innerhalb der gewachsenen Sande wurden organische Einlagerungen angetroffen. Organische Böden schwinden und quellen bei Wassergehaltsveränderungen, so dass unabhängig von der jeweiligen Belastung unkontrollierte Sackungen oder Hebungen eintreten können.

Die bodenmechanischen Kennwerte und charakteristischen Bodenkenngrößen lassen sich als Grenzwerte geschätzt wie folgt angeben:

Steifemodul	$E_s = 10 - 40 \text{ MN/m}^2$
Wichte des feuchten Bodens	$\gamma_k = 17 - 18 \text{ kN/m}^3$
Wichte des Bodens unter Auftrieb	$\gamma_k' = 10 - 11 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel des dränierten Bodens	$\varphi_k' = 30 - 32,5^\circ$
Kohäsion des dränierten Bodens	$c_k' = 0$
Durchlässigkeitskoeffizient	$k = 1 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ (abhängig vom Feinkorngesamtgehalt)

2.6.3 Verwitterter Mergelstein/gewachsener Schluff

Im wassergesättigten Zustand können die gewachsenen Schluffe die Merkmale fließender Bodenarten aufweisen. Eine dynamische Beanspruchung dieser Böden muss daher vermieden werden.

Die Schluffe stellen bei einer mindestens steifen Konsistenz einen mäßig gut, jedoch verhältnismäßig stark zusammendrückbaren, tragfähigen Baugrund dar.

Die bodenmechanischen Kennwerte und charakteristischen Bodenkenngrößen lassen sich als Grenzwerte geschätzt wie folgt angeben:

Steifemodul	$E_s = 5 - 12 \text{ MN/m}^2$
Wichte des feuchten Bodens	$\gamma_k = 19 \text{ kN/m}^3$
Wichte des Bodens unter Auftrieb	$\gamma_k' = 11 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel des dränierten Bodens	$\varphi_k' = 25 - 27,5^\circ$
Kohäsion des dränierten Bodens	$c_k' = 10 - 5 \text{ kN/m}^2$

Durchlässigkeitskoeffizient

 $k = 1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-9} \text{ m/s}$
(abhängig vom Tongehalt)

2.6.4 Mergelstein

Bei den DPM/DPH war auf den letzten Zentimetern oberhalb der Endteufe jeweils ein weitgehend sprunghafter Anstieg der Eindringwiderstände festzustellen. Die Ergebnisse der einaxialen Druckversuche sowie die Erkenntnisse während der Bohrarbeiten weisen darauf hin, dass der Mergelstein bis zu Endteufe unterschiedliche Verwitterungsgrade aufweist. Während der Bohrarbeiten musste das Bohrverfahren häufig gewechselt werden, da immer wieder Mergelsteinschichten anstanden, die eine hohe einaxiale Druckfestigkeit aufwiesen. Der Mergelstein stellt sehr gut tragfähigen Baugrund dar.

Die bodenmechanischen Kennwerte und charakteristischen Bodenkenngrößen lassen sich als Grenzwerte geschätzt wie folgt angeben:

Mergelstein, verwittert:

Steifemodul	$E_s = 30 - 70 \text{ MN/m}^2$
Wichte des feuchten Bodens	$\gamma_k = 19 - 21 \text{ kN/m}^3$
Ersatzreibungswinkel (Reibung und Kohäsion)	$\overline{\varphi}_k = 33 - 35^\circ$

Der Durchlässigkeitskoeffizient des Grundgebirges ist abhängig vom Felstrennflächengefüge sowie vom Zertrennungsgrad und kann auf engem Raum stark unterschiedlich sein.

3. GRUNDWASSER

3.1 Feststellungen bei den Sondierarbeiten

Während der Baugrunderkundungen im September und Oktober 2025 wurde bei der BK 1 Grundwasser 6,5 m unter GOF angetroffen. Bei allen RKS/KRB außer RKS 13 und 16 wurde Grundwasser in Tiefen zwischen

1,61 m bzw 2,30 m am (Dammfuß) und zwischen 7,3 m und 9,4 m (Bahndamm) unter GOF angetroffen.

3.2 Grundwasserstände

Die Ergebnisse der bisher in einer relativ trockenen Witterungsperiode durchgeführten Messungen können der nachfolgenden Tabelle 2 entnommen werden.

Tabelle 2: Grundwasserstandsmessungen

Datum der Messung:	Wasserstände	
	GWMSt 1	WP 17
	m NN	mNN
03.06.2026	55,01	55,51
27.06.2026	54,79	54,86

Internetrecherchen beim Fachinformationssystem ELWAS-WEB des Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen haben ergeben, dass im näheren Umfeld keine weiteren Grundwassermessstellen vorhanden sind.

3.3 Angaben zu Bemessungsgrundwasserständen

Nach starken, anhaltenden Niederschlägen kann der Grundwasserstand noch ansteigen. Außerdem ist davon auszugehen, dass versickerndes Niederschlagswasser kurzzeitig in und über Böden mit hohem bindigen Anteil aufgestaut wird. Aus diesem Grund sind sowohl für die Bauausführung als auch für den Bauendzustand Sicherungsmaßnahmen gegen Stau-, Schichten- und Grundwasser vorzusehen.

Um verlässliche Angaben zum ausgespiegelten Grundwasserstand und Bemessungswasserständen zu erlangen, empfiehlt das GB in der vorhandenen GWMst und dem WP die Messungen über einen aussagekräftigen Zeitraum in regelmäßigen Abständen (z.B. monatlich für die Dauer

eines Jahres) auszuführen. Wir bitten um Benachrichtigung, falls diese Leistungen vom GB erbracht werden sollen.

4. GRÜNDUNG

4.1 Allgemeines

Die EÜ soll zunächst temporär mit einer Hilfsbrücke erneuert werden, welche auf in Bohrlöchern eingestellte Träger aufgesetzt und rückverankert wird. Im Bauendzustand soll die dauerhafte EÜ mittels Halbrahmen unter der Hilfsbrücke flach gegründet werden.

Mit [U2] wurden dem GB Draufsichten und Schnitte zur Verfügung gestellt. Daraus gehen keine Angaben hinsichtlich der geplanten Absetztiefen von den Trägern oder den Ankern hervor.

4.2 Gründung der Hilfsbrücke

Bei einem Bohrträgerverbau werden in zunächst hergestellte senkrecht verrohrte Bohrlöcher die Verbauträger (meist zwei U-Profile zwischen denen die Anker angeordnet werden) eingesetzt. Diese vertikalen Verbauträger sollten bis zur späteren Baugrubensohle einbetoniert werden. Darüber sollte der Raum zwischen Verbauträgern und Bohrlochwandungen mit Granulatbeton von geringer Festigkeit verfüllt werden, um ein Herausrieseln des Verfüllmaterials (bei der abschnittsweisen Abschachtung für den Einbau des Verzuges) zu verhindern, damit ein sattes, verformungsarmes Anliegen des Verbauträgers an die Bohrlochwandung gewährleistet ist.

Bei der Herstellung eines Bohrträgerverbaus darf die Abschachtung nur in kleinen Abschnitten von max. 0,5 m Höhe vorgenommen werden. Der waagerechte Verzug muss gegen das anstehende Erdreich verkeilt oder betoniert werden. Im Hinblick auf die Einleitung von Vertikalkräften (aus Erddruck, Ankerzug sowie der Auflagerung von Hilfsbrücken) wird empfohlen, die Verbauträger mit einer Fußplatte zu ver-

sehen und auf einen mindestens 50 cm dicken Pfropfen aus erdfeuchtem Beton aufzusetzen. Zuvor müssen sämtliche aufgelockerten und gestörten Bodenpartien aus dem Bohrlochtiefsten entfernt werden. Für den Nachweis über die Ableitung von Vertikalkräften kann dann der gesamte Bohrlochquerschnitt in Ansatz gebracht werden. Für die Bemessung der Verbauträger kann dann der charakteristische Wert des Pfahlspitzendrucks $q_{b,k}$ unter Berücksichtigung der Ergebnisse der einaxialen Druckversuche, die mit [U3] mitgeteilt wurden, wie folgt in Ansatz gebracht werden:

verwitterter Mergelstein:

$$q_{b,k} = 1.000 \text{ kN/m}^2$$

Innerhalb der Auffüllungen können Setzungen und Sackungen eintreten, die negative Mantelreibung am Pfahlschaft erzeugen. Diese wird durch positive Mantelreibung innerhalb der gewachsenen Sande und Schluffe kompensiert. Bei einer fachgerechten Herstellung (entsprechend dem Vorgehen bei der Herstellung von Bohrpfählen) kann positive Mantelreibung wie folgt angesetzt werden:

gewachsene Sande ab Kote:

$$q_{s,k} = 60 \text{ kN/m}^2$$

verwitterter Mergelstein:

$$q_{s,k} = 75 \text{ kN/m}^2$$

Die Abnahme der Bohrlochsohlen sowie die zumindest stichprobenartige Begleitung der Bohrarbeiten durch einen Baugrundsachverständigen ist zur Bestätigung der Baugrundsichtung erforderlich. In diesem Zusammenhang ist auch zu kontrollieren, ob die Bohrarbeiten fachgerecht ausgeführt werden.

Die Hinweise in Abschnitt 6.3 sind zu beachten.

4.3 Flachgründung der dauerhaften EÜ

Den Darstellungen der Anlage 3/2.1 bis 3/2.3 ist zu entnehmen, dass im Untersuchungsbereich ca. bis in Höhe der Kote +56,2 m NN Auffüllungen anstehen, welche gemäß den Angaben in Abschnitt 2.5 keine ausreichende Tragfähigkeit aufweisen. Diese Böden stellen einen schlechten Baugrund dar und müssen unter der Gründung sowie ggf. im Lastausstrahlungsbereich ausgehoben und ersetzt werden.

Im Bereich der RKS 12 und RKS 15 stehen in Tiefen 7,5 m bis 7,9 m und 7,6 m bis 8,7 m weiche bzw. weiche bis steife organische Schluffe an. Diese Böden stellen einen schlechten, setzungsempfindlichen Baugrund dar und müssen ebenfalls unter der Gründung sowie im Lastausstrahlungsbereich ausgehoben und ersetzt werden.

Darunter stehen nach den Erkundungsergebnissen gewachsene Sande und verwitterter Mergelstein an.

Gemäß [U2] sollen die Widerlager auf Höhe der Kote +56,55 m NN gegründet werden. Aus den Anlagen 3/2.1 bis 3/2.3 ist zu entnehmen, dass auf dieser Höhenkote überwiegend der gewachsene Sand ansteht, welcher eine ausreichende Tragfähigkeit aufweist. In Teilbereichen können stehen noch geringmächtige Auffüllungen und organische Böden an, die, wie bereits erwähnt, unter der Gründung ausgehoben werden müssen.

Es ist erforderlich, die Gründung einheitlich auf den gewachsenen Sanden vorzunehmen. Hierzu müssen die Fundamente in ihren Grundrissabmessungen mit Unterbeton ggf. entsprechend tiefergeführt werden.

Aus den Aushubsohlen müssen sämtliche aufgeweichten sowie gestörten Bodenpartien restlos entfernt werden. Danach müssen herstellungsbedingte Auflockerungen in der Baugrubensohle mit möglichst schwerem Gerät in mehrmaligen Übergängen nachverdichtet werden.

Der vereinfachte Nachweis der Gründung nach Eurocode 7 kann nicht zur Anwendung kommen, da die Voraussetzungen hierfür nicht erfüllt

sind (Grundwasser/Bemessungswasserstand oberhalb der Gründungssohle). **Das bedeutet, dass die Grenzzustände der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit für den vorliegenden Fall nachgewiesen werden müssen.** Für den Nachweis der äußeren Standsicherheit sind die in Abschnitt 2.5 angegebenen Bodenkennwerte und die Baugrundsichtung (siehe Abschnitt 2.3 und Anlagen 3/2.1 bis 3/2/3) in Ansatz zu bringen.

Unter den zuvor beschriebenen Voraussetzungen kann für die **Vorbe-messung** der Gründungen der Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ wie folgt in Ansatz gebracht werden:

$$\sigma_{R,d} = 300 \text{ kN/m}^2$$

Der v.g. Wert wurde auf Grundlage einer ausreichenden Grundbruchsisicherheit ohne Begrenzung der Setzungen angegeben und setzt eine Mindesteinbindetiefe der Fundamente von $t \geq 2,5 \text{ m}$ sowie Frostfreiheit voraus.

Nach Aufstellung der statischen Berechnungen bitten wir um Übersendung eines Lastenplanes mit eingetragenen charakteristischen, setzungsrelevanten Lasten, damit vom GB Grundbruch- und Setzungsrechnungen durchgeführt werden können. Die vorgenannten Angaben sind auf dieser Grundlage zu überprüfen und ggf. anzupassen.

Für eine Gründungsbemessung nach dem Bettungsmodulverfahren darf der Bettungsmodul k_s unter den v.g. Voraussetzungen für die **Vorbe-messung** zunächst wie folgt in Ansatz gebracht werden:

$$k_s = 15 \text{ MN/m}^3$$

Das GB weist daraufhin, dass der Bettungsmodul keine Bodenkonstante ist, sondern von der Interaktion zwischen Bauwerk und Baugrund abhängig ist. Nach Durchführung der Gründungsbemessung bitten wir um Mitteilung der daraus resultierenden Spannungen und Spannungsverteilungen, damit vom GB Vergleichsrechnungen und ggf. eine daraus

resultierende erforderliche Anpassung des Bettungsmoduls vorgenommen werden kann.

Die weiterführenden Hinweise in Abschnitt 6.1 sind zu beachten.

5. RÜCKVERANKERUNG

5.1 Allgemeines

Wie bereits erwähnt, ist es geplant die Trägerbohlverbaue bzw. Widerlager der Hilfsbrücke mit Verpressankern rückzuverankern (siehe [U2]). Weitere Planunterlagen liegen dem GB nicht vor. Daher können nur allgemeine Angaben gemacht werden.

Wie bereits beschrieben, stehen zunächst inhomogene Auffüllungen an, welche eine schlechte Tragfähigkeit aufweisen. Darunter folgen die gewachsenen Sande, welche anschließend vom Mergelstein unterlagert werden.

Vom GB wird empfohlen, die Verpressstrecken einheitlich im verwitterten Mergelstein anzuordnen.

Die Verpressstrecken je Anker müssen einheitlich in einer Baugrundsichten angeordnet werden. Anderenfalls kann es infolge konzentrierter Lasteinleitung zu einem progressiven Bruch entlang der Mantelfläche kommen.

Die Tragfähigkeit der Anker muss durch Zugversuche auf der Baustelle nachgewiesen werden (Eignungs- und Abnahmeprüfungen). Durch die Ausführung von Untersuchungsprüfungen an eigens hierfür hergestellten Vorversuchsankern kann die Planungssicherheit deutlich erhöht werden und voraussichtlich eine wirtschaftlichere Bemessung der Verpressanker erfolgen. Die Durchführung von Untersuchungsprüfungen wird deshalb empfohlen.

Um sicherzustellen, dass die Arbeiten und Prüfungen fachgerecht ausgeführt werden und die Verpressstrecken sich innerhalb der richtigen Baugrundsicht befinden, wird eine intensive Fachbauüberwachung erforderlich.

Zur genaueren Beurteilung der Baugrundsichtung im Bereich der geplanten Verpressanker wird die Durchführung einer ergänzenden Baugrunduntersuchung im Bereich der Verpressstrecke erforderlich. Hierzu sowie zur Überprüfung des angesetzten Baugrundmodells, bitten wir zu gegebener Zeit um Übersendung der Ankerpläne.

5.2 Grenzmantelreibung für die Vordimensionierung von Verpressankern im verwitterten Mergelstein

Für die Vordimensionierung können die Werte nach Ostermayer, z.B. aus dem Grundbautaschenbuch, in Ansatz gebracht werden. Die Grenzmantelreibung kann anhand der rot markierten Kurve in der Abbildung 2 (Diagramm nach Ostermayer) ermittelt werden. Der Durchmesser der Verpresskörper muss hierfür zwischen 80 mm und 150 mm betragen.

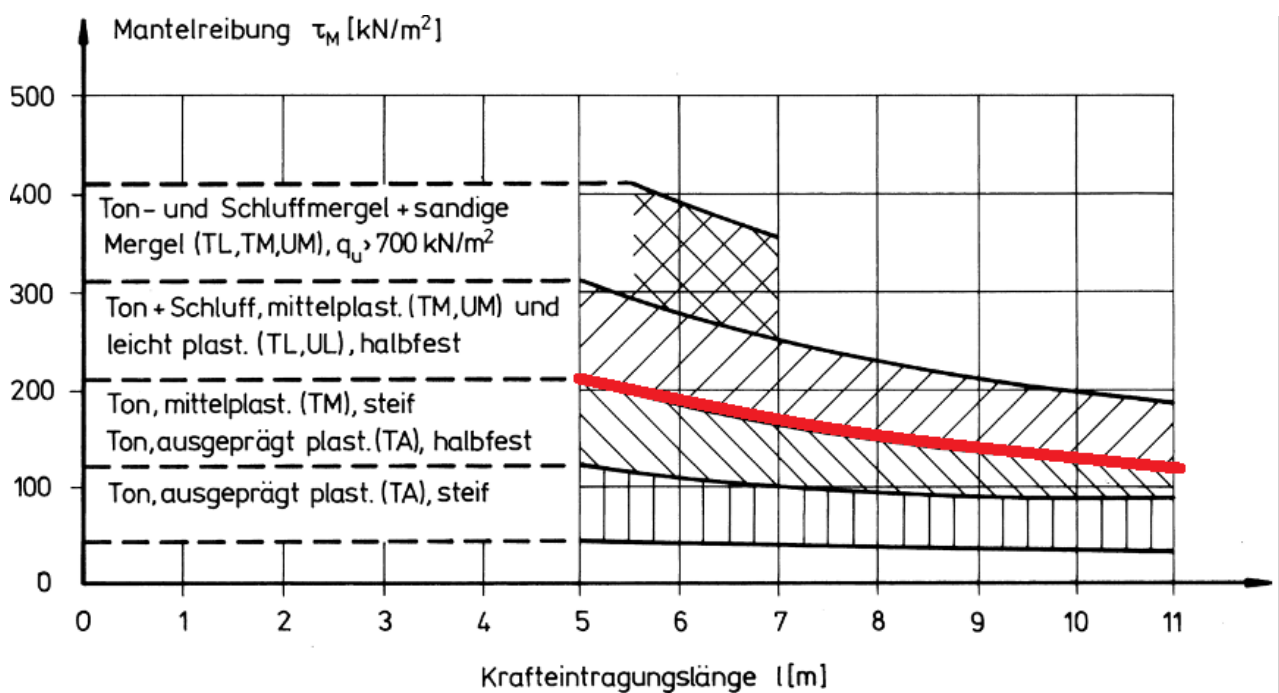


Abbildung 2: Ankertragfähigkeit nach Ostermayer (ohne Nachverpressung)

Die Verpresskörperlänge sollte 5 m nicht unterschreiten. Dadurch können auch durch die Klüftung oder Verwitterung bedingte kleinräumige Bereiche geringerer Tragfähigkeit überbrückt werden.

Durch Nachverpressung kann die Tragfähigkeit der Anker erhöht werden. Aus Sicht des GB sollte die Erhöhung jedoch nicht mehr als 20 % betragen.

Es ist in vielen Fällen wirtschaftlicher, im Bauentwurf von Anfang an von moderaten und vom Baugrund relativ sicher aufnehmbaren Ankerkräften auszugehen und dadurch eine geringfügige Vergrößerung der Ankeranzahl in Kauf zu nehmen, als den Erfolg spezieller Nachverpressverfahren vorauszusetzen.

Die Angaben in Abschnitt 5.2 zur Abminderung der Werte nach Ostermayer sind zu beachten.

5.3 Übertragung der Angaben auf das aktuelle Sicherheitskonzept: Abminderung der Werte nach Ostermayer

Nach den Angaben im Grundbautaschenbuch Teil 2 (8. Auflage: 01.2018) sollten zur Abschätzung der Gebrauchslast die Werte aus den Diagrammen nach Ostermayer mindestens mit dem Faktor 0,5 abgemindert werden. Dadurch soll berücksichtigt werden, dass die Grenzwerte nach Ostermayer im Rahmen eines Forschungsprogramms unter genau kontrollierten Randbedingungen ermittelt worden sind. Im Baustellenbetrieb sind gewisse Streuungen hinsichtlich der technischen Randbedingungen (z.B. in Bezug auf den Bohr- und Verpressvorgang) als auch in Bezug auf die Baugrundverhältnisse unvermeidbar.

Die verwendeten Begrifflichkeiten (Grenzlast, Grenzmantelreibung, Gebrauchslast) beziehen sich auf die Sprachregelung der „alten Normung“.

Zum Sicherheitsniveau bei den von Ostermayer angegebenen Werten halten wir (in Anlehnung an eine Aktennotiz der Bundesanstalt für

Wasserbau (BAW) Karlsruhe, Abteilung Geotechnik, vom 21.09.2017)
folgendes fest:

- Um beim Übergang auf das Teilsicherheitskonzept der „neuen Normung“ ein vergleichbares Sicherheitsniveau zu wahren, müssen die Diagramme entsprechend angepasst werden.
- Ein Vorschlag der BAW sieht vor, die Originalwerte der Ostermayer-Diagramme (bei denen es sich um sogenannte „Grenzlasten“ handelt) mit dem Faktor $\eta^* = 0,75$ zu reduzieren. Diese reduzierten Werte stehen dann sinngemäß für die charakteristischen Werte der Ankertragfähigkeit bzw. der Mantelreibung zur Berechnung des charakteristischen Herausziehwidestands $R_{a,k}$. Der Faktor $\eta^* = 0,75$ ergibt sich aus dem Verhältnis von $\eta^* = (\gamma_G \times \gamma_a) / 2,0$ mit $\gamma_G = 1,35$ und $\gamma_a = 1,10$.

Dabei sind:

$$\gamma_G = 1,35$$

(= Teilsicherheitsbeiwert für Beanspruchungen aus ständigen Einwirkungen allgemein bei den Grenzzuständen STR und GEO-2 (Grenzzustand des Versagens von Bauwerken, Bauteilen und Baugrund) gemäß Tabelle A 2.1 - Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen der DIN 1054:2010-12 in der BS-P)

$$\gamma_a = 1,1$$

(= Teilsicherheitsbeiwert für Herausziehwidestände von Verpresskörpern von Verpressankern bei den Grenzzuständen STR und GEO-2 (Grenzzustand des Versagens von Bauwerken, Bauteilen und Baugrund) gemäß Tabelle A 2.3 - Teilsicherheitsbeiwerte für Widerstände der DIN 1054:2010-12)

- Die Abminderung ($\eta^* = 1,35 \times 1,1 / 2,0 = 0,75$) gilt in dieser Größe streng genommen nur für die Bemessungssituation BS-P nach DIN 1054, kann aber für die Abschätzung und Vordimensionierung der Ankerkräfte auf die Bemessungssituation BS-T und BS-A übertragen werden.

Zusammengefasst bedeutet dies, dass die Werte der Grenzlast bzw. Grenzmantelreibung aus den Diagrammen nach Ostermayer mit dem Faktor 0,75 abzumindern sind, um den charakteristischen Herausziehwiderstand $R_{a,k}$ zu ermitteln.

Es wird empfohlen, möglichst zeitnah einen vom Eisenbahn-Bundesamt zugelassenen Gutachter für Geotechnik hinzuzuziehen, der dieser Vorgehensweise bzw. Interpretation zustimmen muss.

6. HINWEISE FÜR DIE PLANUNG UND BAUAUSFÜHRUNG

6.1 Allgemeines

Derzeit liegen dem GB noch keine Informationen zu Art und Umfang der bauzeitlichen Gründungen, wie z.B. von Kränen, Mobilkränen, Arbeitsebenen für Großbohrgeräte oder Ähnlichem vor. Es ist zu beachten, dass auch hierfür Standsicherheitsnachweise zu erbringen sind (z.B. Grundbruch- und ggf. Böschungs-/Geländebruchberechnungen). Gleiches gilt auch für die Gründung möglicher Vormontageflächen.

Falls diesbezüglich noch Zuarbeit vom GB benötigt wird, bitten wir um Benachrichtigung.

6.2 Wasserhaltung, Sicherungsmaßnahmen zur Trockenhaltung der Baugruben

Eine Planung hinsichtlich möglicherweise erforderlicher Wasserhaltungen liegt dem GB derzeit nicht vor.

Wie bereits erwähnt, kann es nach starken, anhaltenden Niederschlägen zu einem Aufstau von Sickerwasser sowie zu seitlich aus den Baugrubenwandungen zulaufendem Schichtenwasser kommen. Es ist deshalb erforderlich, zur Trockenhaltung der Baugruben während der Bauzeit eine fachgerechte offene Wasserhaltung (Pumpensümpfe und

Tauchpumpen) vorzuhalten. Pumpensümpfe müssen so ausgeführt werden, dass diese filterstabil gegenüber den anstehenden Böden sind.

Bei einer Umspundung der Baugruben ist es voraussichtlich möglich, diese im Schutze einer fachgerechten offenen Wasserhaltung (Pumpensümpfe und Tauchpumpen bzw. Pumpbrunnen) trocken zu halten. Die Pumpensümpfe müssen so ausgeführt werden, dass diese filterstabil gegenüber dem anstehenden Boden sind. Es ist dann auch ein Nachweis der Sicherheit gegen hydraulischen Grundbruch zu führen.

In niederschlagsreichen Jahreszeiten und bei hoch anstehendem Grundwasser kann es gegebenenfalls erforderlich werden, innerhalb der Umspundung eine ergänzende Grundwasserabsenkung im Vakuumverfahren vorzunehmen.

Beim Einsatz der Vakuumgrundwasserabsenkungsanlage ist darauf zu achten, dass die Schlitzweiten der Filterlanzen auf die Körnung des anstehenden Bodens abgestimmt werden. Die Ergebnisse der Korngrößenverteilungen sind den Anlagen 3/5.1 und 3/5.2 zu entnehmen und sind insbesondere auch für die Dimensionierung der Vakuumanlage zu berücksichtigen. Es muss sichergestellt werden, dass mit dem geförderten Grundwasser dem Boden keine Feinstanteile entzogen werden. Dies ist zunächst täglich und später ggf. in größeren Zeitabständen zu überprüfen. Dies gilt sinngemäß auch für eine offene Wasserhaltung.

Bei Einsatz einer Vakuumgrundwasserabsenkungsanlage ist weiterhin zu berücksichtigen, dass der anstehende Boden das Wasser nur langsam abgibt. Deshalb muss eine entsprechende Vorpumpzeit einkalkuliert werden.

Die Grundwasserabsenkung muss bis etwa 0,5 m unter Baugrubensohle erfolgen. Eine unnötig tiefe Grundwasserabsenkung ist zu vermeiden. Zur Dimensionierung der Wasserhaltung muss der Durchlässigkeitsbeiwert k_f der im Absenkungsbereich der anstehenden Böden in Ansatz gebracht werden. Dieser kann rechnerisch über die Kornverteilungs-

kurven abgeschätzt oder besser durch einen Pumpversuch vor Ort ermittelt werden.

Sollte sich im Zuge der weiteren Planung die Notwendigkeit einer Wasserhaltung ergeben, bitten wir um Benachrichtigung.

6.3 Herstellung der Baugrubensohlen

Für die Herstellung der Baugrubensohlen sollte möglichst ein Hydraulikbagger verwendet werden, der mit einer Schaufel ohne Zähne (Grabenschaufel) ausgerüstet ist. Dieses Gerät kann den Boden ohne Störung des Untergrundes bis in die erforderliche Tiefe abtragen. Freigelegte Aushubsohlen im gewachsenen Sand und Kies sind mit möglichst schwerem Gerät in mehrmaligen Übergängen nachzuverdichten, wenn der Grundwasserstand 0,5 m unter Baugrubensohle liegt. Außerdem sind diese kurzfristig zu betonieren bzw. mit Bodenersatzmaterial abzudecken, um eine Störung des Baugrundgefüges durch Witterungseinflüsse zu verhindern.

Bei der Herstellung der Baugruben sind die gültigen Vorschriften des Unfallschutzes und der aktuellen Fassung der DIN 4124:2012-01 („Baugruben und Gräben – Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten“) zu berücksichtigen.

6.4 Baugrubenverbaue

Eine Planung hinsichtlich möglicherweise erforderlicher Baugrubenverbaue liegt dem GB derzeit noch nicht vor.

Sollte sich im Zuge der weiteren Planung die Notwendigkeit von Verbauen und ggf. von Rückverankerungen ergeben, bitten wir um Benachrichtigung, um die für die Planung und Bemessung erforderlichen geotechnischen Angaben und Kennwerte zur Verfügung stellen zu können. In diesem Zuge muss auch überprüft werden, ob hierzu ergänzende Baugrundaufschlüsse, z.B. im Bereich von Verpressankern, erforderlich werden.

Bei der Herstellung von Baugruben sind die gültigen Vorschriften des Unfallschutzes, der aktuellen Fassung der DIN 4124 („Baugruben und Gräben – Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten“) sowie der DIN 4123:2013-04 („Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude“) zu beachten.

6.5 Bohrpfähle

Bei der Herstellung von Bohrpfählen sind die geltenden DIN-Normen, insbesondere die DIN EN 1997 und DIN EN 1536 sowie der Eurocode 7 zu berücksichtigen. Während des Abteufens der Bohrungen muss ein hydraulischer Grundbruch vermieden werden. Die Verrohrungen müssen dem Aushub bis zu den Aufstandsebenen entsprechend weit vorseilen, dürfen aber nicht tiefer geführt werden. Anderenfalls ist die Bohrung mit Wasserüberdruck niederzubringen. Die Aufstandsebenen der Bohrpfähle müssen orthogonal zur Bohrpfahlachse hergestellt und von sämtlichen aufgelockerten und gestörten Bodenpartien sowie Bohrschmand gereinigt werden. Die Aufstandsebenen müssen mit einem Bohrtopf hergestellt werden, der über eine glatte Schneide verfügt (Schneidenüberstand < 5 cm). Der Einsatz von Pilotbohrern in Höhe der Aufstandsebenen ist nicht zulässig. Das Betonieren muss unmittelbar nach der Säuberung der Aufstandsebenen im Kontraktorverfahren (mit Schüttrohr und Ball) erfolgen.

6.6 Rammarbeiten

Die anstehenden Bodenarten sind erfahrungsgemäß ab einer festen Konsistenz (bindige Böden) bzw. ab Schlagzahlen von $N_{10,DPH} > 60-80$ Schlägen innerhalb der nichtbindigen Böden als nicht rammbaar zu bewerten. Das Mergelstein ist ab Endteufe der DPH ebenfalls als nicht rammbaar einzustufen. Die Auffüllungen und gewachsenen Böden sind als leicht bis schwer rammbaar einzustufen. Daher kann lokal der Einsatz von Einbringhilfen erforderlich werden, um die ggf. erforderlichen Spundwandprofile bis in die erforderlichen Tiefen einzubringen. Hierdurch kann möglicherweise deren Tragfähigkeit be-

einträchtigt werden. Seitens des Tragwerksplaners ist dann ggf. zu beurteilen, ob zusätzliche Maßnahmen zu ergreifen sind.

Die Wahl des Rammgerätes ist unter Beachtung der in diesem Bericht vorgenommenen Baugrundbeschreibung von der ausführenden Firma verantwortlich auf den Boden bzw. Fels und seine bodenmechanischen Eigenschaften abzustimmen.

Wie bereits erwähnt, können in den gewachsenen Böden grobstückige Einlagerungen und/oder verfestigten Bodenschichten, die Rammhindernisse darstellen können, nicht ausgeschlossen werden.

6.7 Bodenersatzmaterial/Hinterfüllmaterial

Für die Hinterfüllung der Widerlager muss ein körniger, volumenbeständiger Erdbaustoff mit stetigem Kornaufbau verwendet werden. Diese Forderung erfüllt z.B. ein gebrochenes Natursteinmineralgemisch der Körnung 0 - 45 mm, dessen Feinkornanteil ($\leq 0,063$ mm Korngröße) 5 Gew.-% nicht überschreiten darf. Das Material muss außerdem dauerhaft volumenbeständig und beständig gegen mechanische Zertrümmerung sein.

Das Material muss lagenweise eingebaut und auf einen Verdichtungsgrad von $D_{pr} \geq 100$ % der einfachen Proctordichte verdichtet werden. Eine ausreichende Verdichtung ist durch Lastplattendruckversuche nachzuweisen.

Aus bodenmechanischer Sicht sind beispielsweise Erdbaustoffe mit Zulassung für die Verwendung als Frostschutz-/Tragschichten im Straßenbau in der Regel geeignet.

Das Hinterfüllmaterial muss filterstabil gegenüber dem anstehenden Baugrund sein, anderenfalls ist dazwischen ein geeignetes Geotextil anzuordnen.

Ggf. ist auch die Verwendung von Recyclingmaterial möglich, wenn dessen umwelttechnischer Eignung zuvor mit der zuständigen Behörde abgestimmt wird.

Die bodenmechanische Eignung von Hinterfüllmaterialien ist anhand von Prüfzeugnissen nachzuweisen und durch das GB freizugeben.

6.8 Qualitätssicherung

Um sicherzustellen, dass die Bohrpfähle auf Böden mit ausreichender Tragfähigkeit abgesetzt werden, müssen Bohrpfahlabnahmen durchgeführt werden. Außerdem müssen Verdichtungskontrollen der eingebauten Bodenersatz- und Verfüllmaterialien vorgenommen werden. Hierzu bitten wir zu gegebener Zeit und mit ausreichendem Vorlauf um Benachrichtigung.

7. HOMOGENBEREICHE

7.1 Allgemeine Hinweise

Boden ist gemäß den Normen der VOB/C (Ausgabe 2019) in Homogenbereiche einzuteilen, die für die Ausschreibung verwendet werden sollen. Ein Homogenbereich ist ein begrenzter Bereich, bestehend aus einzelnen oder mehreren Bodenschichten, der für die in den einzelnen Gewerken einzusetzenden Baugeräte vergleichbare Eigenschaften aufweist. Die Homogenbereiche und die angegebenen Eigenschaften beschreiben den Zustand vor dem Lösen.

Bei den aufgeführten Eigenschaften und Kennwerten handelt es sich um die Abschätzung zur Beschreibung der Bearbeitbarkeit von Böden und Fels für die Ausschreibung. Die angegebenen Kennwerte dürfen nicht für Berechnungen herangezogen werden.

Um den Umfang der erforderlichen geotechnischen Angaben festlegen zu können, ist zunächst eine Einstufung der bautechnischen Maßnahme

in die geotechnische Kategorie (GK) nach DIN EN 1997-1 und DIN 1054:2010-12 erforderlich. Unter Berücksichtigung der Erkenntnisse und Unterlagen, die dem GB zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichts vorlagen, ist die Baumaßnahme nach Auffassung des GB in die Geotechnische Kategorie GK 2 einzustufen. Die Einstufung und die daraus resultierenden Anforderungen sind im Zuge der weiteren Projektbearbeitung zu überprüfen und ggf. anzupassen.

Es ist zu beachten, dass der Anteil an Steinen und (großen) Blöcken anhand der Ergebnisse der bisher durchgeführten Baugrundaufschlüsse nicht festgelegt werden kann. Insbesondere innerhalb der quartären Lockergesteine aber auch in den Auffüllungen kann das Vorhandensein grobstückiger Einlagerungen nicht ausgeschlossen werden.

Die nachfolgend für die erkundeten Bodenarten angegebenen bodenmechanischen Kennwerte und Angaben zu den bodenmechanischen Eigenschaften basieren auf den Ergebnissen der Baugrunderkundung, der bodenmechanischen Laborversuche und auf Erfahrungswerten. In größeren Tiefen und zwischen den Aufschlusspunkten können die Baugrundverhältnisse hiervon abweichen.

Die Einteilung der Homogenbereiche ist zur Ausschreibung unter Berücksichtigung der geplanten Bauverfahren vom Planer und geotechnischen Gutachter zu überprüfen und ggf. anzupassen. Hierzu bitten wir zu gegebener Zeit um Benachrichtigung.

7.2 Bauleistungen, Gewerke

Angaben über die während der Bauausführung erforderlichen Bauleistungen/Gewerke liegen dem GB noch nicht vor. Es wird nachfolgend davon ausgegangen, dass folgende Bauleistungen/Gewerke von Bedeutung sind:

- Erdarbeiten: DIN 18 300:2019-09
- Bohrarbeiten: DIN 18 301:2023-09
- Verbauarbeiten: DIN 18 303:2019-09

- Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten: DIN 18 304:2019-09

Die oben aufgeführten Bauleistungen/Gewerke sind im Zuge des Weiteren Planungsprozesses zu überprüfen und ggf. zu ergänzen. Hierzu bitten wir zu gegebener Zeit um Benachrichtigung.

7.3 Einteilung in Homogenbereiche

7.3.1 DIN 18 300: Erdarbeiten/DIN 18 303: Verbauarbeiten

Im Hinblick auf die Vorgaben der o.g. DIN-Normen wird vom GB empfohlen die anstehenden Bodenarten wie folgt in Homogenbereiche aufzuteilen:

- Homogenbereich A:Auffüllungen
- Homogenbereich B:gewachsener Sand

Die erforderlichen Kennwerte und Angaben zu den bodenmechanischen Eigenschaften sind in der Tabelle in der Anlage 3/7.1 zusammengefasst. Die Angaben in der v.g. Tabelle basieren teilweise auf den Erkenntnissen aus den Laborversuchen (siehe Abschnitt 2.6) sowie z.T. auf Erkenntnissen aus der Baugrunderkundung und Erfahrungswerten.

Sofern der Gleisschotter getrennt vom Boden ausgebaut und entsorgt werden soll, ist dieser als separater Homogenbereich für die Erdarbeiten (DIN 18 300) zu betrachten. Anderenfalls stellt der Gleisschotter keinen eigenen Homogenbereich dar und ist dem Homogenbereich A zuzuordnen. Für den Gleisschotter gelten mit ausreichender Genauigkeit die Angaben für aufgefüllte Kiese (siehe Anlage 3/7.1).

Für die Beseitigung von grobstückigen Einlagerungen sollten in der Ausschreibung der Erdarbeiten gesonderte Positionen berücksichtigt werden.

7.3.2 DIN 18 301: Bohrarbeiten

Im Hinblick auf die Vorgaben der v.g. DIN-Normen wird vom GB empfohlen die anstehenden Bodenarten in folgenden Homogenbereich einzuteilen:

- Homogenbereich A: Auffüllungen
- Homogenbereich B: gewachsener Sand und Mergelstein, verwittert
- Homogenbereich C: Mergelstein, verwittert

Die erforderlichen Kennwerte und Angaben zu den bodenmechanischen Eigenschaften sind in den Tabellen in den Anlagen 3/7.2 und 3/7.3 zusammengefasst.

Die Angaben in den v.g. Tabellen basieren teilweise auf den Erkenntnissen aus den Laborversuchen (siehe Abschnitt 2.4) sowie z.T. auf Erkenntnissen aus der Baugrunderkundung und Erfahrungswerten.

7.3.3 DIN 18 304: Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten

Im Hinblick auf die Vorgaben der v.g. DIN-Normen wird vom GB empfohlen die anstehenden Bodenarten in folgenden Homogenbereich einzuteilen:

- Homogenbereich A: Auffüllungen
- Homogenbereich B: gewachsener Sand und Mergelstein, verwittert
- Homogenbereich C: Mergelstein, verwittert

Wie bereits erwähnt, ist innerhalb des Homogenbereichs A bereichsweise mit grobstückigen Einlagerungen, verfestigten Schichten und ggf. Bauwerksresten zu rechnen, die Rammhindernisse darstellen können.

Die erforderlichen Kennwerte und Angaben zu den bodenmechanischen Eigenschaften sind in den Tabellen in den Anlagen 3/7.4 und 3/7.5 zusammengefasst.

Die Angaben in den v.g. Tabellen basieren teilweise auf den Erkenntnissen aus den Laborversuchen (siehe Abschnitt 2.4) sowie z.T. auf Erkenntnissen aus der Baugrunderkundung und Erfahrungswerten.

8. CHEMISCHE ANALYSEN

8.1 Allgemeines, Probenahme, Untersuchungsumfang

Um die Wiederverwertbarkeit bzw. Deponierfähigkeit der anstehenden Böden zu beurteilen sowie die Böden hinsichtlich ihrer betonangreifenden und stahlangreifenden Inhaltsstoffe zu überprüfen, ist das GB auch beauftragt worden, Proben zu entnehmen und diese in chemischer Hinsicht zu analysieren. Bei dem vorliegenden umwelttechnischen Bericht handelt es sich nicht um einen Eignungsnachweis im Sinne des § 5 der Ersatzbaustoffverordnung, Stand 07/2021 (EBV).

Die Einzelproben der gewonnenen Bodenproben wurden zu den Mischproben (MP) 5 bis MP 10 zusammengefügt.

Die Analyse der MP 5 bis MP 10 erfolgte hinsichtlich des Parameterumfangs BM-0* der Tabelle 3 der EBV. Dieser Untersuchungsumfang ermöglicht eine Klassifizierung nach den Zuordnungswerten HOS-1 und HOS-2, RC-1 bis RC-3, BM-0_{Sand}, BM-0_{Lehm, Schluff}, BM-0_{Ton}, BM-0* sowie BM-F0* und BM-F1 bis BM-F3 der Anlage 1 der EBV.

Die MP 5 bis MP 10 wurden außerdem entsprechend der DIN 4030:2008-06 hinsichtlich betonangreifender Inhaltsstoffe sowie hinsichtlich der Stahlaggressivität gemäß DIN 50929-3:2018-03 untersucht.

Chemische Analysen führt das GB selbst nicht aus. Die Proben sind deshalb zusammen mit dem Untersuchungsprogramm dem Hygiene-Institut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen, zugesandt worden.

Eine detaillierte Probenzuordnung, die Probenzusammenstellung und der Untersuchungsumfang sind der Tabelle in den Anlagen 3/8.1 und 3/8.2 zu entnehmen. Dieser Anlage kann auch die vorläufige Einschät-

zung des GB zur Probenbeschaffenheit im Hinblick auf die Klassifizierung der EBV entnommen werden (z.B. HOS, RC, GS, BM, BM-F).

8.2 Untersuchungsergebnisse

8.2.1 Bodenuntersuchungen nach EBV, Stand 07/2021

Die Analyseergebnisse, die Materialwerte nach EBV und die angewandten Analyseverfahren sind den Anlagen 3/9.1 bis 3/9.11 zu entnehmen.

Danach sind die MP 5 bis MP 10 u.E. den Materialklassen gemäß der folgenden Tabelle 3 zuzuordnen.

Tabelle 3: Einstufung gemäß Materialwert der EBV, Anlage 1, Tabelle 3

Probe Nr.	Materialwert	Einstufungsrelevante Parameter ^①
MP 5	BM-F2	Zink (E)
MP 6	BM-F2	Σ PAK (F)
MP 7	BM-0 _{Lehm/Schluff}	-
MP 8	BM-F3	Sulfat (E)
MP 9	BM-F0*	TOC (F) ^②
MP 10	BM-0 _{Lehm/Schluff}	-

① (F) = Feststoff, (E) = Eluat

② Berücksichtigung des TOC-Gehalts, allerdings „Bodenmaterialspezifischer Orientierungswert“

③ ohne Berücksichtigung des Parameters „elektr. Leitfähigkeit“ als Einstufungskriterium

Im Hinblick auf die vorliegende Einstufung des GB ist zu beachten, dass die Klassifizierung nach EBV und somit auch der zu berücksichtigende Parameterumfang und die Materialwerte maßgeblich vom Anteil der mineralischen Fremd Beimengungen sowie z.T. auch von der Korngrößenverteilung der Proben abhängig ist.

Wenn es bei Bodenproben (Materialansprache BM) zu einer Überschreitung der Grenzwerte für BM-0* kommt, erfolgt ersatzweise eine Einstufung in die Klassen BM-F0* bzw. BM-F1 bis BM-F3.

Eine endgültige Festlegung des Anteils der mineralischen Fremdbestandteile und somit auch der vorzunehmenden Klassifizierungen kann erst während der Bauausführung getroffen werden. Vorerst sollte davon ausgegangen werden, dass die vom GB vorgenommen Ansprachen und Klassifizierungen zutreffend sind.

Die Analyseergebnisse der MP 5 bis MP 10 halten die Materialwerte BM-0_{Lehm/Schluff}, BM-F0*, BM-F2 sowie BM-F3 der Tabelle 3, Anhang 1 der EBV unter den zuvor beschriebenen Voraussetzungen ein. Lediglich der Grenzwert für den Parameter „TOC“ wird bei der MP 9 überschritten. Dieser ist in der EBV als „Bodenmaterialspezifischer Orientierungswert“ gekennzeichnet. Inwieweit der TOC-Gehalt einstufigsrelevant ist, muss mit dem Entsorger bzw. der zuständigen Behörde geklärt werden. Für die Entsorgung können noch zusätzliche Analysen gemäß der gültigen Fassung der Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV) erforderlich werden. Der genaue Analyseumfang sollte im Vorfeld mit dem Entsorger bzw. der zuständigen Behörde abgestimmt werden.

Die Vorgaben und Hinweise in der EBV (insbesondere zur Verwertung) sind zu beachten.

Die Zulässigkeit des Einbaus von mineralischen Ersatzbaustoffen am vorgesehenen Einbauort sowie die Anforderungen an die chemische Qualität ist unabhängig von den Vorgaben in der EBV zusätzlich mit dem Verwerter und der zuständigen Behörde abzustimmen. In diesem Zusammenhang sollte auch der genaue Umfang und zeitliche Ablauf der hierfür ggf. noch erforderlichen Analytik geklärt werden. Falls vom GB Nachanalysen veranlasst werden sollen, bitten wir hierzu zeitnah um Benachrichtigung.

8.2.2 Bodenanalysen hinsichtlich Betonaggressivität

Gemäß DIN 4030:2008-06 genügt zur Beurteilung des betonangreifenden Charakters eines Baugrundes im Allgemeinen die Entnahme und Prüfung von Wasserproben. Grundwasserproben konnten im Zuge der Herstellung der Baugrunderkundungsbohrung nicht unmittelbar gewonnen werden, da die Grundwassermessstellen erst nach Erhalt der Bodenproben fertiggestellt worden sind.

Gemäß o.g. Norm sind ersatzweise Bodenproben zu untersuchen, wenn der Verdacht besteht, dass die anstehenden Böden betonangreifende Stoffe enthalten und mit einer zeitweisen Durchfeuchtung der Böden zu rechnen ist.

Die Analyseergebnisse können den Anlagen 3/9.1 bis 3/9.11 entnommen werden. Nach Vergleich der Analysewerte mit den Vorgaben der DIN 4030:2008-06 sind die untersuchten Proben hinsichtlich ihrer Betonaggressivität u.E. gemäß der nachfolgenden Tabelle 4 zu beurteilen.

Tabelle 4: Beurteilung der Betonaggressivität von Böden gemäß DIN 4030:2008-06

Probe Nr.	chemischer Angriffsgrad	Einstufungsrelevante Parameter ^①
MP 5	nicht betonangreifend	-
MP 6	nicht betonangreifend	-
MP 7	nicht betonangreifend	-
MP 8	schwach angreifend	Sulfat (F)
MP 9	nicht betonangreifend	-
MP 10	nicht betonangreifend	-

① (F) = im Feststoff / (E) = im Eluat

Demnach weisen die MP 5 bis MP 7 sowie MP 9 und MP 10 keine betonangreifenden Eigenschaften auf.

Die nach Vergleich der Analysewerte mit den Vorgaben der DIN 4030:2008-06 ist die MP 8 u.E. in die Expositionsklasse XA1:

„chemisch schwach angreifende Umgebung“ gemäß o.g. Norm einzustufen. Betonbauteile, die mit diesen Böden in Berührung kommen können sind dementsprechend zu schützen.

8.2.3 Bodenanalysen hinsichtlich Stahlaggressivität

Die Analyseergebnisse können den Anlagen 3/9.1 bis 3/9.11 entnommen werden.

Eine Zusammenfassung der B_0 - und B_1 -Werte sowie die daraus resultierende Korrosionswahrscheinlichkeit kann der nachfolgenden Tabelle 5 entnommen werden. Es ist zu berücksichtigen, dass nicht alle Bewertungszahlen bestimmt werden konnten bzw. dann Annahmen getroffen werden mussten.

Tabelle 5: Zuordnung der Bewertungszahlen gemäß DIN 50 929-03:2018-03, Tabelle 2

Bewertungszahl	Bodenprobe					
	MP 5	MP 6	MP 7	MP 8	MP 9	MP 10
Z1 **	2	2	0	0	2	0
Z2 ***	0	0	0	0	0	0
Z3 *	0	0	0	0	0	0
Z4 *	0	0	0	0	0	0
Z5 *	0	0	0	3	0	3
Z6 *	-2	0	0	0	0	0
Z7 *	0	-6	0	-6	0	0
Z8 *	-1	-1	0	-3	-1	0
Z9 *	0	-1	0	-3	0	0
Z10**	-2	-2	-2	-2	-2	-2
Z11	0	0	0	0	0	0
Z12	0	0	0	0	0	0
Z13 **	-6	-6	-6	-6	-6	-6
Z14***	0	0	0	0	0	0
Z15	X (-10***)	X (-10***)	X (-10***)	X (-10***)	X (-10***)	X (-10***)

* Im Labor ermittelt

** Abgeleitet von Erkenntnissen aus Baugrunduntersuchung

*** Annahme

Die Auswertung der Analyseergebnisse zur Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeit bzw. die Zuordnung der Bewertungszahlen nach DIN 50 929-03:2018-03, Tabelle 2 (Boden) ist u.E. für die MP 5 bis MP 7 gemäß nachfolgender Tabelle 6 vorzunehmen.

Tabelle 6: Einstufung in Bodenklassen und Zuordnung der Korrosionswahrscheinlichkeiten gemäß DIN 50 929-03:2018-03, Tabelle 3

Bodenprobe	B ₀ -Werte (Freie Korrosion ohne ausgedehnte Konzentrationselemente)	B ₁ -Werte (Freie Korrosion mit ausgedehnten Konzentrationselementen)	Bodenklassen/Korrosionsbelastung aufgrund der B ₀ -Werte	Korrosionswahrscheinlichkeit aufgrund der B ₁ -Werte	
				Mulden- und Lochkorrosion	Flächenkorrosion
MP 5	-3	-19	Ib: niedrig	hoch	mittel
MP 6	-8	-24	II: mittel	hoch	mittel
MP 7	-2	-18	Ib: niedrig	hoch	mittel
MP 8	-11	-27	III: hoch	hoch	mittel
MP 9	-1	-17	Ib: niedrig	hoch	mittel
MP 10	1	-15	Ia: sehr niedrig	hoch	mittel

$$B_0 = Z1 + Z2 + Z3 + Z4 + Z5 + Z6 + Z7 + Z8 + Z9 + Z10$$

$$B_1 = B_0 + Z11 + Z12 + Z13 + Z14$$

Nach Auswertung der Analyseergebnisse und Abgleich der Bewertungskriterien der Tabelle 3 der o.g. Norm sind nach unserer Einschätzung die MP 10 in die Bodenklassen Ia: „Korrosionsbelastung aufgrund der B₀-Werte: „sehr niedrig“, die MP 5, MP 7 und MP 9 in die Bodenklasse Ib: „Korrosionsbelastung aufgrund der B₀-Werte: niedrig“, die MP 6 in die Bodenklasse II: „Korrosionsbelastung aufgrund der B₀-Werte: mittel“ und die MP 8 in die Bodenklasse III: „Korrosionsbelastung aufgrund der Werte: hoch“ einzustufen.

Bei Bauteilen hat im Allgemeinen die bleibende Festigkeit Priorität. Deshalb ist hierfür die Geschwindigkeit der Flächenkorrosion von Bedeutung. Anhand der vorstehenden Auswertung ergibt sich demnach für niedriglegierte Eisenwerkstoffe für die MP 5 bis MP 10 eine mittlere Korrosionswahrscheinlichkeit (Flächenkorrosion).

Es ist zu beachten, dass durch die chemische Analyse der Bodenproben zwar eine Klassifizierung an der Entnahmestelle durchgeführt wird, nicht jedoch die Beurteilung des Korrosionsverhaltens eines techni-

schen Bauteils vorgenommen werden kann. Die stark korrosionsfördernde Wirkung der Elementenbildung mit Fremdkathoden kann durch Messungen des Objekts/Boden-Potenzials erkannt werden. Die Korrosionswahrscheinlichkeit dieser Bauteile wird nicht nur durch die Eigenschaften der Werkstoffe und Korrosionsmedien, sondern auch durch die Art der Konstruktion, deren räumliche Ausdehnung sowie von fremden elektrochemischen Einflüssen bestimmt. Da die Einflussgrößen i.d.R. nicht ausreichend genau beschrieben werden können, sind über die zu erwartende Korrosion nur Wahrscheinlichkeitsaussagen möglich.

Anhaltswerte über die Korrosionsgeschwindigkeiten sind in der Tabelle 1 der DIN 50 929-3:2018-03 anhand von Erfahrungswerten wiedergegeben. Hierbei handelt es sich um grobe Richtwerte, die um einen Faktor 2 variieren können.

Bei der Wahl des Korrosionsschutzes sind die Angaben in der gültigen DIN 50 929, unter Berücksichtigung der beigefügten Analyseergebnisse zu beachten.

9. SCHUSSBEMERKUNG

Zur Beantwortung etwaiger weiterer Fragen in baugrund- und umwelttechnischer Hinsicht bitten wir zu gegebener Zeit um Benachrichtigung.

Projektingenieur

(S. Menzer, M.Eng.)

GRUNDBAUINSTITUT BIEDEBACH

(Dipl.-Ing. C. Biedebach)

9 Anlagen

Verteiler: DB InfraGO AG, Köln, 2 x als Ausdruck und digital

10. ANLAGENVERZEICHNIS

Anlagen 3/1.1 und 3/1.2	Lageplan
Anlagen 3/2.1 bis 3/2.3	Schichtprofile, Rammdiagramme, Ausbau GWMSt
Anlage 3/3	Schichtenverzeichnisse der Grundbau Essen GmbH
Anlagen 3/4.1 bis 3/4.3	Fotodokumentation der Bohrkerne
Anlagen 3/5.1 und 3/5.2	Körnungslinien und Körnungsbänder
Anlagen 3/6.1 bis 3/6.3	Ergebnisse der Versuche der einaxialen Druckfestigkeiten und Rohdichte
Anlagen 3/7.1 bis 3/7.5	Angaben zu den Homogenbereichen
Anlagen 3/8.1 und 3/8.2	Untersuchungsprogramm
Anlagen 3/9.1 bis 3/9.11	Analyseergebnisse EBV, Stahl- und Betonaggressivität