

Ahlenberg Ingenieure GmbH · Am Ossenbrink 40 · 58313 Herdecke

Stadt Dortmund
Tiefbauamt / Fachbereich 66
Königswall 14
44137 Dortmund

Sachbearbeiter: Herr Schultheis
Durchwahl: 02330/8009-34
Fax-Nr.: 02330/8009-49
E-Mail: schultheis@ahlenberg.de

Datum: 29. Juli 2024
Kürzel: SCU/bbr.g01
Bearb.-Nr.: C3/20577

Im Schriftwechsel bitte Bearb.-Nr. angeben!

Neubau Brücke „Lange Straße“ in Dortmund

**- Baugrunduntersuchung, Deklarationsanalysen,
Baugrundbeschreibung und gründungs- und
entsorgungstechnische Beratung –**

**Planungsstand 07/2024
- Entwurfs-/Genehmigungsplanung -**

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1.	Vorbemerkungen / Veranlassung	4
2.	Felduntersuchungen	5
2.1	Allgemeines	5
2.2	Ergebnisse der Bohrungen und Kleinrammbohrungen (Schichtenfolge)	6
2.3	Ergebnisse der Rammsondierungen (Eindringwiderstände)	8
3.	Grundwasser	9
4.	Chemische Analysen	10
5.	Bodenmechanische Laborversuche	12
6.	Bodenkennwerte / Homogenbereiche	13
7.	Entsorgungstechnische Hinweise / Arbeitsschutz	16
8.	Gründungs- und planungsbezogene Handlungsempfehlungen	17
8.1	Baugrubenverbau und Gebäudesicherungen	17
8.2	Gründung der Widerlager	18
9.	Allgemeine Hinweise zur Bauausführung	20

Tabellenverzeichnis

		Seite
Tabelle 1:	Materialklassen gemäß Ersatzbaustoffverordnung (EBV)	11
Tabelle 2:	Homogenbereiche nach VOB-Teil C	13
Tabelle 3:	Bodenklassen nach DIN 18 300 (alt)	14
Tabelle 4	Bodengruppen nach DIN 18 196	14
Tabelle 5	Bautechnische Eigenschaften der Lockergesteine	15

Tabelle 6	Mittlere bodenmechanische Kennwerte für die gewachsenen Böden und Auffüllungen (charakteristische Werte)	15
------------------	--	----

Anlagenverzeichnis

Anlage 1.1	Lageplan, M 1 : 500
Anlage 1.2	Querprofil, M 1 : 100
Sammelanlage 2	1 Zeichenerklärung 6 Schichtprofile (BK 1, BK 2, KRB 3 – 6) 12 Rammdiagramme (DPH 1 – 6 und DPH SP 1 – SP 6) Schichtenverzeichnisse der Fluhme & Sohn GmbH für BK 1 und BK 2 (4 Seiten) Kernansprache inkl. Kernfotos BK 1 und BK 2 (8 Seiten) Fotodokumentation der Schürfungen (9 Fotos)
Sammelanlage 3	Mischplan für chemische Analysen MP 1 – MP 11, MP 13 und, MP 14 (1 Seite) Analysedaten MP 1 - MP 11, MP 13, MP 14 (Prüfberichte, 37 Seiten) Auswertetabelle gemäß EBV (1 Seite)
Sammelanlage 4	Mischplan für bodenmechanische Laborversuche LMP 1 – LMP 4 (1 Seite) Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche (3 Seiten) Ergebnisse der einaxialen Druckversuche (6 Seiten)

1. Vorbemerkungen / Veranlassung

Die Stadt Dortmund, vertreten durch das Tiefbauamt/Fachbereich 66 plant den Neubau der Brücke „Lange Straße“ in Dortmund-West, die die Gleise der DB-Strecken 2801 und 2103 überspannt. Es handelt sich um eine Einfeldbrücke mit einem Überbau aus Stahl und einer Flachgründung der Widerlager an der West- und Ostseite der Gleisanlage. Da über die Baugrundverhältnisse und mögliche Schadstoffbelastungen im Untergrund keine Informationen vorliegen, erfolgte die Einschaltung der Ahlenberg Ingenieure GmbH.

Auf der Grundlage des Angebotes vom 12.07.2023 wurde die Ahlenberg Ingenieure GmbH im Rahmen einer beschränkten Ausschreibung von der Stadt Dortmund mit dem Ingenieurvertrag (Auftrags-Nr. F/91583) vom 23.11.2023 mit der Durchführung einer Baugrunderkundung und einer gründungs- und entsorgungstechnischen Beratung einschließlich der erforderlichen Deklarationsanalysen beauftragt.

Für die Bearbeitung wurden seitens der Stadt Dortmund folgende Unterlagen zur Verfügung gestellt:

- Luftbilder, Fotos
- Auszug aus Liegenschaftskataster
- alte Bauwerkspläne (Schnitte; Ansichten) aus dem Jahr 1960
- Pläne des Ersatzneubaus (Längsschnitt, Regelquerschnitt, Draufsicht), „*Ergebnis der Variantenentscheidung mit Stand vom 18.12.2023*“, erstellt von der bf Bockermann Fritze IngenieurConsult GmbH, 32130 Enger

Nach den aktuellen Planunterlagen soll die alte Brücke einschließlich der Widerlager (West- und Ostseite) und der Flügelwände sowie der alten, nicht mehr in Betrieb befindlichen, abgemauerten Unterführung an der Westseite der Brücke abgerissen und durch einen Neubau an gleicher Stelle ersetzt werden.

Die Auswertung der „*Arbeitskarte der potentiellen Methangasaustritte im Stadtgebiet Dortmund*“ (Stand: Februar 2000) hat ergeben, dass das Untersuchungsgebiet vollständig in der „Zone 3“ liegt, in der „*Austritte sehr wahrscheinlich*“ sind.

2. Felduntersuchungen

2.1 Allgemeines

Die Bohr- und Sondierarbeiten fanden im Zeitraum vom 19.02.2024 bis 05.03.2024 statt. Im Zeitraum der Felduntersuchungen herrschten feuchte, frostfreie Witterungsverhältnisse.

Zur Erkundung der Schichtenfolge und zur Gewinnung von Bodenproben für chemische Analysen und bodenmechanische Untersuchungen wurden von der Bohrfirma Fluhme & Sohn GmbH, Bergkamen insgesamt 2 Kernbohrungen (BK 1 und BK 2 mit Durchmesser 179 mm bzw. 146 mm, Tiefe 8,5 m und 8,3 m) sowie von der Ahlenberg Ingenieure GmbH 4 Kleinrammbohrungen (KRB 3 bis KRB 6, Tiefe 1,00 m bis 5,20 m) niedergebracht.

Parallel zu den Kernbohrungen und Kleinrammbohrungen wurden von der Ahlenberg Ingenieure GmbH Festigkeitsaufschlüsse mit der schweren Rammsonde (DPH 1 bis DPH 6, DPH 5 entfällt) niedergebracht. Hier wurden Sondiertiefen von 1,1 – 6,0 m erzielt.

Darüber hinaus erfolgten unmittelbar vor der westlichen Widerlagerwand 6 weitere schwere Rammsondierungen (DPH SP 1 bis DPH SP 6) zur Überprüfung, ob das westliche Widerlager vor dem Wandfuß noch einen ausladenden Sporn aufweist. Diese Sondierungen erreichten Tiefen von etwa 0,5 m bis 2,0 m (i. M. 0,9 m).

Außerdem wurden aus verschiedenen Schwarzdeckenbereichen aus der Fahrbahn (KRB 3 / 4 / 5 / 6) und auf der Brücke (BSD 1 und BSD 2 aus Radweg / SPG 1 aus Gehweg) sowie aus dem südlich verlaufenden Fuß- und Radweg (SP 1) insgesamt 6 Materialproben entnommen, um zu überprüfen, ob dieses „teerstämmig“ sind.

Die Lage der Bohr- und Sondieransatzpunkte sowie der Schwarzdeckenbeprobungen wurde in Abstimmung mit der Stadt Dortmund festgelegt und ist dem Lageplan, Anlage 1 zu entnehmen. Die Ergebnisse der beiden Kernbohrungen, der 4 Kleinrammbohrungen und der insgesamt 11 schweren Rammsondierungen sind in Form von Schichtprofilen und Rammdiagrammen in der Sammelanlage 2 dargestellt. Die zugehörige Zeichenerklärung ist ebenfalls beigelegt.

Die Sammelanlage 2 beinhaltet außerdem die Schichtenverzeichnisse der Fluhme & Sohn GmbH, die Kernansprache der Ahlenberg Ingenieure GmbH sowie eine Fotodokumentation der Bohrkerne.

Die Geländehöhen im Bereich der Bohr- und Sondieransatzpunkte wurden vom Labor-team der Ahlenberg Ingenieure GmbH eingemessen. Als Bezugspunkt diente ein Kanaldeckel in der „Lange Straße“, südwestlich von Haus-Nr. 153, dessen Höhe mit 90,23 m NHN recherchiert wurde. Die Lage des Bezugspunktes ist im Lageplan, Anlage 1 gesondert gekennzeichnet. Danach liegen die Geländehöhen an den Bohr- und Sondierpunkten direkt vor dem westlichen Widerlager (unterhalb der Brücke) bei etwa 84 m NHN und bei den Bohr- und Sondierpunkten auf Straßenniveau (Oberseite der Brücke) etwa zwischen 90,83 m NHN (KRB 6 auf der Westseite) und +91,25 m NHN (KRB 4 auf der Ostseite).

2.2 Ergebnisse der Bohrungen und Kleinrammbohrungen (Schichtenfolge)

Die Gleisanlagen der DB unterhalb der Brücke liegen in einem Einschnitt, d. h. hier erfolgte in der Vergangenheit ein groß angelegter Bodenabtrag für den Bau der Bahnstrecke. Die beiden Bohrungen BK 1 und BK 2 wurden vor dem westlichen Widerlager abgeteuft und geben die Baugrundverhältnisse ab der Sohle des Geländeeinschnittes wieder. Es ist davon auszugehen, dass vergleichbare Bodenverhältnisse auch im Bereich des östlichen Widerlagers vorliegen. Dort wurde wegen der erschwerten Zugänglichkeit und der Nähe zu den Gleisanlagen auf Erkundungsbohrungen verzichtet.

Ab Geländeoberkante wurden nur gering mächtige Auffüllungen (Dicke etwa 0,2 – 0,8 m) festgestellt. Es handelt sich dabei um heterogene steinig-sandige Auffüllungen aus Schotter, Ziegelschutt und stückigem Sandstein, der in der Vergangenheit offensichtlich zur Geländeprofilierung und Wegebefestigung dort aufgebracht wurden. Unmittelbar unterhalb der Auffüllungen folgt der Mergelstein, der an der Oberfläche bis in eine Tiefe von etwa 2,5 m schwach verwittert ist und in halbfester Zustandsform ansteht. Er konnte noch mit dem Einfachkernrohr durchbohrt werden. Darunter hat der Mergel bereits kompakte (harte) Zustandsform, die den Einsatz des Doppelkernrohres erforderlich machte. Bis zu den Endteufen bei 8,5 m bzw. 8,3 m ist der Mergel klüftig.

Die Untersuchungen im Bereich der Widerlager und Widerlagerhinterfüllung erfolgte vom Straßenniveau „Lange Straße“ aus, das etwa 7 – 8 m höher liegt als die Bohrebene für die Bohrungen BK 1 und BK 2. Zur Vermeidung einer vollständigen Sperrung der aktuell einspurigen Straßenführung mit Ampelanlage wurden die Ansatzpunkte der Kleinrammbohrungen gemäß Vorgabe der Stadt Dortmund in den südlichen Rad-/Fußwegbereich verlegt. Vorab wurden größere Suchschachtungen durchgeführt, um die Leitungslage vorab zu klären. Die Fotodokumentation zu den Schürfungen ist in der Sammelanlage 2 beigefügt.

Die beiden Kleinrammbohrungen KRB 3 und KRB 4 erfassen die Bodenverhältnisse im Bereich des Widerlagers Ost und die beiden Kleinrammbohrungen KRB 5 und KRB 6 die Bodenverhältnisse im Bereich des Widerlagers West. Bei allen Kleinrammbohrungen wurde ab Geländeoberkante zunächst die Schwarzdecke in einer Schichtdicke von etwa 0,13 m erbohrt. Darunter folgen bei allen Aufschlüssen heterogene Auffüllungen aus Bauschutt, Beton, Schlacke, Ziegel, Kiessand, Asche und Bergematerial. Diese Auffüllungen reichen bis in Tiefen von max. 3 m an der Ostseite und bis etwa 1,3 m an der Westseite der Brücke und können durchaus größere Steine und Blöcke enthalten (s. Fotodokumentation, Sammelanlage 2). Die beiden Kleinrammbohrungen KRB 4 und KRB 5 erreichen nur Tiefen von etwa 1 m, weil sie dort jeweils auf ein Rammhindernis aus Beton (vermutlich Widerlager) gestoßen sind (s. Fotodokumentation, Sammelanlage 2).

Die beiden Kleinrammbohrungen KRB 3 und KRB 6 liegen weiter entfernt von den vorderen Widerlagerwänden und konnten bis zum Schichtbeginn des festen Mergels in 8,5 m bzw. 8,3 m Tiefe niedergebracht werden.

Bei der Kleinrammbohrung KRB 3 am Widerlager Ost folgt unterhalb der beschriebenen heterogenen Auffüllungen eine weitere schluffige Auffüllung mit eingelagerten Bauschutt-/Ziegelanteilen, die bis etwa 4,10 m unter Geländeoberfläche reicht. Dort erfolgt der Übergang zum gewachsenen Schluff, der hier als tonig, feinsandig angesprochen wurde. Ab einer Tiefe von 4,6 m steht der Mergel (hier verwitterter Grün-sandmergel) an. Ab einer Tiefe von 5,10 m hat er feste Zustandsform, so dass die Kleinrammbohrung aufgrund der Festigkeit beendet werden musste.

Auch bei der Kleinrammbohrung KRB 6 am Widerlager West weist unterhalb der heterogenen Auffüllungen bis in eine Tiefe von etwa 1,7 m noch schluffige Auffüllungen mit eingelagerten Ziegel- und Schlackeanteilen auf, bevor der Übergang zum gewachsenen tonig-feinsandigen Schluff ansteht. Ab einer Tiefe von 5 m unter Geländeoberkante wurde auch hier der verwitterte Grünsandmergel erreicht, der ab einer Tiefe von etwa 5,2 m feste Zustandsform aufweist und deshalb nicht mehr mit der Kleinrammbohrung aufgeschlossen werden konnte.

2.3 Ergebnisse der Rammsondierungen (Eindringwiderstände)

Die beiden schweren Rammsondierungen DPH 1 und DPH 2, die parallel zu den Bohrungen unterhalb der Brücke niedergebracht wurden, erreichen nur Tiefen von 1,5 m bzw. 1,6 m. Sie mussten aufgrund der hohen Eindringwiderstände bei Schlagzahlen von $N_{10} > 100$ mangels weiteren Rammfortschrittes beendet werden. In diesen Tiefen ist von gesteinsfester Zustandsform des Mergelsteins auszugehen. Das deckt sich etwa mit den Erkenntnissen aus den Bohrungen BK 1 und BK 2. Die dort anstehenden Auffüllungen können als mitteldicht bis dicht gelagert eingestuft werden.

Die ebenfalls unterhalb der Brücke direkt vor der westlichen Widerlagerwand durchgeführten schweren Rammsondierungen DPH SP 1 bis DPH SP 6 zur Überprüfung, ob dort ein ausragender Sporn vorhanden ist, erreichen Tiefen von i. M 0,9 m. Die Beobachtungen beim Rammen ergaben keine Hinweise auf Betonhindernisse (kein „Springen“ des Rammgewichtes), so dass die Existenz eines Spornes nicht nachgewiesen werden konnte. Die Endteufen der schweren Rammsondierungen sind auf das Erreichen des festen Mergels zurückzuführen.

Bei den schweren Rammsondierungen im Straßenbereich fehlen auf dem ersten Meter die Eintragungen in den Rammdiagrammen. Dies ist auf die Vorschachtungen zur Leitungssuche zurückzuführen. Die Rammsondierungen erfassen erst die Verhältnisse ab Vorschachtungssohle. Die Rammsondierung DPH 5 wurde nicht ausgeführt, da der Beton bei der Vorschachtung bereits sichtbar war. Auch die DPH 4 konnte nicht tief abgeteuft werden und endet nach 0,1 m unter Vorschachtungssohle auf einem Hindernis.

Die beiden Rammsondierungen KRB 3 (Ostseite) und KRB 6 (Westseite) erreichen Tiefen von etwa 6 m, bevor die Festigkeit des Mergels ein weiteres Eindringen verhindert. Bei Schlagzahlen von $N_{10} > 100$ wurden die Sondierungen im festen Mergel beendet. Die an der Ostseite anstehenden Auffüllungen sind bis in eine Tiefe von etwa 1,5 m noch dicht gelagert. Darunter ist von lockerer Lagerung auszugehen. Die schluffigen Auffüllungen und der gewachsene Schluff stehen in weicher Zustandsform an. Mit Erreichen des verwitterten Grünsandmergel steigen die Schlagzahlen deutlich an. Hier ist von steifer bis halbfester Konsistenz auszugehen. Mit zunehmender Tiefe überwiegt dann die feste Zustandsform. An der Westseite sind vergleichbare Verhältnisse erkundet worden.

3. Grundwasser

Im Zuge der Sondierarbeiten im Zeitraum Februar/März 2024 wurde weder bei den Bohrungen noch bei den Kleinrammbohrungen Grundwasser angetroffen. Da die Gleisanlagen der DB deutlich in das Urgelände einschneiden und dort vermutlich gleisparallel eine entsprechende Entwässerung erfolgt, wird sich über die Jahrzehnte des Bahnbetriebes eine permanente Grundwasserabsenkung eingestellt haben, so dass dauerhaft davon auszugehen ist, dass Grundwasser hier nicht relevant sein wird.

Ein zusammenhängender Grundwasserspiegel ist erst in größeren Tiefen innerhalb des Kluftsystems des Kreidemergels zu erwarten. Die Grundwasserverhältnisse im Dortmunder Innenstadtgebiet sind stark von großräumigen Langzeitabsenkungen u. a. des Bergbaus beeinflusst. Langzeitmessungen von Grundwasserständen, aus denen der Schwankungsbereich hervorgeht, liegen der Ahlenberg Ingenieure GmbH für den Untersuchungsbereich nicht vor.

In niederschlagsreichen Perioden können sich temporär innerhalb der Auffüllungen und quartären Deckschichten lokal Stau- und Schichtwasserhorizonte bilden.

4. Chemische Analysen

Unter Berücksichtigung der festgestellten Schichtenfolge und der örtlichen Situation wurden die entnommenen Boden- und Materialproben aus den einzelnen Schichten gemäß Mischplan in Sammelanlage 3 für die chemischen Analysen zu insgesamt 13 Mischproben (MP 1 bis MP 14, Mischprobe MP 12 entfällt) zusammengefasst.

Die Mischproben MP 1 bis MP 6 bestehen ausschließlich aus Schwarzdeckenmaterial, das an verschiedenen Stellen entnommen wurde (s. Mischplan). Die Mischprobe MP 7 repräsentiert das Auffüllungs-/Tragschichtmaterial aus dem Bereich unterhalb der Brücke. Die Mischproben MP 8 bis MP 10 stammen aus dem mit den Bohrungen BK 1 und BK 2 gewonnenen Mergelstein. Die Mischprobe MP 11 repräsentiert die Widerlagerhinterfüllung an der Ostseite und die Mischprobe MP 13 die Widerlagerhinterfüllung an der Westseite. Die ursprünglich vorgesehene Mischprobe MP 12 musste entfallen, da die Probenmenge für das geplante Analysenprogramm zu gering war. Das Material wurde mit in die Mischprobe MP 14 integriert, die die schluffigen Auffüllungen, den gewachsenen Schluff und den verwitterten Grünsandmergel sowohl von Ostseite als auch von der Westseite erfasst.

Die Mischproben MP 1 bis MP 14 (MP 12 entfällt, s. o.) wurden der AGROLAB Umwelt GmbH in Kiel zwecks Durchführung der chemischen Analysen überstellt. Die Schwarzdeckenproben MP 1 bis MP 6 wurden hinsichtlich PAK-Gehalt und Phenolindex untersucht. Der Untersuchungsumfang der Mischproben MP 1, MP 11 und MP 13 entspricht dem Parameterkatalog der EBV für die Materialwerte BM-F0*-F3 inkl. TOC_{konv.} und Schütteleluat. Für die anderen Mischproben MP 8, MP 9, MP 10, MP 14 gilt die Parameterliste gemäß EBV für die Materialwerte BM-0*.

Die Ergebnisse der chemischen Analysen der vorgenannten Proben sind in tabellarischer Form der Sammelanlage 3 zu entnehmen. Eine Übersicht gibt auch die Auswertetabelle in Sammelanlage 3.

Bei den untersuchten Schwarzdeckenproben MP 1 bis MP 6 ergeben sich mit 1,65 mg/kg bis 17 mg/kg (alle <25 mg/kg) nur geringe Befunde für PAK und Phenolindex (alle <0,010 mg/l), so dass auf ein bitumenstämmiges Bindemittel (nicht teerhaltig)

geschlossen werden kann. Nach RuVStB01 ergibt sich die Verwertungsklasse A (Heißverwertung im Asphaltmischwerk).

Die Analysedaten der Mischproben MP 7 bis MP 14 wurden gemäß Ersatzbaustoffverordnung (EBV 2021) ausgewertet. Die jeweils ermittelten Zuordnungen zu den Materialklassen können der Auswertetabelle in der Sammelanlage 3 und der nachfolgenden Tabelle entnommen werden:

Tabelle 1: Materialklassen gemäß Ersatzbaustoffverordnung (EBV)

Mischprobe/ Einzelprobe	Ansprache	Materialklasse gemäß EBV
MP 7	Auffüllungs- /Tragschichtmaterial unterhalb der Brücke	BM-F0*
MP 8	verwitterter Mergelstein (zerbohrt)	BM-0*
MP 9	klüftiger Mergel	BM-0*
MP 10	klüftiger Mergel	BM-F1 (BM-0*) ¹⁾
MP 11	Widerlagerhinterfüllung Ostseite	BM-F3 [Pb, PAK]
MP 13	Widerlagerhinterfüllung Westseite	>BM-F3 [PAK]
MP 14	schluffige Auffüllungen, Schluff, verwitterter Mergel Ost- und Westseite	BM-F3 (BM-F0*) ¹⁾

[] = einstufigsrelevante Parameter

1) = ohne Berücksichtigung des pH-Wertes und elektrischer Leitfähigkeit

Die Ergebnisse der Beprobung gemäß EBV zeigen, dass die Mischproben MP 11 und MP 13 mäßige bis deutliche Anreicherungen an Blei und PAK aufweisen. Danach kommt für diese Auffüllungen nur eine Entsorgung auf einer Deponie in Betracht.

Zur Bestimmung der maßgebenden Deponieklasse sind zu gegebener Zeit die entsprechenden Deklarationsanalysen für die o. g. Auffüllungen zu veranlassen. In der Regel

werden Analysebefunde, die älter als 6 Monate von der annehmenden Stelle nicht mehr anerkannt. Aufgrund der erhöhten TOC-Befunde sollten zusätzlich auch die Parameter Brennwert (H_0) , Atmungsaktivität (AT_4) und Gasbildungsrate (GB_{21}) bestimmt werden. Diese Beprobungen können zu Beginn der Bautätigkeiten mittels Schürfungen zur aktuellen Probengewinnung erfolgen.

Alle anderen Proben zeigen keine nennenswerten Belastungen und können uneingeschränkt verwertet werden.

5. Bodenmechanische Laborversuche

Zur Beurteilung der bodenmechanischen Eigenschaften der angetroffenen gewachsenen Böden wurden ausgewählte Bodenproben (Einzelproben) zu insgesamt 4 repräsentativen Labormischproben (LMP 1 bis LMP 4) zusammengefasst. Die Mischprobenbildung ist aus dem Mischplan, Anlage 4 ersichtlich.

An den o. g. Labormischproben wurden im bodenmechanischen Labor der Ahlenberg Ingenieure GmbH folgende Versuche durchgeführt:

- Bestimmung der Korngrößenverteilung gemäß DIN 18300
- Bestimmung des Wassergehaltes gemäß DIN 18121
- Bestimmung der Konsistenzgrenzen gemäß DIN 18122 (nur bei LMP 3 / 4)

Die Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche sind in Form von Körnungslinien, Plastizitätsdiagrammen und Tabellen in der Sammelanlage 4 zusammengestellt.

Außerdem wurden aus den Bohrkernen der Bohrungen BK 1 und BK 2 insgesamt 6 repräsentative Kernstücke aus unterschiedlichen Tiefen für folgende Versuche ausgewählt:

- Bestimmung der einaxialen Druckfestigkeit (durch MESY Solexperts GmbH)

Die Versuchsergebnisse sind in grafischer Form in der Sammelanlage 4 zusammengestellt.

6. Bodenkennwerte / Homogenbereiche

Im Untersuchungsbereich wurden die folgenden unterscheidbaren Auffüllungen / Hauptbodenarten angetroffen:

- Auffüllungs-/Tragschichtmaterialien (unterhalb der Brücke)
- heterogene Auffüllungen als Widerlagerhinterfüllung (Bauschutt, Ziegel, Beton, Asche, Bergematerial, Schlacke)
- schluffige Auffüllungen mit mineralischen Fremdanteilen
- gewachsener Schluff
- verwitterter Mergelstein und Grünsandmergel
- gesteinsfester Mergelstein

Die aufgeschlossenen Auffüllungen und Böden lassen sich aufgrund der bodenmechanischen Ansprache und nach den Ergebnissen der bodenmechanischen Laborversuche gemäß VOB-C, DIN 18300 und DIN 18301 in folgende Homogenbereiche einteilen:

Tabelle 2: Homogenbereiche nach VOB-Teil C

Nr.	Bodenart	DIN 18300	DIN 18300	DIN 18301
		Erdarbeiten -lösen-	Erdarbeiten -einbauen-	Bohrarbeiten
1	Auffüllungs- / Tragschichtmaterial (unterhalb der Brücke)	LOES-A	EIN-A	BOHR-A
2	heterogene Auffüllungen (Bauschutt, Ziegel, Beton, Asche, Bergematerial, Schlacke)	LOES-A	Wiedereinbau nicht zulässig	BOHR-A
3	schluffige Auffüllungen mit Fremdanteilen	LOES-B	EIN-B	BOHR-B
4	gewachsener Schluff	LOES-B	EIN-B	BOHR-B
5	verwitterter Mergelstein und Grünsandmergel	LOES-C	EIN-C	BOHR-C
6	gesteinsfester Mergelstein	LOES-D	EIN-D	BOHR-D

Da die Auffüllungen der Widerlagerhinterfüllung auch Bauwerksreste und/oder grobstückige Partien enthalten können, sollte das Lösen von Mauerwerk und Beton (bewehrt und unbewehrt) und das Beseitigen von grobstückigen Auffüllungen und Hindernissen in der Ausschreibung in gesonderten Positionen berücksichtigt werden.

Die aufgeschlossenen Auffüllungen und Böden sind nach DIN 18 300 (alt) und DIN 18 196 in folgende Bodenklassen bzw. Bodengruppen einzuordnen:

Tabelle 3: Bodenklassen nach DIN 18 300 (alt)

Bodenart	Bodenklasse nach DIN 18 300	Bezeichnung
Auffüllungs- /Tragschichtmaterial (unterhalb der Brücke)	3 - 5	mittelschwer bis schwer lösbare Bodenarten
heterogene Auffüllungen (Bauschutt, Ziegel, Beton, Asche, Bergematerial, Schlacke)	3 – 5 ¹⁾	mittelschwer bis schwer lösbare Bodenarten
schluffige Auffüllungen mit Fremdanteilen	4 - 5 ²⁾	mittelschwer bis schwer lösbare Bodenarten
gewachsener Schluff	4 - 5 ²⁾	mittelschwer bis schwer lösbare Bodenarten
verwitterter Mergelstein und Grünsandmergel	6 / 7	leicht lösbarer Fels und vergleichbare Bodenarten / schwer lösbarer Fels
gesteinsfester Mergelstein	7	schwer lösbarer Fels

- 1) Die Einstufung gilt nicht für den Aufbruch und das Lösen der Straßenbefestigung oder den Abbruch alter Bauwerke oder den Abtrag und das Lösen verfestigter Partien. Lokal kann auch Meißeleinsatz erforderlich werden.
- 2) Auf die Wasser- und Bewegungsempfindlichkeit dieser Böden ist besonders hinzuweisen. Beim Aushub unterhalb des Grundwasserspiegels bzw. in wassergesättigtem Zustand können die Merkmale der Bodenklasse 2 (fließende Boden-arten) zutreffen.

Tabelle 4 Bodengruppen nach DIN 18 196

Bodenart	Bodengruppe nach DIN 18 196
Auffüllungs- /Tragschichtmaterial (unterhalb der Brücke)	A, [GW - GI]
heterogene Auffüllungen (Bauschutt, Ziegel, Beton, Asche, Bergematerial, Schlacke)	A, [GW - GI]
schluffige Auffüllungen mit Fremdanteilen	A, [ST - SU, UL – UM]
gewachsener Schluff	ST - SU, UL - UM
verwitterter Mergelstein und Grünsandmergel	TL, UM
gesteinsfester Mergelstein	kein Boden, sondern Fels

Tabelle 5 Bautechnische Eigenschaften der Lockergesteine

Nr.	Bodenart	Verdichtbarkeits- klasse nach ZTV-A	Frostempfindlichkeits- klasse nach ZTV-E
1	Auffüllungs- /Tragschichtmaterial (unterhalb der Brücke)	V1	F1
2	heterogene Auffüllungen (Bauschutt, Ziegel, Beton, Asche, Bergematerial, Schlacke)	V1 – V2	F1
3	schluffige Auffüllungen mit Fremdanteilen	V2 – V3	F3
4	gewachsener Schluff	V2 – V3	F3
5	verwitterter Mergelstein und Grünsand- mergel	V2 – V3	F3

In der Tabelle bedeutet:

F1 / V1 nicht frostempfindlich / gute Verdichtungsfähigkeit

F2 / V2 gering bis mittel frostempfindlich / mittlere Verdichtungsfähigkeit

F3 / V3 sehr frostempfindlich / geringe Verdichtungsfähigkeit

Auf der Grundlage der durchgeführten bodenmechanischen Feld- und Laborversuche sowie der Erfahrungen der Ahlenberg Ingenieure GmbH lassen sich die bodenmechanischen Kennwerte wie folgt angeben:

Tabelle 6 Mittlere bodenmechanische Kennwerte für die gewachsenen Böden und Auffüllungen (charakteristische Werte)

Bodenart	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ' [°]	c' [kN/m ²]	E_s [kN/m ²]
Auffüllungs- /Tragschicht- material (unterhalb der Brücke)	21	11	30 ¹⁾	-	k. A.
heterogene Auffüllungen (Bauschutt, Ziegel, Beton, Asche, Bergematerial, Schlacke)	21	11	30 ¹⁾	-	k. A.
schluffige Auffüllungen mit Fremdanteilen	19 - 20	10 - 11	25 – 27,5	10 - 5	5 - 10
gewachsener Schluff	19 - 20	10 - 11	25 – 27,5	10 - 5	(weich) 10 - 15 (steif) 15 - 25
verwitterter Mergelstein und Grünsandmergel	21	11	27,5 -30	10	40 - 60
gesteinsfester Mergelstein	21 - 22	11 - 12	35 ¹⁾	-	> 150

In der Tabelle 1 bedeuten:

 γ / γ'
 ϕ'
 c'
 E_s
¹⁾

k. A.

= Wichte des feuchten Bodens / unter Auftrieb

= Reibungswinkel des dränierten Bodens

= Kohäsion des dränierten Bodens

= Steifemodul

= Ersatzreibungswinkel aus Reibung und Kohäsion

= keine Angaben möglich

Die Beurteilung der Wasserdurchlässigkeit der anstehenden Böden erfolgt auf Grundlage der Feldansprache, der Laborversuchsergebnisse und der Erfahrungen der Ahlenberg Ingenieure GmbH. Für die im Baubereich anstehenden Schluffe und für den verwitterten Mergelstein bzw. Grünsandmergel lassen sich anhand der ermittelten Korngrößenverteilungen Durchlässigkeitsbeiwerte von $k_f = 10^{-7} - 10^{-8}$ m/s angeben. Nach DIN 18 130 sind diese Böden als „schwach durchlässig“ bis „sehr schwach durchlässig“ einzustufen.

Für die Auffüllungen lassen sich aufgrund der heterogenen Zusammensetzung keine verbindlichen Durchlässigkeitsbeiwerte angeben.

7. Entsorgungstechnische Hinweise / Arbeitsschutz

Aufgrund des geplanten Rückbaus der alten Widerlager, fallen voraussichtlich alle Aushubmassen als Überschussmassen an, die extern zu entsorgen sind. Ein Bodenbedarf für den Wiedereinbau ist derzeit nicht zu erkennen. Die Bausubstanz der alten Brückenwiderlager ist nicht Gegenstand dieser Bearbeitung. Für den Rückbau sind gesonderte Bauschadstoffuntersuchungen einschl. Entsorgungskonzept zu veranlassen.

Die Schwarzdecke ist mit Beginn der Erd- und Rückbauarbeiten gesondert abzutragen und gemäß der Deklaration (bitumenstämmiges Material, Verwertungsklasse A gem. RuVASTb01, Heißverwertung im Asphaltmischwerk) zu verwerten.

Im Zuge der Erd-/Rückbauarbeiten muss beim Abtrag der Auffüllungen und Aushubböden unter Berücksichtigung der vorgenannten Befunde eine entsprechende Abgrenzung und Separierung der unterschiedlich belasteten Chargen erfolgen. Ggf. werden objektbezogen weitere Untersuchungen zur genaueren Abgrenzung und Klassifizierung erforderlich. Dies gilt insbesondere im Zusammenhang mit einer erforderlichen Depositionierung, die eine aktuelle Deklarationsanalyse erfordert (nicht älter als 6 Monate).

Bei der Entsorgung (Verwertung/Beseitigung) von Aushubmassen sind die o. g. Einstufungen zu berücksichtigen, d. h. die vorgesehenen Entsorgungsstellen müssen eine entsprechende Zulassung für die Annahme besitzen. Der Verbleib und die Mengen sind durch entsprechende Begleitscheine und Dokumentationen zu belegen. Hierzu

sollte zu gegebener Zeit, wenn die Planung konkretisiert wird, ein Bodenmanagementkonzept – ggf. in Abstimmung mit dem Rückbau-/Entsorgungskonzept für den Brückentrückbau – erstellt werden.

Hinsichtlich besonderer Arbeitsschutzmaßnahmen ist aus erdbautechnischer Sicht darauf hinzuweisen, dass der Direktkontakt und die inhalative Aufnahme von Staubpartikeln vermieden werden müssen. Grundsätzlich gilt, dass bei allen Erd- und Rückbauarbeiten - insbesondere im innerstädtischen Bereich - unnötige Staubbildungen zu unterbinden sind. Zu gegebener Zeit sind entsprechende Arbeits- und Sicherheitspläne zu erstellen.

8. Gründungs- und planungsbezogene Handlungsempfehlungen

8.1 Baugrubenverbau und Gebäudesicherungen

Über die erforderliche Größe der Baugruben für den Rückbau der alten Widerlager und den Bau der neuen Widerlager liegen derzeit noch keine konkreten Informationen vor. An der Ostseite liegen Haus-Nr. 149 und Haus-Nr. 147 und an der Westseite Haus-Nr. 153 im möglichen Einflussbereich der Baugruben. Es werden deshalb zunächst allgemeine Hinweise zu diesem Thema gegeben. Die Vorgaben und Hinweise der DIN 4124 „*Baugruben und Gräben, Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau*“ sind zu beachten.

Hier werden ggf. Sicherungsmaßnahmen für die angrenzenden Bestandsgebäude erforderlich, da der Aushub für die Widerlager tiefer reicht als die Gründungen der bestehenden Gebäude. Für die Sicherung der angrenzenden Nachbarbebauung eignen sich grundsätzlich Unterfangungen, die entweder konventionell gemäß DIN 4123 „*Gebäudesicherung im Bereich von Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen*“ oder mittels Düsenstrahlverfahren (Hochdruckinjektion) herzustellen sind. Es müssen Unterfangungskörper dimensioniert und hergestellt werden, die die Bauwerkslasten kraftschlüssig bis in tiefere Horizonte leiten können. Zur Überprüfung der Gründungsverhältnisse der Altbebauung wird die rechtzeitige Durchführung von entsprechenden Suchschachtungen empfohlen.

Als Baugrubenverbau kommen hier ein Trägerbohlwandverbaue mit Holz- und/oder Spritzbetonausfachung in Betracht. In Abhängigkeit von den statischen Erfordernissen

können Rückverankerungen erforderlich werden. Es ist nicht auszuschließen, dass die erforderlichen Rückverankerungen bis in angrenzende Nachbargrundstücke reichen. Dies ist hinsichtlich liegenschaftlicher Belange und möglicher Restriktionen aus vorhandener unterirdischer Infrastruktur (z. B. Leitungen, Kanäle, Unterkellerungen etc.) zu untersuchen. Dies gilt sinngemäß auch für erforderliche Unterfangungskörper unterhalb von Gebäuden.

Im Vorfeld der Verbauherstellung muss die Kampfmittelfreiheit im Verbau- und Unterfangungsbereich untersucht werden. Beim Trägerbohlwandverbau ist mindestens jeder Trägerstandort (Trägerabstand etwa 2 m) vorab zu detektieren. Auch die Bereiche der Rückverankerung und Unterfangung müssen hinsichtlich Kampfmittelfreiheit detektiert werden.

Sofern Baugrubenbereiche in geböschter Form hergestellt werden sollen bzw. können, ist dabei ein Böschungswinkel von $\beta \leq 45^\circ$ einzuhalten. Ggf. sind Zwischenbermen anzulegen und Standsicherheitsnachweise gemäß DIN 4084 „*Gelände- und Böschungsbruchberechnungen*“ durchzuführen.

Wenn zu diesen Themen der entsprechende Planungsstand erreicht ist und weiterer Beratungsbedarf besteht, bitten wir um Benachrichtigung, damit die diesbezüglich bereits beauftragten Beratungsleistungen in Zusammenarbeit mit dem Planer erbracht werden können.

8.2 Gründung der Widerlager

Die neue Brücke soll mit einem einfeldrigen Überbau auf neuen Widerlagern am gleichen Standort wie die alte Brücke errichtet werden. Die neuen Widerlager sind nach den vorliegenden Planunterlagen als flach gegründete Stahlbetonbauwerke konzipiert, wobei die Gründungsebenen in Höhe der Kote +81,20 m NHN angeordnet werden sollen. Konkrete Lastangaben liegen der Ahlenberg Ingenieure GmbH derzeit noch nicht vor.

Die o. g. Gründungssohle ist in den Schichtprofilen BK 1 und BK 2 (s. Sammelanlage 2) dargestellt, um einen Höhenbezug zur Baugrundsichtung zu ermöglichen. Danach liegt

die geplante Gründungssohle vollständig im gesteinsfesten Mergelstein, der einen sehr guten Baugrund darstellt.

Für den gesteinsfesten Mergelstein kann ein Bemessungswert des Sohlwiderstandes von $\sigma_{R,d} = 800 - 900 \text{ kN/m}^2$ (**nicht** zulässige Bodenpressung) angegeben werden. Voraussetzung für den Ansatz des Bemessungswertes ist eine ordnungsgemäße Herstellung der Gründungsebenen. Vor dem Aufbringen des Unterbetons ist die Sohle „besenrein“ herzustellen, d. h. alle aufgeweichten bzw. aufgelockerten Partien sind vollständig zu entfernen (z. B. Abblasen mit Druckluft).

Bei den Ausschachtungsarbeiten wird sich aufgrund der Klüftigkeit des Mergelsteins keine vollständig ebene Gründungssohle herstellen lassen. Ein gewisser geologischer Mehrausbruch im Dezimeterbereich ist einzuplanen. Unebenheiten sind mit Tragschichtmaterial oder Unterbeton auszugleichen. Das Tragschichtmaterial ist lagenweise mit Verdichtung einzubauen, wobei ein Verdichtungsgrad von $D_{PR} \geq 0,98$ einzuhalten ist. Als Tragschichtmaterial ist ein tragfähiges, verdichtungsfähiges und umweltverträgliches Tragschichtmaterial (z. B. Mineralgemisch 0/45 mm) lagenweise einzubauen und zu verdichten. Über die gesamte Einbauhöhe muss ein Verdichtungsgrad von $D_{PR} \geq 0,98$ erzielt und nachgewiesen werden. Auf dem ordnungsgemäß hergestellten Schotterplanum kann eine Bettungsziffer von $25 - 30 \text{ MN/m}^3$ in Ansatz gebracht werden.

Das Freilegen der Gründungssohlen und das Andecken mit Tragschichtmaterial bzw. Unterbeton muss sukzessive, d. h. Zug um Zug erfolgen, um das Planum vor Witterungs- und Baustelleneinflüssen zu schützen. Längere Standzeiten des ungeschützten Planums sowie Bodenabtrag und Tragschichteinbau bei starken Niederschlägen sind zu vermeiden, da der Kreidemergel an seiner Oberfläche wasser- und bewegungsempfindlich ist und bei gleichzeitiger Einwirkung von Wasser (Niederschlagswasser / Oberflächenwasser / Grundwasser) und dynamischer Beanspruchung (z. B. Befahren des Planums mit Baufahrzeugen) sehr schnell aufweichen und seine Tragfähigkeit verlieren kann.

Bauzeitlich ist die Baugrubensohle durch eine offene Wasserhaltung (Gräben, Pumpensumpf, Tauchpumpe) so zu entwässern, dass es nicht zu Stauwasseransammlungen auf der Sohle kommt.

Weitere Einzelheiten zur Gründung müssen zu gegebener Zeit, wenn die Planungen hinsichtlich Konstruktion, höhenmäßiger Anordnung und Bauwerkslasten weiter konkretisiert wurden, gemeinsam mit dem Statiker festgelegt werden. Ggf. müssen detaillierte Berechnungen zur Ermittlung möglicher Setzungsdifferenzen durchgeführt werden.

9. Allgemeine Hinweise zur Bauausführung

Bei den Ausschachtungsarbeiten sind die Hinweise und Auflagen der DIN 4123 (Gebäudesicherung im Bereich von Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen) und der DIN 4124 (Baugruben und Gräben, Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau) zu beachten.

Innerhalb der anstehenden sind Böschungswinkel von $\beta \leq 45^\circ$ vorzusehen.

Wenn der Einbau von Recycling-Baustoffen erwogen wird, ist vorab mit der zuständigen Unteren Wasserbehörde der Stadt Dortmund abzuklären, ob dies grundsätzlich in dem Baubereich zulässig ist.

Spätere Arbeitsraumverfüllungen müssen lagenweise mit Verdichtung erfolgen, wobei der Verdichtungsgrad mindestens $D_{pr} \geq 0,98$ betragen sollte. Im Bereich späterer befestigter Verkehrs-/Parkflächen sind für den Aufbau die Hinweise der ZTVE zu beachten.

Der Einsatz von Großgeräten zur Verbauherstellung erfordert entsprechend standfeste Arbeitsebenen. Hierzu stehen grundsätzlich die befestigten Schwarzdeckenflächen der Straße zur Verfügung. Im Bereich der Verbauachsen müssen allerdings die Oberflächenbefestigungen beseitigt werden, damit sie bei der folgenden Verbauherstellung kein Bohrhindernis darstellen.

Bei der Wahl des Bohrverfahrens für den Verbau ist zu berücksichtigen, dass lokal auch verfestigte Schlacken, Bauschutthorizonte und alte unterirdische Bauwerksreste durchbohrt werden müssen.

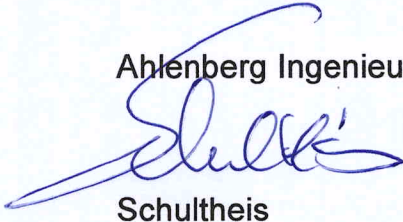
Die Auflagen und Hinweise der zuständigen Ordnungsbehörden hinsichtlich der Kampfmittelbelange bei den erdeingreifenden Arbeiten sind zu beachten.

Hinsichtlich bergbaulicher Belange sind entsprechende Informationen bei der Bezirksregierung, Abteilung Bergbau und Energie einzuholen.

Weitere Festlegungen/Abgrenzungen können im Zuge einer gutachterlichen, geotechnischen Begleitung der Arbeiten (z. B. Überwachung der Verbauherstellung, Abnahme von Gründungssohlen, Begutachtung von Aushubmaterial, Verdichtungskontrollen etc.) vorgenommen werden.

Sollten sich im Zuge der weiteren Planungsphasen aktuelle Fragestellungen oder Planungsänderungen ergeben, bitten wir um Benachrichtigung.

Ahlenberg Ingenieure GmbH



Schultheis

Verteiler Stadt Dortmund, Tiefbauamt, Herr Felix Schmidt, digital im pdf-Format
Bockermann Fritze GmbH, Frau Nicolas, digital im pdf-Format