

Ahlenberg Ingenieure GmbH · Am Ossenbrink 40 · 58313 Herdecke

AGG Abwassergesellschaft
Gelsenkirchen mbH
Willy-Brandt-Allee 26
45891 Gelsenkirchen

Sachbearbeiter: Herr Deutsch
Durchwahl: 02330/8009-26
Fax-Nr.: 02330/8009-80
E-Mail: deutsch@ahlenberg.de

Datum: 08. Februar 2024
Kürzel: Scu/Deu.g26
Bearb.-Nr.: B7/18771

Im Schriftwechsel bitte Bearb.-Nr. angeben!

Jahresvertrag Baugrunduntersuchungen 2021

**Kanalerneuerung
Robert-Schmidt-Straße
in 45884 Gelsenkirchen**

**- Baugrunduntersuchung, Deklarationsanalysen, gründungs-
und entsorgungstechnische Beurteilung –**

Planungsstand Februar 2024

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Veranlassung	4
2. Verwendete Unterlagen	4
3. Felduntersuchungen	5
4. Schichtenfolge / Eindringwiderstände	5
5. Grundwasser	6
6. Bodenmechanische Kennwerte und Bodenklassen	7
6.1 Bodenmechanische Laborversuche	7
6.2 Bodenmechanische Kennwerte	8
6.3 Bodenklassen / Bodengruppen	9
6.4 Homogenbereiche	9
7. Chemische Analysen	10
8. Geotechnische Beratung	13
8.1 Allgemeines	13
8.2 Verlegung der Rohrleitung in offener Bauweise	14
8.3 Erdarbeiten	15
8.4 Grundwasserabsenkung / Wasserhaltung	16
8.5 Angaben zum Arbeitsschutz	17
8.6 Allgemeine erdbautechnische Hinweise	18
9. Sonstige Hinweise / Empfehlungen	18

Tabellenverzeichnis

	Seite
Tabelle 1 Konsistenzen / Lagerungsdichten der Bodenarten	6
Tabelle 2 Durch Sondierarbeiten festgestelltes Grund- bzw. Schichtwasser	7
Tabelle 3 Mittlere bodenmechanische Kennwerte (charakteristische Werte)	8
Tabelle 4 Bodenklassen nach DIN 18300 (09/2012) / Bodengruppen DIN 18196	9
Tabelle 5 Bautechnische Eigenschaften der Lockergesteine	9
Tabelle 6 Homogenbereiche nach VOB-Teil C	10
Tabelle 7 Materialwerte gemäß EBV (2021)	11

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Lageplan, Maßstab 1 : 500
Sammelanlage 2	2 Längsschnitte, Maßstab 1 : 500 bzw. 1 : 100
Sammelanlage 3	8 Schichtprofile und 8 Rammdiagramme mit Zeichen- erklärung, Maßstab 1 : 50
Sammelanlage 4	Mischplan LMP 1 bis LMP 4 (1 Seite), 4 Körnungslinien, 2 Plastizitätsdiagramme
Sammelanlage 5	Mischplan (1 Seite) und Analysedaten EP 1 bis EP 8 sowie MP 1 bis MP 8 (60 Seiten), Agrolab Umwelt GmbH, Kiel, Auswertetabelle EBV 2021, Auswertetabelle DepV 2013

1. Veranlassung

In dem 1. Bauabschnitt der Robert-Schmidt-Straße zwischen Grüner Weg und der Schemannstraße, Gemarkung Rotthausen in 45884 Gelsenkirchen ist der Neubau von Entwässerungskanälen geplant. Zur Unterstützung der weiteren Planungen soll eine Baugrunduntersuchung zur Feststellung der Untergrundverhältnisse einschließlich chemischer Deklarationsanalysen im geplanten Baubereich durchgeführt werden.

Die Ahlenberg Ingenieure GmbH wurde von der AGG mbH auf der Grundlage des Wertkontraktes Nr. 4600001550 vom 16.01.2018 (und Verlängerung von 12/2021) mit dem Bestellungsschreiben Nr. 4500681946 vom 23.08.2023 mit der Baugrunduntersuchung im Bereich der geplanten Kanalerneuerungen beauftragt.

Für die Bearbeitung wurde seitens der AGG mbH ein Lageplan zur Verfügung gestellt, aus dem die Lage der geplanten Kanäle ersichtlich ist. Zusätzlich gibt ein Längsschnitt Auskunft zur Tiefenlage der neuen Kanäle.

Der Planunterlage ist zu entnehmen, dass die maximale Länge der Kanäle in der Robert-Schmidt-Straße, aufgeteilt auf 6 Haltungen zwischen den Schächten M1 und M7, ca. 252 m beträgt. Die Tiefenlage der Kanäle liegt zwischen ca. 2,54 m im mittleren und ca. 2,94 m im südwestlichen Bereich der Untersuchungsfläche.

2. Verwendete Unterlagen

Für die Bearbeitung liegen der Ahlenberg Ingenieure GmbH folgende Unterlagen vor:

- [1] Lageplan Robert-Schmidt-Straße mit Darstellung der geplanten Kanäle, AGG Abwassergesellschaft Gelsenkirchen mbH, Maßstab 1 : 250
- [2] Längsschnitt 1 (2) Robert-Schmidt-Straße, AGG Abwassergesellschaft Gelsenkirchen mbH, Maßstab 1 : 250/25, Stand vom 12.06.2023

3. Felduntersuchungen

Zur Ermittlung der Schichtenfolge und zur Gewinnung von Bodenproben wurden seitens der Ahlenberg Ingenieure GmbH unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten vom 18.09.2023 bis zum 21.09.2023 insgesamt acht Kleinrammbohrungen (KRB) bis in eine Tiefe von 5,0 m unter Geländeoberkante (GOK) abgeteuft. Das Probenmaterial wurde von Mitarbeitern der Ahlenberg Ingenieure GmbH hinsichtlich geotechnischer Belange und organoleptischer Auffälligkeiten beurteilt.

Ergänzend dazu wurden als Festigkeitsaufschluss zur Beurteilung der Tragfähigkeit der anstehenden Schichten acht Rammsondierungen mit der leichten bzw. mittelschweren Rammsonde (DPL/DPM*) niedergebracht. Die erreichten Sondiertiefen liegen ebenfalls bei 5,0 m unter GOK.

Die Lage der Sondieransatzpunkte kann dem Lageplan, Anlage 1 entnommen werden. Die Ergebnisse der Felduntersuchungen sind zusammen mit der zugehörigen Zeichenklärung in Form von Schichtprofilen und Rammdiagrammen in der Sammelanlage 3 dargestellt.

Die Höhen der Sondieransatzpunkte wurden auf den Kanaldeckel 079 eingemessen, dessen Höhe im Lageplan mit BZP = 51,31 m ü. NHN angesetzt wurde. Demnach liegen die Sondieransatzpunkte zwischen 50,95 m ü. NHN (KRB 8) und 52,87 m ü. NHN (KRB 1).

4. Schichtenfolge / Eindringwiderstände

Nach den Ergebnissen der Baugrunduntersuchung mittels Kleinrammbohrungen und Rammsondierungen ergibt sich folgender Schichtenaufbau:

Die Schichtenfolge im Untersuchungsbereich der KRB 1 bis KRB 8 beginnt mit einer 0,01 – 0,09 m dicken Schwarzdecke. Darunter stehen Tragschicht-Auffüllungen aus teilweise Asche-, Schlacke-, Ziegel- und Bauschuttresten sowie Mineralgemisch, Sandsteinstücken und Schluff mit einer Dicke von 0,27 – 0,64 m an. Abschließend folgt ein natürlich gewachsener, feinsandiger, teilweise toniger, kiesiger und kalkhaltiger Schluff

bis zur Endtiefe der Kleinrammbohrungen in 5,0 m unter GOK. Im Untersuchungsbe-
 reich der KRB 4 wurde außerdem eine kiesige, schluffige sowie kalkhaltige Sand-
 schicht in einer Tiefe von 2,70 – 3,00 m unter GOK angetroffen.

Die Ergebnisse der leichten bzw. mittelschweren Rammsondierungen zeigen breitgefä-
 cherte Werte, und lassen auf unterschiedliche Konsistenzen / Lagerungsdichten der
 Bodenschichten schließen. Die Rammsondierungen DPL/DPM* 1 bis DPL/DPM* 8
 ergaben eine mitteldichte bis sehr dichte Lagerung für die Tragschicht-Auffüllungen aus
 Asche-, Schlacke-, Ziegel- und Bauschuttresten sowie Mineralgemisch, Sandsteinstü-
 cken und Schluff. Die Eindringwiderstände der Rammsondierungen weisen auf eine
 weiche bis feste Konsistenz des natürlich gewachsenen, feinsandigen, teilweise toni-
 gen, kiesigen und kalkhaltigen Schluffs hin. Die Rammsondierungen DPL/DPM* 1 bis
 DPL/DPM* 8 enden in 5,0 m Tiefe innerhalb der gewachsenen Schluffschicht.

Tabelle 1 Konsistenzen / Lagerungsdichten der Bodenarten

Nr.	Bodenart	Konsistenz bzw. Lagerungs- dichte
1	Tragschicht-Auffüllungen (Asche-, Schlacke-, Ziegel-, Bauschuttreste, Mineralgemisch, Sandsteinstücke, Schluff)	mitteldicht bis sehr dicht
2	gewachsener Schluff, feinsandig, teilweise tonig, kiesig, kalkhaltig	weich bis fest

5. Grundwasser

Im Zuge der Sondierarbeiten Ende September 2023 wurde nach Abschluss der Klein-
 rammbohrungen Grundwasser im Untersuchungsbereich der KRB 1 und KRB 8 in einer
 Tiefe von 2,0 bzw. 1,70 m unter GOK innerhalb der gewachsenen Schluffschicht ange-
 troffen. Des Weiteren wurden Vernässungszonen etwa in 1,5 – 4,0 m Tiefe unter GOK
 innerhalb der Schluffschicht bei KRB 2 bis KRB 7 angetroffen.

Aktuelle Langzeitmessungen von Grundwasserständen, aus denen der Schwankungs-
 bereich ersichtlich ist, liegen der Ahlenberg Ingenieure GmbH für den Untersuchungs-
 bereich nicht vor.

Tabelle 2 Durch Sondierarbeiten festgestelltes Grund- bzw. Schichtwasser

Aufschluss	Datum	Tiefenbereich [m u. GOK]		Wasserstand [m ü. NHN]		Art
		von	bis	von	bis	
KRB 1	20.09.2023	2,00 – 5,00*		50,87 – 47,87		Grundwasser
KRB 2	20.09.2023	2,00 – 3,70		50,21 – 48,51		Schichtwasser
KRB 3	18.09.2023	1,70 – 3,50		49,95 – 48,15		Schichtwasser
KRB 4	18.09.2023	1,70 – 3,00		49,68 – 48,38		Schichtwasser
KRB 5	21.09.2023	2,00 – 3,00		49,22 – 48,22		Schichtwasser
KRB 6	21.09.2023	1,50 – 4,00		49,77 – 47,27		Schichtwasser
KRB 7	19.09.2023	1,80 – 3,10		49,28 – 47,98		Schichtwasser
KRB 8	19.09.2023	1,70 – 5,00*		49,25 – 45,95		Grundwasser

* = Die angegebene Endtiefe des Grundwassers endet mit der Endtiefe der Kleinrammbohrung. Das Grundwasser reicht vermutlich noch tiefer.

Grundsätzlich stellen alte Arbeitsraumverfüllungen / Rohrbettungen / seitliche Anschlüsse Zonen mit erhöhten Wasserwegigkeiten dar. Derartige Bereiche müssen ggf. gezielt erfasst und entwässert werden.

6. Bodenmechanische Kennwerte und Bodenklassen

6.1 Bodenmechanische Laborversuche

Repräsentativ ausgewählte Bodenproben wurden gemäß Mischplan, Sammelanlage 4 zu insgesamt 4 Labormischproben LMP 1 bis LMP 4 zusammengefasst.

Im bodenmechanischen Labor der Ahlenberg Ingenieure GmbH wurden an diesen Mischproben die Körnungslinien durch kombinierte Sieb- / Schlämmanalysen, die Fließ- und Ausrollgrenzen ermittelt, sowie die Wasser-, Kalkgehalte und die Glühverluste bestimmt. Bei den Labormischproben LMP 3 und LMP 4 konnten aufgrund von zu sandigem bzw. kiesigem Probenmaterial keine Fließ- und Ausrollgrenzen ermittelt werden. Die Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche sind in Form von 4 Körnungslinien und 2 Plastizitätsdiagrammen in der Sammelanlage 4 zusammengefasst.

Auf der Grundlage der Bodenansprache, der bodenmechanischen Laborversuche sowie Erfahrungen der Ahlenberg Ingenieure GmbH lassen sich für die anstehenden Auffüllungen und Böden die bodenmechanischen Kennwerte, die Bodenklassen nach DIN 18300 (09/2012), die Bodengruppen nach DIN 18196 und die Homogenbereiche wie folgt angeben:

6.2 Bodenmechanische Kennwerte

Tabelle 3 Mittlere bodenmechanische Kennwerte (charakteristische Werte)

Nr.	Bodenart	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ' [°]	c' [kN/m ²]	E_s [kN/m ²]
1	Tragschicht-Auffüllungen (Asche-, Schlacke-, Ziegel-, Bauschuttreste, Mineralgemisch, Sandsteinstücke, Schluff)	18 – 21	9 – 12	35 ¹⁾	–	50 – > 100
2	gewachsener Schluff, feinsandig, teilweise tonig, kiesig, kalkhaltig	18 – 20	9 – 11	25 – 27,5	10 – 5	4 – 40

In der Tabelle bedeutet:

γ / γ' Wichte des feuchten Bodens / unter Auftrieb

ϕ' Reibungswinkel des dränierten Bodens

c' Kohäsion des dränierten Bodens

E_s Steifemodul

1) Ersatzreibungswinkel einschl. Kohäsionsanteil

6.3 Bodenklassen / Bodengruppen

Tabelle 4 Bodenklassen nach DIN 18300 (09/2012) / Bodengruppen
DIN 18196

Nr.	Bodenart	Bodenklasse nach DIN 18300 (09/2012)	Bezeichnung nach DIN 18300	Bodengruppe nach DIN 18196
1	Tragschicht-Auffüllungen (Asche-, Schlacke-, Ziegel-, Bauschuttreste, Mineralgemisch, Sandsteinstücke, Schluff)	3 – 5	leicht bis schwer lösbare Bodenarten	A [GW/GI/GE]
2	gewachsener Schluff, feinsandig, teilweise tonig, kiesig, kalkhaltig	4 ¹⁾	mittelschwer lösbare Bodenarten	TL/UL

In der Tabelle bedeutet:

- 1) Unter Wassereinfluss und beim Aushub können die Merkmale der Bodenklasse 2 (fließende Bodenarten) zutreffen; Böden stark bewegungsempfindlich, d. h. Neigung zum Aufweichen bei dynamischer Beanspruchung.

Tabelle 5 Bautechnische Eigenschaften der Lockergesteine

Nr.	Bodenart	Verdichtbarkeits- klasse nach ZTV-A	Frostempfindlichkeits- klasse nach ZTV-E
1	Tragschicht-Auffüllungen (Asche-, Schlacke-, Ziegel-, Bauschuttreste, Mineralgemisch, Sandsteinstücke, Schluff)	V1 – V3	F1 – F3
2	gewachsener Schluff, feinsandig, teilweise tonig, kiesig, kalkhaltig	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

6.4 Homogenbereiche

Die zuvor aufgelisteten Auffüllungen und Böden, die im Baubereich anstehen, lassen sich in folgende Homogenbereiche einteilen:

Tabelle 6 Homogenbereiche nach VOB-Teil C

Nr.	Bodenart	DIN 18300 Erdarbeiten -lösen-	DIN 18300 Erdarbeiten -einbauen-	DIN 18303 Verbau- arbeiten	DIN 18301 Bohr- arbeiten
1	Tragschicht-Auffüllungen (Asche-, Schlacke-, Ziegel-, Bauschuttreste, Mineralgemisch, Sandsteinstücke, Schluff)	LOES-A	—*	VERBAU-A	BOHR-A
2	gewachsener Schluff, feinsandig, teilweise tonig, kiesig, kalkhaltig	LOES-B	EIN-B	VERBAU-B	BOHR-B

In der Tabelle bedeutet:

* = Dieses Bodenmaterial kann aufgrund der chemischen Belastung nicht wiedereingebaut werden.

Die sich aus den Baugrundaufschlüssen ungefähr ergebenden Abgrenzungen der einzelnen Homogenbereiche sind in dem Längsschnitt 2.1 der Sammelanlage 2 dargestellt.

7. Chemische Analysen

Von den entnommenen Bodenproben wurden repräsentative Einzelproben gemäß Mischplan in Sammelanlage 4 zu insgesamt acht Einzelproben (EP 1 bis EP 8) sowie acht Mischproben (MP 1 bis MP 8) zusammengefasst. Die Einzelproben EP 1 bis EP 8 repräsentieren die Schwarzdecken im Untersuchungsbereich der KRB 1 bis KRB 8, die Mischproben MP 1, MP 3, MP 5, MP 7 die Tragschicht-Auffüllungen der KRB 1 bis KRB 8 und die MP 2, MP 4, MP 6 und MP 8 den gewachsenen Schluff und Sand der KRB 1 bis KRB 8.

Die ausgewählten Einzelproben wurden zwecks Mischprobenbildung und zur Durchführung der chemischen Analysen an die AGROLAB Umwelt GmbH, Kiel, überstellt. Die Einzelproben EP 1 bis EP 8 wurden auf polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) nach EPA sowie auf den Phenolindex analysiert. Die Mischproben MP 1, MP 3, MP 5 und MP 7 wurden auf den Parameterumfang BM-F0*-F3 gemäß Ersatzbaustoffverordnung (EBV) 2021, Anlage 1, Tabelle 3 (Gesamtfraktion, TOC konv. und Schüttelversuch) untersucht. Die Analyse der MP 2, MP 4, MP 6 und MP 8 umfasste

den Parameterumfang BM-0 (Feinabsiebung <2 mm, TOC konv. und Schüttelversuch) gemäß EBV 2021.

Die Analysedaten sind in der beigefügten Sammelanlage 5 zusammengestellt. Die Schwarzdecken der Einzelproben EP 1 – EP 5 und EP 7 weisen mit 50,7 bis 2180,0 mg/kg einen teilweise deutlich höheren Gehalt als 25 mg/kg von PAK nach EPA sowie mit < 0,1 mg/l einen geringeren Gehalt als 0,1 mg/l für den Phenolindex auf. Demzufolge sind die Schwarzdecken teer-/pechhaltig. Die Schwarzdecken der EP 6 und EP 8 weisen mit 4,74 und 5,69 mg/kg einen geringeren Gehalt als 25 mg/kg von PAK nach EPA sowie mit < 0,1 mg/l einen geringeren Gehalt für den Phenolindex auf. Diese Schwarzdeckenproben werden folglich in die Verwertungsklasse A nach RuVA-StB 01 (Fassung 2005) eingestuft.

Gemäß der EBV-Untersuchung weisen die Tragschicht-Auffüllungen der Mischproben MP 1, MP 3, MP 5 und MP 7 erhöhte Werte von PAK nach EPA im Feststoff, einen erhöhten pH-Wert im Eluat der MP 3 sowie einen erhöhten PAK-Gehalt im Eluat der MP 7 auf, wodurch diese Bodenmaterialien in den Materialwert > BM-F3 eingeordnet werden. Der natürlich gewachsene Schluff und Sand der MP 2, MP 4, MP 6 und MP 8 ist chemisch unauffällig, weshalb hier die Einstufung in den Materialwert BM-0 erfolgt.

Die Auswertung der Analysedaten gemäß EBV (2021) führt zu folgenden Einstufungen:

Tabelle 7 Materialwerte gemäß EBV (2021)

Mischprobe	Kleinrammbohrungen	Materialwert Boden
MP 1 (Tragschicht-Auffüllungen aus Asche-, Schlacke-, Ziegel-, Bauschuttresten, Mineralgemisch, Sandsteinstücken, Schluff)	KRB 1 & 2	> BM-F3 [PAK]
MP 2 (gewachsener Schluff)	KRB 1 & 2	BM-0
MP 3 (Tragschicht-Auffüllungen aus Mineralgemisch, Schlacke-, Ascheresten, Sandsteinstücken)	KRB 3 & 4	> BM-F3 [PAK, pH-Wert im Eluat]

Mischprobe	Kleinramm- bohrungen	Materialwert Boden
MP 4 (gewachsener Schluff, Sand)	KRB 3 & 4	BM-0
MP 5 (Tragschicht-Auffüllungen aus Schlacke-, Asche- resten)	KRB 5 & 6	> BM-F3 [PAK]
MP 6 (gewachsener Schluff)	KRB 5 & 6	BM-0
MP 7 (Tragschicht-Auffüllungen aus Schlacke-, Asche- resten, Sandsteinstücken, Mineralgemisch)	KRB 7 & 8	> BM-F3 [PAK im Feststoff und im Eluat]
MP 8 (gewachsener Schluff)	KRB 7 & 8	BM-0

In der Tabelle bedeutet:
 [...] einstufigsrelevante Parameter

Die Schwarzdecken, die als Einzelproben EP 1 und EP 4 in die Verwertungsklasse B eingestuft wurden, können im Kaltmischverfahren mit Bindemitteln verwertet werden, solange ein Eignungsnachweis gemäß RuVA-StB 01 (2005), Tabelle 2, erbracht wird. Die Schwarzdecken, die als EP 6 und EP 8 in die Verwertungsklasse A eingeordnet wurden, können im Heißmischverfahren wiederverwendet werden.

Schwarzdecken mit einem PAK-Gehalt von < 1.000 mg/kg und einem Benzo(a)pyren-Gehalt von < 50 mg/kg sind unter Berücksichtigung des Rundschreibens des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW zur „Abfallrechtlichen Zuordnung von teerhaltigem Straßenaufbruch“ als nicht gefährlicher Abfall gemäß Abfallverzeichnisverordnung (AVV) zu entsorgen.

Da im Bereich der Robert-Schmidt-Straße vier Proben (EP 2, EP 3, EP 5 und EP 7) eine Überschreitung mindestens einer der beiden Parameter aufweist, ist es aus Sicht der Ahlenberg Ingenieure GmbH sinnvoll, die bei der Deckensanierung anfallenden Schwarzdeckenmaterialien als gefährlichen Abfall gemäß AVV mit der Abfallschlüsselnummer 170301* zu entsorgen. Hierbei ist das elektronische Nachweisverfahren anzuwenden. Dies ist bei der Auswahl der Entsorgungsstelle und bei der Auswahl des Transporteurs zu berücksichtigen.

Die sich aus den Ergebnissen der chemischen Laboranalysen ungefähr ergebenden Abgrenzungen der einzelnen Bodenschichten gemäß RuVA-StB 01, AVV sowie EBV 2021 sind in dem Längsschnitt 2.2 der Sammelanlage 2 dargestellt.

Die Tragschicht-Auffüllungen der Mischproben MP 1, MP 3, MP 5 sowie MP 7, die in den Materialwert > BM-F3 eingeordnet wurden, können nicht wiedereingebaut werden und müssen somit auf einer Deponie entsorgt werden. Die chemische Analyse gemäß der Deponieverordnung (2009), Anhang 3, Tabelle 2, ergibt für die MP 1 und MP 7 die Kategorisierung in die Deponieklasse DK II (aufgrund des Parameters TOC sowie Glühverlust bei der MP 7). Die MP 3 wird in die Deponieklasse DK 0 und die MP 5 in die Deponieklasse DK I (aufgrund des Parameters PAK) eingestuft. Bei der Einordnung in die Deponieklassen der MP 3 und MP 5 wurden die TOC- und Glühverlust-Befunde relativiert, da der Parameter Brennwert (h_0) mit einem Wert von < 500 bzw. 542 kJ/kg unter 6.000 kJ/kg, sowie die Gasbildungsrate (GB21) mit einem Wert von <0,1 l/kg unter 20 l/kg liegen. Die GB21-Untersuchung der MP 1 und MP 7 konnte nicht durchgeführt werden, da nicht genügend Probenmaterial vorhanden war.

Der gewachsene Schluff und Sand der MP 2, MP 4, MP 6 und MP 8, welche in den Materialwert BM-0 eingestuft wurden, können im Kanalgraben wiederverwertet werden.

Sollten weitergehende Deklarationsanalysen erforderlich werden, kann hierzu auf die Rückstellproben zurückgegriffen werden, die im Probenlager der Ahlenberg Ingenieure GmbH für ein halbes Jahr eingelagert wurden (verfügbar bis Ende April 2024). Der Auftrag müsste dann entsprechend erweitert werden.

8. Geotechnische Beratung

8.1 Allgemeines

Gemäß Unterlage [1] und [2] liegen die Kanalsohlen in dem untersuchten Bereich der KRB 1 bis KRB 8 innerhalb des gewachsenen Schluffs.

8.2 Verlegung der Rohrleitung in offener Bauweise

Unter Berücksichtigung der Verlegetiefe ist die Verlegung der neuen Kanalhaltungen und der sukzessive Rückbau des Altkanals im Schutze eines verbauten Rohrgrabens erforderlich, um die angrenzende Bebauung und den umfangreichen Leitungsbestand zu sichern.

Als Baugrubenverbau eignen sich hier generell Gleitschienen-Verbausysteme (Linearverbaue bzw. verformungsarme Gleitschienen-Verbausysteme mit einer rahmenartigen Aussteifung), deren statische Eignung jeweils nachzuweisen ist. Im innerstädtischen Kanalbau ergeben sich immer Konfliktstellen mit querenden Hausanschlüssen, Straßenentwässerungen, erdverlegten Leitungen und Kabeln. In solchen Bereichen ist der Einbau von Kanaldielen, Stahlplatten oder Holzbohlen zum Lückenschluss zulässig. Moderne Gleitschienen-Verbausysteme können bis zu Graben-/Baugrubenbreiten von 5 m eingesetzt werden. Durch den Einsatz von Eckgleitschienen und Kammerdielenelementen lässt sich auch im Bereich der geplanten Schachtbauwerke eine allseitig weitgehend geschlossene Baugrubensicherung mit einem Gleitschienen-Verbausystem realisieren. Für die Dimensionierung sind die bodenmechanischen Kennwerte gemäß Tabelle 3 in Ansatz zu bringen.

Hinsichtlich der Grundwasserverhältnisse wird auf Abschnitt 5 verwiesen. Die erforderlichen Maßnahmen zur Grundwasserabsenkung bzw. Wasserhaltung werden in Abschnitt 8.4 beschrieben. Wenn im Einflussbereich der Baugruben setzungsempfindliche Bauwerke/Leitungen vorhanden sind, ist der Verbau unter Ansatz des erhöhten aktiven Erddrucks ($k = 0,5 \times (k_0 + k_a)$) nachzuweisen. Um die Setzungen zu reduzieren, müssen die Verbauelemente im Absenkverfahren niedergebracht werden. Beim Rückbau muss der Verbau schrittweise gezogen und die Grabenverfüllung unmittelbar anschließend gegen den anstehenden Boden nachverdichtet werden, d. h. das Verfüllmaterial muss immer gegen die unverbaute Grabenwand verdichtet werden. Wenn in der Grabenwand locker gelagerte Sandböden anstehen, muss die Verfüllung eingeschüttet werden, bevor der Verbau gezogen wird. Die Ziehhöhe des Verbaus ist abhängig von der maximal möglichen Schütthöhe des Verfüllmaterials (siehe Tab. 4 der ATV-DVWK-A 139, Januar 2002, Bodenverdichtung, Schütthöhen und Zahl der Übergänge und DIN EN 1610) und der in der Grabenwand anstehenden Böden. Eine Ziehhöhe von 0,5 m sollte nicht überschritten werden.

8.3 Erdarbeiten

Beim Aushub für die Rohrverlegung werden schluffige Böden angeschnitten, die wasser- und bewegungsempfindlich sind. Daher sind dynamische Beanspruchungen dieser Böden - insbesondere im wassergesättigten Zustand - unbedingt zu vermeiden. Der Aushub sollte mit einem Bagger rückschreitend erfolgen. Im Bereich von geplanten Gründungssohlen ist das Aushubgerät mit einer Grabenschaufel (Baggerschaufel ohne Zähne) auszurüsten. Mit diesem Gerät lässt sich die Aushubsohle ebenflächig ohne tiefreichende Störung des Baugrundes herstellen. Bei der Herstellung der Baugruben sind generell die Hinweise der DIN 4124 zu beachten.

Die schluffigen Aushubböden können bei ordnungsgemäßer Zwischenlagerung (ohne zusätzliche Wasseraufnahme) bei geeigneter Wasserhaltung grundsätzlich zur Wiederverfüllung des Kanalgrabens außerhalb der Leitungszone und unterhalb des Kanalgrabens der Straße verwendet werden. Einschränkungen beim Einbau ergeben sich bei hohen Wassergehalten und bei Niederschlägen. Um das Eindringen von Niederschlagswasser zu verhindern, sollten die Oberflächen von Bodenmieten glatt abgewalzt werden. Aus dem gleichen Grund müssen die Mieten mit Sattelform mit ausreichendem Gefälle ($> 1\%$) zu den Flanken hin angelegt werden. Das zusätzliche Abdecken mit einer Plane hat sich als vorteilhaft erwiesen. Böschungen können unter einem Winkel von $\beta \leq 45^\circ$ angelegt werden. Der sorgfältige Umgang mit den Aushubböden ist Sache des Auftragnehmers. Er hat für eine ordnungsgemäße Separierung und Zwischenlagerung zu sorgen.

Da im Bereich des Rohraufagers oder in Höhe der Gründungssohlen von Schachtbauwerken mit aufgeweichten Bodenpartien zu rechnen ist, sind diese ggf. in Handschachtung zu entfernen und gegen ein geeignetes Bodenersatzmaterial auszutauschen. Ein störungsfrei hergestelltes Planum sollte nicht mehr betreten werden.

Das Erdplanum ist zum Schutz vor Witterungs- und Baustelleneinflüssen unmittelbar nach dem Freilegen mit dem Material der Rohrbettung abzudecken. Die Schichtdicke der Rohrbettung sollte 10 cm zuzüglich $1/10$ der Nennweite des Rohres mindestens jedoch 20 cm betragen.

Der Verdichtungsgrad der Rohrgrabenverfüllung im Bereich der Straße muss über die gesamte Schütthöhe mindestens $D_{Pr} \geq 97 \%$ der einfachen Proctordichte betragen. Der erzielte Verdichtungsgrad ist dementsprechend nachzuweisen.

Möglicherweise sind zur Erzielung der geforderten Tragfähigkeiten für die Verfüllung der Rohrgräben Fremdmaterialien zu verwenden. Hierzu sind kornabgestufte, volumenbeständige, umweltverträgliche Erdbaustoffe einzusetzen. In der Ausschreibung sollten ggf. entsprechende Eventualpositionen vorgesehen werden.

Bei der Verfüllung der Rohrgräben sind generell die Hinweise der ZTVA-StB zu berücksichtigen.

8.4 Grundwasserabsenkung / Wasserhaltung

Nach den Ergebnissen der Baugrunderkundung ist im Untersuchungsbereich der KRB 2 bis KRB 7 Schichtwasser ab einer Tiefe von ca. 1,5 – 4,0 m unter GOK innerhalb des gewachsenen Schluffs zu erwarten. Eine aktive Grundwasserabsenkung mittels Brunnen und/oder Lanzen wird hier voraussichtlich nicht erforderlich sein. Eine gegebenenfalls offene Tagwasserhaltung (Pumpensümpfe mit Tauchpumpen) wird zur Trockenhaltung der Baugrube ausreichend sein.

Im Untersuchungsbereich der KRB 1 und KRB 8 ist ab einer Tiefe von ca. 2,0 bzw. 1,7 m unter GOK innerhalb des gewachsenen Schluffs mit Grundwasser zu rechnen, so dass vorsorglich eine aktive Grundwasserabsenkung vorzusehen ist.

Die Maßnahmen zur Grundwasserabsenkung und Wasserhaltung müssen den örtlichen Verhältnissen angepasst werden und sollten immer nur den aktuellen Verlegebereich mit dem erforderlichen Vor- und Nachlauf erfassen.

Unter Berücksichtigung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse wird voraussichtlich im Trassenbereich der KRB 1 und KRB 8 eine vorlaufend aktive Grundwasserabsenkung zur Trockenlegung der Baugrube und zur Stabilisierung der Aushubsohlen erforderlich sein. In diesem Fall wird der Einsatz von Vakuum-Filterlanzen oder Vakuum-Kleinfilterbrunnen (z. B. System OTO oder Koop) empfohlen. Über das Erfordernis

sowie Art und Umfang ist in Abhängigkeit von den Grundwasserständen zum Zeitpunkt der Bauausführung zu entscheiden.

Stärker wasserführende Dränagen oder alte Rohrbettungen/Arbeitsraumverfüllungen können i. d. R. nur über gezielt angeordnete offene Wasserhaltungen erfasst werden. Eine bauzeitliche Grundwasserentnahme ist i. d. R. genehmigungspflichtig. Hierzu sind Vordimensionierungen und Wassermengenprognosen erforderlich.

8.5 Angaben zum Arbeitsschutz

Der nach den geltenden Richtlinien der Tiefbauberufsgenossenschaft erforderliche Mindestarbeitsschutz ist einzuhalten. Die UVV "Bauarbeiten" (BGV C22) sowie die DIN 4124 "Baugruben und Gräben, Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau" sind zu berücksichtigen.

Für die vorzunehmenden Bodenarbeiten ist aufgrund der Untersuchungsergebnisse kein spezieller Arbeitsschutz notwendig. Auf die hohen PAK-Gehalte in den Schwarzdeckenproben (s. EP 2, EP 3, EP 5 und EP 7) wird hier noch einmal ausdrücklich hingewiesen. Ein Direktkontakt mit diesen Materialien ist zu vermeiden. Generell sollte jedoch darauf geachtet werden, dass bei den anfallenden Arbeiten eine Staubentwicklung bzw. eine Verschleppung von Boden durch Baufahrzeuge, insbesondere auf öffentlichen Straßen, unterbunden wird (z. B. durch Anfeuchten, Fahrzeugreinigung). Wenn notwendig, sind selbstaufnehmende Kehrmaschinen einzusetzen oder entsprechende Abrollstrecken für Baustellenfahrzeuge vor dem Befahren einer öffentlichen Straße einzurichten.

Bei unerwartet angetroffenen organoleptisch auffälligen Verunreinigungen müssen die Arbeiten sofort eingestellt werden und unter Einschaltung einer sachverständigen Institution (z. B. Ahlenberg Ingenieure GmbH) geeignete Schutzmaßnahmen eingeleitet werden (siehe auch DGUV Regel 101-004, vormals BGR 128).

8.6 Allgemeine erdbautechnische Hinweise

Zum Ausgleich von Massendefiziten sind natürliche, volumenbeständige, kornabgestufte und chemisch unbelastete Füllböden zu verwenden (Bodengruppen nach DIN 18 196: GW, SW). An anderer Stelle hat sich der Einsatz von natürlichem Vorabsiebungsmaterial, das bei der Herstellung von Mineralgemischen anfällt, bewährt. In der Ausschreibung sollten ggf. entsprechende Eventualpositionen vorgesehen werden.

Der Verdichtungsgrad der Baugrubenverfüllung muss über die gesamte Schütthöhe mindestens $D_{Pr} \geq 0,97$ betragen. Im Bereich von späteren Verkehrsflächen gelten hinsichtlich der Verdichtungsanforderungen und Materialqualitäten die Vorgaben der ZTVE-StB und der TL Gestein-StB. Außerdem sind ggf. besondere Vorgaben der AGG mbH zu beachten.

9. Sonstige Hinweise / Empfehlungen

Prinzipiell sind Abweichungen in Bezug auf Schichtmächtigkeit und -ausbildung zwischen bzw. außerhalb der Aufschlusspunkte nicht auszuschließen. Sollten während der Bauarbeiten andere Baugrundverhältnisse als die in diesem Bericht beschriebenen, festgestellt werden, ist die Ahlenberg Ingenieure GmbH zu verständigen, um die Ursache und die Auswirkung auf die genannten Empfehlungen überprüfen und gegebenenfalls ergänzen zu können.

Hinsichtlich eventueller Kampfmittelbelange sind entsprechende Informationen bei der zuständigen Ordnungsbehörde und bei der Bezirksregierung einzuholen.

Sollten sich im Zuge der weiteren Planungen deutliche Planungsänderungen hinsichtlich der Rohrdimensionen, der Trassenführung und/oder der Gradienten oder hinsichtlich des Bauverfahrens ergeben, bitten wir um Benachrichtigung, damit eine entsprechende Anpassung der geotechnischen Untersuchungen und Beratungsleistungen vorgenommen werden kann.

Ahlenberg Ingenieure GmbH



Schultheis



Deutsch

Anlage

s. Anlagenverzeichnis auf Seite 3

Verteiler

Abwassergesellschaft Gelsenkirchen mbH, Herr Scheffler, digital im PDF-Format und 1fach in Papier-Form