

GRUNDBAUINGENIEURE STEINFELD UND PARTNER

BERATENDE INGENIEURE mbB

Fernwärmesystemanbindung West

(FWS-West)

Los S1 und S2: Dradenau bis

Startschacht im Jachtweg

1. Bericht

Baugrundbeurteilung und Gründungsempfehlung
sowie orientierende chemische Untersuchung
hinsichtlich Wiederverwertbarkeit und Entsorgung

Hamburg, den 16. Februar 2021 - Auftr.-Nr. 023581-1

REIMERSBRÜCKE 5, D-20457 HAMBURG · TELEFON (040) 38 91 39-0 · TELEFAX (040) 380 91 70



Inhaltsverzeichnis

	<u>Seite</u>
1. Veranlassung.....	1
2. Unterlagen.....	2
3. Baugelände und geplante Baumaßnahme	3
3.1 Baugelände	3
3.2 Geplante Baumaßnahme.....	4
4. Baugrund.....	5
4.1 Baugrundaufschluss.....	5
4.2 Baugrundsichtung.....	6
4.2.1 Straßenaufbau	7
4.2.2 Auffüllungen	8
4.2.3 Organische Weichschichten.....	9
4.2.4 Holozäne Sande	10
5. Wasser im Baugrund.....	11
5.1 Bohrwasserstände und gemessene Stauwasserstände	11
5.2 Elbwasserstände und Bemessungshochwasserstände	13
5.3 Bemessungswasserstände	14
5.3.1 Bauzeitliche Bemessungswasserstände	14
5.3.2 Bemessungswasserstand im Endzustand	15
5.4 Wasserqualität	15
6. Laborversuche und Bodenkennwerte.....	16
6.1 Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche	16
6.2 Wassergehalte.....	17
6.3 Korngrößenverteilung	17
6.4 Charakteristische Bodenkennwerte	18

Seite

7.	Orientierende chemische Untersuchung hinsichtlich Wiederverwertbarkeit und Entsorgung	19
7.1	Allgemeine Beurteilungsgrundlagen zur Prüfung von Verwertungs- bzw. Entsorgungsmöglichkeiten des Bodenaushubs	19
7.2	Probenzusammenstellung und Untersuchungsumfang	21
7.3	Bewertung der orientierenden chemischen Untersuchungen des Bodens	22
7.3.1	Sandige Auffüllungen	22
7.3.2	Aufgefüllter Sand und Klei	23
7.3.3	Aufgefüllter Klei	24
7.4	Empfehlungen für die Aushubarbeiten	24
7.5	Mischprobenzusammenstellung und Ergebnisse der orientierenden Asphaltuntersuchungen	25
8.	Gründungsempfehlung	26
8.1	Baugrundbeurteilung und Gründungskonzept	26
8.1.1	Allgemeines	26
8.1.2	Gründungskonzept KMR-Leitung und Schächte	27
8.1.3	Setzungen	28
9.	Hinweise zur Bauausführung	28
9.1	Hinweise zur Herstellung der Baugrube	28
9.2	Hinweise zur Trockenhaltung der Baugruben	30
9.3	Sicherheit der Aushubsohlen gegen Aufschwimmen	31
9.4	Erdarbeiten/Nachverdichtung der Aushubsohlen, Bodenaustausch, Arbeitsraumverfüllungen und Verdichtungsanforderungen	32
9.5	Aufweichen von aufgefülltem Klei	32
9.6	Verbringung des Aushubbodens	33
9.7	Frostgefährdung	33
9.8	Zustandsfeststellungen	33
10.	Zusammenfassung	33



Anlagenverzeichnis

023581-1/1	Lage- und Übersichtsplan, M 1 : 40.000/2500
023581-1/2.1 – 2.12	Lagepläne mit Bohrprofilen, M d. L. 1 : 250, M. d. H. 1 : 100
023581-1/3.1 – 3.3	Kornverteilungskurven
023581-1/4.1	Analysenergebnisse der chemischen Bodenuntersuchung
023581-1/5.1 – 5.3	Übersicht Zuordnungswerte und Deponieklassen
023581-1/6.1	Analysenergebnisse der Asphaltuntersuchung
023581-1/7.1	Übersicht Einstufung der Asphaltproben
023581-1/8.1 und 8.2	Analysenergebnisse der Wasseranalysen
023581-1/9.1 und 9.2	Übersicht Einstufung der Einleitparameter
023581-1/10.1 – 10.4	Homogenbereiche H 1 bis H 4



Wärme Hamburg GmbH
Herrn Lassen-Petersen
Andreas-Meyer-Straße 8
22113 Hamburg

Reimersbrücke 5
20457 Hamburg
Telefon: 040 389139-0
Telefax: 040 3809170
www.steinfeld-und-partner.de
Steuer-Nr.: 48/661/00263
USt-IdNr.: DE 117943142
DNV GL Zertifiziertes Management-
System mit dem Standard SCC**: 2011

Auftragsnummer

023581-1

16. Februar 2021
- An/Pr/Na -

Fernwärmesystemanbindung West (FWS-West)
Los S1 und S2: Dradenau bis Startschacht im Jachtweg
hier: Baugrundbeurteilung und Gründungsempfehlung
sowie orientierende chemische Untersuchung
hinsichtlich Wiederverwertbarkeit und Entsorgung

Anlagen: s. Anlagenverzeichnis

1. Bericht

1. Veranlassung

Für die Anbindung der geplanten KWK-Anlage am Standort Dradenau an das bestehende Fernwärmesystem ist der Neubau einer Fernwärmesystemanbindung (FWS) West mit einem Startpunkt südlich der Elbe auf Höhe des Klärwerks Dradenau in Hamburg-Waltershof sowie mit einem Endpunkt nördlich der Elbe in der Notkestraße in Hamburg-Bahrenfeld geplant.

Der in den Losen S1 und S2 geplante Trassenabschnitt der FWS-West liegt zwischen dem Klärwerk Dradenau im Osten und dem Köhlfleethafen bzw. dem Startschacht des Elbedükers (Los T) im Westen. Der vorliegende Bericht enthält die Baugrundbeurteilung und die geotechnischen Empfehlungen sowie die orientierende chemische Untersuchung hinsichtlich der Wiederverwertbarkeit und Entsorgung der Aushubböden für die im Los S1 und S2 geplanten Abschnitte der FWS-West.



2. Unterlagen

Von der WTM Engineers GmbH, Hamburg:

- U 2.1 Trassenpläne, FWS-Bahrenfeld, Ausschreibungspläne, M 1:250, M 1:100, M 1:50, Zeichn.-Nr. V-WTM-001.#####, Stand 16.11.2020, S 1-2 bis S 1-8 und S 2-9 bis S 2-16

Eingang am 23.11.2020

- U 2.2 Bauwerkspläne bzw. Baugrubenpläne:

U 2.2.1 Hauptabsperrschächte S 1-5.3, N 1-23.4 und N 2-33.5, Bauwerksplan, Entwurfsplanung, M 1:50, 1:25, 1:10, Vorabzug 10.09.2020

U 2.2.2 Hauptsperrschächte S 2-12.1 und N 2-28.1, Bauwerksplan, Entwurfsplanung, M 1:50, 1:25, 1:10, Vorabzug 10.09.2020

U 2.2.3 Hauptabsperrschacht S 1-5.3, Baugrube, M 1:250, 1:100, Vorabzug 10.09.2020

U 2.2.4 Hauptabsperrschacht S 2-12.1, Baugrube, M 1:250, 1:100, Vorabzug 10.09.2020

Eingang am 27.10.2020

Von der Wilhelm Soltau Brunnenbau GmbH, Seevetal:

- U 2.3 Schichtenverzeichnisse mit Höhenaufmaß der Bohransatzpunkte und 420 gestört entnommene Bodenproben sowie 325 Glasproben aus 60 Kleinbohrungen (BS 1 bis BS 60) nach DIN EN ISO 22475-1 bis in eine Tiefe von rd. max. 15,0 m unter Bohransatzpunkt sowie 14 Asphaltbohrkerne; Kleinbohrungen ausgeführt von der Baugrund Salzgitter GmbH, Salzgitter im Zeitraum vom 10.12.2019 bis 09.01.2020

Eingang zwischen dem 13.01.2020 und dem 28.01.2020

- U 2.4 Schichtenverzeichnisse mit Höhenaufmaß der Bohransatzpunkte von 2 Kleinbohrungen mit Ausbau zu Stauwassermessstellen (SWM BS 15.1 und SWM BS 29.1) nach DIN EN ISO 22475-1 bis in eine Tiefe von rd. max. 4,5 m unter Bohransatzpunkt und Entnahme von 2 Stauwasserproben; Kleinbohrungen ausgeführt am 13.08.2020

Eingang am 19.08.2020

- U 2.5 Ergebnisse der chemischen Analysen auf Betonaggressivität nach DIN 4030, Stahlaggressivität nach DIN 50929, Einleitparameter von je einer Wasserprobe aus der SWM BS 15.1 und SWM BS 29.1, Prüfberichte 2020P523201/1 und 2020P523202/1 vom 20.08.2020; ausgeführt von der GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Pinneberg

Eingang am 03.09.2020



Von der GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Pinneberg:

- U 2.6 Ergebnisse der chemischen Analysen von 35 Bodenmischproben auf den Parameterumfang gemäß der LAGA-TR Boden und gemäß Deponieverordnung sowie von 7 Bodenmischproben auf den AT4- und den Brennwert: Prüfbericht 2020P507455/1 vom 19.03.2020

Eingang am 19.03.2020

- U 2.7 Analysenergebnisse von 30 Mischproben aus Asphaltbohrkernen auf PAKs und den Phenolindex, Prüfbericht 2020P508881/1 vom 03.04.2020

Eingang am 03.04.2020

Eigene Unterlagen:

- U 2.8 Fernwärmesystemanbindung West, (FWS-West), Leitungsvarianten Parkstraße – Notkestraße, Halbmondsweg – Ebertallee und Dradenuastraße, 1. Bericht vom 31.07.2019, unsere Auftr.-Nr.: 022474
- U 2.9 Fernwärmesystemanbindung West (FWS-West), Tunnel Jachtweg bis Hindenburg Park, 1. Bericht vom 15.08.2019, unsere Auftr.-Nr.: 022510
- U 2.10 Fernwärmesystemanbindung West (FWS-West), Los 2: Elbedüker mit dem Startschacht im Jachtweg und dem Zielschacht im Hindenburg Park, 1. Bericht (Revision 1), vom 30.11.2020, unsere Auftr.-Nr.: 023581-2

3. Baugelände und geplante Baumaßnahme

3.1 Baugelände

Der im Los S1 geplante Trassenabschnitt der Fernwärmesystemanbindung (FWS) West beginnt südlich der Elbe auf Höhe des Klärwerks Dradenau in Hamburg-Waltershof in der Dradenuastraße und endet bei der Antwerpenstraße. Die Fernwärmeleitung folgt dann dem Straßenverlauf der Antwerpenstraße in Richtung Westen bis zum Startschacht der Elbequerung am Jachtweg. Die neue Leitung wird oberflächennah in die Straßenzüge Dradenuastraße, Antwerpenstraße und Tankweg verlegt.

Die genaue Lage und der Verlauf der Trasse ist dem Lage- und Übersichtsplan in der Anlage 023581-1/1 zu entnehmen.



Nach der höhenmäßigen Einmessung der Bohransatzpunkte (s. U 2.3 und U 2.4) liegt die Geländeoberkante (GOK) im Bereich der FWS-West im Los S1 und S2 auf Höhen zwischen rd. NHN +5,1 m (BS 25) und rd. NHN +6,7 m (BS 34).

Die Dradenustraße verläuft zunächst entlang eines alten Straßenverlaufs auf der alten Elbinsel Dradenau entlang des damaligen Köhlfleets. Das Köhlfleet wurde zwischen dem Einknicken der Dradenustraße in die Antwerpenstraße und dem Köhlbrand im Zuge von Hafenerweiterungen zwischen 1868 und 1908 zugeschüttet.

3.2 Geplante Baumaßnahme

Die Haltungslänge der FWS-West im Los S1 und S2 beträgt rd. $L = 3,2$ km.

Die Fernwärmeleitung besteht aus zwei nebeneinander angeordneten Kunststoffmantelrohren (KMR) mit einem Nenndurchmesser DN 800. Die Verlegung der Rohre soll in offener Bauweise mittels Grabenverbau mit einer voraussichtlichen Grabenbreite von ca. 3,8 m und einer Grabentiefe von ca. 3,0 m bis 4,5 m mit Berücksichtigung einer Rohrbettung unter Geländeoberkante erfolgen. Damit liegt die Erdüberdeckung der Rohre zwischen etwa 1,5 m bis 3,0 m. Innerhalb der Lose S1 und S2 ist jeweils ein Hauptabsperrschacht vorgesehen.

Die Unterkante der KM-Rohre liegt nach den Angaben in der Unterlage U 2.1 auf Höhen zwischen rd. NHN +1,2 m (BS 27) und rd. NHN +4,0 m (zwischen BS 33 und BS 34), entsprechend zwischen rd. 2,6 m (BS 38) bis rd. 4,1 m (BS 27, BS 39/BS 40, BS 58), unter GOK. In den meisten Bereichen liegt die Unterkante der KM-Rohre auf Höhen zwischen rd. 2,6 und rd. 2,7 m unter GOK.

Die in Stahlbeton geplanten Hauptabsperrschächte Nr. S1-5.3 in der Dradenustraße und Nr. S2-12.1 in der Antwerpenstraße weisen Grundrissabmessungen von rd. $a \times b = 6,8 \text{ m} \times 6,8 \text{ m}$ und eine Schachthöhe h von rd. $h = 4,0 \text{ m}$ auf. Die Schachtsohle ist in einer Dicke von $d = 0,76 \text{ m}$ vorgesehen. Die Schachtsohlenunterkante liegt beim Schacht S1-5.3 bei rd. NHN +0,5 m und beim Schacht S2-12.1 bei rd. NHN +0,8 m. Die Oberkante der Schachtdecken liegt ca. 0,8 m unter OK Straßenniveau.



Die Trasse für die FWS-West liegt im öffentlichen Straßenraum. Die nächstgelegenen Gebäude weisen zur FWS-Trasse Abstände von größer $a = 5$ m auf.

Nördlich entlang der Antwerpenstraße und des Tankwegs verlaufen Gleise der Abstellanlage der Hamburger Hafenbahn im lichten Abstand von rd. $a = 5$ m bis 10 m zur Trasse der Fernwärmeleitung.

In der Antwerpenstraße quert die FWS-West-Trasse zwischen den Bohrpunkten BS 31 und BS 32 ein Gleis der Hamburger Hafenbahn.

Nördlich der Dradenaustraße verläuft ein Regenwasserentwässerungsgraben, der zur FWS-West-Trasse lichte Abstände von rd. $a = 15$ m bis 20 m aufweist.

Die Lagepläne in Unterlage U 2.1 zeigen, dass eine Vielzahl von Leitungen der verschiedenen Leitungsträger im Einflussbereich der Baumaßnahme vorhanden sind. Diverse Leitungen verlaufen entlang der Trasse und queren sie auch (z. B. Trinkwasserleitungen DN 150 und DN 1000, Strom- und Datenleitungen). Vor der Baumaßnahme muss die genaue Lage der vorhandenen Leitungen bekannt sein. Eine Vielzahl von Leitungen ist während der Baumaßnahme im Einflussbereich von Baugruben in Abstimmung mit den Leistungsträgern sowie in Abhängigkeit von der Verformungsempfindlichkeit zu sichern bzw. sind auch ggf. Leitungen zu verlegen.

4. Baugrund

4.1 Baugrundaufschluss

Zur Erkundung der Baugrundsichtung wurden nach unseren Vorgaben im Bereich der geplanten Leitungstrasse 60 Kleinbohrungen (BS 1 bis BS 60) nach DIN EN ISO 22475-1 bis in planmäßige Tiefen zwischen rd. 6 m und rd. 15 m unter Bohransatzpunkt abgeteuft. Die Kleinbohrungen wurden von der Baugrund Salzgitter GmbH, Salzgitter, im Zeitraum vom 10.12.2019 bis zum 09.01.2020 ausgeführt (s. U 2.3). Zusätzlich wurden zwei Kleinbohrungen bis in eine Tiefe von rd. 4,5 m unter Bohransatzpunkt zu Stauwassermessstellen (SWM BS 15.1 und SWM BS 29.1) ausgebaut.



Die Lage der Bohransatzpunkte geht aus dem Lage- und Übersichtsplan in der Anlage 023581-1/1 hervor.

Die Kleinbohrungen BS 8, BS 10, BS 10A, BS 10B, BS 19, BS 23, BS 24, BS 24A, BS 24B, BS 25, BS 25A, BS 25B, BS 26, BS 43, BS 44, BS 44A, BS 44B, BS 49 und BS 53 wurden aufgrund von Hindernissen oder fehlenden Bohrfortschritts abgebrochen und konnten daher nicht auf die planmäßige Endtiefe geführt werden.

Aus den v. g. 60 Kleinbohrungen wurden gestörte Bodenproben für die bodenmechanische Beurteilung des Baugrundes in PVC-Bechern und für die orientierende chemische Untersuchung (s. Abschn. 7) in Gläsern entnommen.

Aus den Stauwassermessstellen SWM BS 15.1 und SWM BS 29.1 wurden Wasserproben entnommen und hinsichtlich der Einleitparameter in ein Gewässer II. Ordnung sowie bezüglich Betonaggressivität nach DIN 4030 und Stahlaggressivität nach DIN 50929, Teil 3, untersucht (s. Unterlage U 2.5).

Die Ergebnisse der Kleinbohrungen sind nach unserer visuellen und manuellen Beurteilung der uns vom Bohrunternehmer gelieferten und gestört entnommenen Bodenproben sowie nach den Angaben des Bohrunternehmers in den Schichtenverzeichnissen (s. U 2.3) in den Anlagen 023581-1/2.1 bis 2.12 als höhengerecht dargestellte Bohrprofile aufgetragen.

4.2 Baugrundsichtung

Nach den Ergebnissen des Baugrundaufschlusses ergibt sich für den Bereich des Loses 1 der FWS-West vereinfacht von oben nach unten folgender Baugrundaufbau:

- Oberflächenbefestigung aus Asphalt
- Auffüllungen aus Sand und Klei, lokal Deckschichten aus Mutterboden
- Organische Weichschichten aus Klei bzw. Klei und Torf
- Holozäne Sande



Details zur Baugrundsichtung sind den Bohrprofilen in den Anlagen 023581-1/2.1 bis 2.12 zu entnehmen.

4.2.1 Straßen Aufbau

Für insgesamt 14 der 60 ausgeführten Kleinbohrungen wurden vom Bohrunternehmer Asphaltbohrkerne neben den Kleinbohrungen direkt in der Straßenfläche ausgeführt. Die jeweils zugehörigen Kleinbohrungen wurden im Gehwegbereich oder auf Grünflächen abgeteuft.

Der aus der Beurteilung der Asphalt-Bohrkerne ersichtliche Aufbau des Straßenoberbaus ist der nachfolgenden Tabelle 1 zu entnehmen:

Tabelle 1 Schichtenaufbau des Straßenoberbaus und Mischprobenzusammenstellung

Bohrung	Schichten- verbund	Schichten- aufbau	Besonderheit	Größtkorn	Schicht- unter- kante	Misch- probe
				[mm]	[cm]	
BS 1	i	AS DS	AH	11	4,9	MP 1.1
	i	AS TS	-	22	7,2	MP 1.2
	i	AS TS	-	24	5,7	
	i	AS TS	-	36	11,0	
BS 5	i	AS DS	AH	11	5,0	MP 5.1
	i	AS TS	Binder zersetzt	22	7,7	MP 5.2
	KS [	AS TS	-	24	8,5	
		AS TS	-	26	11,6	
BS 9	i	AS DS	AH	11	4,2	MP 9.1
	KS [	AS TS	Binder zersetzt	22	8,0	MP 9.2
		AS TS	-	24	8,3	
	i	AS TS	-	32	8,5	
BS 13	i	AS DS	AH	11	5,3	MP 13.1
	i	AS TS	Binder zersetzt	22	5,8	MP 13.2
	i	AS TS	-	40	8,2	
	i	AS TS	-	32	11,5	
BS 19	i	AS DS	AH	11	4,1	MP 19.1
	i	AS TS	-	22	7,1	MP 19.2
	i	AS TS	-	26	8,5	
	i	AS TS	-	38	12,8	
BS 23	i	AS DS	AH	11	4,0	MP 23.1
	i	AS TS	Binder zersetzt	24	7,5	MP 23.2
	i	AS TS	-	32	7,8	
	i	AS TS	-	32	10,7	
BS 27	i	AS DS	AH	11	3,6	MP 27.1
	i	AS TS	-	20	7,6	MP 27.2
	i	AS TS	-	32	7,3	
	i	AS TS	-	22	11,5	



Bohrung	Schichten- verbund	Schichten- aufbau	Besonderheit	Größtkorn	Schicht- unter- kante	Misch- probe
				[mm]	[cm]	
BS 29	i	AS DS	-	11	3,0	MP 29.1
	i	AS TS	Binder zersetzt	22	7,7	MP 29.2
BS 32	i	AS DS	AH	11	4,4	MP 32.1
	KS [	AS TS	Binder zersetzt'	32	8,1	MP 32.2
		AS TS	-	42	17,7	
BS 38	i	AS DS	AH, Binder zersetzt'	14	4,2	MP 38.1
	i	AS TS	-	22	6,6	MP 38.2
	i	AS TS	-	32	6,0	MP 38.3
	i	AS TS	-	32	12,1	
	i	AS TS	Binder zersetzt'	32	8,4	
BS 42	i	AS DS	AH	11	4,5	MP 42.1
	KS [	AS TS	Binder zersetzt	22	8,2	MP 42.2
		AS TS	-	28	17,0	
	i	AS TS	-	40	10,9	
BS 45	i	AS DS	-	11	6,3	MP 45.1
	i	AS TS	-	30	18,2	MP 45.2
BS 49	i	AS DS	AH	12	4,3	MP 49.1
	KS [	AS TS	Binder zersetzt'	32	7,2	MP 49.2
		AS TS	-	36	17,6	MP 49.3
		AS TS	-	36	14,9	
BS 53	i	AS DS	AH	11	2,8	MP 53.1
	i	AS DS/BS	AH, Binder zersetzt'	16	6,6	
	i	AS TS	-	26	8,9	MP 53.2

i: intakt, KS: kein Schichtenverbund, AS: Asphalt, DS: Deckschicht, BS: Binderschicht, TS: Tragschicht, AH: Aufhellung

4.2.2 Auffüllungen

Unterhalb der Oberflächenbefestigung wurden Auffüllungen unterschiedlicher Zusammensetzung erkundet. Die Abgrenzung der Auffüllungen zu unterlagernden gewachsenen Böden war nicht immer eindeutig möglich.

Zunächst bestehen die Auffüllungen aus Sand, häufig mit eingelagerten Bauschuttresten (Ziegel-, Beton-, Asphaltbruch oder Schlackeresten), Klei-Einlagerungen und stellenweise MKW-Geruch. Die Unterkante der **sandigen Auffüllungen** wurde in Tiefen zwischen rd. 1,8 m (BS 27 und BS 38) und rd. 6,1 m (z.B. BS 1) unter GOK bzw. maximal bis zum Niveau von rd. NHN $\pm 0,0$ m angetroffen.



Nach den Angaben in den Schichtenverzeichnissen zur Beschaffenheit des Bodens ist von einer lockeren bzw. locker bis mitteldichten Lagerung der sandigen Auffüllungen auszugehen.

Unterhalb der sandigen Auffüllungen wurde häufig **aufgefüllter Klei**, teilweise torfig, stellenweise sandstreifig und stellenweise mit MKW-Geruch erkundet. Die Unterkante des aufgefüllten Kleis wurde bis in maximale Tiefen von rd. 7,8 m unter GOK (BS 19), bzw. bis maximal rd. NHN -1,9 m (BS 19) angetroffen.

Die Konsistenz des aufgefüllten Kleis ist nach unserer Beurteilung überwiegend weich und z. T. weich bis steif.

Teilweise ist innerhalb der Auffüllungen mit größeren Bauschutt-/Bauteilresten zu rechnen. Die Kleinbohrungen BS 8, BS 10, BS 24, BS 25, BS 26, BS 43, BS 44 mussten aufgrund von Bohrhindernissen in Tiefen zwischen rd. 1,1 m (BS 24) und rd. 4,9 m (BS 8) unter Ansatzpunkt abgebrochen werden.

Häufig wurde ein auffälliger Geruch der Auffüllungen nach Mineralöl o. ä. festgestellt. Bezüglich enthaltener Schadstoffe wird auf die Ergebnisse der orientierenden chemischen Untersuchung hinsichtlich Wiederverwertbarkeit und Entsorgung gemäß Abschn. 7.3 verwiesen.

Weitere Details zur Baugrundsichtung sind den Bohrprofilen in den Anlagen 023581-1/2.1 bis 2.10 zu entnehmen.

4.2.3 Organische Weichschichten

Unterhalb der Auffüllungen aus Sand und Klei stehen gewachsene organische Weichschichten aus Klei und untergeordnet aus Torf und (stark) torfiger Mudde mit einer Basis zwischen rd. 10,3 m (BS 29) und rd. 14,6 m (BS 45) unter GOK bzw. zwischen rd. NHN -4,7 m (BS 29) und rd. NHN -8,9 m (BS 38, BS 45) an. In der Kleinbohrung BS 49 wurden bis zur Bohrendtiefe in einem Niveau von rd. NHN -7,3 m keine organischen Weichschichten angetroffen.



Örtlich sind innerhalb der organischen Weichschichten bis zu mehrere Meter mächtige Lagen holozäner Sande (s. Abschn. 4.2.4) eingelagert.

Im Bereich der Dradenustraße wurden Torfe in einer Mächtigkeit zwischen rd. 1,8 m (BS 9) und rd. 4,3 m (BS 13) und einer Unterkante zwischen rd. NHN -7,5 m (BS 5) und rd. NHN -4,3 m (BS 9) angetroffen.

Bei den Kleinbohrungen BS 42 und BS 45 wurde eine (stark) torfige Mudde in einer Mächtigkeit zwischen rd. 1,1 m (BS 45) und rd. 1,5 m (BS 42) und einer Unterkante in einem Niveau zwischen rd. NHN -5,3 m (BS 42) und rd. NHN -5,7 m (BS 45) erkundet.

Der angetroffene Klei ist überwiegend von weicher Konsistenz. Örtlich ist der Klei torfig bzw. sandstreifig ausgebildet.

Der angetroffene Torf ist stellenweise kleistreifig ausgebildet und ist zersetzt bis stark zersetzt.

Die angetroffene (stark) torfige Mudde liegt in weicher Konsistenz vor.

Tendenziell wurden im Bereich der Dradenustraße größere Weichschichtmächtigkeiten als im Bereich zwischen Antwerpenstraße und Tankweg erbohrt.

Weitere Details zur Baugrundsichtung sind den Bohrprofilen in den Anlagen 023581-1/2.1 bis 2.12 zu entnehmen.

4.2.4 Holozäne Sande

Die gewachsenen organischen Weichschichten werden von holozänen Sanden unterlagert. Die Basis der holozänen Sande wurde bei maximalen Bohrtiefen von 15 m unter GOK nicht erkundet. Örtlich wurde auch unterhalb der aufgefüllten Kleiböden eine Wechselagerung von holozänen Sanden und gewachsenen Weichschichten aus Klei und Torf angetroffen.



Bei den holozänen Sanden handelt es sich um Fein- bis Mittelsande mit unterschiedlichen Schluff- und Grobsand-Anteilen und Klei-Einlagerungen. Örtlich treten Torf-Einlagerungen, Schill sowie Klei-Lagen oder -Streifen auf.

Nach den Angaben in den Schichtenverzeichnissen zur Beschaffenheit des Bodens ist von einer überwiegend mitteldichten Lagerung der holozänen Sande auszugehen.

Weitere Details zur Baugrundsichtung sind den Bohrprofilen in den Anlagen 023581-1/2.1 bis 2.12 zu entnehmen.

5. Wasser im Baugrund

5.1 Bohrwasserstände und gemessene Stauwasserstände

Die während der Bohrarbeiten angetroffenen bzw. unmittelbar nach Bohrende gemessenen Wasserstände sind nach den Angaben in den Schichtenverzeichnissen (U 2.3) in den Anlagen 023581-1/2.1 bis 2.12 links neben den Bohrprofilen eingetragen.

Danach wurden während der Bohrarbeiten in den Kleinbohrungen unausgepegelte Wasserstände in Tiefen zwischen rd. 0,9 m (BS 25) und rd. 5,6 m (BS 38 und BS 56) unter GOK bzw. zwischen rd. NHN +0,3 m (BS 49) und rd. NHN +4,6 m (BS 1) angetroffen. In der Stauwassermessstelle SWM BS 15.1 wurde ein Wasserstand von rd. 1,75 m unter GOK bzw. rd. NHN +4,0 m und in der Stauwassermessstelle SWM BS 29.1 ein Wasserstand von rd. 2,10 m unter GOK bzw. rd. NHN +3,5 m gemessen.

Dabei handelt es sich überwiegend um Stauwasser oberhalb und innerhalb der organischen Weichschichten bzw. um Mischwasserstände aus Stauwasser und dem unterhalb der aufgefüllten und gewachsenen organischen Weichschichten gespannt anstehendem Grundwasser.

Örtlich fehlt die organische Weichschicht, sodass z. B. bei den Kleinbohrungen BS 55, BS 56, BS 49, BS 38 das Grundwasser angebohrt wurde.



Die Wasserstände variieren entlang der Trasse und können in folgende Abschnitte eingeteilt werden:

Im Bereich der Dradenustraße (BS 1 bis BS 31) sowie am Anfang der Antwerpenstraße wurden während der Bohrarbeiten in den Kleinbohrungen bzw. in den Stauwassermessstellen Wasserstände in Tiefen zwischen rd. 0,9 m (BS 25) und rd. 3,2 m (BS 31) unter GOK bzw. zwischen rd. NHN +2,8 m (BS 30) und rd. NHN +4,6 m (BS 1, BS 4) angetroffen. In diesem Bereich liegt das Baulos S1. Alle Kleinbohrungen belegen, dass sich hier ein großflächiger und zusammenhängender Stauwasserhorizont ausgebildet hat. Der Stauwasserhorizont liegt überwiegend im Höhenniveau um rd. NHN +4,5 m und damit lediglich nur 1 m bis 1,5 m unter der Geländeoberfläche.

In der Antwerpenstraße wurden während der Bohrarbeiten im Bereich zwischen den Kleinbohrungen BS 32 bis BS 50 Wasserstände in Tiefen zwischen rd. 3,5 m (BS 40) und rd. 5,5 m (BS 49) unter GOK bzw. zwischen rd. NHN +0,3 m (BS 49) und rd. NHN +2,2 m (BS 32, BS 39, BS 40) angetroffen. In diesem Bereich des Baulosabschnittes S2 ist überwiegend mit einem Stauwasserhorizont zwischen etwa NHN +1,5 m und NHN +2,0 m zu rechnen.

In der Antwerpenstraße östlich der Straßeneinmündung Köhlfleetdamm wurden während der Bohrarbeiten in den Kleinbohrungen BS 51 bis BS 54 Wasserstände in Tiefen zwischen rd. 1,3 m (BS 52) und rd. 2,5 m (BS 54) unter GOK bzw. zwischen rd. NHN +3,2 m (BS 54) und rd. NHN +4,1 m (BS 51 und BS 52) angetroffen. In diesem etwa 230 m langen Baulosabschnitt im Los S2 wurden deutlich höhere Stauwasserstände als im östlich gelegenen Abschnitt festgestellt. Hier ist überwiegend mit einem Stauwasserhorizont zwischen rd. NHN +4,0 m bis NHN +4,5 m zu rechnen.

Im Bereich des Tankwegs wurden während der Bohrarbeiten in den Kleinbohrungen BS 55 bis BS 60 Wasserstände in Tiefen zwischen rd. 4,6 m (BS 60) und rd. 5,6 m (BS 56) unter GOK bzw. zwischen rd. NHN +0,7 m (BS 49) und rd. NHN +1,3 m (BS 59 und BS 60) angetroffen. Nach Bohrende lagen die Wasserstände in einem Niveau bei rd. NHN +1,0 m.



Hierbei handelt es sich um Grundwasser bzw. ggf. auch durch Niederschläge beeinflusstes und das Grundwasser überprägtes Stauwasser, welches eine hydraulische Verbindung zur Elbe aufweist. Nach den Ergebnissen der in den Sanden unterhalb der organischen Weichschichten gemessenen Grundwasserganglinien bei der Messstelle GWM 3 nördlich des Startschachtes im Losabschnitt T liegt die Dämpfung der Grundwasserstände bezogen auf die Hochwasserstände der Elbe bei etwa 50 %.

Bei den Bohrwasserständen handelt es sich um nicht ausgespiegelte Wasserstände und ferner bezüglich der minimal bzw. maximal möglichen Wasserstände nur um Momentaufnahmen.

5.2 Elbwasserstände und Bemessungshochwasserstände

Der **Wasserstand in der Elbe** ist tideabhängig. Gemäß den gewässerkundlichen Angaben für den Pegel St. Pauli für den Messzeitraum der Jahre 2014 bis 2018 ist von folgenden Wasserständen auszugehen:

Höchstes Tidehochwasser (HThw):	NHN +6,08 m
Mittleres Tidehochwasser (MThw):	NHN +2,16 m
Mittleres Tideniedrigwasser (MTnw):	NHN -1,67 m
Niedrigstes Tideniedrigwasser (NTnw):	NHN -3,64 m
mittlerer Tidenhub:	3,83 m

Der höchste Tidewaterstand HHThw am Pegel St. Pauli wurde 1976 mit NHN +6,45 m gemessen.

Der maximale Bemessungswasserstand für Bauwerke innerhalb des Polders 9 mit einer Lebensdauer von bis zu 50 Jahren beträgt NHN +7,2 m und NHN +8,0 m für Bauwerke mit einer Lebensdauer von mehr als 50 Jahren gemäß der Anlage 1 „Bemessungswasserstände für Anlagen im zentralen Hafengebiet, Stand 2013, der HPA.

In den Sanden der Elbmarsch steht das **Grundwasser** wegen der Überdeckung mit gering wasserleitfähigen Böden überwiegend gespannt an. Es steht in hydraulischer Verbindung mit der Elbe. Die tidebedingten Wasserstandsschwankungen der Elbe wirken sich hier in

Die Untersuchungsergebnisse sind gemäß den Prüfberichten des Labors in den Anlagen 023581-1/8.1 und 8.2 wiedergegeben und nachfolgend tabellarisch zusammengestellt.


Tabelle 2 Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen auf Beton- und Stahlaggressivität

Wasserprobe			Betonaggressivität	Stahlaggressivität		
SWM	Entnahme-Datum	Entnahme-Tiefe [mNHN]	Expositions-klasse	Mulden- / Lochkorrosion	Flächenkorrosion	Güte
SW 15.1	14.08.2020	+1,41	nicht Beton angreifend	sehr gering	sehr gering	sehr gut
SW 29.1	14.08.2020	+2,02	XA 1	sehr gering	sehr gering	sehr gut

Die Wasserproben wurden aus dem Stauwasser entnommen.

Die Stauwasserproben in der Messstelle SW 15.1 weist keine Betonaggressivität auf. In der Messstelle SW 29.1 ist das Stauwasser in die Expositions-klasse XA 1 (geringe Beton-aggressivität) einzustufen.

Bezüglich der Stahlaggressivität wurde bei beiden Proben eine sehr geringe Flächenkorrosion ermittelt. Die Mulden- und Lochkorrosion wird ebenfalls als sehr gering eingestuft.

Die Auswertung der Einleitparameter in das Regenwassersiel bzw. in den Vorfluter sowie in das Misch- oder Schmutzwassersiel sind in den Anlagen 023581-1/9.1 und 9.2 wiedergegeben und zusammengestellt.

Für die Einleitung von Baugrubenwasser in ein Misch- oder Schmutzwassersiel liegt nur der Eisen-II-Parameter geringfügig über dem erlaubten Grenzwert von 2 mg/l.

Eine Einleitung des Baugrubenwassers in die Vorflut (Elbe) oder ein Regenwassersiel ist nur nach einer aufwendigen Behandlung des Wassers möglich. Die Parameter für Eisen, Ammonium, CSB, Arsen, Blei und Kupfer müssen reduziert werden.

6. Laborversuche und Bodenkennwerte

6.1 Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

Zur Abschätzung der in erdstatischen Berechnungen für die Bodenschichten anzusetzenden Bodenkennwerte wurden neben der manuellen und visuellen Beurteilung der uns vom Bohrunternehmer gelieferten, gestört entnommenen Bodenproben in unserem Labor an



ausgewählten Proben aus den Auffüllungen und den gewachsenen Böden der Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1 sowie die Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4 ermittelt.

6.2 Wassergehalte

Die Einzelwerte der ermittelten Wassergehalte sind in den Anlagen 023581-1/2.1 bis 2.12 rechts neben den Bohrprofilen, den Probeentnahmetiefen zugeordnet, eingetragen. Im Einzelnen ergeben sich die in Tabelle 3 angegebenen Grenz- und Mittelwerte.

Tabelle 3 Wassergehalte der organischen Weichschichten

Bodenart	Versuchszahl	Wassergehalt w (%)		
		min.	mittel	max.
Klei, aufgefüllt	34	28,9	69,5	135
Klei	14	35,6	60,5	122
Torf	5	124	172	212
Mudde, (stark) torfig	2	137	-	145

6.3 Korngrößenverteilung

An insgesamt sechs Bodenproben der sandigen Auffüllungen und vier Bodenproben der gewachsenen holozänen Sande wurde die Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4 ermittelt. Die Ergebnisse sind in den Anlagen 023581-1/3.1 und 3.2 (sandige Auffüllungen) und in der Anlage 023581-1/3.3 (gewachsene holozäne Sande) als Kornverteilungskurven dargestellt.

Im Wesentlichen handelt es sich bei den untersuchten Sanden um sehr schwach schluffige Fein- und Mittelsande mit unterschiedlichen geringen Beimengungen von Grobsand.

Nach HAZEN liegt die Wasserdurchlässigkeit der untersuchten Sandböden zwischen $k = 1 \cdot 10^{-4}$ m/s und $k = 2 \cdot 10^{-4}$ m/s.



6.4 Charakteristische Bodenkennwerte

Nach den Ergebnissen der Laborversuche an den gestört entnommenen Proben sind unter Berücksichtigung unserer Erfahrungen mit vergleichbaren Bodenarten für erdstatische Berechnungen die in der Tabelle 4 aufgeführten Bodenkennwerte als charakteristische Werte anzusetzen. In der Tabelle 4 sind ferner zu den einzelnen Bodenarten die zugehörigen Bodengruppen nach DIN 18196 sowie die Homogenbereiche angegeben.

Tabelle 4 Bodenkennwerte (charakteristische Werte), Bodengruppen und Homogenbereiche

Bodenart	Homogen-Bereich	Boden- gruppe nach DIN 18196	Wichte		Scherparameter			Steifemodul
			min. γ/γ'	max. γ/γ'	φ'_k	c'_k	$c_{u,k}$	$E_{s,k}$
[-]	[-]	[-]	[kN/m ³]		[°]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[MN/m ²]
Auffüllung, sandig, mit Klei-Einlage- rungen, z.T. mit Bau- schutt, locker gelagert	H 1	[SE, SW, SU, SU*, ST]	17/10	18/10	27,5	0	-	5 - 15
Auffüllungen aus Torf	H 2	[HN, HZ]	11/1	12/2	15	5	15	0,3 – 1
Auffüllungen aus Klei		[OU, OT]	14/4	16/6	17,5	7,5	20	1,0 – 2,0
Torf	H 3	HN, HZ	11/1	12/2	17,5	5	15	0,3 – 1
Klei		OU, OT	14/4	16/6	17,5	10	25	1,0 - 2,0
Holozäne Wattsande , bereichsweise mit Kleistreifen sowie Flusssande, locker bis mitteldicht	H 4	SE, SW, SI, SU, SU*	17/10	19/11	32,5	0	0	≥ 40
Holozäne Wattsande , bereichsweise mit Kleistreifen sowie Flusssande, mittel- dicht bis dicht		SE, SW, SI, SU, SU*	18/10	19/11	35	0	0	≥ 60

Unter Berücksichtigung der geplanten Leitungsbaumaßnahme und der erforderlichen Tiefbauarbeiten für die Errichtung und Sicherung der Schachtbaugruben werden die Homogenbereiche H 1 bis H 4 unter Beachtung der DIN 18300 (Erdarbeiten), DIN 18301 (Bohrarbeiten) festgelegt.



Die für die Homogenbereiche H 1 bis H 4 geltenden bodenmechanischen Eigenschaften sind in den Anlagen 023581-1/10.1 bis 10.4 zusammengestellt.

Bei der Abschätzung der Bandbreite der bodenmechanischen Eigenschaften der einzelnen Homogenbereiche wurden die bodenmechanischen Labor-/Feldversuchsergebnisse gemäß Abschn. 6.2 und 6.3 sowie uns vorliegende Erfahrungswerte vergleichbarer Böden herangezogen. Aufgrund natürlicher geogen bedingter Unregelmäßigkeiten sind jedoch Abweichungen davon möglich.

7. Orientierende chemische Untersuchung hinsichtlich Wiederverwertbarkeit und Entsorgung

7.1 Allgemeine Beurteilungsgrundlagen zur Prüfung von Verwertungs- bzw. Entsorgungsmöglichkeiten des Bodenaushubs

Die Beurteilung der stofflichen Verwertung von bei Bauvorhaben anfallendem Bodenaushub erfolgt auf der Grundlage der Festlegungen der „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen, Technische Regeln“ (TR) der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA), Teil I „Allgemeiner Teil“ (Stand 06.11.2003) sowie Teil II.1.2 „Bodenmaterial“ (TR-Boden, Stand 05.11.2004).

Zur Beurteilung der Wiederverwendbarkeit von Aushubböden sind dazu charakteristische Bodenmischproben entsprechend den Festlegungen der LAGA-TR Boden chemisch zu untersuchen. In Abhängigkeit von den für die einzelnen Untersuchungsparameter im Feststoff bzw. Eluat ermittelten Gehalten (Konzentrationen) werden die untersuchten Böden einzelnen Einbauklassen bzw. bei Erfordernis einer Entsorgung den Deponieklassen nach DepV zugeordnet. Maßgebend für die Festlegung der Einbauklassen ist die Einhaltung der für die Untersuchungsparameter festgelegten Zuordnungswerte (Z0, Z1, Z1.1, Z1.2, Z2), die die Grenzwerte der jeweiligen Einbauklasse darstellen.

In der LAGA-TR Boden bzw. LAGA-TR Bauschutt sind die folgenden Einbauklassen/Zuordnungswerte definiert:



- **Einbauklasse 0 / Zuordnungswerte Z0/Z0*: Uneingeschränkter Einbau**

Bei Unterschreitung bzw. Einhaltung der Zuordnungswerte Z0 ist im Allgemeinen ein uneingeschränkter Einbau (Einbauklasse 0) von Boden bzw. Bauschutt in bodenähnlichen Anwendungen möglich.

Bei geringfügiger Überschreitung des Zuordnungswertes Z0 und bei Unterschreitung bzw. Einhaltung der Zuordnungswerte Z0* ist eine Verfüllung von Abgrabungen mit Bodenmaterial unterhalb einer durchwurzelbaren Bodenschicht von mind. 2 m Mächtigkeit generell unter Einhaltung weiterer Bedingungen möglich.

- **Einbauklasse 1 / Zuordnungswerte Z1 (Feststoff) sowie Z1.1 (Eluat) und Z1.2 (Eluat): Eingeschränkter offener Einbau**

Bei Unterschreitung bzw. Einhaltung der Zuordnungswerte Z1 für Feststoff und Z1.1 für Eluat ist ein offener Einbau von mineralischen Abfällen in technischen Bauwerken unter ungünstigen hydrogeologischen Standortbedingungen möglich.

Bei Unterschreitung bzw. Einhaltung der Zuordnungswerte Z1 für Feststoff und Z1.2 für Eluat ist ein offener Einbau von mineralischen Abfällen in technischen Bauwerken unter günstigen hydrogeologischen Standortbedingungen möglich.

- **Einbauklasse 2 / Zuordnungswerte Z2: Eingeschränkter Einbau**

Bei Unterschreitung bzw. Einhaltung der Zuordnungswerte Z2 im Feststoff und Eluat ist der Einbau von Bodenmaterial mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen (z. B. Tragschicht unter Asphalt) in technischen Bauwerken möglich.

- **Zuordnungswert >Z2**

Werden die Zuordnungswerte Z2 überschritten, ist der Einbau in eine zugelassene Deponie (Deponieverordnung – DepV vom 27.04.2009, BGBl. I S. 900) erforderlich.

Kann das Aushubmaterial aufgrund der Überschreitung der Zuordnungswerte Z0 nicht einem Einbau zugeführt werden, so führt dies zu Mehrkosten bei der Entsorgung gegenüber einem nicht mit Schadstoffen belasteten Aushubmaterial.



Eine Verwertung oder Entsorgung von Aushubmaterial außerhalb der Baustelle kommt auch zum Tragen, wenn das Aushubmaterial aus bautechnischen oder wasserwirtschaftlichen Gründen nicht wieder eingebaut werden kann (z. B. geringe Verdichtbarkeit oder erhöhte Schadstoffkonzentrationen in Bezug auf den Grundwasserschutz) oder eine Verwertung vor Ort (z. B. Verfüllung von Arbeitsräumen) nicht möglich ist.

Um einen umfassenden Überblick über die Verbringungsmöglichkeiten zu erlangen, wurden alle Proben sowohl gemäß LAGA-TR Boden als auch gemäß Deponieverordnung untersucht. Bei Böden mit erfahrungsgemäß erhöhten Anteilen organischen Kohlenstoffs wurden zusätzlich der AT4- und der Brennwert bestimmt.

7.2 Probenzusammenstellung und Untersuchungsumfang

Aus den uns vom Bohrunternehmer gelieferten Bodenproben wurden Mischproben zusammengestellt. Diese wurden aus Bodenproben jeweils gleicher oder ähnlicher Zusammensetzung und gleicher Genese (z. B. Auffüllungen aus Sand oder aufgefüllter Klei) ausgewählt.

Insgesamt wurden 35 Mischproben (MP 1 – MP 35) zusammengestellt und von der GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Pinneberg, gemäß der LAGA-TR Boden (Feststoff und Eluat) sowie der Deponieverordnung untersucht.

An insgesamt 7 Mischproben (MP 3, MP 9, MP 10, MP 17, MP 21, MP 23 und MP 32) wurden zusätzlich der Brennwert und die Atmungsaktivität (AT4-Wert) bestimmt.

Die Angaben zur Bodenart der Mischproben, zur Herkunft der Einzelproben (Bohrung, Tiefenlage unter Geländeoberkante, Bodenart) sind der Anlage 023581-1/5.1 zu entnehmen.

Die Zuordnungswerte und Einbauklassen gemäß der LAGA-TR Boden sowie alle oberhalb des Zuordnungswertes Z0 liegenden Parameter sind der Anlage 023581-1/5.2 zu entnehmen.



Die voraussichtliche Einstufung der Deponieklassen gemäß Deponieverordnung sowie alle oberhalb der Deponieklasse DK0 liegenden Parameter sind der Anlage 023581-1/5.3 zu entnehmen.

Die Einzelergebnisse der orientierenden chemischen Untersuchungen sind gemäß den Prüfergebnissen der GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Pinneberg (U 2.6), in der Anlage 023581-1/4.1 zusammengestellt.

7.3 Bewertung der orientierenden chemischen Untersuchungen des Bodens

7.3.1 Sandige Auffüllungen

LAGA

Die Mischproben MP 5 und MP 28 sind dem Zuordnungswert **Z0** der **Einbauklasse 0 (Uneingeschränkter Einbau)** der LAGA-TR Boden zuzuordnen.

Die Mischproben MP 19, MP 29, MP 30, MP 33 und MP 34 sind aufgrund erhöhter unterschiedlicher Parameter (Cyanid ges., Quecksilber, Zink und/oder TOC) dem Zuordnungswert **Z1** der **Einbauklasse 1** der LAGA-TR Boden zuzuordnen.

Die Mischproben MP 2, MP 16, MP 24 und MP 25 sind aufgrund erhöhter Sulfat-Werte dem Zuordnungswert **Z1.2** der **Einbauklasse 1** der LAGA-TR Boden zuzuordnen.

Die Mischproben MP 1, MP 4, MP 6 bis MP 8, MP 12 bis MP 15, MP 20, MP 22, MP 26, MP 27, MP 32 und MP 35 sind aufgrund erhöhter unterschiedlicher Parameter (Summe PAK, Arsen, Cadmium, Quecksilber, Zink, Sulfat) dem Zuordnungswert **Z2** der **Einbauklasse 2** der LAGA-TR Boden zuzuordnen.

Die Mischprobe MP 18 zeigt aufgrund erhöhter Kohlenwasserstoff- und Cyanid (ges.)-Gehalte eine **Überschreitung** der Grenzwerte des Zuordnungswertes **Z2** der LAGA-TR Boden.



DepV

Die Mischproben MP 1, MP 2, MP 4, MP 5, MP 7, MP 12, MP 14, MP 15, MP 19, MP 20, MP 24 bis MP 26, MP 28 bis MP 30 und MP 33 bis MP 35 zeigen **keine Überschreitungen** der Grenzwerte der Deponieklasse **DK0**.

Die Mischproben MP 8, MP 11, MP 13 und MP 31 sind aufgrund erhöhter unterschiedlicher Parameter (Lipophile Stoffe oder Sulfat) der Deponieklasse **DK1** zuzuordnen.

Die Mischproben MP 6, MP 16 und MP 27 sind aufgrund erhöhter TOC-Gehalte oder aufgrund eines erhöhten Glühverlustes der Deponieklasse **DK2** zuzuordnen.

Die Mischprobe MP 18 ist aufgrund eines erhöhten Glühverlustes und eines erhöhten Gehaltes lipophiler Stoffe der Deponieklasse **DK3** zuzuordnen.

7.3.2 Aufgefüllter Sand und Klei

LAGA

Die Mischproben MP 9 und MP 10 sind aufgrund erhöhter unterschiedlicher Parameter (Kohlenwasserstoffe, Cyanid ges., Sulfat und Summe PAK, Arsen, Cadmium, Quecksilber, Zink, TOC) dem Zuordnungswert **Z2** der **Einbauklasse 2** der LAGA-TR Boden zuzuordnen.

DepV

Die Mischprobe MP 10 ist aufgrund eines erhöhten Gehaltes an Kohlenwasserstoffen der Deponieklasse **DK1** zuzuordnen.

Die Mischprobe MP 9 ist aufgrund eines erhöhten Glühverlustes der Deponieklasse **DK3** zuzuordnen.

Die Atmungsaktivität (AT4-Wert) sowie der Brennwert der Mischproben MP 9 und MP 10 sind jeweils in der Anlage 023581-1/5.3 angegeben.



7.3.3 Aufgefüllter Klei

LAGA

Der durch die Mischproben MP 3, MP 17, MP 21, MP 23 und MP 32 repräsentierte **aufgefüllte Klei** zeigt aufgrund unterschiedlicher erhöhter Parameter (Kohlenwasserstoffe, Summe PAK, Quecksilber, TOC und/oder Sulfat) eine **Überschreitung** der Grenzwerte des Zuordnungswertes **Z2** der LAGA-TR Boden.

DepV

Aufgrund der erhöhten TOC-Gehalte sowie des Glühverlustes sind die Mischproben MP 3 und MP 23 der Deponieklasse **DK3** zuzuordnen. Die stark erhöhten TOC-Gehalte und Glühverluste der Mischproben MP 17 und MP 21 bzw. der erhöhte Glühverlust der Mischprobe MP 32 **überschreiten** die Grenzwerte der Deponieklasse **DK3**.

Die Atmungsaktivität (AT4-Wert) sowie der Brennwert der Mischproben MP 3, MP 17, MP 21, MP 23 und MP 32 sind jeweils in der Anlage 023581-1/5.3 angegeben.

7.4 Empfehlungen für die Aushubarbeiten

Die Entsorgung von Aushubmaterial mit Einbauklassen größer Z0 außerhalb der Baustelle verursacht z.T. deutliche Mehrkosten gegenüber Böden der Einbauklasse Z0.

Um ggf. anfallende Mehrkosten bei der Entsorgung von Bodenaushub zu reduzieren, empfehlen wir, das durch die Mischproben MP 1 bis MP 35 repräsentierte Bodenmaterial, sofern technisch machbar und wirtschaftlich vertretbar, getrennt nach Bodenart und Einbauklassen auszubauen und auf der Baustelle bzw. einer externen Bereitstellungsfläche in Mieten zur Beprobung bereitzustellen.

Insbesondere der aufgefüllte Klei, repräsentiert durch die Mischproben MP 3, MP 17, MP 21, MP 23 und MP 32 mit nachweislich hohen Kohlenwasserstoff-, PAK- und/oder Quecksilbergehalten sowie der durch die Mischprobe MP 18 repräsentierte aufgefüllte Sand mit hohen Kohlenwasserstoff- und Cyanid (ges.)-Gehalten sollten separiert und zur Klärung der Entsorgungsmöglichkeiten repräsentativ beprobt und auf die dem Ent-



sorgungsunternehmen zur Verfügung stehenden Entsorgungswege analysiert werden (Deklarationsanalysen).

Der getrennte Ausbau von Material mit unterschiedlichen Schadstoffgehalten verhindert eine Vermischung von Böden, die unterschiedlich starke Verunreinigungen aufweisen. Die Trennung gewährleistet hohe Wiederverwendungs- bzw. Verwertungsquoten und führt aufgrund nicht vermischter Bodenchargen zu einer Kostenreduzierung im Rahmen der Entsorgung. Die ordnungsgemäße Abfuhr des Bodenmaterials oberhalb der Einbauklasse Z0 ist durch Übernahmescheine bzw. oberhalb der Einbauklasse Z2 mittels Entsorgungs- und Verwertungsnachweisen zu dokumentieren.

7.5 Mischprobenzusammenstellung und Ergebnisse der orientierenden Asphaltuntersuchungen

Insgesamt wurden 30 Asphalt-Mischproben (s. Tabelle 5) zusammengestellt und von der GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Pinneberg auf Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAKs) sowie den Phenolindex untersucht.

Die Einstufungen der Asphaltproben in die Verwertungsklassen gemäß RuVA-StB 01 ist der Tabelle 5 zu entnehmen.

Tabelle 5 Mischprobenzusammenstellung, Ergebnisse und Einstufung der Asphaltproben gemäß RuVA-StB 01

Bohrung	Schichten- aufbau	Schicht- oberkante [cm]	Schicht- unterkante [cm]	Misch- probe	Summe PAK (EPA) [mg/kg]	Phenol- index [mg/l]	Verwertungs- klasse (RuVA-StB 01)
BS 1	Schicht 1	0	5	MP 1.1	n.n.	<0,005	A
	Schicht 2	5	29	MP 1.2	2,890	<0,005	A
BS 5	Schicht 1	5	13	MP 5.1	n.n.	<0,005	A
	Schicht 2	13	33	MP 5.2	0,670	<0,005	A
BS 9	Schicht 1	0	4	MP 9.1	n.n.	<0,005	A
	Schicht 2	4	29	MP 9.2	0,650	<0,005	A
BS 13	Schicht 1	0	5	MP 13.1	n.n.	<0,005	A
	Schicht 2	5	31	MP 13.2	3,110	<0,005	A
BS 19	Schicht 1	0	4	MP 19.1	n.n.	<0,005	A
	Schicht 2	4	32	MP 19.2	0,910	<0,005	A
BS 23	Schicht 1	0	4	MP 23.1	n.n.	<0,005	A
	Schicht 2	4	30	MP 23.2	2,510	<0,005	A



Bohrung	Schichten- aufbau	Schicht- oberkante [cm]	Schicht- unterkante [cm]	Misch- probe	Summe PAK (EPA) [mg/kg]	Phenol- index [mg/l]	Verwertungs- klasse (RuVA-StB 01)
BS 27	Schicht 1	0	4	MP 27.1	n.n.	<0,005	A
	Schicht 2	4	30	MP 27.2	0,100	<0,005	A
BS 29	Schicht 1	0	3	MP 29.1	n.n.	<0,005	A
	Schicht 2	3	11	MP 29.2	n.n.	<0,005	A
BS 32	Schicht 1	0	4	MP 32.1	0,380	<0,005	A
	Schicht 2	4	30	MP 32.2	1,790	<0,005	A
BS 38	Schicht 1	0	4	MP 38.1	n.n.	<0,005	A
	Schicht 2	4	11	MP 38.2	n.n.	<0,005	A
	Schicht 3	11	37	MP 38.3	0,290	<0,005	A
BS 42	Schicht 1	0	4,5	MP 42.1	0,410	<0,005	A
	Schicht 2	4,5	41	MP 42.2	0,130	<0,005	A
BS 45	Schicht 1	0	6	MP 45.1	0,210	<0,005	A
	Schicht 2	6	25	MP 45.2	0,110	<0,005	A
BS 49	Schicht 1	0	4	MP 49.1	0,260	<0,005	A
	Schicht 2	4	11,5	MP 49.2	n.n.	<0,005	A
	Schicht 3	11,5	44	MP 49.3	0,650	<0,005	A
BS 53	Schicht 1	0	9	MP 53.1	0,280	<0,005	A
	Schicht 2	9	18	MP 53.2	0,110	<0,005	A

8. Gründungsempfehlung

8.1 Baugrundbeurteilung und Gründungskonzept

8.1.1 Allgemeines

Die in der Baufläche vorhandenen sandigen Auffüllungen sind aufgrund ihrer inhomogenen Zusammensetzung (Kleieinlagerungen) und erfahrungsgemäß überwiegend sehr lockeren bis lockeren Lagerung für den Abtrag von Bauwerkslasten nur bedingt geeignet. Der größtenteils unterhalb der sandigen Auffüllungen vorhandene aufgefüllte Klei bzw. die größtenteils anstehenden organischen Weichschichten aus Klei und z. T. aus Torf oder torfiger Mudde stellen einen stark setzungsempfindlichen und somit gering tragfähigen Baugrund dar. Den ausreichend tragfähigen Baugrund bilden bei mindestens mitteldichter Lagerung die holozänen Sande und die unterhalb anstehenden, überwiegend mindestens mitteldicht gelagerten pleistozänen Sande.



8.1.2 Gründungskonzept KMR-Leitung und Schächte

Die UK der erdverlegten KMR-Leitungen liegen im Regelfall etwa 3 m unter GOK und damit in einem Höhenniveau zwischen rd. NHN +3,0 m und rd. NHN +2,6 m.

Im westlichen Bereich der DradenustraÙe sowie westlich des Hauptabsperrschachtes S2-12.1 in der AntwerpenstraÙe sind die MKR-Leitungen unterhalb von Wasserleitungen der HWW zu führen. In diesen Bereichen liegen die Rohrsohlen der KMR-Rohre bei rd. NHN +1,3 m bzw. NHN +1,4 m.

Unterhalb der Gründungsebene der KMR-Leitungen stehen überwiegend sandige Auffüllungen und aufgefüllter Klei an. Zur Schaffung eines ausreichend stabilen Gründungspolsters unterhalb der Leitungen ist es erforderlich, bis in eine Tiefe von rd. $t = 0,75$ m unterhalb der Rohrsohlen den anstehenden Boden (Sand und Klei) gegen verdichtet einzubauenden Füllsand auszutauschen.

Die Gründungssohlen der Hauptabsperrschächte S1-5.3 und S2-12.1 liegen im aufgefüllten Klei, sodass auch hier ein Bodenaustausch bis rd. $t = 0,75$ m unter Sohle durchgeführt werden muss.

Aufgrund der etwa ausgeglichenen Gewichtsbalanz (Entlastung/Wiederbelastung) führt der Bau der geplanten KMR-Leitungen und der Absperrschächte nicht zu wesentlichen Spannungserhöhungen im Baugrund, sodass die geplante Flachgründung weitgehend setzungsarm erfolgen kann. Die Voraussetzung für die vorgesehene Flachgründung ist, dass im Bereich der FWS-West-Trasse keine Zusatzlasten (z.B. Geländeaufhöhungen bzw. Lagerlasten) in den Baugrund abgetragen werden müssen. Ferner wird davon ausgegangen, dass für die KMR-Leitung und die Schachtbauwerke die ausreichende Sicherheit gegen Aufschwimmen nach EC 7 in jedem Bauzustand sichergestellt ist. Dabei sind die Bemessungswasserstände gemäß Abschn. 5.3 zu berücksichtigen.

Im Hinblick auf die ausreichende Sicherheit der Baugrubensohlen gegen Aufschwimmen bzw. gegen Überflutung empfehlen wir, die tiefer zu führenden KMR-Leitungen und die Hauptabsperrschächte in der hochwasserfreien Zeit (Sommerhalbjahr) herzustellen.



Zur Gewährleistung der Sicherheit der Baugrubensohlen gegen Aufschwimmen werden besondere Maßnahmen (ggf. Grundwasserdruckentspannung bzw. Fluten der Baugrube bei entsprechenden Grundwasserdruckhöhen) erforderlich (s. Abschn. 9.2).

Zur Trockenhaltung sind die Sohlen und die Wände der Hauptabsperrschächte in WU-Beton, bemessen als „Weiße Wanne“, herzustellen. Dabei sind die Bemessungswasserstände gemäß Abschn. 5.3 zu berücksichtigen.

Die KM-Rohre bzw. die Hauptabsperrschächte binden zum großen Teil in das freie Stauwasser ein und/oder liegen örtlich unterhalb der Druckhöhe des gespannt anstehenden Grundwassers, sodass während der Bauzeit Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich werden.

Die Hauptabsperrschächte S1-5.3 und S2-12.1 sind druckwasserdicht auszubilden.

8.1.3 Setzungen

Für die erdverlegte KMR-Leitung sind bei Ausführung einer sach- und fachgerechten Rohrbettung in Verbindung mit den Bodenaustauschmaßnahmen unter Berücksichtigung der Angaben in Abschn. 8.1.2 aufgrund der etwa ausgeglichenen Gewichtsbilanz (Entlastung/Wiederbelastung) nur geringe Setzungen in der Größe von $s \leq 2 \text{ cm}$ zu erwarten.

Für die Hauptabsperrschächte schätzen wir die Setzungen in einer Größenordnung zwischen rd. $s = 3 \text{ cm}$ bis 5 cm ab. Im Bereich der Rohrdurchführung durch die Schachtwände empfehlen wir konstruktiv einen Setzungsunterschied von $\Delta s = 2 \text{ cm}$ zu berücksichtigen.

9. **Hinweise zur Bauausführung**

9.1 Hinweise zur Herstellung der Baugrube

Zur Sicherung der Baugruben für den Leitungsgraben sowie für die Hauptabsperrschächte ist aufgrund der beengten Platzverhältnisse im Straßenraum ein lotrechter Baugrubenverbau erforderlich.



Unter Berücksichtigung der erforderlichen Bodenaustauschmaßnahmen unterhalb der Gründungsebenen der Rohrsohlen bzw. Schachtsohlen sind bis zu etwa 4 m bzw. 6 m tiefe Baugruben herzustellen.

Wir empfehlen, den Verbau als ausgesteiften Trägerbohlverbau auszuführen. Bei der Planung des Baugrubenverbaus sind die Anforderungen der DIN 4124:2012-01 zu beachten.

Die Träger sind in verrohrt ausgeführte Vorbohrungen einzustellen und anschließend mit verdichtet eingebautem Kies zu verfüllen. Bei der Verbauherstellung kann es zu Stau- und Sickerwasseraustritten kommen, die zu keinem Bodenentzug hinter dem Verbau führen dürfen. Grundsätzlich soll das Stauwasser der Vorbohrung voreilend über Kleinfilterbrunnenanlagen gefasst und abgesenkt werden. Soll der Trägerbohlverbau nach Abschluss der Bauarbeiten im Boden verbleiben, so ist anstatt einer Holzausfachung eine verrottungssichere Ausfachung zu verwenden. In diesem Fall sind die Bohlträger nicht rückbaubar, so dass die Vorbohrungen im Einbindebereich dann mit Beton verfüllt werden sollten.

Die Bemessung des Baugrubenverbaus ist entsprechend der EAB (2012) unter Berücksichtigung der zulässigen horizontalen Verformungen festzulegen. Die zulässigen rechnerischen Kopfverformungen des Baugrubenverbaus sind im Rahmen der Verbauplanung in Abhängigkeit von ggf. vorhandenen Leitungen/Schächten etc. festzulegen. Maßgebend für die Bemessung sind die Baugrundsichtung gemäß den jeweils nächstgelegenen Bohrprofilen sowie die in Abschn. 6.4, Tabelle 4, angegebenen charakteristischen Bodenkennwerte für die maßgebenden Baugrundsichten. Der Verbau ist für den aktiven Erddruck zu bemessen. Um den negativen Einfluss möglicher horizontaler Feldverformungen des Verbaues auf die Nachbarschaft zu begrenzen, empfehlen wir, die rechnerisch ermittelten Horizontalverformungen des Verbaues auf $\delta_h \leq 1 \text{ cm}$ zu begrenzen.

Bei Verkehrsüberfahrten des Rohrgrabens sollen Hilfsbrücken auf den Bohrträgern aufgelagert werden. In diesen Bereichen sind die Bohlträgerfüße im Einbindebereich einzubetonieren. Für den Nachweis der Bohlträger hinsichtlich Vertikallastabtrag (äußere Tragfähigkeit) kann in den Sanden unterhalb der organischen Weichschichten eine charakte-



ristische Mantelreibung von $q_{s,k} = 80 \text{ kN/m}^2$ (Beton/Boden) sowie ein charakteristischer Spitzendruck von $q_{b,k} = 2.000 \text{ kN/m}^2$ (bezogen auf die Fußfläche eines betonierten Pfahlfußes bzw. einer Stahlfußplatte) angesetzt werden. Hierbei ist es erforderlich, dass die Bohlträger mit einer Mindesteinbindetiefe von 2,5 m in die tragfähigen Sande einbinden.

9.2 Hinweise zur Trockenhaltung der Baugruben

Die aktuelle Planung sieht vor, die Bauabschnitte S1 und S2 parallel auszuführen. In jedem Bauabschnitt sollen wiederum 2 Leitungsabschnitte mit Grabenlängen von rd. 100 m gleichzeitig geöffnet werden. In der Anfangsphase werden zusätzlich zu den offenen Grabenabschnitten bis zu max. 7 Kopflöcher offen gehalten.

Im Abschnitt S1 wurde ein zusammenhängender großflächiger Stauwasserhorizont angetroffen, so dass hier das Stauwasser abzusenken ist. Wir gehen davon aus, dass das Stauwasser in den aufgefüllten Sanden oberhalb der organischen Weichschichten zur Trockenhaltung der Grabensohlen um etwa $s = 2 \text{ m}$ bis 2,5 m abzusenken ist. Beim Hauptabsperrschacht ist das Stauwasser bis auf ca. $\text{NHN } \pm 0,0 \text{ m}$ abzusenken. Gleichzeitig liegt die Aushubsohle im Niveau des mittleren eingepprägten Grundwasserstandes.

Im Los S1 empfehlen wir beidseitig des Rohrgrabens eine Galerie von Vakuumpumpen einzuspülen, an Vakuumpumpen anzuschließen und so das Stauwasser abzusenken. Im Bereich des Hauptabsperrschachtes empfehlen wir zusätzlich einen Tiefbrunnen anzuordnen, der im Falle von Hochwasserständen in der Elbe kurzfristig die Wasserhaltung unterstützen soll, um einen Aufbruch der Baugrubensohle zu verhindern.

Erste Berechnungen zur Grundwasserhaltung haben ergeben, dass in der Anfangsphase (viele Kopflöcher gleichzeitig offen) insgesamt Wassermengen von etwa $80 \text{ m}^3/\text{h}$ bis $170 \text{ m}^3/\text{h}$ und in der Regelphase (nur 1 Kopfloch offen) etwa $60 \text{ m}^3/\text{h}$ bis $100 \text{ m}^3/\text{h}$ anfallen können.

Im Abschnitt S2 wurden in Höhe der Baugrubensohlen in verschiedenen Teilabschnitten unterschiedlich hohe Stauwasserstände angetroffen und im westlichen Abschnitt im Bereich des Tankweges Grundwasser (s. a. Abschnitt 5.1). In einigen Abschnitten lag der Stau-



wasserstand zum Zeitpunkt der Baugrunduntersuchung unterhalb der Baugrubensohlen. Es ist davon auszugehen, dass in den Teilabschnitten S2-A bis S2-C, S2-H bis S2-K und S2-N bis S2-R Stauwasser- und/oder Grundwasserabsenkungen erforderlich werden. Grundsätzlich empfehlen wir auch hier, den Einsatz von KleinfILTERbrunnenanlagen mit Vakuumbetrieb. Zusätzlich sind im Bereich der Rohrleitungstiefpunkte in den Abschnitten S2-H und S2-K sowie der Kopflöcher 13.2 und 14.2 und des Hauptabsperrschachtes S2-12.1 Tiefbrunnen vorzusehen.

Für das Los S2 haben erste Berechnungen zur Grundwasserhaltung ergeben, dass in der Anfangsphase mit mehreren offenen Kopflöchern Wassermengen von etwa 70 m³/h bis 120 m³/h und in der Regelphase von etwa 40 m³/h bis 80 m³/h. Bei außergewöhnlichen Hochwasserereignissen werden die Tiefbrunnen zur Grundwasserdruckentspannung kurzfristig zugeschaltet und erhöhen dann für einen Zeitraum von etwa 8h die Förderrate um ca. 20 m³/h je Tiefbrunnen.

In den Abschnitten S2-D bis S2-B und S2-L bis S2-M sind abhängig von den Niederschlagsereignissen Tagwasserhaltungen mit Pumpensämpfen und Baudränagen vorzuhalten und zu betreiben.

Die Entnahme und die Einleitung von Wasser in das öffentliche Mischwassersiel und/oder in die Vorflut (Elbe) sind genehmigungs- und kostenpflichtig. Die Genehmigungen sind rechtzeitig vor Baubeginn einzuholen.

Die aktuelle Planung sieht vor, das Baugrubenwasser über Transportleitungen direkt zum Klärwerk Dradenau zu führen und dort einzuleiten. Eine Direkteinleitung des Baugrubenwassers in den Köhlfleet ist insbesondere aufgrund der erhöhten Ammoniumwerte nicht möglich.

9.3 Sicherheit der Aushubsohlen gegen Aufschwimmen

Die ausreichende Sicherheit gegen Aufschwimmen der Baugrubensohlen ist nach EC 7 in jedem Bauzustand nachzuweisen. Dabei sind die Bemessungswasserstände gemäß Abschn. 5.3 zu berücksichtigen.



9.4 Erdarbeiten/Nachverdichtung der Aushubsohlen, Bodenaustausch, Arbeitsraumverfüllungen und Verdichtungsanforderungen

Die oft mit Kleistreifen durchsetzten sandigen Auffüllungen sowie der aufgefüllte Klei sind unterhalb der Rohr- und Schachtsohlen bis in eine Tiefe von $t = 75 \text{ cm}$ gegen schluffarme Sande auszutauschen. Die Austauscharbeiten sind Zug um Zug innerhalb der Rohrgräben durchzuführen und jeweils arbeitstäglich mit der Verfüllung abzuschließen.

Die Austauschsande sind lagenweise auf eine mindestens mitteldichte Lagerung einzubauen. Sofern in der Bodenaustauschebene Klei ansteht, ist die erste rd. 30 cm mächtige Sandlage mit einem leichten Flächenrüttler zu verdichten, um ein Aufweichen des Kleies durch die Rüttelenergie zu vermeiden.

Der Verbau und die Wasserhaltung sind auf die Zug um Zug auszuführenden Bodenaustauscharbeiten abzustimmen.

Für den Bodenaustausch und die Seitenraumverfüllung ist ein schlufffreier, feinsandarmer (Feinsandanteil $\leq 3 \%$, Ungleichförmigkeitsgrad $U \geq 2$, SE/SW nach DIN 18196) Sand zu verwenden. Die obere Rohrbettung ist entsprechend der Herstellervorgaben der Rohrleitungen auszuführen.

Die mindestens zu erreichende mitteldichte Lagerung der Füllsande ist durch Verdichtungskontrollen mittels Sondierungen mit der leichten Rammsonde DPL-5 nach bisheriger DIN 4094-3 zu überprüfen. Dabei sind unterhalb einer oberflächlichen Störzone Schlagzahlen von mindestens $N_{10} \geq 7$ und im Mittel von $N_{10} \geq 10$ zu erreichen.

9.5 Aufweichen von aufgefülltem Klei

Der in den Aushubebenen ggf. örtlich vorhandene aufgefüllte Klei ist stark witterungs- und frostempfindlich und geht bei Wasserzutritt und/oder mechanischer Beanspruchung schnell in einen breiigen Zustand über. Der Baubetrieb ist hierauf abzustellen.



9.6 Verbringung des Aushubbodens

Hinsichtlich der Verbringung des Aushubbodens sind mit dem Erdbauunternehmen eindeutige vertragliche Regelungen zu treffen. Detaillierte Angaben hierzu sind in Abschn. 7.4 enthalten. Wie empfohlen ferner, in der Ausschreibung Einheitspreise für ggf. erforderliche Hindernisbeseitigungen (z. B. Bauwerks- und/oder Fundamentreste) einzuholen.

9.7 Frostgefährdung

Bei dem in der Baugruben- bzw. Aushubsohle anstehenden bindigen Boden aus aufgefülltem Klei handelt es sich um einen stark frostgefährdeten Boden. Ein Eindringen von Frost in den Baugrund bzw. unter die Gründungssohle muss deshalb in jedem Bauzustand sicher vermieden werden.

9.8 Zustandsfeststellungen

Um evtl. ungerechtfertigte Schadensersatzansprüche abwehren zu können, empfehlen wir, im Bereich der an die Baugrube angrenzenden Straßen, Schächte und Leitungen sowie an im Einflussbereich der Baugruben vorhandenen Gebäuden im Einvernehmen mit den Eigentümern sowie den Leitungsträgern eine Zustandsfeststellungen vornehmen zu lassen.

10. Zusammenfassung

Für die Anbindung der geplanten KWK-Anlage am Standort Dradenau an das bestehende Fernwärmenetz ist der Neubau einer Fernwärmesystemanbindung (FWS) West mit einem Startpunkt südlich der Elbe und südöstlich des Klärwerks Dradenau in Hamburg-Waltershof sowie mit einem Endpunkt nördlich der Elbe in der Notkestraße in Hamburg-Bahrenfeld geplant.

Zur Beurteilung des Baugrundaufbaues im Bereich der Losabschnitte S1 und S2 südlich der Elbe liegen die Ergebnisse von insgesamt 60 Kleinbohrungen bis in Tiefen von max. 15,0 m unter GOK vor. Es wurden hauptsächlich sandige Auffüllungen und aufgefüllter Klei angetroffen. Unterhalb der Auffüllungen stehen holozäner Klei, teilweise auch Torf sowie holozäne Sande an.

Angaben zu den Wasserständen und zum Grundwasserchemismus gehen aus dem Abschn. 5 hervor.



Die Ergebnisse der ausgeführten bodenmechanischen Laboruntersuchungen sind im Abschn. 6 dokumentiert.

Die Ergebnisse der orientierenden chemischen Bodenuntersuchung nach LAGA TR-Boden bzw. Deponieverordnung sowie der Asphalt-Untersuchungen gehen aus dem Abschn. 7 hervor.

Wir empfehlen, die Rohrleitungen und Schächte flach zu gründen. Hierbei wird vorausgesetzt, dass unterhalb der Gründungsebenen Bodenaustauschmaßnahmen in einer Mächtigkeit von etwa 75 cm durchgeführt werden.

Die Angaben zu den zu erwartenden Setzungen sowie zur Trockenhaltung der Bauwerke gehen aus Abschn. 8 hervor.

Für die Trockenhaltung der Baugruben muss das Stauwasser großflächig abgesenkt werden. Hierfür sind umfangreiche Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich.

Weitere Hinweise zur Bauausführung sind in Abschn. 9 enthalten.

Bearbeiterin:

Projektleiter:

Grundbauingenieure
Steinfeld und Partner
Beratende Ingenieure mbB

(Anders)

(Pormetter)

Verteiler:

Wärme Hamburg GmbH, Herr Lassen-Petersen
Wärme Hamburg GmbH, Frau Blume
WTM Engineers GmbH, Herr Lierse

per E-Mail:

dirk.lassen-petersen@waerme.hamburg
wiebke.blume@waerme.hamburg
s.lierse@wtm-hh.de