

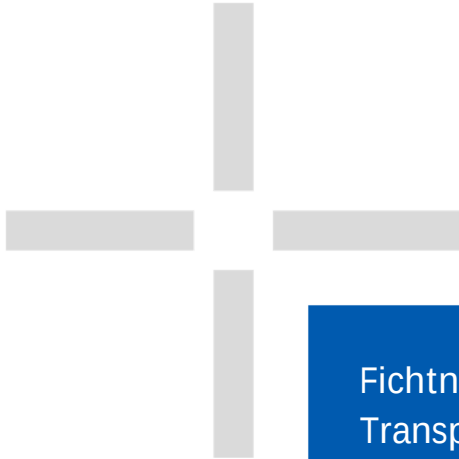


Sielerneuerung Süderstraße, Grevenweg und Luisenweg,
HH-Hammerbrook
S-04/0013

618-1411

Hamburger Stadtentwässerung AöR
Billhorner Deich 2
20539 Hamburg

Kontakt

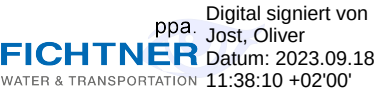


Fichtner Water &
Transportation GmbH
Frankenstraße 7
20097 Hamburg

www.fwt.fichtner.de

Oliver Jost
Beratender Ingenieur
+49 (40) 300673-301
+49 151 40202303
Oliver.Jost@fwt.fichtner.de

Freigabevermerk

	Name	Unterschrift	Funktion	Datum
Erstellt:	Christina Rudolph	 i.A. Rudolph, Christina Datum: 2023.09.15 12:57:01 +02'00'	Projektingenieurin	15.09.2023
Geprüft:	Oliver Jost	 ppa. Jost, Oliver Datum: 2023.09.18 11:38:10 +02'00'	Projektleiter	15.09.2023

Revisionsverzeichnis

Rev.	Datum	Änderungsstand	FWT Dok. Ref.	Erstellt	Geprüft
0	01.04.2022	Vorabzug	618-1411_be01_220401_CRud_Rev00_Vorabzug	crud	jost
0	15.09.2023	Abgabe	618-1411_be01_230915_Jost_CRud_Rev00.docx	crud	jost

Disclaimer

Der Inhalt dieses Dokumentes ist ausschließlich für den Auftraggeber von Fichtner Water & Transportation GmbH und andere vertraglich vereinbarte Empfänger bestimmt. Er darf nur mit Zustimmung des Auftraggebers ganz oder auszugsweise und ohne Gewähr Dritten zugänglich gemacht werden. Fichtner Water & Transportation GmbH haftet gegenüber Dritten nicht für die Vollständigkeit und Richtigkeit der enthaltenen Informationen.

P:\618\618-GT\1400-1449\618-1411 GU HSE Sielneubau

Süderstrasse\500_PLANUNG\521_Geo\525_Berichtbearbeitung\618-1411_be01_230915_Jost_CRud_Rev00.docx

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung	1
2	Bauvorhaben.....	2
2.1	Geplante Sielbaumaßnahme und Bauweise.....	2
2.2	Bestandssiele / Besonderheiten.....	3
2.3	Bestandsbauwerke im Nahbereich der Trassen	3
2.4	Fremdleitungen im Nahbereich der Trasse.....	4
2.5	Kampfmittel	4
2.6	Altlastenverdacht.....	4
3	Baugrundverhältnisse.....	5
3.1	Baugrunderkundung	5
3.2	Auffüllungen	6
3.3	Organische Weichböden (Klei, Torf und Mudde).....	6
3.4	Gewachsene Sande.....	7
3.5	Ergebnisse der Drucksondierungen / Lagerungsdichten	7
4	Wasserverhältnisse und Bemessungswasserstand.....	9
4.1	Grundwasser	9
4.2	Stauwasser.....	10
4.3	Grundwasserbeschaffenheit.....	10
5	Bodenmechanische Versuche und Bodenkennwerte.....	11
5.1	Wassergehalte	11
5.2	Korngrößenverteilungen.....	11
5.3	Glühverluste.....	12
5.4	Undränierete Scherfestigkeit.....	12
5.5	Zustandsgrenzen	13
5.6	Mineralogische Zusammensetzung	13
5.7	Abrasivität / Verschleißpotential	14

5.8	Verklebungspotential und verfahrenstechnische Gegenmaßnahmen	15
5.9	Steuerbarkeit	17
5.10	Charakteristische Bodenkennwerte	18
6	Homogenbereiche.....	20
6.1	Kennwerte Bodenschichten	20
6.2	Einteilung Homogenbereiche	20
6.3	Ramm-, Rüttel- und Pressbarkeit	21
7	Geotechnische Stellungnahme.....	23
7.1	Empfehlungen zu den Baugruben	23
7.1.1	Hinweise zur Herstellung von Baugruben und zur bauzeitlichen Trockenhaltung	23
7.1.2	Baugrubenaussteifung / Verpressanker	25
7.1.3	Baugrubenbemessung, Erddruckansätze und Verformungsbegrenzungen	25
7.1.4	Dichtblöcke / Wasserabsperrungen	26
7.1.5	Lokale Besonderheiten bei den Baugruben	27
7.1.6	Pfahltragfähigkeiten	29
7.1.7	Hinweise zu Bohrpfahlwänden	30
7.2	Empfehlungen für die Sielbaumaßnahmen in geschlossener Rohrvortriebsbauweise.....	30
7.2.1	Allgemeine Hinweise zum Rohrvortrieb	30
7.2.2	Lokale Besonderheiten der Vortriebe	34
7.2.3	Empfehlungen zur Bodenverfestigung	34
7.3	Beweissicherungsmaßnahmen	35
8	Prüfung der Entsorgungsrelevanz.....	36
8.1	Probenauswahl	37
8.2	Auswertung der chemischen Bodenanalysen	38
8.3	Asphaltuntersuchungen	40
8.4	Fugenvergussmasse	41
9	Zusammenfassung	42

Anlagen

Anlage 1	Lageplan
Anlage 2	Bohrungen und Sondierungen
Anlage 3	Korngrößenverteilungen
Anlage 4	Fließ- und Ausrollgrenze
Anlage 5	Scherfestigkeit des undränierten Bodens c_u - Taschenpenetrometer
Anlage 6	Bodenschichten und Bandbreiten der charakteristischen Bodenparameter
Anlage 6.1	Auffüllung, nichtbindig
Anlage 6.2	Auffüllung, Klei/Torf
Anlage 6.3	Auffüllung, Geschiebemergel/Geschiebelehm
Anlage 6.4	Klei / Schluff
Anlage 6.5	Torf
Anlage 6.6	Gewachsene Sande
Anlage 7	Ergebnisse der chemischen Analysen, Grundwasser
Anlage 7.1	Einleitparameter
Anlage 7.2	LCKW
Anlage 8	Ergebnisse der chemischen Analysen, Boden
Anlage 8.1	LAGA / DepV
Anlage 8.2	pH-Wert
Anlage 9	Ergebnisse der chemischen Analysen, Asphalt und Fugenverguss
Anlage 9.1	Asphalt
Anlage 9.2	Fugenverguss

Quellenverzeichnis

[1]	Ersatzneubau Mischwassersiele Süderstraße, Grevenweg und Luisenweg, div. Pläne (Hamburger Stadtentwässerung AöR, Hamburg)	18.06.2021
[1.1]	191219_Bz.S-04-0113_ENT_SB2013-Blatt 01_Süderstraße	
[1.2]	191219_Bz.S-04-0113_ENT_SB2013-Blatt 02_Süderstraße	
[1.3]	191219_Bz.S-04-0113_ENT_SB2013-Blatt 03_Grevenweg und Luisenweg	
[1.4]	191219_Bz.S-04-0113_ENT_SB2013-Lageplan_01	
[1.5]	191219_Bz.S-04-0113_ENT_SB2013-Lageplan_02	
[1.6]	191219_Bz.S-04-0113_ENT_SB2013-Lageplan_03	
[1.7]	191219_Bz.S-04-0113_ENT_SB2013-Lageplan_04	
[2]	Ersatzneubau Mischwassersiele Süderstraße, Grevenweg und Luisenweg, div. Pläne (Hamburger Stadtentwässerung AöR, Hamburg)	22.06.2021
[2.1]	191219_Bz.S-04-0113_ENT_SB2013-Schacht3	
[2.2]	191219_Bz.S-04-0113_ENT_SB2013-Schacht4	
[3]	Ersatzneubau Mischwassersiele Süderstraße, Grevenweg und Luisenweg, div. Pläne (Hamburger Stadtentwässerung AöR, Hamburg)	13.08.2021
[3.1]	191219_Bz.S-04-0113_ENT_SB2013-Lageplan_02_fwt	
[3.2]	191219_Bz.S-04-0113_ENT_SB2013-Lageplan_03_fwt	
[3.3]	191219_Bz.S-04-0113_ENT_SB2013-Lageplan_04_fwt	
[4]	Ersatzneubau Mischwassersiele Süderstraße, Grevenweg und Luisenweg, dwg (Hamburger Stadtentwässerung AöR, Hamburg)	26.11.2021
[5]	Sielsanierung Ausschläger Weg, Hamburg Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse Schnitt 1-1, (BBI 2015, übergeben durch Hamburger Stadtentwässerung AöR, Hamburg)	17.08.2021
[6]	Schichtenverzeichnisse (handschriftlich) von 26 Kleinrammbohrungen KRB 1 bis KRB 26, ausgeführt: 11.11., 15.11., 17.-19.11., 22.-25.11. und 13.12.2021 (Dipl.-Ing. Ruider & Fütterer GmbH, Reinbek)	24.11.2021, 07.12.2021 15.12.2021
[7]	Schichtenverzeichnisse (handschriftlich) von 2 Trockenbohrungen B 1 bis B 2, ausgeführt: 29.11. und 02.12.2021 (Dipl.-Ing. Ruider & Fütterer GmbH, Reinbek)	07.12.2021

- | | | |
|------|--|---------------------------------|
| [8] | Schichtenverzeichnisse von 1 Asphaltkern, 12 Vorbohrungen für Drucksondierungen, 2 Trockenbohrungen und 26 Kleinrammbohrungen (Dipl.-Ing. Ruider & Fütterer GmbH, Reinbek) | 18.01.2022 |
| [9] | Sondierdiagramme von 13 Drucksondierungen CPT 1 bis CPT 13, ausgeführt: 25. – 26.11. und 14. – 13.12.2021
(ausgeführt durch Fugro Germany Land GmbH, Lilienthal im Auftrag von Dipl.-Ing. Ruider & Fütterer GmbH, Reinbek) | 29.11.2021
und
15.12.2021 |
| [10] | Ergebnisse der chemischen Analysen, Grundwasser, Untersuchung der Einleitparameter für das öffentliche Siel, Prüfberichte 2021P535905 / 1 und 2021P535904 / 1
(GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Pinneberg im Auftrag von Dipl.-Ing. Ruider & Fütterer GmbH, Reinbek) | 07.12.2021 |
| [11] | Ergebnisse der chemischen Analysen, Grundwasser, Untersuchung auf LCKW, Prüfbericht 2022P501384/1
(GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Pinneberg) | 20.01.2022 |
| [12] | Ergebnisse der chemischen Analysen, Boden, Untersuchung gem. Parameterumfang Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA), Prüfbericht 2022P500604 / 1
(GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Pinneberg) | 10.01.2022 |
| [13] | Ergebnisse der chemischen Analysen, Asphalt, Untersuchung auf die Parameter PAK und Phenolindex sowie Asbestnachweis, Prüfbericht 2022P500267 / 1
(GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Pinneberg) | 04.01.2022 |
| [14] | Ergebnisse der chemischen Analysen, Fugenverguss, Untersuchung auf die Parameter PAK und Phenolindex sowie Asbestnachweis, Prüfbericht 2022P500605 / 1
(GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Pinneberg) | 01.01.2022 |
| [15] | BV Süderstraße, HH-Hammerbrook, Grundwasserstände; Auskunft per E-Mail
(BUKEA W1221) | 01.09.2021 |

Literatur

- | | | |
|------|--|------------|
| [16] | ZTV-Siele Hamburg, zusätzliche Technische Vertragsbedingungen für den Bau von Sielen | 01.03.2015 |
| [17] | ZTV A-Stb 12 - Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen,
Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen | 2012 |
| [18] | RuVA-StB 01 - Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Asphaltaußbau im Straßenbau | 2001 |

- [19] TP BF-StB Teil B 11.3 Eignungsprüfungen bei Bodenverbesserungen mit Bindemitteln 2010
- [20] Geologisches Landesamt Hamburg, Geologische Baugrundplanungskarte von Hamburg (Blatt 6432 Veddel) 1976
- [21] BAW: Referat (K1 Geotechnik Nord) auf dem Geotechnikkolloquium Klassifizierung bindiger Bodenarten in Abhängigkeit von Konsistenz und undrännierter Scherfestigkeit, 2010 2010
- [22] Manfred Kiekbusch Beziehung zwischen Konsistenzzahl und undrännierter Scherfestigkeit, Bautechnik 76, Heft 9 1999
- [23] Stein, D.: Grabenloser Leitungsbau. Ernst & Sohn Verlag Berlin. 2003
- [24] Thuro, K., Singer, J. und Käsling, H.: Abrasivitätsuntersuchungen an Lockergesteinen im Hinblick auf die Gebirgslösung. Beiträge zur 29. Baugrundtagung. DGGT September Bremen. 2006
- [25] Thuro, K. & Käsling, H.: Klassifikation der Abrasivität von Boden und Fels. Geomechanik und Tunnelbau, 2: 2, S. 179-188 2009
- [26] Drucker, P.: Einfluss der Abrasivität von Lockergestein auf den maschinellen Rohrvortrieb. Symposium Grabenlos der Österreichischen Vereinigung für Grabenlosen Leitungsbau, 19.-20.10.2010 2010
- [27] Thewes, M.: Adhäsion von Tonböden beim Tunnelvortrieb mit Flüssigkeitsschilden, Bergische Universität, Gesamthochschule Wuppertal, Fachbereich Bauingenieurwesen, Bericht - Nr. 21 1999
- [28] Hollmann, F. S.: Bewertung von Boden und Fels auf Verklebungen und Feinkornfreisetzung beim maschinellen Tunnelvortrieb, Lehrstuhl für Tunnelbau, Leitungsbau und Baubetrieb, Ruhr-Universität Bochum 2014
- [29] Deutscher Ausschuss für unterirdisches Bauen e. V. (DAUB) Empfehlungen zur Auswahl von Tunnelvortriebsmaschinen, DAUB, Köln 10/2010
- [30] Deutscher Ausschuss für unterirdisches Bauen e. V. (DAUB) Empfehlungen für Konstruktion und Betrieb von Schildmaschinen Bauverlag BV GmbH, Zeitschrift Tunnel Juni 2000
- [31] Spang, R. M.: Vortriebsspezifische Boden- und Felsklassifizierung Dokumentation internationaler Kongress Leitungsbau Hamburg Band I, S. 571 – 592 November 1987
- [32] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) - Arbeitsplatt 125 Rohrvortrieb und verwandte Verfahren Dezember 2008
- [33] Topolnicki, M; Trunk, U.: Tiefreichende Bodenstabilisierung - Einsatz im Verkehrswegebau für Baugrundverbesserung und Gründungen, Tiefbau 6/2006. 2006

1 Veranlassung

Die Hamburger Stadtentwässerung AöR (HSE) plant den Ersatzneubau von Mischwassersielen mit Durchmessern von DN 250 bis DN 1400 in der Süderstraße und den angrenzenden Straßen Grevenweg und Luisenweg in Hamburg-Hammerbrook. Die Ersatzneubauten sollen geschlossen im Vortrieb aufgeföhren werden. Die vorhandenen Alt-Siele sollen im Zuge der Neubaumaßnahme zurückgebaut bzw. stillgelegt werden. Die geplante Tiefe der Sielsohlen liegt dabei zwischen 5 m und 6 m unter GOK.

Die Fichtner Water & Transportation GmbH (FWT) wurde von der Hamburger Stadtentwässerung AöR beauftragt, für dieses Bauvorhaben Baugrunduntersuchungen zu planen und zeitweise zu begleiten sowie eine Baugrundbeurteilung und einen Geotechnischen Bericht zu erarbeiten. Mit dem vorliegenden Bericht werden die Ergebnisse der von uns geplanten und zeitweise überwachten Baugrunderkundung mitgeteilt und die erkundeten Baugrund- und Wasserverhältnisse sowie die ausgeführten bodenmechanischen Laborversuche beschrieben und bewertet. Des Weiteren werden auf der Grundlage der durchgeführten Baugrunduntersuchungen die Bemessungswasserstände festgelegt und die für eine Bemessung von Baugruben und weitere erdstatische Berechnungen erforderlichen geotechnischen Kennwerte angegeben. Darüber hinaus werden gründungs- bzw. ausführungstechnische Empfehlungen zu den Rohrvortriebsmaßnahmen, zur Baugrubenausbildung, Herrichtung der Rohraufleger und der Gründungsebene von Schachtbauwerken sowie zu erforderlichen Trockenhaltungsmaßnahmen von Baugruben gegeben.

Die Ergebnisse der orientierend durchgeführten umwelt- bzw. entsorgungstechnischen Boden- und Asphaltanalysen werden im vorliegenden Bericht ebenfalls beschrieben und ausgewertet.

2 Bauvorhaben

2.1 Geplante Sielbaumaßnahme und Bauweise

Die geplante Sielbaumaßnahme besteht aus mehreren Streckenabschnitten mit unterschiedlichen Querschnitten und wird daher entsprechend Abb. 2-1 in die Strecken 1 bis 8 unterteilt. Diese Unterteilung dient nur der Vereinfachung der Beschreibungen in diesem Bericht.

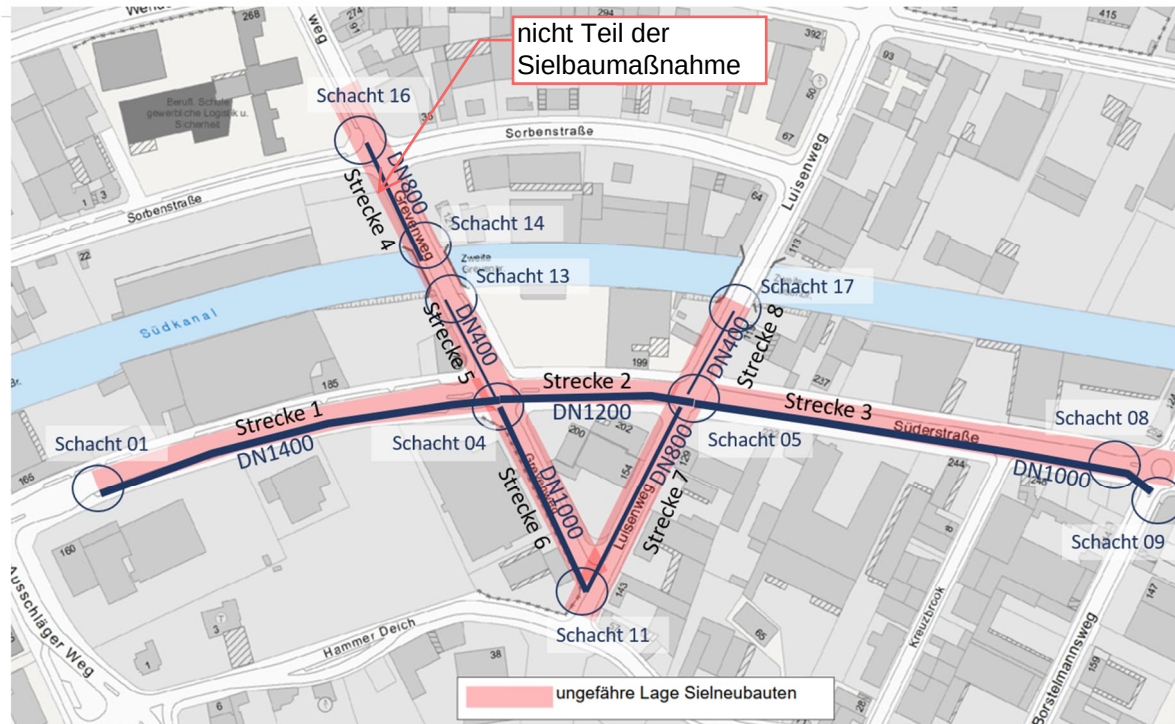


Abb. 2-1: Skizze der geplanten Sielbaumaßnahme

Der Sielneubau in der Süderstraße besteht aus den Strecken 1 bis 3. Nach den Angaben in Unterlage [4] liegt die Sielsole des Mischwassersiels DN 1400 (Strecke 1) zwischen etwa NHN –1,94 m im Westen (Schacht 01) und NHN –1,65 m an der Kreuzung zum Grevenweg (Schacht 04). Das Gelände liegt relativ eben auf Höhen zwischen rd. NHN +3,3 m und NHN +3,5 m. Die Überdeckungshöhen¹ von Geländeoberkante betragen rd. 3,6 m. Das weiterführende Mischwassersiel DN 1200 (Strecke 2) verläuft mit einer Sielsole auf einer Höhe zwischen NHN –1,65 m (Schacht 04, Kreuzung Grevenweg) und NHN –1,52 m (Schacht 05, Kreuzung Luisenweg). Das Gelände liegt auf Höhen zwischen NHN +3,4 m und NHN +3,5 m. Die Überdeckungshöhen von Geländeoberkante betragen auch hier etwa rd. 3,60 m. Das weiterführende Mischwassersiel DN 1000 (Strecke 3) verläuft mit einer Sielsole auf einer Höhe zwischen NHN –1,52 m (Schacht 05, Kreuzung Luisenweg) und NHN –1,14 m (Schacht 08, vor dem Borstelmannsweg) und NHN –1,11 m (Schacht 09, Borstelmannsweg). Das Gelände liegt auf Höhen zwischen NHN +2,4 m und NHN +3,4 m. Die Überdeckungshöhen von Geländeoberkante betragen zwischen 3,70 m (Schacht 05) und 2,30 m (Schacht 09).

Der Sielneubau im Grevenweg besteht aus den Strecken 4 bis 6. Die Sielsole des Mischwassersiels DN 800 nördlich des Südkanals (Strecke 4) liegt auf Höhen zwischen NHN –1,30 m im Norden (Schacht 16) und

¹ Überdeckungshöhen sind bezogen auf Ok-Siel

NHN –0,58 m am Südkanal (Schacht 14). Hier liegt die Zielbaugrube am nördlichen Widerlager der Zweiten Grevenbrücke. Das Gelände steigt von Nord nach Süd mit Höhen zwischen NHN +3,16 m und NHN +4,19 m. Die Überdeckungshöhe liegt zwischen rd. 3,5 m im Norden und rd. 3,8 m am Südkanal. Die Querung des Südkanals ist nicht Gegenstand dieses Berichtes. Im weiteren Verlauf des Grevenwegs südlich des Südkanals wird ein Mischwassersiel DN 400 geplant (Strecke 5). Die Zielbaugrube im Norden liegt am südlichen Brückenwiderlager der Zweiten Grevenbrücke. Die Sielsohle liegt auf Höhen zwischen NHN –1,47 m im Norden (Schacht 13) und NHN –1,65 m (Schacht 04, Kreuzung Süderstraße). Südlich der Süderstraße verläuft das Mischwassersiel als DN 1000 (Strecke 6) mit einer Sielsohle auf einer Höhe von NHN –1,65 m im Norden (Schacht 04, Kreuzung Süderstraße) bis NHN –1,50 m im Süden (Schacht 11, Kreuzung Luisenweg). Das Gelände fällt von Nord nach Süd von NHN +3,5 m auf NHN +2 m. Die Überdeckungshöhe beträgt 5,12 m im Norden (Schacht 04) und 3,5 m im Süden (Schacht 11).

Der Sielneubau im Luisenweg besteht aus den Strecken 7 und 8. Die Sielsohle des Mischwassersiels DN 800 südlich der Süderstraße (Strecke 7) verläuft auf einer Höhe von NHN –1,50 m im Süden (Schacht 11) und NHN –1,52 m (Schacht 05, Kreuzung Süderstraße). Das Gelände steigt von Süden nach Norden von NHN +2 m auf NHN +3,4 m. Die Überdeckungshöhe beträgt zwischen 2,5 m (Schacht 11) und 3,9 m (Schacht 05). Die Sielsohle des Querschnittes DN 400 nördlich der Süderstraße (Strecke 8) liegt auf Höhen zwischen NHN –1,52 m (Schacht 05, Kreuzung Süderstraße) und NHN –1,48 m. Das Gelände steigt von Süden nach Norden von NHN +3,4 m auf NHN +4,6 m. Die Überdeckungshöhe beträgt zwischen 4,4 m (Schacht 05) und ca. 5,60 m (Schacht 17).

An den Kreuzungen Süderstraße / Grevenweg und Süderstraße / Luisenweg entstehen zwei größere Schachtbauwerke. Die Tiefenlage der Schachtbauwerke entspricht in etwa denen der Sielsohlen. An diesen Kreuzungspunkten sind auch die Start- und Zielbaugruben vorgesehen.

2.2 Bestandssiele / Besonderheiten

In der Regel liegen die Sielneubauten in neuer Trasse neben den Bestandssielen. Während der Bauarbeiten bleiben die derzeitigen Siele in Betrieb, ggf. muss die Vorflut in Kreuzungspunkten temporär anders sichergestellt werden. In der Strecke 1 kreuzen sich die Achsen des Sielneubaus und des Bestandssieles in einem schleifenden Schnitt. Weitere Kreuzungspunkte - in allerdings stumpferen Winkeln - gibt es in der Kreuzung Süderstraße / Grevenweg, der Kreuzung Süderstraße / Luisenweg und der Kreuzung Grevenweg / Luisenweg.

2.3 Bestandsbauwerke im Nahbereich der Trassen

Die Sielneubauten liegen in Hamburg-Hammerbrook unterhalb öffentlicher Straßen. Die Süderstraße ist im betrachteten Abschnitt asphaltiert. Der Abstand der Sieltrasse zu der beidseitig vorhandenen Bebauung beträgt mindestens 7 m. Der Grevenweg ist nördlich der Süderstraße asphaltiert, südlich gepflastert. Der Abstand zur Nachbarbebauung beträgt mindestens 6,5 m. Der Luisenweg ist nördlich der Süderstraße gepflastert, südlich asphaltiert. Der Abstand zur Bebauung beträgt mindestens 7 m.

Die Gebäude beiderseits der Straßen sind vermutlich tiefgegründet, da der Baugrund wenig tragfähig ist. In diesem Fall läge die Gründungsebene der Gebäude tiefer als die Sielsohlen. Es liegen dazu jedoch keine genauen Angaben vor.

Die Sieltrasse unterquert in den betrachteten Neubauabschnitten keine Gebäude / Häuser oder hochbauliche Anlagen. Im Grevenweg reichen die Sielneubauten beiderseits bis an die Zweite Grevenbrücke heran (Strecke 4 im Norden, Strecke 5 im Süden.) Im Luisenweg reicht der Vortrieb bis an das südliche Widerlager der Zweiten Luisenbrücke heran (Strecke 8). An den Brückenwiderlagern befinden sich jeweils die geplanten Zielbaugruben. Eine konkrete Planung liegt noch nicht vor.

2.4 Fremdleitungen im Nahbereich der Trasse

Im Nahbereich der Trasse liegen nach den uns übergebenen Planunterlagen zu beiden Seiten des Siels Haus- und Trummenanschlüsse sowie, überwiegend im Bürgersteig, unterschiedliche Ver- und Entsorgungsleitungen, welche setzungsempfindlich sein können (s. Unterlage [4]). Bei Tiefbaumaßnahmen wie z. B. Herrichtung von Hausanschlüssen, müssen die Fremdleitungen ggf. im Vorweg gesichert oder verlegt werden.

Bei den aus Unterlage [4] im Lageplan der Anlage 1 übernommenen Leitungen besteht kein Anspruch auf Vollständigkeit. Insbesondere ist zu beachten, dass im Zeitraum der Erkundungsarbeiten im November / Dezember 2021 augenscheinlich Leitungsbauarbeiten in der Süderstraße durchgeführt wurden. Die Lage dieser neuen Leitungen muss in jedem Fall gesondert berücksichtigt werden.

Die Lage vorhandener Leitungen und deren Verformungsempfindlichkeit sind im Bedarfsfall z.B. bei Aufgrabungen detailliert im Vorweg bei den jeweils zuständigen Leitungsträgern abzufragen. Die genauen Tiefen und Lagen der betroffenen Leitungen sind erfahrungsgemäß nur durch entsprechende Suchschachtungen festzustellen.

Mit betroffenen Leitungsträgern sind darüber hinaus vorab zulässige Verformungen bzw. die Setzungsempfindlichkeit bestehender Leitungen z.B. im Einflussbereich geplanter Baugruben und Absenkschächte abzustimmen. Ggf. sind Verlegungen einzelner Leitungen im Vorweg durchzuführen.

2.5 Kampfmittel

Für die betrachtete Sielbaumaßnahme liegt bis zum Beginn der Baugrunderkundungsarbeiten noch kein Bescheid der Behörde für Inneres und Sport, Feuerwehr, Gefahrenerkundung Kampfmittelverdacht (GEKV) vor. Deshalb wurden die Baugrundaufschlüsse durch eine Sicherheitsfachkraft nach §20 SprengG begleitet.

Im Vorfeld von etwaigen Tiefbaumaßnahmen mit Eingriff in den Boden ist eine Anfrage auf Gefahrenerkundung / Luftbilddauswertung zu stellen. Sofern auf dieser Grundlage Verdachtsflächen im Einflussbereich von ggf. durchzuführenden Baumaßnahmen liegen, wären hier vor Eingriff in den Baugrund Kampfmittelsondierungen durchzuführen.

2.6 Altlastenverdacht

Nach uns bauseits vorgelegten Angaben aus einer Anfrage an das Altlastenhinweiskataster der Stadt Hamburg ist an der Kreuzung Süderstraße / Luisenweg eine LCKW-Verunreinigung des Grundwassers bekannt. Dort befindet sich der Pegel GWM B 523, aus dem im Zuge der durchgeführten Baugrunduntersuchungen auftragsgemäß eine Wasserprobe zur Analyse entnommen wurde. Weitere Hinweise auf altlastenverdächtige Flächen im Maßnahmenbereich liegen nicht vor.

3 Baugrundverhältnisse

Geologisch betrachtet liegt das gesamte Untersuchungsgebiet in der (ehemaligen) Elbmarsch. Die Baugrundverhältnisse sind im Untersuchungsgebiet durch mehrere Meter mächtige anthropogene Auffüllungen oberhalb von organischen Weichböden der Elbmarsch und unterlagernd im Regelfall Sanden geprägt. Bei einer Geländehöhe im betrachteten Bereich von rd. NHN +2,5 m bis NHN +3,5 m sowie einem mittleren Grundwasserstand von rd. NHN +0,25 m ist mit Grundwasser oberhalb der geplanten Sielsohlen bzw. innerhalb der zu erwartenden Tiefe der Baugruben (für z.B. Start- und Zielschächte) zu rechnen. Aufgrund der anstehenden organischen Weichböden, die zumeist nur sehr gering wasserdurchlässig sind (Wasserstauer) ist zusätzlich mit Stauwasser zu rechnen.

3.1 Baugrunderkundung

Die Baugrundaufschlussarbeiten wurden von der Dipl.-Ing. Ruider & Fütterer GmbH, Reinbek als Nachunternehmer der FWT vom 11.11. bis 13.12.2021 ausgeführt (s. Unterlagen [6]-[9]).

Die Lage der Aufschlussansatzpunkte entlang der Sieltrassen wurde von uns in Abstimmung mit der HSE festgelegt und musste sich vor Ort an vorhandenen Leitungen sowie den Platz- und Verkehrsverhältnissen orientieren.

Gemäß abgestimmten Untersuchungskonzept (s.o.) sollten entlang der Sieltrassen insgesamt 26 Kleinrammbohrungen gem. DIN EN ISO 22475-1 mit Tiefen zwischen 10 m und 15 m unter GOK ausgeführt werden sowie zwei Trockenbohrungen mit 15 m Tiefe und 13 Drucksondierungen mit einer Tiefe von ca. 25 m ausgeführt werden.

Die Kleinrammbohrungen KRB 4, KRB 5, KRB 13 und KRB18 mussten wegen Hindernissen in der Auffüllung an versetzter Stelle wiederholt werden. Die Kleinrammbohrungen KRB 14 und KRB 20 mussten wegen Leitungen an versetzter Stelle wiederholt werden. Mit allen Kleinrammbohrungen konnten die geplanten Tiefen erreicht werden. Aus den ausgeführten Kleinrammbohrungen wurden gestörte Bodenproben zur geo- und umwelttechnischen Untersuchung gewonnen. Die Drucksondierungen CPT 6 und CPT 11 mussten kurz vor der Zieltiefe von 25 m unter GOK wegen Geräteauslastung abgebrochen werden.

Die Ansatzpunkte der insgesamt ausgeführten 26 Kleinrammbohrungen (KRB 1 - KRB 26), 2 Trockenbohrungen (B 1 und B 2) und 13 Drucksondierungen (CPT 1 - CPT 13) sind den Lageplänen in Anlage 1 zu entnehmen. In Anlage 2 wurden die Kleinrammbohrungen und Trockenbohrungen nach den Angaben in den Bohrprofilen des Bohrunternehmers und nach unserer kornanalytischen Bodenprobenbewertung in Form von Bodenprofilen in Geotechnischen Profilschnitten höhengerecht aufgetragen. Bei den in den Bohrprofilen dargestellten Wasserständen handelt es sich um bei den Bohrarbeiten angetroffene, noch nicht vollständig ausgepegelte Wasserstände, welche nicht den Bemessungswasserstand darstellen (Bemessungswasserstände siehe Abschnitt 4). Zusätzlich sind in den Profilschnitten der Spitzendruck, die Mantelreibung und das Reibungsverhältnis der Drucksondierungen höhengerecht aufgetragen.

Zur besseren Übersicht ist die ungefähre Höhenlage der geplanten Siele im geotechnischen Profilschnitt auf Anlage 2 mit dargestellt.

Die Kleinrammbohrungen KRB 1 und KRB 23 wurden zu Grundwassermessstellen ausgebaut (Filter im Grundwasser, 10 m unter GOK). Aus diesen beiden GWM wurden auch Wasserproben entnommen und

hinsichtlich der Einleitparameter ins Siel untersucht. Weiterhin wurden am 17.01.2022 aus den beiden Grundwassermessstellen sowie der vorhandenen Grundwassermessstelle GWM B 523 der Stadt Hamburg Wasserproben entnommen und auf LCKW untersucht. Hierfür war eine besondere Probennahme erforderlich, die das Labor GBA, Pinneberg ausgeführt hat.

Nachfolgend wird die im Einzelnen den Bohrprofilen der Geotechnischen Profilschnitte (Anlage 2) zu entnehmende Baugrundsichtung nähergehend beschrieben.

3.2 Auffüllungen

Die Aufschlüsse wurden überwiegend im Gehwegbereich, Parkflächen oder seitlichen Baumnischen der Süderstraße, des Grevenwegs und des Luisenwegs und nur teilweise in der Straße selbst ausgeführt. Zur Durchführung der Aufschlüsse musste häufig die vorhandene Oberflächenbefestigung aus Pflaster oder Asphalt aufgenommen oder durchbrochen werden. Der Asphalt wurde mit Schichtdicken von 6 cm (KRB 10) bis 25 cm (KRB 23) angetroffen, bei KRB 20A und KRB 21 unterlagert von ca. 20 cm Natursteinpflaster (vermutlich ehem. Kopfsteinpflasterdecke). Das Pflaster weist je nach Typ Dicken von 7 cm (Gehwegplatte) bis 22 cm (Natursteinpflaster) auf.

Unterhalb der Asphalt- und Pflasterschicht wurden mit den Aufschlüssen Auffüllungen erbohrt. Die Unterkante der Auffüllungen wurde in Tiefen zwischen 2,6 m (KRB 9, KRB 11) und 4,9 m (KRB 2, KRB 4, KRB 19) unter GOK bzw. zwischen NHN +0,59 m (KRB 26) und NHN –2,05 m (KRB 15) erbohrt.

Bei den erkundeten Auffüllungen handelt es sich überwiegend um Sande, vereinzelt aber auch um Klei und bindigen Geschiebemergel. Die Auffüllungen enthalten teils hohe Anteile an anthropogenen Beimengungen in Form von Bauschutt, Ziegelbruch, Schlacke und Asphalt. Die Zusammensetzung der Auffüllungen variiert räumlich stark.

3.3 Organische Weichböden (Klei, Torf und Mudde)

Die organischen Weichböden bestehen zumeist aus einer Abfolge von Klei über Torf und reichen im Mittel bis in eine Tiefe von ca. 7,5 m unter Gelände. Der Torf nimmt hierbei den größten Anteil ein. Die höchste Unterkante und geringste Schichtmächtigkeit wurden bei B 1 erkundet. Hier liegt die Unterkante der kompakten Weichböden schon bei 4 m unter GOK, entsprechend einer Schichtdicke von 1 m. Die dicht neben dem Bohraufschluss B 1 abgeteufte Drucksondierung CPT 3 zeigt jedoch noch in einer Tiefe von 8,0 m bis 8,5 m unter GOK ein erhöhtes Reibungsverhältnis, das auf eine Weichschicht oder bindige Schlufflage hindeutet. Da in diesem Tiefenbereich in der Bohrung B 1 nur gestörte Becherproben entnommen wurden, wurde diese geringmächtige Einschaltung ggf. bei der Probenahme nicht erfasst. Die tiefste Unterkante und größte Schichtmächtigkeit der Weichböden wurde bei KRB 15 erkundet. Die Unterkante liegt hier 10,8 m unter GOK mit einer zugehörigen Schichtdicke von 7 m. Die Mächtigkeit der organischen Weichböden insgesamt liegt im Mittel bei 3,7 m.

Stellenweise wurden Sandschichten innerhalb der organischen Weichböden erkundet (KRB 15, KRB 19 bis KRB 22). Außerdem fehlt in einigen Aufschlüssen der Klei vollständig und es stehen hier dann lediglich Torfe an (B 1, KRB 23, B 2, KRB 24, KRB 1, KRB 2). In KRB 6 und KRB 22 wurde hingegen nur Klei, aber kein Torf erkundet. Einzig in der Bohrung KRB 26 steht eine Abfolge Torf-Klei-Torf an.

Der Klei wurde als weich angesprochen. Der ermittelte Wassergehalt liegt im Mittel bei ca. 50 %. Der Torf steht überwiegend in schwach faseriger, teilweise auch in faseriger Form an, d.h. die enthaltenen Pflanzenreste sind teilweise erkennbar und teilweise zersetzt.

Die erkundeten organischen Weichböden (Klei und Torf) sind als stark kompressibel, gering scherfest und insgesamt als wenig tragfähig bzw. setzungsempfindlich zu beurteilen. Im Torf wurden örtlich auch unzersetzte Holzstücke gefunden. Entstehungsbedingt können im Torf auch größere Holzreste bis hin zu Baumstämmen vorkommen. Diese können für die Baumaßnahme Hindernisse darstellen.

In KRB 16 und KRB 4 wurde unter dem Torf eine weiche Schluffschicht erkundet, die sich farblich und nach der manuellen Bewertung merklich vom Klei über dem Torf und auch dem sonstigen Klei im Gebiet unterscheidet. In KRB 4 ist diese nur 20 cm mächtig, in KRB 16 hingegen 1,6 m. Aufgrund des daran festgestellten hohen Kalkgehaltes wird davon ausgegangen, dass es sich um eine Kalkmudde handelt. Diese Schicht wird hinsichtlich ihrer bodenmechanischen Eigenschaften dem Klei zugeordnet.

In Bohrung B2 wurde zwischen der Auffüllung und den organischen Weichböden eine 30 cm mächtige Schicht aus Ton und Schluff erkundet. Sie ist nach den ermittelten bodenmechanischen Eigenschaften ebenfalls dem Klei zuzuordnen.

3.4 Gewachsene Sande

Unter den organischen Weichschichten wurden gewachsene Sande bis zur Endteufe erkundet. Bei den erbohrten Sanden handelt es sich zumeist um feinsandige Mittelsande mit unterschiedlich ausgeprägten Anteilen an Grobsand und Kies sowie Schluff. Örtlich kommen in den Sanden auch schwach organische Beimengungen vor (s. KRB 6, B 1).

Nach der Geologischen Baugrundplanungskarte von Hamburg ([20]) sind die Sande zunächst noch als holozäne Sande mit lokal möglichen Schluff- bzw. Kleizwischenschaltungen einzustufen. Erst ab Tiefen um etwa NHN -10 m bzw. im westlichsten Abschnitt der Süderstraße bereits ab etwa NHN -8 m/-9 m ist der Übergang zu den durchgehend tragfähigen pleistozänen (eiszeitlichen) Sanden im Untersuchungsbereich zu erwarten.

3.5 Ergebnisse der Drucksondierungen / Lagerungsdichten

Zusätzlich zu den direkten Aufschlüssen (Kleinrammbohrungen und Trockenbohrungen) wurden, insbesondere um die Lagerungsdichte und Beschaffenheit der nichtbindigen Böden zu untersuchen, Drucksondierungen (CPTs) gemäß DIN EN ISO 22476-1 ausgeführt. Die oberen 2 m wurden zur Vermeidung etwaiger Leitungsbeschädigungen vorgebohrt, so dass für diesen Bereich keine Daten vorliegen.

Grundsätzlich sind auf der Basis der folgenden Einteilungsgrenzen in Tab. 3-1 die Lagerungsdichten nicht bindiger Böden abhängig von den erzielten Spitzenwiderständen zu unterscheiden.

Tab. 3-1: Korrelation Spitzenwiderstand CPT und Lagerungsdichte

CPT Spitzenwiderstand q_c	Lagerungsdichte
$< 2,5 \text{ MN/m}^2$	sehr locker
2,5 bis 7,5 MN/m^2	locker
7,5 bis 15 MN/m^2	mitteldicht
15 bis 25 MN/m^2	dicht
$> 25 \text{ MN/m}^2$	sehr dicht

Die Auffüllung wurde mit den Drucksondierungen nur im unteren Bereich erkundet. Die nichtbindigen sandigen Auffüllungen weisen demnach Spitzenwiderstände von $q_c = 1 \text{ MPa}$ bis vereinzelt $q_c = 8 \text{ MPa}$ auf und sind damit überwiegend sehr locker bis locker gelagert, nur lokal mitteldicht.

Die bindigen Auffüllungen lassen sich nicht gut klassifizieren. Insgesamt ist hier von geringen Festigkeiten der bindigen Lagen auszugehen. Die Spitzendrücke sind bereichsweise ähnlich zu denen im gewachsenen Klei und Torf, lokal auch etwas höher. Dies ist vor allem mit dem eingelagerten Bauschutt zu erklären.

In den organischen Weichschichten wird die Drucksondierung in erster Linie zur Abgrenzung der Schichten verwendet. Das gilt auch für die interne Grenze zwischen Klei und Torf. Gemäß den erzielten Sondierungsergebnissen wurden in den Tiefenlagen der organischen Weichschichten aus aufgefülltem und gewachsenem Klei und Torf Spitzenwiderstände zwischen überwiegend nur etwa $0,3 \text{ MN/m}^2 \leq q_c \leq 1,2 \text{ MN/m}^2$ in Kombination mit Reibungsverhältnissen von überwiegend $R_f > 3 \%$ gemessen. Im Mittel wurden Spitzenwiderstände von $q_c \leq 0,7$ gemessen. Sandbänderungen können Ausschläge (Peaks) in den Spitzenwiderständen zeigen.

Für die organischen Weichschichten lassen sich näherungsweise die undrännierten Scherfestigkeiten gemäß DIN EN ISO 22476-1:2023-03 über die empirische Gleichung $c_u = (q_c - \sigma_{v,0})/N_k$ unter Ansatz eines auf Erfahrung basierenden Konusfaktors ableiten. Hierbei wird auf der sicheren Seite liegend vereinfacht ein Konusfaktor von $N_k = 20$ für die organischen Weichschichten als Erfahrungswert angesetzt. Die nach Gleichung (1) ermittelten undrännierten Scherfestigkeiten ergeben sich damit zu etwa $c_u = 15 \text{ kN/m}^2$ bis 35 kN/m^2 , i. M. etwa $c_u = 25 \text{ kN/m}^2$. Dies entspricht bei bindiger Beschaffenheit einer weichen Konsistenz, was in guter Übereinstimmung mit den manuellen Konsistenzbewertungen im Labor steht.

Die gewachsenen Sande unterhalb der Weichschichten sind mit Spitzenwiderständen von $q_c > 7,5 \text{ MPa}$ sowohl in den Tiefenzonen der holozänen Sande als auch in den tieferen pleistozänen Schichten mindestens mitteldicht gelagert und somit gut tragfähig. Lediglich die CPT 3 zeigt in den holozänen Sanden noch eine Weichschichtlage (holozäne Basisweichschicht) zwischen rd. 7,5 m und 9,0 m unter GOK, die in der benachbarten Bohrung B 1 nicht eindeutig erkannt wurde. Erst darunter beginnen hier die tragfähigen Sande (pleistozän).

4 Wasserverhältnisse und Bemessungswasserstand

Im Zuge der Baugrundaufschlussarbeiten wurden verschiedene Wasserstände in den Baugrundaufschlüssen und den ausgebauten bzw. vorhandenen Grundwassermessstellen eingemessen. Im Folgenden werden die anhand der Bohrungen und weitergehender Datenrecherchen ermittelten Wasserverhältnisse im Untersuchungsbereich beschrieben und bewertet.

4.1 Grundwasser

Mit den aktuell ausgeführten Baugrundaufschlüssen wurde in allen Trockenbohrungen und Kleinrammbohrungen Wasser angetroffen und im offenen Bohrloch in Tiefen zwischen 1,86 m (KRB 23/GWM 2) und 4,1 m (KRB 19) unter Gelände bzw. bei NHN $-0,86$ m (KRB 15) und NHN $+0,93$ m (KRB 12) eingemessen. Bei diesen Wasserständen handelt es sich zumeist um noch nicht vollständig im Bohrloch ausgepegeltes Grundwasser (Ausnahme: KRB 23/GWM 2).

Das Grundwasser steht mit variierender Druckhöhe entsprechend gespannt innerhalb und unterhalb der organischen Weichschichten (Klei und Torf) an, die aufgrund ihrer geringen Wasserdurchlässigkeit als natürliche Wasserstauer wirken.

Die Grundwassermessstellen im Untersuchungsbereich zeigten während der Aufschlussarbeiten im Dezember 2021 einen Ruhewasserstand zwischen NHN $+0,04$ m (GWM B 523, 01.12.2021) und NHN $+0,08$ m (KRB 23/GWM 2, 22.12.2021).

Eine Recherche der hydrogeologischen Daten im Geoportal der Metropolregion Hamburg sowie eine Nachfrage bei der BUKEA haben ergeben, dass der langjährig mittlere Grundwasserstand im Untersuchungsbereich zwischen rd. NHN $-0,7$ m und rd. NHN $+0,6$ m liegt. Mit Blick auf die vorhandene Geländehöhe im Untersuchungsbereich zwischen rd. NHN $+1,9$ m und NHN $+4,2$ m beträgt der vorhandene Flurabstand von der Geländeoberkante bis zum Grundwasser somit i. M. etwa 2,0 m bis 4,0 m. Die geplanten Sielsohlen liegen danach unterhalb der natürlichen Schwankungsbreite des Grundwassers.

Nach den Angaben im Geodatenportal der Stadt Hamburg werden für den Untersuchungsbereich Grundwassergleichen der maximalen Grundwasserstände von lediglich NHN $+0,25$ m angegeben.

Die Wasserstände des nördlich der Süderstraße verlaufenden Südkanals werden nach telefonischer Auskunft der Brandshofer Schleuse auf einem mittleren Wasserstand von NHN $-0,05$ m gehalten. Der Wasserstand darf bis auf NHN $-0,25$ m abgesenkt werden. Der Maximalwasserstand ergibt sich abhängig vom Zufluss der Bille und lag im vergangenen Jahr bei NHN $+0,53$ m.

Nach den Angaben der BUKEA zu langjährigen Pegelmessdaten aus Beobachtungsbrunnen in [15] ist im Untersuchungsbereich mit Grundwasserständen zwischen NHN $-0,7$ m und NHN $+0,6$ m zu rechnen. Unter Berücksichtigung eines zu berücksichtigenden Sicherheitsaufschlags in Höhe von rd. 50 cm sollte der Bemessungsgrundwasserstand entsprechend auf NHN $+1,1$ m angesetzt werden.

Bauzeitlich können in Verbindung mit Pegelstandbeobachtungen hiervon ggf. abweichende (niedrigere) Werte eingeführt werden.

4.2 Stauwasser

Bei der Baugrunderkundung im November/Dezember 2021 wurden vielfach Stau- bzw. Sicker- oder Schichtwasserstände oberhalb des Grundwasserdruckniveaus in den verbreitet auch bindigen Auffüllungen angetroffen. In der KRB 10 wurde der höchste Wasserstand in der Auffüllung angetroffen. Er lag 1,9 m unter Gelände in einer Auffüllung aus sandigem Geschiebemergel und Bauschutt. Die Höhe entspricht NHN +1,25 m. Ein großflächig zusammenhängender Stauwasserstand wurden mit den Baugrunderkundungen nicht festgestellt.

Oberhalb und innerhalb der bindigen Auffüllungen und organischen Weichschichten können temporäre Stau-, Sicker- und Schichtenwasserbildungen auftreten, die in Abhängigkeit vom Niederschlagsgeschehen und der Jahreszeit erfahrungsgemäß erheblichen Schwankungen unterliegen und bis zur jeweiligen GOK (Bemessungsstauwasserstand) ansteigen können.

4.3 Grundwasserbeschaffenheit

Das Stauwasser konnte nicht beprobt werden. In der überwiegenden Anzahl der Aufschlüsse wurde kein Stauwasser in ausreichender Menge angetroffen. Sofern Stau-/Sickerwasser angetroffen wurde, sind die offenen Bohrlöcher vor der Probenahme zugefallen. Die Einrichtung von temporären Rammfilterpegeln zur Gewinnung einer repräsentativen Stauwasserprobe wurde in Anbetracht des geringen Stauwasserdargebotes als nicht sinnvoll erachtet und daher nicht durchgeführt.

Die mit entsprechend tiefen Filteranordnungen ausgebauten Grundwassermessstellen KRB 1/GWM 1 und KRB 23/GWM 2 wurden zur Probenahme für die Untersuchung der Einleitparameter in das Hamburger Sielnetz verwendet. Beprobt wurde hier das Grundwasser (Filter ca. bei 10 m unter GOK) im ersten Grundwasserleiter unter den organischen Weichschichten. Die Ergebnisse der chemischen Untersuchung wurden mit Unterlage [10] übergeben und sind in Anlage 7.1 beigelegt.

In der KRB 1/GWM 1 sind die absetzbaren Stoffe, der Eisen(II)-Gehalt und der TOC-Wert auffällig erhöht. In KRB 23/GWM 2 ist nur der Eisen(II)-Wert erhöht. Die Ammoniumgehalte sind hinsichtlich einer Einleitung ins Mischwassersiel unkritisch. Aus Baumaßnahmen der Hamburger Stadtentwässerung in der Umgebung ist allerdings bekannt, dass der erhöhte Ammoniumgehalt der Böden und/oder des Wassers bei Änderungen des pH-Werts zu einer Freisetzung von Ammoniak führen kann.

Aus den beiden neuen Grundwassermessstellen KRB 1/GWM 1 und KRB 23/GWM 2 sowie der bestehenden GWM B 523 wurden zusätzliche Wasserproben mit einem gekapselten Gefäß entnommen und auf LCKW untersucht. Die Probenahmeprotokolle und Ergebnisse der chemischen Analysen wurden mit Unterlage [11] übergeben und sind Anlage 7.2 zu entnehmen. In den Proben aus den beiden neuen Grundwassermessstellen waren keine LCKW nachweisbar. In der Wasserprobe aus der GWM B 523 wurde bei der Untersuchung auf LCKW eine Konzentration von 7,4 µg/l Vinylchlorid festgestellt. Diese Grundwassermessstelle liegt im Bereich eines behördlich bekannten Grundwasserschadens.

5 Bodenmechanische Versuche und Bodenkennwerte

Zur genaueren Beurteilung und Einschätzung der erkundeten Bodenschichten wurden an den uns aus der Baugrunderkundung übergebenen gestörten und ungestörten Bodenproben neben einer manuellen kornanalytischen Bewertung weitere bodenmechanische Versuche durchgeführt. Die Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche werden nachfolgend zusammengefasst und erläutert, zudem werden Bodenkennwerte angegeben.

5.1 Wassergehalte

An kennzeichnenden Proben des organischen Weichbodens (Klei, humoser Klei und Torf) und des Schluff-Sand-Gemisches wurden die Wassergehalte gemäß DIN EN ISO 17892-1:2015-03 versuchstechnisch bestimmt und neben den Bohrprofilen angegeben (s. Anlage 2). Die ermittelten Extrem- und Mittelwerte sind in Tab. 5-1 angegeben.

Tab. 5-1: Wassergehalte

Bodenart	Anzahl	Wassergehalte w		
		min. w [%]	max. w [%]	i. M. w [%]
Klei	20	34,0	66,2	48,7
Klei, humos/torfig	2	110	113	111,5
Torf	22	60,6	257	183,3

5.2 Korngrößenverteilungen

An 11 kennzeichnenden Proben der nichtbindigen Auffüllungen wurden Kornverteilungsanalysen gemäß DIN EN ISO 17892-4:2017-04 durchgeführt. Aufgrund der wechselnden Zusammensetzung wurden neben 9 Nasssiebungen auch eine Trockensiebung und eine Kombinierte Siebungs- und Sedimentationsanalyse ausgeführt. Die Auffüllungen stellen sich sehr unterschiedlich dar und waren in den Analysen den Bodengruppen GU, SU, SU* oder SE nach DIN 18196:2011-05 zuzuordnen. An einer Probe der bindigen Auffüllungen wurde eine kombinierte Siebungs- und Sedimentationsanalyse durchgeführt. Diese Probe war in die Bodengruppe SU* einzuordnen.

Am gewachsenen Klei wurden fünf kombinierte Siebungs- und Sedimentationsanalysen durchgeführt. Am Schluff (vermutlich Kalkmudde) wurde eine kombinierte Siebungs- und Sedimentationsanalyse durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Tab. 5-2 dargestellt. Die Einordnung in Bodengruppen erfolgt für diese Boden nicht über die Kornverteilung, sondern über die plastischen Eigenschaften. Weiterhin wurden an 10 kennzeichnenden Proben der gewachsenen Sande 7 Trockensiebungen und drei Nasssiebungen durchgeführt. Die Sande sind überwiegend der Bodengruppe SE, seltener SU zuzuordnen. Die ermittelten Körnungslinien sind Anlage 3 zu entnehmen.

Tab. 5-2: Kornverteilung gewachsener Klei

Fraktion	Max. Anteil	Min. Anteil
Ton	5 %	45 %
Schluff	30 %	70 %
Sand	0 %	55 %

5.3 Glühverluste

Die Bestimmung des Glühverlustes gemäß DIN 18128:2002-12 dient der Einschätzung des Anteils von organischer Substanz in den Bodenproben. Glühverlustbestimmungen wurden für eine nähergehende Bestimmung der Bodenart an kennzeichnenden Proben der organischen Weichböden durchgeführt. Die ermittelten Glühverluste sind in Tab. 5-3 entsprechend der Bodenart aufgeführt und neben den Bohrprofilen angegeben (s. Anlage 2).

Tab. 5-3: Glühverluste

Bodenart	Anzahl	Glühverlust V_{GI}		
		min. V_{GI} [%]	max. V_{GI} [%]	i. M. V_{GI} [%]
Klei (teils humos/torfig)	8	6,4	17,6	10,6
Torf	4	37,4	42,4	39,8

Gemäß DIN EN ISO 14688-2:2018-05 handelt es sich somit bei dem Torf um einen stark organischen Boden (> 20 Gew.-% Glühverlust). Der Klei ist nach DIN EN ISO 14688-2:2018-05 als organischer Boden zu bezeichnen (im Bereich von 6 – 20 Gew.-% Glühverlust).

5.4 Undränierete Scherfestigkeit

An zwei Kleiprobe aus der Bohrung B 2 (Liner K2) wurde die undränierete Scherfestigkeit mit dem Taschenpenetrometer (Verfahren nach BAW 1999) ermittelt. Die ermittelte Scherfestigkeit (aus je 4 Einzelversuchen) betrug 31 kN/m² (Tiefe 4,15 m - 4,40 m unter GOK) bzw. 42 kN/m² (Tiefe 4,40 m - 4,50 m unter GOK).

Nach den Empfehlungen der BAW ([21]) bzw. Kiekbusch ([22]) ist der untersuchte Klei somit als weich zu bezeichnen. Diese Einschätzung stimmt gut mit der manuellen Bewertung der Bodenproben und mit der Ableitung der undräniereten Scherfestigkeiten über die Ergebnisse der Drucksondierungen überein.

5.5 Zustandsgrenzen

Zur genaueren Bewertung der plastischen Eigenschaften der erbohrten bindigen Böden wurden an drei Stichproben aus dem Klei die Zustandsgrenzen nach DIN 18122-1:1997-07 bestimmt. Der Klei wurde nur lokal und z.T. in geringen Mächtigkeiten erkundet, so dass eine höhere Anzahl an Versuchen nicht zu realisieren war.

Erfahrungsgemäß ist die Bestimmung der Konsistenzzahl für organische Böden häufig nicht zutreffend. Für die Bewertung und Einstufung der Konsistenz wird daher die von uns durchgeführte manuelle Bewertung nach DIN EN ISO 14688-1:2018 und eine Einstufung der Konsistenz mit Hilfe des Taschenpenetrometers zugrunde gelegt (siehe Anlage 5 und Abschnitt 5.4). Diese Bewertungen zeigen eine weiche Konsistenz des Kleis.

Die im bodenmechanischen Labor der FWT ermittelten Versuchsergebnisse für die Fließ- und Ausrollgrenzenbestimmung können Tab. 5-4 entnommen werden. Mit Ausnahme der Probe aus KRB 13 decken die Versuchsergebnisse in etwa die übliche Bandbreite der bestimmten Bodenparameter für den Klei ab.

Nach dem Plastizitätsdiagramm zur Benennung von Bodenarten (Bild NA.1, DIN EN ISO 14688-2:2018) sind die insgesamt untersuchten Kleiprobe als plastisch bis ausgeprägt plastisch einzustufen und in die Bodengruppen OT/UA und TA nach DIN 18196:2011-05 einzuordnen.

Tab. 5-4: Zustandsgrenzen, Plastizitäts- und Konsistenzzahl der Kleiprobe

Probe	Fließgrenze w_L [%]	Ausrollgrenze w_P [%]	Natürlicher Wassergehalt w [%]	Plastizitätszahl I_P [%]	Konsistenzzahl I_c [-]
KRB 13 GP5+6	66,9	36,5	36,7	30,3	0,99
KRB 17 GP6+7	60,7	24,9	43,8	35,9	0,47
KRB 25 GP6+7	59,2	33,7	45,7	25,5	0,53

Die Laborprotokolle der von uns durchgeführten Versuche zur Bestimmung der Zustandsgrenzen sind der Anlage 4 zu entnehmen.

5.6 Mineralogische Zusammensetzung

Gesonderte Untersuchungen der mineralogischen Zusammensetzung der anstehenden Böden waren nicht Gegenstand der Beauftragung. Hierzu wären gesonderte, z. B. röntgendiffraktometrische Untersuchungen erforderlich.

Im gewachsenen Geschiebeboden ist ein Quarzgehalt von ca. 70 - 90 % zu erwarten. Da es sich bei dem hier vorliegenden Geschiebeboden um umgelagertes bzw. aufgefülltes Material handelt, liegt der Quarzgehalt durch Fremdbestandteile u. U. etwas niedriger. Der bei den angetroffenen Sanden erfahrungsgemäß zu erwartende sehr hohe Anteil an Quarzkorn beträgt 90 - 98 %. Quarz weist nach der Mohs-Skala eine größere Härte auf als Stahl (Mohs-Härte von 7) und ist daher ausschlaggebend für die

Einschätzung der Abrasivität des Bodens und damit auch für den zu erwartenden Verschleiß von Werkzeugen und Maschinenteilen.

Die tonmineralogische Zusammensetzung der bindigen Böden ist nur dann von großer Bedeutung, wenn sie einen hohen Anteil an quellfähigen Tonmineralen erwarten lässt. Nach Thewes (siehe [27]) ist z. B. von einer signifikant erhöhten Adhäsion auszugehen, wenn mehr als 10 % quellfähige Tonminerale im anstehenden Boden vorhanden sind.

Im Klei (gewachsen und aufgefüllt) ist der Hauptvertreter der Tonminerale Quarz, der praktisch nicht quellfähig ist. Stark quellfähige Tonminerale sind erfahrungsgemäß nur in vernachlässigbar geringer Größenordnung im Klei enthalten. Bei den bauverfahrenstechnisch zu erwartenden Wassergehaltsänderungen ausgehend vom natürlich anstehenden Kleiboden (nicht ausgetrocknet) sind keine signifikanten Quellprozesse zu erwarten.

Im aufgefüllten Geschiebemergel / Geschiebelehm sind die Hauptvertreter der Tonminerale Quarz, Feldspat und Illit-Glimmer (als Zerfallsprodukt des Granits) die praktisch nicht quellfähig sind. Stark quellfähige Tonminerale sind daher erfahrungsgemäß nur in vernachlässigbar geringer Größenordnung im Geschiebemergel / Geschiebelehm (hier: aufgefüllt) enthalten. Ausgehend von einem aufgefüllten Material, das also bereits aufgearbeitet wurde, sind keine signifikanten Quellprozesse zu erwarten.

Das Verklebungspotential wird nicht allein aufgrund des Anteils an quellfähigen Tonmineralen bewertet (vgl. hierzu Abschnitt 5.8)

5.7 Abrasivität / Verschleißpotential

Zur Beurteilung und Klassifikation der Abrasivität sowie zur Einschätzung des Verschleißpotentials von Lockergesteinen als eine Einflussgröße auf den Verschleiß von Abbauwerkzeugen im Rohrvortrieb wird gemäß DIN 18319:2019-09 die NF P18-579 bzw. der sog. Abrasivitätskoeffizient zugrunde gelegt. Eine Bewertung bzw. Klassifikation der Abrasivität und des ableitbaren Verschleißpotentials kann z. B. gemäß Thuro et al. [24] erfolgen. Wir empfehlen darüber hinaus alle relevanten Faktoren wie die deutlich variierenden äquivalenten Quarzgehalte der anstehenden Böden, teils sehr unterschiedlichen Festigkeiten der anstehenden Böden, in der Bodenmatrix eingelagerte Bauschuttbestandteile sowie auch durch Brechvorgänge erzeugte scharfkantige Kornformen insbesondere in den Auffüllungen bei der Einschätzung des Werkzeugverschleißes zu berücksichtigen. Ausdrücklich weisen wir darauf hin, dass die maschinentechnischen Einrichtungen und die Steuerung des Vortriebs selbst einen erheblichen Einfluss auf den Verschleiß haben. Verklebungen auch in Wechsellagerungen von Quarzsanden und bindigen Böden mit einem u. U. behinderten Materialabfluss können extremen Verschleiß nach sich ziehen und sind daher durch geeignete Gegenmaßnahmen (siehe Empfehlungen [29] und [30]) weitestgehend zu vermeiden.

In den verschiedenen Vortriebsgradienten stehen vorliegend Auffüllungen und organische Weichschichten in zumeist weicher Konsistenz an. Gesonderte Laboruntersuchungen gemäß NF P18-579, sog. LCPC-Tests im Verschleißtopf, wurden vereinbarungsgemäß nicht durchgeführt. Die Bewertung der Abrasivität und des Verschleißpotentials erfolgt nachfolgend auf Basis von Erfahrungswerten u.a. gemäß [24].

Die Auffüllung ist in ihrer Zusammensetzung sehr variabel. Die nichtbindigen Anteile sind hinsichtlich der Abrasivität ähnlich einzuordnen wie gewachsene Quarzsande, also als abrasiv. Nach Erfahrungswerten sind gemittelte Abrasivitätskoeffizienten A_{BR} zwischen 250 g/t und 500 g/t zu erwarten. Die nichtbindigen

Anteile sind erwartungsgemäß schwach abrasiv bis abrasiv mit mittleren Abrasivitätskoeffizienten A_{BR} zwischen 100 g/t und 500 g/t.

Der aufgefüllte Geschiebemergel wird lokal in der Vortriebsgradienten angeschnitten. Er ist aufgrund seiner entstehungsbedingt variablen Kies- und Steinanteile (bei überwiegend sehr hohen einaxialen Steifigkeiten von > 300 MPa) als stark bis extrem abrasiv einzustufen. Die Abrasivität und das Verschleißpotential können in diesem Boden mit Verklebungspotential, insbesondere im Zusammenspiel mit ggf. auftretenden Verklebungen, extreme Ausmaße annehmen.

Für die organischen Weichböden ist aufgrund der geringen Korngröße der Abrasivitätskoeffizient aus dem LCPC-Versuch nicht aussagekräftig (vgl. [26]). In diesem Korngrößenbereich sind eher die Mineralhärte oder die Millerzahl entscheidend, die jedoch in der VOB/C nicht benannt sind. Aufgrund der kleineren Korngröße und der organischen Anteile ist die Abrasivität geringer zu erwarten als in den Auffüllungen.

Die gewachsenen Sande werden im Vortrieb nur selten angetroffen, entweder über den organischen Weichböden oder als Zwischenlage. Sie sind als abrasiv einzuordnen und es sind nach allgemeinen Erfahrungswerten für Quarzsande mittlere Abrasivitätskoeffizienten von A_{BR} zwischen 250 g/t und 500 g/t zu erwarten.

Sollte der Boden zur Verbesserung der Steuerbarkeit durch Zement o. Ä. verfestigt werden, kann sich die Abrasivität deutlich erhöhen.

5.8 Verklebungspotential und verfahrenstechnische Gegenmaßnahmen

Die Bewertung des Verklebungspotenzials bindiger Böden ist bis heute nicht genormt. Für die nachfolgende Einschätzung des Verklebungspotentials von bindigen Böden nach Thewes (siehe [27]) sind drei Indikationsbereiche, die Plastizität, der Tonanteil und die Fließgrenze jeweils in Verbindung mit der Konsistenz eines Lockergesteins ausschlaggebend (vgl. Abb. 5-1).

Die diesbezüglich charakteristischen Wertebereiche mit typischer hoher Streuung sind u. a. den Anlagen 3 und 4 zu entnehmen. Versuchstechnisch wurden exemplarisch (nicht umfassend repräsentativ) Einzelwerte ermittelt. Die jeweiligen von der FWT ermittelten Versuchsergebnisse sind den Abschnitten 5.2 (Kornverteilungen) und 5.5 (Zustandsgrenzen) zu entnehmen.

In den anstehenden Weichböden ist das Verklebungspotential zumeist gering. Dies gilt für den gewachsenen und den aufgefüllten Klei und Torf. Im aufgefüllten Geschiebemergel und Geschiebelehm ist dagegen ein mittleres bis hohes Verklebungspotential zu erwarten.

Sollte der Boden zur Verbesserung der Steuerbarkeit durch Zement o. Ä. verfestigt werden, kann sich das Verklebungspotential reduzieren.

		Konsistenz und Konsistenzzahl I_C					
		Breiig $I_C < 0,5$	Weich $0,5 \leq I_C < 0,6$	Weich steif $0,6 \leq I_C < 0,75$	Steif $0,75 \leq I_C < 1,0$	Halbfest $1,0 \leq I_C < 1,25$	Fest/hart $I_C \geq 1,25$
Tongehalt T [%]	$T < 10$	G	G	G	G	G	G
	$10 \leq T < 25$	G	G	M	M	M	M
	$T \geq 25$	G	G	M	H	H	M(H)
Fließgrenze w_L [%]	$w_L < 25$	G	G	G	G	G	G
	$25 \leq w_L < 35$	G	G	M	M	M	M
	$w_L \geq 35$	G	G	M	H	H	M(H)
Plastizitäts- zahl I_P [%]	$I_P < 10$	G	G	G	G	G	G
	$10 \leq I_P < 20$	G	G	M	M	M	M
	$I_P \geq 20$	G	G	M	H	H	M(H)

Verklebungspotenzial: G = Gering, M = Mittel, H = Hoch

Abb. 5-1: Indikationsbereiche für das Verklebungspotential von Tonböden nach Thewes [27], Quelle: [23]

Nach Hollmann [28] ist zusätzlich die sekundäre Verklebung zu beachten, die bei der Lösung/Aufbereitung, Förderung und dem Transport des abgebauten Materials auftreten kann, z. B. durch abbaubedingte Konsistenzänderungen. Für flüssigkeitsgestützte Vortriebe liefert die Bewertung nach Hollmann [28] ähnliche Ergebnisse wie nach Thewes [27]. Wir empfehlen, die verfahrensbedingten Wassergehalts- und Konsistenzänderungen des Bodens, die während des Abbauprozesses bei flüssigkeitsgestützten Vortrieben auftreten, nach Hollmann zu bewerten. Verfahrensbbedingt kann es hierbei auch im Geschiebemergel weicher Konsistenz zu starken Verklebungen kommen.

Bei den hier teilweise auftretenden Böden mit hohem Verklebungspotential sind gemäß den „Empfehlungen für Konstruktion und Betrieb von Schildmaschinen, DAUB“ [30] Behinderungen des Vortriebs zu erwarten und besondere verfahrenstechnische Gegenmaßnahmen zu treffen. Abhängig von der Vortriebsart und dem -durchmesser kommen folgende Möglichkeiten in Frage:

- Modifikationen an Werkzeugen
- Modifikationen an den Spüleinrichtungen und dem Suspensionskreislauf
- Besondere geometrische Gestaltung der Speichen und des Abbauraumes, siehe [30] und
- Angepasste Betriebsweise der Maschine mit einer reduzierten Vortriebsgeschwindigkeit.

5.9 Steuerbarkeit

Für die Beurteilung der Steuerbarkeit wird die Klassifizierung nach Spang [31] herangezogen, siehe Abb. 5-2

Klasse	Bezeichnung	Bodenarten DIN 18196 ¹⁾	Randbedingungen ²⁾
S 1	Gut steuerbar	BW, GI, SW, SI, SE GU, GÜ, GT, SU, SÜ, ST, ST UL, UM, TL, TM, TA, OU, OT	$D > 0,3$ (mitteldicht) $I_c > 1,0$ (halbfest, fest) $I_c > 1,0$ (halbfest, fest)
S 2	Steuerbar	GW, GI, GE, SW, SI, SE GU, GÜ, GT, GT, SU, SÜ, ST, ST UL, UM, TL, TM, TA, OU, OT	$0,15 < D < 0,3$ (locker) $0,75 < I_c < 1,0$ (steif) $0,75 < I_c < 1,0$ (steif)
S 3	Schlecht steuerbar	GW, GI, GE, SW, SI, SE GU, GÜ, GT, GT, SU, SÜ, ST, ST UL, UM, TL, TM, TA, OU, OT HN, HZ, F Hindernisse/Steine $> 0,01 \text{ m}^3$	$D < 0,15$ (locker) $0,5 < I_c < 0,75$ (weich) $0,5 < I_c < 0,75$ (weich)
S 4	Nicht steuerbar	GU, GÜ, GT, GT, SU, SÜ, ST, ST UL, UM, TL, TM, TA, OU, OT Hindernisse/Steine $> 0,01 \text{ m}^3$	$I_c < 0,5$ (breiig, flüssig) $I_c < 0,5$ (breiig, flüssig)

Abb. 5-2: Einordnung der Steuerbarkeit von Böden nach [31], Quelle: [23]

Demnach sind die zu durchfahrenden Böden wie folgt einzuordnen:

- Auffüllungen, nichtbindig: Die nichtbindigen Auffüllungen mit Bauschuttresten sind als steuerbar bis gut steuerbar einzustufen. Hindernisse wurden nicht erkundet, sind jedoch nicht auszuschließen und würden bei einem Volumen von $> 0,1 \text{ m}^3$ und locker gelagerten umgebenden Matrix eine Einstufung als schlecht steuerbar bedeuten.
- Auffüllungen, Klei/Torf: Die angetroffenen Auffüllungen aus Klei und Torf mit Bauschuttresten sind als schlecht steuerbar einzustufen. Im Falle größerer Hindernisse ($> 0,1 \text{ m}^3$, Bauschutt / Fundamentreste) und einer breiigen/flüssigen umgebenden Matrix sind die Auffüllungen als nicht steuerbar einzustufen, bei relevanten Hindernissen und einer weichen umgebenden Matrix als schlecht steuerbar. Es wurden keine derartigen Hindernisse bei der punktuellen Erkundung angetroffen, sie können in dieser Schicht allerdings auch nicht ausgeschlossen werden.
- Auffüllungen, Geschiebemergel, Geschiebelehm: Die Auffüllungen aus Geschiebemergel oder Geschiebelehm mit Bauschuttresten sind je nach Konsistenz als steuerbar (steife Konsistenz) oder schlecht steuerbar (weiche Konsistenz) einzustufen. Im Falle größerer Hindernisse ($> 0,1 \text{ m}^3$, Bauschutt / Fundamentreste) und breiiger/flüssiger umgebender Matrix sind diese Auffüllungen als nicht steuerbar einzustufen. Bei relevanten Hindernissen in weicher umgebender Matrix sind sie als schlecht steuerbar einzustufen. Es wurden keine derartigen Hindernisse erkundet, sie können in dieser Schicht allerdings auch nicht ausgeschlossen werden.
- Klei / Schluff: Der gewachsene Klei und die Kalkmudde sind aufgrund ihrer weichen Konsistenz und einer Verflüssigungsneigung bei dynamischen Beanspruchungen als schlecht steuerbar einzustufen.

- Torf: Der gewachsene Torf ist aufgrund seiner Konsistenz und geringen Festigkeit als schlecht steuerbar bis nicht steuerbar einzustufen. Im Torf eingeschlossene Baumreste können als Hindernisse wirken, die eine Einordnung als nicht steuerbar bedeuten. Entsprechende Baumreste können entstehungsbedingt vereinzelt im Torf vorkommen. Darüber hinaus kann die hohe Zusammendrückbarkeit (Setzungsempfindlichkeit) des Torfes an der Sohle aufgrund des Maschinengewichtes zu Setzungen (Absacken) und einer Beeinträchtigung der Steuerbarkeit führen.
- Gewachsene Sande: Die gewachsenen Sande sind überwiegend mindestens mitteldicht und demnach als gut steuerbar einzustufen.

In der Vortriebsstrecke stehen stark unterschiedliche Böden an, die bei größeren Durchmessern auch gleichzeitig angetroffen werden. Dies wirkt sich u.U. ungünstig auf die Steuerbarkeit aus, insbesondere wenn die schlechter steuerbaren Böden im unteren Auflager-/Bettungsbereich des Rohrstrangs anstehen.

5.10 Charakteristische Bodenkennwerte

Nach den Laborversuchen sowie der kornanalytischen Bodenprobenbewertung, den Angaben in den Schichtenverzeichnissen des Bohrunternehmers (s. Unterlage [6]) sowie unseren Erfahrungen mit vergleichbaren Böden können die in Tab. 5-5 angegebenen charakteristischen Bodenkennwerte für die Durchführung erdstatischer Berechnungen angesetzt werden.

Unter Beachtung der 'Empfehlungen des Arbeitsausschusses Baugruben' (EAB) können die o. g. Kennwerte auch zur Bemessung von Baugrubensicherungen verwendet werden.

Tab. 5-5: Bodenmechanische Kennwerte (charakteristisch)

Bodenart	Wichte	Steifemodul	Scherfestigkeit		
	γ/γ' [kN/m ³]	$E_{s,k}$ [MN/m ²]	ϕ'_k [°]	c'_k [kN/m ²]	$c_{u,k}$ [kN/m ²]
Auffüllungen					
Sande z.T. mit schluffigen, organischen und anthropogenen Bestandteilen, locker gelagert	17/10 bis 19/11	10 bis 20	27,5 bis 30	0	0
Klei / Schluff z.T. mit sandigen, organischen und anthropogenen Bestandteilen, weich	15/5 bis 18/8	1 bis 2	15	5	10
Geschiebemergel / Geschiebelehm breiig bis weich	20 / 10	5 bis 10	25	10	10 bis 20
Geschiebemergel / Geschiebelehm steif	21/11	10 bis 20	30	10	(60 bis 100)
Gewachsene Böden					
Sande (teils schwach org, teils schluffig) lockere bis mitteldichte Lagerung ($q_c < 7,5$ MPa)	18/10 bis 19/11	20 bis 30	30 bis 32,5	0	0
Sande ¹ (teils mit wenig organischen Einlagerungen) mind. mitteldichte Lagerung ($q_c \geq 7,5$ MPa)	19/11	≥ 30	35	0	0
Torf	11/1 bis 12/2	0,8 bis 1,5	15	5	15
Klei, $w \leq 70$ %	16/6 bis 17/7	1 bis 3	17,5	5	15 bis 20
Klei, $70 \% < w \leq 120$ %	15/5 bis 16/6	1 bis 3	17,5	5	15
Torfiger Klei, $w > 120$ %	13/3 bis 15/5	1 bis 2	17,5	5	10 bis 15
Schluff (Kalkmudde?)	15/5 bis 17/7	1 bis 3	17,5	5	15 bis 20

*1): Werte sind auch für einzubauende Füllsande in mitteldichter Lagerung anzusetzen

In der Tabelle bedeuten:

γ : Wichte des feuchten Bodens

γ' : Wichte des Bodens unter Auftrieb

ϕ'_k : Reibungswinkel des dränierten Bodens

c'_k : Kohäsion des dränierten Bodens

$c_{u,k}$: Kohäsion des undränierten Bodens

$E_{s,k}$: Steifemodul

6 Homogenbereiche

6.1 Kennwerte Bodenschichten

Für die nach VOB 2016, Teil C geforderte Einteilung der in Abschnitt 3 beschriebenen Bodenschichten in Homogenbereiche werden die Böden zunächst schichtweise mit ihren Eigenschaften und Kennwerten sowie deren Bandbreiten in der Anlage 6 dargestellt. Die hier angegebenen Bandbreiten der geotechnischen Eigenschaften und bodenmechanischen Kennwerte basieren auf den Erkundungsdaten, auf unseren Erfahrungen mit diesen Böden, dem ausgeführten Untersuchungsumfang im bodenmechanischen Labor sowie den Angaben in den Schichtenverzeichnissen des Bohrunternehmers (siehe [6], [7], [8]).

In den Anlagen werden die folgenden Bodenschichten beschrieben:

- | | |
|---|------------|
| - Auffüllung, nichtbindig | Anlage 6.1 |
| - Auffüllung, Klei/Torf | Anlage 6.2 |
| - Auffüllung, Geschiebemergel/Geschiebelehm | Anlage 6.3 |
| - Klei, Schluff (Kalkmudde?) | Anlage 6.4 |
| - Torf | Anlage 6.5 |
| - gewachsene Sande | Anlage 6.6 |

6.2 Einteilung Homogenbereiche

In der folgenden Tab. 6-1 werden für die Planungsleistung der im zu erwartenden Umfang anfallenden Tiefbau- und Vortriebsarbeiten sowie deren Ausschreibung die in Abschnitt 6.1 benannten Bodenschichten entsprechend der VOB 2019, Teil C in vorläufige Homogenbereiche zusammengefasst. Unter Berücksichtigung des derzeitigen Planungsstandes werden Einteilungen für die folgenden Normen der VOB, Teil C vorgenommen und für diese die charakteristischen Bandbreiten der kennzeichnenden Bodenparameter angegeben:

- DIN 18300: 2019-09 (Erdarbeiten)
- DIN 18301: 2019-09 (Bohrarbeiten)
- DIN 18304: 2019-09 (Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten, vgl. auch Abschnitt 6.3)
- DIN 18319: 2019-09 (Rohrvortriebsarbeiten)
- DIN 18321: 2019-09 (Düsenstrahlarbeiten)

Tab. 6-1: Einteilung Homogenbereiche

Bodenschicht ¹⁾	Erdarbeiten DIN 13800	Bohrarbeiten DIN 18301	Ramm-, Rüttel-, Pressarbeiten DIN 18304	Rohrvortriebs- arbeiten DIN 18319	Düsenstrahl- arbeiten ²⁾ DIN 18321
Auffüllung, nichtbindig	E1	B1		RV1	---
Auffüllung, Klei/Torf			RRP1	RV2	
Auffüllung, Mg/Lg	E2	B2		RV3	D1
Klei, Kalkmudde					
Torf	E3	B3	RRP2	RV2	D2
Gewachsene Sande	E1	B1	RRP1	---	D1

1) Bei hohen Bauschuttanteilen, Verbau- und Fundamentresten etc. ggf. abweichende Einstufung, u. a. aufgrund möglicher Schadstoffbelastung

2) Beim gleichzeitigen Durchfahren mehrerer Bodenschichten in Bereichen von Wechsellagerungen sind die jeweils ungünstigeren Bodenparameter anzusetzen. Dies gilt auch für das Verklebungspotential

In Abhängigkeit von der weitergehenden Planung der Baumaßnahme bzw. unter Berücksichtigung baubetrieblicher und verfahrenstechnischer Kriterien sind die hier angegebenen Homogenbereiche ggf. mit den Objektplanern abzustimmen, fortzuschreiben und/oder anzupassen.

Die Eigenschaften und Kennwerte bzw. die charakteristischen Bandbreiten der kennzeichnenden Bodenparameter der einzelnen Bodenschichten können den schichtweisen Zusammenstellungen in der Anlage 6 entnommen werden.

6.3 Ramm-, Rüttel- und Pressbarkeit

Rammarbeiten sollten aufgrund der innerstädtischen Lage mit umliegend empfindlicher Bausubstanz sowie empfindlichen Leitungen ausgeschlossen werden.

Die anstehenden nicht bindigen Auffüllungen (Sande) sind nach den vorliegenden Baugrunderkundungen mit Ausnahme von lokal möglichen Hindernissen als geeignet für das Rüttelverfahren zu bewerten. Als Leitparameter wird hierbei gemäß den Empfehlungen der Bundesanstalt für Wasserbau (Merkblatt MEH, 2017) der Spitzenwiderstand herangezogen. Dieser liegt in den rolligen Böden unter 20 MPa. In den bindigen Auffüllungen wurden vielfach Spitzenwiderstände von > 0,5 MPa gemessen. Aufgrund der Wassersättigung und sandiger Anteile sowie zumeist nur weicher Konsistenz halten wir die Rüttelbarkeit in diesen Böden für voraussichtlich gegeben (geeignet). Wir empfehlen bei größerer Mächtigkeit solcher Auffüllungen aus Geschiebelehm und -mergel jedoch zur genaueren Beurteilung vorab Rüttelversuche durchzuführen, um eine optimierte Einbringmethode ermitteln zu können.

Die gewachsenen Weichböden Klei, Kalkmudde und Torf weisen gemäß vorliegender Drucksondierergebnisse nur geringe Spitzenwiderstände von zumeist unter 0,5 MPa auf, so dass sie durchgehend als geeignet für das Rütteln zu bewerten sind.

Die gewachsenen Sande sind mit Spitzenwiderständen bis zu 20 MPa ebenfalls als geeignet für das Rüttelverfahren zu bezeichnen. Bei Spitzenwiderständen oberhalb von 20 MPa ist das Rüttelverfahren als schwierig bis sehr schwierig zu bewerten. Sande mit derart hohen Spitzenwiderständen stehen im Untersuchungsbereich ab wechselnden Tiefen von etwa 8 m bis 12 m unter GOK an.

Die Pressbarkeit der anstehenden Böden ist mit Ausnahme von Hindernissen, wie massiven Bauschuttresten oder Holz, als überwiegend geeignet zu bewerten. In den nicht bindigen Sanden ist die Pressbarkeit gemäß o. g. Merkblatt MEH mit Spitzenwiderständen von bis zu 15 MPa noch als geeignet einzustufen. Größere Spitzenwiderstände, die als problematisch für das Einpressen zu bewerten sind, stehen im Baubereich in den gewachsenen Sanden verbreitet schon ab Tiefen von ca. 7,5 m unter GOK an.

Bei stärkeren Bauschutteinlagerungen in den Auffüllungen oder zu erwartenden höheren Spitzenwiderständen im zu durchteufenden Tiefenbereich sind erforderlichenfalls Einbringhilfen z. B. in Form von Lockerungsbohrungen vorzusehen. Im Nahbereich bzw. in Lastausstrahlungsbereichen benachbarter Gründungen sind Auflockerungen und Bodenentzug jedoch zu vermeiden.

7 Geotechnische Stellungnahme

Geotechnisch kennzeichnend für die geplanten Sielneubaumaßnahmen in der Süderstraße und den angrenzenden Straßen sind die mit anthropogen Auffüllungen überprägten organischen Weichböden der ehemaligen Elbmarsch bestehend aus Klei und Torf in Verbindung mit Grundwasserständen deutlich oberhalb der Sielsohlen. Die innerstädtische Lage der Maßnahmen unterhalb oder entlang stark frequentierter Stadtstraßen macht bei den setzungsempfindlichen Böden daher eine das Grundwasser schonende, überwiegend geschlossene/grabenlose Bauweise notwendig, die zugleich möglichst setzungsarm auszuführen ist.

Nachfolgend werden zunächst die erforderlichen Maßnahmen zu den Baugrubenausbildungen und deren Bemessung sowie zu den bauzeitlichen Trockenhaltungsmaßnahmen aufgeführt. Anschließend werden geotechnische Empfehlungen für die im Rohrvortrieb vorgesehenen Sielneubauten sowie zu den Schachtgründungen gegeben. Die Ergebnisse der orientierend durchgeführten umwelttechnischen Untersuchungen im Maßnahmenbereich werden abschließend in Abschnitt 8 dargelegt.

7.1 Empfehlungen zu den Baugruben

Die Sielneubauten sind überwiegend in neuer Trasse im grabenlosen Rohrvortrieb geplant. Es sind daher überwiegend Start- und Zielbaugruben erforderlich. Weitere Baugrubensicherungsmaßnahmen sind im Bereich von zusätzlichen Schachtbauten sowie ggf. in Teiltrückbau- und Anschlussbereichen erforderlich.

7.1.1 Hinweise zur Herstellung von Baugruben und zur bauzeitlichen Trockenhaltung

Die geplanten Sielleitungen liegen sämtlich im Grund- bzw. Stauwasser, so dass für Arbeiten in offenen Baugruben zusätzliche Maßnahmen zur Trockenhaltung in Form von genehmigungspflichtigen Grund-/Stauwasserabsenkungen oder die Herstellung eines „wasserdichten“ Verbaus erforderlich sind. Nach erster Einschätzung aus geotechnischer Sicht dürften vorwiegend grundwasserschonende, wasserdichte Baugruben die wirtschaftlichste Vorgehensweise darstellen. Entsprechende Restwasserhaltungen sind in den „wasserdichten“ Baugruben je nach erzielter Dichtigkeit durchzuführen.

Länger andauernde bauzeitliche Grundwasserabsenkungen sind aufgrund möglicher Setzungseinflüsse durch Weichschichten im Absenkbereich grundsätzlich als kritisch zu bewerten und wären im Einzelfall hinsichtlich möglicher Auswirkungen und einer Genehmigungsfähigkeit genauer zu betrachten. Die verbreitet anstehenden bindig/schluffigen Auffüllungen erschweren zudem aufgrund ihrer schlechten Entwässerbarkeit die Ausführung von bauzeitlichen Grundwasserabsenkungen.

Die Entnahme und die Einleitung von gesammeltem Baugrubenwasser in die öffentlichen Sielanlagen sind grundsätzlich genehmigungspflichtig und müssten rechtzeitig vor Beginn der Arbeiten geplant und beantragt werden.

Aufgrund möglicher Setzungsauswirkungen durch die verbreitet anstehenden setzungsempfindlichen Weichschichten empfehlen wir, Grundwasserabsenkungen zu vermeiden bzw. auf ein unbedingt notwendiges räumliches und zeitliches Maß zu begrenzen. Bei lokal dennoch vorgesehenen bauzeitlichen Eingriffen in das Grundwasser sollten zur Minimierung der Entnahmemengen Steuerungsmaßnahmen der

Pumpzeiten zur Einhaltung und Minimierung der Absenkziele über hierfür einzurichtende Beobachtungspegel durchgeführt werden. Die im Zuge der Baugrunderkundung hergestellten Grundwassermessstellen (vgl. Abschnitt 3.1) können hierzu mit verwendet werden.

Im Bedarfsfall sind auf Grundlage aktueller Grundwasserstandmessungen (bauzeitliche Bemessungswasserstände) ggf. weitere Betrachtungen zu den tatsächlich zu erwartenden Fördermengen, Setzungsrisiken etc. durchzuführen. Hierfür stehen wir bei Bedarf gern zur Verfügung.

Für die Planung und Genehmigung von bauzeitlichen Grundwasserabsenkungen und der Einleitung des geförderten Wassers in die öffentlichen Vorfluter wäre auch die chemische Zusammensetzung des Wassers zu berücksichtigen. Die Ergebnisse der chemischen Grundwasseranalysen sind dem Bericht in Anlage 7.1 beigelegt. Aufgrund der im Grundwasser lokal festgestellten LCKW-Belastung (vgl. auch Abschnitt 4.3 und Anlage 7.2), empfehlen wir eine frühzeitige Abstimmung mit der für die Genehmigung zuständigen BUKEA bezüglich einer ggf. erforderlichen Aufbereitung des Grundwassers vor der Einleitung.

Für die Baugruben der Schächte 4 und 5 (Start- und Zielbaugruben) wird die Ausbildung eines wasserdichten Baugrubenverbaus empfohlen. Hierfür würde grundsätzlich eine wassersperrende Spundwandbauweise oder eine entsprechend verformungsarme Bohrpfahlwand infrage kommen, die mit einer wasserdichten Baugrubensohle abzudichten wären. Eine alleinige Einbindung in die „wasserdichtenden“ Schichten (hier zumeist Torf) ist nicht ausreichend auftriebssicher.

Die Dichtigkeit der Baugruben sollte generell als Qualitätsmerkmal in die Ausschreibung aufgenommen werden. Nach allgemeiner Erfahrung ist hier ein Wert für die der Baugrube zutretenden Restwassermengen von weniger als $q_R = 1,5 \text{ l/sec. je } 1.000 \text{ m}^2$ benetzter Baugrubenumschließungsfläche unter dem Grundwasserspiegel „Stand der Technik“. Restwasserhaltungen innerhalb der Baugrube sind entsprechend der erzielten Dichtigkeit der Baugrubenbauteile einzuplanen und im erforderlichen Umfang zu betreiben. Auch die Restwasserhaltung und die Ableitung des insgesamt anfallenden Baugrubentagwassers sind genehmigungspflichtig.

Da es sich um ein innerstädtisches Bauvorhaben handelt, müssen die Verbauwände erschütterungsarm eingebracht werden. Spundwände wären ggf. nach entsprechenden Lockerungsbohrungen entsprechend einzupressen und Träger von Trägerbohlwänden wären in vorgebohrte Löcher einzustellen.

Die grundsätzliche Einsetzbarkeit von Hochfrequenz-Vibrationsrüttlern zur Verbaueinbringung ist im Vorweg anhand der Abstände zu umliegender Bebauung und deren jeweiliger Empfindlichkeit in Abstimmung mit einem Beweissicherer einzuschätzen und die schadlose Ausführbarkeit wäre auf der Grundlage von „Proberammungen“ in Verbindung mit Erschütterungsmessungen in den umliegenden Gebäuden zu prüfen und zu bewerten. Im Nahbereich der bestehenden Brücken ist aufgrund deren Setzungs- und Verformungsempfindlichkeit eine solche Verbaueinbringung voraussichtlich nicht möglich. Bei einem nach erfolgreichen Probevibrationen geplanten Einsatz von Rüttlern zur Einbringung der Verbauträger oder Spundbohlen empfehlen wir fachgerechte Erschütterungsmessungen mit Alarmgeberfunktion bei Grenzwertüberschreitungen zur Beweissicherung während der Ausführungsdauer durchzuführen und laufend auszuwerten, um mögliche negative Auswirkungen auf umliegende bauliche Anlagen auf der Grundlage der DIN 4150 rechtzeitig festzustellen und diesen durch geeignete Maßnahmen entgegen zu wirken. Grundsätzlich sollten bei Anwendung des Hochfrequenz-Vibrationsverfahrens ausschließlich Vibrationsrammen der neuesten Generation mit resonanzfreiem An- und Auslaufen verwendet werden.

Rammarbeiten zur Verbaueinbringung sind in jedem Fall auszuschließen.

Die Bemessungs- und Ausführungshinweise, wie z.B. die max. Einbindetiefe und Hinweise zum Einbringen und Ziehen von Verbauteilen, sind gemäß EAB sowie der gültigen ZTV-Siele zu beachten. Für das Ziehen von Verbauelementen mit Einbindung unter die Sielsohle sind besondere Maßnahmen zu beachten und die Zustimmung der HSE im Vorweg einzuholen. I. d. R. sind Verbauteile mit einer Einbindung unter die Sielsohle unter GOK abzubrennen und im Baugrund zu belassen, um den Auflager- und Bettungsbereich der Rohrleitung nicht nachträglich zu stören.

Für die Herstellung der Baugruben sind in jedem Fall entsprechend schwere Geräte erforderlich, die eine ausreichend standfeste Arbeitsebene erfordern. Die Herrichtung von ausreichend standfesten Arbeitsebenen durch den Einbau von Tragschichten, Einsatz von Baggermatratzen und evtl. im Vorweg notwendige Umlegungen von verformungsempfindlichen Leitungen/Schächten in den Arbeitsbereichen sind zu beachten.

7.1.2 Baugrubenaussteifung / Verpressanker

Je nach Baugrubentiefe und -form werden voraussichtlich bei einigen offenen Baugruben zusätzliche Maßnahmen zur Aussteifung erforderlich. Runde Baugruben aus überschrittenen Bohrpfählen können sich bei entsprechender Bemessung selbst stützen. Sollten Aussteifungsmaßnahmen erforderlich werden, können diese einerseits über innenliegende Queraussteifungen erfolgen. Die hieraus resultierenden Bewegungseinschränkungen innerhalb der Baugrube sind dann zu berücksichtigen. Alternativ kann die Baugrubenaussteifung größerer Baugruben durch die Anordnung von Verpressankern gemäß DIN EN 1537:2014-07 erfolgen. Hierzu wäre die Zustimmung betroffener Grundeigentümer einzuholen und es wären im Vorweg etwaige Ablösekosten für verbleibende Ankerbauteile zu vereinbaren. Bei einer etwaigen Ankerherstellung wären des Weiteren die Lage von Ver- und Entsorgungsleitungen zu berücksichtigen. Generell sollten die Verpresskörper möglichst in gewachsenen gut tragfähigen Böden (mind. mitteldicht gelagerte Sande) angeordnet werden. Eine Anordnung von Verpresskörpern innerhalb der inhomogenen, teils bindigen Auffüllungen ist nicht empfehlenswert. Im Bereich der Verpresskörperanordnung wären bei ungenügender Kenntnis des Baugrunds ergänzende Aufschlüsse auszuführen. Sollten Verankerungen vorgesehen werden, können wir im Bedarfsfall zur Vorbemessung Bemessungswerte des Herauszieh Widerstandes angeben. Im Bedarfsfall sollte die Ankerherstellung so ausgeschrieben werden, dass die Wahl des Ankersystems, des Herstellverfahrens und der erforderlichen Längen der Verpressstrecken im Verantwortungsbereich der ausführenden Firma liegt. Die Firma hat die äußere Tragfähigkeit der Anker nachzuweisen.

7.1.3 Baugrubenbemessung, Erddruckansätze und Verformungsbegrenzungen

Für die Bemessung von Baugruben sind generell die Vorgaben der EAB der DGGT zu beachten. Zusätzlich sind die DIN 4124:2012-01 und im Einflussbereich von Nachbarbebauung die DIN 4123:2013-04 anzuwenden. Die Bemessungswasserstände sind gemäß Abschnitt 4 zu berücksichtigen.

In Abhängigkeit von der Lage und Baugrubenausdehnung sind ggf. die Gründungsverhältnisse (Gründungsart, -tiefe und ggf. -lasten) der benachbarten Bebauung im Vorweg zu ermitteln und hinsichtlich möglicher Erddruckeinwirkungen auf den Baugrubenverbau zu prüfen.

Die rechnerischen horizontalen Verbauverformungen sollten generell auf $w \leq 1,5 \text{ cm}$ begrenzt und der Verbau sollte für einen erhöhten aktiven Erddruck $E_{a0} = (E_a + E_0) / 2$ bemessen werden, um Setzungen in den umliegenden Flächen zu begrenzen. Verformungsempfindliche Leitungen im Nahbereich, die nicht zuvor verlegt werden, können im Einzelfall geringere (strengere) Verformungsbegrenzungen erforderlich machen. Die Verträglichkeit der Verformungen/Setzungen mit im Nahbereich u. U. vorhandenen Nachbargebäuden ist ggf. gesondert nachzuweisen. Im theoretischen Erddruckkeil, in welchem erfahrungsgemäß die Bodenverformungen umlaufend auftreten können, wären Nacharbeiten an Oberflächenbefestigungen etc. bewusst in Kauf zu nehmen. Unter bewusster Inkaufnahme größerer Verformungseinflüsse auch an der umliegenden Oberfläche wären lokal auch größere zulässige Wandverformungen und/oder eine Verbaubemessung mit dem aktiven Erddruck denkbar.

Für die Zielbaugruben Schacht 13 und Schacht 14 im Grevenweg (Strecke 4/5) ist zu beachten, dass diese im Bereich der Brückenwiderlager der Zweiten Grevenbrücke liegen. Die Zielbaugrube Schacht 17 liegt am südlichen Widerlager der Zweiten Luisenbrücke. Die Gründungen der Brückenwiderlager dürfen durch die Verbauperstellung und auftretende Verformungen nicht beeinträchtigt werden.

Bei Start- bzw. Pressschächten sind zusätzlich für die jeweilige Widerlagerwand hinter den Pressrahmen die Standsicherheit und Gebrauchsfähigkeit nachzuweisen. Das System Widerlagerwand/Verbauwand und Baugrund muss die auftretenden Presskräfte verträglich (verformungsarm) aufnehmen und abtragen können. Die aus der Presskraft und der Steifigkeit der Verbau- bzw. Schachtwand resultierenden Druckordinaten, die auf den Baugrund im Widerlagerbereich einwirken, dürfen den Erdwiderstand nicht überschreiten. Maßgeblich ist hierbei die Oberkante der Widerlagerkonstruktion, da der Erdwiderstand hier am geringsten ist.

Insbesondere im Fall einer erforderlichen Wasserdichtigkeit der Startbaugrube sind die möglichen Verformungen der Widerlagerwand und des Baugrundes zu berücksichtigen. Ausgehend von der maximal zulässigen Presskraft zzgl. eines Sicherheitszuschlages für eventuelle Notsituationen sollte bei dem o. g. erdstatischen Nachweis daher in Anlehnung an die EAB eine globale Sicherheit von mindestens $\eta = 1,5$ berücksichtigt werden.

Die häufig zu erwartenden Schwellbelastungen sind bei der Dimensionierung der Widerlagerkonstruktion zu berücksichtigen.

7.1.4 Dichtblöcke / Wasserabsperungen

Grundsätzlich sind die Ein- und Ausfahrvorgänge gemäß den Vorgaben der ZTV-Siele mit zwei Sicherheits Ebenen zur Vermeidung von Wasser- und Bodeneintritt in die Schachtbauwerke zu konzipieren. Für die Ein- und Ausfahrt des Vortriebs an den Start- und Zielbaugruben mit Einbindung in das Grund-/Stauwasser kann ggf. eine gezielte kurzzeitige Grundwasserabsenkung erfolgen, sofern wasserführende Sande oder Sandlagen in den Bereichen anzutreffen sind. Innerhalb von Schluff-, Klei-/Torf- oder aufgefüllten Geschiebepodenlagen (Lehm/Mergel) ist eine Grundwasserabsenkung nicht verlässlich durchführbar. Umfangreiche Grundwasserentspannungsmaßnahmen in den Sanden unter den Klei- und Torfschichten sind aufgrund der weitreichenden Auswirkungen auszuschließen und voraussichtlich auch nicht genehmigungsfähig.

Sollten Grundwasserhaltungen im Tiefenbereich der Ein- oder Ausfahrten aus sicherheitstechnischen oder baupraktischen Gründen nicht möglich sein, oder eine Grundwasserabsenkung nicht genehmigt werden,

wären die Öffnungen der Verbauwände für Ein- und Ausfahrten des Vortriebs ggf. im Schutze entsprechender Dicht-/Sicherungsmaßnahmen zur Wasser- und Bodenabsperzung vorzunehmen. Die Dicht- oder Stützkonstruktionen dürfen generell kein unüberwindbares Hindernis für die Durchfahrt der Vortriebsmaschine darstellen.

Zur ausreichend sicheren Wasserabsperzung sind als erste Sicherungsmaßnahme in situ angepasst positionierte Lippendichtungen (doppelte Lippendichtung) einzusetzen. Zieldichtungssysteme müssen generell in der Lage sein, die Toleranzen des Rohrvortriebs ausreichend auszugleichen.

Als zweite Sicherungsmaßnahme für den Ausfahrtvorgang (aus dem Boden in den Zielschacht) kann dann lokal entweder die o. g. Grundwasserabsenkung oder aber ein gesondert herzustellender Dichtblock gewählt werden. Alternativ kann die Ausfahrt ggf. auch in einen gefluteten Zielschacht erfolgen, wenn durch einen Wasserüberdruck bzw. einem über dem maßgeblichen Grundwasserstand liegenden Wasserstand innerhalb der Baugrube Bodeneinspülungen bis zur hinreichenden Abdichtung ausreichend sicher vermieden werden können.

Für die Herstellung eines Dichtblocks oder Dichttopfes (mit Probeabsenkung zur Prüfung der Dichtheit) sind entsprechende überschnittene ausbetonierte Bohrungen oder aber Düsenstrahl-injektionen (DSV, DSI, HDI, etc.) vorzusehen. Im vorliegenden Fall sollte aufgrund des verbreitet anstehenden Torfes der Ausführung von Austauschbohrungen der Vorzug gegeben werden, da die organischen Bestandteile im Torf und den angrenzenden Schichten den Abbindevorgang von Verpressmörtel beim Düsenstrahlverfahren erheblich negativ beeinträchtigen können. Für den Fall einer Dichtblockherstellung mittels Düsenstrahlverfahren empfehlen wir eine intensive Qualitätskontrolle durch geeignete Prüfbohrungen und ein angepasstes Herstellkonzept mit möglichst großen Säulenüberschneidungen.

7.1.5 Lokale Besonderheiten bei den Baugruben

7.1.5.1 Schacht 01

Der Baugrubenverbau des Schachtes 01 ist als wasserdichte Spundwandbaugrube aus der Vorgängermaßnahme noch im Untergrund vorhanden und wird planmäßig als Zielschacht verwendet. Genaue Angaben zur Ausführung der dichtenden Sohlkonstruktion liegen uns nicht vor.

7.1.5.2 Schacht 04

Der Schacht 04 ist eine Start- und Zielbaugrube für den Kreuzungspunkt Süderstraße / Grevenweg. Nach den Erkundungsergebnissen liegen hier vergleichsweise günstige Baugrundverhältnisse vor. Für das Schachtbauwerk wird eine wasserdichte Baugrube mit überschnittener Bohrpfahlwand und Unterwasserbetonsohle empfohlen. Die Bohrpfahlwand darf hierbei kein unüberwindbares Hindernis für die Vortriebsmaßnahmen darstellen. Die Auftriebssicherheit kann je nach statischem Erfordernis über das Gewicht der Sohle, ggf. Gewölbewirkung oder eine Rückverankerung hergestellt werden. Der Lastabtrag im Auftriebsfall über Knaggen an der Bohrpfahlwand wird aufgrund der zu erwartenden Größe der Baugrube nicht empfohlen. Im Falle einer Rückverankerung mittels Mikropfählen sollte die Mantelreibung erst ab Tiefen unterhalb von 9 m unter GOK angesetzt werden, da die Drucksondierung CPT 3 hier noch Weichschichten bis knapp oberhalb dieses Tiefenbereichs ausweist. Entsprechende Erfahrungswerte für die charakteristische Mantelreibung von Mikropfählen sind in Abschnitt 7.1.6, Tab. 7-1 angegeben.

7.1.5.3 Schacht 05

Der Schacht 05 ist eine Start- und Zielbaugrube für den Kreuzungspunkt Süderstraße / Luisenweg. Nach den Erkundungsergebnissen liegen im Kreuzungsbereich mit mächtigeren Weichschichtlagen aus Torf etwas ungünstigere Baugrundverhältnisse vor als bei Schacht 04. Für das Schachtbauwerk wird eine wasserdichte Baugrube mit überschnittener Bohrpfahlwand und Unterwasserbetonsohle empfohlen. Die Bohrpfahlwand darf hierbei kein Hindernis für die Vortriebsmaßnahme darstellen. Die Auftriebssicherheit kann je nach statischem Erfordernis über das Gewicht der Sohle oder eine Rückverankerung hergestellt werden. Entsprechende Erfahrungswerte für die charakteristische Mantelreibung von Mikropfählen sind in Tab. 7-1 angegeben. Der Lastabtrag über Knaggen an der Bohrpfahlwand wird aufgrund der zu erwartenden Größe der Baugrube nicht empfohlen. Neben der Auftriebssicherheit sind auch Setzungen und ggf. andere negative Einflüsse aus dem unter der Sohle ggf. verbleibenden Torf zu beachten. Es kann daher wirtschaftlicher sein, den Torf ggf. vollständig bis auf die tragfähigeren Sande auszutauschen.

7.1.5.4 Schächte 13 und 14

Die Baugruben der Schächte 13 und 14 liegen an den Brückenwiderlagern der Zweiten Grevenbrücke. Über deren Gründungssituation liegen uns keine weiteren Angaben vor. Es ist davon auszugehen, dass die Widerlager der Brücke auf Pfählen in den Sanden unter den Weichschichten tiefgegründet sind. Ob auch schräge Rückverankerungen vorhanden sind, ist nicht bekannt. Die Baugruben und die Sielrückbau- und Sielneubaumaßnahmen dürfen die Brückengründung nicht negativ beeinflussen oder die zulässige Belastung der Brücke beeinträchtigen.

Erschütterungen, die Einfluss auf die Brückengründung oder den baulichen Zustand der Brücke nehmen können, sind zu vermeiden.

7.1.5.5 Schacht 11

Am Schacht 11 liegt die Zielbaugrube für die Vortriebe aus dem Grevenweg und dem Luisenweg. Die Erkundung zeigt hier sehr ungünstige Baugrundverhältnisse mit einer Unterkante des Torfs bei ca. 11 m unter GOK (entsprechend NHN –9,1 m).

Für die Baugrubenumschließung wird daher eine überschnittene Bohrpfahlwand mit Unterwasserbetonsohle empfohlen. Die Bohrpfahlwand darf hierbei kein unüberwindbares Hindernis für die Vortriebsmaßnahme darstellen. Die Auftriebssicherheit kann je nach statischem Erfordernis über das Gewicht der Sohle oder eine Rückverankerung hergestellt werden. Der Lastabtrag über Knaggen an der Bohrpfahlwand wird aufgrund der zu erwartenden Größe der Baugrube nicht empfohlen. Neben der Auftriebssicherheit sind auch Setzungen im ggf. unter der Sohle verbleibenden Torf zu beachten. Ein vollständiger Austausch des Torfes dürfte hier aufgrund der großen Mächtigkeit und erfahrungsgemäß hoher Entsorgungskosten nicht wirtschaftlich sein. Die Verwendung von Mikropfählen für die Auftriebsicherung und den Lastabtrag im Endzustand auch hinsichtlich der Knickgefahr in den Weichschichten zu betrachten. Im Zuge der Herstellung der Baugrubenumschließung könnten mit dem Bohrgerät im Inneren der Baugrube zusätzliche Pfähle (mit Oberkante auf Höhe der Baugrubensohle) hergestellt werden, die für die Auftriebssicherheit und den Lastabtrag im Endzustand herangezogen werden können. Entsprechende Erfahrungswerte für die Mantelreibung und den Spitzendruck für die verschiedenen Pfahlarten sind in Abschnitt 7.1.6, Tab. 7-1 zusammengestellt.

7.1.5.6 Schacht 17

Die Baugrube des Schachts 17 liegt am südlichen Brückenwiderlager der Zweiten Luisenbrücke. Über die Gründungssituation der Brücke liegen uns keine weiteren Angaben vor. Es ist davon auszugehen, dass das betroffene Brückenwiderlager auf Pfählen tiefgegründet ist. Ob auch schräge Rückverankerungen vorhanden sind, ist nicht bekannt. Die Baugrube und die Sielrückbau- und Sielneubaumaßnahmen dürfen die Brückengründung nicht negativ beeinflussen oder die zulässige Belastung der Brücke beeinträchtigen.

Erschütterungen, die Einfluss auf die Brückengründung oder den baulichen Zustand der Brücke nehmen können, sind zu vermeiden.

7.1.6 Pfahltragfähigkeiten

In den die Weichschichten unterlagernden Sanden wurde mit den ausgeführten Drucksondierungen ein Spitzenwiderstand von mindestens 10 MPa (bis lokal etwa 25 MPa) ermittelt. Für eine Vorbemessung von Pfählen können in diesen Sanden in Anlehnung an die EA-Pfähle die in Tab. 7-1 angegebenen charakteristischen Tragfähigkeiten im Bruchzustand angesetzt werden.

Gemäß DIN 1054 sind für die Festlegung der tatsächlich ansetzbaren Tragfähigkeit von Mikropfählen gemäß DIN EN 14199 Probelastungen auf der Baustelle durchzuführen. Hierzu sind im Vorweg Probepfähle herzustellen und nach einer ausreichenden Standzeit mittels Probelastungen zu prüfen (Vorversuchspfähle). Für die Probelastungen gelten die entsprechenden Regelungen und Vorgaben der DIN EN 14199, DIN SPEC 18539 sowie der Empfehlungen der EA-Pfähle, insbesondere des Abschnitts 9.4. Hierbei sind die Reibungswiderstände in Bereichen, welche im späteren Gebrauchszustand nicht mittragend wirken (oberhalb der UW-Betonsohle), durch geeignete Maßnahmen weitestgehend auszuschalten.

Die tatsächlichen Pfahlabmessungen, -einbindelängen und -tragfähigkeiten sind von der ausführenden Firma eigenverantwortlich festzulegen und gemäß vorgenannter Probelastungen an Vorversuchspfählen oder im Ausnahmefall an Bauwerkspfählen (Abnahmeversuchspfählen) mittels nachträglicher Probelastung (Abnahmeprüfung) nachzuweisen. Wir empfehlen vorab ein Probelastungskonzept mit dem Sachverständigen für Geotechnik und dem bestellten Prüflingenieur für Bautechnik abzustimmen.

Die Gruppenwirkung bei kleinen Pfahlabständen (Zugpfahlgruppen) ist zu beachten und der Nachweis des angehängten Bodenkörpers ist unter Beachtung der Hinweise der EA-Pfähle zusätzlich zum Einzelpfahlnachweis zu führen.

Tab. 7-1: Mantelreibung und Spitzendruck für Pfähle in Sanden mit $q_c \geq 10$ MPa

Pfahltyp	Pfahlmantelreibung $q_{s,k}$	Pfahlspeitzendruck $q_{b,k}$ abhängig von der Setzung		
		$s/D_s = 0,02$	$s/D_s=0,03$	$s/D_s=0,10$
Bohrpfahl	80 kN/m ²	800 kN/m ²	1.050 kN/m ²	2.300 kN/m ²
Verpresster Mikropfahl ¹⁾	150 kN/m ²	-	-	-

1) gültig bis zu einer Verpresskörperlänge von 12 m

7.1.7 Hinweise zu Bohrpfahlwänden

Die Bohrpfahlherstellung hat unter besonderer Beachtung der DIN EN 1536:2015 und der ergänzenden Festlegungen der Ausführungsnorm DIN SPEC 18140:2012-02 zu erfolgen.

Gemäß DIN 4124:2012-01 gelten fachgerecht hergestellte Ortbetonwände wegen ihrer großen Biegesteifigkeit bei wenig nachgiebiger Stützung oder Verankerung als verformungsarme Baugrubensicherung. Bei der Herstellung von Bohrpfahlwänden ist jedoch eine intensive Bauüberwachung durchzuführen. Zur Vermeidung von negativen Auswirkungen auf umliegende bauliche Anlagen ist, mit Blick auf den anstehenden Baugrund, ein verrohrtes weitgehend erschütterungsarmes Verfahren zu wählen. Des Weiteren ist auf folgende Punkte zu achten:

- angepasstes Voreilmaß des Bohrrohres (mind. $D/2$ ggf. größer),
- ausreichender Wasserüberdruck im Bohrrohr von mind. 1 m,
- Minimierung des Überstandes der Bohrkrone über den Durchmesser des Bohrrohres hinaus,
- korrekte Wahl des Bohreimers und Kontrolle der Entlastungsöffnung im Bohrwerkzeug (für ausreichende Nachströmung des Wassers zur Vermeidung von zu hohen Unterdrücken unter dem Bohrwerkzeug beim Ziehvorgang),
- geringe bzw. angepasste Ziehgeschwindigkeit des Bohrwerkzeuges zur weitergehenden Vermeidung einer Kolbenwirkung,
- Frischbetoneigenschaften,
- ausreichender Betondruck (mind. 1 m Spiegeldifferenz).

Die Überschnittmaße sind anhand der möglichen Bohrabweichungen festzulegen, um eine hohe Qualität hinsichtlich der Wasserdichtigkeit zu erzielen. Gemäß EAB sind die hergestellten Pfahlwände beim Freilegen sorgfältig auf Fehlstellen zu untersuchen.

Generell ist das erste Lenzen der Baugruben nach Herstellung der Wasserdichtigkeit langsam durchzuführen und sorgfältig auch anhand der geförderten/nachlaufenden Wassermengen zu beobachten, um mögliche Undichtigkeiten in der Dichtkonstruktion frühzeitig zu erkennen. Andernfalls drohen Bodeneinspülungen und außerhalb der Baugrube Bodenentzug und Sackungen. Etwaige Undichtigkeiten wären sorgfältig zu orten und nachträgliche Abdichtungen wären dann bei wieder ausgeglichenen Wasserständen (ohne erhöhte Grundwasserströmungen) durch entsprechende Injektionen herzustellen.

7.2 Empfehlungen für die Sielbaumaßnahmen in geschlossener Rohrvortriebsbauweise

7.2.1 Allgemeine Hinweise zum Rohrvortrieb

Das Grundwasser steht in den wasserführenden Sanden unter den Weichschichten gespannt an. Die Vortriebsquerschnitte liegen unterhalb der anstehenden Druckhöhe des Grundwassers.

Aufgrund der hohen Verkehrsbelastung der Süderstraße und des Grevenwegs soll der Sielneubau überwiegend in grabenloser Rohrvortriebsbauweise hergestellt werden. Die Überdeckung der Sielleitungen beträgt in allen Bereichen $> 2 D_a$. Die aufzufahrenden teils großen Sielquerschnitte liegen überwiegend mit

der Unterkante bzw. dem unteren Drittel im Torf. Dieser stellt aufgrund seiner nur mäßigen Konsolidation ein relativ „weiches“ Auflager dar.

Der obere Teil der aufzufahrenden Sielquerschnitte liegt zu großen Teilen in den heterogenen Auffüllungen. Unter der Rohrsohle stehen meist mehrere Meter Torf an. Der Torf ist nur mäßig vorbelastet und stark setzungs- bzw. verformungsempfindlich. Die Steuerbarkeit in diesem heterogenen Übergangsbereich mit weichem Auflager ist für größere Vortriebsquerschnitte als sehr schlecht zu bewerten. Ohne zusätzliche Maßnahmen während des Vortriebs sind aufgrund des Maschinengewichtes und lokal ggf. auch Verflüssigungen von Kleilagenaufsetzungen bis hin zu Versackungen des Vortriebs nicht auszuschließen. Das gilt insbesondere auch bei Stillstandszeiten, die auch unplanmäßig (z. B. bei der Bergung von Hindernissen) auftreten können.

Darüber hinaus wäre auf dem anstehenden Torf auch für die Nutzungsdauer des Siels mit weiteren Langzeitsetzungen (insbesondere aus Kriechen und Zersetzungsprozessen) zu rechnen. Da es sich um einen jungen (holozänen) Torf mit entsprechend hohen Wassergehalten handelt, sind die zu erwartenden Setzungen als relevant einzustufen. Eine präzise Abschätzung ist praktisch nicht möglich, da es sich in erster Linie um biochemische Zersetzungsprozesse handelt und die organischen Anteile variieren. Aus bisheriger Erfahrung kann die weitere Setzung des Torfes im Laufe von 100 Jahren Nutzungsdauer grob mit ungefähr 2 % bis 3 % der verbleibenden Schichtdicke des Torfes abgeschätzt werden, wobei diese Setzungen muldenförmig vergleichmäßig zu erwarten wären. Setzungen können grundsätzlich durch konstruktive Maßnahmen wie stärkere Gefälle ausgeglichen werden. Der Rohrstrang müsste zudem entsprechend flexibel und verformungswillig ausgebildet werden und sich mittel- oder langfristig einstellende Unterbögen wären für den Betrieb in Kauf zu nehmen. Im Übergang zu praktisch setzungsfrei in den die Weichschichten unterlagernden Sanden gegründeten Schachtbauwerken wären die auftretenden Setzungsdifferenzen ebenfalls konstruktiv zu berücksichtigen.

Aufgrund der erhöhten Risiken von Setzungen/Versackungen während des Vortriebs empfehlen wir bei größeren Sielquerschnitten als DN 400 / (DN 800), die anstehenden organischen Weichböden durch eine Verfestigung zu verbessern, um die Steuerbarkeit und das Setzungsverhalten zu verbessern (vgl. Abschnitte 7.2.1.1 und 7.2.3).

7.2.1.1 Hinweise zur Vortriebstechnik, zur Maschine und den Abbauwerkzeugen

Bei den wechselhaften Bodenschichtungen und den vorliegenden Wasserdruckverhältnissen ist für den Rohrvortrieb eine Vollschnittmaschine mit vollflächigem Bodenabbau und flüssigkeitsgestützter Ortsbrust grundsätzlich gut geeignet. Es handelt sich um einen sog. Hydroschild mit entkoppelter Stützdruckregelung und Abraumförderung. Durch die Entkopplung der Stützdruckregelung können plötzliche Suspensionsverluste zügig ausgeglichen werden, so dass die anstehenden Bodenschichten erfahrungsgemäß setzungsarm und sicher durchfahren werden können.

Für die kleineren Sielquerschnitte DN 400 und ggf. auch noch DN 800 dürfte zum lagesicheren Auffahren der Sielleitungen auch der sog. Pilotrohrvortrieb ausführbar sein. Aufgrund der hierbei zunächst vorlaufend aufzufahrenden gesteuerten Pilotbohrung kleineren Durchmessers dürfte ein deutliches geringeres Risiko von Lageabweichungen bestehen. Hierbei wären entsprechend kurze Haltungslängen vorzusehen und die anstehenden Grund- und Stauwasserverhältnisse sind im Besonderen zu beachten. Entsprechend wären geeignete Schneckenschleusen, Druckluftbeaufschlagungen, o. ä. einzusetzen. Bei Stillständen wären darüber hinaus Abriegelungen vorzunehmen. Ohne eine Bodenverfestigung bis in die unterlagernden

Sande wären je nach Torfmächtigkeit langfristige Setzungen aus weiteren Zersetzungen der organischen Bestandteile bewusst in Kauf zu nehmen.

Aufgrund der nicht auszuschließenden Hindernisse (größerer Bauschutt oder Steine/Blöcke im aufgefüllten Geschiebemergel, Baumreste im Torf) wäre die Schildmaschine mit einem Steinbrecher auszurüsten. Dieser muss in der Lage sein, auftretende Steine mit der zu erwartenden möglichen Bandbreite von Gesteinsfestigkeiten sicher auf die erforderliche Größe des Fördersystems zu zerkleinern. Um notwendige Bergungen von nicht mehr räum- bzw. abbaubaren übergroßen Steinen unter Zuhilfenahme von Bergebaugruben zu minimieren, ist eine möglichst große, durch die vorzusehende Steinbrechereinrichtung räumbare Steingröße anzustreben und es wären zudem auch entsprechend große Schildöffnungen vorzusehen. Baumreste stellen zumeist ein nicht zu überwindendes Hindernis dar. Diese müssen voraussichtlich gesondert geräumt werden.

Für die Wahl der Abbausrüstung und den Abbaubetrieb durch den AN ist zu berücksichtigen, dass die anstehenden bindigen Böden aufgrund ihrer Tonanteile, Konsistenz und Plastizität z. T. ein mittleres bis hohes Verklebungspotenzial (s. Abschnitt 5.8) aufweisen.

In diesem Zusammenhang empfehlen wir grundsätzlich auch, gesondert zu vergütende Hindernisse bzw. nicht mehr aus dem Vortrieb heraus abbau- oder räumbare Steinhindernisse zu definieren und vertraglich zu regeln. Für nicht auszuschließende Steinhindernisse oder Baumreste, die nicht mehr durch die Vortriebsmaschine abbau- oder räumbare sind, empfehlen wir die Vorhaltung von entsprechendem Gerät für die rasche Herstellung von Bergegruben. Bei der Ausführung von Bergebaugruben sollten generell gleichzeitig auch Inspektionen auf primären und sekundären Verschleiß an den Bohrwerkzeugen und Maschinenteilen sowie ggf. notwendige Reparaturarbeiten bzw. ein Wechsel von verschlissenen Abbaup Werkzeugen durchgeführt werden.

Die Bohrkopfausbildung und die Werkzeugbestückung, notwendige Kontrollen und Werkzeugwechsel sind ggf. haltungsweise unterschiedlich eigenverantwortlich vom ausführenden Unternehmen festzulegen. Das Werkzeugmanagement und die regelmäßige Kontrolle des Werkzeugverschleißes sowie notwendiger Werkzeugwechsel sind ebenfalls eigenverantwortlich durch das ausführende Unternehmen durchzuführen.

Hinweise und Bewertungen zur mineralogischen Zusammensetzung der Böden, Abrasivität einschl. Gesteinsfestigkeiten, zum Verschleiß- und zum Verklebungspotential sowie zu vorzusehenden Gegenmaßnahmen sind den Abschnitten 5.6 bis 5.8 zu entnehmen. Diese Umstände sind bei der Festlegung der Abbausrüstung und dem Abbaubetrieb sowie Werkzeugmanagement zu berücksichtigen.

Zur Vermeidung von unplanmäßigem Mehraushub von Bodenmaterial, wie z. B. „einspülende“ wasser-gesättigte Sande, sollte ein Verfahren zur Massen- und Volumenkontrolle des geförderten Bodens (Durchflussmengenmessung) eingesetzt werden, das frühzeitig etwaigen Mehraushub erkennen lässt und kurze Reaktionszeiten ermöglicht.

Zur Minimierung der auftretenden Bodenverformungen und Spannungsumlagerungen im Zuge des Vortriebs ist der erforderliche Ringspalt durch den Überschnitt generell auf das unbedingt notwendige Maß zu reduzieren und mittels geeigneter Bentonitsuspension über den gesamten Rohrstrang zu stützen und in erforderlichem Umfang zu schmieren und laufend automatisch nachzuverpressen.

Die Verträglichkeit des eingesetzten Bentonits und dessen rheologischer Eigenschaften mit der anstehenden Grundwasserbeschaffenheit ist ggf. gesondert anhand von chemischen Untersuchungen durch das ausführende Unternehmen rechtzeitig im Vorweg zu prüfen. Ggf. ist die Rezeptur des Bentonits bzw. die Zugabe von Additiven auf die Grundwasserbeschaffenheit abzustimmen.

Zur Verringerung nachlaufender Langzeitsetzungen sollte der Ringspalt nach Abschluss der Vortriebsmaßnahme mit einer aushärtenden Zementsuspension volumen- und druckkontrolliert verpresst werden.

Die weiteren Hinweise zu Ausführung, konstruktiven Anforderungen und zur Erfassung, Protokollierung und Dokumentation von Vortriebsparametern nach Arbeitsblatt DWA-A 125 sind zu beachten. [32]

7.2.1.2 Hindernisse / Bergebaugruben

Hindernisse können in Form von großem Bauschutt oder Fundamentresten in der Auffüllung auftreten. Darüber hinaus können im aufgefüllten Geschiebemergel aufgrund seiner Entstehung Steine und Blöcke enthalten sein. Im Torf können Bäume und Baumreste als Hindernisse auftreten.

Nicht räumbare Steine und Blöcke oder aber Ansammlungen von Steinen stellen Hindernisse für den Rohrvortrieb dar. Hindernisse, die nicht abgebaut oder verdrängt werden können, müssen durch geeignete Maßnahmen von der Geländeoberfläche aus über Bergebaugruben geräumt werden. Grundsätzlich sind für Hindernisbergungen geeignete verformungsarme Baugrubenverbauten oder ggf. Großlochbohrungen / Absenkschächte vorzusehen. Hierbei ist zu beachten, dass im überwiegenden Maßnahmenbereich für eine Hindernisräumung im Trockenen genehmigungspflichtige temporäre Grundwasserabsenkungen erforderlich werden. Die Hindernisse sind nach Erreichen ggf. also unter Wasser unter Zuhilfenahme von Taucherarbeiten zu bergen oder aber in unschädliche Tiefe „abzusenken“. Wenn die Hindernisbeseitigung nicht unter Wasser ggf. mit Hilfe eines Tauchereinsatzes durchgeführt werden soll, sind zusätzlich geeignete Grundwasserhaltungsmaßnahmen vorzusehen.

Die Wiederverfüllung einer Bergebaugrube muss vollständig, u. U. unter Wasser, ausreichend tragfähig mit möglichst weitgestuften schluffarmen Füllsanden (Schluff- / Tonanteil < 3%) mit Verdichtung auf mind. mitteldichte Lagerung oder aber mit geeignetem Flüssigboden zur Vermeidung von Verdichtungsarbeiten erfolgen. Die Maßgaben der Rohrstatik sind einzuhalten.

7.2.1.3 Setzungseinflüsse aus dem Rohrvortrieb

In Abhängigkeit des zur Ausführung kommenden Vortriebsverfahrens treten um den aufzufahrenden Querschnitt herum mehr oder weniger große Störungen des Baugrunds und einhergehende Spannungsumlagerungen im Deckgebirge auf. Auch ein unvermeidbarer Bodenverlust (Mehraushub) führt zu Störungen des Gebirges und geringfügigen Auflockerungen, die sich im ungünstigsten Fall bei nicht fachgerechter Bauweise oder Havarien auch als Senkungen bis an die Geländeoberfläche auswirken können.

Grundsätzlich ist das Überschnittmaß auf das unbedingt notwendige Maß zu begrenzen, um Setzungseinflüsse zu minimieren.

Der Ringraum ist nach dem Vortrieb mit einer aushärtenden Suspension zu verpressen.

Die zu erwartenden Setzungen an der Geländeoberfläche dürften im Bereich der größeren Rohrquerschnitte (ab DN 1000) - nach empirischen Berechnungsformeln abgeschätzt - bei den hier teils

vorliegenden geringen Überdeckungsmaßen um $\ddot{U} = 2,0 D_a$ auch bei fachgerechtem Rohrvortrieb in etwa 1 cm bis 2 cm (maximales Stichmaß der Setzungsmulde) betragen.

Die Verträglichkeit auftretender Setzungen ist für die baulichen Anlagen im Einflussbereich der Setzungsmulde oberhalb des Siels vorab zu prüfen. Im Einzelfall sind genauere Setzungsbetrachtungen nach Festlegung von Überschnittmaß etc. durchzuführen. Die Setzungsmulde über dem Rohrvortrieb mit nach außen hin auf „Null“ auslaufenden Setzungen hat eine ungefähre Breite von $b = D_a + 2 \times \text{Tiefe bis Sielmitte}$. Die geometrische Begrenzung der muldenförmigen Baugrundverformungen verläuft etwa unter 45° beidseitig des Siels ausgehend von den Ulmen bis zur Geländeoberfläche.

7.2.2 Lokale Besonderheiten der Vortriebe

In der Strecke 1 kreuzt der Vortrieb das Altsiel in einem sehr spitzen Winkel. Im Kreuzungsbereich des Vortriebs mit dem Altsiel sollte entweder zusätzlich zur Verdämmung des Altsiels eine Bodenverfestigung z.B. im Düsenstrahlverfahren als Knagge vorgesehen werden, um ein Abgleiten des Vortriebes am Altsiel zu vermeiden, oder das Altsiel ist im Kreuzungsbereich vorlaufend zurückzubauen.

7.2.3 Empfehlungen zur Bodenverfestigung

Die Verfestigung des Bodens zur Gewährleistung der Steuerbarkeit und eines dauerhaft lagestabilen Rohraufagers kann durch verschiedene Verfahren erfolgen, z. B. durch das Düsenstrahlverfahren (DSV) oder durch tiefreichende Bodenstabilisierung (Deep Soil Mixing, DSM) erfolgen. Die Verfestigung sollte dabei bis in die unterlagernden Sande hinein erfolgen, da sich die Bodenwichte erhöht und dies zu Setzungen in den verbleibenden Weichschichten führen würde.

Das Düsenstrahlverfahren ist unter verschiedenen spezifischen Firmennamen bekannt, u.a. HDI, Soilcrete und HDV. In den hier anstehenden organischen Weichböden wird der Boden nahezu vollständig ausgetauscht. Bei der Ausführung in organischen Böden entwickeln sich deutlich geringere Festigkeiten als in Sanden. Für die Eindämmung der Setzungen und die Erhöhung der Steuerbarkeit ist jedoch auch schon eine geringe Festigkeitsentwicklung vergleichbar mit einer Festigkeit annähernd mitteldicht gelagerter Sande (Steifemodul $E_s \geq 40 \text{ MN/mm}^2$) ausreichend. Für den Vortriebsfortschritt ist eine zu hohe Festigkeitsentwicklung auch nicht gewünscht. Die Herstellung der Düsenstrahlkörper kann gezielt in den Weichschichten erfolgen, ohne die überlagernden Schichten mit bearbeiten zu müssen. Es empfiehlt sich, vorab Probesäulen auszuführen, um die Durchmesser und erzielten Festigkeiten im hier anstehenden Boden und die dafür einzuhaltenden Herstellparameter zuverlässig zu bestimmen.

Die tiefreichende Bodenstabilisierung kann alternativ auch durch säulenartige Tragglieder erfolgen. Beim Deep Soil Mixing (DSM) wird der anstehende teils stark organische Boden (Torf und Klei) meist mechanisch mit Bindemittel durchmischt. Als Bindemittel werden zumeist Zement und Kalk eingesetzt, aber auch Flugasche, Gips u. a. [33] Das Bindemittel kann nass (als Suspension) oder trocken eingemischt werden. Insbesondere im letzteren Fall reagiert das Bindemittel mit dem im Baugrund anstehenden Wasser, so dass sich die Steifigkeit und Scherfestigkeit erhöhen und die Durchlässigkeit reduziert wird. Die Anwendung der Verfahren wird in der DIN EN 14679 behandelt. Im Gegensatz zum Düsenstrahlverfahren können überlagernde Schichten hier meist nicht „ausgespart“ werden, so dass das bearbeitete Volumen größer ausfällt. Auf der anderen Seite verbleibt die Weichschicht im Untergrund und z. B. beim trockenen Mix-Verfahren entsteht wenig Überschuss. Insbesondere in den organischen Weichschichten sollten, wenn keine vergleichbaren Erfahrungswerte vorliegen, vorab Versuche zur Festigkeitsentwicklung durchgeführt

werden, um die Art und Menge des Bindemittels auf den Boden und die zu erzielende Festigkeit abzustimmen.

DSM wirkt in erster Linie über das behandelte Volumen, nicht über hohe Tragfähigkeiten der hergestellten Säulen. Dies ist im Sinne der Steuerbarkeit günstig. Neben den Vorversuchen sind auch baubegleitende Qualitätskontrollen durchzuführen, u. a. durch Probenahme am frischen Material mit nachfolgender Druckfestigkeitsprüfung, siehe auch TP BF-StB Teil B 11.3. [19]

Die Empfehlung der Verfestigung ist hier als konstruktive Maßnahme zu verstehen. Sofern die Verfestigung statisch angesetzt und nachgewiesen werden soll, ist die DIN 4093 zu beachten.

Die in Abschnitt 7.2.1.2 benannten Hindernisse können je nach gewähltem Verfahren auch bei der Verfestigung zu Erschwernissen führen.

Bei der Anwendung von Zement als Bindemittel ist zu beachten, dass es in den anstehenden Böden/Grundwasser bei verbreitet vorkommendem Ammonium aufgrund von einhergehenden pH-Wertänderungen zur Entstehung und der Ausgasung von Ammoniak kommen kann. Entsprechende arbeitssicherheitstechnische Maßnahmen sind im Zuge der Bauausführung dann zu beachten.

Grundsätzlich muss die verwendete Methode bzw. das zur Anwendung gelangende Bindemittel wasserwirtschaftlich unbedenklich sein. Eine wasserrechtliche Erlaubnis ist für das Verfahren rechtzeitig im Vorweg einzuholen.

Sofern die Bodenverfestigung im Wesentlichen auf den Tiefenbereich der organischen Weichschichten beschränkt bleibt und nicht durch den Auffüllungshorizont oder weit bis in die unterlagernden Sande geführt wird, sollten die Verfestigungskörper geohydraulisch unbedenklich sein und keine maßgeblichen Auswirkungen auf die Grundwasserverhältnisse im Nahbereich ausüben.

7.3 Beweissicherungsmaßnahmen

Zur gerechten Regelung von ggf. geforderten Schadensersatzansprüchen Dritter empfehlen wir, an Gebäuden, an vorhandenen Leitungen und der Straßenoberfläche im jeweils betroffenen Einflussbereich der Sielbaumaßnahmen und erforderlicher Baugruben sowie im Vorweg von Wasserhaltungs- und Aushubmaßnahmen eine Beweissicherung durchzuführen.

Die Beweissicherungsmaßnahmen sollten sich auf relevante bauliche Anlagen / Gebäude erstrecken, die sich in einem Abstand von bis zu etwa 15 m von den Arbeitsbereichen / Baugruben befinden. Bei Grundwasserabsenkungen wären Bauwerke im jeweils zu ermittelnden Setzungseinflussbereich zu erfassen. Zur Erfassung ggf. schädlicher Erschütterungseinflüsse bei Vibrations-/Rüttelarbeiten wären mindestens die direkte umliegende Bebauung und darüber hinaus auch entfernter liegende empfindliche Bauwerke wie insbesondere auch denkmalgeschützte bauliche Anlagen zu erfassen.

Der im Detail erforderliche Umfang der Beweissicherungen ist vom jeweils zu betrachtenden Bauverfahren abhängig und bauwerksspezifisch unter Beachtung ggf. vorliegender Vorschädigungen mit einem fachkundigen Beweissicherer abzustimmen.

8 Prüfung der Entsorgungsrelevanz

Zur orientierenden Untersuchung auf entsorgungsrelevante Bodenverunreinigungen wurden für den Untersuchungsbereich, unter Berücksichtigung der Baugrundsichtung und Bauaufgabe, ausgewählte Bodenmischproben in unserem Labor zusammengestellt und der GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Pinneberg zur chemischen Analytik übergeben.

Die Bodenproben wurden der Ausschreibung der Untersuchungen aus dem Jahr 2021 entsprechend im Hinblick auf eine Entsorgung des Bodenaushubs zunächst orientierend auf den Parameterumfang gemäß TR LAGA M 20 (Boden) sowie den erweiterten Parameterumfang nach DepV analysiert.

Die geläufigen Einbauklassen der TR LAGA M 20 (Zuordnungswerte Z0, Z1 und Z2) wurden mit Einführung der Mantelverordnung ab 01.08.2023 durch die Materialklassen der in der Ersatzbaustoffverordnung (EBV) bezeichneten mineralischen Ersatzbaustoffe (z. B. BM-0, BM-F1, RC-1 etc.) ersetzt. Da in dieser neuen Verordnung sowohl der Parameterumfang als auch das Elutionsverfahren für die Untersuchung der Eluatparameter von der bisherigen Verfahrensweise abweichen, ist eine Übertragbarkeit vorhandener Deklarationen gemäß TR LAGA auf die neuen Materialklassen der EBV nur bedingt für Feststoffparameter möglich.

Es gibt jedoch auch nach dem 01.08.2023 noch Entsorgungsbetriebe, deren Anlagen auf Basis der LAGA-Bestimmungen genehmigt wurden. Diese dürfen weiter betrieben werden und benötigen weiterhin LAGA-Analysen zur Deklaration der über sie zu entsorgenden Bodenmaterialien.

Da potenzielle Entsorger und deren Zulassungsbescheide/-kriterien vor einer Ausschreibung nicht bekannt sind, kann eine zusätzliche Bodenbeprobung und -analytik sinnvoll sein, um auch die Materialklassen gemäß EBV genauer im Vorweg zu bestimmen.

Im vorliegenden Fall liegen jedoch bei den Baugrubenaushubmaßnahmen teilweise und beim Vortrieb durchgehend erschwerte Separationsmöglichkeiten für die einzelnen Bodenarten und insbesondere des Torfes vor. Statt einer ergänzenden vorlaufenden Untersuchung wäre es hier deshalb ggf. auch sinnvoll, eine Beprobung von Aushubmaterial erst aus entsprechenden Haufwerken nach Zwischenlagerung durchzuführen. Aufgrund der vorher nicht vollständigen Deklaration / Einstufung nach LAGA bzw. EBV könnten entsprechende Leistungspositionen für LAGA / DepV und Materialklassen nach EBV für Ausbaustoffe im Leistungsverzeichnis berücksichtigt und die jeweiligen Entsorgungskosten abgefragt werden. Für Bodenmaterial wären dies LV-Pos. nach LAGA / DepV, wie bisher und zusätzlich 8 LV-Pos. für die Materialklassen nach EBV, Anlage 1, Tab. 3.

Zum Zeitpunkt der Beprobung und Untersuchung stehen die dann anzuwendenden Analyse- und Deklarationsverfahren sowie die möglichen Entsorgungswege voraussichtlich fest.

Für die Durchführung und/oder eine Begleitung der im Zuge der Bauausführung durchzuführenden Probenahmen stehen wir im Bedarfsfall gern zur Verfügung.

8.1 Probenauswahl

Die folgenden Einzelproben wurden zur Analyse ausgewählt:

Tab. 8-1: Ausgewählte Einzelproben und Untersuchungsumfang

Probe	Probenmaterial (Bereich)	Tiefenbereich (maximal) m u. GOK	Einzelproben (Bohrung / Probennummer)	Untersuchungs- umfang
EP 1	Auffüllung (bindig)	3,3 - 4,8	KRB 1 (5)	LAGA TR Boden und Erweiterung nach DepV
EP 2	Auffüllung (bindig)	2,0 - 3,0	B 1 (4)	
EP 3	Torf	3,0 - 4,0	B 1 (5)	
EP 4	Auffüllung (bindig)	3,6 - 4,9	B 2 (9)	
EP 5	Torf	4,9 - 6,5	B 2 (10)	

Die folgenden Mischproben wurden zur Analyse ausgewählt und zusammengestellt:

Tab. 8-2: Mischprobenzusammenstellung und Untersuchungsumfang

Probe	Probenmaterial (Bereich)	Tiefenbereich (maximal) m u. GOK	Einzelproben (Bohrung / Probennummer)	Untersuchungs- umfang
MP 1	Auffüllung (sandig)	0,4 - 3,3	KRB 1 (1/2/3/4)	LAGA TR Boden und Erweiterung nach DepV
MP 2	Torf, gewachsen	4,8 - 8,3	KRB 1 (6/7), KRB 2 (7/8)	
MP 3	Auffüllung (sandig)	0,0 - 2,0	B 1 (1/2/3)	
MP 4	Sande, gewachsen	4,0 - 6,0	B 1 (6/7)	
MP 5	Auffüllung (sandig)	0,0 - 1,5	KRB 7 (1/2) KRB 8 (1)	
MP 6	Auffüllung (Geschiebelehm)	0,9 - 4,1	KRB 8 (2/3)	
MP 7	Klei, gewachsen	2,5 - 5,8	KRB 7 (4/5) KRB 8 (4) KRB 6 (4/5)	
MP 8	Auffüllung (sandig)	1,0 - 3,6	B 2 (5/6/7/8)	
MP 9	Auffüllung (sandig)	0,0 - 3,5	KRB 19 (1/2/3/4/5) KRB 20 (2/3)	
MP 10	Auffüllung (gemischt)	1,5 - 3,5	KRB 22 (3/4)	
MP 11	Auffüllung (sandig)	0,2 - 3,5	KRB 26 (1/2/3)	

Probe	Probenmaterial (Bereich)	Tiefenbereich (maximal) m u. GOK	Einzelproben (Bohrung / Probennummer)	Untersuchungs- umfang
MP 12	Auffüllung (bindig)	1,9 - 4,9	KRB 2 (5/6) KRB 3 (5) KRB 4a (6) KRB 5b (5)	LAGA TR Boden und Erweiterung nach DepV
MP 14	Klei, gewachsen	2,6 - 6,2	KRB 8 (4) KRB 9 (4) KRB 10 (5) KRB 11 (4/5) KRB 13 (5/6)	
MP 15	Klei, gewachsen	3,5 - 5,8	KRB 21 (4) KRB 22 (5) KRB 20 (5)	
MP 16	Torf, gewachsen	2,9 - 7,6	KRB 23 (6) KRB 24 (5) KRB 16 (6/7)	
MP 17	Auffüllung (sandig)	1,8 - 4,2	KRB 16 (4) KRB 17 (5)	

8.2 Auswertung der chemischen Bodenanalysen

Die Ergebnisse der orientierenden Schadstoffuntersuchungen sind in der nachfolgenden Tab. 8-3 zusammengestellt. Im Einzelnen können die Ergebnisse der chemischen Analysen der Anlage 8.1 entnommen werden.

Tab. 8-3: Zuordnung/Klassifizierung der Einzel- und Mischproben nach LAGA TR Boden [12]

Bodenprobe	LAGA TR Boden		DepV	
	Bestimmender Parameter	Zuordnung	Bestimmender Parameter	Zuordnung
EP 1 (A-b)*	TOC	> Z 2	-	DK 0 ²
EP 2 (A-b)	Arsen	Z 1.2	-	DK 0
EP 3 (H)	TOC	> Z 2	Sulfat / Gelöste Feststoffe	DK I ²
EP 4 (A-b)	TOC	> Z 2	-	DK 0 ²
EP 5 (H)	TOC	> Z 2	Sulfat / Gelöste Feststoffe	DK I ²

² Die Parameter TOC und/oder Glühverlust überschreiten den Zuordnungswert. Da der Zuordnungswert für den DOC eingehalten wird, sind mit Zustimmung der zuständigen Behörde Überschreitungen der Parameter TOC und Glühverlust zulässig.

Bodenprobe	LAGA TR Boden		DepV	
	Bestimmender Parameter	Zuordnung	Bestimmender Parameter	Zuordnung
MP 1 (A-s)	Blei, Kupfer, Zink	Z 1	-	DK 0
MP 2 (H)	TOC, Sulfat	> Z 2	Sulfat / Gelöste Feststoffe	DK I ³
MP 3 (A-s)	TOC, Kupfer	Z 1	-	DK 0 ³
MP 4 (S)	-	Z 0	-	DK 0
MP 5 (A-s)	Summe PAK (EPA), Benzo(a)pyren, Blei, Kupfer, TOC	Z 2	-	DK 0 ³
MP 6 (A-Lg)	Sulfat	Z 1.2	-	DK 0
MP 7 (KI)	TOC, Sulfat	Z 2	Sulfat	DK I ³
MP 8 (A-s)	Blei	Z 2	-	DK 0 ³
MP 9 (A-s)	Summe PAK (EPA), TOC	Z 2	-	DK 0 ³
MP 10 (A-g)	Summe PAK (EPA)	Z 2 (Z 1)	-	DK 0
MP 11 (A-s)	Summe PAK (EPA)	Z 2	-	DK 0 ³
MP 12 (A-b)	Leitfähigkeit, Sulfat	Z 1.2	-	DK 0 ³
MP 14 (KI)	Sulfat	Z 1.2	-	DK 0 ³
MP 15 (KI)	TOC	Z2	-	DK 0 ³
MP 16 (H)	TOC, Sulfat	> Z 2	Sulfat / Gelöste Feststoffe	DK I ³
MP 17 (A-s)	Sulfat	Z 1.2	-	DK 0

*) In Klammern wird der Boden angegeben: A=Auffüllung (s=sandig, b=bindig, Lg=Geschiebelehm, g=gemischt), H=Torf, KI=Klei, S=Sand.

Die Bewertung im Hinblick auf entsorgungsrelevante Bodenverunreinigungen erfolgt entsprechend den Zuordnungskriterien der Technischen Regeln LAGA TR Boden (Stand: 2004). Insgesamt wurden relevante Belastungen der untersuchten Böden festgestellt.

Die Auffüllungen werden als Z 1 bis > Z 2 eingestuft. Die maßgebenden Parameter sind vielfältig, wobei PAK (EPA) wiederholt auffällig ist. Auch bei der Ansprache stellten sich die Proben der Auffüllung sehr wechselhaft dar, so dass eine systematische Einordnung schwierig ist. Die Auffüllungen sind gemäß der DepV der DK 0 zuzuordnen.

Die im Untersuchungsbereich verbreitet anstehenden organischen Weichböden (Klei und Torf) und holozänen Sande weisen geogen bedingt erhöhte TOC-Werte und/oder Sulfatgehalte auf, die zu einer

³ Die Parameter TOC und/oder Glühverlust überschreiten den Zuordnungswert. Da der Zuordnungswert für den DOC eingehalten wird, sind mit Zustimmung der zuständigen Behörde Überschreitungen der Parameter TOC und Glühverlust zulässig.

Einstufung als Z 1.2 bis Z 2 (Klei) bzw. durchgängig > Z 2 (Torf) führen. Die Einstufung nach DepV erfolgt in die Deponieklassen DK 0 und DK I. Die Überschreitung der Zuordnungswerte für die Parameter Glühverlust und TOC sind bei diesen Einstufungen zulässig, da der Zuordnungswert DOC eingehalten wird. Der Sulfatgehalt und Gehalt an gelösten Feststoffen führt dennoch teils zu einer Einordnung in DK I.. Diese Böden mit entsprechendem Sulfatgehalt haben grundsätzlich das Potential für einen sulfatsauren Umschlag bei Luftkontakt (z. B. durch eine Grundwasserabsenkung oder einen Aushub). In diesem Fall können extrem niedrige pH-Werte (mit Werten von $\text{pH} \leq 4$) in Erscheinung treten, die eine gesonderte Bodenverwertung erfordern. Bei der Analyse der Mischproben nach LAGA / DepV wurden keine auffälligen pH-Werte festgestellt. Aufgrund von niedrigen pH-Werten im Boden bei einer Baumaßnahme in der näheren Umgebung wurde ca. 5 Monate später eine stichprobenartige Nachanalyse an insgesamt 5 Rückstellproben von Weichschichtmaterial auf den pH-Wert durchgeführt. Diese Proben waren dann bereits einem Sauerstoffkontakt ausgesetzt, wiesen jedoch weiterhin unauffällige pH-Werte von 6,6 bis 7,3 auf, vgl. Anlage 8.2. Darüber hinausgehende systematische Untersuchungen wurden bei den bisherigen umwelttechnischen Untersuchungen nicht durchgeführt. Die hier herangezogene stichprobenartige Messung des pH-Wertes nach Sauerstoffkontakt ist keine umfassende Bewertung des Potentials im Sinne der GEOFAKTEN 25 (LBEG, 2010), sondern lediglich eine orientierende Indikation.

Die die Weichböden unterlagernden gewachsenen Sande waren in der Bodenmischprobe MP4 vom Befund unauffällig und wurden demnach als Boden der Zuordnungsklasse Z 0 eingestuft.

Es ist ansonsten nahezu durchgehend mit Überschreitungen des Zuordnungswertes Z0 nach LAGA TR Boden und somit erhöhten Entsorgungskosten für den untersuchten Auffüllungshorizont sowie die gewachsenen Weichböden bestehend aus Klei und Torf zu rechnen.

8.3 Asphaltuntersuchungen

Zur Prüfung der umweltverträglichen Verwertung der vorhandenen Asphaltdeckschichten wurden im Projektbereich in Abständen von etwa 60 m bis 140 m insgesamt 10 Asphaltproben A1 bis A10 (s. Lagepläne in Anlage 1) mittels Diamant-Kernbohrgerät entnommen und chemisch untersucht. Die Asphaltkerne wurden an die GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH zur Untersuchung des Gehaltes Polyzyklischer Aromatischer Kohlenwasserstoffe (Summe PAK) im Feststoff sowie des Phenolindex im Eluat übergeben. Des Weiteren wurden die Asphaltproben auf das Vorhandensein von Asbest analysiert. Die Ergebnisse der chemischen Analysen sind in der Anlage 9.1 sowie in nachfolgender Tab. 8-4 dargestellt.

Tab. 8-4: Ergebnisse Asphaltuntersuchungen [13]

Asphaltkern	Analysen gemäß RuVA-StB 01		Asbestnachweis
	PAK nach EPA [mg/kg]	Phenolindex [mg/l]	Asbestnachweis (NWG 0,1%)
A1	0,350	<0,0050	kein Asbest nachgewiesen
A2	0,130	<0,0050	kein Asbest nachgewiesen
A3	0,480	<0,0050	kein Asbest nachgewiesen
A4	0,360	<0,0050	kein Asbest nachgewiesen

A5	2,05	<0,0050	kein Asbest nachgewiesen
A6	0,370	<0,0050	kein Asbest nachgewiesen
A7	1,04	<0,0050	kein Asbest nachgewiesen
A8	0,350	<0,0050	kein Asbest nachgewiesen
A9	1,40	<0,0050	kein Asbest nachgewiesen
A10	0,150	<0,0050	kein Asbest nachgewiesen

Die beprobte Asphaltdecke ist in allen untersuchten Bereichen somit gem. RuVA-StB 01 aufgrund der geringen PAK-Gehalte als Ausbaupasphalt einzustufen und der Verwertungsklasse A zuzuordnen.

Des Weiteren wurde eine ergänzende Beurteilung des Altasphalts nach Richtlinie VDI 3866, Blatt 5 auf das Vorhandensein von Asbest durchgeführt. In keiner der Proben konnte Asbest nachgewiesen werden.

8.4 Fugenvergussmasse

Auch die Fugenvergussmasse zwischen dem Pflaster des Straßenbereiches wurde hinsichtlich PAK, Phenol und Asbest beprobt (vgl. Unterlage [14]). Die Ergebnisse der chemischen Analysen sind in der Anlage 9.2 und der nachfolgenden Tab. 8-5 dargestellt. Der PAK-Gehalt und der Phenolindex liegen unterhalb der Grenzwerte für Ausbaustoffe mit teer-/pechtypischen Bestandteilen.

Tab. 8-5: Ergebnisse Untersuchung Fugenvergussmasse [14]

Probe	Analysen gemäß RuVA-StB 01		Asbestnachweis
	PAK nach EPA [mg/kg]	Phenolindex [mg/l]	Asbestnachweis (NWG 0,1%)
F 1	1,50	<0,0050	kein Asbest nachgewiesen

9 Zusammenfassung

In der Süderstraße und den Querstraßen Grevenweg und Luisenweg wird der Ersatzneubau von Sielen erforderlich. Mit dem vorliegenden Geotechnischen Bericht wird aus geotechnischer Sicht zu den geplanten Sielbaumaßnahmen Stellung genommen. Die Maßnahmen sollen das Grundwasser schonend in geschlossener Bauweise ausgeführt werden.

Nach den von uns geplanten und in der Ausführung teilweise begleiteten direkten und indirekten Aufschlüssen stehen unter Auffüllungen wechselhafter Zusammensetzung und Mächtigkeit organische Weichschichten überwiegend aus Torf und bereichsweise aus Klei an. Die Weichböden werden zur Tiefe von holozänen Sanden unterlagert (vgl. Abschnitt 3). Die geologischen Profilschnitte der einzelnen Vortriebsabschnitte sind in Anlage 2 dargestellt.

Das Grundwasser steht gespannt unter den organischen Weichschichten an. Oberhalb der Weichböden wurden in und auf den verbreitet auch bindigen Auffüllungen lokal Stauwasserstände angetroffen. Diese unterliegen niederschlagsbedingt erheblichen Schwankungen. Die Grund- und Stauwasserverhältnisse und die zu beachtenden Bemessungswasserstände werden in Abschnitt 4 erläutert.

Die aus den Aufschlüssen entnommenen Bodenproben wurden in unserem bodenmechanischen Labor untersucht. Die Ergebnisse der durchgeführten bodenmechanischen Laborversuche und die daraus abgeleiteten charakteristischen Bodenkennwerte sind in Abschnitt 5 angegeben. Die Versuchsergebnisse der durchgeführten Untersuchungen sind darüber hinaus in den Anlagen 3 bis 5 dargestellt.

Die schichtweise Einteilung in die bauverfahrensabhängigen Homogenbereiche ist in Abschnitt 6 beschrieben. Detaillierte Angaben zu den Eigenschaften und Kennwerten sowie deren Bandbreiten werden in Anlage 6 angegeben.

Für die Baugrubenausbildungen ist bei den Einbindungen in das Grundwasser zu beachten, dass diese in möglichst wasserdichter Bauweise und auftriebssicher auszubilden sind. Länger anhaltende bauzeitliche Grundwasserabsenkungen sollten aufgrund der verbreitet anstehenden stark setzungsempfindlichen Weichschichten aus vorwiegend Torf nicht geplant werden. Sehr kurzzeitige kleinräumige Absenkungen für Ein-/Ausfahrvorgänge oder die Herstellung von Anschlüssen wären im Einzelfall zu betrachten und hinsichtlich möglicher Auswirkungen zu bewerten.

Für den Rohrvortrieb sind ebenfalls die weichen und setzungsempfindlichen Weichböden zu beachten. Diese sind auch aufgrund von möglichen Verflüssigungen in sandigen Kleilagen als schlecht steuerbar zu bewerten und bergen die Gefahr von Setzungen bzw. Versackungen der Vortriebsmaschine.

Bei den kleineren Querschnitten von DN 400 und ggf. auch noch DN 800 halten wir die Ausführung eines Pilotrohrvortriebs für technisch machbar. Hierbei sind besondere Maßnahmen zur Beherrschung der auftretenden Grundwasserdrücke zu berücksichtigen. Die größeren Querschnitte werden vermutlich im Vollschnittverfahren mit hydraulischer Bodenförderung (AVN) aufgefahren. Diese Vortriebe sollten zur Gewährleistung der Steuerbarkeit und der dauerhaften Lagegenauigkeit in Verbindung mit vorlaufenden Bodenverfestigungsmaßnahmen (vgl. Abschnitt 7.2.3) aufgefahren werden.

Die Entsorgungsrelevanz der Böden wurde orientierend zunächst nur gemäß der LAGA TR Boden untersucht und bewertet. Die Einführung der Ersatzbaustoffverordnung zum 01.08.2023 wurde bei den

2021 beauftragten Untersuchungen noch nicht berücksichtigt. Um die entsprechenden Bodenmaterialklassen gemäß EBV festlegen zu können, sind entweder noch vorlaufende Untersuchungen durchzuführen, was für die Bereiche größerer Baugruben möglicherweise sinnvoll ist. Für die aus dem Vortrieb anfallenden Böden empfehlen wir jedoch aufgrund der überwiegend zu erwartenden Mischböden aus Auffüllungen und Torf eine Haufwerksbeprobung an zwischengelagertem Ausbruchmaterial vor Ort durchzuführen und die Klassifizierung zur Bodenverwertung auf diesem Wege festzulegen.

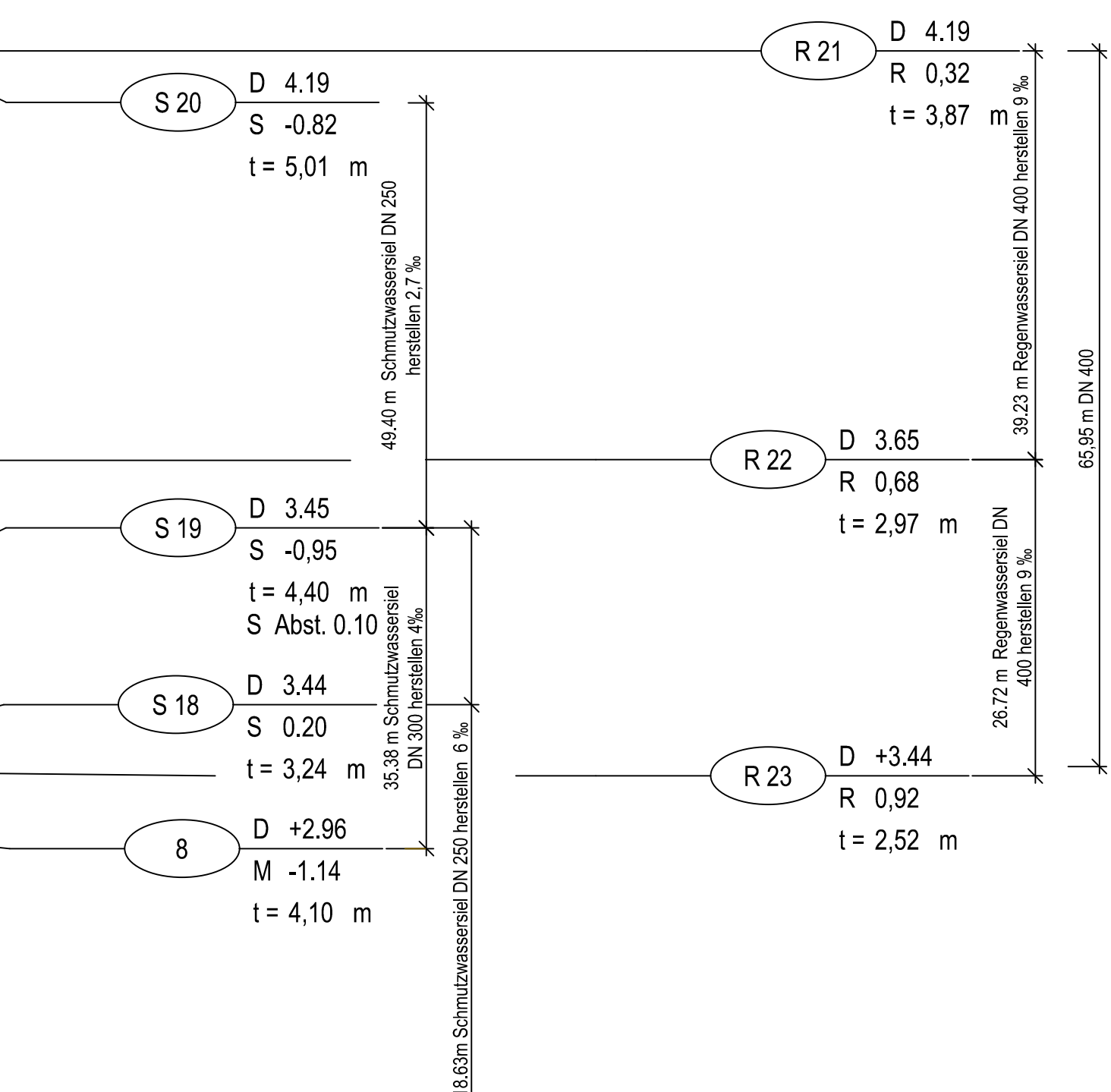
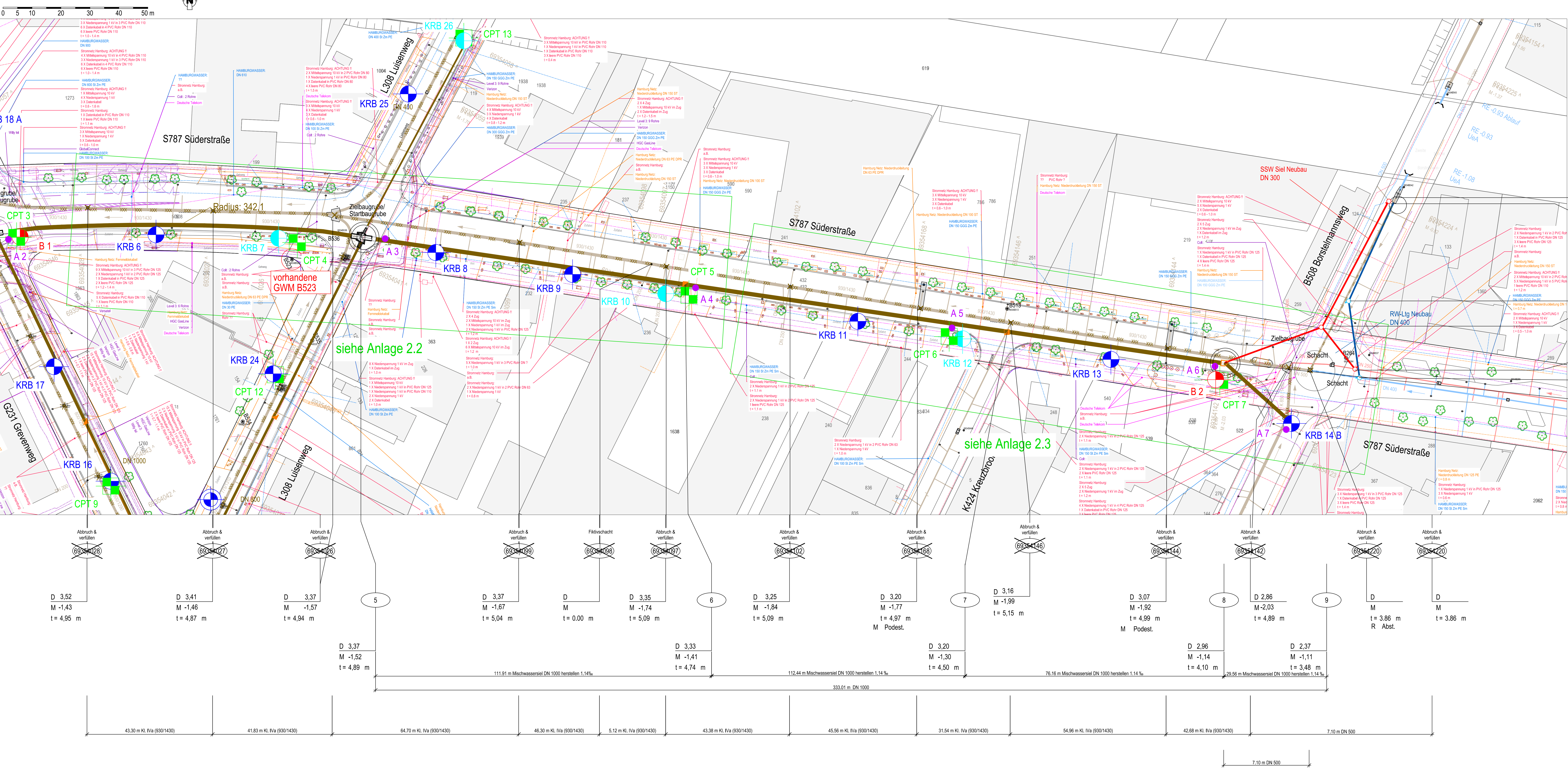
Die am Asphalt durchgeführten Untersuchungen an insgesamt 10 Kernproben aus dem Projektbereich haben gezeigt, dass dieser frei von Asbestbeimengungen ist und gem. RuVA-StB 01 aufgrund der geringen PAK-Gehalte als Ausbauasphalt der Verwertungsklasse A zuzuordnen ist (vgl. Abschnitt 8).



Anlage 1

Lageplan Baugrundaufschlüsse

Lageplan M. 1 : 500



- Anmerkungen:**
- Für das Befahren des Gehwegs sind bei Bedarf Fahrplatten auszulegen und wieder aufzunehmen.
 - Aus den Kleinrammbohrungen und den Trockenbohrungen sind durchgehend Becherproben zu entnehmen. Bis zur Unterkante der Auffüllung sind ebenfalls Umweltproben in Gläsern zu entnehmen.
 - Aus den beiden Rammfilterpegeln (KRB1 / GWM1 und KRB23 / GWM2), aus der vorhandenen Grundwasseressstelle B523 (s. Anlage 0.2) sowie aus sieben Kleinrammbohrungen ohne Ausbau sind Wasserproben zur Analyse auf Einleitparameter inkl. Ammonium zu entnehmen und an ein Labor zu übergeben. Sofern in gepflasterten Flächen Fugenverguss vorhanden ist, sind an zwei Stellen nach Rücksprache mit FWT Proben zu entnehmen und an FWT zu übergeben.

LEGENDE:

- CPT 1 Drucksondierung bis Endlast
- B 1 Trockenbohrung
- KRB 5 Kleinrammbohrung
- KRB 3 Kleinrammbohrung
- KRB 1 / GWM 1 Kleinrammbohrung mit Ausbau zu dauerhaftem Rammfilterpegel
- KRB 23 / GWM 2 Kleinrammbohrung mit Ausbau zu dauerhaftem Rammfilterpegel
- A Asphaltkern

Plangrundlagen:
 -Hamburger Stadtentwässerung AöR, Planinhalt: Süderstraße / Grevenweg
 -Hamburger Lageplan M 1:500, Planinhalt: Entwurf, Projektnummer: S-04/0113, Datum: 26.11.2021

Der Inhalt dieses Dokumentes ist ausschließlich für den Auftraggeber der Fichtner Water & Transportation GmbH und andere vertraglich vereinbarte Empfänger bestimmt. Er darf nur mit Zustimmung des Auftraggebers ganz oder auszugsweise und ohne Gewähr Dritten zugänglich gemacht werden. Die Fichtner Water & Transportation GmbH haftet gegenüber Dritten nicht für die Vollständigkeit und Richtigkeit der enthaltenen Informationen.

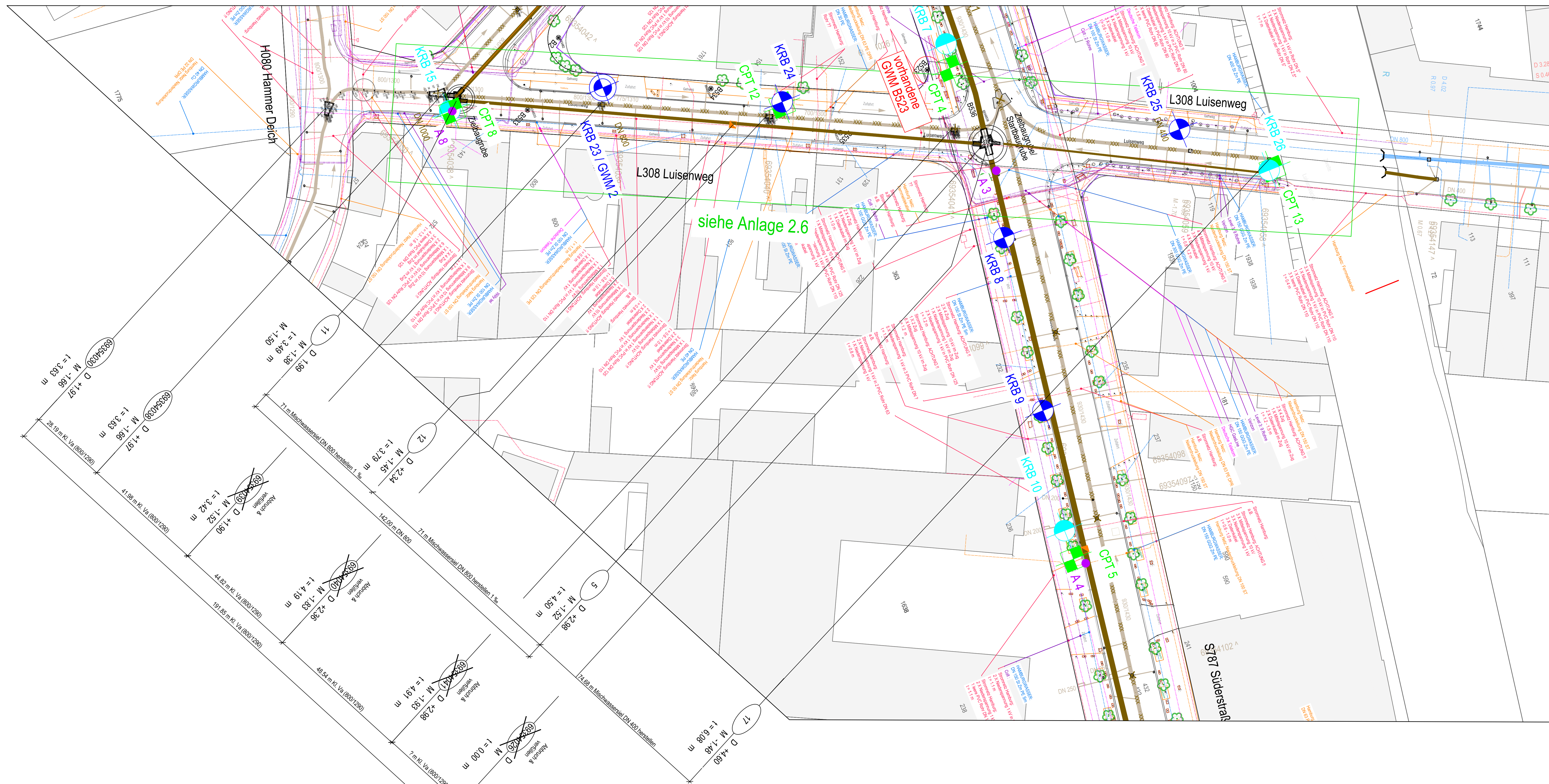
Zur Ausführung freigegeben:

Baujahr	Datum	Unterschrift	Bauabteilung	Datum	Unterschrift

Datenquellen:	Hoheitsgebiet:
Katasterdaten, Stand:	Vermessung, Datum:

Nr.: Art der Änderung Datum Gec. Bearb. Ortp.

HAMBURG WASSER		FICHTNER WATER & TRANSPORTATION	
Bauobjekt: Sielneubau Süderstraße, Hamburg		Anlage Nr.: 1	Plan Nr.: 2
Planinhalt: Lageplan Baugrundaufschlüsse		Maßstab: 1: 500	
Bauherr: Hamburger Stadtentwässerung AöR Birkhofer Deich 2 - 20539 Hamburg		Projekt Nr.: 618/1411 Datum: 01.01.2022	Gezeichnet: 06.01.2022 Draufgezeichnet: 06.01.2022
Planverfasser: FICHTNER Water & Transportation GmbH Hammerbrookstraße 47b - 20097 Hamburg Tel.: +49-40-30073-20 Fax: +49-40-30073-10 E-Mail: Hamburg@fichtner.de Internet: www.fichtner.de		Datum: 06.01.2022	Name: Rüdolph
Datum / Unterschrift: get.		Datum / Unterschrift: get.	



--	--



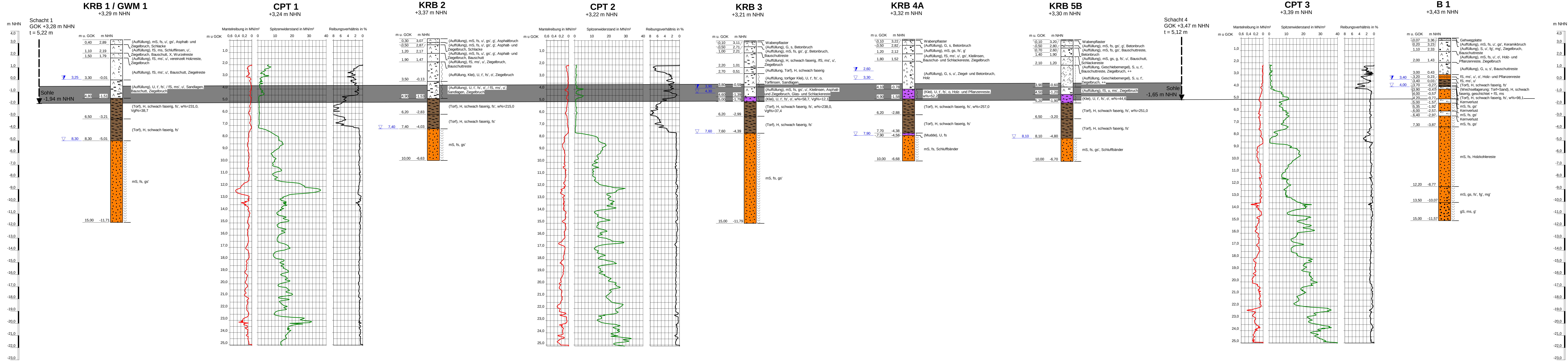
Anlage 2

Bohrungen und Sondierungen

Süderstraße

Strecke 1, DN 1400

Schacht 4



Legende Bodenansprache

Kurzzeichen und Zeichen für Bodenarten und Fels nach DIN 4023:2006 (DIN EN ISO 14688-1 und DIN EN ISO 14689-1)

Bodenart	Bezeichnung	Kurzzeichen	Zeichen	Bodenart	Bezeichnung	Kurzzeichen	Zeichen
Kies	kleinig	G	g	Auffüllung		A	A
Großkies	grobkiesig	gG	gg	Mutterboden		Mu	Mu
Mittels Kies	mittelskiesig	mG	mg	Verwitterungslöss, Hanglöss		L	L
Feinkies	feinkiesig	KG	kg	Hanglöss		LH	LH
Sand	sandig	S	s	Geschiebeteile		Lo	Lo
Grobsand	grobsandig	gS	gs	Geschiebeteile		Mg	Mg
Mittelsand	mittelsandig	mS	ms	Löss		Lo	Lo
Feinsand	feinsandig	FS	fs	Lößlehm		LoL	LoL
Schluff	schluffig	U	u	Klei. Schluff		KL	KL
Ton	tonig	T	t	Wasserklei, Seeklei, Seeschluff, Kalkmudde		Wk	Wk
Torf, Humus	torf, humus	H	h	Bänderton		Bt	Bt
Mudde	gerinnende Bahngänge	F	f	Braunkohle		BK	BK
Flußkies	Flußkies	X	x	Kornverfest		Kv	Kv
Steine	mit Blocken	Y	y				
Blöcke	mit Blocken	Y	y				

Legende der Beschaffenheit des Bohrrotes:

f: freige, w: weich, s: steil, h: halbsteil, f: fest

Legende der Bodenbezeichnungen:

· schwach, · stark, + kalkig, ++ stark kalkig

Legende der Wasserführung:

· nass, · stark

▼ Grundwasserstand in Ruhe (angebautes Bohrloch)

▽ Grundwasserstand nach Beendigung

▽ Grundwasserstand angebohrt

Der Inhalt dieses Dokumentes ist ausschließlich für den Auftraggeber der Fichtner Water & Transportation GmbH und andere vertraglich vereinbarte Empfänger bestimmt. Er darf nur mit Zustimmung des Auftraggebers ganz oder auszugsweise und ohne Gewähr Dritten zugänglich gemacht werden. Die Fichtner Water & Transportation GmbH haftet gegenüber Dritten nicht für die Vollständigkeit und Richtigkeit der enthaltenen Informationen.

Zur Ausführung freigegeben:

Bauherr Datum: Unterschrift: Bauleitung Datum: Unterschrift:

Datenquellen:

Katasterdaten, Stand: Höhensystem: NHN Vermessung, Datum:

T					
e					
d					
c					
b					
a					
Nr.	Art der Änderung	Datum	Gez.	Bearb.	Gepr.



Baubjekt: Sielneubau Süderstraße, Hamburg

Gewerk: Geotechnik

Planinhalt: Bohrprofile: B 1, KRB 1 bis KRB 5B Dricksondierungen: CPT 1 bis CPT 3

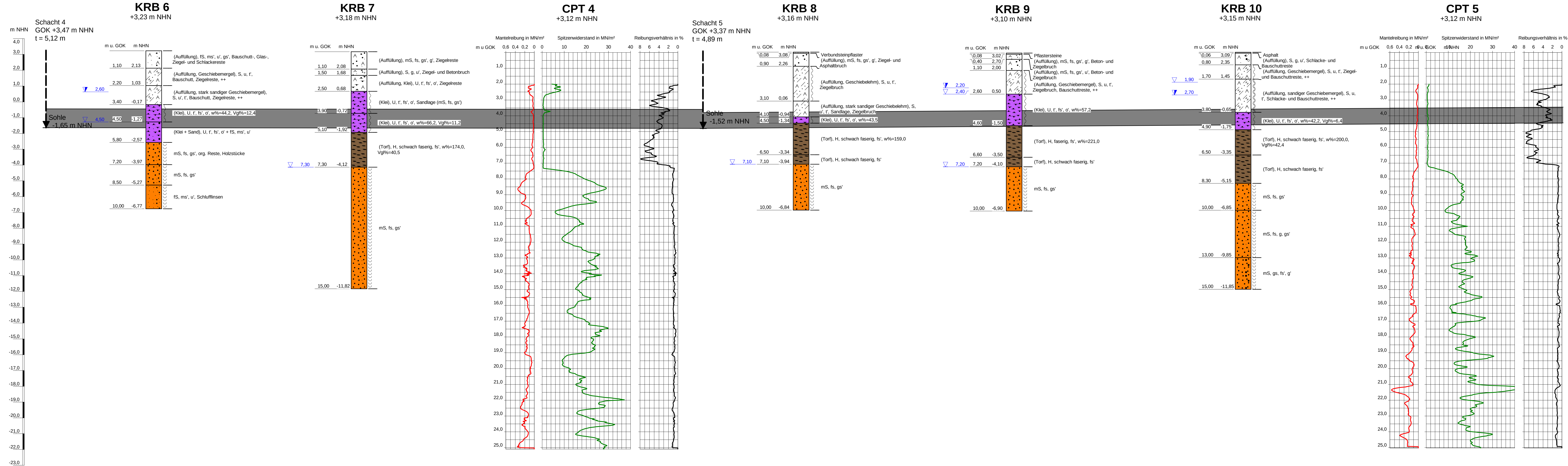
Leistungsphase:

Bauherr:	Planverfasser:	Datum	Name
Hamburger Stadtwasser AG	Fichtner Water & Transportation GmbH	bearbeitet	21.02.2022
Billhomer Deich 2 - 20539 Hamburg	Hammelbrook 47b - 20097 Hamburg	gezeichnet	21.02.2022
		geprüft	21.02.2022

Süderstraße

Strecke 2, DN 1200

Strecke 3, DN 1000



Legende Bodenansprache

Kurzzeichen und Zeichen für Bodenarten und Fels nach DIN 4023:2006 (DIN EN ISO 14688-1 und DIN EN ISO 14689-1)

Bodenart	Bezeichnung	Kurzzeichen	Zeichen	Bodenart	Bezeichnung	Kurzzeichen	Zeichen
Kies	kleinig	G	g	Auffüllung		A	A
Grobkies	grobkleinig	gG	gg	Mutterboden		Mu	Mu
Mittelkies	mittelkleinig	mG	mg	Verwitterungslehm, Hangklehm		L	L
Feinkies	feinkleinig	fG	fg	Hangschutt		Lx	Lx
Sand	sandig	S	s	Geschiebtlehm		Lg	Lg
Grobsand	grob sandig	gs	gs	Geschiebelehm		Mg	Mg
Mittelsand	mittel sandig	ms	ms	Loß		Lo	Lo
Feinsand	fein sandig	fs	fs	Loßlehm		Lof	Lof
Schluff	schluffig	U	u	Klei, Schluff		Kl	Kl
Ton	tonig	T	t	Weizenack, Seekohl, Seetiefe, Kalkmüde		WA	WA
Torf, Humus	torfig, humus	H	h	Brandtorf		Br	Br
Müde		F	-	Braunkohle		BK	BK
(falsch) Beseitigung		-	o	Kornverlust		Kv	Kv
Steine	steinig	X	x				
Blöcke	mit Blöcken	Y	y				

Legende der Beschaffenheit des Bohrtrages:

§ breitig § weich § steif § halbfest § fest

Legende der Bodenanteile:

· schwach · stark

+ kalkig ++ stark kalkig

Legende der Wasserführung:

§ nass

▼ Grundwasserstand in Ruhe (ausgebautes Bohrloch)

▽ Grundwasserstand nach Beendigung

▽ Grundwasserstand angebohrt

Der Inhalt dieses Dokumentes ist ausschließlich für den Auftraggeber der Fichtner Water & Transportation GmbH und andere vertraglich vereinbarte Empfänger bestimmt. Er darf nur mit Zustimmung des Auftraggebers ganz oder auszugsweise und ohne Gewähr Dritten zugänglich gemacht werden. Die Fichtner Water & Transportation GmbH haftet gegenüber Dritten nicht für die Vollständigkeit und Richtigkeit der enthaltenen Informationen.

Zur Ausführung freigegeben:

Bauherr: Datum: Unterschrift: Bauleitung: Datum: Unterschrift:

Datenquellen:

Katasterdaten, Stand: Höhensystem: NHN Vermessung, Datum:

f e d c b a

Nr. Art der Änderung Datum Gez. Bearb. Gepr.

HAMBURG WASSER

FICHTNER WATER & TRANSPORTATION

Bauobjekt: Sielneubau Süderstraße, Hamburg

Anlage Nr.: 2.2 Plan Nr.:

Gewerk: Geotechnik

Maßstab: L = ohne / H = 1: 100

Planinhalt: Bohrprofile: KRB6 bis KRB 10

Drucksondierungen: CPT 4 und CPT 5

Leistungsphase: 1.30 x 0.42 = 0.546 m²

Bauherr: Hamburger Stadtentwässerung AöR

Planverfasser: FICHTNER

Water & Transportation GmbH

Hammertrockenstr. 47b - 20097 Hamburg

Tel.: +49 40 300673-0

Fax: +49 40 300673-110

E-Mail: hamburg@fwt.fichtner.de

Internet: www.fwt.fichtner.de

Datum / Unterschrift: bearbeitet 21.02.2022 Rudolph

gezeichnet 21.02.2022 Schüller

Datum / Unterschrift: geprüft 21.02.2022 Jost

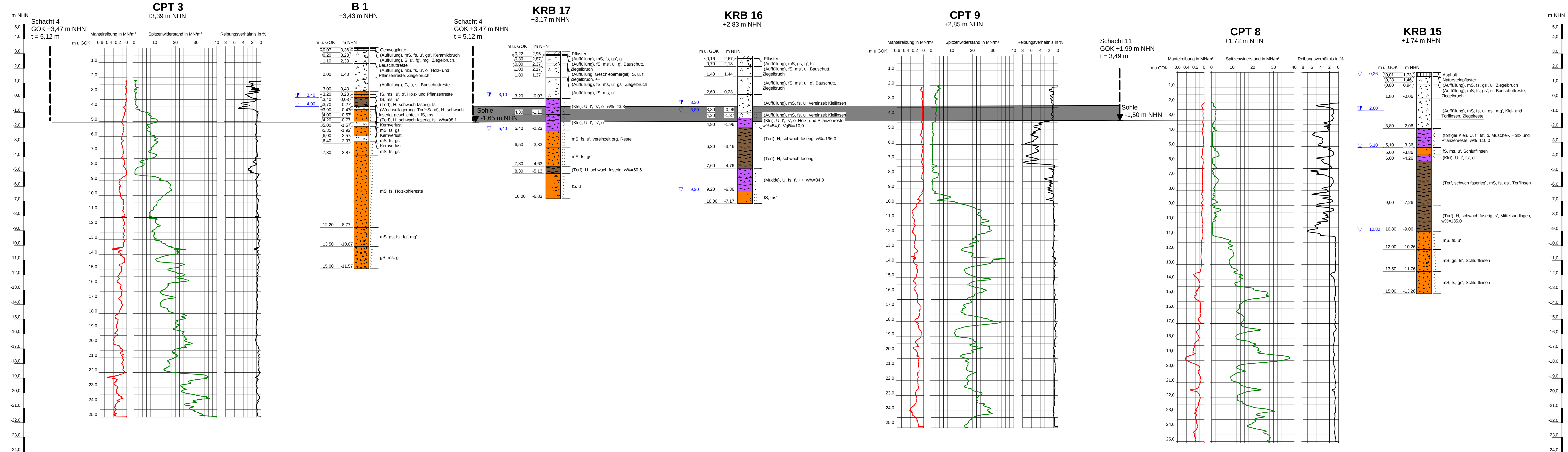
gez.: gez.:

Grevenweg

Strecke 6, DN 1000

Schacht 4

Schacht 11



Legende Bodenansprache

Kurzzeichen und Zeichen für Bodenarten und Fels nach DIN 4023:2006
(DIN EN ISO 14688-1 und DIN EN ISO 14689-1)

Bodenart	Benennung	Kurzzeichen	Benennung	Zeichen	Bodenart	Benennung	Kurzzeichen	Benennung	Zeichen
Kies	Kiesig	G	g	A	Auffüllung	A	A		
Grobkies	grobkiesig	gG	gg	Mu	Mutterboden	Mu	Mu		
Mittelkies	mittelkiesig	mG	mg	L	Verwitterungslehm, Hanglehme	L	L		
Feinkies	feinkiesig	fG	fg	Lx	Hangschutt	Lx	Lx		
Sand	sandig	S	s	Lg	Geschiebelehm	Lg	Lg		
Grobsand	grobsandig	gS	gs	Mg	Geschiebemergel	Mg	Mg		
Mittelsand	mittelsandig	mS	ms	Lo	Loß	Lo	Lo		
Feinsand	feinsandig	fS	fs	LoF	Loßlehm	LoF	LoF		
Schluff	schluffig	U	u	Kl	Klei, Schluff	Kl	Kl		
Ton	tonig	H	h	Wa	Weizenack, Seekah, Seetiefe, Kalkmude	Wa	Wa		
Torf	torfig, humus	F	f	Bl	Blähton	Bl	Bl		
Mudde	(falsch!) tonig	-	-	Br	Braunkohle	Br	Br		
Steine	steinig	X	x	Kv	Kornverlust	Kv	Kv		
Blöcke	mit Blöcken	Y	y						

Legende der Beschaffenheit des Bohrgutes:

§ breigig | weich | steif | halbfest | fest

Legende der Bodenanteile:

· schwach · stark

+ kalkig ++ stark kalkig

Legende der Wasserführung:

○ nass

▼ Grundwasserstand in Ruhe (ausgebautes Bohrloch)

▽ Grundwasserstand nach Beendigung

▽ Grundwasserstand angebohrt

Der Inhalt dieses Dokumentes ist ausschließlich für den Auftraggeber der Fichtner Water & Transportation GmbH und andere vertraglich vereinbarte Empfänger bestimmt. Er darf nur mit Zustimmung des Auftraggebers ganz oder auszugsweise und ohne Gewähr Dritten zugänglich gemacht werden. Die Fichtner Water & Transportation GmbH haftet gegenüber Dritten nicht für die Vollständigkeit und Richtigkeit der enthaltenen Informationen.

Zur Ausführung freigeben:

Bauherr Datum: Unterschrift: Bauleitung Datum: Unterschrift:

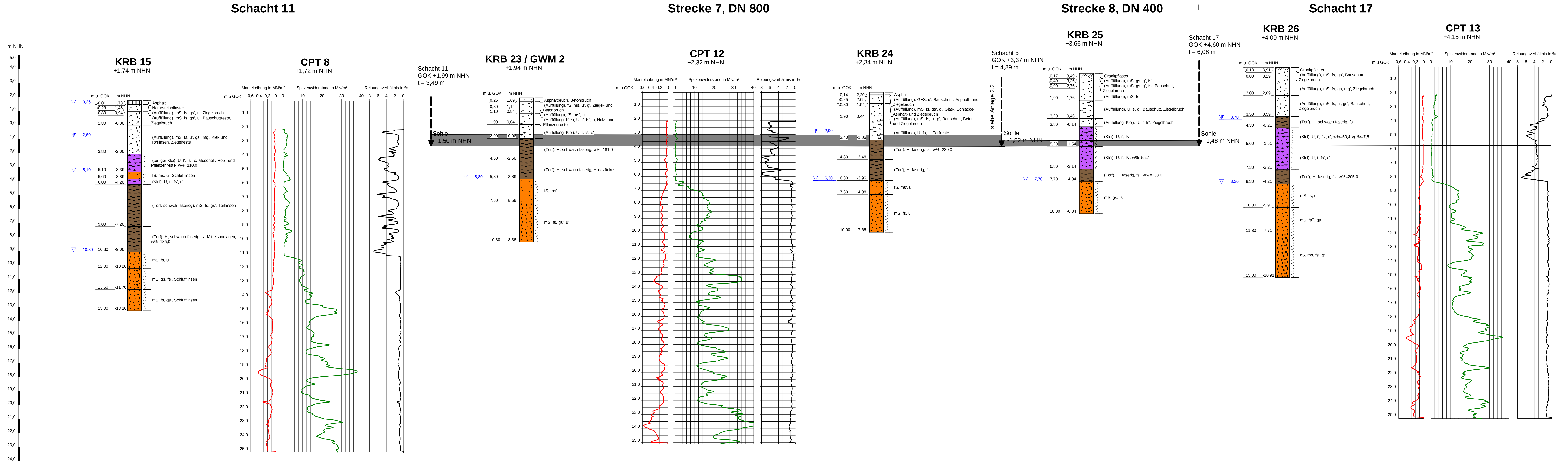
Datenquellen:

Katasterdaten, Stand: Hörsensystem: NHN Vermessung, Datum:

f					
e					
d					
c					
b					
a					
Nr.	Art der Änderung	Datum	Gez.	Bearb.	Gepr.



Bauobjekt:	Sielneubau Süderstraße, Hamburg	Anlage Nr.:	2.5	Plan Nr.:	
Gewerk:	Geotechnik	Maßstab:	L = ohne / H = 1: 100		
Planinhalt:	Bohrprofile: B1, KRB 15 bis KRB 17 Drucksondierungen: CPT 3, CPT 8 und CPT 9	Projekt Nr.:	618-1411		
Leistungsphase:		Datename:	618-1411_g02.5.ggl		
		Plangröße:	1.30 x 0.42 = 0.546 m²		
Bauherr:	Hamburger Stadtentwässerung AöR Billroth Deich 2 - 20539 Hamburg	Planverfasser:	FICHTNER Water & Transportation GmbH Hammerbrookstr. 47b - 20097 Hamburg Tel.: +49 40 300673-0 Fax: +49 40 300673-110 E-mail: hamburg@fwt.fichtner.de Internet: www.fwt.fichtner.de		
Datum / Unterschrift:	gez.:	Datum / Unterschrift:	gez.:	bearbeitet	21.02.2022 Rudolph
				gezeichnet	21.02.2022 Schüler
				geprüft	21.02.2022 Jost



Legende Bodenansprache

Kurzzeichen und Zeichen für Bodenarten und Fels nach DIN 4023:2006 (DIN EN ISO 14688-1 und DIN EN ISO 14689-1)

Benennung	Kurzzeichen	Zeichen	Benennung	Kurzzeichen	Zeichen
Kies	kleig	G	Auffüllung	A	A
Grobkies	grobkiesig	gG	Mutterboden	Mu	Mu
Mittelkies	mittelkiesig	mG	Verwitterungslehm, Hanglehm	L	L
Feinkies	feinkiesig	fg	Hangschutt	Lu	Lu
Sand	sandig	S	Geschlebelem	Ma	Ma
Gröbelsand	gröbelsandig	gs	Geschlebelem	Ma	Ma
Mittelsand	mittelsandig	ms	Löss	Lo	Lo
Feinsand	feinsandig	fs	Löss	Lo	Lo
Schluff	schluffig	U	Klei, Schluff	Kl	Kl
Ton	tonig	T	Wasserkalk, Seekalk, Seesand, Kalkmudde	Wk	Wk
Torf, Humus	torfig, humus	H	Bänke, Bläse	Bk	Bk
Mudde	F	F	Brunkohle	Bk	Bk
Falken	grünliche	-	Kernverlust	Kv	Kv
Steine	steinig	X			
Blöcke	mit Blöcken	Y			

Legende der Beschaffenheit des Bohrgutes:

§ breit | weich | steil | halbfest | fest

Legende der Wasserführung:

§ nass

§ Grundwasserstand in Ruhe (ausgebautes Bohrloch)

§ Grundwasserstand nach Beendigung

§ Grundwasserstand angebohrt

Legende der Bodenanteile:

§ schwach | stark

+ kalkig ++ stark kalkig

Der Inhalt dieses Dokumentes ist ausschließlich für den Auftraggeber der Fichtner Water & Transportation GmbH und andere vertraglich vereinbarte Empfänger bestimmt. Er darf nur mit Zustimmung des Auftraggebers ganz oder auszugsweise und ohne Gewähr Dritten zugänglich gemacht werden. Die Fichtner Water & Transportation GmbH haftet gegenüber Dritten nicht für die Vollständigkeit und Richtigkeit der enthaltenen Informationen.

Zur Ausführung freigeben:

Bauherr: _____ Datum: _____ Unterschrift: _____ Bauleitung: _____ Datum: _____ Unterschrift: _____

Datenquellen:

Katasterdaten, Stand: _____ Höhenystem: NHN Vermessung, Datum: _____

f					
e					
d					
c					
b					
a					

Nr. Art der Änderung _____ Datum _____ Gez. _____ Bearb. _____ Gepr. _____

HAMBURG WASSER

FICHTNER
WATER & TRANSPORTATION

Baubjekt: **Sielneubau**
Süderstraße, Hamburg

Gewerk: **Geotechnik**

Planinhalt: **Bohrprofile: KRB 15, KRB 23 / GWM 2 bis KRB 26**

Leistungsphase: **Drucksondierungen: CPT 8, CPT 12 und CPT 13**

Bauherr: **Hamburger Stadtverordnetenversammlung**
Billroth Deich 2 - 20539 Hamburg

Planverfasser: **FICHTNER**
Water & Transportation GmbH
Hammerbrookstr. 47b - 20097 Hamburg
Tel.: +49 40 30673-0
Fax: +49 40 30673-110
E-mail: hmburg@fwt.fichtner.de
Internet: www.fwt.fichtner.de

Anlage Nr.: **2.6**

Plan Nr.: _____

Maßstab: L = ohne / H = 1: 100

Projekt Nr.: 618-1411

Dateiname: 618-1411_al02.6.ggf

Plangröße: 1,40 x 0,42 = 0,58 m²

Datum: 21.02.2022

Name: Rudolph

bearbeitet

gezeichnet

Schüler

Datum / Unterschrift: _____

gez.: _____

Datum / Unterschrift: _____

gez.: _____

geprüft

21.02.2022

Jost



Anlage 3

Korngrößenverteilungen

BESTIMMUNG DER KORNGRÖßENVERTEILUNG DIN EN ISO 17892-4:2017-04

Bauvorhaben:

HSE Sielneubau Süderstraße

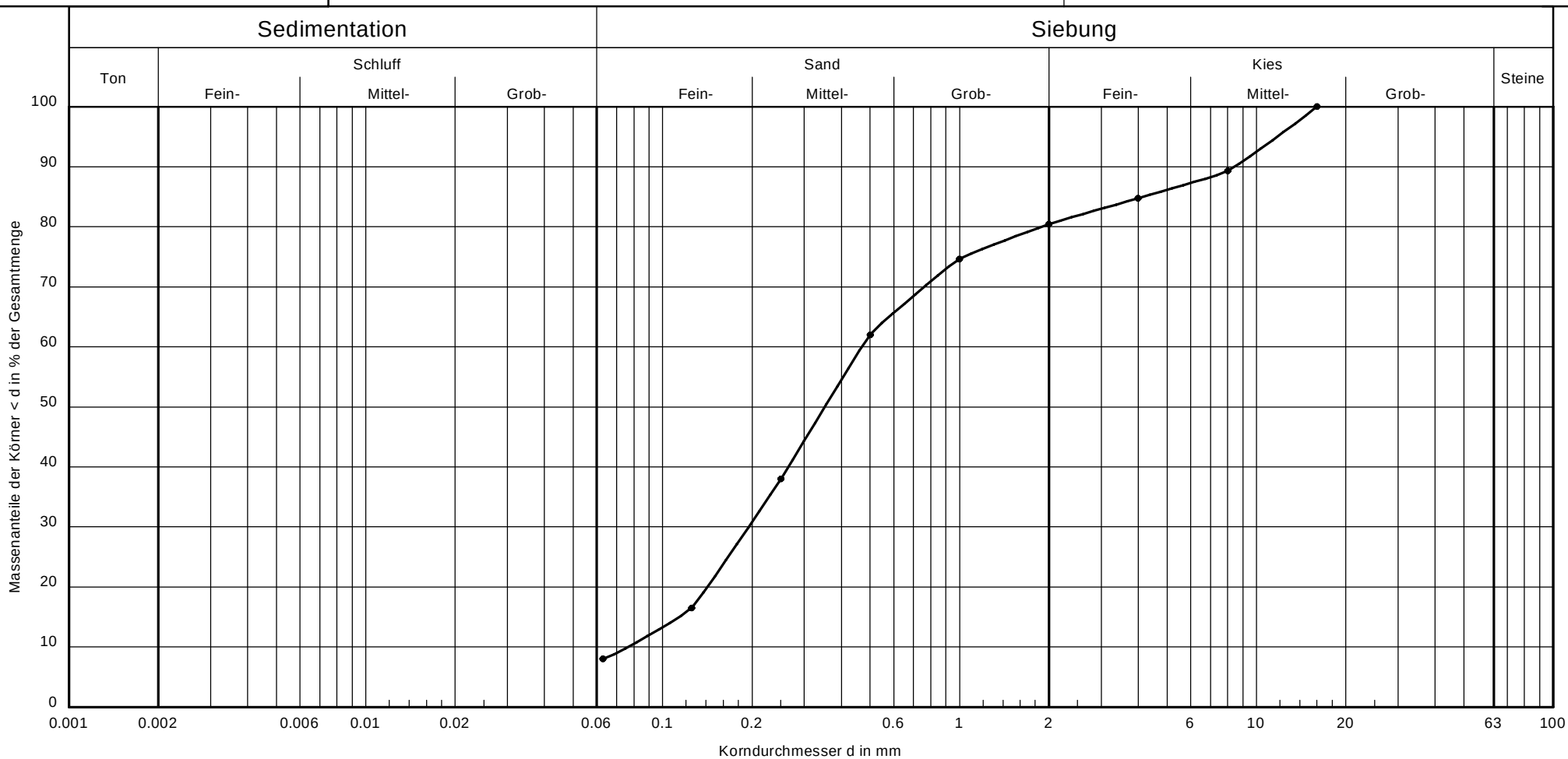
Probe entnommen am: 01.12.2021

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Nasssiebung

Bearbeiter: Grot

Datum: 08.12.2021



Bohrung:	B1, GP2
Tiefe [m]:	0,20 - 1,10
Bodenart DIN 4022:	S, u', fg', mg'
Bodengruppe DIN 18196:	SU
T/U/S/G [%]:	- /8.1/72.4/19.6
Cu/Cc:	6.1/1.1
k [m/s] (Hazen):	-

Bemerkungen:

Rev 00

Geprüft: Bohn

 Projekt:
 618-1411
 Anlage:
 3.01

BESTIMMUNG DER KORNGRÖßENVERTEILUNG DIN EN ISO 17892-4:2017-04

Bauvorhaben:

HSE Sielneubau Süderstraße

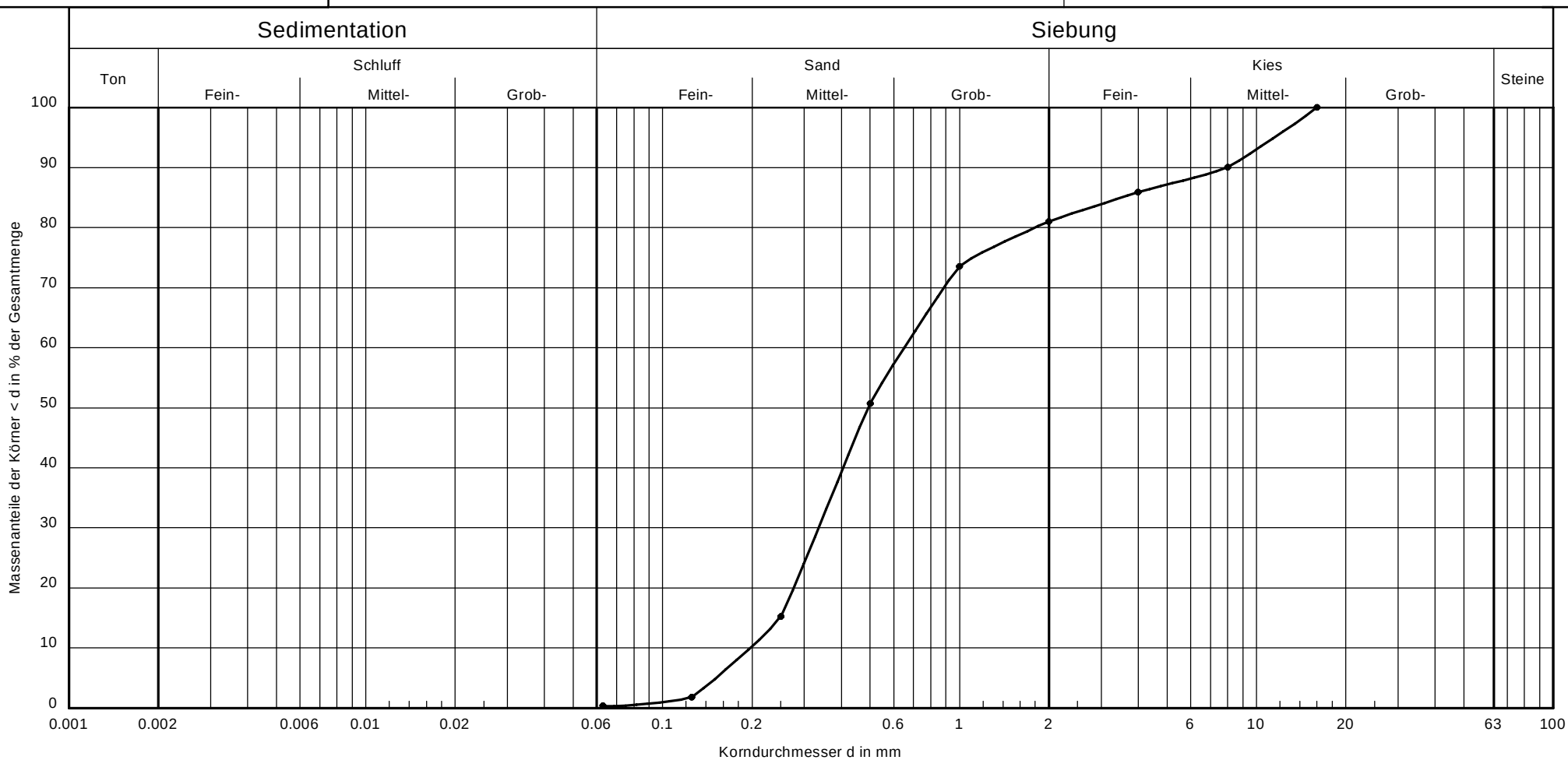
Probe entnommen am: 01.12.2021

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Trockensiebung

Bearbeiter: Grot

Datum: 08.12.2021



Bohrung:	B1, GP11
Tiefe [m]:	13,50
Bodenart DIN 4022:	mS, gs, fs', fg', mg'
Bodengruppe DIN 18196:	SE
T/U/S/G [%]:	- /0.3/80.7/19.0
Cu/Cc:	3.3/0.9
k [m/s] (Hazen):	$4.5 \cdot 10^{-4}$

Bemerkungen:

Rev 00

Geprüft: Bohn

 Projekt:
 618-1411
 Anlage:
 3.02

BESTIMMUNG DER KORNGRÖßENVERTEILUNG DIN EN ISO 17892-4:2017-04

Probe entnommen am: 15.11.2021

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Nasssiebung

Bearbeiter: Grot

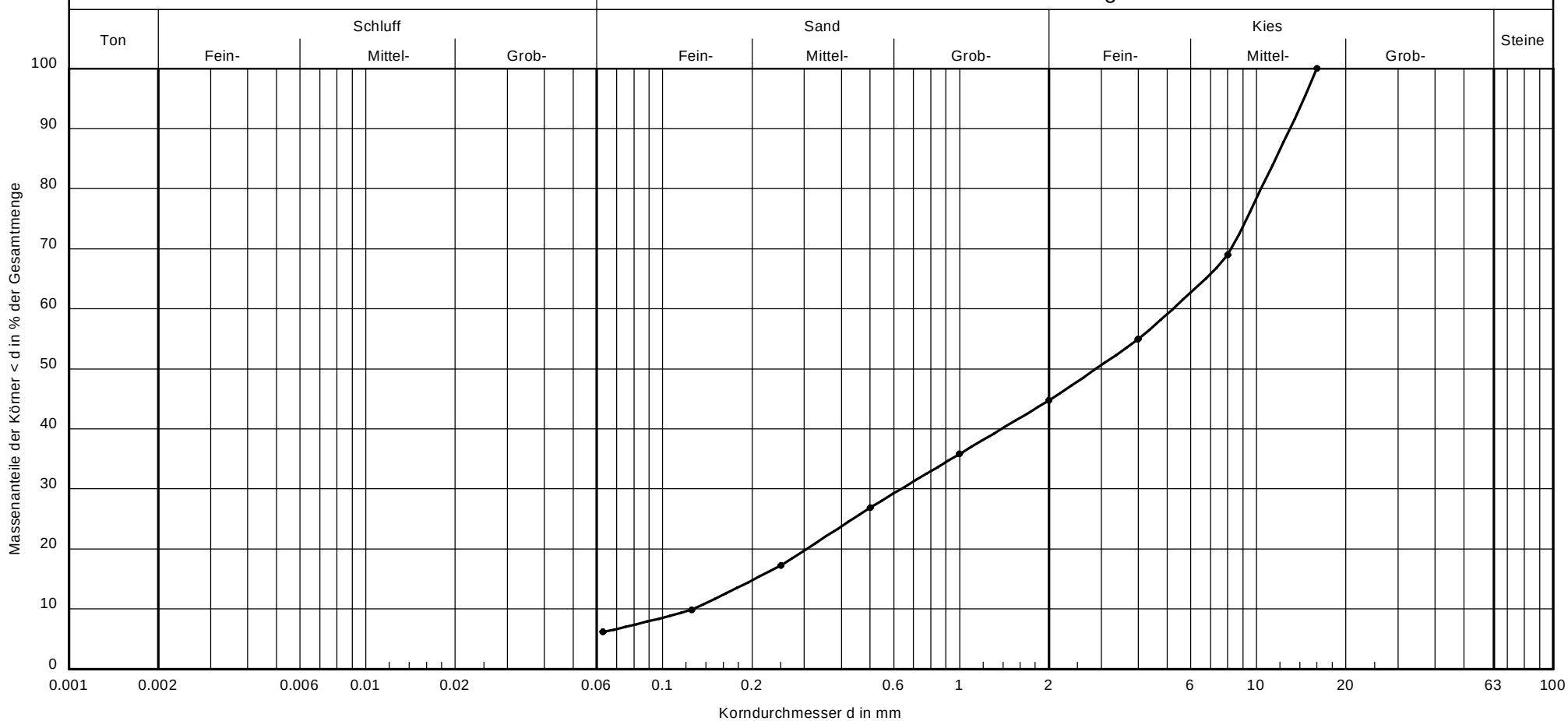
Datum: 08.12.2021

Bauvorhaben:

HSE Sielneubau Süderstraße

Sedimentation

Siebung



Bohrung:

B2, GP5

Tiefe [m]:

1,00 - 1.70

Bodenart DIN 4022:

G, gs, u', fs', ms'

Bodengruppe DIN 18196:

GU

T/U/S/G [%]:

- /6.2/38.5/55.3

Cu/Cc:

41.2/0.6

k [m/s] (Hazen):

-

Bemerkungen:

Rev 00

Geprüft: Bohn

 Projekt:
 618-1411
 Anlage:
 3.03

BESTIMMUNG DER KORNGRÖßENVERTEILUNG DIN EN ISO 17892-4:2017-04

Bauvorhaben:

HSE Sielneubau Süderstraße

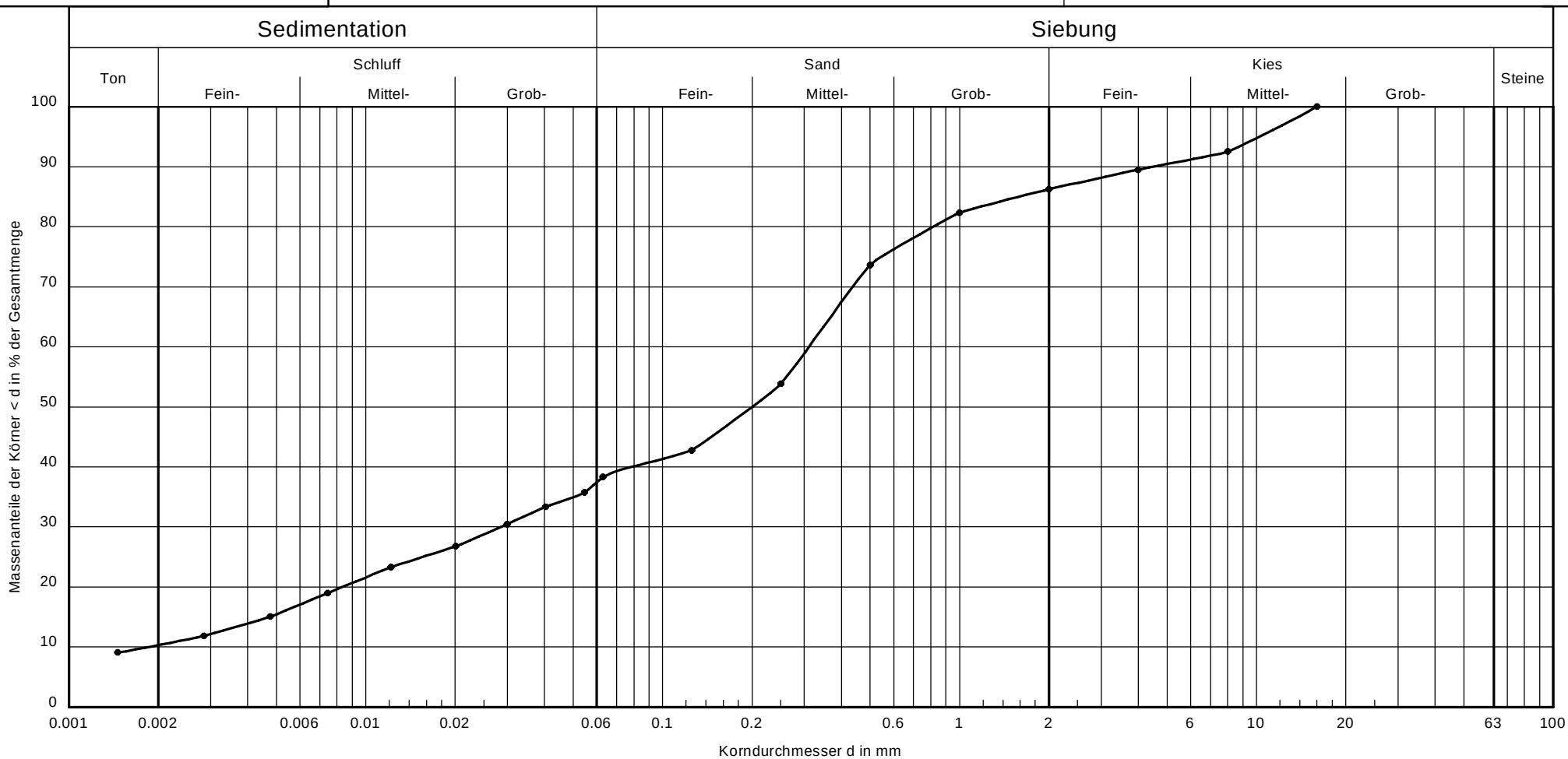
Probe entnommen am: 30.11.2021

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Siebung + Sedimentation

Bearbeiter: Grot

Datum: 08. - 09.12.2021



Bohrung:	B2, GP9
Tiefe [m]:	3,6 - 4,9
Bodenart DIN 4022:	S, u, t', mg'
Bodengruppe DIN 18196:	SU*
T/U/S/G [%]:	10.3/28.0/47.9/13.8
Wassergehalt [%]:	k.A.
Korndichte [g/cm³]	2,65 (geschätzt)

Bemerkungen:

Rev 00

Geprüft: Bohn

 Projekt:
 618-1411
 Anlage:
 3.04

BESTIMMUNG DER KORNGRÖßENVERTEILUNG DIN EN ISO 17892-4:2017-04

Bauvorhaben:

HSE Sielneubau Süderstraße

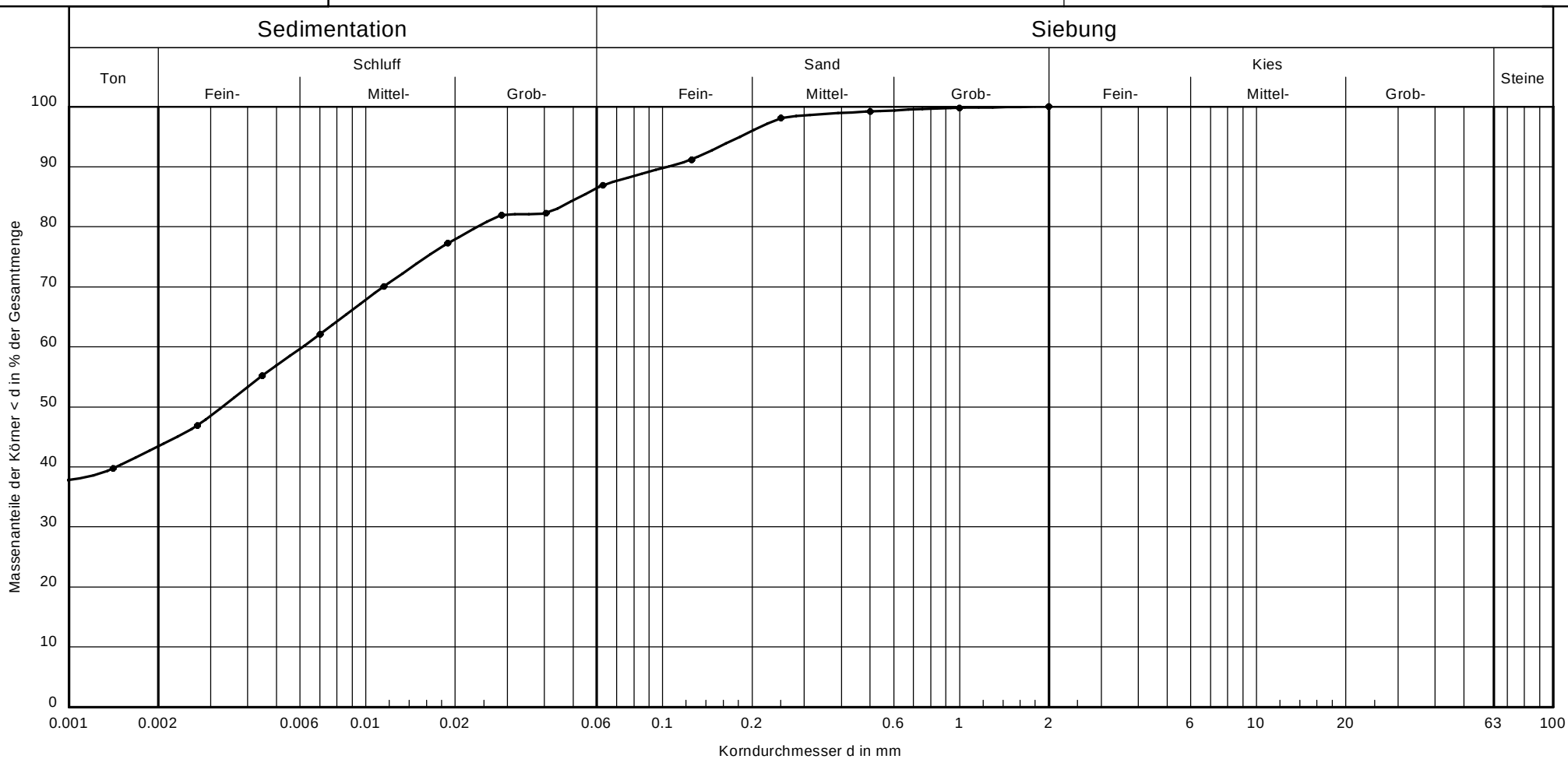
Probe entnommen am: 30.11.2021

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Siebung + Sedimentation

Bearbeiter: Grot

Datum: 09. - 10.12.2021



Bohrung:	B2, K2
Tiefe [m]:	4,15 - 4,50
Bodenart DIN 4022:	T, U, fs'
Bodengruppe DIN 18196:	k. A.
T/U/S/G [%]:	43.4/43.4/13.2/ -
Wassergehalt [%]:	50,8.
Korndichte [g/cm³]	2,50 (geschätzt)

Bemerkungen:

Rev 00

Geprüft: Bohn

 Projekt:
 618-1411
 Anlage:
 3.05

BESTIMMUNG DER KORNGRÖßENVERTEILUNG DIN EN ISO 17892-4:2017-04

Probe entnommen am: 18.11.2021

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Nasssiebung

Bearbeiter: Grot

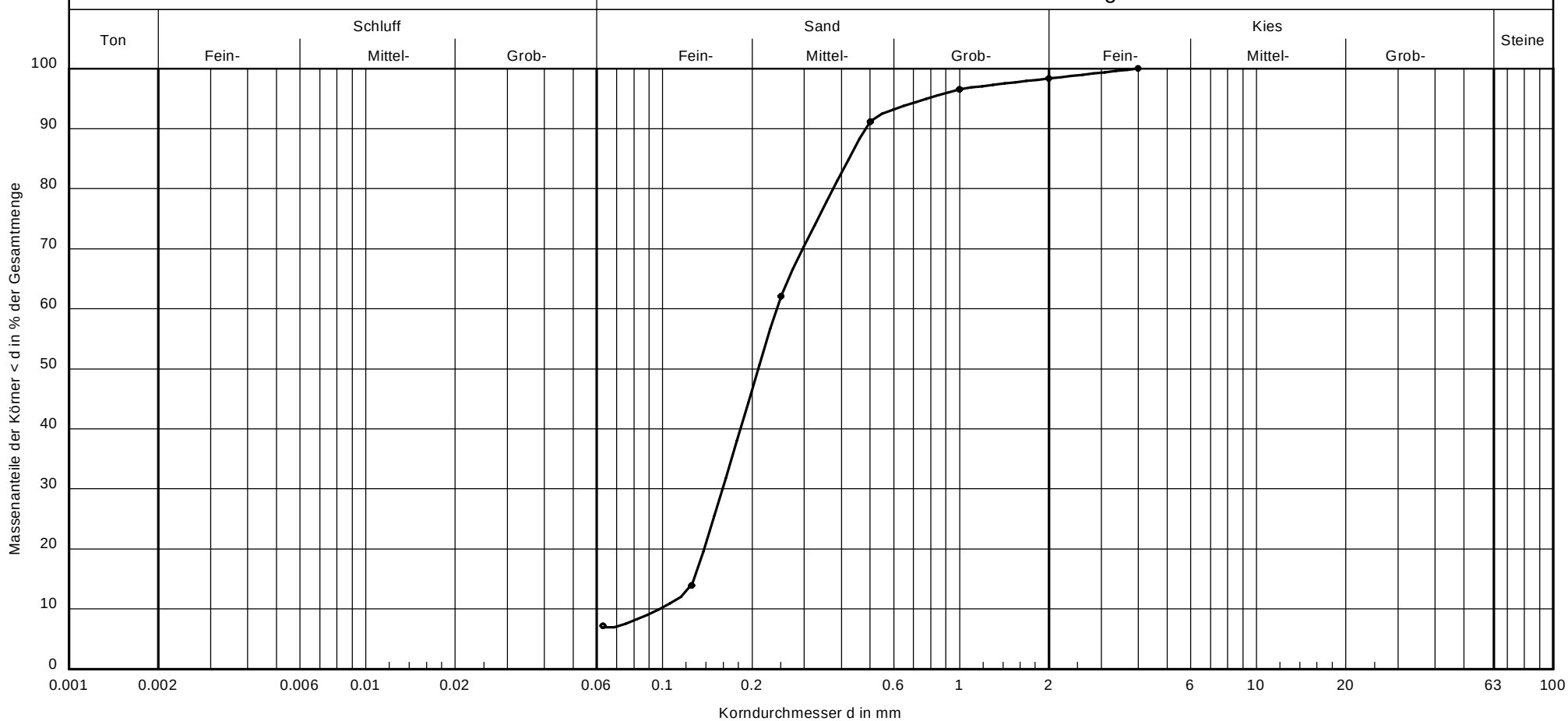
Datum: 27.11.2021

Bauvorhaben:

HSE Sielneubau Süderstraße

Sedimentation

Siebung



Bohrung:

KRB1, GP5

Tiefe [m]:

3,30 - 4,80

Bodenart DIN 4022:

mS, fS, u', gs'

Bodengruppe DIN 18196:

SU

T/U/S/G [%]:

- /6.9/91.4/1.7

Cu/Cc:

2.5/1.1

k [m/s] (Hazen):

-

Bemerkungen:

Rev 00

Geprüft: Bohn

 Projekt:
 618-1411
 Anlage:
 3.06

BESTIMMUNG DER KORNGRÖßENVERTEILUNG DIN EN ISO 17892-4:2017-04

Bauvorhaben:

HSE Sielneubau Süderstraße

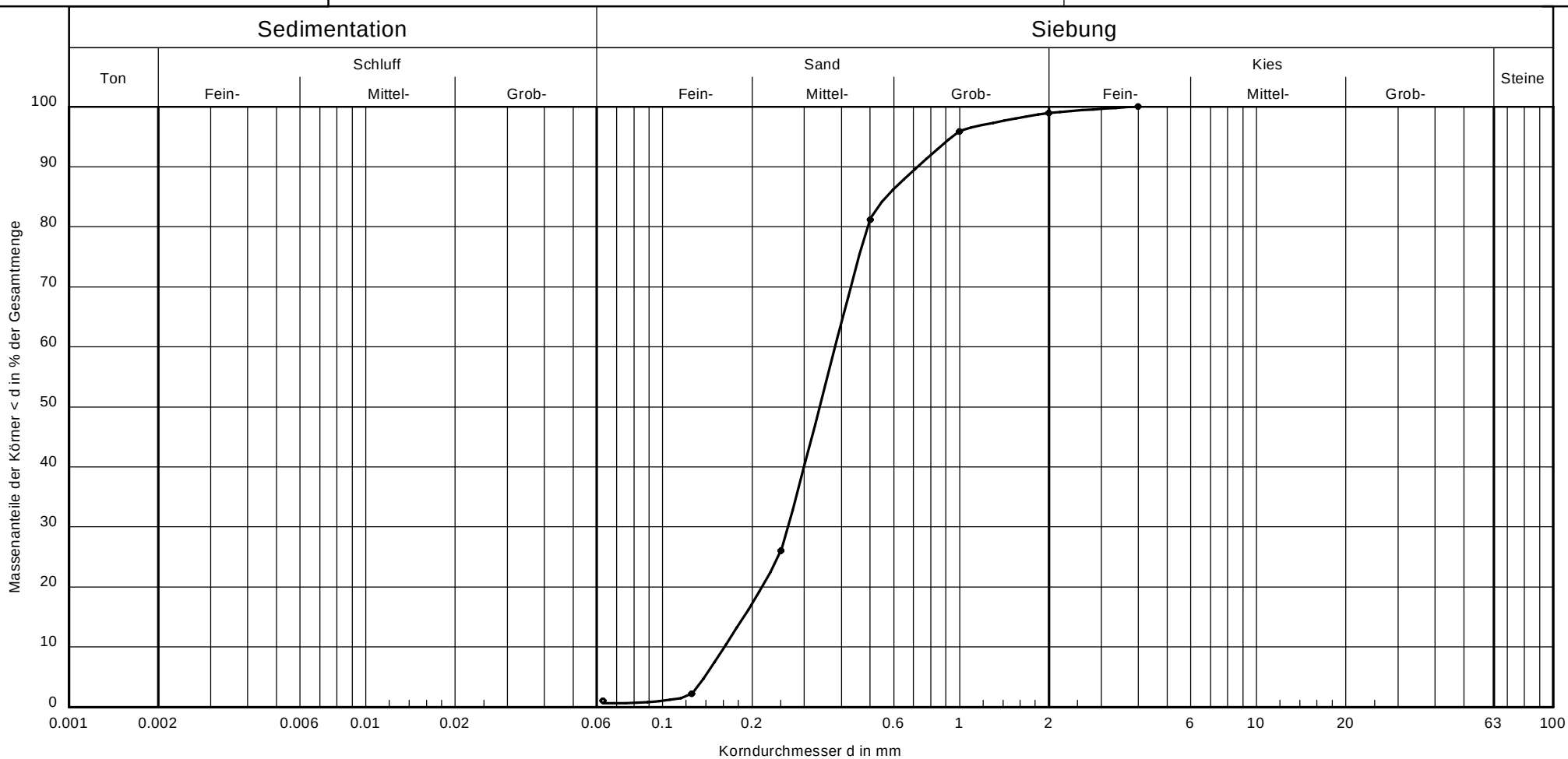
Probe entnommen am: 18.11.2021

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Trockensiebung

Bearbeiter: Grot

Datum: 01.12.2021



Bohrung:	KRB1, GP8
Tiefe [m]:	10.0
Bodenart DIN 4022:	mS, fs, gs'
Bodengruppe DIN 18196:	SE
T/U/S/G [%]:	- /0.6/98.3/1.0
Cu/Cc:	2.4/1.1
k [m/s] (Hazen):	$3.0 \cdot 10^{-4}$

Bemerkungen:

Rev 00

Geprüft: Bohn

 Projekt:
 618-1411
 Anlage:
 3.07

BESTIMMUNG DER KORNGRÖßENVERTEILUNG DIN EN ISO 17892-4:2017-04

Bauvorhaben:

HSE Sielneubau Süderstraße

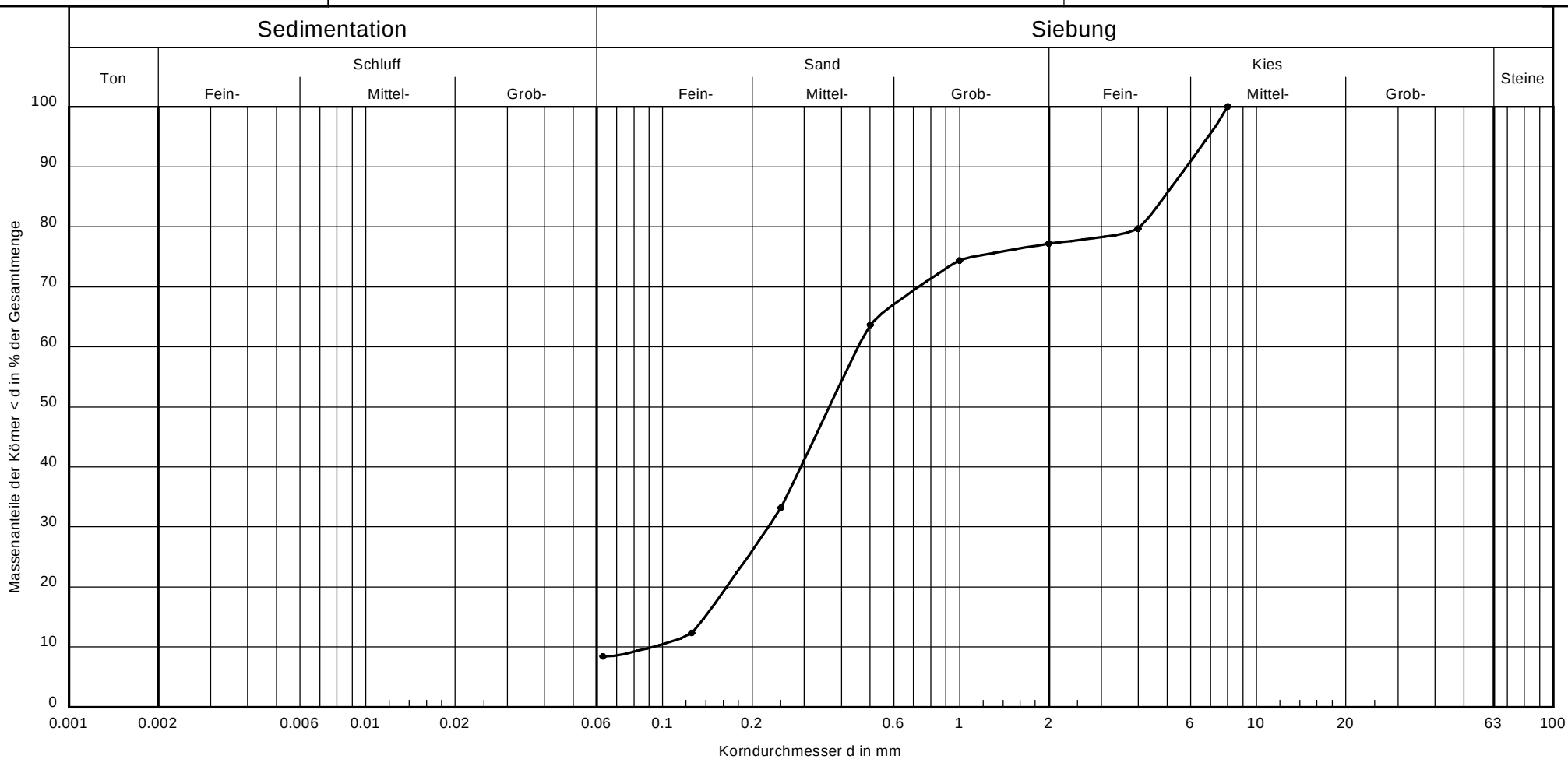
Probe entnommen am: 18.11.2021

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Nasssiebung

Bearbeiter: Grot

Datum: 01.12.2021



Bohrung:	KRB3, GP6
Tiefe [m]:	3,8 - 4.6
Bodenart DIN 4022:	mS, fs, u', gs', fg', mg'
Bodengruppe DIN 18196:	SU
T/U/S/G [%]:	- /8.5/68.7/22.8
Cu/Cc:	4.9/1.2
k [m/s] (Hazen):	-

Bemerkungen:

Rev 00

Geprüft: Bohn

 Projekt:
 618-1411
 Anlage:
 3.08

BESTIMMUNG DER KORNGRÖßENVERTEILUNG DIN EN ISO 17892-4:2017-04

Bauvorhaben:

HSE Sielneubau Süderstraße

Probe entnommen am: 17.11.2021

Art der Entnahme: gestört

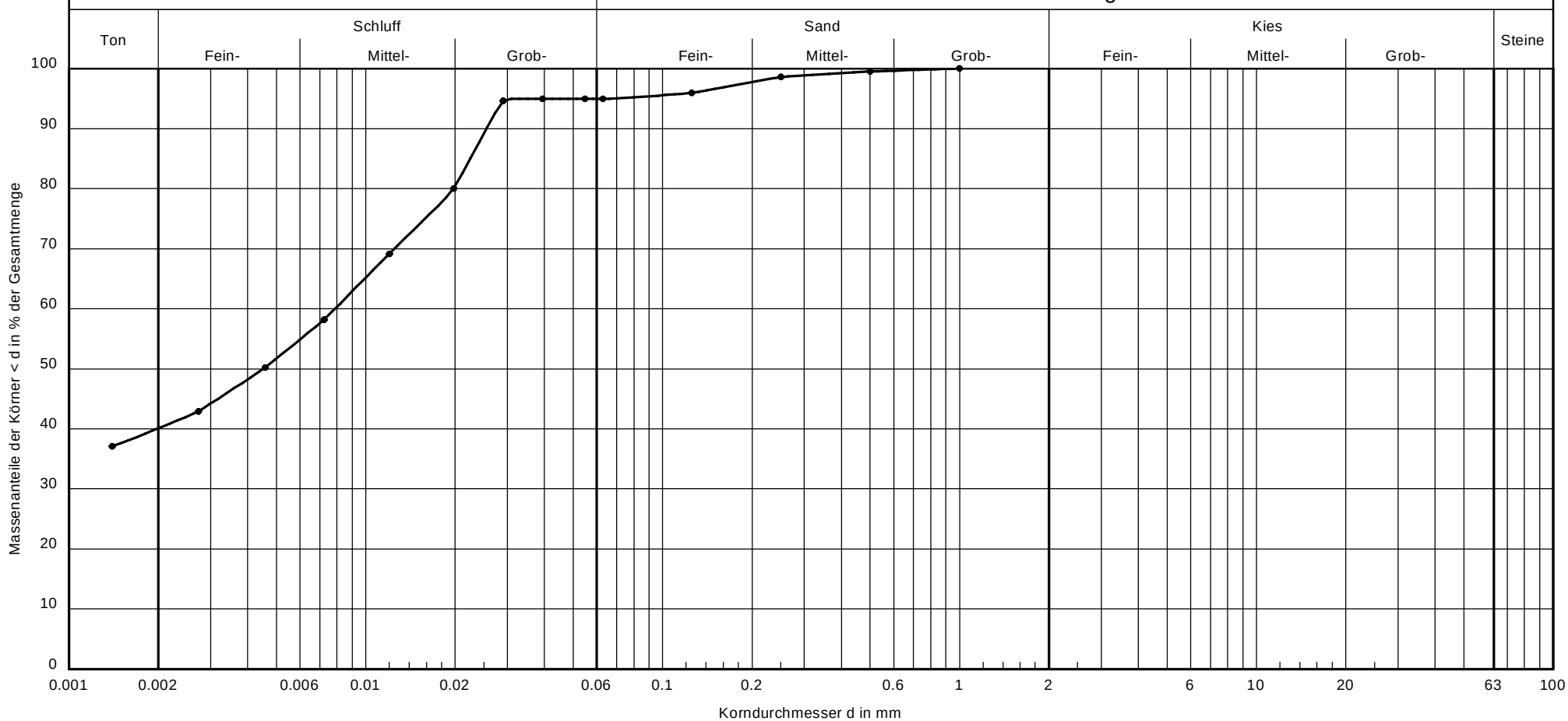
Arbeitsweise: Siebung + Sedimentation

Bearbeiter: Grot

Datum: 26.11. - 30.11.2021

Sedimentation

Siebung



Bohrung:	KRB5b, GP7
Tiefe [m]:	4,5 - 5,2
Bodenart DIN 4022:	T, U, s'
Bodengruppe DIN 18196:	k. A.
T/U/S/G [%]:	40.1/54.8/5.1/ -
Wassergehalt [%]:	44,6
Korndichte [g/cm³]	2,65 (geschätzt / gemessen)

Bemerkungen:

Rev 00

Geprüft: Bohn

 Projekt:
 618-1411
 Anlage:
 3.09

BESTIMMUNG DER KORNGRÖßENVERTEILUNG DIN EN ISO 17892-4:2017-04

Bauvorhaben:

HSE Sielneubau Süderstraße

Probe entnommen am: 17.11.2021

Art der Entnahme: gestört

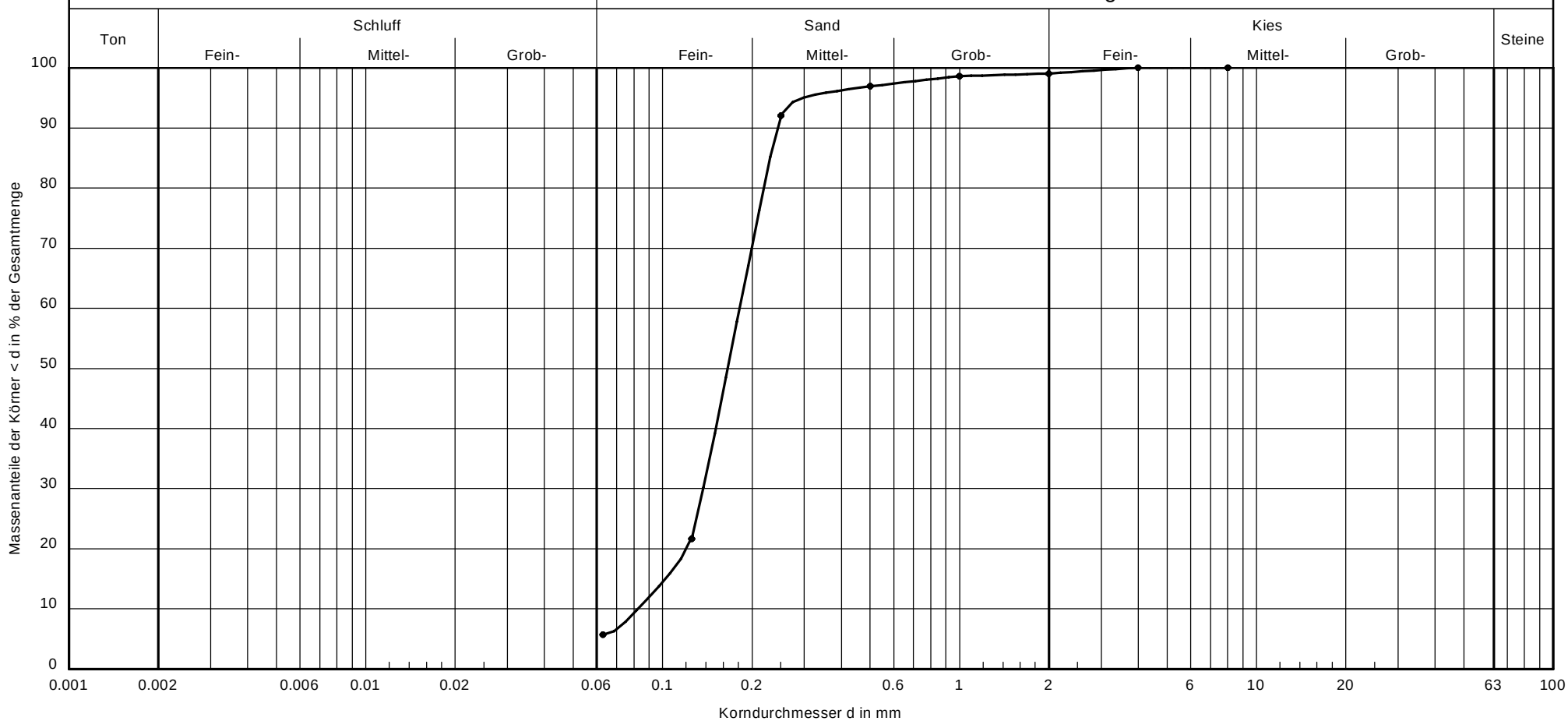
Arbeitsweise: Nasssiebung

Bearbeiter: Grot

Datum: 26.11.2021

Sedimentation

Siebung



Bohrung:

KRB6, GP5

Tiefe [m]:

4.5 - 5,8

Bodenart DIN 4022:

fS, ms, u'

Bodengruppe DIN 18196:

SU

T/U/S/G [%]:

- /5.7/93.4/0.9

Cu/Cc:

2.2/1.3

k [m/s] (Hazen):

-

Bemerkungen:

Rev 00

Geprüft: Bohn

 Projekt:
 618-1411
 Anlage:
 3.10

BESTIMMUNG DER KORNGRÖßENVERTEILUNG DIN EN ISO 17892-4:2017-04

Bauvorhaben:

HSE Sielneubau Süderstraße

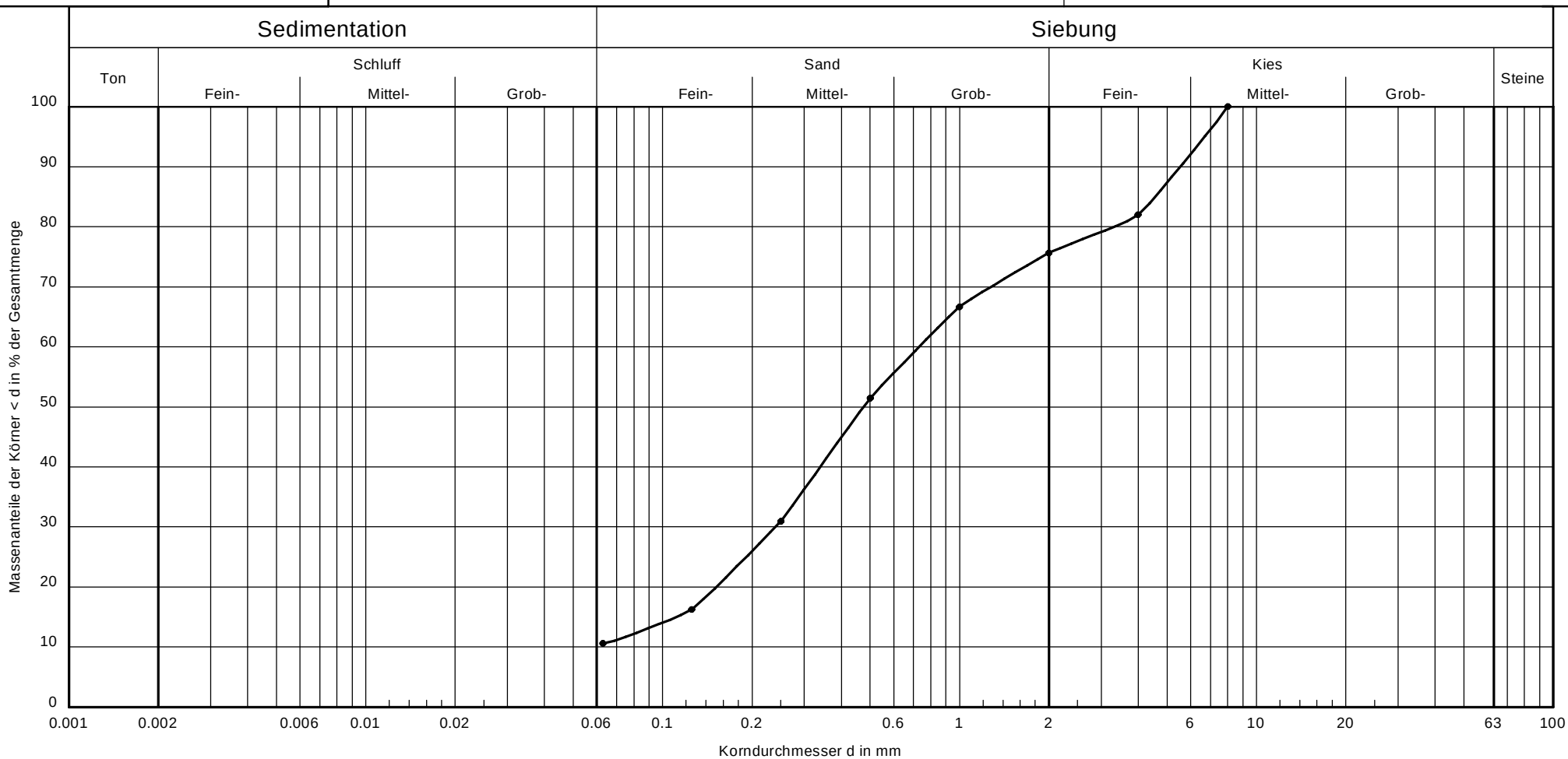
Probe entnommen am: 15.11.2021

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Nasssiebung

Bearbeiter: Grot

Datum: 27.11.2021



Bohrung:	KRB7, GP1
Tiefe [m]:	0,0 - 1,1
Bodenart DIN 4022:	S, fg, u', mg'
Bodengruppe DIN 18196:	SU
T/U/S/G [%]:	- /10.6/65.1/24.4
Cu/Cc:	-/-
k [m/s] (Hazen):	-

Bemerkungen:

Rev 00

Geprüft: Bohn

 Projekt:
 618-1411
 Anlage:
 3.11

BESTIMMUNG DER KORNGRÖßENVERTEILUNG DIN EN ISO 17892-4:2017-04

Bauvorhaben:

HSE Sielneubau Süderstraße

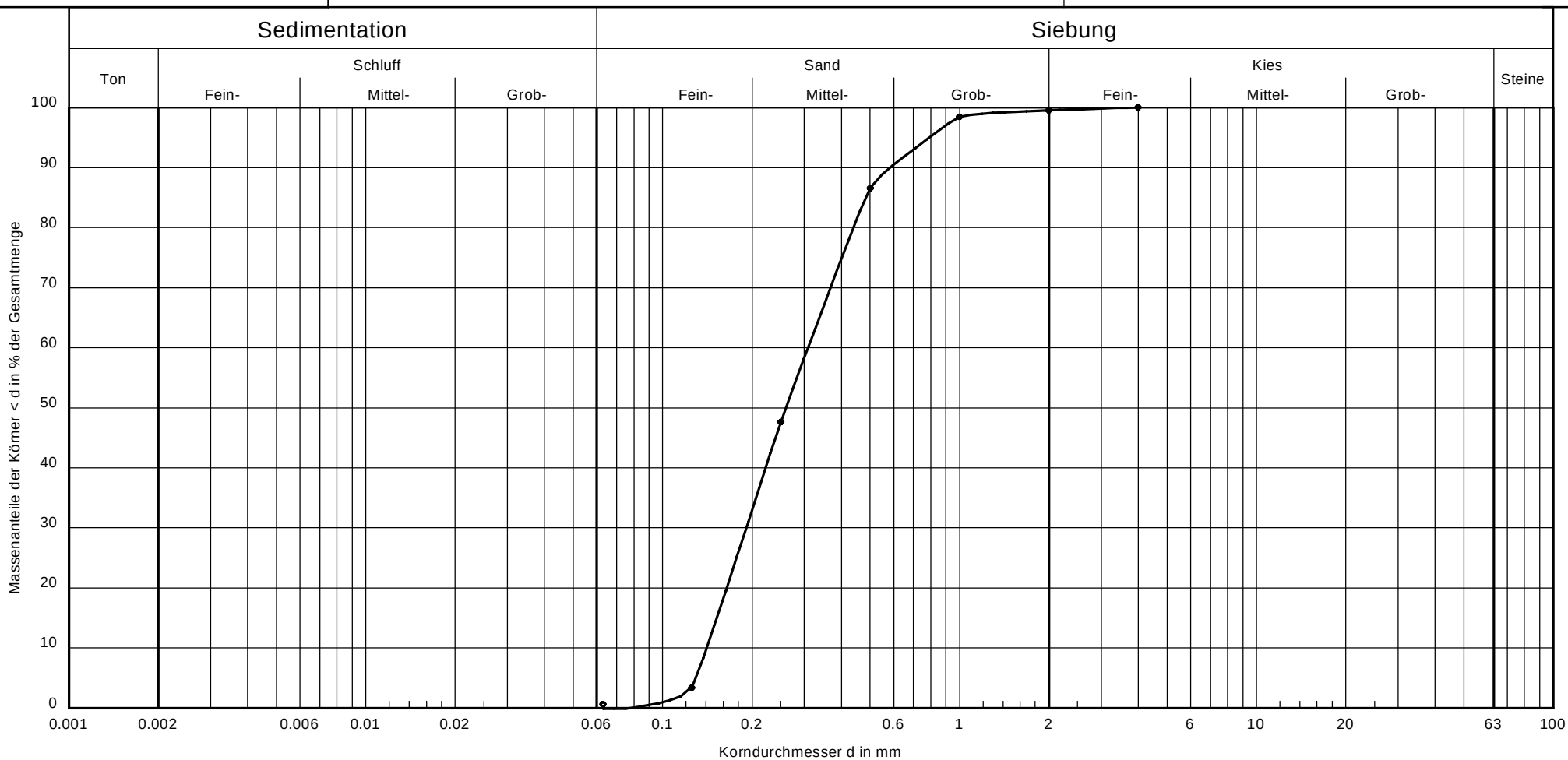
Probe entnommen am: 15.11.2021

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Trockensiebung

Bearbeiter: Grot

Datum: 26.11.2021



Bohrung:	KRB7, GP7
Tiefe [m]:	9,3
Bodenart DIN 4022:	mS, fS, gs'
Bodengruppe DIN 18196:	SE
T/U/S/G [%]:	- / - /99.5/0.5
Cu/Cc:	2.2/0.8
k [m/s] (Hazen):	$2.3 \cdot 10^{-4}$

Bemerkungen:

Rev 00

Geprüft: Bohn

 Projekt:
 618-1411
 Anlage:
 3.12

BESTIMMUNG DER KORNGRÖßENVERTEILUNG DIN EN ISO 17892-4:2017-04

Bauvorhaben:

HSE Sielneubau Süderstraße

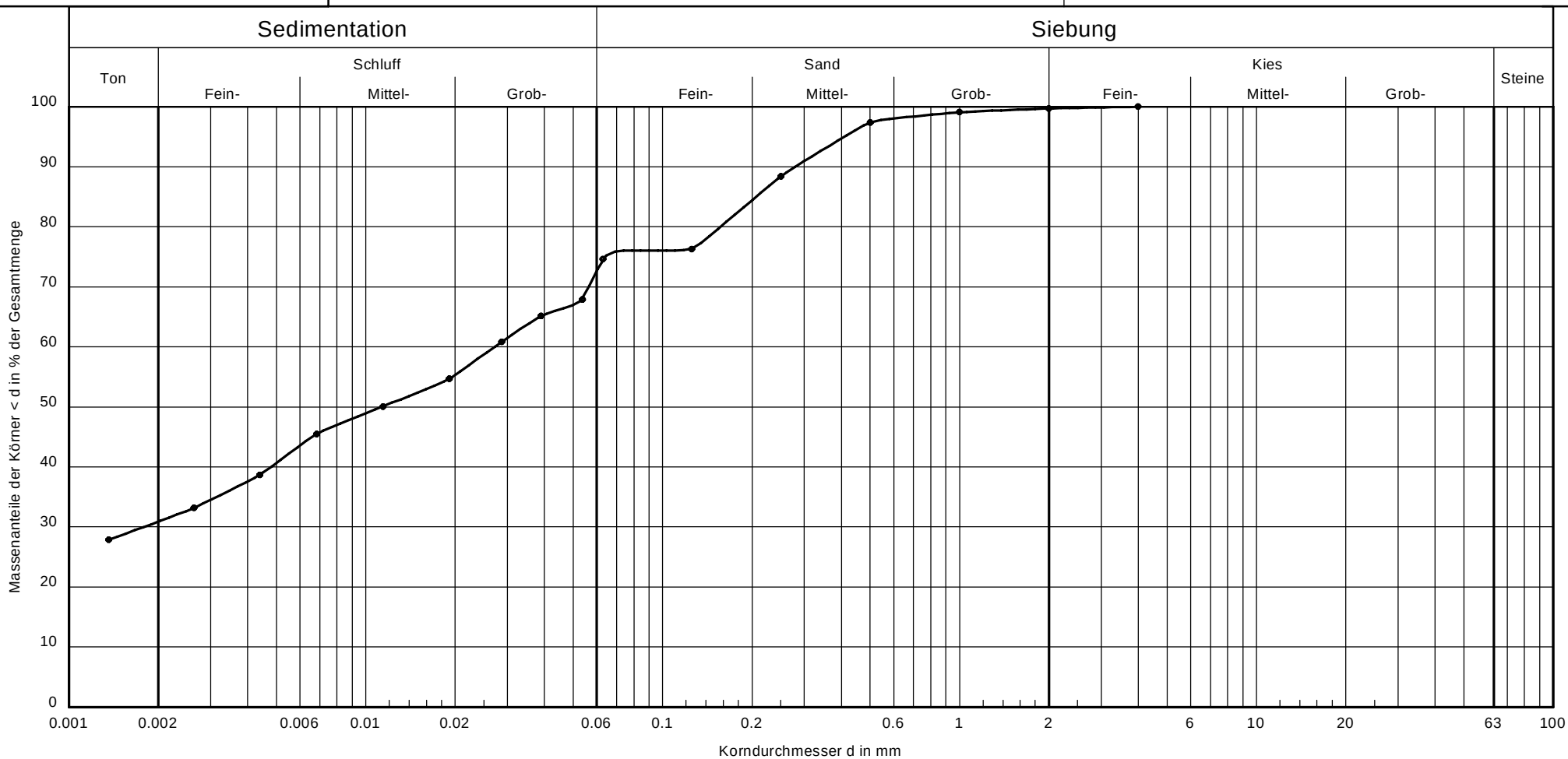
Probe entnommen am: 15.11.2021

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Siebung + Sedimentation

Bearbeiter: Grot

Datum: 26. - 30.11.2021



Bohrung:	KRB8, GP4
Tiefe [m]:	4,0 - 4,5
Bodenart DIN 4022:	U, ȩ, fs', ms'
Bodengruppe DIN 18196:	k. A.
T/U/S/G [%]:	30.9/43.5/25.3/0.3
Wassergehalt [%]:	43,5
Korndichte [g/cm³]	2,65 (geschätzt / gemessen)

Bemerkungen:

Rev 00

Geprüft: Bohn

 Projekt:
 618-1411
 Anlage:
 3.13

BESTIMMUNG DER KORNGRÖßENVERTEILUNG DIN EN ISO 17892-4:2017-04

Bauvorhaben:

HSE Sielneubau Süderstraße

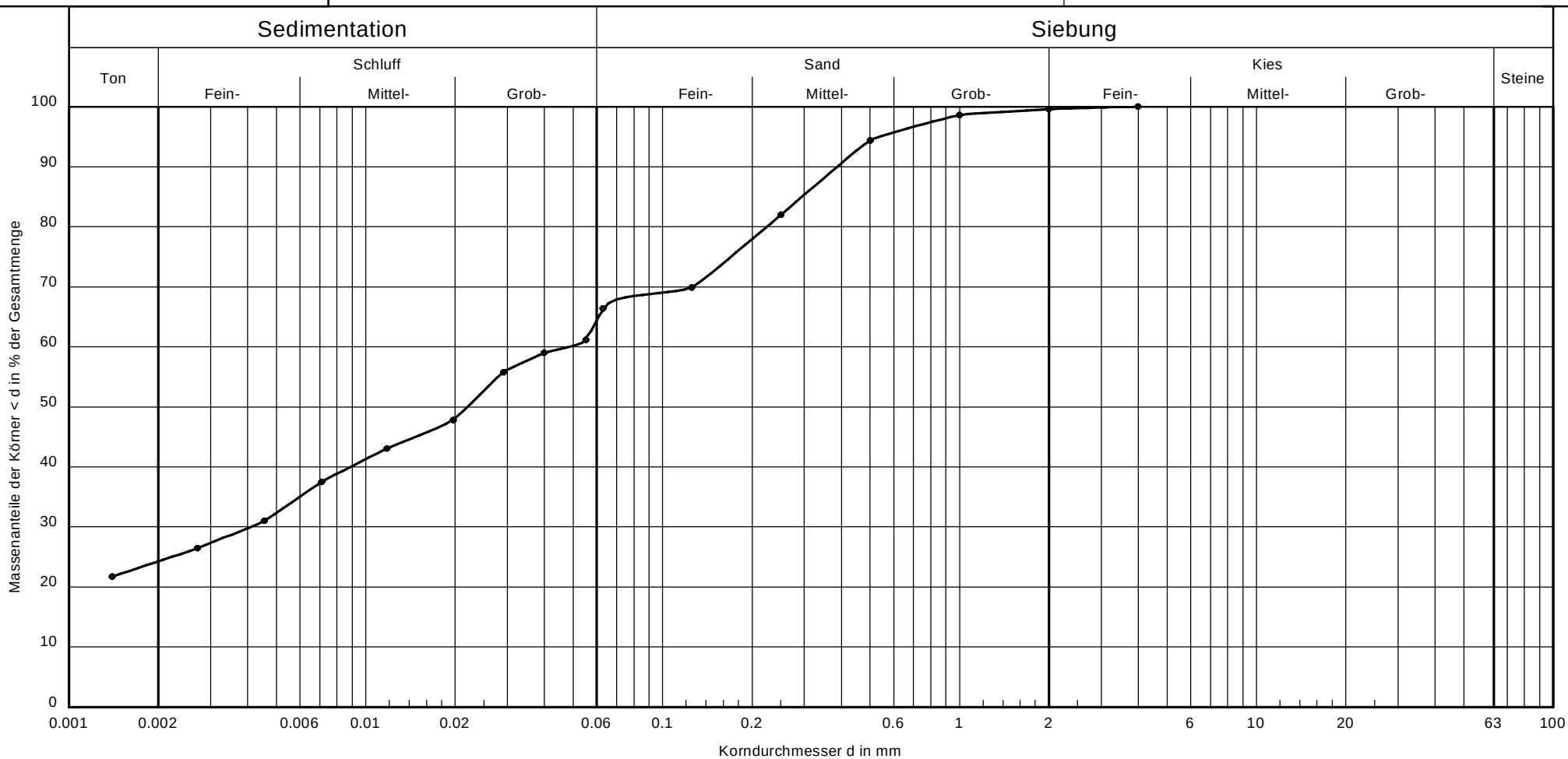
Probe entnommen am: 11.11.2021

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Siebung + Sedimentation

Bearbeiter: Grot

Datum: 26. - 30.11.2021



Bohrung:	KRB11, GP5
Tiefe [m]:	5,8
Bodenart DIN 4022:	U, t, ms, fs'
Bodengruppe DIN 18196:	k. A.
T/U/S/G [%]:	24.3/41.8/33.5/0.4
Wassergehalt [%]:	34,8
Korndichte [g/cm³]	2,65 (geschätzt / gemessen)

Bemerkungen:

Rev 00

Geprüft: Bohn

 Projekt:
 618-1411
 Anlage:
 3.14

BESTIMMUNG DER KORNGRÖßENVERTEILUNG DIN EN ISO 17892-4:2017-04

Bauvorhaben:

HSE Sielneubau Süderstraße

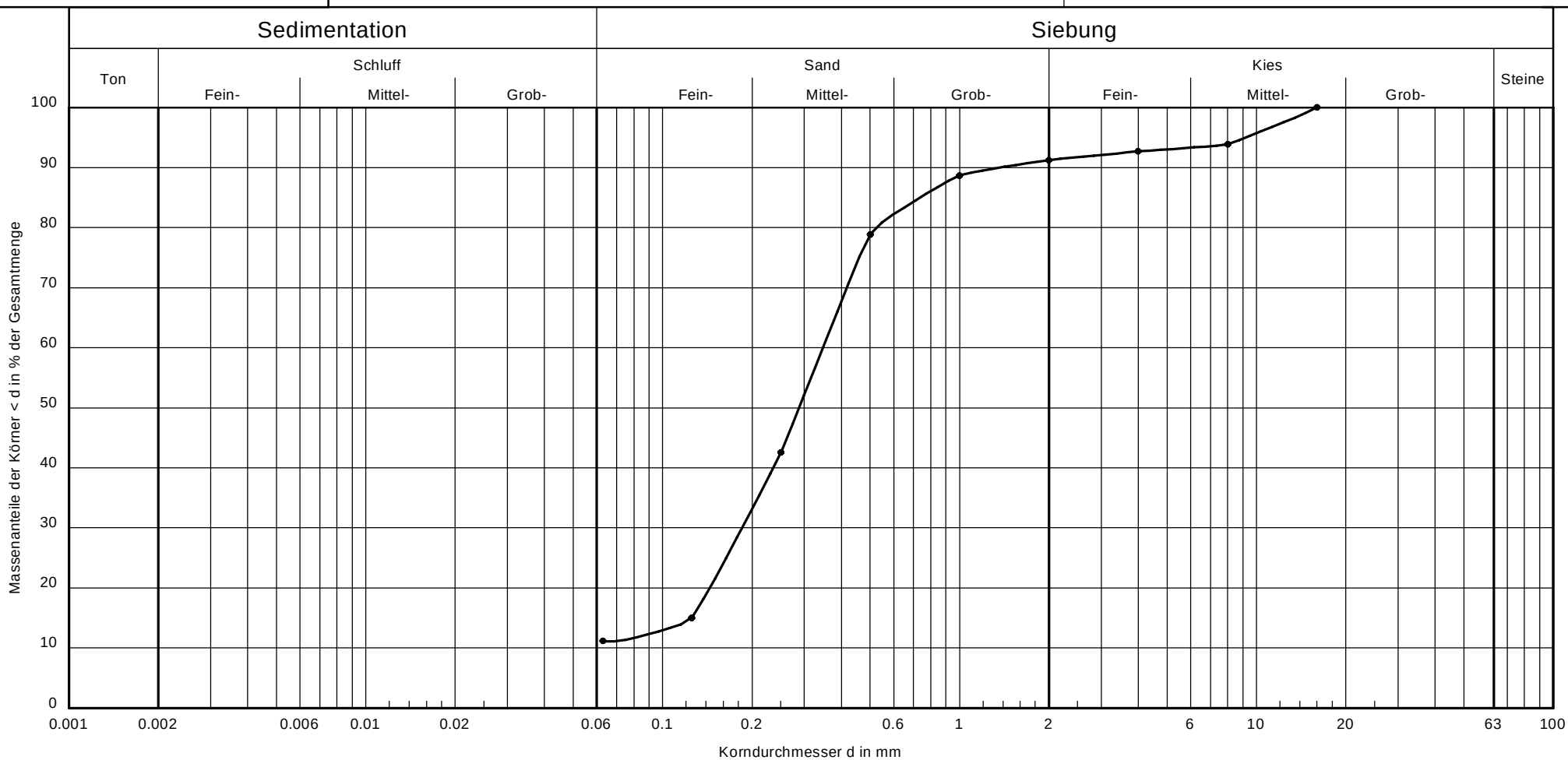
Probe entnommen am: 23.11.2021

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Nasssiebung

Bearbeiter: Grot

Datum: 08.12.2021



Bohrung:

KRB15, GP3

Tiefe [m]:

1,80 - 3,80

Bodenart DIN 4022:

mS, fs, u', gs', mg'

Bodengruppe DIN 18196:

SU

T/U/S/G [%]:

- /11.1/80.2/8.8

Cu/Cc:

-/-

k [m/s] (Hazen):

-

Bemerkungen:

Rev 00

Geprüft: Bohn

 Projekt:
 618-1411
 Anlage:
 3.15

BESTIMMUNG DER KORNGRÖßENVERTEILUNG DIN EN ISO 17892-4:2017-04

Bauvorhaben:

HSE Sielneubau Süderstraße

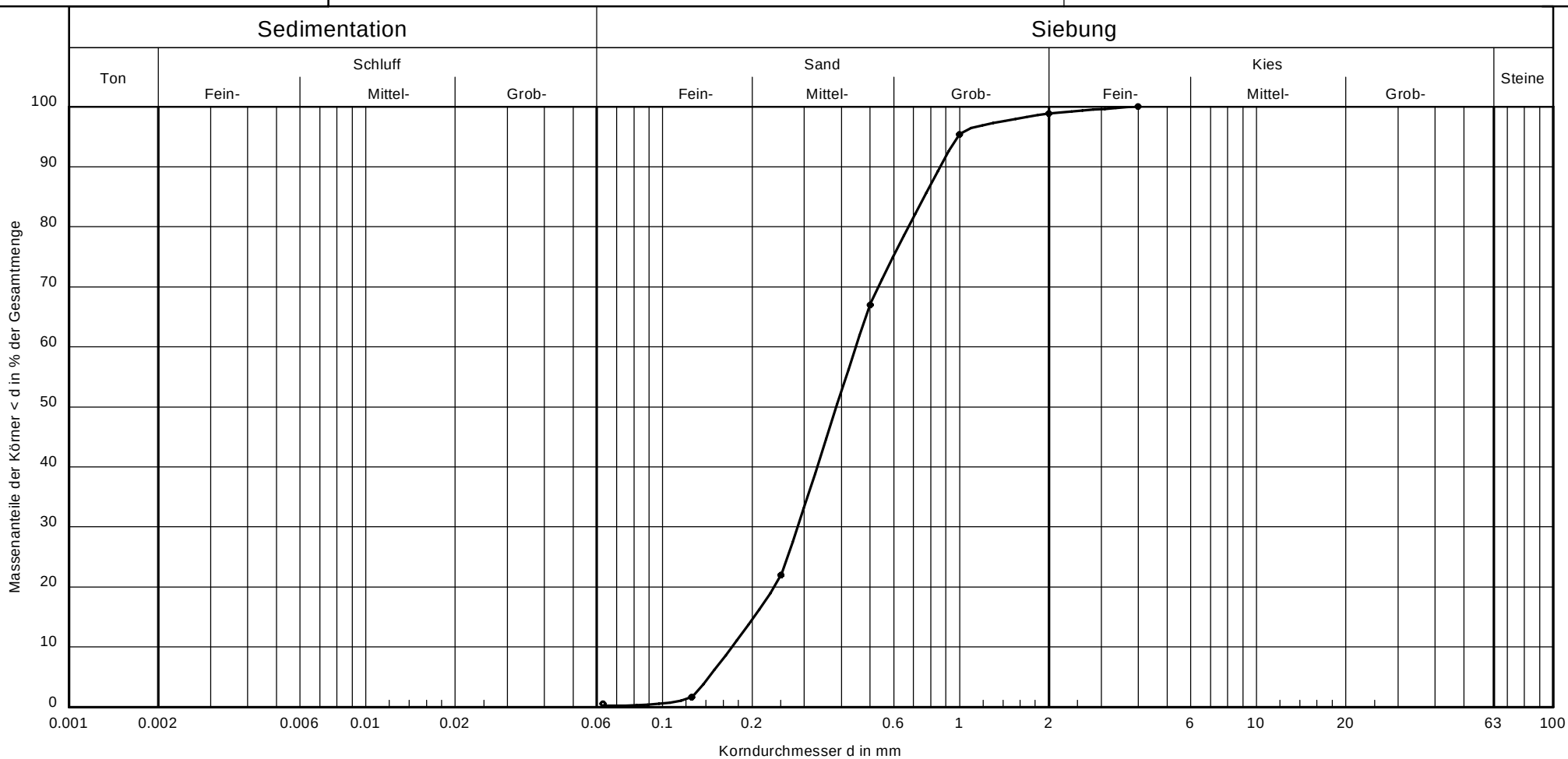
Probe entnommen am: 23.11.2021

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Trockensiebung

Bearbeiter: Grot

Datum: 08.12.2021



Bohrung:	KRB15, GP11
Tiefe [m]:	13,50
Bodenart DIN 4022:	mS, gs, fs'
Bodengruppe DIN 18196:	SE
T/U/S/G [%]:	- /0.2/98.6/1.2
Cu/Cc:	2.6/1.1
k [m/s] (Hazen):	$3.4 \cdot 10^{-4}$

Bemerkungen:

Rev 00

Geprüft: Bohn

 Projekt:
 618-1411
 Anlage:
 3.16

BESTIMMUNG DER KORNGRÖßENVERTEILUNG DIN EN ISO 17892-4:2017-04

Bauvorhaben:

HSE Sielneubau Süderstraße

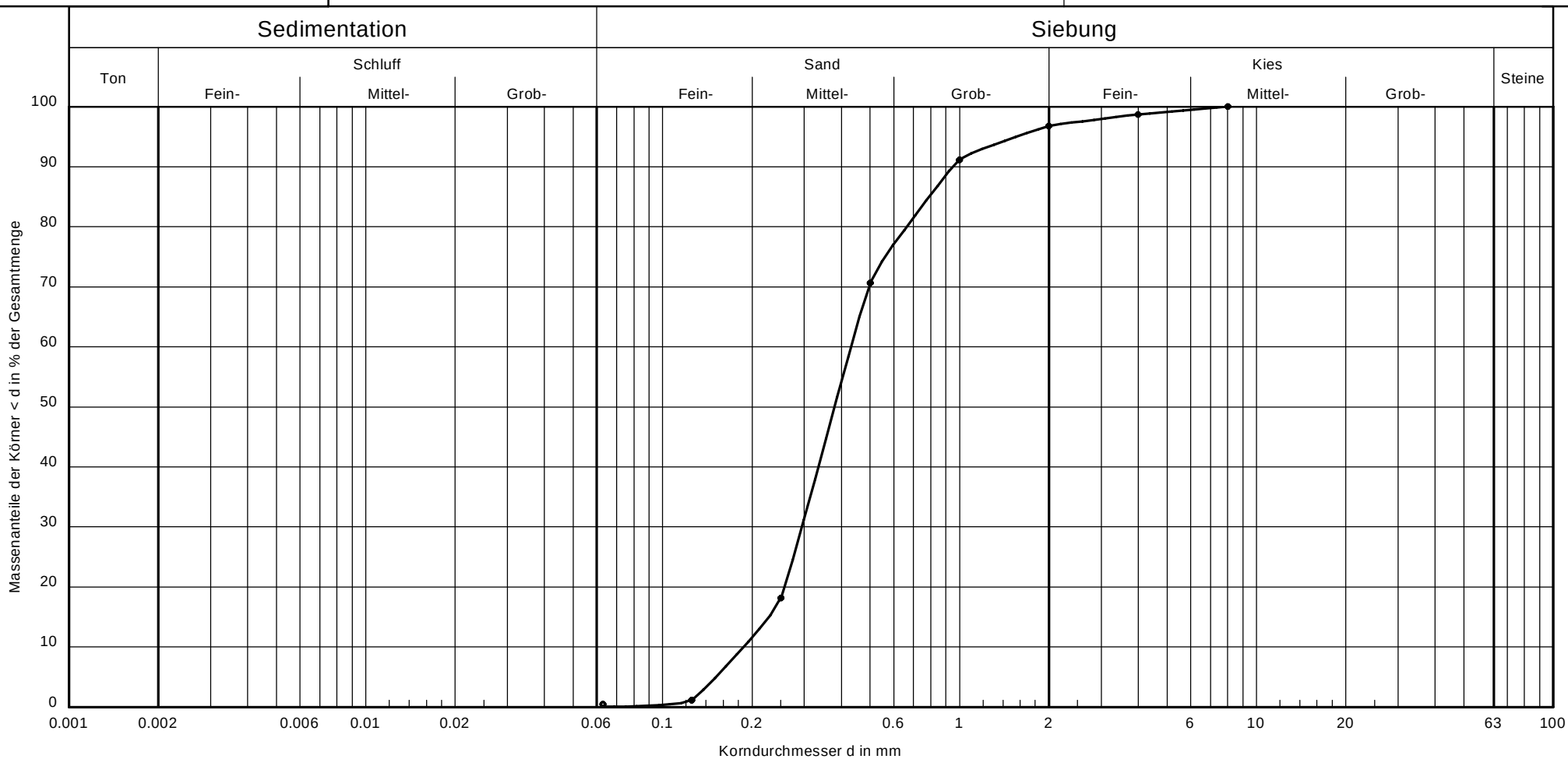
Probe entnommen am: 22.11.2021

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Trockensiebung

Bearbeiter: Grot

Datum: 26.11.2021



Bohrung:	KRB16, GP4
Tiefe [m]:	2,6 - 4,2
Bodenart DIN 4022:	mS, gs, fs'
Bodengruppe DIN 18196:	SE
T/U/S/G [%]:	- /0.1/96.6/3.3
Cu/Cc:	2.3/1.1
k [m/s] (Hazen):	$4.1 \cdot 10^{-4}$

Bemerkungen:

Rev 00

Geprüft: Bohn

 Projekt:
 618-1411
 Anlage:
 3.17

BESTIMMUNG DER KORNGRÖßENVERTEILUNG DIN EN ISO 17892-4:2017-04

Bauvorhaben:

HSE Sielneubau Süderstraße

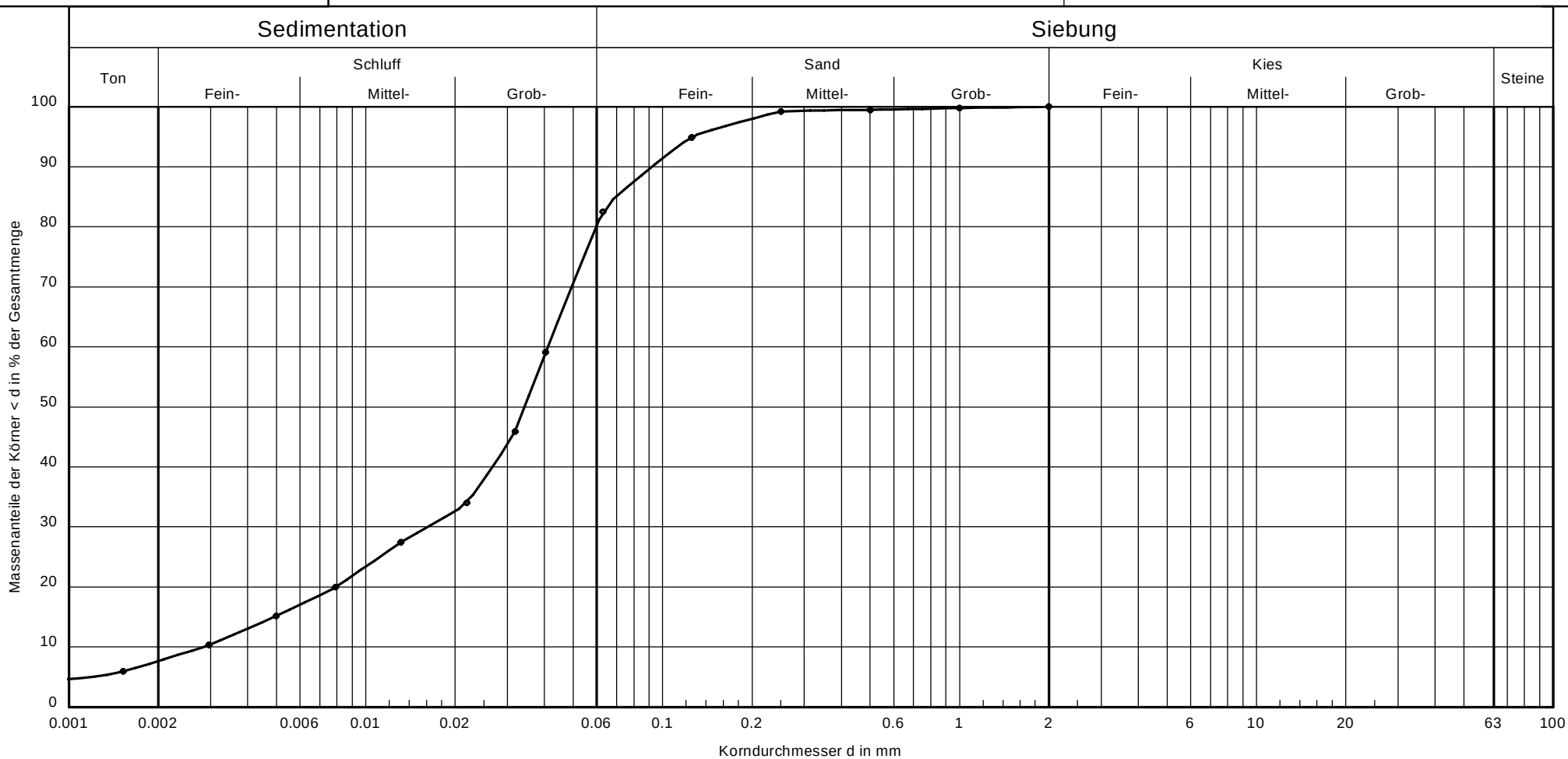
Probe entnommen am: 22.11.2021

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Siebung + Sedimentation

Bearbeiter: Grot

Datum: 26.11. - 30.11.2021



Bohrung:	KRB16, GP8
Tiefe [m]:	7,6 - 9,2
Bodenart DIN 4022:	U, fs, t'
Bodengruppe DIN 18196:	k. A.
T/U/S/G [%]:	7.7/74.4/17.9/ -
Wassergehalt [%]:	34,0
Korndichte [g/cm³]	2,65 (geschätzt / gemessen)

Bemerkungen:

Rev 00

Geprüft: Bohn

 Projekt:
 618-1411
 Anlage:
 3.18

BESTIMMUNG DER KORNGRÖßENVERTEILUNG DIN EN ISO 17892-4:2017-04

Probe entnommen am: 25.11.2021

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Nasssiebung

Bearbeiter: Grot

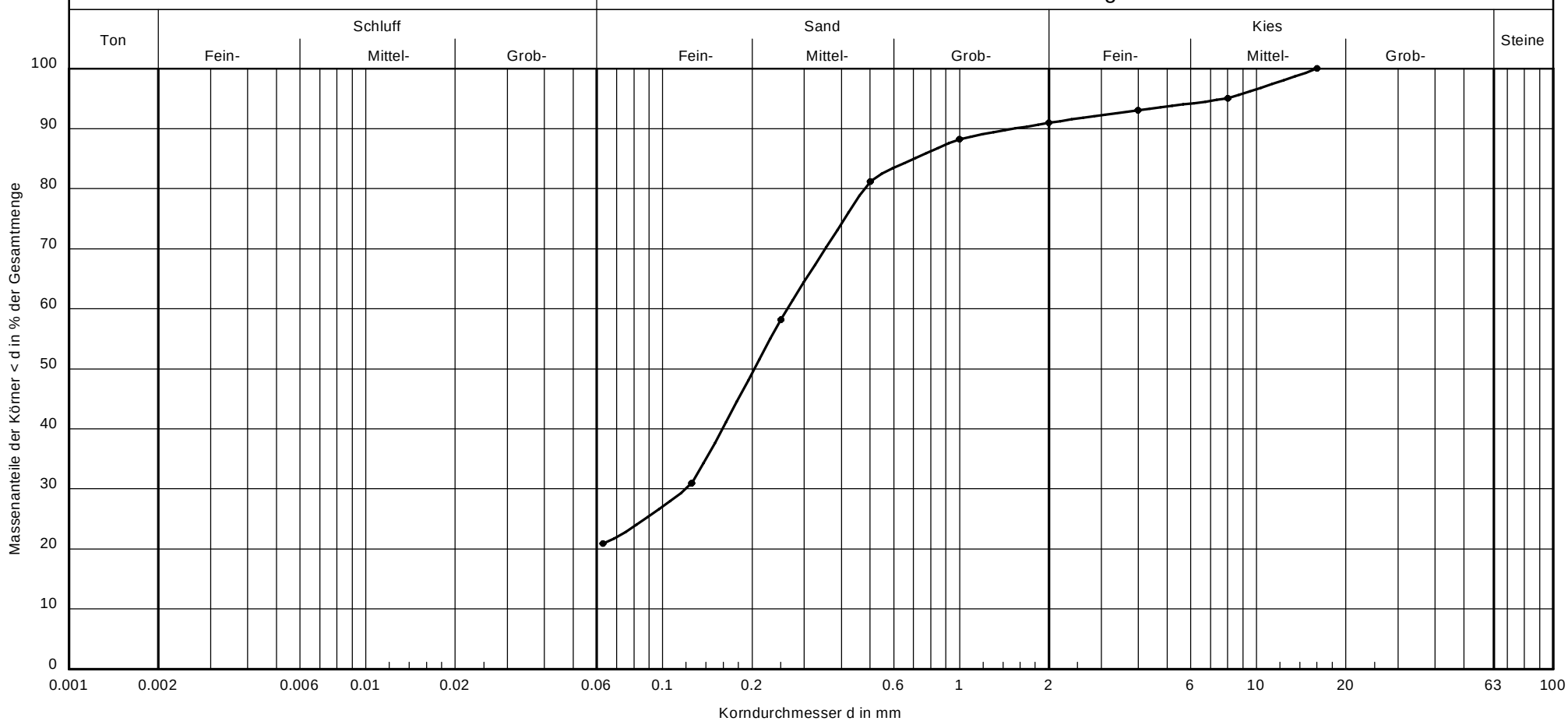
Datum: 08.12.2021

Bauvorhaben:

HSE Sielneubau Süderstraße

Sedimentation

Siebung



Bohrung:	KRB19, GP5
Tiefe [m]:	1,80 - 3,50
Bodenart DIN 4022:	S, u, mg'
Bodengruppe DIN 18196:	SU*
T/U/S/G [%]:	- /20.9/70.1/9.0
Cu/Cc:	-/-
k [m/s] (Hazen):	-

Bemerkungen:

Rev 00

Geprüft: Bohn

 Projekt:
 618-1411
 Anlage:
 3.19

BESTIMMUNG DER KORNGRÖßENVERTEILUNG DIN EN ISO 17892-4:2017-04

Bauvorhaben:

HSE Sielneubau Süderstraße

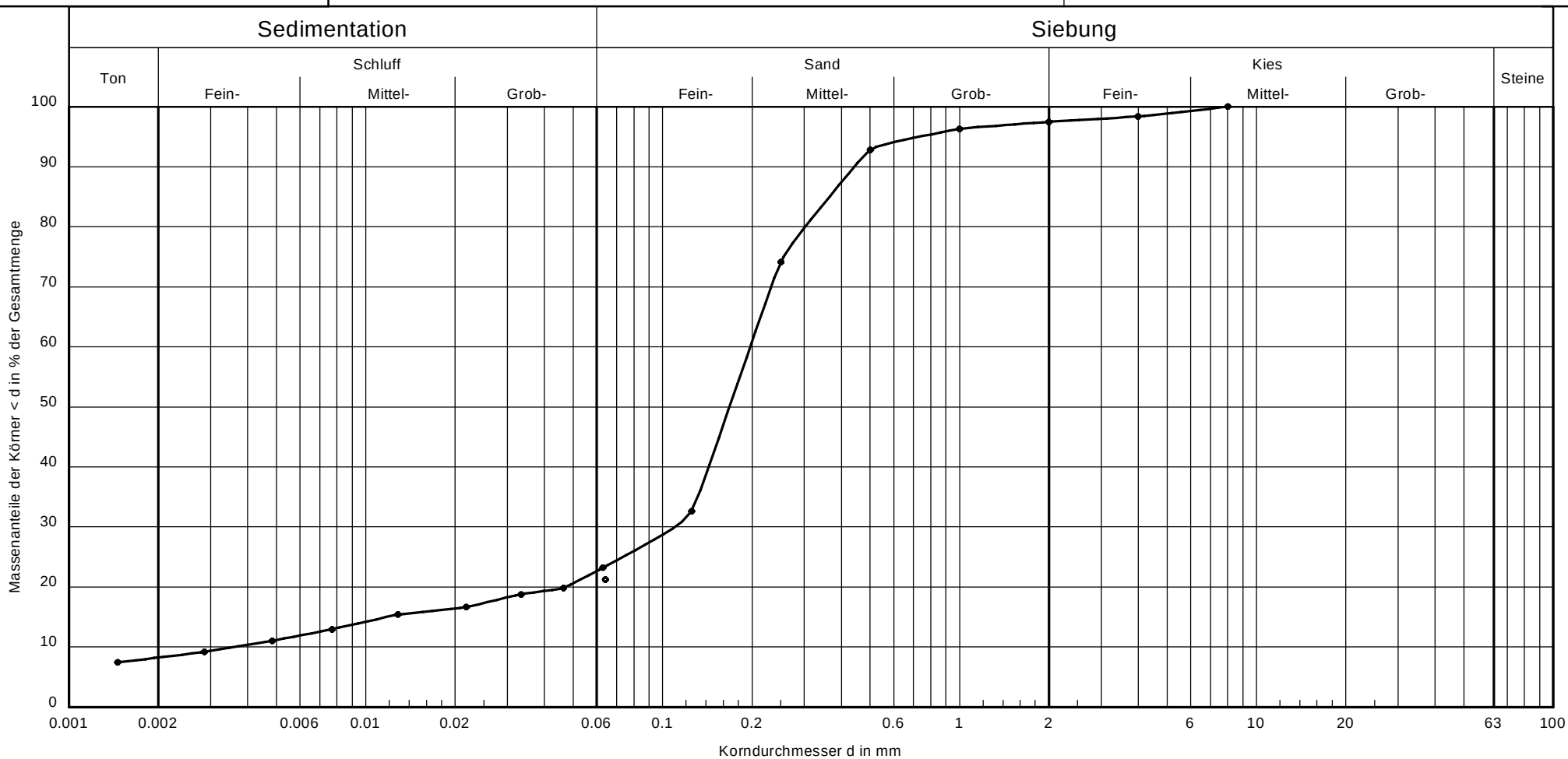
Probe entnommen am: 25.11.2021

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Siebung + Sedimentation

Bearbeiter: Grot

Datum: 08.12. - 09.12.2021



Bohrung:	KRB19, GP6
Tiefe [m]:	3,5 - 4,9
Bodenart DIN 4022:	S, t', u'
Bodengruppe DIN 18196:	SU*
T/U/S/G [%]:	8.2/15.0/74.3/2.5
Wassergehalt [%]:	k.A.
Korndichte [g/cm³]	2,65 (geschätzt)

Bemerkungen:

Rev 00

Geprüft: Bohn

 Projekt:
 618-1411
 Anlage:
 3.20

BESTIMMUNG DER KORNGRÖßENVERTEILUNG DIN EN ISO 17892-4:2017-04

Probe entnommen am: 25.11.2021

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Trockensiebung

Bearbeiter: Grot

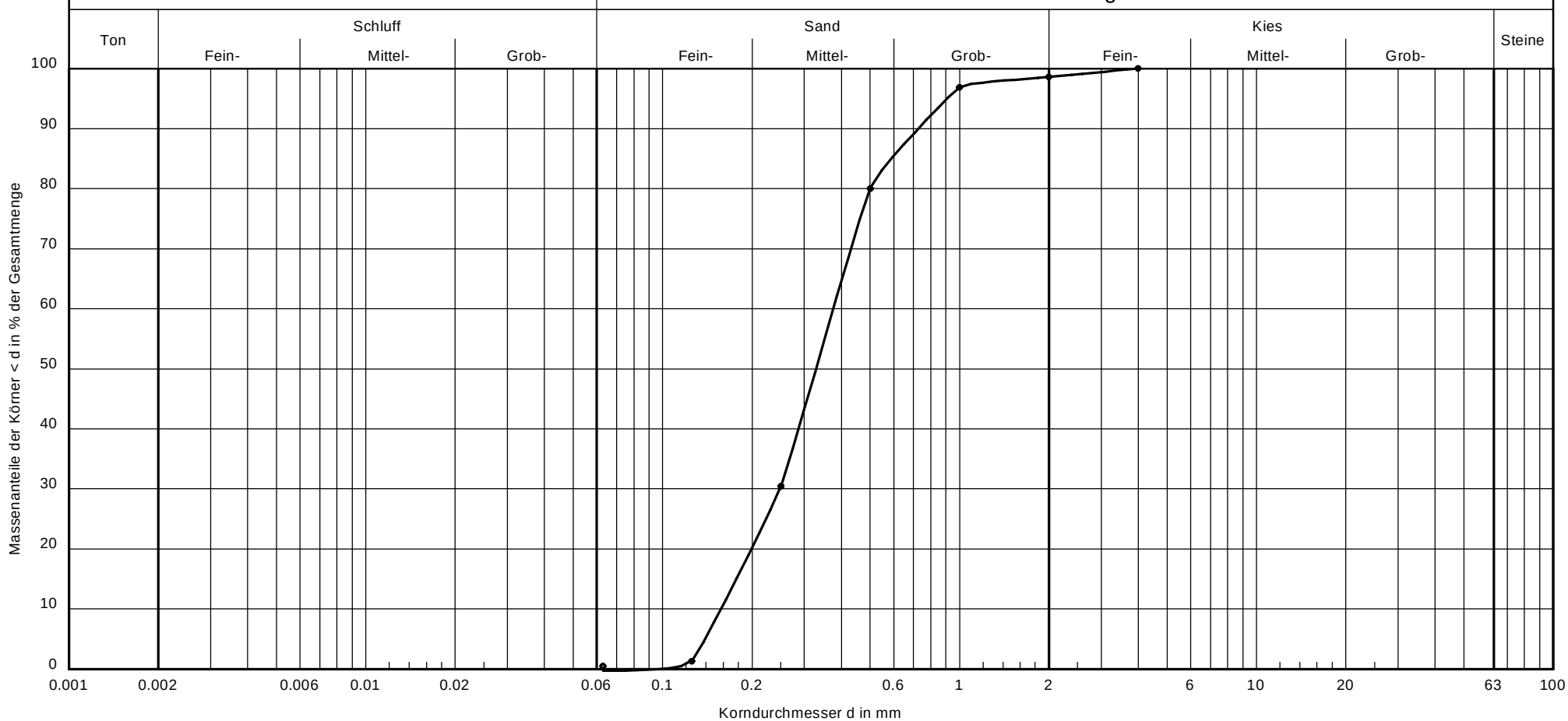
Datum: 08.12.2021

Bauvorhaben:

HSE Sielneubau Süderstraße

Sedimentation

Siebung



Bohrung:

KRB19, GP10

Tiefe [m]:

10,50

Bodenart DIN 4022:

mS, fs, gs'

Bodengruppe DIN 18196:

SE

T/U/S/G [%]:

- / - /98.6/1.4

Cu/Cc:

2.4/1.0

k [m/s] (Hazen):

 $2.9 \cdot 10^{-4}$

Bemerkungen:

Rev 00

Geprüft: Bohn

 Projekt:
 618-1411
 Anlage:
 3.21

BESTIMMUNG DER KORNGRÖßENVERTEILUNG DIN EN ISO 17892-4:2017-04

Bauvorhaben:

HSE Sielneubau Süderstraße

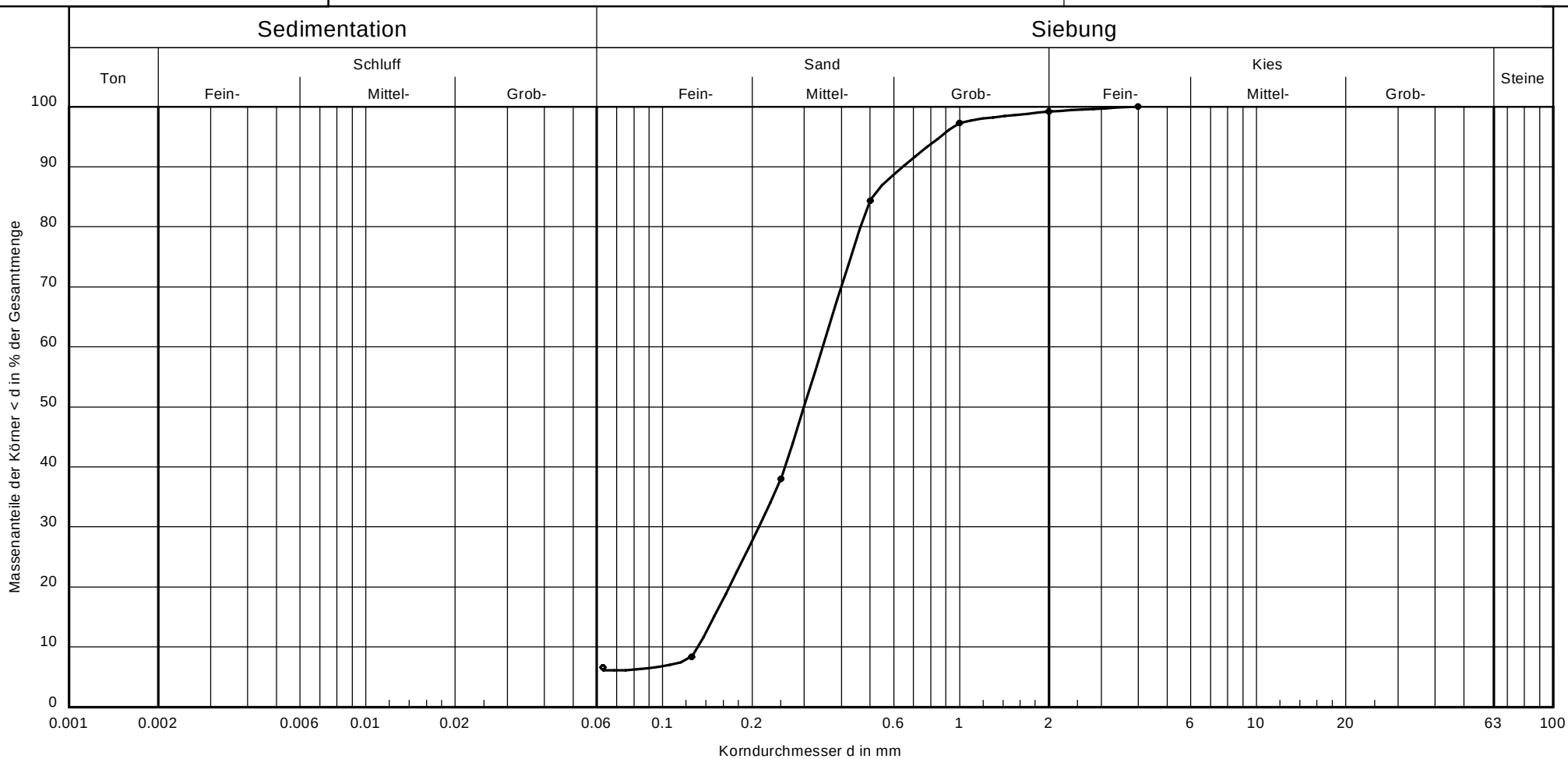
Probe entnommen am: 13.12.2021

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Nasssiebung

Bearbeiter: Grot

Datum: 16.12.2021



Bohrung:	KRB20, GP4
Tiefe [m]:	4.0 - 5.1
Bodenart DIN 4022:	mS, fs, u', gs'
Bodengruppe DIN 18196:	SU
T/U/S/G [%]:	- /6.1/93.1/0.8
Cu/Cc:	2.6/1.0
k [m/s] (Hazen):	$2.0 \cdot 10^{-4}$

Bemerkungen:

Rev 00

Geprüft: Bohn

 Projekt:
 618-1411
 Anlage:
 3.22

BESTIMMUNG DER KORNGRÖßENVERTEILUNG DIN EN ISO 17892-4:2017-04

Bauvorhaben:

HSE Sielneubau Süderstraße

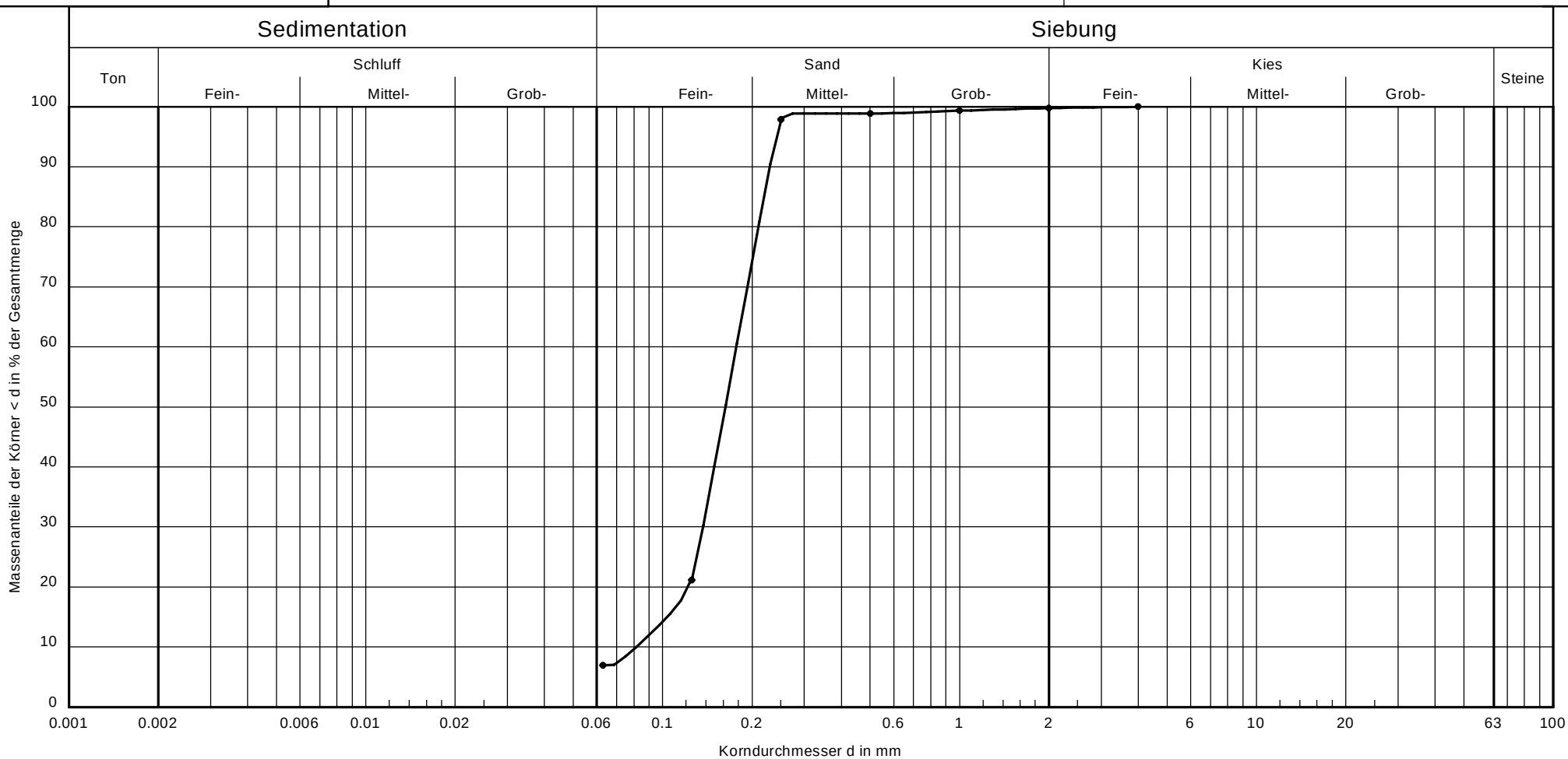
Probe entnommen am: 13.12.2021

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Nasssiebung

Bearbeiter: Grot

Datum: 16.12.2021



Bohrung:	KRB21, GP5
Tiefe [m]:	5.7 - 6.6
Bodenart DIN 4022:	fS, ms, u'
Bodengruppe DIN 18196:	SU
T/U/S/G [%]:	- /7.0/92.8/0.2
Cu/Cc:	2.2/1.3
k [m/s] (Hazen):	-

Bemerkungen:

Rev 00

Geprüft: Bohn

 Projekt:
 618-1411
 Anlage:
 3.23

BESTIMMUNG DER KORNGRÖßENVERTEILUNG DIN EN ISO 17892-4:2017-04

Bauvorhaben:

HSE Sielneubau Süderstraße

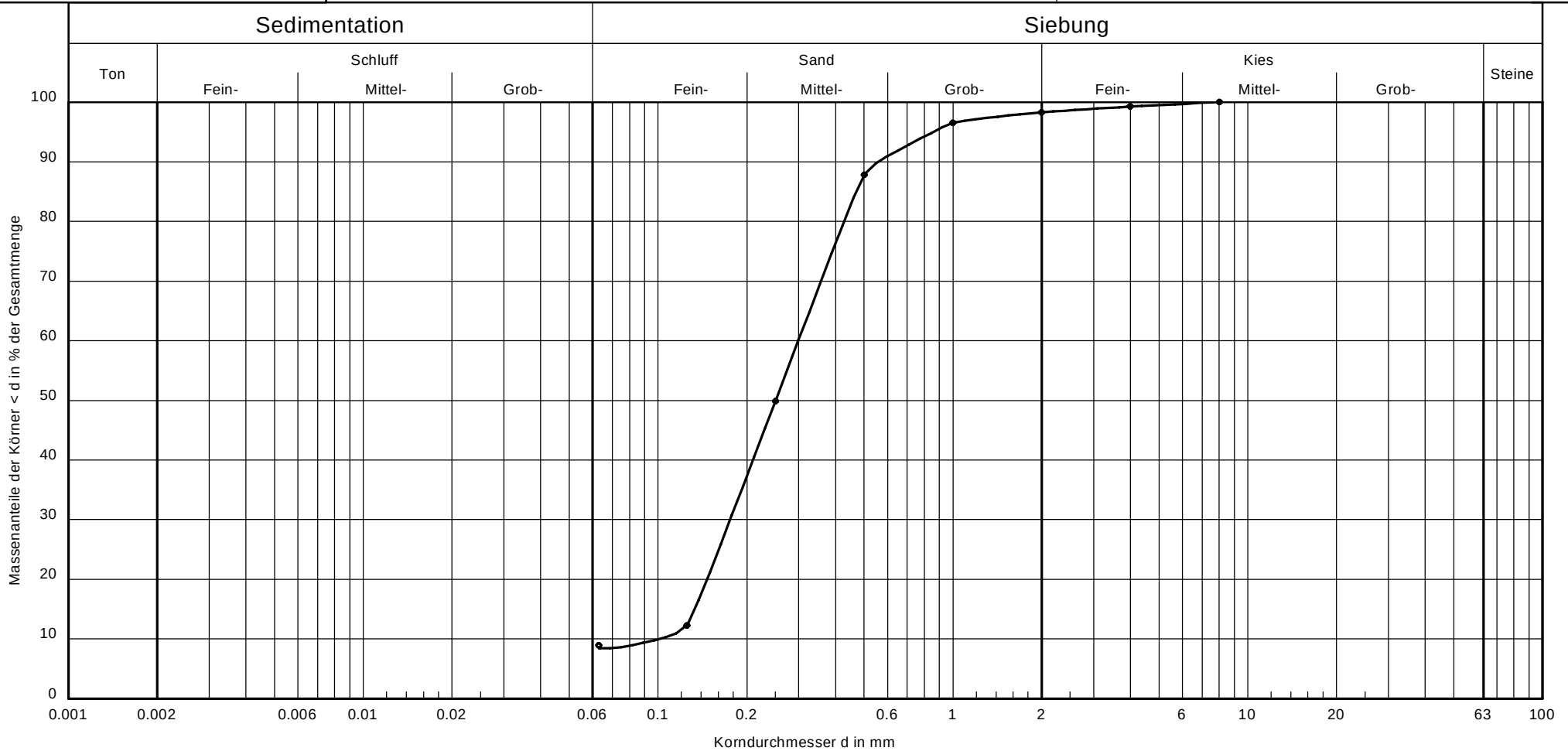
Probe entnommen am: 13.12.2021

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Nasssiebung

Bearbeiter: Grot

Datum: 16.12.2021



Bohrung:	KRB22, GP4
Tiefe [m]:	1.8-3.5
Bodenart DIN 4022:	mS, fs, u', gs'
Bodengruppe DIN 18196:	SU
T/U/S/G [%]:	- /8.4/89.9/1.7
Cu/Cc:	3.0/1.0
k [m/s] (Hazen):	$1.2 \cdot 10^{-4}$

Bemerkungen:

Rev 00

Geprüft: Bohn

 Projekt:
 618-1411
 Anlage:
 3.24

BESTIMMUNG DER KORNGRÖßENVERTEILUNG DIN EN ISO 17892-4:2017-04

Bauvorhaben:

HSE Sielneubau Süderstraße

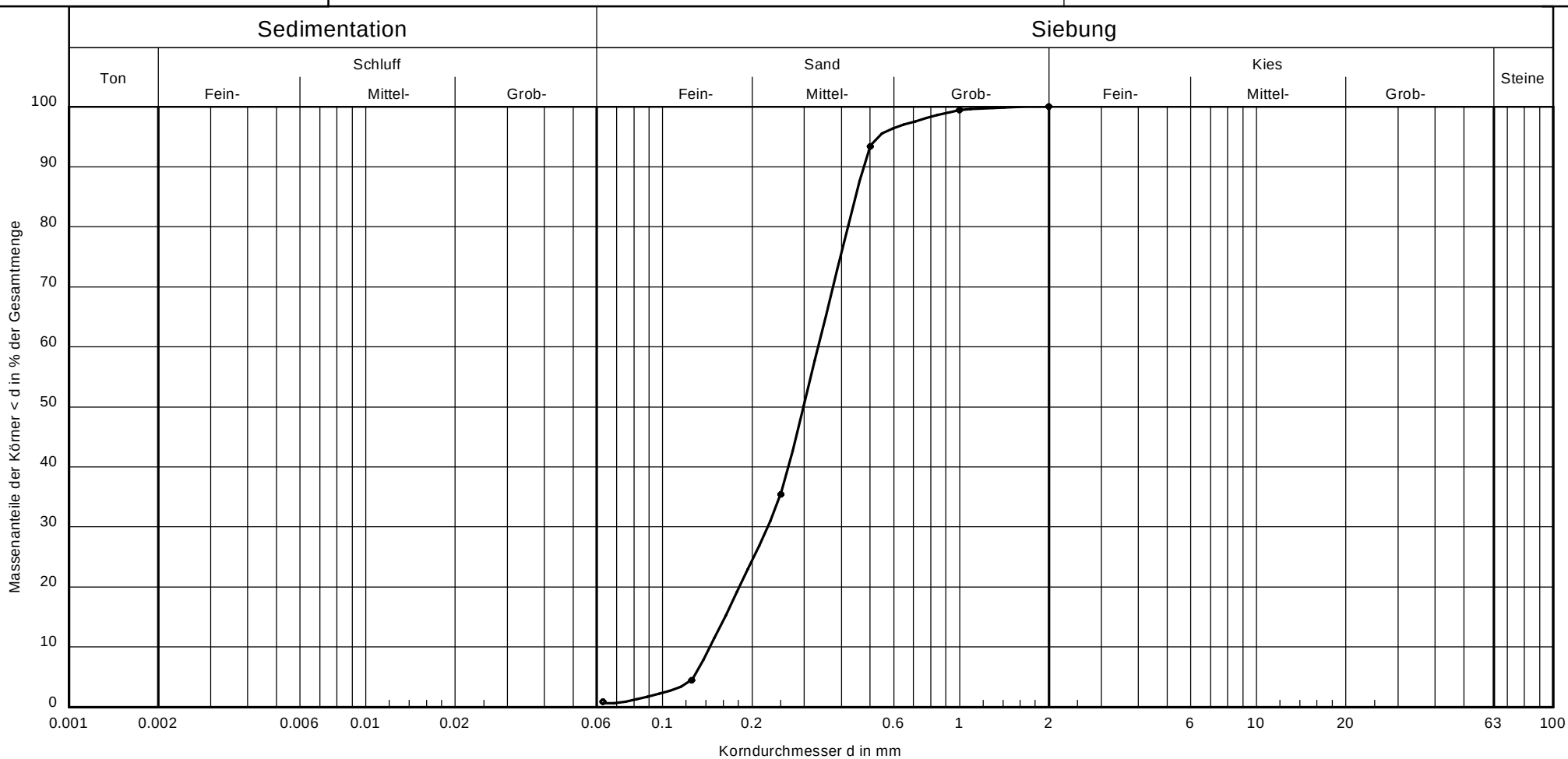
Probe entnommen am: 13.12.2021

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Trockensiebung

Bearbeiter: Grot

Datum: 16.12.2021



Bohrung:	KRB22, GP6
Tiefe [m]:	4.8 - 7.0
Bodenart DIN 4022:	mS, fs
Bodengruppe DIN 18196:	SE
T/U/S/G [%]:	- /0.6/99.4/ -
Cu/Cc:	2.3/1.1
k [m/s] (Hazen):	$2.4 \cdot 10^{-4}$

Bemerkungen:

Rev 00

Geprüft: Bohn

 Projekt:
 618-1411
 Anlage:
 3.25

BESTIMMUNG DER KORNGRÖßENVERTEILUNG DIN EN ISO 17892-4:2017-04

Bauvorhaben:

HSE Sielneubau Süderstraße

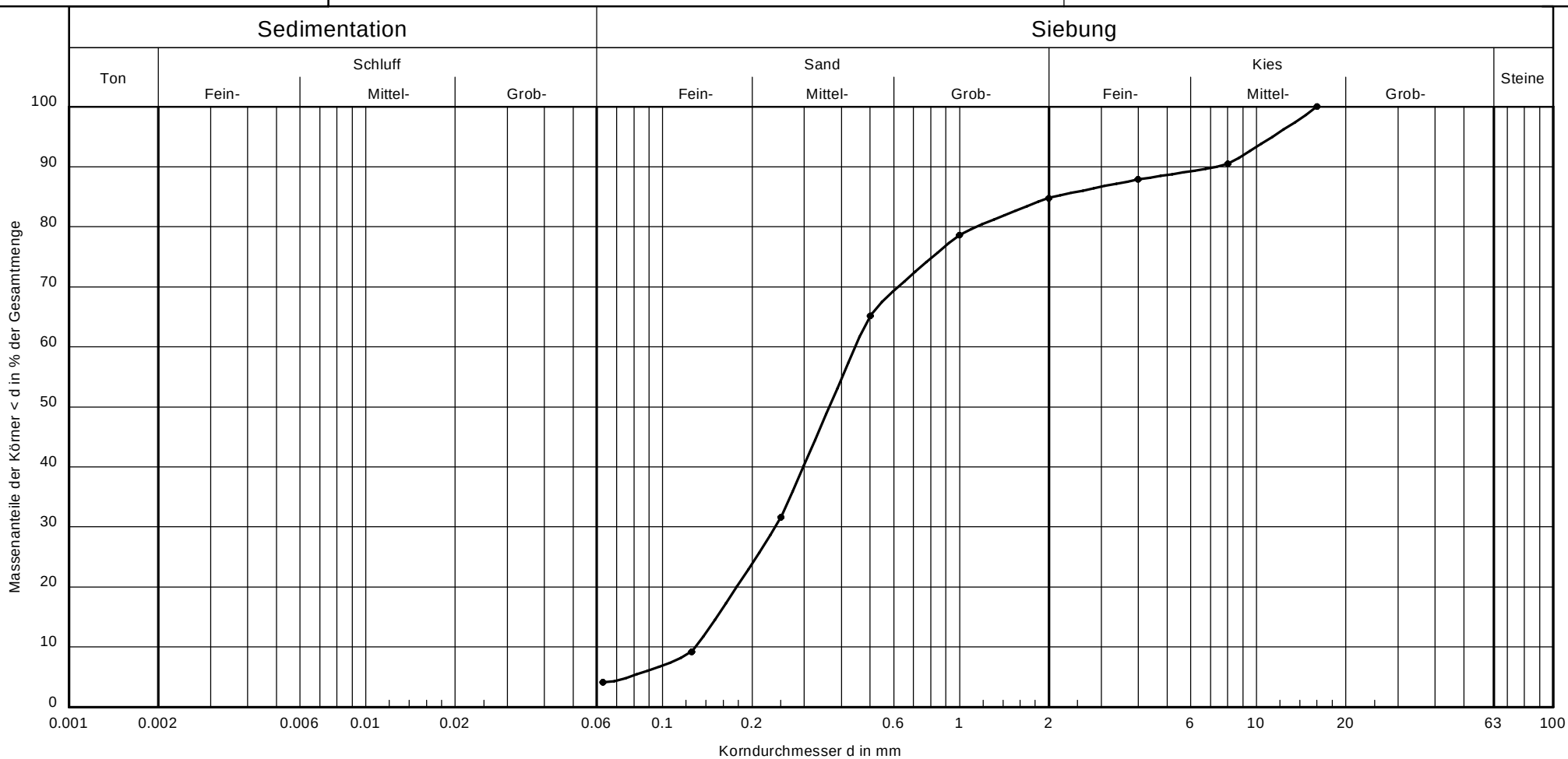
Probe entnommen am: 24.11.2021

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Nasssiebung

Bearbeiter: Grot

Datum: 08.12.2021



Bohrung:	KRB26, GP2
Tiefe [m]:	2,00
Bodenart DIN 4022:	mS, fs, gs, mg'
Bodengruppe DIN 18196:	SE
T/U/S/G [%]:	- /4.1/80.6/15.2
Cu/Cc:	3.5/1.0
k [m/s] (Hazen):	$1.9 \cdot 10^{-4}$

Bemerkungen:

Rev 00

Geprüft: Bohn

 Projekt:
 618-1411
 Anlage:
 3.26

BESTIMMUNG DER KORNGRÖßENVERTEILUNG DIN EN ISO 17892-4:2017-04

Bauvorhaben:

HSE Sielneubau Süderstraße

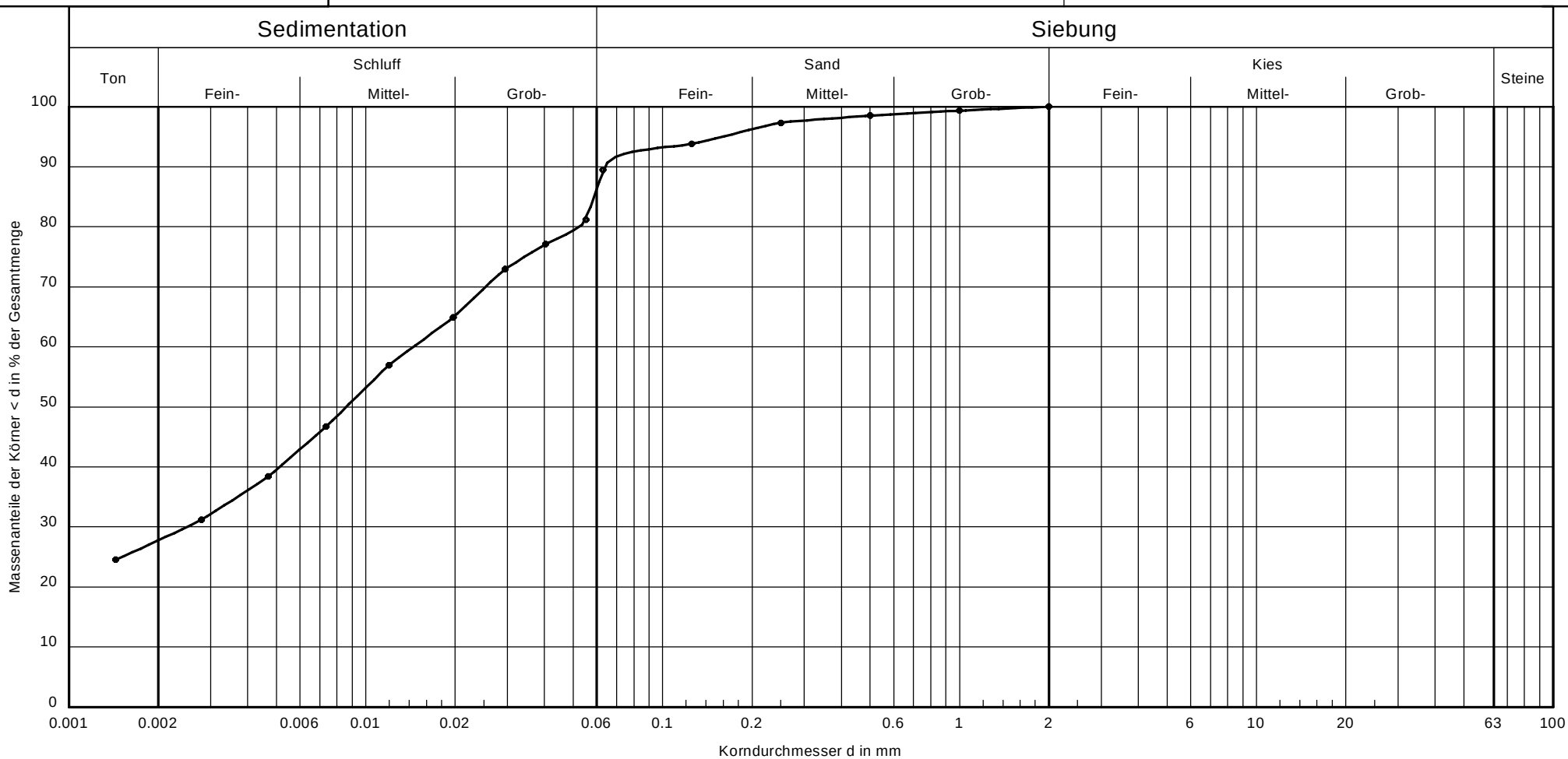
Probe entnommen am: 24.11.2021

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Siebung + Sedimentation

Bearbeiter: Grot

Datum: 08.12. - 09.12.2021



Bohrung:	KRB26, GP6
Tiefe [m]:	7,3
Bodenart DIN 4022:	U, t, fs'
Bodengruppe DIN 18196:	k. A.
T/U/S/G [%]:	27.8/61.3/11.0/ -
Wassergehalt [%]:	k.A.
Korndichte [g/cm³]	2,65 (geschätzt)

Bemerkungen:

Rev 00

Geprüft: Bohn

 Projekt:
 618-1411
 Anlage:
 3.27

BESTIMMUNG DER KORNGRÖßENVERTEILUNG DIN EN ISO 17892-4:2017-04

Probe entnommen am: 24.11.2021

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Trockensiebung

Bearbeiter: Grot

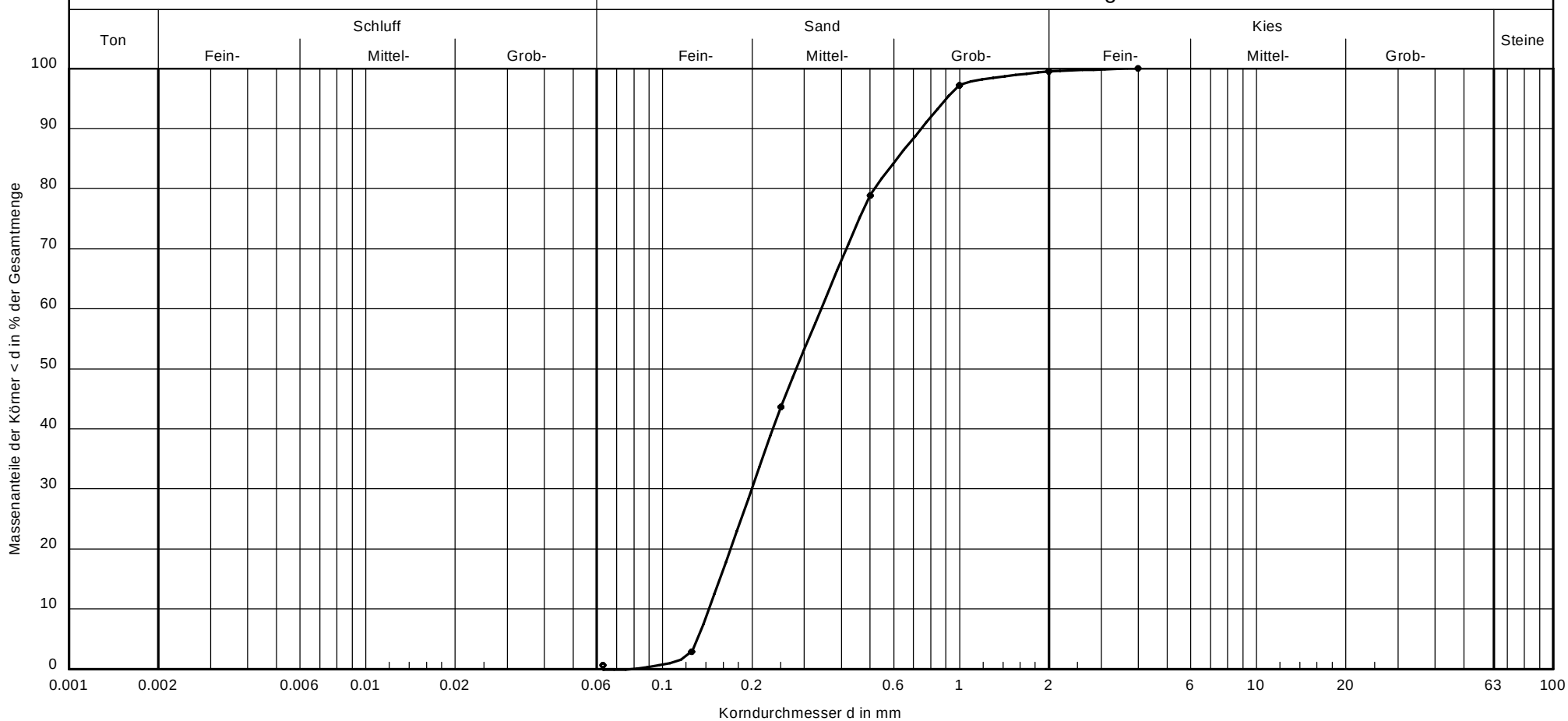
Datum: 08.12.2021

Bauvorhaben:

HSE Sielneubau Süderstraße

Sedimentation

Siebung



Bohrung:	KRB26, GP9
Tiefe [m]:	11,80
Bodenart DIN 4022:	mS, fS, gs
Bodengruppe DIN 18196:	SE
T/U/S/G [%]:	- / - /99.5/0.5
Cu/Cc:	2.4/0.8
k [m/s] (Hazen):	$2.4 \cdot 10^{-4}$

Bemerkungen:

Rev 00

Geprüft: Bohn

 Projekt:
 618-1411
 Anlage:
 3.28



Anlage 4

Fließ- und Ausrollgrenze

Allgemeine Angaben

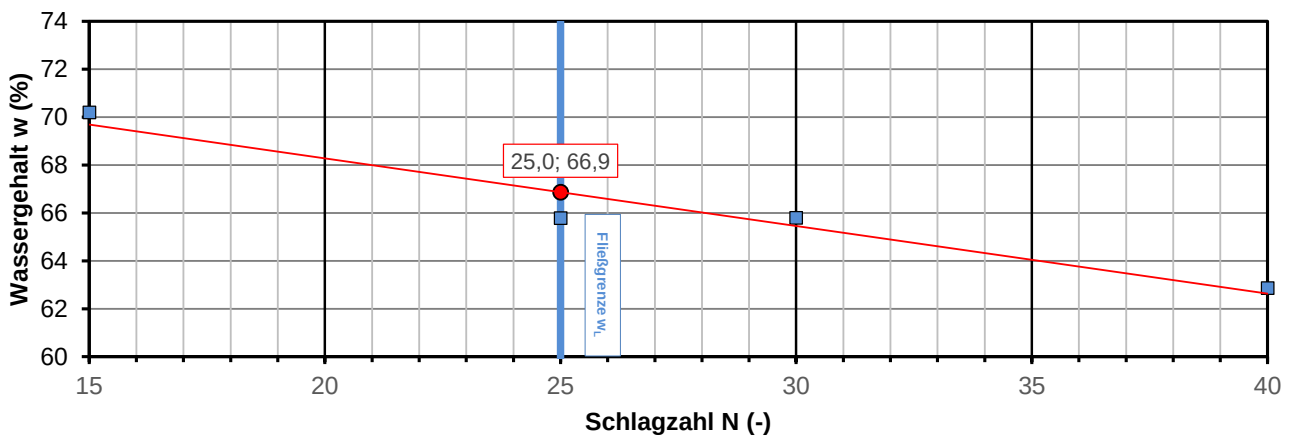
Bezeichnung Versuch DIN 18122 - LM-P
Bohrung/Proben-Nr. KRB 13, GP5+6
Tiefe 3,60 - 6,20
Bodenart KI
Entnahmedatum 18.11.2021
Versuchsdatum 30.11.2021

Massen und Wassergehalte

Größtkorn (mm) k. A.
Massenanteil Körner > 0,4 mm (%) 0,0
Wassergehalt org. Probe w (%) 36,7
Wassergehalt $w_{<0,4}$ (%) 36,7
Trockenmasse Körner $\leq 0,002$ mm m_T (g) k. A.
Trockenmasse Körner $\leq 0,4$ mm m_d (g) k. A.

Versuch Nr.		Fließgrenze				Ausrollgrenze		
		1	2	3	4	1	2	3
Schlagzahl	N	40	30	25	15			
Masse feuchte Probe + Masse Gefäß	A (g)	52,77	62,21	41,69	50,80	41,85	41,89	41,11
Masse trockene Probe + Masse Gefäß	B (g)	42,93	49,13	34,58	39,72	37,25	37,04	37,59
Masse Gefäß	C (g)	27,29	29,27	23,77	23,95	24,73	23,65	27,98
Porenwasser A - B	(g)	9,83	13,07	7,11	11,07	4,60	4,85	3,52
Masse trockene Probe B - C	(g)	15,64	19,87	10,81	15,77	12,52	13,39	9,61
Wassergehalt $w = (A - B) / (B - C) \cdot 100$	(%)	62,9	65,8	65,8	70,2	36,7	36,2	36,6

Schlagzahl-Wassergehalt-Diagramm



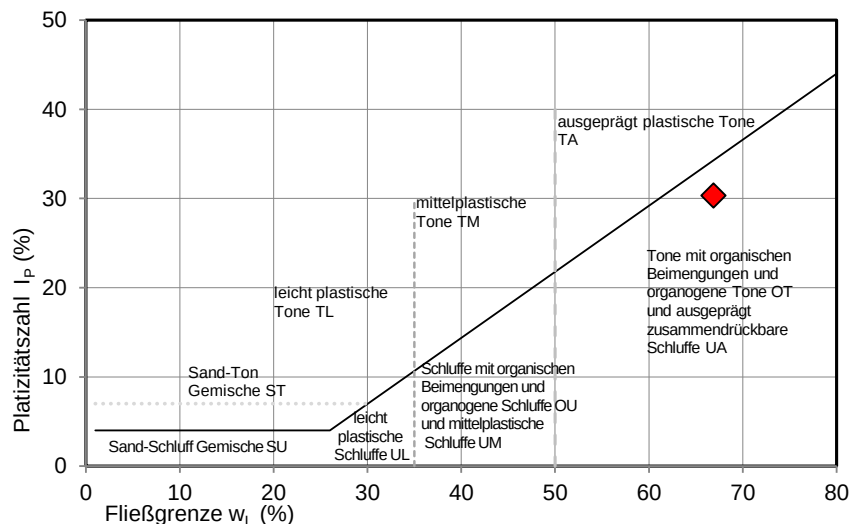
Fließgrenze w_L (%) **66,9**
Ausrollgrenze w_P (%) **36,5**
 $I_P = w_L - w_P$
Plastizitätszahl I_P (%) **30,3**
Wassergehalt $w_{<0,4}$ (%) **36,7**

$$I_c = w_L - w_{<0,4} / I_P$$

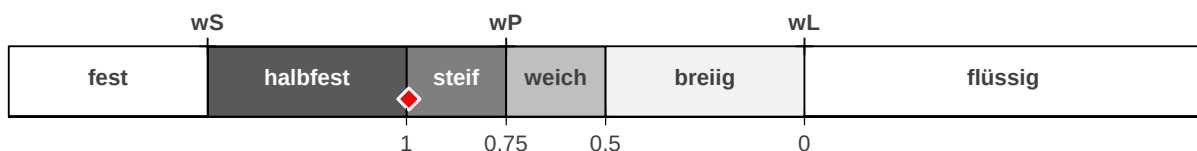
Konsistenzzahl I_c (-) **0,99**

$$I_A = I_P / (m_T / m_d)$$

Aktivitätszahl I_A (-) **k. A.**



Zustandsform gemäß Konsistenzzahl I_c (-)



aufgestellt: Grot
geprüft: Bohn

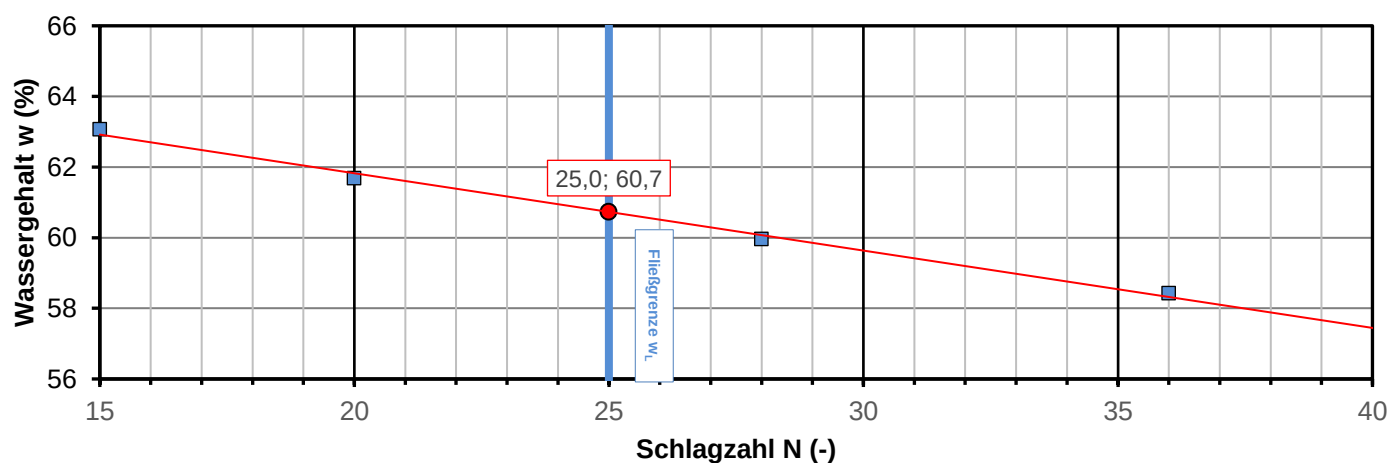
Allgemeine Angaben

Bezeichnung Versuch DIN 18122 - LM-P
Bohrung/Proben-Nr. KRB 17, GP6+7
Tiefe 3,20 - 5,40
Bodenart KI
Entnahmedatum 19.11.2021
Versuchsdatum 30.11.2021

Massen und Wassergehalte

Größtkorn (mm) k. A.
Massenanteil Körner > 0,4 mm (%) 0,0
Wassergehalt org. Probe w (%) 43,8
Wassergehalt $w_{<0,4}$ (%) 43,8
Trockenmasse Körner $\leq 0,002$ mm m_T (g) k. A.
Trockenmasse Körner $\leq 0,4$ mm m_d (g) k. A.

Versuch Nr.		Fließgrenze				Ausrollgrenze		
		1	2	3	4	1	2	3
Schlagzahl	N	36	28	20	15			
Masse feuchte Probe + Masse Gefäß	A (g)	59,25	57,67	56,20	59,78	42,24	38,71	37,38
Masse trockene Probe + Masse Gefäß	B (g)	47,81	46,64	44,14	48,00	39,22	35,84	34,63
Masse Gefäß	C (g)	28,22	28,25	24,60	29,31	27,19	23,98	23,74
Porenwasser A - B	(g)	11,44	11,03	12,06	11,79	3,02	2,88	2,75
Masse trockene Probe B - C	(g)	19,59	18,39	19,54	18,69	12,04	11,86	10,89
Wassergehalt $w = (A - B) / (B - C) \cdot 100$	(%)	58,4	60,0	61,7	63,1	25,1	24,3	25,2

Schlagzahl-Wassergehalt-Diagramm

Fließgrenze w_L (%)

60,7

Ausrollgrenze w_P (%)

24,9

$$I_P = w_L - w_P$$

Plastizitätszahl I_P (%)

35,9

Wassergehalt $w_{<0,4}$ (%)

43,8

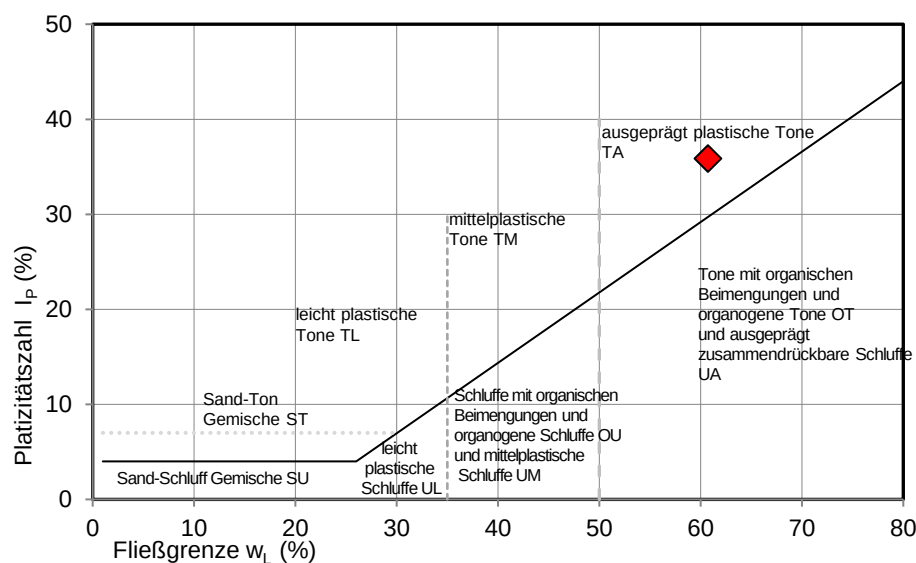
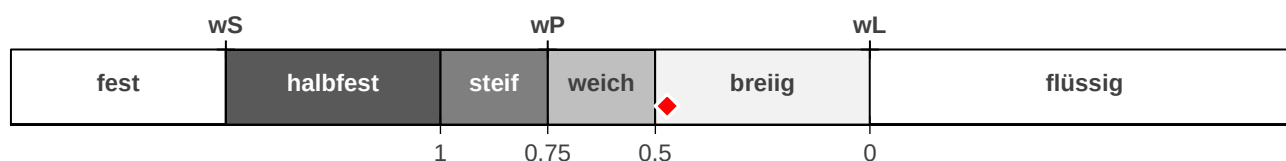
$$I_c = w_L - w_{<0,4} / I_P$$

Konsistenzzahl I_c (-)

0,47

$$I_A = I_P / (m_T / m_d)$$

Aktivitätszahl I_A (-)

k. A.

Zustandsform gemäß Konsistenzzahl I_c (-)


aufgestellt: Grot
geprüft: Bohn

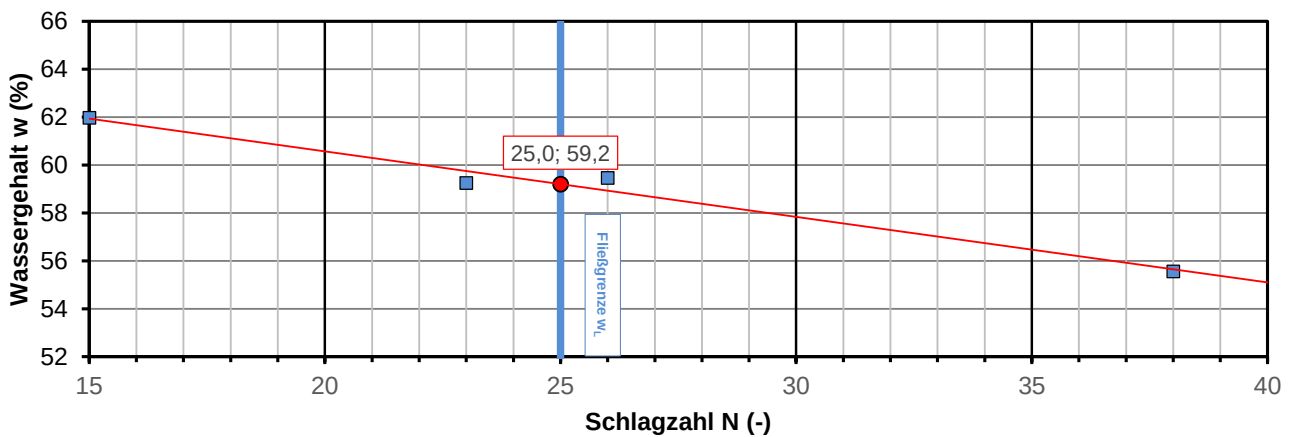
Allgemeine Angaben

Bezeichnung Versuch DIN 18122 - LM-P
Bohrung/Proben-Nr. KRB 25, GP6+7
Tiefe 3,80 - 6,80
Bodenart KI
Entnahmedatum 24.11.2021
Versuchsdatum 10.12.2021

Massen und Wassergehalte

Größtkorn (mm) k. A.
Massenanteil Körner > 0,4 mm (%) 0,0
Wassergehalt org. Probe w (%) 45,7
Wassergehalt $w_{<0,4}$ (%) 45,7
Trockenmasse Körner $\leq 0,002$ mm m_T (g) k. A.
Trockenmasse Körner $\leq 0,4$ mm m_d (g) k. A.

Versuch Nr.		Fließgrenze				Ausrollgrenze		
		1	2	3	4	1	2	3
Schlagzahl	N	38	26	23	15			
Masse feuchte Probe + Masse Gefäß	A (g)	53,32	49,23	57,43	55,48	61,66	56,23	42,01
Masse trockene Probe + Masse Gefäß	B (g)	42,83	41,41	45,21	43,35	53,18	49,18	37,31
Masse Gefäß	C (g)	23,95	28,25	24,59	23,78	28,49	28,22	23,17
Porenwasser A - B	(g)	10,49	7,82	12,22	12,13	8,48	7,05	4,70
Masse trockene Probe B - C	(g)	18,88	13,16	20,62	19,57	24,69	20,96	14,14
Wassergehalt $w = (A - B) / (B - C) \cdot 100$	(%)	55,6	59,5	59,3	62,0	34,4	33,6	33,3

Schlagzahl-Wassergehalt-Diagramm

Fließgrenze w_L (%)

59,2

Ausrollgrenze w_P (%)

33,7

$$I_P = w_L - w_P$$

Plastizitätszahl I_P (%)

25,5

Wassergehalt $w_{<0,4}$ (%)

45,7

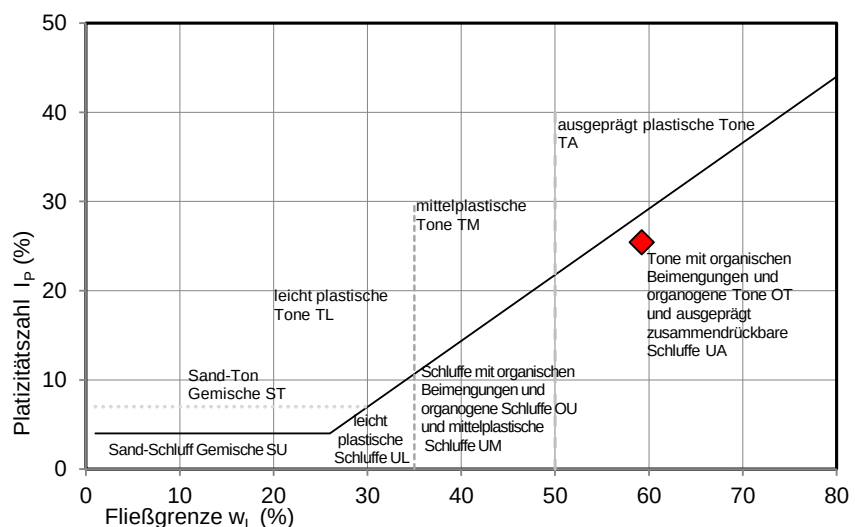
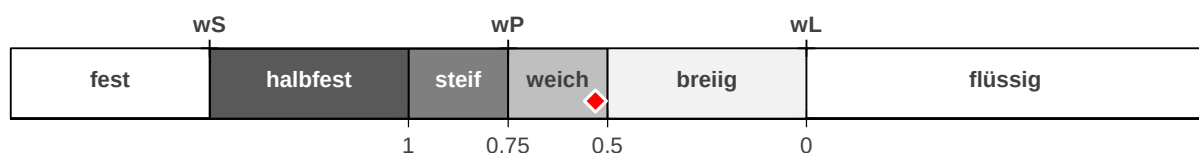
$$I_c = w_L - w_{<0,4} / I_P$$

Konsistenzzahl I_c (-)

0,53

$$I_A = I_P / (m_T / m_d)$$

Aktivitätszahl I_A (-)

k. A.

Zustandsform gemäß Konsistenzzahl I_c (-)


aufgestellt: Grot
geprüft: Bohn



Anlage 5

Scherfestigkeit des undrÄnierten
Bodens c_u - Taschenpenetrometer



Anlage 6

Bodenschichten und Bandbreiten der
charakteristischen Bodenparameter



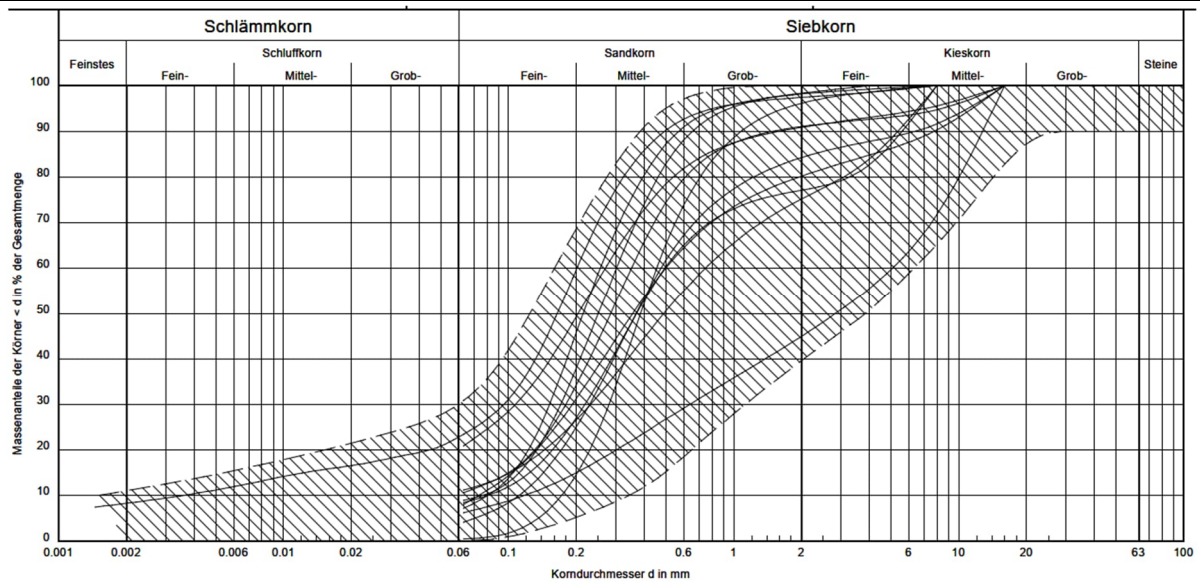
Anlage 6.1

Schicht 1: Auffüllung, nichtbindig

Name der Schicht / Ortsübliche Bezeichnung

Auffüllung, nichtbindig

Korngrößenverteilung mit Körnungsband



Massenanteile Steine / Blöcke

Steine: 0 bis 10 %, Blöcke: < 5 %

Bodengruppe

SU, SE, GU

Dichte ρ [g/cm³]

1,7 bis 2,2

Feinkornanteil [%]

0 bis 30

Kohäsion c'_k [kN/m²]

0

Undrained Scherfestigkeit c_u [kN/m²]

0

Wassergehalt w [%]

-

Plastizitätszahl / Konsistenzzahl I_p / I_c [%]

-

Konsistenz

-

Organischer Anteil V_{GI} [%]

-

Bezogene Lagerungsdichte I_D [%]

< 65

Lagerungsdichte

Locker bis mitteldicht

Sondierspitzendruck (CPT) q_c [MN/m²]

1,0 bis 4,0

Abrasivität

Abrasiv

Einstufung gemäß LAGA TR Boden / DepV

Z 1 bis Z 2



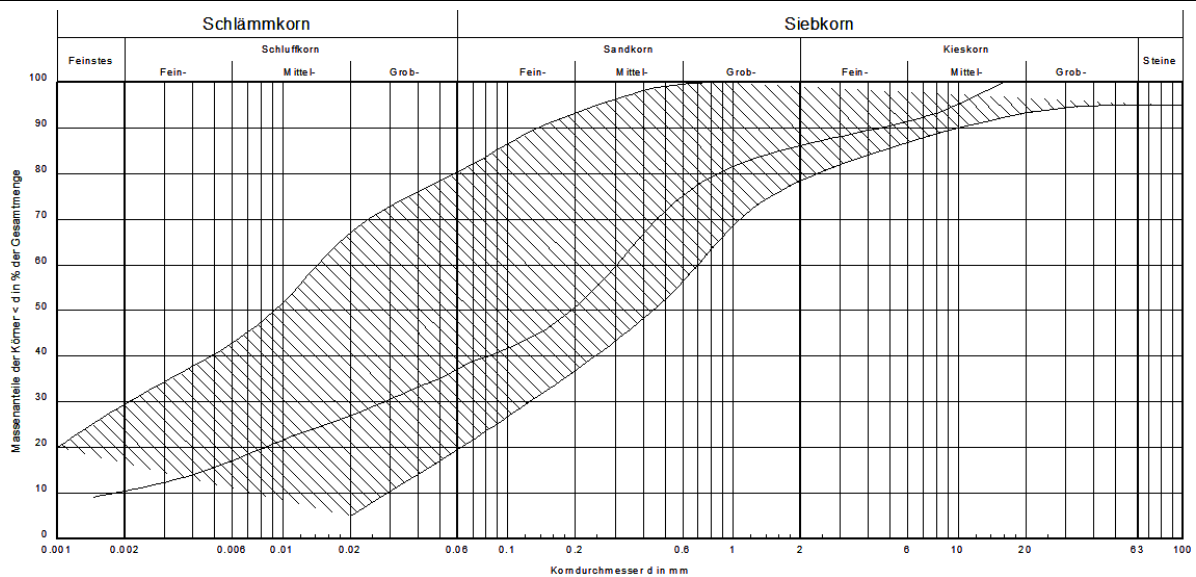
Anlage 6.2

Schicht 2: Auffüllung, Klei/Torf

Name der Schicht / Ortsübliche Bezeichnung

Auffüllung, Klei/Torf

Korngrößenverteilung mit Körnungsband



Massenanteile Steine / Blöcke

Steine: 0 bis 5 %, Blöcke: < 5 %

Bodengruppe

SU, SU*, ST, ST*

Dichte ρ [g/cm³]

1,5 bis 1,8

Feinkornanteil [%]

< 80%

Kohäsion c'_k [kN/m²]

3 bis 10

Undrained Scherfestigkeit c_u [kN/m²]

5 bis 20

Wassergehalt w [%]

25 bis 55

Plastizitätszahl / Konsistenzzahl I_p / I_c [%]

<30 / 50 bis 75

Konsistenz

weich

Organischer Anteil V_{GI} [%]

3 bis 15

Bezogene Lagerungsdichte I_D [%]

Lagerungsdichte

Sondierspitzendruck (CPT) q_c [MN/m²]

0,5 bis 5

Abrasivität

Schwach abrasiv bis abrasiv

Einstufung gemäß LAGA TR Boden / DepV

Z 1.2 bis > Z 2



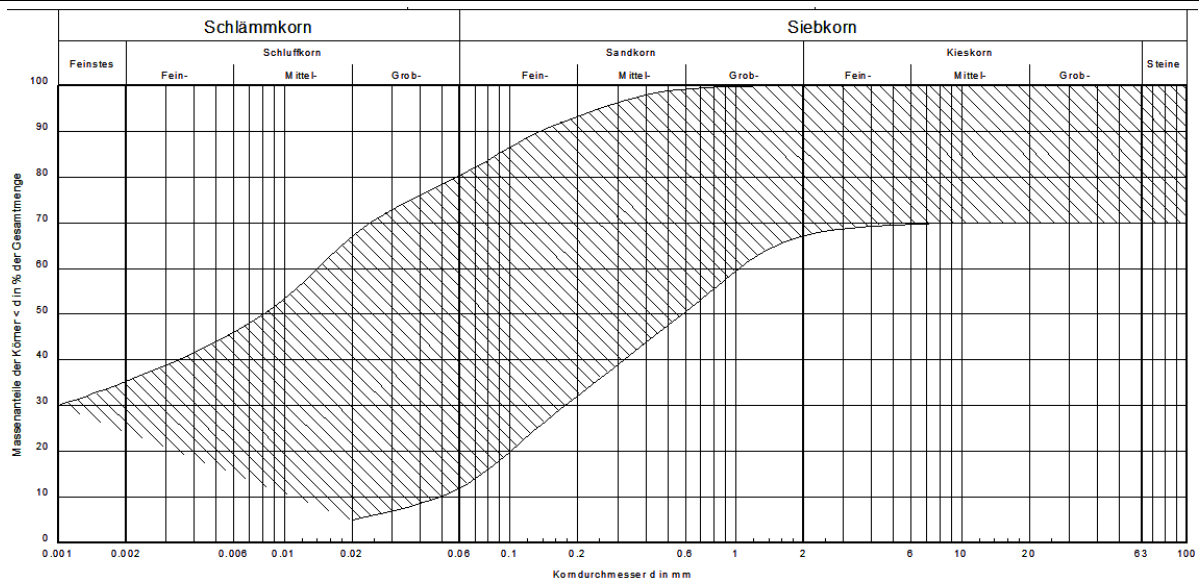
Anlage 6.3

Schicht 3: Auffüllung,
Geschiebemergel/Geschiebelehm

Name der Schicht / Ortsübliche Bezeichnung

Auffüllung, Mg/Lg

Korngrößenverteilung mit Körnungsband



Massenanteile Steine / Blöcke

Steine: <30 %, Blöcke: < 10 %

Bodengruppe

UL, TL, ST, SU*, UM

Dichte ρ [g/cm³]

1,9 bis 2,1

Feinkornanteil [%]

< 80

Kohäsion c'_k [kN/m²]

5 bis 20

Undrained Scherfestigkeit c_u [kN/m²]

10 bis 100

Wassergehalt w [%]

10 bis 30

Plastizitätszahl / Konsistenzzahl I_p / I_c [%]

< 20 / 50 bis 75

Konsistenz

Weich

Organischer Anteil V_{GI} [%]

< 2

Bezogene Lagerungsdichte I_D [%]

Lagerungsdichte

Sondierspitzendruck (CPT) q_c [MN/m²]

0,5 bis 5

Abrasivität

Stark abrasiv bis extrem abrasiv

Einstufung gemäß LAGA TR Boden / DepV

Z 1.2 bis Z 2



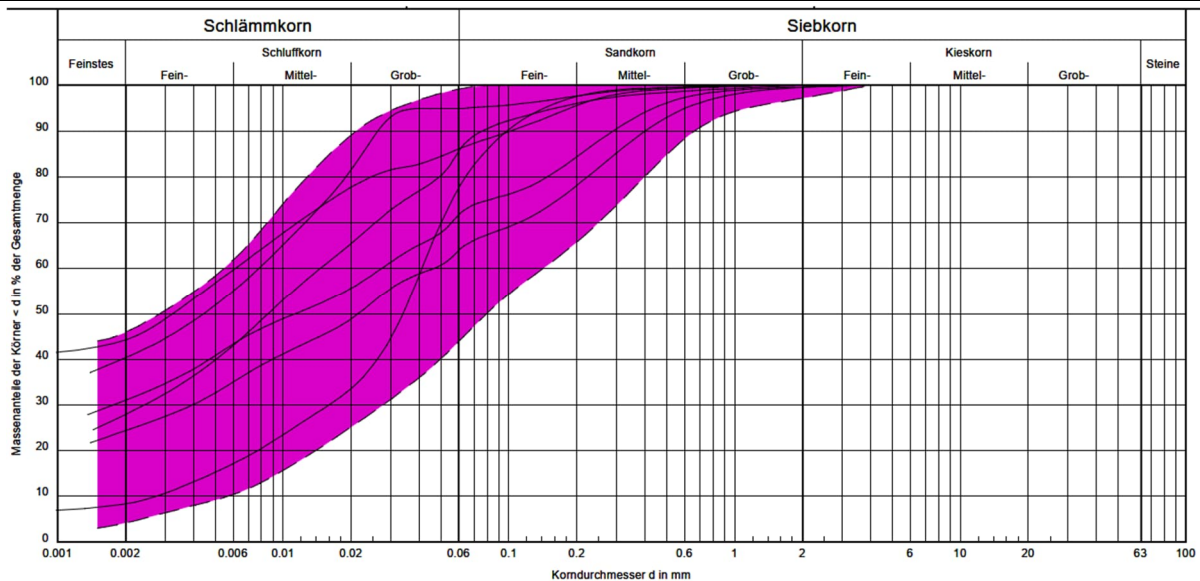
Anlage 6.4

Schicht 4: Klei, Schluff (Kalkmudde)

Name der Schicht / Ortsübliche Bezeichnung

Klei, Schluff (Kalkmudde?)

Korngrößenverteilung mit Körnungsband



Massenanteile Steine / Blöcke

Steine: <5 %, Blöcke: ---

Bodengruppe

OT, OU, UM, UA, TA

Dichte ρ [g/cm³]

1,3 bis 1,7

Feinkornanteil [%]

> 30

Kohäsion c'_k [kN/m²]

3 bis 7

Undrained Scherfestigkeit c_u [kN/m²]

10 bis 30

Wassergehalt w [%]

25 bis 80

Plastizitätszahl / Konsistenzzahl I_p / I_c [%]

<30 / 50 bis 75

Konsistenz

weich

Organischer Anteil V_{GI} [%]

5 bis 25

Bezogene Lagerungsdichte I_D [%]

Lagerungsdichte

Sondierspitzendruck (CPT) q_c [MN/m²]

0,5 bis 2

Abrasivität

schwach abrasiv

Einstufung gemäß LAGA TR Boden / DepV

Z 1.2 bis Z 2

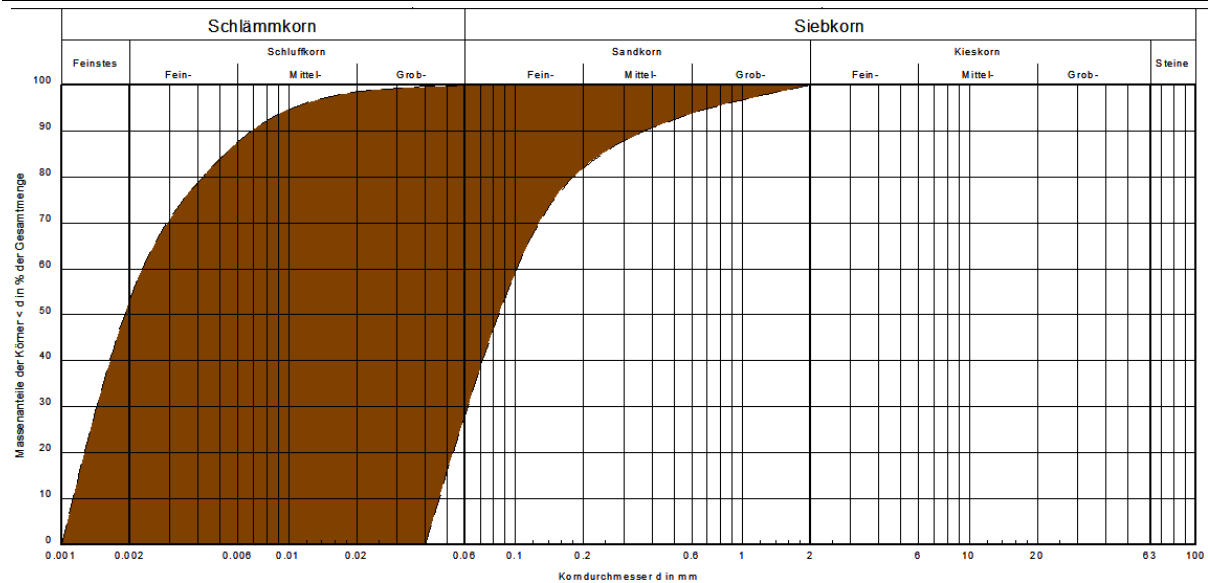


Anlage 6.5

Schicht 5: Torf

Name der Schicht / Ortsübliche Bezeichnung	Torf
--	------

Korngrößenverteilung mit Körnungsband



Massenanteile Steine / Blöcke	---
-------------------------------	-----

Bodengruppe	HN, HZ
-------------	--------

Dichte ρ [g/cm ³]	1,1 bis 1,3
------------------------------------	-------------

Feinkornanteil [%]	> 30
--------------------	------

Kohäsion c'_k [kN/m ²]	3 bis 7
--------------------------------------	---------

Undrained Scherfestigkeit c_u [kN/m ²]	5 bis 20
--	----------

Wassergehalt w [%]	50 bis 300
----------------------	------------

Plastizitätszahl / Konsistenzzahl I_p / I_c [%]	---
---	-----

Konsistenz	---
------------	-----

Organischer Anteil V_{GI} [%]	20 bis 50
---------------------------------	-----------

Bezogene Lagerungsdichte I_D [%]	---
------------------------------------	-----

Lagerungsdichte	---
-----------------	-----

Sondierspitzendruck (CPT) q_c [MN/m ²]	0,5 bis 1
--	-----------

Abrasivität	nicht abrasiv bis kaum abrasiv
-------------	--------------------------------

Einstufung gemäß LAGA TR Boden / DepV	> Z 2
---------------------------------------	-------



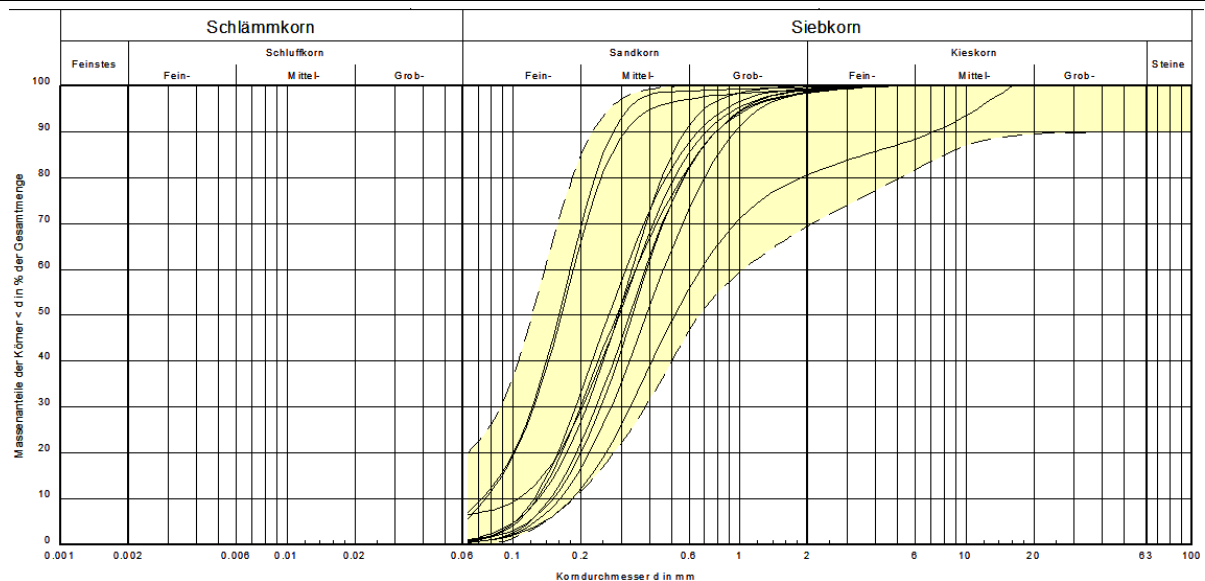
Anlage 6.6

Schicht 6: Gewachsene Sande

Name der Schicht / Ortsübliche Bezeichnung

Gewachsene Sande

Korngrößenverteilung mit Körnungsband



Massenanteile Steine / Blöcke

Steine: 0-10 %, Blöcke: < 5 %

Bodengruppe

SE, SU

Dichte ρ [g/cm³]

1,8 bis 2,0

Feinkornanteil [%]

< 20

Kohäsion c'_k [kN/m²]

Undrained Scherfestigkeit c_u [kN/m²]

Wassergehalt w [%]

Plastizitätszahl / Konsistenzzahl I_p / I_c [%]

Konsistenz

Organischer Anteil V_{GI} [%]

Bezogene Lagerungsdichte I_D [%]

33 bis 95

Lagerungsdichte

mitteldicht bis sehr dicht

Sondierspitzendruck (CPT) q_c [MN/m²]

8 bis 40

Abrasivität

Abrasiv, stark abrasiv bis extrem abrasiv bei kiesigen Anteilen

Einstufung gemäß LAGA TR Boden / DepV

k. A.



Anlage 7

Ergebnisse der chemischen Analysen,
Grundwasser



Anlage 7.1

Einleitparameter

GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH · Flensburger Straße 15 · 25421 Pinneberg

Dipl.-Ing. Ruider Th. Fütterer H.
Baugrunderkundungsgesellschaft mbH
Herr Ruider
Scholtzstr. 11A

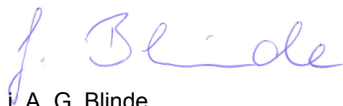


21465 Reinbek

Prüfbericht-Nr.: 2021P535904 / 1

Auftraggeber	Dipl.-Ing. Ruider Th. Fütterer H. Baugrunderkundungsgesellschaft mbH
Eingangsdatum	25.11.2021
Projekt	BV.: HH - Süderstraße
Material	Grund- / Stauwasser
Auftrag	Analytik gem. Vorgabe des Auftraggebers
Verpackung	Glas- und PE-Flaschen
Probenmenge	ca. 3,06 l
GBA-Nummer	21526644
Probenahme	durch den Auftraggeber
Probentransport	GBA
Labor	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Analysenbeginn / -ende	25.11.2021 - 03.12.2021
Bemerkung	keine
Probenaufbewahrung	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben bis zwei Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt.

Pinneberg, 03.12.2021



A. G. Blinde
Projektbearbeitung

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme übernommen, wenn die Proben nicht durch die GBA oder in ihrem Auftrag genommen wurden. In diesem Fall beziehen sich die Ergebnisse auf die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung der GBA darf der Prüfbericht nicht veröffentlicht sowie nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln der GBA sind in den AGBs einzusehen.

Seite 1 von 3 zu Prüfbericht-Nr.: 2021P535904 / 1

Prüfbericht-Nr.: 2021P535904 / 1
BV.: HH - Süderstraße

GBA-Nummer		21526644
Probe-Nummer		001
Material		Grund- / Stauwasser
Probenbezeichnung		Bohrung 1 WP I (10,0 m)
Probemenge		ca. 3,06 l
Probeneingang		25.11.2021
Analysenergebnisse	Einheit	
pH-Wert		7,0
Absetzbare Stoffe (0,5 h)	mL/L	0,60
Abfiltrierbare Stoffe	mg/L	413
Kohlendioxid, kalklösend	mg/L	11
Magnesium	mg/L	13
Sulfat	mg/L	1,3
Ammonium	mg/L	14
Ammonium-N	mg/L	11
Eisen (II)	mg/L	5,8
Eisen, ges.	mg/L	8,7
Kohlenwasserstoffe	mg/L	<0,10
CSB	mg/L	22
AOX	mg/L	<0,050
Arsen	mg/L	0,0044
Cadmium	mg/L	<0,00030
Chrom ges.	mg/L	0,0064
Blei	mg/L	0,071
Nickel	mg/L	0,0076
Zink	mg/L	0,050
Kupfer	mg/L	0,0074
Quecksilber	mg/L	<0,00020
TOC	mg/L	39

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar

Prüfbericht-Nr.: 2021P535904 / 1
BV.: HH - Süderstraße
Angewandte Verfahren

Parameter	BG	Einheit	Methode
pH-Wert			DIN EN ISO 10523: 2012-04 ^a 5
Absetzbare Stoffe (0,5 h)	0,10	mL/L	DIN 38409-9: 1980-07 ^a 5
Abfiltrierbare Stoffe	2,0	mg/L	DIN EN 38409-H2-2/3: 1987-03 ^a 5
Kohlendioxid, kalklösend	5,0	mg/L	DIN 4030-2: 2008-06 ^a 5
Magnesium	0,10	mg/L	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09 ^a 5
Sulfat	0,50	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 ^a 5
Ammonium	0,025	mg/L	DIN EN ISO 11732: 2005-05 ^a 5
Ammonium-N	0,020	mg/L	DIN EN ISO 11732: 2005-05 ^a 5
Eisen (II)	0,25	mg/L	DIN 38406-1: 1983-05 ^a 5
Eisen, ges.	0,010	mg/L	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09 ^a 5
Kohlenwasserstoffe	0,10	mg/L	DIN EN ISO 9377-2 (H53): 2001-07 ^a 5
CSB	15	mg/L	DIN ISO 15705 (H45): 2003-09 ^a 5
AOX	0,010	mg/L	DIN EN ISO 9562 (H14): 2005-02 ^a 2
Arsen	0,00050	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Cadmium	0,00030	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Chrom ges.	0,0010	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Blei	0,0010	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Nickel	0,0010	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Zink	0,0050	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Kupfer	0,0010	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Quecksilber	0,00020	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
TOC	1,0	mg/L	DIN EN 1484: 2019-04 ^a 5

Die mit ^a gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen (BG) können matrixbedingt variieren.

Untersuchungslabor: 5GBA Pinneberg 2GBA Gelsenkirchen

GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH · Flensburger Straße 15 · 25421 Pinneberg

Dipl.-Ing. Ruider Th. Fütterer H.
Baugrunderkundungsgesellschaft mbH
Herr Ruider
Scholtzstr. 11A

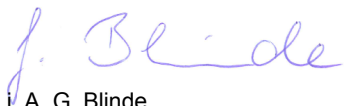


21465 Reinbek

Prüfbericht-Nr.: 2021P535905 / 1

Auftraggeber	Dipl.-Ing. Ruider Th. Fütterer H. Baugrunderkundungsgesellschaft mbH
Eingangsdatum	25.11.2021
Projekt	BV.: HH - Süderstraße
Material	Grund- / Stauwasser
Auftrag	Analytik gem. Vorgabe des Auftraggebers
Verpackung	Glas- und PE-Flaschen
Probenmenge	ca. 3,06 l
GBA-Nummer	21526644
Probenahme	durch den Auftraggeber
Probentransport	GBA
Labor	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Analysenbeginn / -ende	25.11.2021 - 03.12.2021
Bemerkung	keine
Probenaufbewahrung	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben bis zwei Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt.

Pinneberg, 07.12.2021



A. G. Blinde
Projektbearbeitung

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme übernommen, wenn die Proben nicht durch die GBA oder in ihrem Auftrag genommen wurden. In diesem Fall beziehen sich die Ergebnisse auf die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung der GBA darf der Prüfbericht nicht veröffentlicht sowie nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln der GBA sind in den AGBs einzusehen.

Seite 1 von 3 zu Prüfbericht-Nr.: 2021P535905 / 1

Prüfbericht-Nr.: 2021P535905 / 1
BV.: HH - Süderstraße

GBA-Nummer		21526644
Probe-Nummer		002
Material		Grund- / Stauwasser
Probenbezeichnung		Bohrung 23 WP I (10,0)
Probemenge		ca. 3,06 l
Probeneingang		25.11.2021
Analysenergebnisse	Einheit	
pH-Wert		6,9
Absetzbare Stoffe (0,5 h)	mg/L	0,10
Abfiltrierbare Stoffe	mg/L	58
Kohlendioxid, kalklösend	mg/L	28
Magnesium	mg/L	10
Sulfat	mg/L	<0,50
Ammonium	mg/L	8,8
Ammonium-N	mg/L	6,8
Eisen (II)	mg/L	2,8
Eisen, ges.	mg/L	3,1
Kohlenwasserstoffe	mg/L	<0,10
CSB	mg/L	17
AOX	mg/L	<0,010
Arsen	mg/L	<0,00050
Cadmium	mg/L	<0,00030
Chrom ges.	mg/L	<0,0010
Blei	mg/L	0,0011
Nickel	mg/L	<0,0010
Zink	mg/L	0,0064
Kupfer	mg/L	<0,0010
Quecksilber	mg/L	<0,00020
TOC	mg/L	8,4

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar

Prüfbericht-Nr.: 2021P535905 / 1
BV.: HH - Süderstraße
Angewandte Verfahren

Parameter	BG	Einheit	Methode
pH-Wert			DIN EN ISO 10523: 2012-04 ^a 5
Absetzbare Stoffe (0,5 h)	0,10	mL/L	DIN 38409-9: 1980-07 ^a 5
Abfiltrierbare Stoffe	2,0	mg/L	DIN EN 38409-H2-2/3: 1987-03 ^a 5
Kohlendioxid, kalklösend	5,0	mg/L	DIN 4030-2: 2008-06 ^a 5
Magnesium	0,10	mg/L	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09 ^a 5
Sulfat	0,50	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 ^a 5
Ammonium	0,025	mg/L	DIN EN ISO 11732: 2005-05 ^a 5
Ammonium-N	0,020	mg/L	DIN EN ISO 11732: 2005-05 ^a 5
Eisen (II)	0,25	mg/L	DIN 38406-1: 1983-05 ^a 5
Eisen, ges.	0,010	mg/L	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09 ^a 5
Kohlenwasserstoffe	0,10	mg/L	DIN EN ISO 9377-2 (H53): 2001-07 ^a 5
CSB	15	mg/L	DIN ISO 15705 (H45): 2003-09 ^a 5
AOX	0,010	mg/L	DIN EN ISO 9562 (H14): 2005-02 ^a 2
Arsen	0,00050	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Cadmium	0,00030	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Chrom ges.	0,0010	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Blei	0,0010	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Nickel	0,0010	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Zink	0,0050	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Kupfer	0,0010	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Quecksilber	0,00020	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
TOC	1,0	mg/L	DIN EN 1484: 2019-04 ^a 5

Die mit ^a gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen (BG) können matrixbedingt variieren.
 Untersuchungslabor: 5GBA Pinneberg 2GBA Gelsenkirchen



Anlage 7.2

LCKW

Probenahmeprotokoll Grundwasser

Management-Formblatt Methoden (MF-M)

Code MF-M 20-003 # 1

Version 2

Seite 1 von 2

Allgemeine Angaben

Auftraggeber (Firma):

FICHTNER water & transportation GmbH

Adresse:

Hammerbrooks str 47b .Hamburg.20537

Projekt: Sielneubau Süderstraße

GBA-Nr.:



22500834-001

18.01.2022



Anlass der Probenahme: Überwachung

Probeneingang im Labor:

Datum:

Probenahmeort: Süderstr /Luisenweg / Grevenweg/,20537.Hamburg

Uhrzeit:

Probenahmedatum: 17.01.2022

Uhrzeit: 13:10

Verfahren der Probenahme

☒ DIN 38402-A13 (1985-12) ☐ Merkblatt Nr. 4 (2015-07) ☐ Merkblatt Nr. 3.8/6 (2010-02) ☐

Angaben zur Messstelle

GPS Koordinaten: Breitengrad: ☐ N ☐ S ° ' " Längengrad: ☐ O ☐ W ° ' "

Name der Messstelle: KRB 1/6wm1

☐ Überflur ☒ MP Sebakappe

Ø Brunnenrohr ["]: 1,5"

Ruhewasserspiegel [m u. MP]: 3,14

☐ MP Geländeoberkante

Ø Bohrloch dBL [m]:

☒ Unterflur

☐ MP Oberkante Brunnenrohr

Filterstrecke [m]:

Brunnensohle [m u. MP]: 10,15

Filteroberkante [m]:

Filterunterkante [m]:

Länge der wassererfüllten Filterkiesschüttung l_F [m]:

abgepumpte Wassermenge (*gemäß hydraulischem Kriterium) [L]: (* $V = 1,5 \frac{\pi}{4} d_{BL}^2 l_F$)

Angaben zur Fördertechnik

☒ Tauchpumpe ☐ Saugpumpe ☐ Schöpfer ☐

☐ Steigrohr ☒ Schlauch

☒ PVC ☐ Teflon

Bezeichnung der Pumpe: Comet 12V Abpumpen Beginn: 12:28 Uhr Ende: 12:58 Uhr

Einbautiefe [m u. MP]: 6,0 Absenkung [m]: Betriebswasserspiegel [m u. MP]:

Abflussgeschehen

Abpumpdauer (ohne PN) 30 min ☒ h

Zuletzt gemessener Wasserstand [m u. MP]: 3,29

Abgepumpte Wassermenge 0,18 l ☒ m³

Brunnensohle nach Abpumpen [m u. MP]: 10,15

Mittlerer Förderstrom: 0,36 l/min ☒ m³/h

Wiederanstieg Pegel nach min

Angaben zu Probengefäßen und Konservierung

☐ AOX

☐ CN/Phenolindex

☐ PAK

☐ Sulfid

☐ 1 l Glasfl.

parameterspez.

☒ ja

☐ MKW

☐ Pestizide

☐ K_s/K_b

☐ PFT/ NH₄

☐ PE-Flasche

Konservierung:

☐ nein

☐ Fe(II)

☐ sonst. Organik

☐ Anionen

☐ CSB

☒ HS Vial

Filtration für

☐ ja

☐ TOC

☒ Reserve

☐ Metalle

☐ BSB₅

☐ CuSO₄

Metalle/DOC:

☒ nein

Sonstige Vorbehandlung:

Nein

Probenahmeprotokoll Grundwasser

Management-Formblatt Methoden
(MF-M)
Code MF-M 20-003 # 1
Version 2
Seite 2 von 2

☒ Kühlung während des Transports	☐ Satz Einleitparam. Regenwassersiel	Gesamtmenge Probe [l]: <u>0,180 l</u>
☐ Satz Betonaggressivität	☐ Satz Stahlaggressivität	

Parameter vor Ort

Witterung: <u>Regen</u>	Sichttiefe [cm]: <u>/</u>	Lufttemp. [°C] <u>+8°</u>
Farbe ☐ farblos ☒ schwach ☐ mittel ☐ stark ☒ gelb ☐ gelbbraun ☐ braun ☐	Trübung ☒ ohne ☐ leicht ☐ mittel ☐ stark ☐ Schwebstoffe ☐ Schwimmstoffe ☐ Bodensatz ☐	Geruch ☐ ohne ☒ schwach ☐ stark ☒ faulig ☐ lösungsmittelhaltig ☐ schwach
Cyanidtest ☐ positiv ☒ negativ	H₂S Test ☐ positiv ☒ negativ	Ks_{4,3} [ml] (Verbrauch HCl pro 100 ml Probe) <u>0,1 M</u> HCl-Lsg. ☐ 0,1 M ☒ 0,01 M
Wassertemp. [C°]: <u>12,9 C</u>	Leitfähigkeit [µS/cm]: ☒ Tr 25°C <u>1123</u> ☐ Tr 20°C	K_{B,2} [ml] (Verbrauch NaOH pro 100 ml Probe) <u>0,1 M</u> NaOH-Lsg. ☐ 0,1 M ☒ 0,01 M
	pH-Wert: <u>6,58</u>	O₂-Gehalt [mg/L]: ☐ elektrochem. ☒ optisch <u>0,15</u>
		Redoxpot. [mV]: ☒ unkorrigiert <u>-16</u> ☐ korrigiert

Pumpprotokoll

Uhrzeit	Wasserstand [m u. MP]	Temp. [°C]	Leitfähigkeit [µS/cm]	pH-Wert	O ₂ -Gehalt [mg/l]	Redox [mV] ☒ unkorrigiert ☐ korrigiert	Wasseruhr [m³]	Förderstrom ☐ l/min ☒ m³/h
12:28								0,36
12:33	3,29	12,9	1134	6,62	0,27	+11	-	-11-
12:38	3,29	12,9	1133	6,61	0,20	-2	-	-11-
12:43	3,29	12,9	1129	6,60	0,17	-11	-	-11-
12:48	3,29	12,9	1126	6,59	0,16	-13	-	-11-
12:53	3,29	12,9	1124	6,58	0,15	-15	-	-11-
12:58	3,29	12,9	1123	6,58	0,15	-16	-	-11-

Vor Ort Werte bei Konstanz:

Konstanz bei: $\pm 0,1$ K $\pm 0,5$ % $\pm 0,1$ $\pm 0,1$ mg/L (innerhalb von 5 Minuten oder 50L abgepumptem Wasser)

Sonstige Angaben

Bemerkung:

Probennehmer J.Peedo

Unterschrift

Anwesende Person

Unterschrift

Probenahmeprotokoll Grundwasser

Management-Formblatt Methoden
(MF-M)
Code MF-M 20-003 # 1
Version 2
Seite 1 von 2

Allgemeine Angaben

Auftraggeber (Firma):
FICHTNER water & transportation GmbH

Adresse:
Hammerbrooks str 47b .Hamburg.20537

Projekt: Sielneubau Süderstraße

Anlass der Probenahme: Überwachung

Probenahmeort: Süderstr /Luisenweg / Grevenweg/,20537.Hamburg

Probenahmedatum: 17.01.2022

Uhrzeit: 11:15

GBA-Nr.:



22500834-002

18.01.2022



18.01.2022

Probeneingang im Labor:

Datum:

Uhrzeit:

Verfahren der Probenahme

☒ DIN 38402-A13 (1985-12) ☐ Merkblatt Nr. 4 (2015-07) ☐ Merkblatt Nr. 3.8/6 (2010-02) ☐

Angaben zur Messstelle

GPS Koordinaten: Breitengrad: ☐ N ☐ S ° ' " Längengrad: ☐ O ☐ W ° ' "

Name der Messstelle: KRB 23/6wm 2

☐ Überflur ☒ MP Sebakappe Ø Brunnenrohr ["]: 1,5" Ruhewasserspiegel [m u. MP]: 1,76

☐ MP Geländeoberkante Ø Bohrloch dBL [m]:

☒ Unterflur ☐ MP Oberkante Brunnenrohr Filterstrecke [m]: Brunnensohle [m u. MP]: 10,17

Filteroberkante [m]: Filterunterkante [m]:

Länge der wassererfüllten Filterkiesschüttung l_F [m]:

abgepumpte Wassermenge (*gemäß hydraulischem Kriterium) [L]: (* $V = 1,5 \cdot \frac{n}{4} d_{BL}^2 l_F$)

Angaben zur Fördertechnik

☒ Tauchpumpe ☐ Saugpumpe ☐ Schöpfer ☐ Steigrohr ☒ Schlauch ☒ PVC ☐ Teflon

Bezeichnung der Pumpe: Comet 12V Abpumpen Beginn: 10:33 Uhr Ende: 11:03 Uhr

Einbautiefe [m u. MP]: 6,0 Absenkung [m]: 0,11 Betriebswasserspiegel [m u. MP]: 1,87

Abflussgeschehen

Abpumpdauer (ohne PN) 30 min ☒ h Zuletzt gemessener Wasserstand [m u. MP]: 1,87

Abgepumpte Wassermenge 0,21 l ☐ m³ Brunnensohle nach Abpumpen [m u. MP]: 10,17

Mittlerer Förderstrom: 0,42 l/min ☒ m³/h Wiederanstieg Pegel nach min

Angaben zu Probengefäßen und Konservierung

☐ AOX	☐ CN/Phenolindex	☐ PAK	☐ Sulfid	☐ 1 l Glasfl.	parameterspez. ☒ ja
☐ MKW	☐ Pestizide	☐ K _s /K _b	☐ PFT/ NH ₄	☐ PE-Flasche	Konservierung: ☐ nein
☐ Fe(II)	☐ sonst. Organik	☐ Anionen	☐ CSB	☒ HS Vial	Filtration für ☐ ja
☐ TOC	☒ Reserve	☐ Metalle	☐ BSB ₅	☐ CuSO ₄	Metalle/DOC: ☒ nein
					Sonstige Vorbehandlung: <u>Nein</u>

Probenahmeprotokoll Grundwasser

Management-Formblatt Methoden (MF-M)
Code MF-M 20-003 # 1
Version 2
Seite 1 von 2

Allgemeine Angaben

Auftraggeber (Firma): FICHTNER water & transportation GmbH		GBA-Nr.:  22500834-003 18.01.2022 
Adresse: Hammerbrooks str 47b .Hamburg.20537		
Projekt: Sielneubau Süderstraße		
Anlass der Probenahme: Überwachung		Probeneingang im Labor:
Probenahmeort: Süderstr /Luisenweg / Grevenweg/,20537.Hamburg		Datum:
Probenahmedatum: 17.01.2022		Uhrzeit:
Uhrzeit: 12:15		

Verfahren der Probenahme

☒ DIN 38402-A13 (1985-12) ☐ Merkblatt Nr. 4 (2015-07) ☐ Merkblatt Nr. 3.8/6 (2010-02) ☐

Angaben zur Messstelle

GPS Koordinaten: Breitengrad: ☐ N ☐ S ° ' " Längengrad: ☐ O ☐ W ° ' "

Name der Messstelle: B 523

☒ Überflur	☒ MP Sebakappe	Ø Brunnenrohr ["]: 4"	Ruhewasserspiegel [m u. MP]: 4,11
	☐ MP Geländeoberkante	Ø Bohrloch dBL [m]:	
☐ Unterflur	☐ MP Oberkante Brunnenrohr	Filterstrecke [m]:	Brunnensohle [m u. MP]: 50,51
		Filteroberkante [m]:	Filterunterkante [m]:

Länge der wassererfüllten Filterkiesschüttung l_F [m]:

abgepumpte Wassermenge (*gemäß hydraulischem Kriterium) [L]: (* $V = 1,5 \frac{\pi}{4} d_{BL}^2 l_F$)

Angaben zur Fördertechnik

☒ Tauchpumpe ☐ Saugpumpe ☐ Schöpfer ☐ Steigrohr ☐ Schlauch ☒ PVC ☐ Teflon

Bezeichnung der Pumpe: MP I Abpumpen Beginn: 11:32 Uhr Ende: 12:02 Uhr

Einbautiefe [m u. MP] 12,0 Absenkung [m] 0,18 Betriebswasserspiegel [m u. MP] 4,29

Abflussgeschehen

Abpumpdauer (ohne PN) 30 min ☐ h	Zuletzt gemessener Wasserstand [m u. MP] 4,29
Abgepumpte Wassermenge 0,63 l ☐ m ³	Brunnensohle nach Abpumpen [m u. MP]
Mittlerer Förderstrom: 1,26 l/min ☒ m ³ /h	Wiederanstieg Pegel nach min

Angaben zu Probengefäßen und Konservierung

☐ AOX	☐ CN/Phenolindex	☐ PAK	☐ Sulfid	☐ 1 l Glasfl.	parameterspez. ☒ ja
☐ MKW	☐ Pestizide	☐ K _s /K _b	☐ PFT/ NH ₄	☐ PE-Flasche	Konservierung: ☐ nein
☐ Fe(II)	☐ sonst. Organik	☐ Anionen	☐ CSB	☒ HS Vial	Filtration für ☐ ja
☐ TOC	☒ Reserve	☐ Metalle	☐ BSB ₅	☐ CuSO ₄	Metalle/DOC: ☒ nein
				☐	Sonstige Vorbehandlung: nein

GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH · Flensburger Straße 15 · 25421 Pinneberg

Fichtner Water & Transportation GmbH
Hammerbrookstraße 47b



20097 Hamburg

Prüfbericht-Nr.: 2022P501384 / 1

Auftraggeber	Fichtner Water & Transportation GmbH
Eingangsdatum	18.01.2022
Projekt	Sielneubau Süderstraße
Material	Grundwasser
Auftrag	Analytik gem. Vorgabe des Auftraggebers
Verpackung	PE-Flasche, HS-Vials
Probenmenge	ca. 0,3 l
GBA-Nummer	22500834
Probenahme	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Dietmar Lucas
Probentransport	GBA
Labor	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Analysenbeginn / -ende	18.01.2022 - 20.01.2022
Bemerkung	keine
Probenaufbewahrung	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben bis zwei Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt.

Pinneberg, 20.01.2022



i. A. G. Binde
Projektbearbeitung

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme übernommen, wenn die Proben nicht durch die GBA oder in ihrem Auftrag genommen wurden. In diesem Fall beziehen sich die Ergebnisse auf die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung der GBA darf der Prüfbericht nicht veröffentlicht sowie nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln der GBA sind in den AGBs einzusehen.

Seite 1 von 3 zu Prüfbericht-Nr.: 2022P501384 / 1

GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Flensburger Str. 15, 25421 Pinneberg
Telefon +49 (0)4101 7946-0
Fax +49 (0)4101 7946-26
E-Mail pinneberg@gba-group.de
www.gba-group.com

HypoVereinsbank
IBAN DE45 2003 0000 0050 4043 92
SWIFT BIC HYVEDEMM300
Commerzbank Hamburg
IBAN DE67 2004 0000 0449 6444 00
SWIFT-BIC COBADEHXXX

Sitz der Gesellschaft:
Hamburg
Handelsregister:
Hamburg HRB 42774
USt-Id.Nr. DE 118 554 138
St.-Nr. 47/723/00196

Geschäftsführer:
Ralf Murzen,
Dr. Roland Bernerth,
Kai Plinke,
Dr. Dominik Obeloer



Prüfbericht-Nr.: 2022P501384 / 1
Sielneubau Süderstraße

GBA-Nummer		22500834	22500834	22500834
Probe-Nummer		001	002	003
Material		Grundwasser	Grundwasser	Grundwasser
Probenbezeichnung		KRB1/GWM1	KRB23/GWM2	B523
Probemenge		ca. 0,3 l	ca. 0,3 l	ca. 0,3 l
Probenahme		17.01.2022	17.01.2022	17.01.2022
Probenahme-Uhrzeit		13:10	11:15	12:15
Probeneingang		18.01.2022	18.01.2022	18.01.2022
Analysenergebnisse	Einheit			
Grundwasserprobenahme				
Summe LCKW	µg/L	n.n.	n.n.	7,40
1,1-Dichlorethen	µg/L	<1,0	<1,0	<1,0
Dichlormethan	µg/L	<1,0	<1,0	<1,0
trans-1,2-Dichlorethen	µg/L	<1,0	<1,0	<1,0
1,1-Dichlorethan	µg/L	<1,0	<1,0	<1,0
cis-1,2-Dichlorethen	µg/L	<1,0	<1,0	<1,0
Trichlormethan	µg/L	<0,20	<0,20	<0,20
1,1,1-Trichlorethan	µg/L	<0,20	<0,20	<0,20
Tetrachlormethan	µg/L	<0,20	<0,20	<0,20
1,2-Dichlorethan	µg/L	<1,0	<1,0	<1,0
Trichlorethen	µg/L	<0,10	<0,10	<0,10
1,1,2-Trichlorethan	µg/L	<0,50	<0,50	<0,50
Tetrachlorethen	µg/L	<0,10	<0,10	<0,10
1,1,1,2-Tetrachlorethan	µg/L	<0,10	<0,10	<0,10
Vinylchlorid	µg/L	<0,50	<0,50	7,4

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar

Prüfbericht-Nr.: 2022P501384 / 1
Sielneubau Süderstraße
Angewandte Verfahren

Parameter	BG	Einheit	Methode
Grundwasserprobenahme			E DIN 38402-13: 2016-09 ^a 5
Summe LCKW		µg/L	berechnet 5
1,1-Dichlorethen	1,0	µg/L	DIN EN ISO 10301 (F4): 1997-08 ^a 5
Dichlormethan	1,0	µg/L	DIN EN ISO 10301 (F4): 1997-08 ^a 5
trans-1,2-Dichlorethen	1,0	µg/L	DIN EN ISO 10301 (F4): 1997-08 ^a 5
1,1-Dichlorethan	1,0	µg/L	DIN EN ISO 10301 (F4): 1997-08 ^a 5
cis-1,2-Dichlorethen	1,0	µg/L	DIN EN ISO 10301 (F4): 1997-08 ^a 5
Trichlormethan	0,20	µg/L	DIN EN ISO 10301 (F4): 1997-08 ^a 5
1,1,1-Trichlorethan	0,20	µg/L	DIN EN ISO 10301 (F4): 1997-08 ^a 5
Tetrachlormethan	0,20	µg/L	DIN EN ISO 10301 (F4): 1997-08 ^a 5
1,2-Dichlorethan	1,0	µg/L	DIN EN ISO 10301 (F4): 1997-08 ^a 5
Trichlorethen	0,10	µg/L	DIN EN ISO 10301 (F4): 1997-08 ^a 5
1,1,2-Trichlorethan	0,50	µg/L	DIN EN ISO 10301 (F4): 1997-08 ^a 5
Tetrachlorethen	0,10	µg/L	DIN EN ISO 10301 (F4): 1997-08 ^a 5
1,1,1,2-Tetrachlorethan	0,10	µg/L	DIN EN ISO 10301 (F4): 1997-08 ^a 5
Vinylchlorid	0,50	µg/L	DIN EN ISO 10301 (F4): 1997-08 ^a 5

Die mit ^a gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen (BG) können matrixbedingt variieren.
 Untersuchungslabor: 5GBA Pinneberg



Anlage 8

Ergebnisse der chemischen Analysen,
Boden



Anlage 8.1

LAGA / DepV

GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH · Flensburger Straße 15 · 25421 Pinneberg

Fichtner Water & Transportation GmbH

Hammerbrookstraße 47b

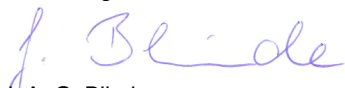
20097 Hamburg



Prüfbericht-Nr.: 2022P500604 / 1

Auftraggeber	Fichtner Water & Transportation GmbH
Eingangsdatum	23.12.2021
Projekt	Sielneubau Süderstraße
Material	Boden
Kennzeichnung	siehe Tabelle
Auftrag	618-1411
Verpackung	Weckglas
Probenmenge	ca. 0,5-1,4 kg
Auftragsnummer	21528516
Probenahme	durch den Auftraggeber
Probentransport	GBA
Labor	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Prüfbeginn / -ende	23.12.2021 - 10.01.2022
Methoden	siehe letzte Seite
Unteraufträge	
Bemerkung	
Probenaufbewahrung	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben bis zwei Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt.

Pinneberg, 10.01.2022



A. G. Binde

Projektbearbeitung

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme übernommen, wenn die Proben nicht durch die GBA oder in ihrem Auftrag genommen wurden. In diesem Fall beziehen sich die Ergebnisse auf die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung der GBA darf der Prüfbericht nicht veröffentlicht sowie nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln der GBA sind in den AGBs einzusehen.

Seite 1 von 17 zu Prüfbericht-Nr.: 2022P500604 / 1

GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Flensburger Str. 15, 25421 Pinneberg
Telefon +49 (0)4101 7946-0
Fax +49 (0)4101 7946-26
E-Mail pinneberg@gba-group.de
www.gba-group.com

HypoVereinsbank
IBAN DE45 2003 0000 0050 4043 92
SWIFT BIC HYVEDEMM300
Commerzbank Hamburg
IBAN DE67 2004 0000 0449 6444 00
SWIFT-BIC COBADEHHXXX

Sitz der Gesellschaft:
Hamburg
Handelsregister:
Hamburg HRB 42774
USt-Id.Nr. DE 118 554 138
St.-Nr. 47/723/00196

Geschäftsführer:
Ralf Murzen,
Dr. Roland Bernerth,
Kai Plinke,
Dr. Dominik Obeloer

Prüfbericht-Nr.: 2022P500604 / 1
Sielneubau Süderstraße
Zuordnungswerte gem. LAGA-Boden (M20, Fassung 2004)

Auftrag		21528516	21528516	21528516
Probe-Nr.		001	002	003
Material		Boden	Boden	Boden
Probenbezeichnung		EP1	EP2	EP3
Probemenge		ca. 0,5-1,4 kg	ca. 0,5-1,4 kg	ca. 0,5-1,4 kg
Probeneingang		23.12.2021	23.12.2021	23.12.2021
Zuordnung gemäß		Lehm/Schluff	Lehm/Schluff	Lehm/Schluff
Trockenrückstand	Masse-%	56,9 ---	79,7 ---	49,7 ---
EOX	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Kohlenwasserstoffe	mg/kg TM	<100 Z0	<100 Z0	<100 Z0
mobiler Anteil bis C22	mg/kg TM	<50 Z0	<50 Z0	<50 Z0
Cyanid ges.	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0	1,3 Z1
Summe BTEX	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Summe LHKW	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Summe PAK (EPA)	mg/kg TM	n.n. Z0	0,471 Z0	n.n. Z0
Benzo(a)pyren	mg/kg TM	<0,050 Z0	<0,050 Z0	<0,050 Z0
PCB Summe 6 Kongenere	mg/kg TM	n.n. Z0	n.n. Z0	n.n. Z0
Aufschluss mit Königswasser		+ ---	+ ---	+ ---
Arsen	mg/kg TM	10 Z0	12 Z0	20 Z1
Blei	mg/kg TM	14 Z0	116 Z1	26 Z0
Cadmium	mg/kg TM	0,40 Z0	<0,10 Z0	1,1 Z1
Chrom ges.	mg/kg TM	26 Z0	15 Z0	42 Z0
Kupfer	mg/kg TM	19 Z0	44 Z1	31 Z0
Nickel	mg/kg TM	22 Z0	13 Z0	44 Z0
Quecksilber	mg/kg TM	<0,10 Z0	0,48 Z0	<0,10 Z0
Thallium	mg/kg TM	<0,30 Z0	<0,30 Z0	<0,30 Z0
Zink	mg/kg TM	73 Z0	81 Z0	152 Z1
TOC	Masse-% TM	12 >Z2	0,63 Z1 (Z0)	7,3 >Z2
Eluat		--- ---	--- ---	--- ---
pH-Wert		7,7 Z0	8,2 Z0	6,3 Z1.2
Leitfähigkeit	µS/cm	276 Z1.2	164 Z0	788 Z1.2
Chlorid	mg/L	42 Z1.2	10 Z0	47 Z1.2
Sulfat	mg/L	24 Z1.2	14 Z0	242 >Z2
Cyanid ges.	µg/L	<5,0 Z0	<5,0 Z0	<5,0 Z0
Phenolindex	µg/L	<5,0 Z0	<5,0 Z0	<5,0 Z0
Arsen	µg/L	2,1 Z0	19 Z1.2	0,79 Z0
Blei	µg/L	<1,0 Z0	3,8 Z0	<1,0 Z0
Cadmium	µg/L	<0,30 Z0	<0,30 Z0	<0,30 Z0
Chrom ges.	µg/L	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Kupfer	µg/L	2,0 Z0	3,1 Z0	<1,0 Z0
Nickel	µg/L	1,7 Z0	<1,0 Z0	4,9 Z0
Quecksilber	µg/L	<0,20 Z0	<0,20 Z0	<0,20 Z0
Zink	µg/L	<10 Z0	<10 Z0	34 Z0
DepV, DK I-III (Erg. LAGA-Bod.)		--- ---	--- ---	--- ---
Glühverlust	Masse-% TM	9,2 ---	2,9 ---	18,7 ---
Lipophile Stoffe	Masse-%	<0,010 ---	<0,010 ---	<0,010 ---
Lipophile Stoffe	Masse-% TM	<0,010 ---	<0,010 ---	<0,010 ---
PCB Summe 7 Kongenere	mg/kg TM	n.n. ---	n.n. ---	n.n. ---
DOC	mg/L	13 ---	2,5 ---	3,7 ---
Cyanid I. freis. (CFA)	mg/L	<0,010 ---	<0,010 ---	<0,010 ---
Fluorid	mg/L	0,28 ---	<0,15 ---	<0,15 ---
Ges.-Gehalt an gel. Feststoffen	mg/L	180 ---	110 ---	487 ---
Barium	mg/L	0,020 ---	0,0067 ---	0,056 ---
Molybdän	mg/L	0,0032 ---	0,0078 ---	<0,0010 ---
Antimon	mg/L	0,0017 ---	0,0023 ---	<0,0010 ---
Selen	mg/L	<0,0020 ---	<0,0020 ---	<0,0020 ---

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar

Zuordnungswerte in Klammern gelten nur in besonderen Fällen. Zur abschließenden Einstufung sind die Regelungen der TR zu Zuordnungswerten sowie die Sonderregelungen einzelner Bundesländer zu beachten. Die angegebenen Einstufungen

Prüfbericht-Nr.: 2022P500604 / 1

Sielneubau Süderstraße

Auftrag		21528516	21528516	21528516
Probe-Nr.		001	002	003
Material		Boden	Boden	Boden
Probenbezeichnung		EP1	EP2	EP3
Säureneutralisationskapazität	mmol/kg TM	285 ---	588 ---	350 ---

Prüfbericht-Nr.: 2022P500604 / 1
Sielneubau Süderstraße

Auftrag		21528516	21528516	21528516
Probe-Nr.		004	005	006
Material		Boden	Boden	Boden
Probenbezeichnung		EP4	EP5	MP1
Probemenge		ca. 0,5-1,4 kg	ca. 0,5-1,4 kg	ca. 0,5-1,4 kg
Probeneingang		23.12.2021	23.12.2021	23.12.2021
Zuordnung gemäß		Lehm/Schluff	Lehm/Schluff	Sand
Trockenrückstand	Masse-%	69,6 ---	30,9 ---	96,0 ---
EOX	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Kohlenwasserstoffe	mg/kg TM	<100 Z0	<100 Z0	<100 Z0
mobiler Anteil bis C22	mg/kg TM	<50 Z0	<50 Z0	<50 Z0
Cyanid ges.	mg/kg TM	<1,0 Z0	1,7 Z1	<1,0 Z0
Summe BTEX	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Summe LHKW	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Summe PAK (EPA)	mg/kg TM	1,13 Z0	n.n. Z0	1,49 Z0
Benzo(a)pyren	mg/kg TM	0,096 Z0	<0,050 Z0	0,13 Z0
PCB Summe 6 Kongenere	mg/kg TM	n.n. Z0	n.n. Z0	0,00680 Z0
Aufschluss mit Königswasser		+ ---	+ ---	+ ---
Arsen	mg/kg TM	11 Z0	25 Z1	3,5 Z0
Blei	mg/kg TM	67 Z0	14 Z0	58 Z1
Cadmium	mg/kg TM	0,17 Z0	0,37 Z0	<0,10 Z0
Chrom ges.	mg/kg TM	25 Z0	34 Z0	7,7 Z0
Kupfer	mg/kg TM	31 Z0	28 Z0	29 Z1
Nickel	mg/kg TM	20 Z0	42 Z0	7,8 Z0
Quecksilber	mg/kg TM	0,23 Z0	<0,10 Z0	0,10 Z0
Thallium	mg/kg TM	<0,30 Z0	<0,30 Z0	<0,30 Z0
Zink	mg/kg TM	81 Z0	82 Z0	61 Z1
TOC	Masse-% TM	5,4 >Z2	32 >Z2	0,57 Z1 (Z0)
Eluat		--- ---	--- ---	--- ---
pH-Wert		8,0 Z0	6,5 Z0	8,4 Z0
Leitfähigkeit	µS/cm	207 Z0	570 Z1.2	110 Z0
Chlorid	mg/L	3,5 Z0	18 Z0	8,5 Z0
Sulfat	mg/L	16 Z0	183 Z2	14 Z0
Cyanid ges.	µg/L	<5,0 Z0	<5,0 Z0	<5,0 Z0
Phenolindex	µg/L	<5,0 Z0	<5,0 Z0	<5,0 Z0
Arsen	µg/L	3,8 Z0	2,4 Z0	3,4 Z0
Blei	µg/L	<1,0 Z0	<1,0 Z0	2,5 Z0
Cadmium	µg/L	<0,30 Z0	<0,30 Z0	<0,30 Z0
Chrom ges.	µg/L	24 Z1.2	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Kupfer	µg/L	1,4 Z0	<1,0 Z0	3,6 Z0
Nickel	µg/L	<1,0 Z0	2,5 Z0	<1,0 Z0
Quecksilber	µg/L	<0,20 Z0	<0,20 Z0	<0,20 Z0
Zink	µg/L	<10 Z0	<10 Z0	<10 Z0
DepV, DK I-III (Erg. LAGA-Bod.)		--- ---	--- ---	--- ---
Glühverlust	Masse-% TM	4,1 ---	48,7 ---	1,6 ---
Lipophile Stoffe	Masse-%	0,017 ---	0,030 ---	<0,010 ---
Lipophile Stoffe	Masse-% TM	0,024 ---	0,098 ---	<0,010 ---
PCB Summe 7 Kongenere	mg/kg TM	n.n. ---	n.n. ---	0,00680 ---
DOC	mg/L	5,2 ---	28 ---	1,4 ---
Cyanid l. freis. (CFA)	mg/L	<0,010 ---	<0,010 ---	<0,010 ---
Fluorid	mg/L	0,17 ---	<0,15 ---	0,33 ---
Ges.-Gehalt an gel. Feststoffen	mg/L	102 ---	415 ---	<100 ---
Barium	mg/L	0,037 ---	0,098 ---	0,0088 ---
Molybdän	mg/L	0,0098 ---	<0,0010 ---	0,0017 ---
Antimon	mg/L	0,0018 ---	0,0015 ---	0,0013 ---
Selen	mg/L	<0,0020 ---	<0,0020 ---	<0,0020 ---

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar

Zuordnungswerte in Klammern gelten nur in besonderen Fällen. Zur abschließenden Einstufung sind die Regelungen der TR zu Zuordnungswerten sowie die Sonderregelungen einzelner Bundesländer zu beachten. Die angegebenen Einstufungen

Prüfbericht-Nr.: 2022P500604 / 1

Sielneubau Süderstraße

Auftrag		21528516	21528516	21528516
Probe-Nr.		004	005	006
Material		Boden	Boden	Boden
Probenbezeichnung		EP4	EP5	MP1
Säureneutralisationskapazität	mmol/kg TM	662 ---	650 ---	135 ---

Prüfbericht-Nr.: 2022P500604 / 1
Sielneubau Süderstraße

Auftrag		21528516	21528516	21528516
Probe-Nr.		007	008	009
Material		Boden	Boden	Boden
Probenbezeichnung		MP2	MP3	MP4
Probemenge		ca. 0,5-1,4 kg	ca. 0,5-1,4 kg	ca. 0,5-1,4 kg
Probeneingang		23.12.2021	23.12.2021	23.12.2021
Zuordnung gemäß		Lehm/Schluff	Sand	Sand
Trockenrückstand	Masse-%	28,8 ---	86,3 ---	82,4 ---
EOX	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Kohlenwasserstoffe	mg/kg TM	<100 Z0	<100 Z0	<100 Z0
mobiler Anteil bis C22	mg/kg TM	<50 Z0	<50 Z0	<50 Z0
Cyanid ges.	mg/kg TM	2,4 Z1	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Summe BTEX	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Summe LHKW	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Summe PAK (EPA)	mg/kg TM	n.n. Z0	2,58 Z0	n.n. Z0
Benzo(a)pyren	mg/kg TM	<0,050 Z0	0,24 Z0	<0,050 Z0
PCB Summe 6 Kongenere	mg/kg TM	n.n. Z0	0,00310 Z0	n.n. Z0
Aufschluss mit Königswasser		+ ---	+ ---	+ ---
Arsen	mg/kg TM	19 Z1	5,1 Z0	<1,0 Z0
Blei	mg/kg TM	9,4 Z0	38 Z0	3,6 Z0
Cadmium	mg/kg TM	0,36 Z0	<0,10 Z0	<0,10 Z0
Chrom ges.	mg/kg TM	28 Z0	8,9 Z0	2,4 Z0
Kupfer	mg/kg TM	25 Z0	21 Z1	3,4 Z0
Nickel	mg/kg TM	29 Z0	9,3 Z0	1,7 Z0
Quecksilber	mg/kg TM	<0,10 Z0	<0,10 Z0	<0,10 Z0
Thallium	mg/kg TM	<0,30 Z0	<0,30 Z0	<0,30 Z0
Zink	mg/kg TM	68 Z0	38 Z0	6,8 Z0
TOC	Masse-% TM	44 >Z2	1,1 Z1	0,19 Z0
Eluat		--- ---	--- ---	--- ---
pH-Wert		6,5 Z0	7,2 Z0	7,3 Z0
Leitfähigkeit	µS/cm	1640 Z2	83 Z0	41 Z0
Chlorid	mg/L	12 Z0	2,7 Z0	1,4 Z0
Sulfat	mg/L	901 >Z2	8,1 Z0	6,5 Z0
Cyanid ges.	µg/L	<5,0 Z0	<5,0 Z0	<5,0 Z0
Phenolindex	µg/L	<5,0 Z0	<5,0 Z0	<5,0 Z0
Arsen	µg/L	1,1 Z0	3,0 Z0	0,93 Z0
Blei	µg/L	<1,0 Z0	3,4 Z0	<1,0 Z0
Cadmium	µg/L	0,74 Z0	<0,30 Z0	<0,30 Z0
Chrom ges.	µg/L	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Kupfer	µg/L	<1,0 Z0	8,6 Z0	<1,0 Z0
Nickel	µg/L	21 Z2	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Quecksilber	µg/L	<0,20 Z0	<0,20 Z0	<0,20 Z0
Zink	µg/L	83 Z0	11 Z0	<10 Z0
DepV, DK I-III (Erg. LAGA-Bod.)		--- ---	--- ---	--- ---
Glühverlust	Masse-% TM	56,3 ---	2,6 ---	0,4 ---
Lipophile Stoffe	Masse-%	0,021 ---	<0,010 ---	<0,010 ---
Lipophile Stoffe	Masse-% TM	0,073 ---	<0,010 ---	<0,010 ---
PCB Summe 7 Kongenere	mg/kg TM	n.n. ---	0,00310 ---	n.n. ---
DOC	mg/L	11 ---	2,6 ---	1,0 ---
Cyanid I. freis. (CFA)	mg/L	<0,010 ---	<0,010 ---	<0,010 ---
Fluorid	mg/L	<0,40 ---	0,28 ---	<0,15 ---
Ges.-Gehalt an gel. Feststoffen	mg/L	1330 ---	<100 ---	<100 ---
Barium	mg/L	0,056 ---	0,015 ---	0,0054 ---
Molybdän	mg/L	<0,0010 ---	0,0024 ---	<0,0010 ---
Antimon	mg/L	<0,0010 ---	0,0037 ---	<0,0010 ---
Selen	mg/L	<0,0020 ---	<0,0020 ---	<0,0020 ---

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar

Zuordnungswerte in Klammern gelten nur in besonderen Fällen. Zur abschließenden Einstufung sind die Regelungen der TR zu Zuordnungswerten sowie die Sonderregelungen einzelner Bundesländer zu beachten. Die angegebenen Einstufungen

Prüfbericht-Nr.: 2022P500604 / 1

Sielneubau Süderstraße

Auftrag		21528516	21528516	21528516
Probe-Nr.		007	008	009
Material		Boden	Boden	Boden
Probenbezeichnung		MP2	MP3	MP4
Säureneutralisationskapazität	mmol/kg TM	443 ---	200 ---	70 ---

Prüfbericht-Nr.: 2022P500604 / 1
Sielneubau Süderstraße

Auftrag		21528516	21528516	21528516
Probe-Nr.		010	011	012
Material		Boden	Boden	Boden
Probenbezeichnung		MP5	MP6	MP7
Probemenge		ca. 0,5-1,4 kg	ca. 0,5-1,4 kg	ca. 0,5-1,4 kg
Probeneingang		23.12.2021	23.12.2021	23.12.2021
Zuordnung gemäß		Sand	Lehm/Schluff	Lehm/Schluff
Trockenrückstand	Masse-%	93,3 ---	85,6 ---	70,5 ---
EOX	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Kohlenwasserstoffe	mg/kg TM	<100 Z0	<100 Z0	<100 Z0
mobiler Anteil bis C22	mg/kg TM	<50 Z0	<50 Z0	<50 Z0
Cyanid ges.	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Summe BTEX	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Summe LHKW	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Summe PAK (EPA)	mg/kg TM	12,1 Z2	0,970 Z0	n.n. Z0
Benzo(a)pyren	mg/kg TM	1,0 Z2	0,083 Z0	<0,050 Z0
PCB Summe 6 Kongenere	mg/kg TM	0,00770 Z0	n.n. Z0	n.n. Z0
Aufschluss mit Königswasser		+ ---	+ ---	+ ---
Arsen	mg/kg TM	12 Z1	4,0 Z0	7,5 Z0
Blei	mg/kg TM	320 Z2	62 Z0	14 Z0
Cadmium	mg/kg TM	0,68 Z1	<0,10 Z0	0,15 Z0
Chrom ges.	mg/kg TM	17 Z0	11 Z0	29 Z0
Kupfer	mg/kg TM	144 Z2	17 Z0	14 Z0
Nickel	mg/kg TM	28 Z1	8,1 Z0	17 Z0
Quecksilber	mg/kg TM	0,19 Z1	0,12 Z0	<0,10 Z0
Thallium	mg/kg TM	<0,30 Z0	<0,30 Z0	<0,30 Z0
Zink	mg/kg TM	405 Z1	38 Z0	49 Z0
TOC	Masse-% TM	2,3 Z2	0,63 Z1 (Z0)	1,8 Z2
Eluat		--- ---	--- ---	--- ---
pH-Wert		8,8 Z0	7,4 Z0	6,8 Z0
Leitfähigkeit	µS/cm	52 Z0	193 Z0	304 Z1.2
Chlorid	mg/L	2,1 Z0	21 Z0	1,9 Z0
Sulfat	mg/L	1,7 Z0	38 Z1.2	114 Z2
Cyanid ges.	µg/L	<5,0 Z0	<5,0 Z0	<5,0 Z0
Phenolindex	µg/L	<5,0 Z0	<5,0 Z0	<5,0 Z0
Arsen	µg/L	6,5 Z0	0,75 Z0	0,64 Z0
Blei	µg/L	5,1 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Cadmium	µg/L	<0,30 Z0	<0,30 Z0	<0,30 Z0
Chrom ges.	µg/L	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Kupfer	µg/L	5,9 Z0	1,1 Z0	<1,0 Z0
Nickel	µg/L	<1,0 Z0	<1,0 Z0	2,0 Z0
Quecksilber	µg/L	<0,20 Z0	<0,20 Z0	<0,20 Z0
Zink	µg/L	<10 Z0	<10 Z0	<10 Z0
DepV, DK I-III (Erg. LAGA-Bod.)		--- ---	--- ---	--- ---
Glühverlust	Masse-% TM	1,4 ---	2,1 ---	5,4 ---
Lipophile Stoffe	Masse-%	0,021 ---	<0,010 ---	<0,010 ---
Lipophile Stoffe	Masse-% TM	0,023 ---	<0,010 ---	<0,010 ---
PCB Summe 7 Kongenere	mg/kg TM	0,00770 ---	n.n. ---	n.n. ---
DOC	mg/L	1,1 ---	1,0 ---	2,4 ---
Cyanid l. freis. (CFA)	mg/L	<0,010 ---	<0,010 ---	<0,010 ---
Fluorid	mg/L	0,17 ---	<0,15 ---	<0,15 ---
Ges.-Gehalt an gel. Feststoffen	mg/L	<100 ---	108 ---	130 ---
Barium	mg/L	0,013 ---	0,024 ---	0,033 ---
Molybdän	mg/L	0,0022 ---	<0,0010 ---	<0,0010 ---
Antimon	mg/L	0,0017 ---	<0,0010 ---	<0,0010 ---
Selen	mg/L	<0,0020 ---	<0,0020 ---	<0,0020 ---

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar

Zuordnungswerte in Klammern gelten nur in besonderen Fällen. Zur abschließenden Einstufung sind die Regelungen der TR zu Zuordnungswerten sowie die Sonderregelungen einzelner Bundesländer zu beachten. Die angegebenen Einstufungen

Prüfbericht-Nr.: 2022P500604 / 1

Sielneubau Süderstraße

Auftrag		21528516	21528516	21528516
Probe-Nr.		010	011	012
Material		Boden	Boden	Boden
Probenbezeichnung		MP5	MP6	MP7
Säureneutralisationskapazität	mmol/kg TM	340 ---	100 ---	194 ---

Prüfbericht-Nr.: 2022P500604 / 1
Sielneubau Süderstraße

Auftrag		21528516	21528516	21528516
Probe-Nr.		013	014	015
Material		Boden	Boden	Boden
Probenbezeichnung		MP8	MP9	MP10
Probemenge		ca. 0,5-1,4 kg	ca. 0,5-1,4 kg	ca. 0,5-1,4 kg
Probeneingang		23.12.2021	23.12.2021	23.12.2021
Zuordnung gemäß		Lehm/Schluff	Sand	Lehm/Schluff
Trockenrückstand	Masse-%	83,8 ---	94,3 ---	90,7 ---
EOX	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Kohlenwasserstoffe	mg/kg TM	<100 Z0	<100 Z0	<100 Z0
mobiler Anteil bis C22	mg/kg TM	<50 Z0	<50 Z0	<50 Z0
Cyanid ges.	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Summe BTEX	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Summe LHKW	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Summe PAK (EPA)	mg/kg TM	1,08 Z0	12,2 Z2	4,38 Z2 (Z1)
Benzo(a)pyren	mg/kg TM	0,086 Z0	0,89 Z1	0,35 Z1
PCB Summe 6 Kongenere	mg/kg TM	n.n. Z0	n.n. Z0	n.n. Z0
Aufschluss mit Königswasser		+ ---	+ ---	+ ---
Arsen	mg/kg TM	8,6 Z0	5,7 Z0	3,8 Z0
Blei	mg/kg TM	380 Z2	94 Z1	33 Z0
Cadmium	mg/kg TM	<0,10 Z0	<0,10 Z0	<0,10 Z0
Chrom ges.	mg/kg TM	11 Z0	8,8 Z0	6,7 Z0
Kupfer	mg/kg TM	60 Z1	26 Z1	19 Z0
Nickel	mg/kg TM	9,0 Z0	7,5 Z0	6,0 Z0
Quecksilber	mg/kg TM	0,95 Z1	0,33 Z1	<0,10 Z0
Thallium	mg/kg TM	<0,30 Z0	<0,30 Z0	<0,30 Z0
Zink	mg/kg TM	50 Z0	55 Z0	30 Z0
TOC	Masse-% TM	1,4 Z1	2,1 Z2	0,87 Z1 (Z0)
Eluat		--- ---	--- ---	--- ---
pH-Wert		7,5 Z0	8,5 Z0	9,0 Z0
Leitfähigkeit	µS/cm	124 Z0	71 Z0	180 Z0
Chlorid	mg/L	0,61 Z0	1,8 Z0	28 Z0
Sulfat	mg/L	25 Z1.2	6,4 Z0	7,6 Z0
Cyanid ges.	µg/L	<5,0 Z0	<5,0 Z0	<5,0 Z0
Phenolindex	µg/L	<5,0 Z0	<5,0 Z0	<5,0 Z0
Arsen	µg/L	12 Z0	4,9 Z0	5,8 Z0
Blei	µg/L	<1,0 Z0	3,8 Z0	1,4 Z0
Cadmium	µg/L	<0,30 Z0	<0,30 Z0	<0,30 Z0
Chrom ges.	µg/L	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Kupfer	µg/L	2,0 Z0	2,5 Z0	3,5 Z0
Nickel	µg/L	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Quecksilber	µg/L	<0,20 Z0	<0,20 Z0	<0,20 Z0
Zink	µg/L	<10 Z0	<10 Z0	<10 Z0
DepV, DK I-III (Erg. LAGA-Bod.)		--- ---	--- ---	--- ---
Glühverlust	Masse-% TM	2,3 ---	0,9 ---	1,6 ---
Lipophile Stoffe	Masse-%	<0,010 ---	<0,010 ---	<0,010 ---
Lipophile Stoffe	Masse-% TM	<0,010 ---	<0,010 ---	<0,010 ---
PCB Summe 7 Kongenere	mg/kg TM	n.n. ---	n.n. ---	n.n. ---
DOC	mg/L	1,8 ---	1,4 ---	2,0 ---
Cyanid I. freis. (CFA)	mg/L	<0,010 ---	<0,010 ---	<0,010 ---
Fluorid	mg/L	<0,15 ---	<0,15 ---	0,20 ---
Ges.-Gehalt an gel. Feststoffen	mg/L	<100 ---	<100 ---	131 ---
Barium	mg/L	0,0074 ---	0,0080 ---	0,0037 ---
Molybdän	mg/L	0,0029 ---	0,0013 ---	0,0033 ---
Antimon	mg/L	0,0048 ---	<0,0010 ---	<0,0010 ---
Selen	mg/L	<0,0020 ---	<0,0020 ---	<0,0020 ---

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar

Zuordnungswerte in Klammern gelten nur in besonderen Fällen. Zur abschließenden Einstufung sind die Regelungen der TR zu Zuordnungswerten sowie die Sonderregelungen einzelner Bundesländer zu beachten. Die angegebenen Einstufungen

Prüfbericht-Nr.: 2022P500604 / 1

Sielneubau Süderstraße

Auftrag		21528516	21528516	21528516
Probe-Nr.		013	014	015
Material		Boden	Boden	Boden
Probenbezeichnung		MP8	MP9	MP10
Säureneutralisationskapazität	mmol/kg TM	245 ---	393 ---	124 ---

Prüfbericht-Nr.: 2022P500604 / 1
Sielneubau Süderstraße

Auftrag		21528516	21528516	21528516
Probe-Nr.		016	017	018
Material		Boden	Boden	Boden
Probenbezeichnung		MP11	MP12	MP14
Probemenge		ca. 0,5-1,4 kg	ca. 0,5-1,4 kg	ca. 0,5-1,4 kg
Probeneingang		23.12.2021	23.12.2021	23.12.2021
Zuordnung gemäß		Sand	Lehm/Schluff	Lehm/Schluff
Trockenrückstand	Masse-%	87,4 ---	82,0 ---	70,6 ---
EOX	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Kohlenwasserstoffe	mg/kg TM	<100 Z0	<100 Z0	<100 Z0
mobiler Anteil bis C22	mg/kg TM	<50 Z0	<50 Z0	<50 Z0
Cyanid ges.	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Summe BTEX	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Summe LHKW	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Summe PAK (EPA)	mg/kg TM	10,2 Z2	0,111 Z0	1,53 Z0
Benzo(a)pyren	mg/kg TM	0,88 Z1	<0,050 Z0	0,089 Z0
PCB Summe 6 Kongenere	mg/kg TM	n.n. Z0	n.n. Z0	n.n. Z0
Aufschluss mit Königswasser		+ ---	+ ---	+ ---
Arsen	mg/kg TM	7,7 Z0	7,2 Z0	10 Z0
Blei	mg/kg TM	183 Z1	21 Z0	19 Z0
Cadmium	mg/kg TM	0,21 Z0	<0,10 Z0	0,11 Z0
Chrom ges.	mg/kg TM	11 Z0	17 Z0	38 Z0
Kupfer	mg/kg TM	72 Z1	14 Z0	18 Z0
Nickel	mg/kg TM	14 Z0	13 Z0	21 Z0
Quecksilber	mg/kg TM	0,23 Z1	<0,10 Z0	<0,10 Z0
Thallium	mg/kg TM	<0,30 Z0	<0,30 Z0	<0,30 Z0
Zink	mg/kg TM	136 Z1	36 Z0	64 Z0
TOC	Masse-% TM	1,2 Z1	0,98 Z1 (Z0)	1,5 Z1
Eluat		--- ---	--- ---	--- ---
pH-Wert		8,3 Z0	8,4 Z0	7,2 Z0
Leitfähigkeit	µS/cm	133 Z0	278 Z1.2	156 Z0
Chlorid	mg/L	4,9 Z0	25 Z0	7,1 Z0
Sulfat	mg/L	22 Z1.2	31 Z1.2	32 Z1.2
Cyanid ges.	µg/L	<5,0 Z0	<5,0 Z0	<5,0 Z0
Phenolindex	µg/L	<5,0 Z0	<5,0 Z0	<5,0 Z0
Arsen	µg/L	2,1 Z0	1,9 Z0	1,7 Z0
Blei	µg/L	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Cadmium	µg/L	<0,30 Z0	<0,30 Z0	<0,30 Z0
Chrom ges.	µg/L	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Kupfer	µg/L	1,9 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Nickel	µg/L	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Quecksilber	µg/L	<0,20 Z0	<0,20 Z0	<0,20 Z0
Zink	µg/L	<10 Z0	<10 Z0	<10 Z0
DepV, DK I-III (Erg. LAGA-Bod.)		--- ---	--- ---	--- ---
Glühverlust	Masse-% TM	2,2 ---	3,5 ---	6,5 ---
Lipophile Stoffe	Masse-%	<0,010 ---	<0,010 ---	<0,010 ---
Lipophile Stoffe	Masse-% TM	<0,010 ---	<0,010 ---	<0,010 ---
PCB Summe 7 Kongenere	mg/kg TM	n.n. ---	n.n. ---	n.n. ---
DOC	mg/L	1,4 ---	1,4 ---	1,9 ---
Cyanid I. freis. (CFA)	mg/L	<0,010 ---	<0,010 ---	<0,010 ---
Fluorid	mg/L	0,17 ---	<0,15 ---	0,18 ---
Ges.-Gehalt an gel. Feststoffen	mg/L	<100 ---	141 ---	154 ---
Barium	mg/L	0,010 ---	0,020 ---	0,027 ---
Molybdän	mg/L	0,0013 ---	0,0028 ---	<0,0010 ---
Antimon	mg/L	0,0012 ---	<0,0010 ---	<0,0010 ---
Selen	mg/L	<0,0020 ---	<0,0020 ---	<0,0020 ---

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar

Zuordnungswerte in Klammern gelten nur in besonderen Fällen. Zur abschließenden Einstufung sind die Regelungen der TR zu Zuordnungswerten sowie die Sonderregelungen einzelner Bundesländer zu beachten. Die angegebenen Einstufungen

Prüfbericht-Nr.: 2022P500604 / 1

Sielneubau Süderstraße

Auftrag		21528516	21528516	21528516
Probe-Nr.		016	017	018
Material		Boden	Boden	Boden
Probenbezeichnung		MP11	MP12	MP14
Säureneutralisationskapazität	mmol/kg TM	141 ---	1860 ---	140 ---

Prüfbericht-Nr.: 2022P500604 / 1
Sielneubau Süderstraße

Auftrag		21528516	21528516	21528516
Probe-Nr.		019	020	021
Material		Boden	Boden	Boden
Probenbezeichnung		MP15	MP16	MP17
Probemenge		ca. 0,5-1,4 kg	ca. 0,5-1,4 kg	ca. 0,5-1,4 kg
Probeneingang		23.12.2021	23.12.2021	23.12.2021
Zuordnung gemäß		Lehm/Schluff	Lehm/Schluff	Sand
Trockenrückstand	Masse-%	73,1 ---	36,0 ---	90,7 ---
EOX	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Kohlenwasserstoffe	mg/kg TM	<100 Z0	<100 Z0	<100 Z0
mobiler Anteil bis C22	mg/kg TM	<50 Z0	<50 Z0	<50 Z0
Cyanid ges.	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Summe BTEX	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Summe LHKW	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Summe PAK (EPA)	mg/kg TM	n.n. Z0	n.n. Z0	2,38 Z0
Benzo(a)pyren	mg/kg TM	<0,050 Z0	<0,050 Z0	0,21 Z0
PCB Summe 6 Kongenere	mg/kg TM	n.n. Z0	n.n. Z0	n.n. Z0
Aufschluss mit Königswasser		+ ---	+ ---	+ ---
Arsen	mg/kg TM	9,6 Z0	19 Z1	1,8 Z0
Blei	mg/kg TM	12 Z0	15 Z0	8,2 Z0
Cadmium	mg/kg TM	0,17 Z0	0,52 Z0	<0,10 Z0
Chrom ges.	mg/kg TM	28 Z0	40 Z0	3,8 Z0
Kupfer	mg/kg TM	15 Z0	41 Z1	6,0 Z0
Nickel	mg/kg TM	21 Z0	38 Z0	3,5 Z0
Quecksilber	mg/kg TM	<0,10 Z0	<0,10 Z0	<0,10 Z0
Thallium	mg/kg TM	<0,30 Z0	<0,30 Z0	<0,30 Z0
Zink	mg/kg TM	58 Z0	63 Z0	16 Z0
TOC	Masse-% TM	1,8 Z2	29 >Z2	0,30 Z0
Eluat		--- ---	--- ---	--- ---
pH-Wert		6,7 Z0	6,6 Z0	6,5 Z0
Leitfähigkeit	µS/cm	154 Z0	1890 Z2	103 Z0
Chlorid	mg/L	8,3 Z0	9,3 Z0	1,3 Z0
Sulfat	mg/L	32 Z1.2	1040 >Z2	24 Z1.2
Cyanid ges.	µg/L	<5,0 Z0	<5,0 Z0	<5,0 Z0
Phenolindex	µg/L	<5,0 Z0	<5,0 Z0	<5,0 Z0
Arsen	µg/L	1,4 Z0	0,62 Z0	<0,50 Z0
Blei	µg/L	<1,0 Z0	1,6 Z0	<1,0 Z0
Cadmium	µg/L	<0,30 Z0	1,3 Z0	<0,30 Z0
Chrom ges.	µg/L	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Kupfer	µg/L	2,1 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Nickel	µg/L	1,2 Z0	54 Z2	<1,0 Z0
Quecksilber	µg/L	<0,20 Z0	<0,20 Z0	<0,20 Z0
Zink	µg/L	<10 Z0	81 Z0	<10 Z0
DepV, DK I-III (Erg. LAGA-Bod.)		--- ---	--- ---	--- ---
Glühverlust	Masse-% TM	6,8 ---	50,3 ---	1,0 ---
Lipophile Stoffe	Masse-%	<0,010 ---	0,017 ---	<0,010 ---
Lipophile Stoffe	Masse-% TM	<0,010 ---	0,048 ---	<0,010 ---
PCB Summe 7 Kongenere	mg/kg TM	n.n. ---	n.n. ---	n.n. ---
DOC	mg/L	2,8 ---	6,3 ---	1,0 ---
Cyanid I. freis. (CFA)	mg/L	<0,010 ---	<0,010 ---	<0,010 ---
Fluorid	mg/L	0,18 ---	<0,40 ---	<0,15 ---
Ges.-Gehalt an gel. Feststoffen	mg/L	125 ---	1580 ---	<100 ---
Barium	mg/L	0,027 ---	0,050 ---	0,0088 ---
Molybdän	mg/L	<0,0010 ---	<0,0010 ---	<0,0010 ---
Antimon	mg/L	<0,0010 ---	<0,0010 ---	<0,0010 ---
Selen	mg/L	<0,0020 ---	<0,0020 ---	<0,0020 ---

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar

Zuordnungswerte in Klammern gelten nur in besonderen Fällen. Zur abschließenden Einstufung sind die Regelungen der TR zu Zuordnungswerten sowie die Sonderregelungen einzelner Bundesländer zu beachten. Die angegebenen Einstufungen

Prüfbericht-Nr.: 2022P500604 / 1

Sielneubau Süderstraße

Auftrag		21528516	21528516	21528516
Probe-Nr.		019	020	021
Material		Boden	Boden	Boden
Probenbezeichnung		MP15	MP16	MP17
Säureneutralisationskapazität	mmol/kg TM	315 ---	530 ---	85 ---

Prüfbericht-Nr.: 2022P500604 / 1
Sielneubau Süderstraße
Angewandte Verfahren und Bestimmungsgrenzen (BG)

Parameter	BG	Einheit	Methode
Trockenrückstand	0,40	Masse-%	DIN ISO 11465: 1996-12 ^a 5
EOX	1,0	mg/kg TM	US-Extr. Cyclo/Hex/Acet; DIN 38414 (S17): 2017-01 ^a 5
Kohlenwasserstoffe	100	mg/kg TM	DIN EN 14039: 2005-01 i.V.m. LAGA KW/04: 2019-09 ^a 5
mobiler Anteil bis C22	50	mg/kg TM	DIN EN ISO 16703: 2011-09 ^a i.V.m. LAGA KW/04: 2019-12 ^a 5
Cyanid ges.	1,0	mg/kg TM	DIN ISO 17380: 2013-10 ^a 5
Summe BTEX	1,0	mg/kg TM	DIN EN ISO 22155: 2016-07 ^a 5
Summe LHKW	1,0	mg/kg TM	DIN EN ISO 22155: 2016-07 ^a 5
Summe PAK (EPA)		mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Benzo(a)pyren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
PCB Summe 6 Kongenere		mg/kg TM	DIN EN 15308: 2016-12 ^a 5
Aufschluss mit Königswasser			DIN EN 13657: 2003-01 ^a 5
Arsen	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Blei	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Cadmium	0,10	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Chrom ges.	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Kupfer	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Nickel	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Quecksilber	0,10	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Thallium	0,30	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Zink	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
TOC	0,050	Masse-% TM	DIN EN 13137: 2001-12 (als Einfachbest.) ^a 5
Eluat			DIN EN 12457-4: 2003-01 ^a 5
pH-Wert			DIN EN ISO 10523: 2012-04 ^a 5
Leitfähigkeit		µS/cm	DIN EN 27888: 1993-11 ^a 5
Chlorid	0,60	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 ^a 5
Sulfat	1,0	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 ^a 5
Cyanid ges.	5,0	µg/L	DIN EN ISO 14403-2 (D3): 2012-10 ^a 5
Phenolindex	5,0	µg/L	DIN EN ISO 14402: 1999-12 ^a 5
Arsen	0,50	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Blei	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Cadmium	0,30	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Chrom ges.	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Kupfer	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Nickel	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Quecksilber	0,20	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Zink	10	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
DepV, DK I-III (Erg. LAGA-Bod.)			
Glühverlust	0,10	Masse-% TM	DIN EN 15169: 2007-05 ^a 5
Lipophile Stoffe	0,010	Masse-%	LAGA KW/04: 2019-09 ^a 5
Lipophile Stoffe	0,010	Masse-% TM	LAGA KW/04: 2019-09 ^a 5
PCB Summe 7 Kongenere		mg/kg TM	DIN EN 15308: 2016-12 ^a 5
DOC	1,0	mg/L	DIN EN 1484: 2019-04 ^a 5
Cyanid I. freis. (CFA)	0,010	mg/L	DIN EN ISO 14403-2 (D3): 2012-10 ^a 5
Fluorid	0,15	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 ^a 5
Ges.-Gehalt an gel. Feststoffen	100	mg/L	DIN 38409-2: 1987-03 ^a 5
Barium	0,0010	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar

Zuordnungswerte in Klammern gelten nur in besonderen Fällen. Zur abschließenden Einstufung sind die Regelungen der TR zu Zuordnungswerten sowie die Sonderregelungen einzelner Bundesländer zu beachten. Die angegebenen Einstufungen

Prüfbericht-Nr.: 2022P500604 / 1**Sielneubau Süderstraße****Angewandte Verfahren und Bestimmungsgrenzen (BG)**

Parameter	BG	Einheit	Methode
Molybdän	0,0010	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Antimon	0,0010	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Selen	0,0020	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Säureneutralisationskapazität		mmol/kg TM	LAGA EW 98p: 2017-09 ^a 5

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar

Zuordnungswerte in Klammern gelten nur in besonderen Fällen. Zur abschließenden Einstufung sind die Regelungen der TR zu Zuordnungswerten sowie die Sonderregelungen einzelner Bundesländer zu beachten. Die angegebenen Einstufungen

Die mit ^a gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen (BG) können matrixbedingt variieren.
Untersuchungslabor: 5GBA Pinneberg



Anlage 8.2

pH-Wert

GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH · Flensburger Straße 15 · 25421 Pinneberg

Fichtner Water & Transportation GmbH

Hammerbrookstraße 47b

20097 Hamburg



Prüfbericht-Nr.: 2022P510478 / 1

Auftraggeber	Fichtner Water & Transportation GmbH
Eingangsdatum	19.04.2022
Projekt	Projekt-Nr. 618-1411 / Sielneubau Süderstraße
Material	Boden
Auftrag	618-1411
Verpackung	PE-Dose
Probenmenge	ca. 50-100 g
GBA-Nummer	22507148
Probenahme	durch den Auftraggeber
Probentransport	GBA
Labor	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Analysenbeginn / -ende	19.04.2022 - 01.05.2022
Bemerkung	keine
Probenaufbewahrung	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben bis zwei Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt.

Pinneberg, 01.05.2022



i. A. G. Blinde
Projektbearbeitung

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme übernommen, wenn die Proben nicht durch die GBA oder in ihrem Auftrag genommen wurden. In diesem Fall beziehen sich die Ergebnisse auf die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung der GBA darf der Prüfbericht nicht veröffentlicht sowie nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln der GBA sind in den AGBs einzusehen.

Seite 1 von 2 zu Prüfbericht-Nr.: Prüfbericht-Nr.: 2022P510478 / 1

GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Flensburger Str. 15, 25421 Pinneberg
Telefon +49 (0)4101 7946-0
Fax +49 (0)4101 7946-26
E-Mail pinneberg@gba-group.de
www.gba-group.com

HypoVereinsbank
IBAN DE45 2003 0000 0050 4043 92
SWIFT BIC HYVEDEMM300
Commerzbank Hamburg
IBAN DE67 2004 0000 0449 6444 00
SWIFT-BIC COBADEHHXXX

Sitz der Gesellschaft:
Hamburg
Handelsregister:
Hamburg HRB 42774
USt-Id.Nr. DE 118 554 138
St.-Nr. 47/723/00196

Geschäftsführer:
Ralf Murzen,
Dr. Roland Bernerth,
Kai Plinke,
Dr. Dominik Obeloer
Ole Borchert

Prüfbericht-Nr.: 2022P510478 / 1
Projekt-Nr. 618-1411 / Sielneubau Süderstraße

GBA-Nummer		22507148	22507148	22507148
Probe-Nummer		001	002	003
Material		Boden	Boden	Boden
Probenbezeichnung		5b/8	6/4	7/6
Probemenge		ca. 50-100 g	ca. 50-100 g	ca. 50-100 g
Probeneingang		19.04.2022	19.04.2022	19.04.2022
Analysenergebnisse	Einheit			
Trockenrückstand	Masse-%	35,1	71,4	37,9
pH-Wert (CaCl₂)		6,7	7,3	6,8

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar

GBA-Nummer		22507148	22507148
Probe-Nummer		004	005
Material		Boden	Boden
Probenbezeichnung		8/5	9/5
Probemenge		ca. 50-100 g	ca. 50-100 g
Probeneingang		19.04.2022	19.04.2022
Analysenergebnisse	Einheit		
Trockenrückstand	Masse-%	37,6	33,1
pH-Wert (CaCl₂)		6,6	6,6

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar

Angewandte Verfahren

Parameter	BG	Einheit	Methode
Trockenrückstand	0,40	Masse-%	DIN ISO 11465: 1996-12 ^a 5
pH-Wert (CaCl ₂)			DIN ISO 10390: 2005-12 ^a 5

Die mit ^a gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen (BG) können matrixbedingt variieren.

Untersuchungslabor: 5GBA Pinneberg



Anlage 9

Ergebnisse der chemischen Analysen,
Asphalt und Fugenverguss



Anlage 9.1

Asphalt

GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH · Flensburger Straße 15 · 25421 Pinneberg

Fichtner Water & Transportation GmbH
Hammerbrookstraße 47b



20097 Hamburg

Prüfbericht-Nr.: 2022P500267 / 1

Auftraggeber	Fichtner Water & Transportation GmbH
Eingangsdatum	23.12.2021
Projekt	Sielneubau Süderstraße
Material	Asphalt
Auftrag	618-1411
Verpackung	Bohrkern
Probenmenge	ca. 3-13 kg
GBA-Nummer	21528516
Probenahme	durch den Auftraggeber
Probentransport	GBA
Labor	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Analysenbeginn / -ende	23.12.2021 - 04.01.2022
Bemerkung	keine
Probenaufbewahrung	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben bis zwei Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt.

Pinneberg, 04.01.2022



i. A. G. Binde
Projektbearbeitung

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme übernommen, wenn die Proben nicht durch die GBA oder in ihrem Auftrag genommen wurden. In diesem Fall beziehen sich die Ergebnisse auf die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung der GBA darf der Prüfbericht nicht veröffentlicht sowie nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln der GBA sind in den AGBs einzusehen.

Seite 1 von 5 zu Prüfbericht-Nr.: 2022P500267 / 1

Prüfbericht-Nr.: 2022P500267 / 1
Sielneubau Süderstraße

GBA-Nummer		21528516	21528516	21528516	21528516
Probe-Nummer		022	023	024	025
Material		Asphalt	Asphalt	Asphalt	Asphalt
Probenbezeichnung		A1	A2	A3	A4
Probemenge		ca. 3-13 kg	ca. 3-13 kg	ca. 3-13 kg	ca. 3-13 kg
Probeneingang		23.12.2021	23.12.2021	23.12.2021	23.12.2021
Analysenergebnisse	Einheit				
Summe PAK (EPA)	mg/kg	0,350	0,130	0,480	0,360
Naphthalin	mg/kg	<0,10	<0,10	0,22	<0,10
Acenaphthylen	mg/kg	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Acenaphthen	mg/kg	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Fluoren	mg/kg	<0,10	<0,10	<0,10	0,11
Phenanthren	mg/kg	0,11	<0,10	0,14	0,14
Anthracen	mg/kg	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Fluoranthren	mg/kg	0,13	<0,10	<0,10	<0,10
Pyren	mg/kg	0,11	<0,10	<0,10	<0,10
Benz(a)anthracen	mg/kg	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Chrysen	mg/kg	<0,10	0,13	0,12	0,11
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Benzo(a)pyren	mg/kg	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Dibenz(a,h)anthracen	mg/kg	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
1-Methylnaphthalin	mg/kg	<0,10	<0,10	0,13	0,13
2-Methylnaphthalin	mg/kg	<0,10	<0,10	0,21	0,12
Eluat					
pH-Wert		10,7	9,5	9,9	9,5
Leitfähigkeit	µS/cm	208	60	57	75
Phenolindex	mg/L	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050
Asbestnachweis (NWG 0,1%)	%	Asbest nicht nachgewiesen	Asbest nicht nachgewiesen	Asbest nicht nachgewiesen	Asbest nicht nachgewiesen
Asbestgehalt	%	-	-	-	-

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar

Prüfbericht-Nr.: 2022P500267 / 1
Sielneubau Süderstraße

GBA-Nummer		21528516	21528516	21528516	21528516
Probe-Nummer		026	027	028	029
Material		Asphalt	Asphalt	Asphalt	Asphalt
Probenbezeichnung		A5	A6	A7	A8
Probemenge		ca. 3-13 kg	ca. 3-13 kg	ca. 3-13 kg	ca. 3-13 kg
Probeneingang		23.12.2021	23.12.2021	23.12.2021	23.12.2021
Analysenergebnisse	Einheit				
Summe PAK (EPA)	mg/kg	2,05	0,370	1,04	0,350
Naphthalin	mg/kg	0,38	<0,10	<0,10	<0,10
Acenaphthylen	mg/kg	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Acenaphthen	mg/kg	0,38	<0,10	<0,10	<0,10
Fluoren	mg/kg	0,44	<0,10	<0,10	<0,10
Phenanthren	mg/kg	0,44	<0,10	0,19	0,11
Anthracen	mg/kg	0,14	<0,10	<0,10	<0,10
Fluoranthren	mg/kg	<0,10	<0,10	0,23	<0,10
Pyren	mg/kg	0,13	<0,10	0,22	0,12
Benz(a)anthracen	mg/kg	<0,10	<0,10	0,12	<0,10
Chrysen	mg/kg	0,14	0,17	0,28	0,12
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Benzo(a)pyren	mg/kg	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Dibenz(a,h)anthracen	mg/kg	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg	<0,20	0,20	<0,20	<0,20
1-Methylnaphthalin	mg/kg	0,43	<0,10	<0,10	<0,10
2-Methylnaphthalin	mg/kg	0,45	<0,10	<0,10	<0,10
Eluat					
pH-Wert		9,7	9,8	10,9	8,8
Leitfähigkeit	µS/cm	90	70	297	41
Phenolindex	mg/L	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050
Asbestnachweis (NWG 0,1%)	%	Asbest nicht nachgewiesen	Asbest nicht nachgewiesen	Asbest nicht nachgewiesen	Asbest nicht nachgewiesen
Asbestgehalt	%	-	-	-	-

Prüfbericht-Nr.: 2022P500267 / 1
Sielneubau Süderstraße

GBA-Nummer		21528516	21528516
Probe-Nummer		030	031
Material		Asphalt	Asphalt
Probenbezeichnung		A9	A10
Probemenge		ca. 3-13 kg	ca. 3-13 kg
Probeneingang		23.12.2021	23.12.2021
Analysenergebnisse	Einheit		
Summe PAK (EPA)	mg/kg	1,40	0,150
Naphthalin	mg/kg	<0,10	<0,10
Acenaphthylen	mg/kg	<0,10	<0,10
Acenaphthen	mg/kg	<0,10	<0,10
Fluoren	mg/kg	<0,10	<0,10
Phenanthren	mg/kg	0,31	<0,10
Anthracen	mg/kg	<0,10	<0,10
Fluoranthren	mg/kg	0,22	<0,10
Pyren	mg/kg	0,18	<0,10
Benz(a)anthracen	mg/kg	0,10	<0,10
Chrysen	mg/kg	0,35	0,15
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg	<0,20	<0,20
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg	<0,20	<0,20
Benzo(a)pyren	mg/kg	<0,20	<0,20
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	<0,20	<0,20
Dibenz(a,h)anthracen	mg/kg	<0,20	<0,20
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg	0,24	<0,20
1-Methylnaphthalin	mg/kg	<0,10	<0,10
2-Methylnaphthalin	mg/kg	<0,10	<0,10
Eluat			
pH-Wert		9,5	9,1
Leitfähigkeit	µS/cm	53	44
Phenolindex	mg/L	<0,0050	<0,0050
Asbestnachweis (NWG 0,1%)	%	Asbest nicht nachgewiesen	Asbest nicht nachgewiesen
Asbestgehalt	%	-	-

Prüfbericht-Nr.: 2022P500267 / 1
Sielneubau Süderstraße
Angewandte Verfahren

Parameter	BG	Einheit	Methode
Summe PAK (EPA)		mg/kg	berechnet ₅
Naphthalin	0,10	mg/kg	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a ₅
Acenaphthylen	0,10	mg/kg	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a ₅
Acenaphthen	0,10	mg/kg	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a ₅
Fluoren	0,10	mg/kg	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a ₅
Phenanthren	0,10	mg/kg	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a ₅
Anthracen	0,10	mg/kg	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a ₅
Fluoranthren	0,10	mg/kg	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a ₅
Pyren	0,10	mg/kg	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a ₅
Benz(a)anthracen	0,10	mg/kg	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a ₅
Chrysen	0,10	mg/kg	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a ₅
Benzo(b)fluoranthren	0,20	mg/kg	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a ₅
Benzo(k)fluoranthren	0,20	mg/kg	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a ₅
Benzo(a)pyren	0,20	mg/kg	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a ₅
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,20	mg/kg	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a ₅
Dibenz(a,h)anthracen	0,20	mg/kg	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a ₅
Benzo(g,h,i)perylene	0,20	mg/kg	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a ₅
1-Methylnaphthalin	0,10	mg/kg	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a ₅
2-Methylnaphthalin	0,10	mg/kg	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a ₅
Eluat			DIN EN 12457-4: 2003-01 ^a ₅
pH-Wert			DIN EN ISO 10523: 2012-04 ^a ₅
Leitfähigkeit		µS/cm	DIN EN 27888: 1993-11 ^a ₅
Phenolindex	0,0050	mg/L	DIN EN ISO 14402: 1999-12 ^a ₅
Asbestnachweis (NWG 0,1%)	0,10	%	VDI 3866 Blatt 5: 2017-06 ^a ₉
Asbestgehalt	0,10	%	VDI 3866 Blatt 5: 2017-06 ^a ₉

Die mit ^a gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen (BG) können matrixbedingt variieren.
 Untersuchungslabor: ₅GBA Pinneberg ₉GBA Mönchengladbach



Anlage 9.2

Fugenverguss

GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH · Flensburger Straße 15 · 25421 Pinneberg

Fichtner Water & Transportation GmbH
Hammerbrookstraße 47b

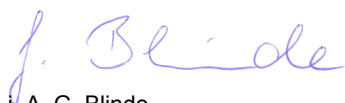


20097 Hamburg

Prüfbericht-Nr.: 2022P500605 / 1

Auftraggeber	Fichtner Water & Transportation GmbH
Eingangsdatum	23.12.2021
Projekt	Sielneubau Süderstraße
Material	Fugenvergussmasse
Auftrag	618-1411
Verpackung	Weckglas
Probenmenge	ca. 700 g
GBA-Nummer	21528516
Probenahme	durch den Auftraggeber
Probentransport	GBA
Labor	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Analysenbeginn / -ende	23.12.2021 - 10.01.2022
Bemerkung	keine
Probenaufbewahrung	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben bis zwei Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt.

Pinneberg, 10.01.2022



i. A. G. Binde
Projektbearbeitung

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme übernommen, wenn die Proben nicht durch die GBA oder in ihrem Auftrag genommen wurden. In diesem Fall beziehen sich die Ergebnisse auf die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung der GBA darf der Prüfbericht nicht veröffentlicht sowie nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln der GBA sind in den AGBs einzusehen.

Seite 1 von 3 zu Prüfbericht-Nr.: 2022P500605 / 1

Prüfbericht-Nr.: 2022P500605 / 1
Sielneubau Süderstraße

GBA-Nummer		21528516
Probe-Nummer		032
Material		Fugenvergussmasse
Probenbezeichnung		F1
Probemenge		ca. 700 g
Probeneingang		23.12.2021
Analysenergebnisse	Einheit	
Summe PAK (EPA)	mg/kg	1,50
Naphthalin	mg/kg	<1,0
Acenaphthylen	mg/kg	<1,0
Acenaphthen	mg/kg	<1,0
Fluoren	mg/kg	<1,0
Phenanthren	mg/kg	<1,0
Anthracen	mg/kg	<1,0
Fluoranthren	mg/kg	<1,0
Pyren	mg/kg	<1,0
Benz(a)anthracen	mg/kg	<1,0
Chrysen	mg/kg	<1,0
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg	<1,0
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg	<1,0
Benzo(a)pyren	mg/kg	<1,0
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	<1,0
Dibenz(a,h)anthracen	mg/kg	<1,0
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg	1,5
1-Methylnaphthalin	mg/kg	<1,0
2-Methylnaphthalin	mg/kg	<1,0
Eluat		
pH-Wert		8,0
Leitfähigkeit	µS/cm	107
Phenolindex	mg/L	<0,0050
Asbestnachweis (NWG 0,1%)	%	Asbest nicht nachgewiesen
Asbestgehalt	%	-

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar

Prüfbericht-Nr.: 2022P500605 / 1
Sielneubau Süderstraße
Angewandte Verfahren

Parameter	BG	Einheit	Methode
Summe PAK (EPA)		mg/kg	berechnet ₅
Naphthalin	0,10	mg/kg	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a ₅
Acenaphthylen	0,10	mg/kg	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a ₅
Acenaphthen	0,10	mg/kg	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a ₅
Fluoren	0,10	mg/kg	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a ₅
Phenanthren	0,10	mg/kg	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a ₅
Anthracen	0,10	mg/kg	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a ₅
Fluoranthren	0,10	mg/kg	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a ₅
Pyren	0,10	mg/kg	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a ₅
Benz(a)anthracen	0,10	mg/kg	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a ₅
Chrysen	0,10	mg/kg	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a ₅
Benzo(b)fluoranthren	0,20	mg/kg	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a ₅
Benzo(k)fluoranthren	0,20	mg/kg	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a ₅
Benzo(a)pyren	0,20	mg/kg	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a ₅
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,20	mg/kg	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a ₅
Dibenz(a,h)anthracen	0,20	mg/kg	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a ₅
Benzo(g,h,i)perylene	0,20	mg/kg	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a ₅
1-Methylnaphthalin	0,10	mg/kg	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a ₅
2-Methylnaphthalin	0,10	mg/kg	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a ₅
Eluat			DIN EN 12457-4: 2003-01 ^a ₅
pH-Wert			DIN EN ISO 10523: 2012-04 ^a ₅
Leitfähigkeit		µS/cm	DIN EN 27888: 1993-11 ^a ₅
Phenolindex	0,0050	mg/L	DIN EN ISO 14402: 1999-12 ^a ₅
Asbestnachweis (NWG 0,1%)	0,10	%	VDI 3866 Blatt 5: 2017-06 ^a ₉
Asbestgehalt	0,10	%	VDI 3866 Blatt 5: 2017-06 ^a ₉

Die mit ^a gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen (BG) können matrixbedingt variieren.
 Untersuchungslabor: ₅GBA Pinneberg ₉GBA Mönchengladbach