

[REDACTED]

Nord Projekt Baukonzept GmbH
 Herrengraben 1
 20459 Hamburg
 E-Mail: [REDACTED]

[REDACTED]

Telefon: [REDACTED]
 E-Mail: [REDACTED]

Steuer -Nr. [REDACTED]

Bearbeitung: [REDACTED]
 Durchwahl: [REDACTED]
 E-Mail: [REDACTED]

Lübeck, den 10. Februar 2022
 pa
 [REDACTED]

Betr.: Lübeck-Travemünde, Europaweg 4, Neubau von sieben Wohnhäusern und drei Reihenhausketten
hier: Baugrunduntersuchung und -beurteilung
Bezug: Auftrag vom 16. Dezember 2021
Anlagen: 237/21-1 bis -9.9

1. Bericht

1. Veranlassung

In Lübeck-Travemünde, Europaweg 4 ist der Neubau von sieben Wohnhäusern (Haus A bis G) und drei Reihenhausketten (Reihenhauskette A bis C) sowie einer Tiefgarage unterhalb der Häuser A, C und E geplant.

Wir sind beauftragt worden, die Untergrundverhältnisse, unter Berücksichtigung der vorhandenen Bebauung, zu erkunden, sie zu beurteilen und zur Gründung der Neubauten Stellung zu nehmen.

Für die Bearbeitung stehen uns folgende Unterlagen zur Verfügung:

- Übersichtslageplan, Lageplan, Feuerwehrplan, Grundriss Tiefgarage, Grundrisse Erd-, Regel- und Staffelgeschoss (Häuser A-G), Ansicht und Schnittansicht sowie Lageplan Bestand & Planung als pdf-Dateien mit E-Mail vom 02. Dezember 2021
 - Lageplan Bestand & Planung und Lageplan als dwg-Dateien mit E-Mail vom 16. Dezember 2021
- [REDACTED]

- Lagepläne mit privaten Entwässerungsleitungen und Plan Telekom als pdf-Dateien mit E-Mail vom 10. Januar 2022
- Lageplan, Grundriss Untergeschosse und Schnitte T 1 bis T 5 als pdf-Datei mit E-Mail vom 08. Februar 2022
(Nord Projekt Baukonzept GmbH, Hamburg)
- Leitungspläne Gas, Wasser und Strom als pdf- und dwg-Dateien mit E-Mail vom 11. Januar 2022
(Travenetz GmbH, Lübeck)
- Bodenproben und Schichtenverzeichnisse von 23 Sondierbohrungen (SB 1 bis SB 23) vom 12. bis 14. Januar 2022
(Bohrgut – Bohr- und Erkundungsgesellschaft GmbH, Berlin)
- Chemische Analysen an vier Bodenmischproben (MP 1 bis MP 4) vom 27. Januar 2022
[REDACTED]

2. Gelände und Planung

Das Grundstück für die geplanten Neubauten liegt in Lübeck-Travemünde südlich des Europaweges und östlich der Ostseestraße. Es ist zurzeit mit zwei Gebäuden bebaut, die für die geplanten Neubauten abzurechen sind. Im nordwestlichen Grundstücksbereich befindet sich noch ein Parkplatz, der ebenfalls zurückzubauen ist. Das Gelände fällt in nordöstlicher Richtung von ca. NN +12,50 m auf ca. NN + 7,50 m ab. Im Bereich der geplanten Neubauten liegen noch eine Schmutz- und eine Regenwasserleitung, die zu erhalten sind, da noch zwei Nachbargebäude (Kirche und Appartementanlage) an diese Leitungen angeschlossen sind und die für die Neubauten umzuverlegen sind. Gleiches gilt für die vorhandenen Versorgungsleitungen, die noch im Bereich der geplanten Neubauten liegen.

Die geplanten Wohnhäuser A, C und E sollen aus Tiefgarage, Erdgeschoss, zwei Obergeschossen und einem Staffelgeschoss bestehen. Die Tiefgarage ist zwischen den Häusern A, C und E nicht überbaut. Die Häuser B, D und F sollen aus Keller- (Haus F) bzw. Teilkeller (Häuser B und D) und Erdgeschoss, zwei Obergeschossen sowie einem Staffelgeschoss und das

Haus G nur aus Erdgeschoss, zwei Obergeschossen und Staffelgeschoss bestehen. Die Reihenhausketten A bis C sollen ein Erd-, ein Ober- und ein Dachgeschoss erhalten. Im Bereich der Reihenhauskette C ist entweder noch eine bis zu 3,0 m mächtige Geländeauffüllung erforderlich oder die Reihenhäuser sind untereinander abzutreten. Weitere Angaben zur Planung liegen zurzeit nicht vor, so dass im vorliegenden 1. Bericht zunächst nur allgemeine Angaben zu den Gründungsmaßnahmen gemacht werden. Für einen weiteren Bericht wird die Aufstellung eines Vermessungsplanes, der auch die Höhen auf den Nachbargrundstücken und der Nachbarbebauung enthält, empfohlen.

Für die Beurteilung werden folgende Abmessungen, Höhen und Lasten (geschätzt) für den Neubau zugrunde gelegt:

Abmessungen:	Häuser A bis E	$F_{A-E} \approx 21,25 \times 21,25 \text{ m}^2$
	Haus F und G	je $F_F \approx 20,00 \times 23,00 \text{ m}^2$
	Tiefgarage	$F_{TG} \approx 24,00 \times 91,00 \text{ m}^2$
	Teilkeller Häuser B und D	$F_{TG} \approx 7,00 \text{ bis } 14,00 \times 21,25 \text{ m}^2$
	Reihenhauskette A und B	$F_{RA-B} \approx 12,07 \times 24,78 \text{ m}^2$
	Reihenhauskette C	$F_{RC} \approx 8,82 \times 23,18 \text{ m}^2$

Höhen:

OK Gelände im Bereich der geplanten Neubauten (Sondierbohransatzpunkte)

zwischen NN + 7,74 m (SB 21, Nordseite)

und NN + 11,97 m (SB 3, Südseite)

OK Sohle TG bzw. OK Fb Keller Häuser A, C und E

zwischen NN + 5,10 m (Nordseite)

und NN + 6,90 m (Südseite)

OK FFb EG Haus A NN + 9,20 m

OK FFb EG Haus B NN + 8,30 m

OK Fb Teilkeller Haus B NN + 5,00 m

OK FFb EG Haus C NN + 10,00 m

OK FFb EG Haus D NN + 9,60 m

OK Fb Teilkeller Haus D NN + 6,30 m

OK FFb EG Haus E NN + 10,80 m

OK FFb EG Haus F und G NN + 12,40 m

OK Fb Keller Haus F	NN + 9,10 m
OK FFb EG Reihenhauskette C	NN + 11,20 m

Für die Reihenhausketten A und B liegen zurzeit keine Höhenangaben vor.

Lasten: Da es zurzeit noch keine Lastangaben gibt, werden die charakteristischen Gebäudeflächenlasten wie folgt abgeschätzt:

Haus A, C und E	$\sigma_{B,k, A, C, E} \approx 70 \text{ kN/m}^2$ (TG, EG, 1. und 2. OG, ST)
Haus B, D	$\sigma_{B,k, B, D} \approx 70$ bzw. 60 kN/m^2 (TK, EG, 1. und 2. OG, ST)
Haus F	$\sigma_{B,k, F} \approx 70 \text{ kN/m}^2$ (KG, EG, 1. und 2. OG, ST)
Haus G	$\sigma_{B,k, G} \approx 60 \text{ kN/m}^2$ (EG, 1. und 2. OG, ST)
nicht überbaute TG	$\sigma_{B,k, TG} \approx 20 \text{ kN/m}^2$
Reihenkettenshaus A bis C	$\sigma_{B,k, A, B, C} \approx 45 \text{ kN/m}^2$ (EG, OG und DG).

3. Untergrundverhältnisse

3.1 Allgemeines

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse sind im Zeitraum vom 12. bis 14. Januar 2022 insgesamt 23 Sondierungen bis maximal 10 m Tiefe abgeteuft worden.

Auf den Anlagen 237/21-1 bis -4 sind die Lage der Sondieransatzpunkte und die Ergebnisse der Sondierbohrungen als Bodenprofile entsprechend unserer Bewertung der Bodenproben und der Schichtenverzeichnisse höhengerecht dargestellt.

Danach hat sich hier folgender Bodenaufbau ergeben:

3.2 Häuser F und G (Anlage 237/21-1)

Unterhalb von bis zu 2,70 m mächtigen Auffüllungen (SB 3) unterschiedlicher Zusammensetzung, folgen Geschiebelehme/-mergel mit Sand- und Grobschlufflagen, die zwischen 6,00 m und 7,00 m unter Gelände von eiszeitlichen Sanden unterlagert werden. In der Sondierung SB 6 steht unterhalb der Sande ab 8,00 m unter Gelände wiederum der Geschiebemergel an, der bis zu einer max. Sondiertiefe von 10,00 m nicht durchstoßen worden ist.

Der Grundwasserspiegel ist nach Beendigung der Sondierarbeiten nur in den Sondierungen SB 3 und SB 2, zwischen 7,00 m und 7,50 m unter Gelände, bezogen auf Normal-Null im Mittel auf NN + 4,45 m eingemessen worden.

Hierbei handelt es sich um Stau- und Schichtenwasser innerhalb der eingelagerten Sandschichten.

In niederschlagsreicher und verdunstungsarmer Jahreszeit muss mit Stauwasserbildungen auf den höher anstehenden bindigen Auffüllungen und Geschiebeböden in der jeweiligen Aushubebene ab OK Gelände gerechnet werden.

3.3 Reihenhausketten A bis C (Anlage 237/21-2)

Unterhalb von bis zu 2,60 m mächtigen Auffüllungen (SB 14) unterschiedlicher Zusammensetzung, folgen auch Geschiebelehme/-mergel, die bis zu einer max. Sondiertiefe von 8,00 m nicht durchstoßen worden sind. Eine Ausnahme bildet hier die Sondierung SB 15, hier folgen unterhalb des Geschiebemergels noch Sande, die bis zu einer Sondiertiefe von 8,00 m nicht durchteuft worden sind.

In den Sondierungen SB 14 und SB 17 folgen unterhalb der Auffüllungen noch Sande und Grobschluffe, ehe zur Tiefe auch hier Geschiebemergel ansteht.

Der Grundwasserspiegel ist nach Beendigung der Sondierarbeiten hier nur in den Sondierungen SB 14 und SB 17 in den Sanden ab 3,64 m unter Gelände, bezogen auf Normal-Null im Mittel auf NN + 5,16 m eingemessen worden.

Hierbei handelt es sich um Stau- und Schichtenwasser, wie in der Sondierung SB 15 in 2,50 m Tiefe angetroffen, innerhalb der Sandschichten und in den bindigen Böden.

In niederschlagsreicher und verdunstungsarmer Jahreszeit muss auch hier mit Stauwasserbildungen auf den höher anstehenden bindigen Auffüllungen und Geschiebeböden in der jeweiligen Aushubebene ab OK Gelände gerechnet werden.

3.4 Tiefgarage und Häuser A, C und E (Anlage 237/21-3)

Im südlichen Bereich (SB 4 bis SB 7 und SB 18) stehen unterhalb von bis zu 2,90 m mächtigen Auffüllungen (SB 5) unterschiedlicher Zusammensetzung, Geschiebelehme/-mergel an, die bis zu einer max. Sondiertiefe von 10,00 m nicht durchstoßen worden sind. In den Geschiebemergel sind Grobschluff- (SB 4) und Sandschichten (SB 6, SB 7 und SB 18) eingelagert. In den

Sondierungen SB 4, SB 7 und SB 18 liegen die Sandschichten so, dass sie bis zu einer Sondiertiefe von 8,00 m nicht durchstoßen worden sind.

Im nördlichen Bereich (SB 19 bis SB 21) stehen unterhalb der bis zu 2,50 m (SB 19) mächtigen Auffüllungen überwiegend eiszeitliche Sande an, die in der Sondierung SB 20 bis 8,00 m Tiefe nicht durchstoßen worden sind. In den Sondierungen SB 19 und SB 21 folgt unterhalb der Auffüllungen und der Sande zur Tiefe der Geschiebemergel, der hier ebenfalls bis zu einer maximalen Sondiertiefe von 10,00 m nicht durchstoßen worden ist.

Der Grundwasserspiegel ist nach Beendigung der Sondierarbeiten, je nach Geländehöhe, zwischen 7,00 m (SB 7) und 3,50 m (SB 21) unter Gelände, bezogen auf Normal-Null zwischen NN + 1,55 m (SB 7) und NN + 4,80 m (SB 19) eingemessen worden.

Hierbei handelt es sich um Stau- und Schichtenwasser innerhalb der Sandschichten auf den bindigen Böden.

In niederschlagsreicher und verdunstungsarmer Jahreszeit muss auch hier mit Stauwasserbildungen auf den höher anstehenden bindigen Auffüllungen und Geschiebeböden in der jeweiligen Aushubebene ab OK Gelände gerechnet werden.

3.5 Häuser B und D (Anlage 237/21-4)

Unterhalb von bis zu 3,00 m mächtigen Auffüllungen (SB 22) unterschiedlicher Zusammensetzung, folgen in den Sondierungen SB 10, SB 11 und SB 22 Geschiebelehme/-mergel, die bis zu einer max. Sondiertiefe von 10,00 m nicht durchstoßen worden sind. In den Sondierungen SB 8, SB 9 und SB 23 folgen unterhalb des Geschiebemergels noch Sande, die bis zu einer Sondiertiefe von 8,00 m nicht durchteuft worden sind.

In den Sondierungen SB 10 und SB 22 folgen unterhalb der Auffüllungen noch Sande (SB 22) bzw. sind Sandschichten (SB 10) in die Geschiebeböden eingelagert.

Der Grundwasserspiegel ist nach Beendigung der Sondierarbeiten hier in den Sondierungen SB 8 bis SB 10 und SB 23 in den Sanden zwischen 5,10 m (SB 10) und 7,00 m (SB 9) unter Gelände, bezogen auf Normal-Null zwischen NN + 1,57 m und NN + 4,02 m eingemessen worden.

Hierbei handelt es sich um Stau- und Schichtenwasser innerhalb der Sandschichten auf den bindigen Böden.

In niederschlagsreicher und verdunstungsarmer Jahreszeit muss auch hier mit Stauwasserbildungen auf den höher anstehenden bindigen Auffüllungen und Geschiebeböden in der jeweiligen Aushubebene ab OK Gelände gerechnet werden.

4. Bodenkennwerte

4.1 Sandauffüllungen

Körnungslinien: siehe Anlage 237/21-5

Zusammensetzung: schwach schluffige bis schluffige Sande, schwach kiesig bis stark kiesig
geringe Betonreste (< 5 %), Schlufflagen
z. T. humose Stücke bzw. humose Lagen, schwach organisch

Kornbereiche:	kleiner	0,063 mm:	5 bis 15 %
	0,063 bis	2,00 mm:	50 bis 80 %
	größer	2,00 mm:	5 bis 40 %

Wassergehalt (1 Versuch): $w = 9,1 \%$

Organgehalt (1 Versuch): $v_{gl} = 1,5 \%$

Beurteilung: z.T. schwach organische Mineralböden

Bodengruppe (DIN 18196): [SE, SI, SU]

Bodenklasse (DIN 18300, alt): 3, geringe Betonreste

Homogenbereiche: siehe Abschnitt 4.5

Frostempfindlichkeitsklasse (ZTVE): F 1 bis F 2 (nicht bzw. gering bis mittel frostempfindlich)

Rechenwerte (nachverdichtet, nicht humos):

Wichte $\gamma/\gamma' = 19/11 \text{ kN/m}^3$

Scherfestigkeit $32,5 \leq \varphi_k \leq 35^\circ$

$c_k = 0$

Steifezahl	20	\leq	$E_{s,k}$	\leq	40 MN/m ²
Wasserdurchlässigkeit	1×10^{-5}	\leq	k	\leq	5×10^{-4} m/s.

4.2 Bindige Auffüllungen

Zusammensetzung: schwach tonige Schluff-Sand-Gemische, bereichsweise schwach kiesig

z. T. unterschiedlich humos bzw. organisch

bis zu 10 % Pflanzen-, Bauschutt- und Ziegelreste, Sandlagen

Kornbereiche:	kleiner	0,002 mm:	0 bis 15 %
		0,002 bis 0,063 mm:	30 bis 60 %
		0,063 bis 2,00 mm:	30 bis 60 %
	größer	2,00 mm:	5 bis 15 %

Wassergehalte:	12,3	\leq	w	\leq	22,4 %
Mittel aus 5 Versuchen			w	=	15,9 %
Organgehalte:	1,5	\leq	v _{gl}	\leq	4,6 %
Mittel aus 5 Versuchen			v _{gl}	=	2,7 %

Beurteilung: z.T. schwach organische bis organische Mineralböden in weicher bis steifer Konsistenz

Bodengruppe (DIN 18196):	[OU, UL, UM, TM]
Bodenklasse (DIN 18300, alt):	2 (OU), 4, bis zu 10 % Bauschutt- und Ziegelreste
Homogenbereiche:	siehe Abschnitt 4.5
Frostempfindlichkeit (ZTVE):	F3 (sehr frostempfindlich)

Rechenwerte:

Wichte	γ/γ'	=	18/8 kN/m ³		
Scherfestigkeit	φ_k	=	25 °		
	c _k	=	5 kN/m ²		
Steifezahl	3	\leq	$E_{s,k}$	\leq	10 MN/m ²
Durchlässigkeitsbeiwert			k	\leq	10^{-7} m/s

4.3 Sande, Grobschluffe

Körnungslinie: siehe Anlage 237/21-6
 Kornaufbau: schwach schluffige bis stark schluffige, Fein- bis Mittelsande, unterschiedlich grobsandig, z.T. kiesig
 Geschiebemergellagen

Kornbereiche:	kleiner	0,063 mm:	5 bis 35 %
	0,063 bis	2,00 mm:	50 bis 80 %
	größer	2,00 mm:	5 bis 40 %

Wassergehalt (2 Versuche):

Grobschluff $25,9 \leq w \leq 26,0 \%$

Lagerungsdichte: mindestens mitteldicht

Bodengruppe (DIN 18196): SE, SU, SU*

Bodenklasse (DIN 18300, alt): 3, 4 (SU*)

Homogenbereiche: siehe Abschnitt 4.5

Frostempfindlichkeitsklasse (ZTVE): F 1 bis F 3 (nicht bis sehr frostempfindlich)

Rechenwerte:

Wichte $\gamma/\gamma' = 19/11 \text{ kN/m}^3$

Scherfestigkeit $\varphi_k = 35^\circ$

$c_k = 0$

Steifezahl $40 \leq E_{s,k} \leq 50 \text{ MN/m}^2$

Wasserdurchlässigkeit $10^{-6} \leq k \leq 5 \times 10^{-4} \text{ m/s}$

4.4 Geschiebelehm/-mergel

Körnungslinien: siehe Anlagen 237/21-7 und -8

Kornaufbau: schwach tonige bis tonige Schluff-Sand-Gemische, schwach kiesig
 Sandlagen, Steine und Findlinge möglich

Kornbereiche:	kleiner	0,002 mm:	0 bis 25 %
	0,002 bis	0,063 mm:	30 bis 50 %
	0,063 bis	2,00 mm:	30 bis 60 %
	größer	2,00 mm:	5 bis 10 %

Wassergehalte:

Geschiebelehm	12,2	≤	w	≤	24,2 %
Mittel aus 15 Versuchen			w	=	16,9 %
Geschiebemergel	12,3	≤	w	≤	19,1 %
Mittel aus 29 Versuchen			w	=	15,9 %

Konsistenz: weich bis steif

Bodengruppe (DIN 18196):	SU*, ST*, TL
Bodenklasse (DIN 18300, alt):	4, Steine, Findlinge möglich
Homogenbereiche:	siehe Abschnitt 4.5
Frostempfindlichkeit (ZTVE):	F 3

Rechenwerte

(Minimale Werte für weich/steife Konsistenz, maximale Werte für steife Konsistenz):

Wichte	20/10	≤	γ/γ'	=	21/11 kN/m ³
Scherfestigkeit	27,5 °	≤	φ_k	≤	30 °
	15	≥	c_k	≥	10 kN/m ²
Steifezahl	20	≤	$E_{s,k}$	≤	60 MN/m ²
Durchlässigkeitsbeiwert			k	≤	10 ⁻⁷ m/s

4.5 Homogenbereiche

Die anstehenden Böden lassen sich gemäß DIN 18300 in vier Homogenbereiche grob zusammenfassen:

- Homogenbereich A1: Sandauffüllungen, Sande, Grobschluffe
 - Homogenbereich A2: bindige Auffüllungen
 - Homogenbereich A3: Sandauffüllungen, bindige Auffüllungen
- LAGA Z 1.1 (siehe Abschnitt 7.5)

- Homogenbereich B: Geschiebelehm/-mergel

Eine genauere Einteilung kann nach Festlegung der Bauweise und des Bauablaufes in Abstimmung mit den Planern festgelegt werden.

5. Gründungsbeurteilung

5.1 Allgemeines

Die Baugrunduntersuchungen haben ergeben, dass in den angenommenen Gründungsebenen Sandauffüllungen, bindige Auffüllungen und Geschiebelehm/-mergel anstehen bzw. die Gründungsebenen bereichsweise (Reihenhauskette C) noch über vorhandenem Gelände liegen. Zur Schaffung gleichmäßiger Gründungsverhältnisse und von entwässerbaren Arbeitsebenen wird empfohlen, die bindigen, zum Teil organischen Auffüllungen vollständig auszutauschen und einen Mindestbodenaustausch von 0,50 m unterhalb und im Druckausstrahlungsbereich (45°) der möglichen Gründung einzuplanen. Der Umfang der Bodenaustauscharbeiten ist nach Vorlage der endgültigen Planung mit Höhen verantwortlich in einer abschließenden Gründungsbeurteilung bzw. vor Ort festzulegen.

Die in der Aushubebene anstehenden Böden sind mit geeignetem Gerät (z.B. Schafffußwalze), nachzuverdichten. Flachgründungen im Sinne der DIN EN 1997-1:2014 und der DIN 1054:2021 auf einer bewehrten Sohlplatte ($d \geq 25$ cm) für die Tiefgarage und die Keller bzw. einer Sohlplatte mit umlaufender Frostschräge oder Streifen- und Einzelfundamenten können hier empfohlen werden, wenn die auftretenden Setzungen für die geplanten Neubauten verträglich sind.

Unter diesen Voraussetzungen werden nachfolgend das Setzungsverhalten abgeschätzt, Angaben zur Grundbruchsicherheit und Trockenhaltung gemacht sowie Hinweise für die Baudurchführung gegeben.

5.2 Setzungsverhalten

Das Setzungsverhalten ist unter der Voraussetzung eines Bodenaustausches und von Flachgründungen auf Sohlplatten mit den angenommenen Gebäudeflächenlasten aus Abschnitt 2 sowie den Bodenkennwerten aus Abschnitt 4 abgeschätzt worden. Die abgeschätzten Setzungen für schlaffe Platten ergeben sich somit zu

$$s \approx \sigma_{B,k} \times \Sigma(d_i/E_{s,i})$$

Hierin bedeuten:

d_i	=	Dicke der setzungserzeugenden Bodenschicht
$E_{s,i}$	=	Steifezahl der setzungserzeugenden Bodenschicht

$s < 0,023 \text{ m} \approx 2,5 \text{ cm}$ Häuser A bis F unterkellert bzw. TG

$s < 0,020 \text{ m} \approx 2,0 \text{ cm}$ Häuser B, D und bis G nicht unterkellert

$s < 0,015 \text{ m} \approx 1,5 \text{ cm}$ Reihenhausketten A bis C (ohne mögliche Geländeauffüllung)

$s < 0,008 \text{ m} \approx 1,0 \text{ cm}$ Tiefgarage nicht überbaut.

Unter Berücksichtigung einer Aushubentlastung im Bereich der bindigen Böden, einer bereichsweise vorhandenen Vorbelastung durch die Altbebauung und der Empfehlung der Ausführung der Untergeschosse in Stahlbeton (incl. der Innenwände) werden die Setzungen bei $s \leq 2,0 \text{ cm}$ liegen und für Plattengründungen bzw. Streifen- und Einzelfundamente als verträglich angesehen.

Im Übergangsbereich zwischen der nicht überbauten Tiefgarage und den aufgehenden Gebäuden treten mögliche Setzungen als direkter Setzungsunterschied auf. Die daraus resultierenden Zusatzmaßnahmen sind mit dem Tragwerksplaner abzustimmen.

Aus setzungstechnischer Sicht kann von charakteristischen Sohldruckwiderständen von

$$\sigma_{R,k} \leq 250 \text{ kN/m}^2 \text{ (Randbereich der Platte)}$$

bzw. von einem Bemessungswert des Sohldruckwiderstandes von

$$\sigma_{R,d} \leq 350 \text{ kN/m}^2 \text{ mit } \sigma_{E,d} \leq \sigma_{R,d}$$

für die unterkellerten Bereiche bzw. den Bereich der nicht überbauten Tiefgarage und von charakteristischen Sohldruckwiderständen von

$$\sigma_{R,k} \leq 200 \text{ kN/m}^2 \text{ (Randbereich der Platte)}$$

bzw. von einem Bemessungswert des Sohldruckwiderstandes von

$$\sigma_{R,d} \leq 280 \text{ kN/m}^2 \text{ mit } \sigma_{E,d} \leq \sigma_{R,d}$$

für die nicht unterkellerten Bereiche ausgegangen werden.

Nach Vorlage der endgültigen Planung und der statischen Berechnung ist das Setzungsverhalten zu überprüfen, um weitere Zusatzmaßnahmen mit am Baubeteiligten abzustimmen.

5.3 Grundbruchsicherheit, Bettungszahlen

Für lotrecht, mittig belastete Fundamente (z.B. auch in einer Sohlplatte integrierte Fundamente) kann von folgenden grundbruchsicheren Mindestabmessungen in Abhängigkeit des Bemessungswertes des Sohldruckwiderstands ausgegangen werden:

Einzelfundamente:

$$\sigma_{R,d} \leq 280 \text{ kN/m}^2 \quad a/b/d \geq 60/60/30 \quad \text{cm}$$

$$\sigma_{R,d} \leq 350 \text{ kN/m}^2 \quad a/b/d \geq 70/70/40 \quad \text{cm}$$

Streifenfundamente:

$$\sigma_{R,d} \leq 210 \text{ kN/m}^2 \quad b/d \geq 50/30, 30/40 \quad \text{cm}$$

$$\sigma_{R,d} \leq 280 \text{ kN/m}^2 \quad b/a \geq 85/30, 60/40, 30/55 \text{ cm}$$

$$\sigma_{R,d} \leq 350 \text{ kN/m}^2 \quad b/d \geq 80/50, 30/70 \quad \text{cm.}$$

Bei einer Gründung der unterkellerten Neubauten auf einer für die Lasten bewehrten Sohlplatte ($D \geq 25 \text{ cm}$) ist eine ausreichende Grundbruchsicherheit gegeben.

Für den Nachweis als elastisch gebettete Platten können der Berechnung folgende Bettungszahlen zugrunde gelegt werden:

$$\text{Platte} \quad 3 \leq k_{s,k} \leq 10 \text{ MN/m}^3$$

(Minimalwerte für unbelastete Bereiche, Maximalwerte für Randbereiche und unter hohen Lasten).

Für eine Bemessung über eine mittlere Steifezahl des Bodens kann von einer Steifezahl von $\bar{E}_{s,k} = 25 \text{ MN/m}^2$ bei 10 m Einflusstiefe ausgegangen werden. Grundsätzlich müssen die maximalen Verformungen aus der Berechnung in der Größenordnung der Setzungen von $s_{\max} \cong 2,00 \text{ cm}$ liegen. Ansonsten ist eine weitere Berechnung mit von uns angepassten Bettungszahlen in Abstimmung mit dem Tragwerksplaner durchzuführen.

Außenfundamente sind frostsicher, mindestens 0,80 m unter Gelände zu gründen.

6. Maßnahmen zur Trockenhaltung

Um Durchfeuchtungen der Wände und Sohle der Untergeschosse sowie der erdeinbinden Bauteile zu vermeiden, sind besondere Trockenhaltungsmaßnahmen einzuplanen. Da hier ohnehin schon aufgrund des Setzungsverhaltens die Ausführung der Untergeschossaußenwände der Tiefgarage und der Keller in Beton empfohlen wird ist, wird die Ausführung der Wände und Sohle als wasserdruckhaltende Wanne (z. B. Stahlbeton als „Weisse Wanne“) empfohlen. Für die Bemessung sollte ein Wasserdruck bis 1,50 m über OK Tiefgaragen bzw. Kellersohle angesetzt werden. Entsprechend sind die Brüstungshöhen von Kellerfenstern bzw. die Kellerlichtschächte auszuführen.

Die Einzelheiten sind nach Vorlage der Planung verantwortlich Abzustimmen, insbesondere ob zur Begrenzung des möglichen Wasserspiegelanstiegs eine Drainage auf UK Kellerlichtschächte Erforderlich wird.

Der Baugrubenseitenraum ist mit gut durchlässigen Sanden ($k \geq 10^{-4}$ m/s) zu verfüllen.

7. Hinweise für die Baudurchführung

7.1 Bodenaustauschmaterial und Verdichtung

Unter den Sohlen sind mind. 0,50 m Kiessand (z. B. 0/32; Schluffanteil $D = 0,06$ mm kleiner 3 %, Kiesanteil $D \geq 2$ mm größer 40 %) als Bodenaustauschmaterial und entwässerbare Arbeitsebene lagenweise einzubauen und zu verdichten. Für den tieferen Bodenaustausch und die Geländeauffüllungen sind schluffarme Grubensande (Schluffanteil $D = 0,06$ mm kleiner 5%) einzubauen bzw. können die beim Aushub anfallenden nicht humosen Sandauffüllungen bzw. Sande genutzt werden.

Bei der Kontrolle mit der leichten Rammsonde (DPL 5) sind Schlagzahlen von $N_{10} \geq 7$ Schläge bzw. ein Verdichtungsgrad von $D_{pr} \geq 100$ % der einfachen Proctordichte oder ein dynamischer Verformungsmodul von $E_{vd} \geq 40$ MN/m² zu erreichen und nachzuweisen. Die Verdichtungsanforderungen gelten auch für den Baugrubenseitenraum.

Die anstehenden Böden sind intensiv nachzuverdichten.

7.2 Baugrube und Wasserhaltung

Nach den vorliegenden Unterlagen und den angenommenen Aushubebenen können die Baugruben für den erforderlichen Bodenaustausch bzw. die Kellergeschosse der Häuser B, D, F und G sowie die Reihenhausketten B und C als geböschte Baugruben mit einer Böschungneigung von $\alpha = 45^\circ$ in den Auffüllungen gemäß DIN 4124 "Baugruben und Gräben; Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten" ausgeführt werden.

Für die Reihenhauskette A ist an der West- (Ostseestraße) und Nordseite (Europaweg) für den tieferen Bodenaustausch der Einbau einer Baugrubensicherung erforderlich. Zur Ausführung kann hier eine unverankerte Trägerbohlwand empfohlen werden, die unter Beachtung der EAB, neueste Auflage, statisch nachzuweisen ist. Die Bohlträger sind in verrohrt, vorgebohrte Löcher zu stellen, die im Bereich von Grundwasser mit Wasserüberdruck herzustellen sind (DIN EN 1536). Nach dem Einstellen der Träger sind die Löcher mit Sand zu verfüllen und das Rohr kann gezogen werden. An der Süd- und Ostseite ist eine geböschte Baugrube möglich.

Für die Tiefgarage und die Häuser A, C und E ist an der Süd- und Ostseite sowie an der Westseite zu den Reihenhausketten ebenfalls eine geböschte Baugrube möglich. An der Westseite mit einer Grenzbebauung im südwestlichen Eckbereich sowie an der Nordseite zum Europaweg ist ein Baugrubenverbau (s.o.) vorzusehen. Wenn eine Genehmigung für die Anlage einer Böschung auf dem südwestlichen Nachbargrundstück vorliegt, kann hier auf den Verbau verzichtet werden.

Nach der Vorlage der endgültigen Planung und eines Vermessungsplanes (siehe Abschnitt 2) können weiterführende Angaben zu den erforderlichen Baugruben gemacht werden.

Zur Trockenhaltung der Aushubebenen und des Bodenaustauschmaterials wird der Einbau einer offenen Wasserhaltung (Dränage, Pumpensumpf) empfohlen.

7.3 Versickerung von Niederschlagswasser

Das anfallende Dachflächenwasser kann gemäß DWA Arbeitsblatt A 138 aufgrund der überwiegend anstehenden bindigen, wasserstauenden Böden ($k \leq 10^{-7}$ m/s) nicht versickert werden.

7.4 Beweissicherung

Zur Eingrenzung etwaiger Schadensersatzansprüche wird für die unmittelbaren Nachbargebäude ein Beweissicherungsverfahren empfohlen (mögliche Erschütterungen bei Abbruch-, Erd- und Verdichtungsarbeiten).

7.5 Aushubböden

Für die Entsorgung der Aushubböden sind vier Mischprobe (MP 1 bis MP 4), die sich wie folgt zusammensetzen, chemisch gemäß LAGA-Richtlinie analysiert worden:

- MP 1 (o' Auffüllung): SB 12/1,40 m; SB 14/1,90 m; SB 14/2,50 m und SB 19/2,40 m
 MP 2 (o' Auffüllung): SB 3/2,60 m; SB 7/1,50 m und SB 11/1,90 m
 MP 3 (Sandauffüllung): SB 3/1,00 m; SB 3/1,90 m; SB 7/0,60 m; SB 9/1,00 m und
 SB 9/2,20 m
 MP 4 (Geschiebemergel): SB 18/1,90 m; SB 18/3,20 m und SB 21/2,10 m

Gemäß den Zuordnungswerten der LAGA ergeben sich folgende Einbau-/Zuordnungsklassen für die Mischproben (siehe Anlagen 237/21-9.1 bis -9.9):

- MP 1: Z 1.1 wegen TOC (0,60 Ma.-% TS bei einem Grenzwert von 0,50 Ma.-% TS)
 MP 2 Z 0
 MP 3 Z 0
 MP4 Z 0.

Gemäß den bisher ausgeführten chemischen Analysen handelt sich um „nicht gefährlichen Abfall“ gemäß Kreislaufwirtschaftsgesetz. Der Boden der Mischprobe MP 1 kann auf einer zugelassenen Deponie abgelagert werden (AVV-Nr. 170504). Ein Entsorgungsnachweis gemäß Nachweisverordnung ist nicht erforderlich; es ist jedoch der Nachweis der Entsorgung über Wiegenoten zu erbringen.

Im Zuge der Erdarbeiten wird eine abschließende Beprobung des Aushubbodens für die Entsorgung empfohlen, da Analysenergebnisse, die älter als 6 Monate sind, von den Deponien nicht anerkannt werden.

Werden im Zuge der Arbeiten auffällige Böden festgestellt, sind diese separat zu lagern, zu beproben und zu analysieren.

7.6 Verkehrsflächen

Für die Ausführung werden insbesondere die Beachtung der ZTV-E, der TL-SoB, ZTV-SoB und der RStO, jeweils neuste Fassung, empfohlen.

In der Planumsebene stehen überwiegend F 3-Böden (sehr frostempfindlich) an, so dass hier ein Mindestoberbau von 40 cm, gemäß Tafel 6 der RStO, für Wege und Plätze und von 50 cm für die befahrbaren Wege und Parkplätze (Belastungsklasse 0,3) gemäß Tabelle 6 der RStO erforderlich wird. Unter Beachtung der Tabelle 7 der RStO ergeben sich noch folgende Mehr- bzw. Minderdicken infolge örtlicher Verhältnisse:

- Frosteinwirkung: Zone II => + 5,0 cm
- Wasserverhältnisse: Grund- und Schichtenwasser dauernd oder zeitweise höher als 1,50 m unter Planum => + 5,0 cm
+ 10,0 cm

Da zudem auf dem Planum der erforderliche Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45$ MPa auch durch einfache Nachverdichtung nicht überall zu erreichen sein wird, wird hier noch eine Untergrundverbesserung gemäß ZTV-E, Abschnitt 13.3.3, von 10 cm für die Wege und Plätze bzw. 20 cm für die befahrbaren Bereiche empfohlen, so dass sich der frostsichere Gesamtoberbau für die Wege und Plätze zu $D = 60$ cm bzw. zu $D = 70$ cm für die befahrbaren Bereiche ergibt.

Damit ist hier z. B. folgender Oberbau für die gepflasterten Bereiche (Wege und Plätze) gemäß Tafel möglich:

8	cm	Pflasterdecke
4	cm	Bettungsschicht
15	cm	Schottertragschicht 0/32 mit Eignungsnachweis gemäß ZTV-SoB-StB
		$E_{v2} \geq 80$ MPa
		$E_{v2}/E_{v1} \leq 2,2$
		$D_{pr} \geq 103$ %
33	cm	Schicht aus frostunempfindlichen Material aus Frostschutzschicht 0/32 gemäß ZTVSoB-StB
		$D_{pr} \geq 103$ %
60	cm	Gesamtdicke.

Für die befahrbaren Bereiche (Belastungsklasse 0,3) ist z.B. folgender Oberbau gemäß Tafel 3 möglich:

8	cm	Pflasterdecke
4	cm	Bettungsschicht
15	cm	Schottertragschicht 0/32 mit Eignungsnachweis gemäß ZTV-SoB-StB
		$E_{v2} \geq 120 \text{ MPa}$
		$E_{v2}/E_{v1} \leq 2,2$
		$D_{pr} \geq 103 \%$
43	cm	Frostschutz Frostschutzschicht 0/32 mit einem Kiesanteil von $D = 2 \text{ mm}$ größer 40 % gemäß ZTVSoB-StB
		$E_{v2} \geq 100 \text{ MPa}$
		$E_{v2}/E_{v1} \leq 2,2$
		$D_{pr} \geq 103 \%$
70	cm	Gesamtdicke.

In allen Bereichen ist aufgrund der in Aushubebene (UK Untergrundverbesserung) anstehenden bindigen Schichten der Einbau einer Planumsentwässerung gemäß RAS-Ew erforderlich.

7.7 Mindesterdruck und Abtreppungen

Unter der Voraussetzung der im Abschnitt 7.1 geforderten Verdichtung können für den Nachweis der Kellergeschosswände folgende Rechenwerte angesetzt werden. Es wird der Ansatz eines erhöhten, aktiven Erddrucks (75 % Erdruehdruck) empfohlen:

$$\begin{aligned} \gamma/\gamma' &= 19/11 \text{ kN/m}^3 \\ \varphi_k &= 35^\circ \\ k_h^* &= 0,75 k_{oh} + 0,25 k_{ah} = 0,39. \end{aligned}$$

Fundamente mit unterschiedlichen Gründungsebenen sind unter 1:2 gegeneinander abzutrepfen. bzw. die Lasten aus den höherliegenden Bauteilen sind als Zusatzerddruck auf die tieferliegenden Bauteile (Wände) einzurechnen.

7.8 Schutz des bindigen Bodens

Der anstehende bindige Boden ist sehr frostempfindlich. Das Eindringen des Frostes bis unter die Baugrubensohlen ist zu vermeiden. Die Baumaßnahmen sind so durchzuführen, dass vor Einbruch der Frostperiode ausreichende Schutzmaßnahmen vorhanden sind.

Der bindige Boden geht bei dynamischer Beanspruchung unter Einwirkung von Wasser schnell in einen breiigen Zustand über. Um zusätzlichen Bodenaustausch zu vermeiden, sollte der Aushub im Baggerbetrieb rückschreitend vorgenommen werden.

Um Störungen der Aushubsohlen zu vermeiden, ist der bindige Boden sofort nach Aushub auf Solltiefe mit Kiessand abzudecken sowie zu entwässern.

8. Zusammenfassung

Die Baugrunduntersuchungen für den geplanten Neubau von sieben Wohnhäusern und drei Reihenhausketten in Lübeck, Europaweg 4, haben folgendes ergeben:

- In den angenommenen Gründungsebenen der Neubauten stehen Sandauffüllungen, bindige Auffüllungen, Sande und Geschiebelehm/-mergel anstehen bzw. die Gründungsebenen liegen bereichsweise noch über vorhandenem Gelände.
- Zur Schaffung gleichmäßiger Gründungsverhältnisse und von entwässerbaren Arbeitsebenen wird ein vollständiger Austausch der organischen Schluffauffüllungen sowie ein Mindestbodenaustausch von 0,50 m unterhalb und im Druckausstrahlungsbereich (45°) der angenommenen Sohlplatten bzw. Fundamente empfohlen.
- Aus setzungstechnischer Sicht kann von charakteristischen Sohldruckwiderständen von

$$\sigma_{R,k} \leq 250 \text{ kN/m}^2 \text{ (Randbereich der Platte)}$$

bzw. von einem Bemessungswert des Sohldruckwiderstandes von

$$\sigma_{R,d} \leq 350 \text{ kN/m}^2 \text{ mit } \sigma_{E,d} \leq \sigma_{R,d}$$

für die unterkellerten Bereiche

und von charakteristischen Sohldruckwiderständen von

$$\sigma_{R,k} \leq 200 \text{ kN/m}^2 \text{ (Randbereich der Platte)}$$

bzw. von einem Bemessungswert des Sohldruckwiderstandes von

$$\sigma_{R,d} \leq 280 \text{ kN/m}^2 \text{ mit } \sigma_{E,d} \leq \sigma_{R,d}$$

für die nicht unterkellerten Bereiche bzw. den Bereich der nicht überbauten Tiefgarage ausgegangen werden.

- Mögliche Setzungen von $s \leq 2,0$ cm sind für die Neubauten verträglich, wenn die Wände im Untergeschoss aus Stahlbeton ausgeführt werden.
- Im Abschnitt 5.3 werden Angaben zu grundbruchsicheren Fundamentabmessungen und zu Bettungszahlen für die Bemessung der Sohlplatte gemacht.
- Im Abschnitt 6 werden Angaben zur Trockenhaltung gemacht. Es wird die Ausführung der Tiefgarage und der Kellergeschosse in Stahlbeton als wasserdruckhaltende Wanne (Weisse Wanne) empfohlen.
- Die Hinweise für die Baudurchführung werden der Beachtung empfohlen (Abschnitt 7).

Bodenprofile M.1:50

SB 1

(13.01.2022)

SB 2

(13.01.2022)

SB 3

(13.01.2022)

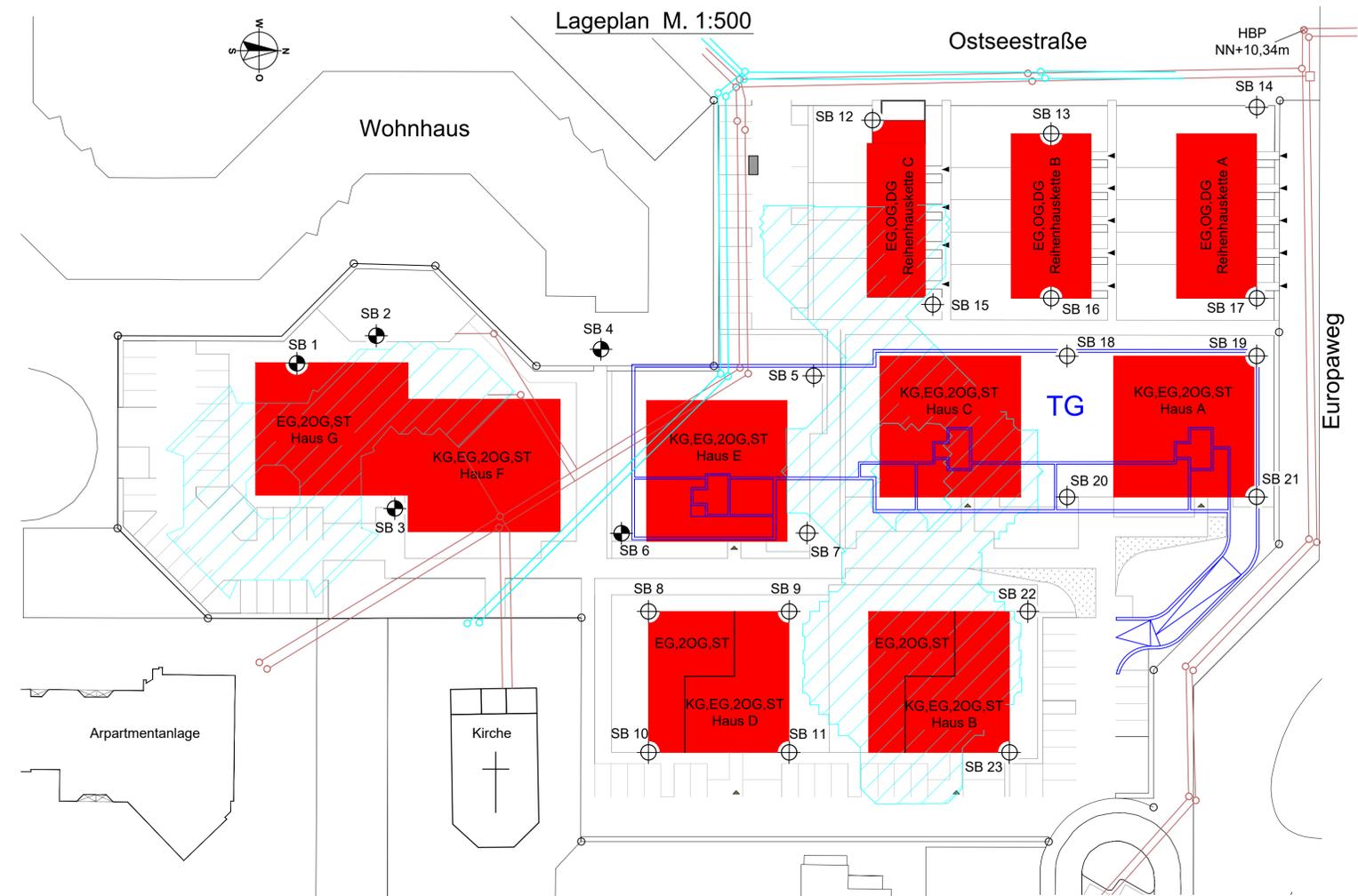
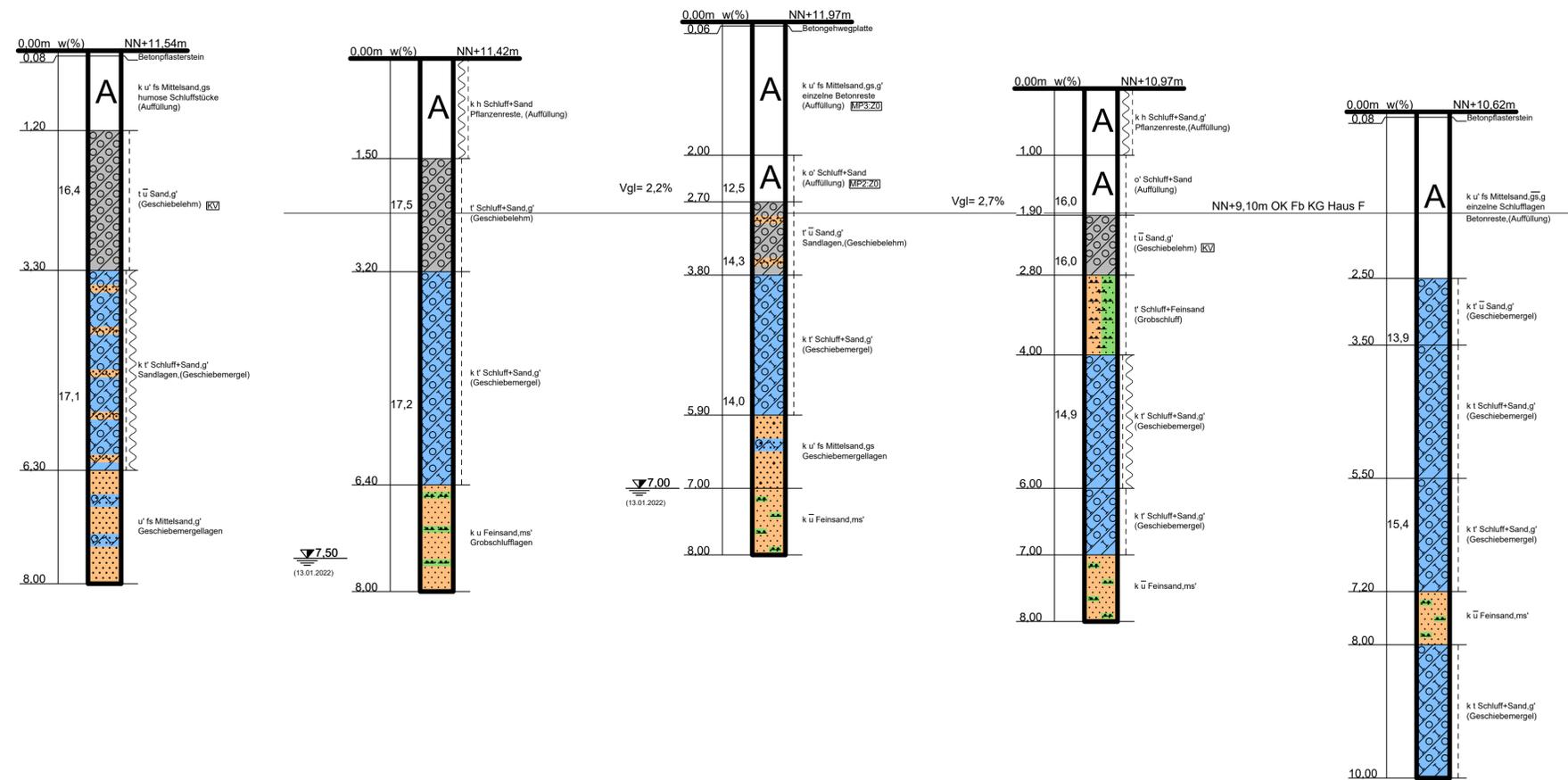
SB 4

(12.01.2022)

SB 6

(12.01.2022)

NN+12,40m OK FFb EG Haus F und G



- Geplanter Neubau
- Bestand
- Tiefgarage

Neubau von sechs Wohnhäusern Europaweg 4, 23570 Lübeck-Travemünde			
BAU- VORHABEN	Nord Projekt Baukonzept GmbH Herrengraben 1, 20459 Hamburg		
BAUHERR	Bodenprofile und Lageplan Haus F und G		
DAR- STELLUNG	20.01.2022	MASSSTAB	1:50, 1:500
GEZEICHNET		PLAN	237/21-1
GEPRÜFT		INDEX	

Bodenprofile M.1:50

SB 12
(12.01.2022)

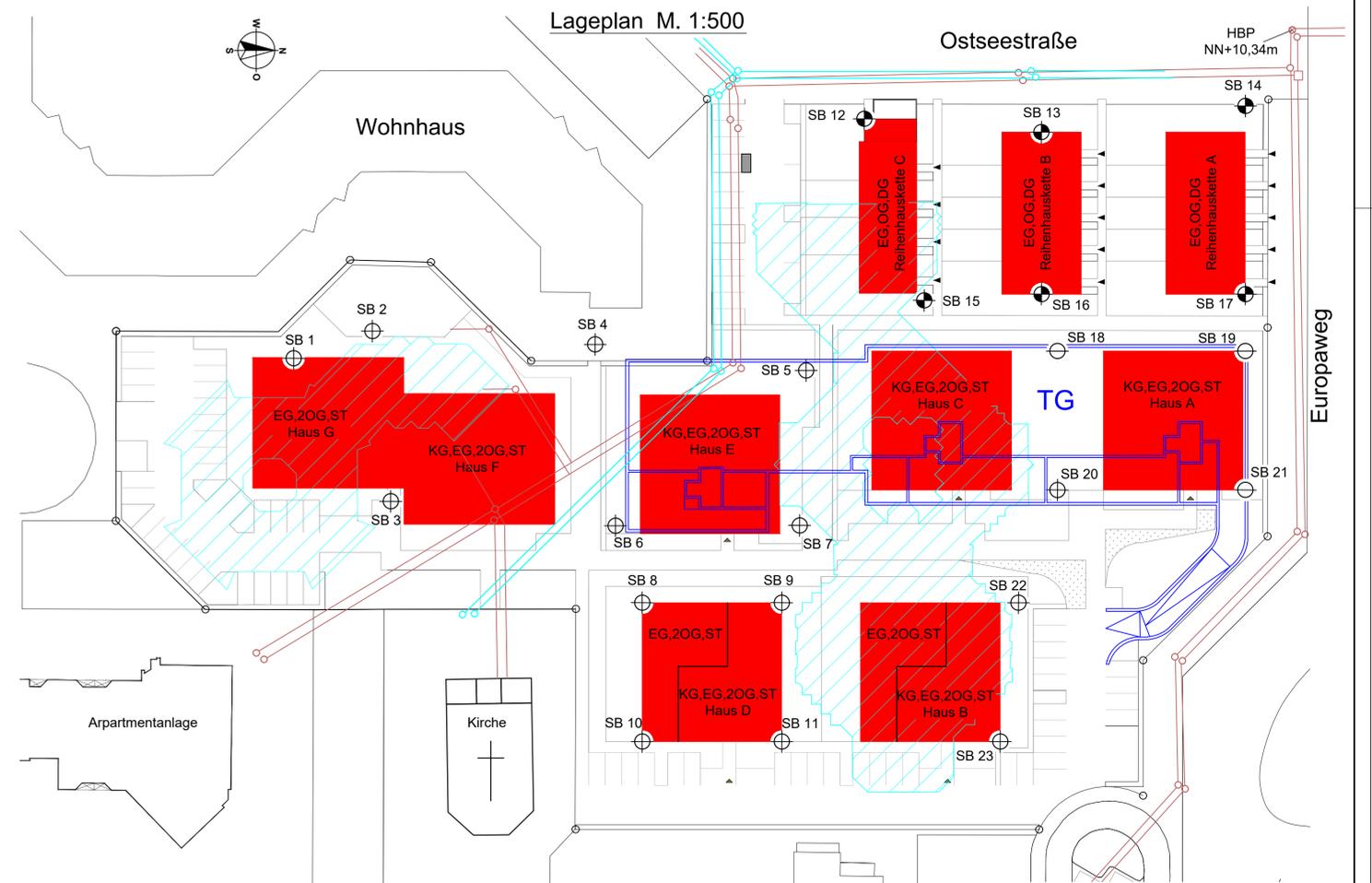
SB 15
(14.01.2022)

SB 13
(12.01.2022)

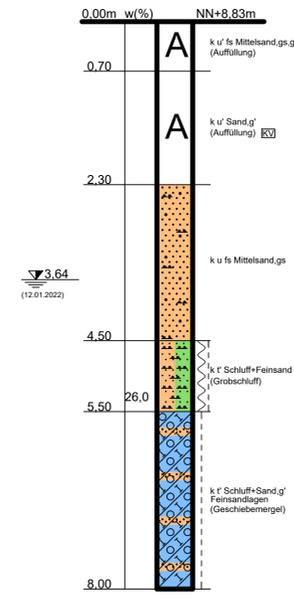
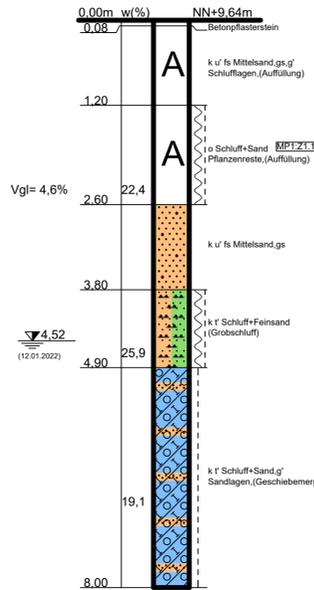
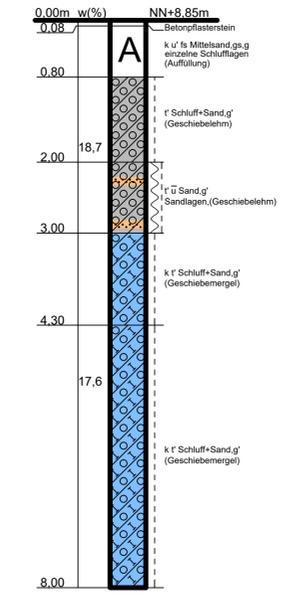
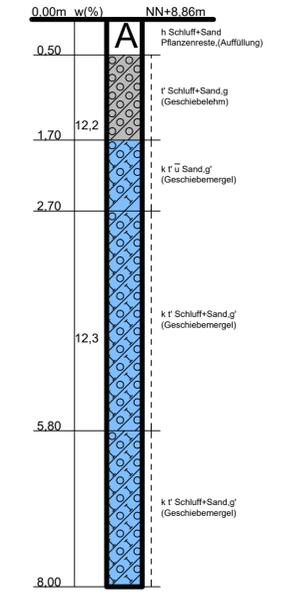
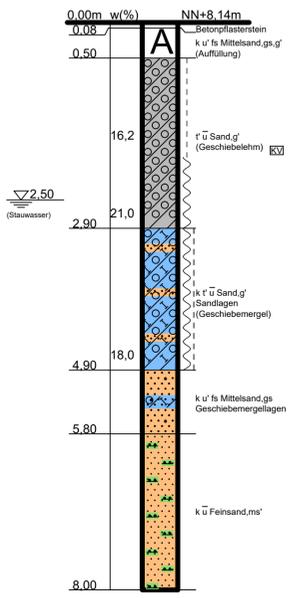
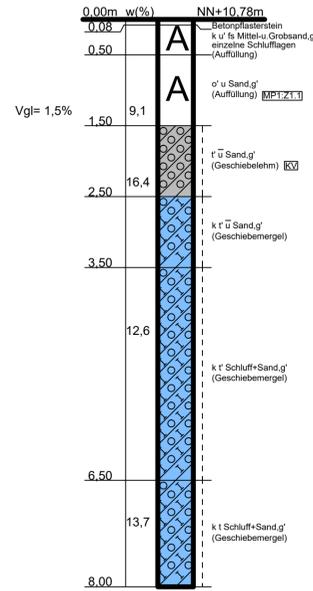
SB 16
(12.01.2022)

SB 14
(12.01.2022)

SB 17
(12.01.2022)



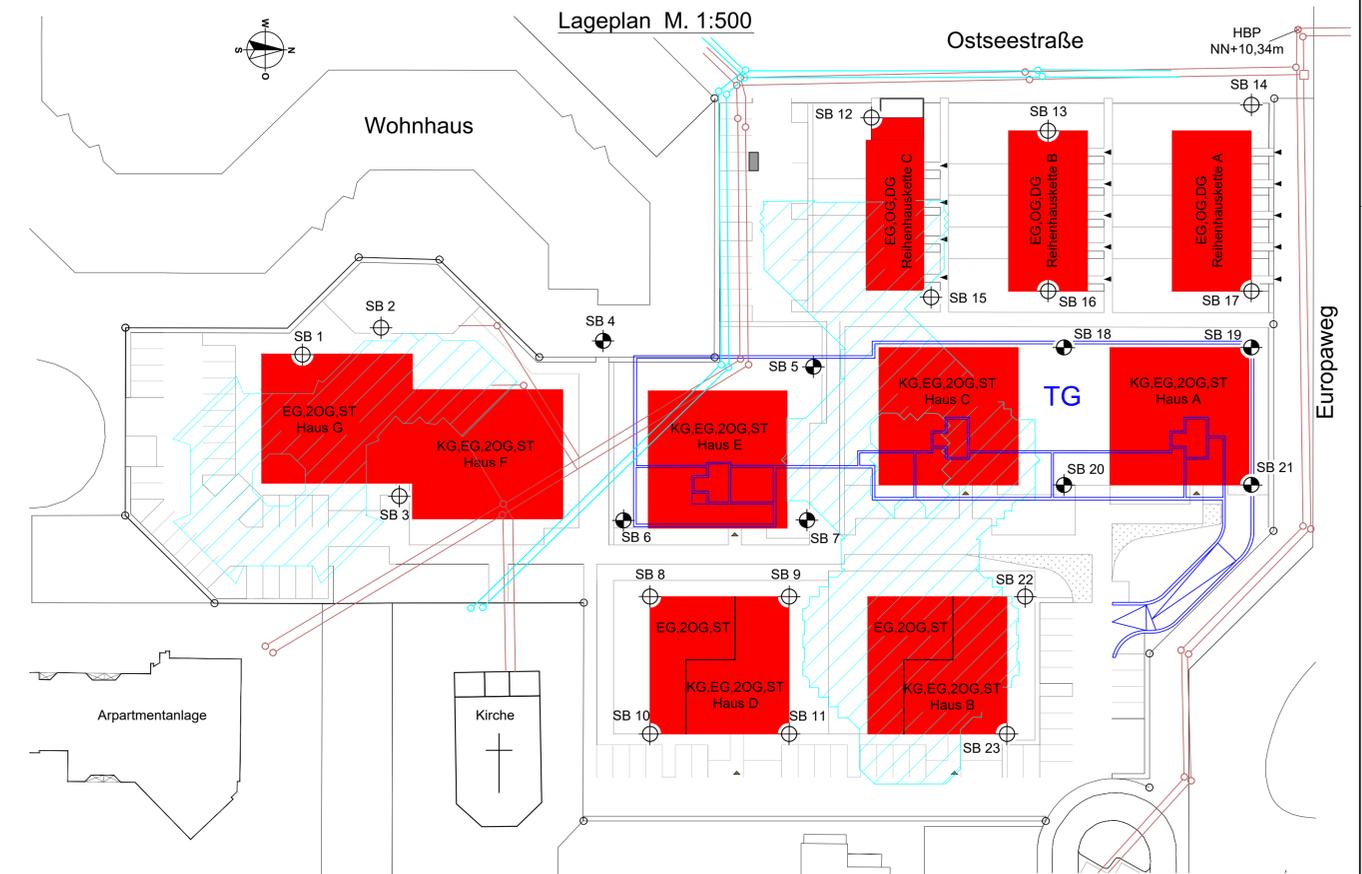
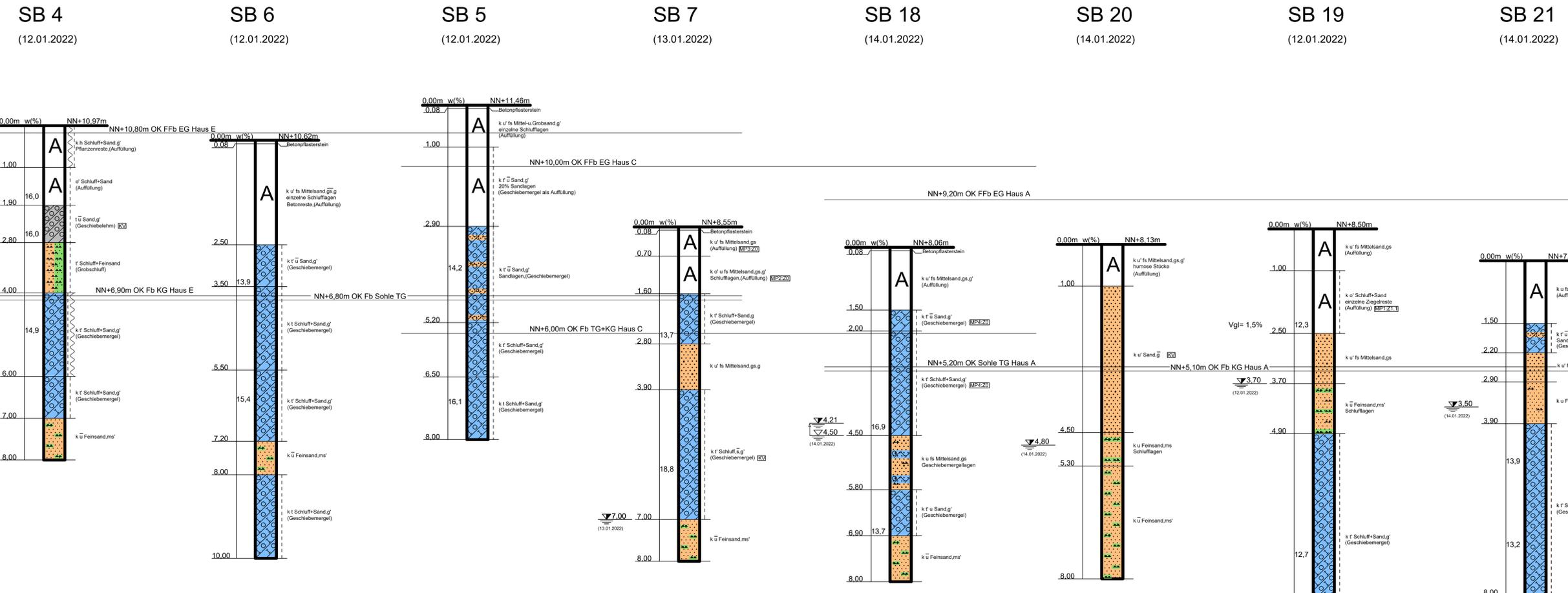
NN+11,20m OK FFb EG Reihenhaukette C



- Geplanter Neubau
- Bestand
- Tiefgarage

Neubau von sechs Wohnhäusern Europaweg 4, 23570 Lübeck-Travemünde			
Nord Projekt Baukonzept GmbH Herrengraben 1, 20459 Hamburg			
Bodenprofile und Lageplan Reihenhauketten A bis C			
GEZEICHNET	20.01.2022	MASSSTAB	1:50, 1:500
GEPRÜFT		PLAN	237/21-2
INDEX			

Bodenprofile M.1:50



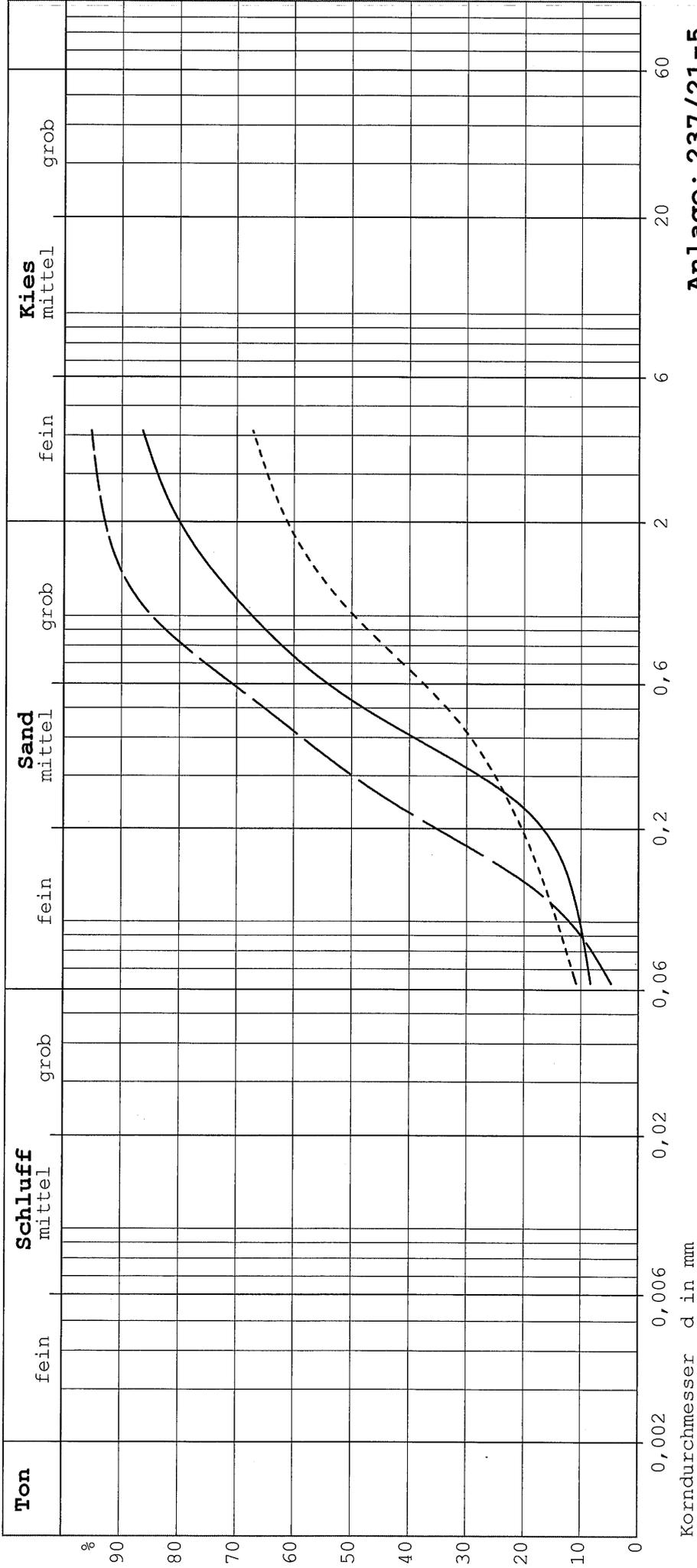
- Geplanter Neubau
- Bestand
- Tiefgarage

Neubau von sechs Wohnhäusern Europaweg 4, 23570 Lübeck-Travemünde			
Nord Projekt Baukonzept GmbH Herrengraben 1, 20459 Hamburg			
Bodenprofile und Lageplan Tiefgarage, Häuser A,C und E			
GEZEICHNET	20.01.2022	MASSSTAB	1:50, 1:500
GEPRÜFT		PLAN	237/21-3
INDEX			

Körnungsline

Bauvorhaben: Lübeck-Travemünde/Europaweg 4

gezeichnet am 26.01.2022



Korndurchmesser d in mm

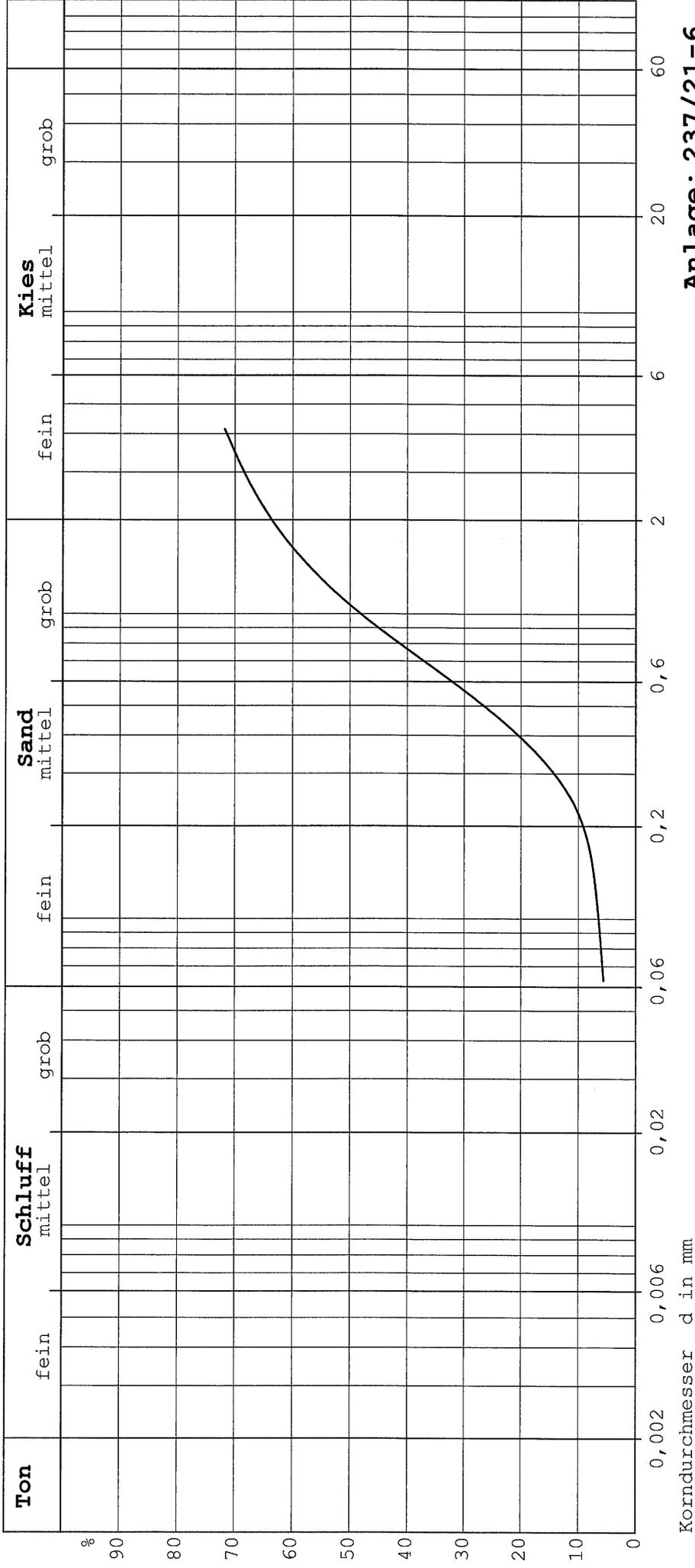
Anlage: 237/21-5

Kennzeichnung	---	---	---
Sondierung/Tiefe	SB 9/2,20	SB 17/2,20	SB 22/2,90
Bodenart	u' Sand,g	u' Sand,g'	u' Sand,g
Geol.Bezeichnung	(Auffüllung)	(Auffüllung)	(Auffüllung)
U-Wert = D60/D10	7,1	4,6	

Körnungsline

Bauvorhaben: Lübeck-Travemünde/Europaweg 4

gezeichnet am 01.02.2022



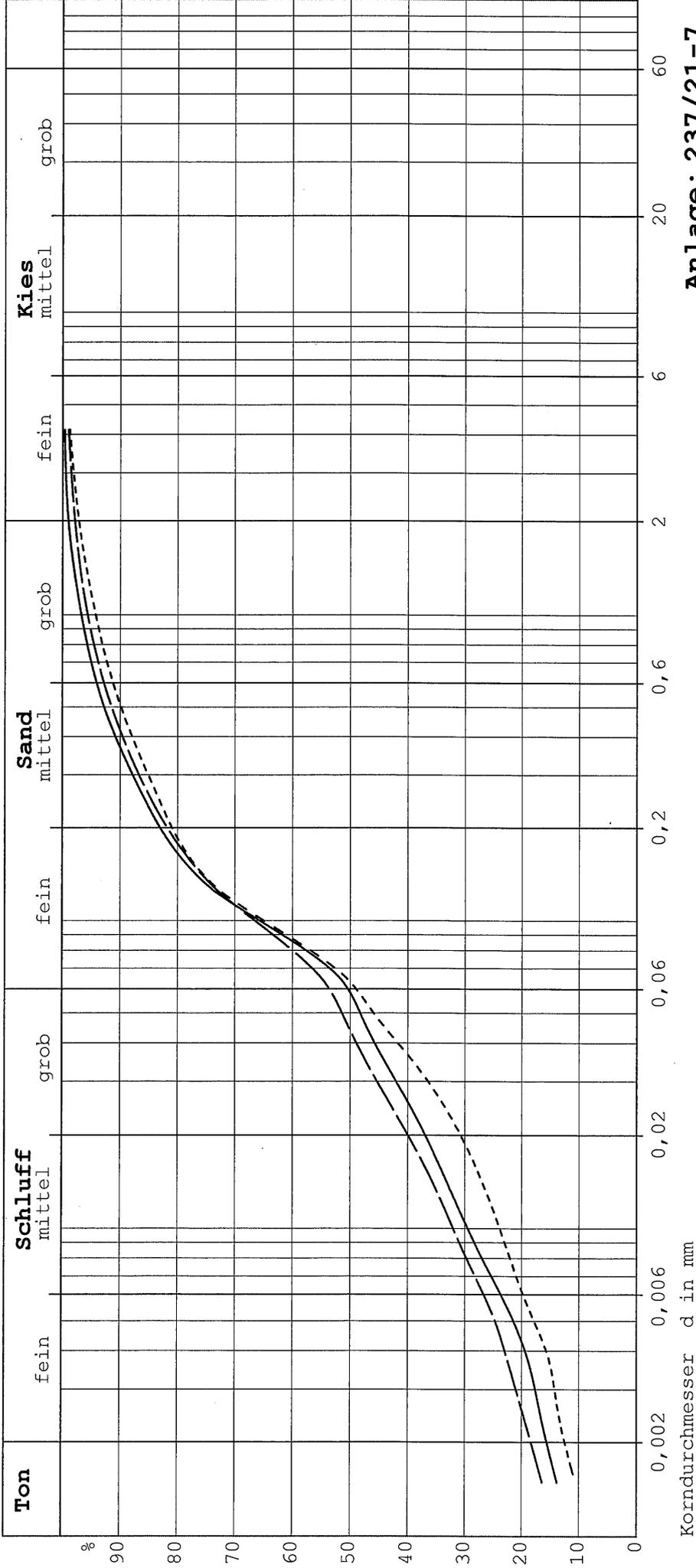
Anlage: 237/21-6

Kennzeichnung	---	---
Sondierung/Tiefe	SB 20/4,40	
Bodenart	u' Sand, g	
Geol. Bezeichnung		
U-Wert = D60/D10	7,3	

Körnungslinie

Bauvorhaben: Lübeck-Travemünde/Europaweg 4

gezeichnet am 26.01.2022



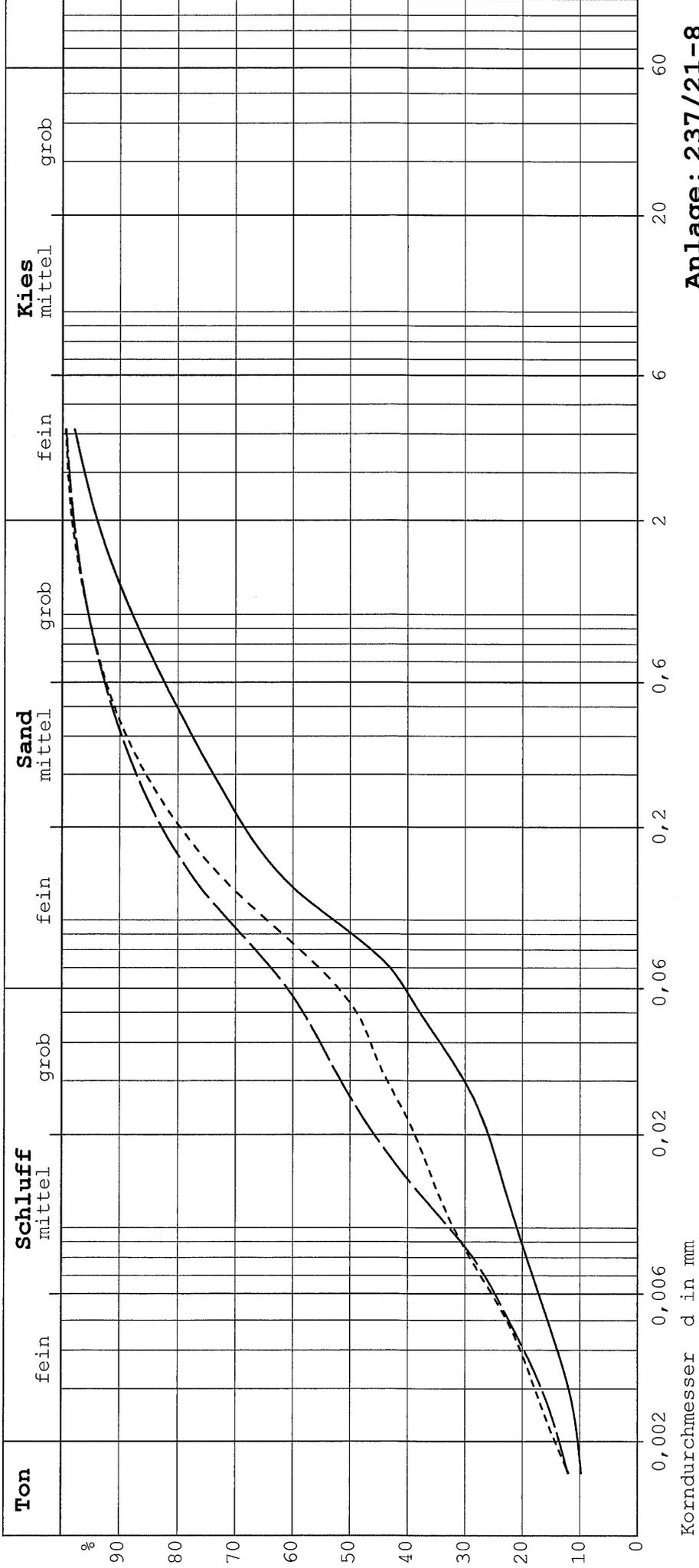
Anlage: 237/21-7

Kennzeichnung	---	---	---
Sondierung/Tiefe	SB 1/2,20	SB 4/2,70	SB 12/2,40
Bodenart	t ü Sand,g'	t ü Sand,g'	t' ü Sand,g'
Geol.Bezeichnung	Geschiebelehm	Geschiebelehm	Geschiebelehm
U-Wert = D60/D10			

Körnungslinie

Bauvorhaben: Lübeck-Travemünde/Europaweg 4

gezeichnet am 26.01.2022



Anlage: 237/21-8

Kennzeichnung	— — — —		
Sondierung/Tiefe	SB 15/2,80	SB 7/5,90	SB 11/6,20
Bodenart	t' ū Sand,g'	t' Schluff,s,g'	t Schluff+Sand,g'
Geol.Bezeichnung	Geschiebelehm	Geschiebemergel	Geschiebemergel
U-Wert = D60/D10			

Dieser Prüfbericht ersetzt den Prüfbericht Nr. AR-22-JH-000833-01 vom 27.01.2022 aufgrund von Änderung des Layouts.

Titel: Prüfbericht zu Auftrag 32201934

Prüfberichtsnummer: [REDACTED]

Auftragsbezeichnung: Lübeck-Travemünde, Europaweg

Anzahl Proben: **4**

Probenart: **Boden**

Probenehmer: **angeliefert vom Auftraggeber**

Probeneingangsdatum: **19.01.2022**

Prüfzeitraum: **19.01.2022 - 26.01.2022**

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Probenahme nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag erfolgte, wird hierfür keine Gewähr übernommen. Die Ergebnisse beziehen sich in diesem Fall auf die Proben im Anlieferungszustand. Dieser Prüfbericht enthält eine qualifizierte elektronische Signatur und darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der [REDACTED]

Es gelten die Allgemeinen Verkaufsbedingungen (AVB), sofern nicht andere Regelungen vereinbart sind. Die aktuellen AVB können Sie unter [REDACTED] einsehen.

Digital signiert, 27.01.2022

[REDACTED]
Prüfleitung

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Vergleichswerte			Probenbezeichnung											
				Z0 Lehm/ Schluff	Z1.1	Z1.2	Z2	Probennummer	BG	Einheit	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4				
Probenvorbereitung																		
Probenmenge inkl. Verpackung	ANf	RE000 Gi	DIN 19747: 2009-07															
Fremdstoffe (Art)	ANf	RE000 Gi	DIN 19747: 2009-07															
Fremdstoffe (Menge)	ANf	RE000 Gi	DIN 19747: 2009-07															
Siebrückstand > 10mm	ANf	RE000 Gi	DIN 19747: 2009-07															

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Z0 Lehm/ Schluff	Z1.1	Z1.2	Z2	BG	Einheit	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4
									kg	0,5	0,5	0,5	0,4
										nein	nein	nein	nein
									g	0,0	0,0	0,0	0,0
										nein	nein	ja	nein

Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz

Trockenmasse	ANf	RE000 Gi	DIN EN 14346: 2007-03		0,1	Ma.-%	89,7	90,7	94,0	85,6
--------------	-----	-------------	-----------------------	--	-----	-------	------	------	------	------

Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 13657: 2003-01*

Element	ANf	RE000 Gi	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	15	45	45	150	0,8	mg/kg TS	4,1	4,9	3,0	5,4
Arsen (As)				70	210	210	700	2	mg/kg TS	11	11	7	9
Blei (Pb)				1	3	3	10	0,2	mg/kg TS	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Cadmium (Cd)				60	180	180	600	1	mg/kg TS	12	16	8	16
Chrom (Cr)				40	120	120	400	1	mg/kg TS	7	10	8	12
Kupfer (Cu)				50	150	150	500	1	mg/kg TS	9	18	8	16
Nickel (Ni)				0,7	2,1	2,1	7	0,2	mg/kg TS	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Thallium (Tl)				0,5	1,5	1,5	5	0,07	mg/kg TS	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07
Quecksilber (Hg)				150	450	450	1500	1	mg/kg TS	36	44	28	44

Antonen aus der Originalsubstanz

Cyanide, gesamt	ANf	RE000 Gi	DIN ISO 17380: 2013-10	3	3	10	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
-----------------	-----	-------------	------------------------	---	---	----	-----	----------	-------	-------	-------	-------

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Vergleichswerte				Probenbezeichnung					
				Z0 Lehm/ Schluff	Z1.1	Z1.2	Z2	Probennummer	BG	Einheit	MP 1	MP 2	MP 3
Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz													
TOC	AN/f	RE000 GI	DIN EN 15936: 2012-11 (AN.LB. Ver.A; FG.FS. Ver.B)	0,5 ²⁾	1,5	1,5	5	0,1	Ma.-% TS	0,6	0,4	0,5	0,1
EOX	AN/f	RE000 GI	DIN 39414-17 (S17): 2017-01	1	3 ³⁾	3 ³⁾	10	1,0	mg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Kohlenwasserstoffe C10-C22	AN/f	RE000 GI	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-08	100	300	300	1000	40	mg/kg TS	< 40	< 40	< 40	< 40
Kohlenwasserstoffe C10-C40	AN/f	RE000 GI	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-09		600	600	2000	40	mg/kg TS	< 40	< 40	< 40	< 40
BTEX aus der Originalsubstanz													
Benzol	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Toluol	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Ethylbenzol	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
m-/p-Xylol	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
o-Xylol	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Summe BTEX	AN/f	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	1	1	1	1		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Vergleichswerte			Probenbezeichnung						
				Z0 Lehm/ Schluff	Z1.1	Z1.2	Z2	Probennummer		Einheit			
								MP 1	MP 2	MP 3	MP 4		
LHKW aus der Originalsubstanz													
Dichlormethan	ANf	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
trans-1,2-Dichlorethen	ANf	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
cis-1,2-Dichlorethen	ANf	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Chloroform (Trichlormethan)	ANf	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
1,1,1-Trichlorethan	ANf	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Tetrachlormethan	ANf	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Trichlorethen	ANf	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Tetrachlorethen	ANf	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
1,1-Dichlorethen	ANf	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
1,2-Dichlorethen	ANf	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Summe LHKW (10 Parameter)	ANf	RE000 GI	DIN EN ISO 22155: 2016-07	1	1	1	1		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Vergleichswerte			Probenbezeichnung						
				Z0 Lehm/ Schluff	Z1.1	Z1.2	Z2	Probennummer	Einheit	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4
PCB aus der Originalsubstanz													
PCB 28	AN/F	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12				0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 52	AN/F	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12				0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 101	AN/F	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12				0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 153	AN/F	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12				0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 138	AN/F	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12				0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 180	AN/F	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12				0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	AN/F	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12	0,05	0,15	0,5		mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾				
PCB 118	AN/F	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12				0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Summe PCB (7)	AN/F	RE000 GI	DIN EN 15308: 2016-12					mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾				

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Vergleichswerte			Probenbezeichnung								
				Z0 Lehm/ Schluff	Z1.1	Z1.2	Z2	Probennummer	Einheit	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4		
PAK aus der Originalsubstanz															
Naphthalin	ANf	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05							0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Acenaphthylen	ANf	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05							0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Acenaphthen	ANf	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05							0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Fluoren	ANf	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05							0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Phenanthren	ANf	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05							0,05	mg/kg TS	< 0,05	0,10	< 0,05	< 0,05
Anthracen	ANf	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05							0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Fluoranthen	ANf	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05							0,05	mg/kg TS	< 0,05	0,12	< 0,05	< 0,05
Pyren	ANf	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05							0,05	mg/kg TS	< 0,05	0,08	< 0,05	< 0,05
Benzo[a]anthracen	ANf	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05							0,05	mg/kg TS	< 0,05	0,05	< 0,05	< 0,05
Chrysen	ANf	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05							0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo[b]fluoranthen	ANf	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05							0,05	mg/kg TS	< 0,05	0,06	< 0,05	< 0,05
Benzo[k]fluoranthen	ANf	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05							0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo[a]pyren	ANf	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05							0,05	mg/kg TS	< 0,05	0,08	< 0,05	< 0,05
Indeno[1,2,3-cd]pyren	ANf	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05							0,05	mg/kg TS	< 0,05	0,15	< 0,05	< 0,05
Dibenzo[a,h]anthracen	ANf	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05							0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo[ghi]perylen	ANf	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05							0,05	mg/kg TS	< 0,05	0,30	< 0,05	< 0,05
Summe 16 EPA-PAK exkl. BG	ANf	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05								mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	0,94	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾
Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl. BG	ANf	RE000 GI	DIN ISO 18287: 2006-05								mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾	0,94	(n. b.) ¹⁾	(n. b.) ¹⁾

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Vergleichswerte			Probenbezeichnung			
				Z0 Lehm/ Schluff	Z1.1	Z1.2	Z2	Probennummer	BG	Einheit

Physikal.-chem. Kenngrößen a.d. 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

pH-Wert	AN/F	RE000 GI	DIN EN ISO 10523 (C5); 2012-04	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12			7,3	8,5	9,4	9,1
Temperatur pH-Wert	AN/F	RE000 GI	DIN 38404-4 (C4); 1976-12							21,7	19,2	20,6	19,0
Leitfähigkeit bei 25°C	AN/F	RE000 GI	DIN EN 27888 (C8); 1993-11	250	250	1500	2000	5		53	94	52	58

Anionen aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

Chlorid (Cl)	AN/F	RE000 GI	DIN EN ISO 10304-1 (D20); 2009-07	30	30	50	100 ⁵⁾	1,0		< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Sulfat (SO4)	AN/F	RE000 GI	DIN EN ISO 10304-1 (D20); 2009-07	20	20	50	200	1,0		1,5	7,8	3,6	1,0
Cyanide, gesamt	AN/F	RE000 GI	DIN EN ISO 14403-2; 2012-10	5	5	10	20	5		< 5	< 5	< 5	< 5

Elemente aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

Arsen (As)	AN/F	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29); 2017-01	14	14	20	60 ⁶⁾	1		4	2	4	2
Blei (Pb)	AN/F	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29); 2017-01	40	40	80	200	1		13	< 1	< 1	< 1
Cadmium (Cd)	AN/F	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29); 2017-01	1,5	1,5	3	6	0,3		< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Chrom (Cr)	AN/F	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29); 2017-01	12,5	12,5	25	60	1		1	< 1	< 1	1
Kupfer (Cu)	AN/F	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29); 2017-01	20	20	60	100	5		10	< 5	< 5	< 5
Nickel (Ni)	AN/F	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29); 2017-01	15	15	20	70	1		2	1	< 1	< 1
Quecksilber (Hg)	AN/F	RE000 GI	DIN EN ISO 12846 (E12); 2012-08	< 0,5	< 0,5	1	2	0,2		< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Zink (Zn)	AN/F	RE000 GI	DIN EN ISO 17294-2 (E29); 2017-01	150	150	200	600	10		< 10	< 10	< 10	< 10

Org. Summenparameter aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

Phenolindex, wasserdampflich	AN/F	RE000 GI	DIN EN ISO 14402 (H37); 1999-12	20	20	40	100	10		< 10	< 10	< 10	< 10
---------------------------------	------	-------------	------------------------------------	----	----	----	-----	----	--	------	------	------	------

Probenvorbereitung Feststoffe

Königswasseraufschluss	AN/F	RE000 GI	DIN EN 13657-2003-01							X	X	X	X
------------------------	------	-------------	----------------------	--	--	--	--	--	--	---	---	---	---

Erläuterungen

- BG - Bestimmungsgrenze
- Lab. - Kürzel des durchführenden Labors
- Akkr. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors
- X - durchgeführt
- # Aufschluss mittels temperaturregulierendem Graphitblock

Kommentäre zu Ergebnissen

- ¹⁾ nicht berechenbar, da alle Werte < BG.

Die mit AN gekennzeichneten Parameter wurden von der DAKKS D-PL-14078-01-00 akkreditiert.

[REDACTED] analysiert. Die Bestimmung der mit RE000G1 gekennzeichneten Parameter ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018

f/ - Die Analyse des Parameters erfolgte in Fremdvergabe.

Erläuterungen zu Vergleichswerten

Untersuchung nach LAGA TR Boden (2004) Tab. II 1.2.-4/-5 (Z0 Lehm/Schluff/Z1.1/Z1.2/Z2).

- ²⁾ Bei einem C:N-Verhältnis > 25 beträgt der Zuordnungswert 1 Masse-%.
- ³⁾ Bei Überschreitung ist die Ursache zu prüfen.
- ⁴⁾ Bodenmaterial mit Zuordnungswerten > 3 mg/kg und ≤ 9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden
- ⁵⁾ Bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 300 mg/l.
- ⁶⁾ Bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 120 µg/l.

Bei der Darstellung von Vergleichswerten im Prüfbericht handelt es sich um eine Serviceleistung der [REDACTED]. Die zitierten Vergleichswerte (Grenz-, Richt- oder sonstige Zuordnungswerte) sind teilweise vereinfacht dargestellt und berücksichtigen nicht alle Kommentare, Nebenbestimmungen und/oder Ausnahmeregelungen des entsprechenden Regelwerkes.

Abgleich mit Vergleichswerten

Der Abgleich bezieht sich ausschließlich auf die in [REDACTED] aufgeführten Ergebnisse und erfolgt auf Basis eines rein numerischen Vergleichs des erhaltenen Messwertes mit den entsprechenden Vergleichswerten. Die Messunsicherheit des entsprechenden Verfahrens wird hierbei nicht berücksichtigt.

Nachfolgend aufgeführte Proben weisen im Vergleich zur LAGA TR Boden (2004) Tab. II 1.2.-4/-5 (Z0 Lehm/Schluff/Z1.1/Z1.2/Z2) die dargestellten Überschreitungen bzw. Verletzungen der zitierten Vergleichswerte auf. Der Untersuchungsstelle obliegt nicht die Festlegung der aus dem Vergleichswertabgleich abzuleitenden Maßnahmen.

X: Überschreitung bzw. Verletzung der zitierten Vergleichswerte festgestellt

Probenbeschreibung: MP 1
 Probennummer: 322009920

Test	Parameter	Z0 Lehm/ Schluff	Z1.1	Z1.2	Z2
TOC (gesamter organischer Kohlenstoff) Ma.-% TS	TOC	X			