

Geotechnischer Untersuchungsbericht

Norden

BG Hamburger Straße

Projekt-Nr.: G215163

Auftraggeber: Niedersächsische Landesgesellschaft mbH
Wagenweg 13
26603 Aurich

Auftragnehmer: Geonovo GmbH
Blinke 6
26789 Leer

Bearbeiter: Dipl.-Geol. Frauke Menzel
B. Eng. Julius Busse

Dieser Bericht umfasst:

- 21 Seiten
- 11 Tabellen
- 4 Abbildungen
- Anlagen

Leer, den
08.12.2021

Allgemeine gutachterliche Erklärung

Dieses Gutachten ist nur vollständig gültig. Auszugweise entnommene Abschnitte können die Gesamtaussage verfälschen. Das Gutachten darf daher nur vollständig und unverändert vervielfältigt werden.

Die Vervielfältigung darf nur innerhalb des Anliegens erfolgen, das dem Zweck der Beauftragung entspricht.

Die in diesem Gutachten enthaltenen Aussagen beziehen sich nur auf den Zeitpunkt und den direkten Ort der Probenahme bzw. der Ausführung von Feldarbeiten sowie der Messungen im bodenmechanischen Labor. Übertragungen auf übergeordnete Flächeneinheiten stellen daher Interpretationen dar. Diese können von den in der Bauausführung real aufgefundenen Verhältnissen, z. B. in Baugruben, Schürfen, abweichen. Sollten sich Abweichungen von den getroffenen Aussagen ergeben, sollte Rücksprache mit den Verfassern dieses Gutachtens erfolgen.

Eine Veröffentlichung dieses Gutachtens bedarf der schriftlichen Genehmigung der Geonovo GmbH, Leer.

Inhalt

Allgemeine gutachterliche Erklärung	2
1. Formalia	5
1.1 Veranlassung und Beauftragung	5
1.2 Unterlagen	5
1.3 Angaben zu Bauvorhaben und Bauwerk	6
1.3.1 Lokalität des Bauvorhabens	6
1.3.2 Regionale Übersicht und Einordnung	7
1.3.3 Größe des geplanten Bauwerks	8
1.3.4 Einordnung in Geotechnische Kategorie	8
2. Durchgeführte Untersuchungen	9
3. Bodenaufbau und Grundwasserverhältnisse	9
3.1 Regionale Geologie	9
3.2 Lokale Boden- und Baugrundverhältnisse	10
3.3 Lagerungsdichte	11
3.4 Bodenmechanik	11
3.5 Grundwasser	12
4. Klassifizierung	13
4.1 Bodenklassen (DIN 18300) und Bodengruppen (DIN 18196)	13
4.2 Homogenbereiche	13
4.3 Bodenkennwerte	14
5. Laboranalytik	15
5.1 Betonaggressivität	15
5.2 LAGA M20 TR Boden	15
5.3 BBodSchV Wirkungspfad Boden – Mensch	17
6. Zusammenfassung und Empfehlungen	18
6.1 Ergebnisse Feldarbeiten	18
6.2 Empfehlungen und Hinweise zur Bauausführung	18
6.2.1 Straßen	19
6.2.2 Kanalisation	19
6.2.3 Wohngebäude	19
6.3 Empfehlungen zum Erdbau	20
6.4 Empfehlungen zum Grundwasser / Wasserhaltung	20
6.5 Versickerungsfähigkeit	20

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Erschlossene Bodenschichten im südlichen Bereich (RKS 1-4) und geologische Ansprache	11
Tabelle 2: Schlagzahlen N_{10} einer leichten Rammsondierung DPL 10 für nichtbindige Böden.....	11
Tabelle 3: Mischprobenzusammenstellung	11
Tabelle 4: Ergebnisse der Korngrößenanalyse	12
Tabelle 5: Klassifizierung der Böden	13
Tabelle 6: Bodenkennwerte für Feinsande (empirische Werte, Fachliteratur).....	14
Tabelle 7: Analyseergebnisse und Gegenüberstellung mit den Grenzwerten für die Expositionsklassen	15
Tabelle 8: Mischprobenzusammenstellung	16
Tabelle 9: Gegenüberstellung der Analyseergebnisse mit den Zuordnungswerten der LAGA TR Boden	16
Tabelle 10: Mischprobenzusammenstellung Oberboden.....	17
Tabelle 11: Ergebnisse Analytik gemäß BBodSchV Wirkungspfad Boden-Mensch.....	18

Anlagenverzeichnis

Anlage I:	Sondierlageplan
Anlage II:	Bohrprofile und Rammdiagramme
Anlage III:	Sieblinien
Anlage IV:	Chemische Analytik

1. Formalia

1.1 Veranlassung und Beauftragung

Die Niedersächsische Landesgesellschaft mbH plant die Erschließung des Neubaugebiets „Norden – Südlich Hamburger Straße“ in der Stadt Norden.

Die Geonovo GmbH, Leer, wurde beauftragt, die örtlichen Bodenverhältnisse auf dem Baugrundstück zu erkunden und Empfehlungen zur bautechnischen Ausführung zu erarbeiten.

Die Beauftragung umfasst folgenden Leistungsumfang:

- Aufschluss der örtlichen Baugrundverhältnisse nach DIN EN ISO 22475-1 und DIN EN ISO 22476-2
- Beschreibung der angetroffenen Bodenarten nach DIN EN ISO 14688-1
- Ermittlung der Grundwasserstände
- Ermittlung der Korngrößenverteilung durch Nasssiebung nach DIN 18123
- Phys. chem. Analyse gemäß BBodSchV
- Phys. chem. Analyse nach LAGA M20 TR Boden
- Phys. chem. Analyse von Grundwasser auf Betonaggressivität
- Angabe der bodenmechanischen Kennwerte der aufgeschlossenen Böden
- Klassifizierung der Baugrundsichten nach DIN 18196 und DIN 18300
- Einteilung der angetroffenen Bodenarten in Homogenbereiche
- Empfehlungen zur Bauausführung

1.2 Unterlagen

Zur Angebotsabgabe, Planung und Durchführung der Baugrunduntersuchung wurden folgende Unterlagen zur Verfügung gestellt:

- Norden – Südlich Hamburger Straße, Erstkonzept im Maßstab 1:1.000, Stadt Norden vom Februar 2021

Von der Geonovo GmbH bzw. dem beauftragten Bohrunternehmen wurden vor Aufnahme der Sondierarbeiten Pläne zur Lage von Ver- und Entsorgungsleitungen eingeholt.

1.3 Angaben zu Bauvorhaben und Bauwerk

1.3.1 Lokalität des Bauvorhabens

Das geplante Baugebiet befindet sich im Westen der Stadt Norden, südlich der Hamburger Straße. Rund um das geplante Baugebiet ist bereits Wohnbebauung vorhanden, so dass es sich um einen Lückenschluss handelt.



Abbildung 1: Luftbild des Untersuchungsgebiets

(Quelle: Google 2021))

Zurzeit handelt es sich bei dem Untersuchungsgebiet um eine Grünlandfläche (siehe Abbildung 2).



Abbildung 2: Überblick über das Untersuchungsgebiet (Blickrichtung nach Süden)

1.3.2 Regionale Übersicht und Einordnung

Die Stadt Norden liegt nordwestlich des Oldenburgisch-Ostfriesischen Geestrückens innerhalb der Bodengroßlandschaft der Küstenmarschen.

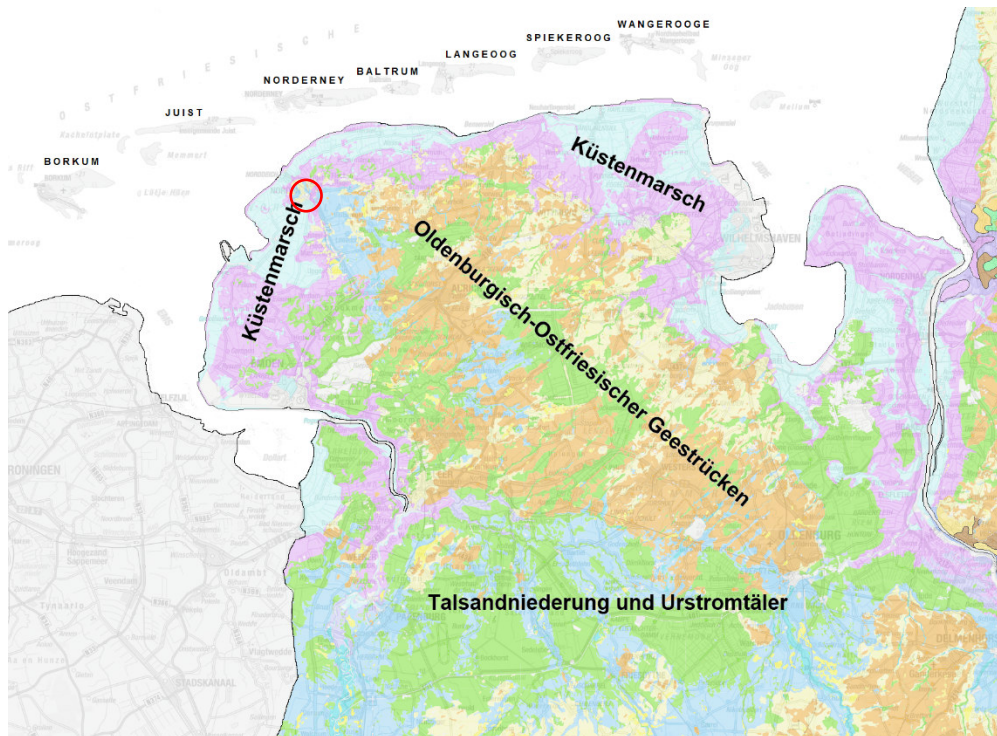


Abbildung 3: NIBIS® Kartenserver (2021): Bodenlandschaften (geändert) - Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover

1.3.3 Größe des geplanten Bauwerks

Das geplante Neubaugebiet wird eine Größe von ca. 22.000 m² haben. Diese verteilen sich auf mehrere Baugrundstücke eine mittig verlaufende Wohngebietsstraße sowie ein Regenrückhaltebecken.

1.3.4 Einordnung in Geotechnische Kategorie

Es sind überwiegend Einfamilienhäuser geplant, die als nicht setzungsempfindlich eingestuft werden. Es ist überwiegend mit Sanden im Untergrund zu rechnen.

Das Bauvorhaben wird daher in die geotechnische Kategorie 1 eingeordnet.

2. Durchgeführte Untersuchungen

Folgende Leistungen wurden am 16.11.2021 durchgeführt:

- Geotechnische Erkundung gemäß DIN EN ISO 22475-1 durch Rammkernsondierungen (RKS) zur Erkundung der Bodenschichtung einschließlich Erstellung von Bodenprofile sowie Beschreibung der Bodenarten nach DIN EN ISO 14688-1 und Probenahme nach DIN EN ISO 2275-1.

- 4 Stück mit Aufschlusstiefe T = 3,0 m
 - 2 Stück mit Aufschlusstiefe T = 4,0 m
 - 1 Stück mit Aufschlusstiefe T = 5,0 m
 - 1 Stück mit Aufschlusstiefe T = 6,0 m

- Geotechnische Erkundung gemäß DIN EN ISO 22476-2 durch Leichte Rammsondierungen zur Erkundung der Lagerungsdichte.

- 2 Stück mit Aufschlusstiefe T = 3,0 m
 - 1 Stück mit Aufschlusstiefe T = 4,0 m
 - 1 Stück mit Aufschlusstiefe T = 5,0 m
 - 1 Stück mit Aufschlusstiefe T = 6,0 m

Die jeweiligen Sondieransatzpunkte sind dem Lageplan in Anlage I dieses Berichts zu entnehmen.

3. Bodenaufbau und Grundwasserverhältnisse

3.1 Regionale Geologie

Der Geologischen Übersichtskarte des Landes Niedersachsen (GÜK500) zufolge stehen im Bereich des Baugebiets sandig-kiesige Schmelzwasserablagerungen des Drenthe-Stadiums der Saale-Kaltzeit zu finden (Abbildung 4).

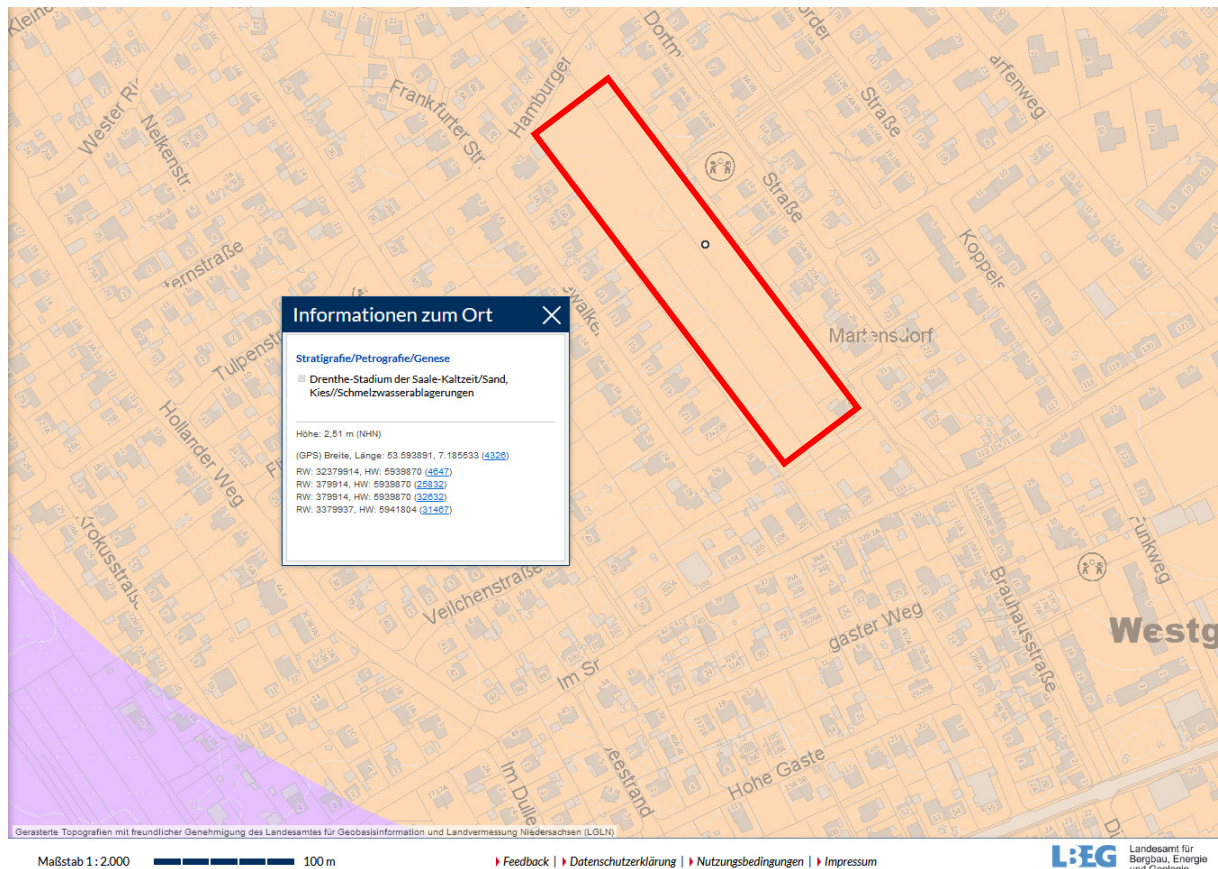


Abbildung 4: NIBIS® Kartenserver (2021): Geologische Übersichtskarte von Niedersachsen 1:500.000 – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.

3.2 Lokale Boden- und Baugrundverhältnisse

Die am 16.11.2021 durchgeführten Rammkernsondierungen konnten die Erkenntnisse aus den Kartenwerken bestätigen.

Unter einem humosen Oberboden mit Mächtigkeiten von 0,4 – 0,7 m wurde durchgängig ein mittelsandiger Feinsand erschlossen, der teilweise schwach schluffige und schwach grobsandige Anteile aufwies.

Tabelle 1: Erschlossene Bodenschichten im südlichen Bereich (RKS 1-4) und geologische Ansprache

Tiefe [m u. GOK] [min. / max.]	Mächtigkeit [m] [min. / max.]	Bodenschicht	Kurzzeichen DIN 4022-1	Gruppe DIN 18196	Eignung als Baugrund
0,0	0,4 / 0,7	Oberboden	fS, u', org.	OH	nicht
0,4 / 0,7	> 2,6	Feinsand, mittelsandig	fS, ms-ms ⁺ , u', gs'	SE	gut

Die Bohrprofile sind dem Bericht in Anlage II beigelegt.

3.3 Lagerungsdichte

Parallel zu den Rammkernsondierungen wurden einige leichte Rammsondierungen durchgeführt. Die Rammsondierungen zeigen für den Oberboden eine sehr lockere bis lockere Lagerung. Mit dem Übergang in den darunter anstehenden Feinsand wurden durchgängig Schlagzahlen im Bereich einer mitteldichten Lagerung festgestellt.

Tabelle 2: Schlagzahlen N_{10} einer leichten Rammsondierung DPL 10 für nichtbindige Böden

Lagerung	sehr locker	locker	mitteldicht	dicht	sehr dicht
Schlagzahlen N_{10}	0 – 6	6 – 10	10 – 50	50 – 64	> 64
Gegenüberstellung technisch / empirisch ermittelter Lagerungsdichten mit Schlagzahlen N_{10} einer leichten Rammsondierung DPL 10 (u.a. aus: Prinz und Strauss (2012) für nichtbindige Böden)					

3.4 Bodenmechanik

Aus den bei den Rammkernsondierungen gewonnenen Bodenproben wurden 4 Mischproben zusammengestellt, zu denen jeweils die Korngrößenverteilung ermittelt wurde.

Die Sieblinien liegen diesem Bericht als Anlage bei.

Tabelle 3: Mischprobenzusammenstellung

Laborprobe	Einzelproben	Tiefenlage	Bodenart
-06	02.2, 02.3	0,4 – 2,0	Sand
-07	04.2	0,4 – 1,5	Sand
-08	06.2	0,5 – 1,8	Sand
-09	7.2	0,5 – 2,0	Sand

Tabelle 4: Ergebnisse der Korngrößenanalyse

Probe	Feinkornanteil ($< 0,06 \text{ mm}$) [%]	Frostsicherheit	k_f -Wert [m/s] (Beyer)	Bemessungs- k_f - Wert [m/s]
-06	5,46	F1	$5,56 \cdot 10^{-5}$	$1,112 \cdot 10^{-5}$
-07	6,5	F1	$7,03 \cdot 10^{-5}$	$1,406 \cdot 10^{-5}$
-08	7,07	F1	$4,629 \cdot 10^{-5}$	$9,258 \cdot 10^{-6}$
-09	3,52	F1	$5,729 \cdot 10^{-5}$	$1,146 \cdot 10^{-5}$

Die Proben zeigen sich alle als frostsicher (Frostempfindlichkeitsklasse F1) einzustufen. Die Durchlässigkeit liegt nach Korrektur um den Faktor 0,2 für aus Siebungen ermittelte k_f -Werte bei $9,258 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ bis $1,406 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$. Die Sande sind somit als durchlässig für Wasser zu bewerten.

3.5 Grundwasser

Der hydrogeologischen Übersichtskarte von Niedersachsen im Maßstab 1:200.000 (HÜK200) zufolge befindet sich der regionale Grundwasserstand zwischen 0 m und 1 mNHN. Bei einer topographischen Höhe von ca. 1,5 m bis 2,8 mNHN entspricht dies einem Grundwasserflurabstand von 0,5 m bis 2,8 m.

Diese Werte werden durch die nahegelegene Landesgrundwassermessstelle (LGWMS) „Mittelmarsch I“ (ca. 2,2 km südwestlich des Untersuchungsgebiets) bestätigt. In der Messstelle liegt der langjährige Mittelwert des Grundwasserstands bei 0,41 mNN. Die jährliche Amplitude beträgt im Schnitt ca. 0,3 m.

Am 16.11.2021 wurde das Grundwasser zwischen 0,4 m und 1,0 m u. GOK gemessen. Bei der Wasserprobenahme wurde der Wasserstand im Pegel mit 0,48 m u. GOK gelotet. Aufgrund der Daten der Kartenwerke und der LGWMS ist hierbei von einem Grundwasserhochstand auszugehen.

Unter Berücksichtigung der zurückliegenden Witterungsbedingungen und der Geländebeschaffenheit sowie der verfügbaren Daten der Landesgrundwassermessstelle sollte für die Bauwerksbemessung als **Grundwasserbemessungshöhe** 0,7 m u. GOK angenommen werden.

4. Klassifizierung

4.1 Bodenklassen (DIN 18300) und Bodengruppen (DIN 18196)

Gemäß DIN 18300 und DIN 18196 erfolgt eine Einteilung der örtlich aufgeschlossenen Böden, Bodenklassen und Bodengruppen, wie in Tabelle 5 aufgeführt:

Tabelle 5: Klassifizierung der Böden

Bodenart	Bodenklasse DIN 18300	Bodengruppe DIN 18196
Oberboden	1	OH
Sand	3	SE

Bodenklasse 1: Oberboden (Mutterboden); oberste Bodenschicht, die neben anorganischen Stoffen auch Humus und Bodenlebewesen enthält.

Bodenklasse 3: Leicht lösbare Bodenarten; nichtbindige bis schwachbindige Sande, Kiese und Sand-Kies-Gemische mit bis zu 15 Gewichtsprozent Beimengungen an Schluff und Ton und mit höchstens 30 Gew.-% Steinen über 63 mm Korngröße und bis zu 0,01 m³ Rauminhalt.

4.2 Homogenbereiche

Die erschlossenen Bodenschichten werden in 2 Homogenbereiche untergliedert.

Homogenbereich A: Humoser Oberboden

Der Homogenbereich umfasst die oberflächennahen humusführenden Bodenschichten. Sie sind feinsandig mit Schluffanteil und durch ihren Humusgehalt und die damit verbundene dunkelgraue bis schwarze Färbung gekennzeichnet.

Homogenbereich B: Feinsand

Unter dem Oberboden mittelsandige Feinsande an. Sie wurden bis zur jeweiligen Sondierendtiefe nachgewiesen und sind mindestens mitteldicht gelagert. Die Sande sind braun bis grau gefärbt.

4.3 Bodenkennwerte

Den erschlossenen Bodengruppen können die in den nachfolgenden Tabellen aufgeführten Bodenkennwerte aus Laboruntersuchungen und eigener Erfahrung für statische und planerische Berechnungen zugeordnet werden:

Tabelle 6: Bodenkennwerte für Feinsande (empirische Werte, Fachliteratur)

Feinsand			
		grobkörnige Böden, Sande enggestuft	gemischtkörnige Böden, Sand-Schluff-Gemisch
Bodengruppe		SE	SU
Messwert	Einheit		
Kornverteilung		fS, ms	fS, $u' - u$
Konsistenz		---	---
Lagerungsdichte		mitteldicht	mitteldicht
Kornform		eckig rauh – gut gerundet	eckig rauh – gut gerundet
Bodenklasse DIN 18300		3	3 - 4
Frostempfindlichkeit		sehr gering	gering
Erosionsempfindlichkeit		groß	mittel - groß
Zusammendrückbarkeit		vernachlässigbar klein	vernachlässigbar klein
Tragfähigkeit		mittel – gut	mittel
Durchlässigkeitsbeiwert k_f	m/s	$10^{-4} - 10^{-5}$	$10^{-5} - 10^{-6}$
Rohwichte γ des feuchten Bodens	kN / m ³	19,0	19,0
Wichte unter Auftrieb γ'	kN / m ³	11,0	11,0
Reibungswinkel φ'	°	32,5 mitteldicht	32,5 mitteldicht
Kohäsion c'	kN / m ²	---	---
Steifemodul E_s	MN / m ²	50 – 150 mitteldicht	40 – 100 mitteldicht

5. Laboranalytik

5.1 Betonaggressivität

Am 22.11.2021 wurde eine Grundwasserprobe aus dem Entnahmepegeln entnommen. Die Proben wurden zur chemischen Analytik auf Betonaggressivität an das Chemische Untersuchungsamt Emden übergeben.

Der Laborprüfbericht mit der Nummer 221121814 vom 29.11.2021 liegt diesem Bericht als Anlage bei.

Tabelle 7: Analyseergebnisse und Gegenüberstellung mit den Grenzwerten für die Expositionsklassen

Expositionsklasse	-10	XA1	XA2	XA3
Parameter				
pH-Wert	6,1	6,5 – 5,5	< 5,5 – 4,5	< 4,5
kalkl. Kohlensäure (CO ₂) [mg/l]	15	15 – 40	> 40 - 100	> 100
Ammonium (NH ₄ ⁺) [mg/l]	0,1	15 – 30	> 30 - 60	> 60
Magnesium (Mg ²⁺) [mg/l]	19	300 – 1.000	> 1.000 – 3.000	> 3.000
Sulfat ¹⁾ (SO ₄ ²⁻) [mg/l]	15	200 – 600	> 600 – 3.000	> 3.000
¹⁾ Bei Sulfatgehalten über 600 mg SO ₄ ²⁻ je l Wasser, ausgenommen Meerwasser, ist ein Zement mit hohem Sulfatwiderstand (HS) zu verwenden (siehe DIN 1164 Teil 103.90, Abschnitt 4.6 und DIN 1045/07.88, Abschnitt 6.5.7.5).				

Die Probe hat einen leicht niedrigen pH-Wert, weshalb sie in die Expositionsklasse XA1 einzuordnen und somit als **schwach angreifend** zu klassifizieren sind.

Der Prüfbericht mit der Nummer 221121814 vom 29.11.2021 liegt diesem Bericht als Anlage bei.

5.2 LAGA M20 TR Boden

Aus den Bodenschichten unterhalb des Oberbodens wurden repräsentative Mischproben zusammengestellt und zur chemischen Analytik nach dem Parameterumfang der LAGA M20 TR Boden Mindestumfang bei unspezifischem Verdacht an das Labor Agrolab in Kiel übergeben.

Tabelle 8: Mischprobenzusammenstellung

Mischprobe	Einzelproben	Tiefenlage	Bodenart
-04	1.2, 1.3, 2.2, 2.3, 3.2, 4.2	0,4 – 2,0 0,4 – 2,0 0,4 – 1,7 0,4 – 1,5	Sand
-05	5.2, 6.2, 7.2, 8.2	0,4 – 1,5 0,5 – 1,8 0,5 – 2,0 0,7 – 2,6	Sand

Der Laborprüfbericht mit der Nummer 2149297 - 441796 vom 29.11.2021 liegt diesem Bericht als Anlage bei.

Tabelle 9: Gegenüberstellung der Analyseergebnisse mit den Zuordnungswerten der LAGA TR Boden

Parameter	Einheit	Probe		LAGA Zuordnungswert		
		-04	-05	Z 0 [#]	Z 1	Z 2
Feststoff						
TOC	%	0,23	0,1	0,5	1,5	5
MKW C ₁₀₋₂₂	mg/kg	< 50	< 50	100	300	1.000
MKW C ₁₀₋₄₀	mg/kg	< 50	< 50	-	600	2.000
EOX	mg/kg	< 1	< 1,0	1	3	10
gesamt PAK (EPA)	mg/kg	n.b.	n.b.	3	3 (9)	30
Benzo(a)pyren	mg/kg	< 0,05	< 0,05	0,3	0,9	3
Arsen	mg/kg	< 1	< 1	15	45	150
Blei	mg/kg	< 5	< 5	70	210	700
Cadmium	mg/kg	< 0,06	< 0,06	1	3	10
Chrom, gesamt	mg/kg	6	4	60	180	600
Kupfer	mg/kg	3	< 2	40	120	400
Nickel	mg/kg	2	2	50	150	500
Quecksilber	mg/kg	< 0,03	< 0,03	0,5	1,5	5
Zink	mg/kg	8	7	150	450	1.500
Einstufung Feststoff		Z0	Z0			

Eluat				Z0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
pH-Wert	-	8,3	8,0	6,5-9,5	6,5-9,5	6-12	5,5-12
el. Leitfähigkeit	µS/cm	13	10	250	250	1.500	2.000
Chlorid	mg/l	< 1,0	< 1,0	30	30	50	100
Sulfat	mg/l	< 1,0	< 1,0	20	20	50	200
Arsen	µg/l	< 1,0	< 1,0	14	14	20	60
Blei	µg/l	<1,0	<1,0	40	40	80	200
Cadmium	µg/l	< 0,3	< 0,3	1,5	1,5	3	6
Chrom, gesamt	µg/l	< 3,0	< 3,0	12,5	12,5	25	60
Kupfer	µg/l	< 5,0	< 5,0	20	20	60	100
Nickel	µg/l	< 7,0	< 7,0	15	15	20	70
Quecksilber	µg/l	< 0,03	< 0,03	0,5	0,5	1	2
Zink	µg/l	< 50	< 50	150	150	200	600
Einstufung Eluat		Z0	Z0				
Einstufung gesamt		Z0	Z0				

#für die Bodenart Sand

In den beiden Mischproben wurden keinerlei Überschreitungen von Grenzwerten gemäß der LAGA M20 TR Boden festgestellt. Der Boden kann als LAGA-Zugehörigkeit Z0 eingestuft werden und darf uneingeschränkt verwertet werden.

5.3 BBodSchV Wirkungspfad Boden – Mensch

Aus den Oberbodenproben wurde insgesamt 3 Mischproben zusammengestellt, die im Labor Agrolab in Kiel gemäß den Vorgaben der BBodSchV, Wirkungspfad Boden-Mensch analysiert wurden.

Tabelle 10: Mischprobenzusammenstellung Oberboden

Mischprobe	Einzelproben	Tiefenlage	Bodenart
-01	01.1, 02.1, 03.1	0,0 – 0,4	Oberboden
-02	04.1, 05.1, 06.1	0,0 – 0,5	Oberboden
-03	07.1, 08.1	0,0 – 0,7	Oberboden

Der Laborprüfbericht mit der Nummer 2149297 - 441796 vom 29.11.2021 liegt diesem Bericht als Anlage bei.

Tabelle 11: Ergebnisse Analytik gemäß BBodSchV Wirkungspfad Boden-Mensch

Prüfwerte nach § 8 Abs. 1 Satz 2 Nr. 1 BBodSchG						
Parameter	Einheit	-01	-02	-03	Kinderspielfläche	Wohngebiete
Arsen	mg/kg TS	3	2	2	25	50
Blei	mg/kg TS	32	27	18	200	400
Cadmium	mg/kg TS	0,19	0,16	0,1	10 (2)***	20 (2)***
Cyanide	mg/kg TS	0,89	0,84	1,2	50	50
Chrom	mg/kg TS	9	8	9	200	400
Nickel	mg/kg TS	4	3	3	70	140
Quecksilber	mg/kg TS	0,083	0,076	0,069	10	20
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05	2	4
PCB ₆	mg/kg TS	n.b.	n.b.	n.b.	0,4	0,8

*** Bei gleichzeitiger Nutzung als Haus- und Nutzgarten (mit Pflanzenanbau)

Die Prüfwerte nach § 8 Abs. 1 Satz 2 Nr. 1 BBodSchG werden sowohl für die Nutzung als Wohngebiete als auch als Kinderspielflächen eingehalten. Es sind keine weiteren Maßnahmen erforderlich.

6. Zusammenfassung und Empfehlungen

6.1 Ergebnisse Feldarbeiten

Bei den Sondierungen wurde unter einem 0,4 – 0,7 m mächtigen, humosen und locker gelagerten Oberboden ein durchgängig sandiger Baugrund erschlossen. Es handelt sich hierbei überwiegend um einen mittelsandigen Feinsand, der durchgängig mitteldicht gelagert ist.

Grundwasser wurde zwischen 0,4 m und 1,0 m u. GOK angetroffen. Als Bemessungsgrundwasserstand sollte 0,7 m u. GOK angenommen werden.

6.2 Empfehlungen und Hinweise zur Bauausführung

Zur Gründungsplanung empfehlen wir, den vorliegenden geotechnischen Untersuchungsbericht dem Tragwerksplaner zur Verfügung zu stellen.

6.2.1 Straßen

Der humose Oberboden ist nicht tragfähig und muss vollständig abgeschoben werden. Der darunter anstehende Sand ist sowohl frostsicher und tragfähig, so dass keine weiteren baugrundverbessernden Maßnahmen notwendig sind. Eine Nachverdichtung der Baugrubensohle ist dennoch zu empfehlen. Gegebenenfalls ist ein weiterer Aushub oder der Einbau von Füllsand notwendig, um die richtige Höhe für den Straßenoberbau zu erreichen.

Auf dem anstehenden Sand oder Füllsand können dann die Schichten des Straßenoberbaus gemäß der gewählten Belastungsklasse eingebaut werden. Der Straßenaufbau soll gemäß der RStO 12, Tabelle 3, Zeile 3 ausgeführt werden.

6.2.2 Kanalisation

Für die Bettung des Kanals kann der gewachsene Boden verwendet werden. Nach Aushub der Baugrube sollte die Grabensohle nachverdichtet werden.

In der Leitungszone (Bettungsschichten und Seitenverfüllung) dürfen gemäß ZTV E-StB 09 nur Materialien mit einem Größtkorn von 22 mm verwendet werden. **Die untere und die obere Bettungsschicht sollten den gleichen Verdichtungsgrad von mindestens 97% Proctordichte aufweisen.** Die Verdichtung sollte lagenweise vorgenommen werden und darf innerhalb der Leitungszone und bis 1,0 m oberhalb des Rohrscheitels nur mit leichtem Verdichtungsgerät durchgeführt werden.

Die Hauptverfüllung darf gemäß DIN EN 1610 kein Material enthalten, das größer ist als 300 mm ist. **Die Hauptverfüllung sollte einen Verdichtungsgrad von mindestens 98% Proctordichte erreichen. In den obersten 0,5 m unterhalb des Planums erhöht sich dieser Wert auf 100%.** Der Nachweis der Verdichtungsgrade kann mit Hilfe von Proctorversuchen sowie korrelierten DPL erbracht werden.

6.2.3 Wohngebäude

Die Wohngebäude können flach gegründet werden. Hier sollte ein Bodenaustausch der organischen Böden bis zur Oberkante des Feinsands gegen einen frostsicheren, gut verdichtbaren Füllsand durchgeführt werden.

6.3 Empfehlungen zum Erdbau

Die zur Herstellung von Gründungssohlen erforderlichen Erdarbeiten sind generell an trockenen und frostfreien Tagen auszuführen. Überfrorene oder vernässte Bodenzonen sind nicht überbaubar und durch geeignetes Bodenmaterial zu ersetzen.

Für das Ausheben von Baugruben gilt die DIN 4124. Baugrubenböschungen können mit einer Neigung von maximal 45° hergestellt werden. Bei nasser Witterung und austretendem Schichtenwasser u.U. mit deutlich geringerer Neigung (ca. $30^\circ - 35^\circ$).

6.4 Empfehlungen zum Grundwasser / Wasserhaltung

Bei den Sondierarbeiten wurde das Grundwasser zwischen 0,4 m und 1,0 m u. GOK angetroffen. Da bei den gemessenen Werten von einem Grundwasserhochstand ausgegangen werden kann, kann als Bemessungsgrundwasserstand sollte 0,7 m u. GOK angenommen werden.

Bei einem Bodenaustausch ist daher mit dem Anschnitt des Grundwassers zu rechnen. Bei flachen Baugruben kann eine Schwerkraftentwässerung mit Tauchpumpen oder Drainagesträngen zum Einsatz kommen. Bei tieferen Baugruben (z.B. für die Kanalisation) muss mit einem höheren Wasserandrang gerechnet werden. Hier sollten Spülfilter eingesetzt werden.

Anfallendes Oberflächenwasser kann durch eine gesonderte Flächenentwässerung abgeleitet werden.

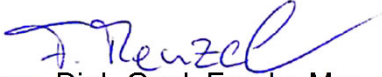
Das Grundwasser ist schwach betonangreifend.

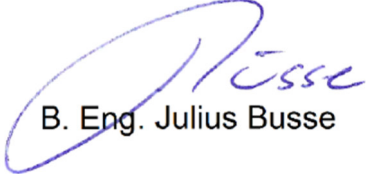
6.5 Versickerungsfähigkeit

Die anstehenden Sande im Baugebiet sind grundsätzlich als durchlässig für Wasser zu bewerten. Aufgrund der hohen gemessenen Grundwasserstände wird eine Versickerung von Niederschlagswasser jedoch erschwert, da gemäß DWA-A 138 eine Sickerstrecke von 1,0 m zwischen Versickerungsanlage und Grundwasser eingehalten werden soll. Flache Versickerungsanlagen (Mulden) sind somit nur im südöstlichen Bereich der Untersuchungsfläche denkbar, da die Geländehöhe hier bei $> 2,0$ m NHN liegt und ein ausreichender Grundwasserflurabstand eher vorhanden ist.

Aufgestellt,

Leer, den 08.12.2021


ppa. Dipl.-Geol. Frauke Menzel


B. Eng. Julius Busse