

Geotechnischer Untersuchungsbericht

Neubau Feuerwehrhaus

Weener - Stapelmoor

Projekt-Nr.: G2101042

Auftraggeber: Stadt Weener
Fachbereich III
Herr Holger Lübbers
Osterstraße 1
26826 Weener

Auftragnehmer: Geonovo GmbH
Blinke 6
26789 Leer

Bearbeiter: Dipl.-Geol. Frauke Menzel
Dipl.-Geol. Dr. Carsten Germakowsky

Dieser Geotechnische Untersuchungsbericht umfasst:

- 20 Seiten
- 8 Tabellen
- 4 Abbildungen
- Anlagen

Leer, den
11.05.2021

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 Boden.....	9
3.1.1 Bodengroßlandschaft	9
3.1.2 Lokale Boden- und Baugrundverhältnisse	10
3.2 Lagerungsdichten.....	11
3.3 Grundwasser	12
3.4 Bodenkundliche Bewertung	12
4. Klassifizierung gemäß DIN 18300 (Bodenklassen) und DIN 18196 (Bodengruppen).....	13
5. Homogenbereiche	14
6. Bodenkennwerte	15
7. Chemische Analytik.....	16
7.1 Analytik gemäß LAGA M20 TR Boden.....	16
8. Verwertbarkeit von Bodenaushub.....	18
9. Zusammenfassung und Empfehlungen	18
9.1 Ergebnisse Feldarbeiten.....	18
9.2 Empfehlungen und Hinweise zur Bauausführung	19
9.3 Empfehlungen zum Erdbau	19
9.4 Empfehlungen zum Grundwasser / Wasserhaltung	20

Übersicht der Tabellen

Tabelle 1 Erschlossene Bodenschichten und geologische Ansprache.....	11
Tabelle 2 Schlagzahlen N_{10} einer leichten Rammsondierung DPH für nichtbindige Böden...	11
Tabelle 3 Schlagzahlen N_{10} einer leichten Rammsondierung DPH für bindige Böden	11
Tabelle 4 Tabellarische Übersicht Bohrungen	13
Tabelle 5 Klassifizierung der Böden	13
Tabelle 6 Bodenkennwerte für Feinsande	15
Tabelle 7 Bodenkennwerte für bindige Böden	15
Tabelle 8: Gegenüberstellung der Analyseergebnisse mit den Zuordnungswerten der LAGA TR Boden	17

Anlagen

Anlage I:	Lageskizze
Anlage II:	Profile der Bohrungen und Rammsondierungen
Anlage III:	Ergebnisse der chemischen Analytik

1. Formalia

1.1 Veranlassung und Beauftragung

Die Stadt Weener plant die Zusammenlegung der Ortsfeuerwehren Vellage, Diele und Stapelmoor. Hierfür soll ein neues Feuerwehrhaus gebaut werden.

Die Geonovo GmbH, Leer, wurde beauftragt, die örtlichen Bodenverhältnisse auf dem Baugrundstück zu erkunden und Empfehlungen zur bautechnischen Ausführung zu erarbeiten. Außerdem sollte der anstehende Boden bodenkundlich untersucht werden um das Vorhandensein von Plaggenesch auf dem Grundstück zu überprüfen.

Die Beauftragung umfasst folgenden Leistungsumfang:

- Aufschluss der örtlichen Baugrundverhältnisse nach DIN 4021 und DIN 4094
- Beschreibung der angetroffenen Bodenarten nach DIN 4022
- Bodenkundliche Erkundung der Fläche
- Ermittlung der Grundwasserstände
- Angabe der bodenmechanischen Kennwerte der aufgeschlossenen Böden
- Klassifizierung der Baugrundsichten nach DIN 18196, DIN 18300, ATV A 127, ZTVE
- Empfehlungen zur Bauausführung

1.2 Unterlagen

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

- Lageplan Feuerwehr Stapelmoor, Diele, Vellage vom 24.11.2020
- Übersichtsplan, Katasterplan

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 Untersuchungsgebiet befindet sich südlich der Stadt Weener auf der westlichen Seite der L31 (Hauptstraße) zwischen den beiden Ortsteilen Stapelmoor im Norden und Diele im Süden. Die Ems verläuft ca. 3,5 km östlich des Untersuchungsgebiet und die BAB 31 befindet sich ca. 3,1 km westlich.

In dem nachfolgenden Luftbild zeigt die Markierung die Lage des Baugrundstücks.

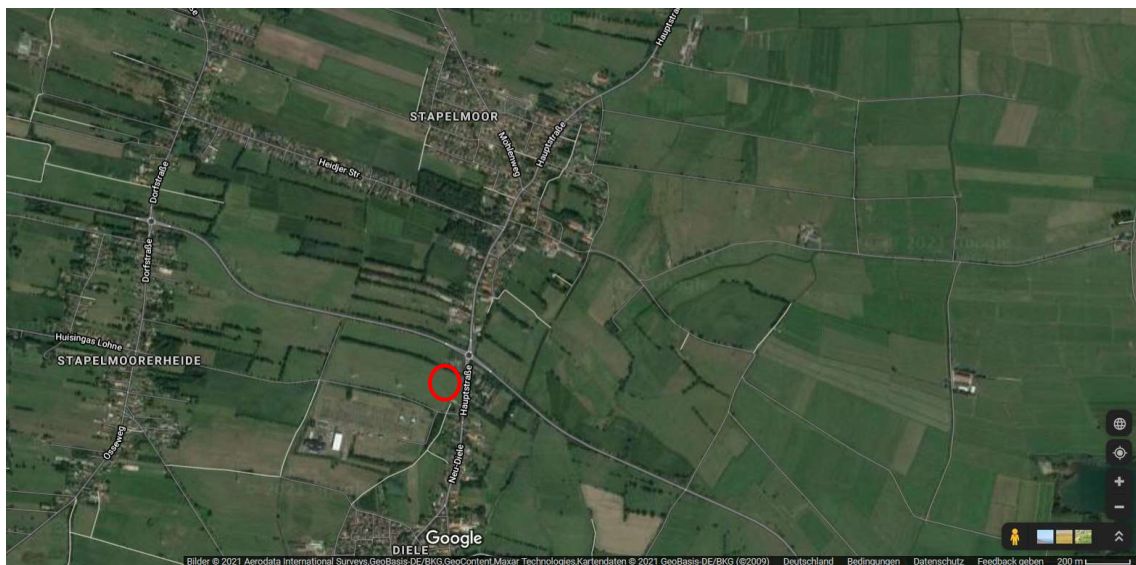


Abbildung 1 Luftbild des Untersuchungsgebiets (Übersicht)

(Quelle: Google (2021))

Die Flächen des Untersuchungsgebiets werden derzeit als Grünland genutzt (siehe folgende Abbildung 2.)



Abbildung 2 Überblick über das Untersuchungsgebiet

1.3.2 Regionale Übersicht und Einordnung

Das Untersuchungsgebiet liegt westlich des Oldenburgisch-Ostfriesischen Geestrückens (siehe Abbildung 3) im Übergang zwischen Küstenmarschen und dem Bereich der Talsandniederungen und Urstromtäler.

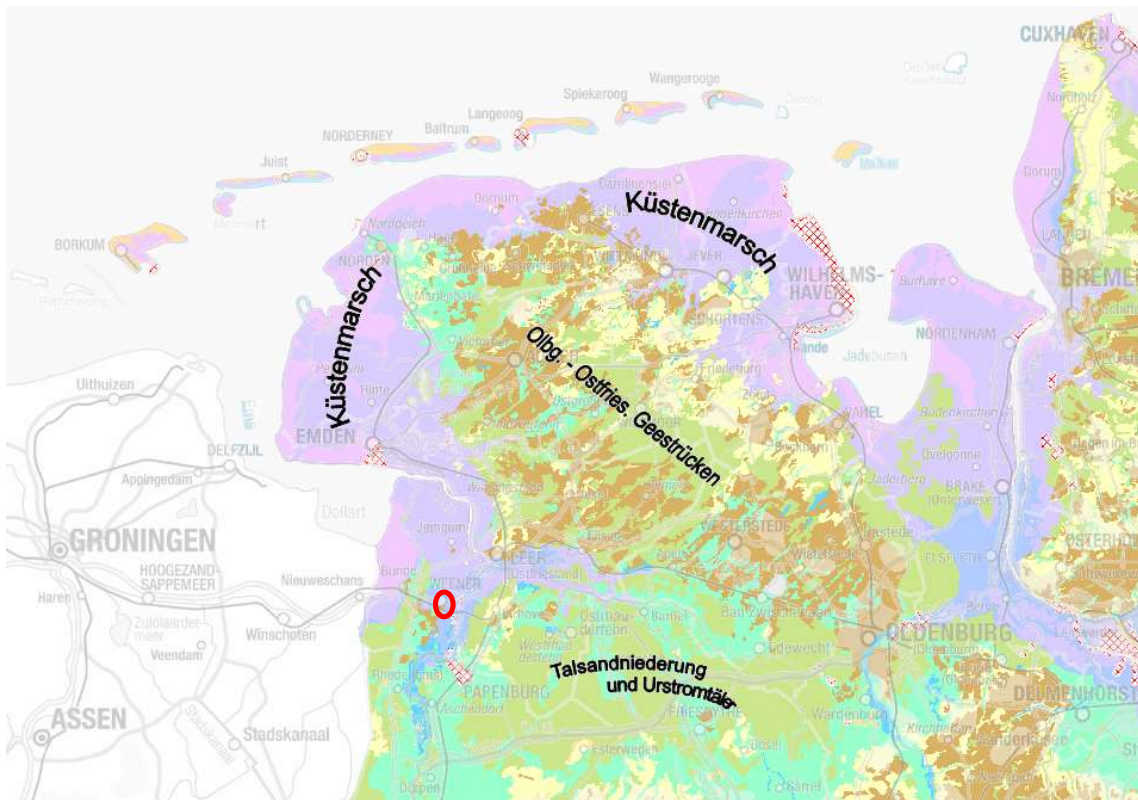


Abbildung 3 Regionale geologische Einheiten

1.3.3 Größe des geplanten Bauwerks

Auf dem Gelände sind eine Feuerwache inklusive Fahrzeughalle und entsprechender Zufahrt geplant. Zusätzlich wird neben dem Gebäude noch eine Parkfläche erstellt. Die Fläche hinter dem Gebäude soll für Übungen genutzt werden. Die Gesamtfläche beträgt 10.595 m².

Weitere Informationen, insbesondere anzunehmende Lasten des geplanten Bauwerks, liegen den Erstellern dieses Gutachtens nicht vor.

1.3.4 Einordnung in Geotechnische Kategorie

Es handelt sich bei dem Neubau der Feuerwehr um ein größeres Bauwerk, mit schwierigen Baugrund- und Lastbedingungen ist jedoch nicht zu rechnen. Das Vorhaben wird daher in die Geotechnische Kategorie 2 eingeordnet.

2. Durchgeführte Untersuchungen

Folgende Leistungen wurden am 06. April 2021 durchgeführt:

- Geotechnische Erkundung gemäß DIN EN ISO 22475-1 durch Rammkernsondierungen (RKS) zur Erkundung der Bodenschichtung einschl. Erstellung von Bodenprofilen sowie Beschreibung der Bodenarten nach DIN EN ISO 14688-1. Probenahme nach DIN EN ISO 22475-1.
 - 2 Stück mit Aufschlusstiefe $T = 8,0 \text{ m}$
 - 4 Stück mit Aufschlusstiefe $T = 3,0 \text{ m}$
- Geotechnische Erkundung gemäß DIN EN ISO 22476-2 durch schwere Rammsondierungen (DPH) zur Erkundung der Lagerungsdichte.
 - 2 Stück mit Aufschlusstiefe $T = 8,0 \text{ m}$
 - 4 Stück mit Aufschlusstiefe $T = 3,0 \text{ m}$

Die jeweiligen Sondieransatzpunkte sind in der Lageskizze der Anlage zu dieser Baugrunduntersuchung eingetragen.

3. Bodenaufbau und Grundwasserverhältnisse

3.1 Boden

3.1.1 Bodengroßlandschaft

Das Baugrundstück befindet sich nach den Kartenwerken des LBEG in der Bodengroßlandschaft der Geestplatten und Endmoränen im Bereich der Lehmgebiete. Als Bodenart kann hier mit Plaggenesch über Pseudogley oder Podsol gerechnet werden.



Abbildung 4 NIBIS® Kartenserver (2021): *Bodenkarte BK 50* in der Umgebung von Stapelmoor, Weener - Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover

3.1.2 Lokale Boden- und Baugrundverhältnisse

Die am 06.04.2021 durchgeführten Rammkernsondierungen zeigen einen homogen aufgebauten Boden und Baugrund.

Unter einem 0,3 – 0,4 m mächtigen, feinsandigen Oberboden wurde an allen Sondierpunkten ein mittelsandiger Feinsand erschlossen. Dieser reichte bis in Tiefen von 1,2 – 1,8 m unter Geländeoberkante (u. GOK). Unter dem Feinsand folgte eine bindige Schicht mit Mächtigkeiten zwischen 1,2 und 2,5 m. Bei der RKS 01 wurde diese Schicht als Geschiebelehm angesprochen. Geschiebelehm wurde nur an dieser Stelle gefunden. In den übrigen Sondierungen handelt es sich bei der bindigen Bodenschicht um Lauenburger Ton. In den beiden tieferen Sondierungen wurde unterhalb des Tons ab einer Tiefe von 4,3 m u. GOK wieder ein mittelsandiger Feinsand erbohrt, der bis zur Sondierendtiefe von 8,0 m u. GOK vorhanden war.

Die folgende Tabelle zeigt die erschlossenen Bodenschichten mit Tiefenlage und Mächtigkeit.

Tabelle 1 Erschlossene Bodenschichten 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	0,3 / 0,4	Oberboden	fS, ms, u', h	OH	nicht
0,3 / 0,4	1,2 / 1,5	Feinsand	fS, ms	SE	gut
1,6	> 1,4	Geschiebelehm*	U, fs, ms'	UL	mäßig - gut
1,5 / 1,8	1,2 / 2,5	Ton	T, u'	TM	mäßig - gut
4,3	> 3,7	Feinsand	fS, ms'-ms	SE	gut

*nur in RKS 01

Die Bohrprofile liegen diesem Bericht als Anlage II bei.

3.2 Lagerungsdichten

Der sandige humose Oberboden zeigt mit 1 bis 3 Schlägen pro 10 cm Eindringtiefe eine lockere Lagerung. Ab einer Tiefe von 0,6 m u. GOK wird an allen Sondierpunkten außer an DPH 01 eine mitteldichte und somit tragfähige Lagerungsdichte erreicht. Mit dem Übergang in den Ton bzw. Geschiebelehm fallen die Schlagzahlen zunächst und zeigen eine weiche Konsistenz an. Mit zunehmender Tiefe nehmen auch die Schlagzahlen wieder zu und ab ca. 2,5 m u. GOK wird eine steife Konsistenz erreicht. Lediglich bei DPH 05 wird die steife Konsistenz erst in einer Tiefe von 3,5 m u. GOK erreicht. Der Sand, der den Ton unterlagert, zeigt schließlich eine mitteldichte bis dichte Lagerung.

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

Lagerung	sehr locker	locker	mitteldicht	dicht	sehr dicht
Schlagzahlen N_{10}	0 – 1	1 – 4	4 – 13	13 – 24	> 24
Gegenüberstellung technisch / empirisch ermittelter Lagerungsdichten mit Schlagzahlen N_{10} einer schweren Rammsondierung DPH (u.a. aus: Prinz und Strauss (2012) für nichtbindige Böden)					

Tabelle 3 Schlagzahlen N_{10} einer leichten Rammsondierung DPH für bindige Böden

Konsistenz	breiig	weich	steif	halbfest	fest
Schlagzahlen N_{10}	0 – 2	2 – 5	5 – 9	9 – 17	> 17
Gegenüberstellung technisch / empirisch ermittelter Konsistenzen mit Schlagzahlen N_{10} einer schweren Rammsondierung DPH (u.a. aus: Prinz und Strauss (2012) für bindige Böden)					

Die Rammdiagramme liegen diesem Bericht als Anlage II bei.

3.3 Grundwasser

Freies Grundwasser wurde in den Sondierungen am 06.04.2021 in einer Tiefe von 0,4 – 1,5 m u. GOK angebohrt.

Die angegebenen Grundwasserstände beziehen sich auf einmalige Messungen am 06.04.2021 und geben weder den höchsten Stand noch einen Schwankungsbereich des Grundwassers wieder.

Unter Berücksichtigung der zurückliegenden Witterungsbedingungen und der Geländebeschaffenheit sollte für die Bauwerksbemessung eine **Grundwasserbemessungshöhe** von 0,4 m u. GOK angenommen werden.

3.4 Bodenkundliche Bewertung

Am 06.04.2021 erfolgten auf der Fläche des geplanten Feuerwehrhauses bodenkundliche Untersuchungen in Form von 6 ca. 1 m tiefen Pürckhauer-Bohrungen. Zusätzlich wurde flache Grabungen mit dem Spaten angelegt.

Ziel der Erhebungen war es festzustellen, ob auf der betroffenen Fläche Plaggeneschböden vorkommen. Die Plaggenesche können als Böden mit besonderer kulturgeschichtlicher Bedeutung angesehen werden. Die Bodenkarte im Maßstab 1:50.00 (BK50) weist für diese Fläche mittlere Plaggeneschböden über Podsol aus. Laut Bodenkundlicher Kartieranleitung (AG-Boden 2005) ist der Bodentyp Plaggenesch durch einen mindestens 40 cm mächtigen, in Folge langandauernder Plaggenwirtschaft entstandener mineralischer Oberbodenhorizont (E-Horizont). Neben den physikalischen und chemischen Eigenschaften findet sich hier auch die Entstehungsart eine Berücksichtigung.

Großflächig ist ein Plaggeneschaufrag zu erkennen (Bohrungen 6,4 und 3). Feldbodenkundliche Belege hierfür sind deutlich humose Oberböden (ca. 50 – 60 cm mächtig), das Vorkommen zahlreicher kleiner Ziegelbröckchen und kleiner Holzkohlestückchen. Unter dem Plaggeneschaufrag folgen die Anreicherungs horizonte eines Podsols, die einen deutliche Stauwassereinfluss aufweisen (Sw-Bhs-, Sw-Bsh-Horizonte). Teilweise reicht die Staunässe auch in den Eschaufrag (Sw-E-Horizonte) hinein. Den Stauwasserkörper bildet großflächig der hier in Tiefen von 120 bis 180 cm auftretende Lauenburger Ton, Dieser ist auch in der Bodenkarte ausgewiesen. Die Entwässerungsgräben deuten ebenfalls auf einen deutlichen Stauwassereinfluss hin. Diese Böden können als Plaggenesche über Pseudogley-Podsolen oder pseudovergleyte Plaggenesche über Pseudogley-Podsolen bezeichnet werden. Im Bereich der Bohrung 5 findet sich eine u.a. eindeutig durch Funde von Ziegelbröckchen zu belegende Eschaufrage jedoch ist hier Mächtigkeit für eine Ausweisung als Plaggenesch zu gering.

Im nördlichen Bereich der Fläche zur Hauptstraße (Bohrung 2) hin wurde ein ca. 30 cm mächtiger rAp-Horizont ohne Beimengungen gefunden, sodass die Böden hier als Pseudogley-Podsole einzustufen sind.

Im südlichen Bereich (Bohrung 1) treten sehr mächtige humose Oberböden auf. Diese sind vermutlich durch jüngere (kolluviale) Bodenaufträgen mit vom westlich gelegenen Hang herantransportiert wurden und durch Störungen des Bodenaufbaus im Seitenbereich der Straße entstanden. Zusammenfassend und etwas generalisierend können diese Böden als Pseudogley-Kolluvisole aus Plaggeneschmaterial bezeichnet werden. Der Staukörper wird hier nicht vom Lauenburger Ton gebildet, sondern vom hier anstehenden Geschiebelehm.

Tabelle 4 Tabellarische Übersicht Bohrungen

Bohrung	Beschreibung
01	Auftrag aus Esch, insgesamt gestört, Kolluvium möglich
02	rAp 33 cm
03	E – 53 cm, Sw-E
04	E – 55 cm, Sw-E
05	E – 28 cm, rAp
06	E – 56 cm, Ziegelbröckchen, Holzkohle

Eine genauere Beschreibung der in den Bohrungen festgestellten Bodenhorizonte ist im Anhang zu diesem Bericht enthalten.

4. Klassifizierung gemäß DIN 18300 (Bodenklassen) und DIN 18196 (Bodengruppen)

Gemäß DIN 18300 und DIN 18196 erfolgt eine Einteilung der örtlich aufgeschlossenen Böden in Bodenklassen und Bodengruppen wie folgt:

Tabelle 5 Klassifizierung der Böden

Bodenart	Bodenklasse DIN 18300	Bodengruppe DIN 18196
Oberboden	1	OH
Feinsand	3	SE
Geschiebelehm	4	UL
Lauenburger Ton	4 – 5	TM

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.

Bodenklasse 4: Mittelschwer lösbare Bodenarten; Gemische von Sand, Kies, Schluff und Ton mit einem Anteil von mehr als 15 Gew.-%, sowie bindige Bodenarten von leichter bis mittlerer Plastizität und höchstens 30 Gew.-% Steine von über 63 mm Korngröße bis zu 0,01 m³ Rauminhalt.

Bodenklasse 5: Schwer lösbare Bodenarten; Bodenarten nach den Bodenklassen 3 und 4, jedoch mit mehr als 30 Gew.-% Steinen von über 63 mm Korngröße bis zu 0,01 m³ Rauminhalt. Ebenso nichtbindige und bindige Bodenarten mit höchstens 30 Gew.-% Steinen von über 0,01 m³ bis 0,1 m³ Rauminhalt sowie ausgeprägt plastische Tone, die je nach Wassergehalt weich bis fest sind.

5. Homogenbereiche

Die erschlossenen Bodenschichten werden in 3 Homogenbereiche untergliedert.

Homogenbereich A: Humoser Oberboden

Der Homogenbereich A umfasst alle oberflächennahen humusführenden Bodenschichten. Diese können sich aus dem anstehenden Boden entwickelt haben oder auch aus einer Auffüllung (Umlagerung von humusführenden Sandschichten) entstanden sein. Die Mächtigkeit beträgt 0,3 – 0,4 m.

Der Oberboden ist durch eine lockere Lagerung und dunkle braune bis graue Färbung gekennzeichnet.

Homogenbereich B: Anstehende Sande, schwach schluffige, mittelsandige Sande

Unterhalb des als Homogenbereich A ausgewiesenen humosen Oberbodens standen monotone Folgen von enggestuften Sanden (Bodengruppe DIN 18196 SE) an, die zu einem Homogenbereich B zusammengefasst werden können. Auch die unterhalb des Homogenbereich C anstehenden Sande können mit in den Homogenbereich B gezählt werden.

Die Sande sind gekennzeichnet durch eine mitteldichte bis dichte Lagerung und eine helle braune bis graue Färbung.

Homogenbereich C: Bindige Bodenschichten (Geschiebelehm, Ton)

Im Homogenbereich C werden die bindigen Schichten (hauptsächlich Ton, teilweise Geschiebelehm) zusammengefasst. Diese Schichten weisen eine weiche bis steife Konsistenz auf und sind gekennzeichnet dunkelgraue Färbung.

6. Bodenkennwerte

Den erschlossenen Bodengruppen können folgende Bodenkennwerte aus Laboruntersuchungen und Fachliteratur für statische und planerische Berechnungen zugeordnet werden:

Tabelle 6 Bodenkennwerte für Feinsande

Feinsand			
		grobkörnige Böden, Sande enggestuft	gemischtkörnige Böden, Sand-Schluff-Gemisch
Bodengruppe		SE	SU
Messwert	Einheit		
Kornverteilung		fS, u'	fS, u' – u
Lagerungsdichte		locker – mitteldicht	locker – mitteldicht
Kornform		eckig rau – gut gerundet	eckig rau – 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'	°	30,0 locker 32,5 mitteldicht	30,0 locker 32,5 mitteldicht
Steifemodul E_s	MN / m ²	20 – 80 locker 50 – 150 mitteldicht	20 – 50 locker 40 – 100 mitteldicht

Tabelle 7 Bodenkennwerte für bindige Böden

Bindige Böden unterschiedlicher Plastizität			
		Leichtplastischer Schluff (UL)	Mittelplastischer Ton (TM)
Messwert	Einheit		
Kornverteilung		U, fs, t, h	T
Konsistenz		weich	steif – halbfest
Frostempfindlichkeit		sehr groß	groß

Bindige Böden unterschiedlicher Plastizität			
		Leichtplastischer Schluff (UL)	Mittelplastischer Ton (TM)
Erosionsempfindlichkeit		sehr groß	groß – mittel
Zusammendrückbarkeit		gering - mittel	groß – mittel
Tragfähigkeit		gering	gering
Durchlässigkeitsbeiwert k_r	m/s	$10^{-7} - 10^{-9}$	$10^{-9} - 10^{-10}$
Rohwichte γ	kN / m ³	17,5 – 18,5	17,5 – 18,5
Wichte wassergesättigt γ_r	kN / m ³	19,0 – 20,0	19,5 steif 20,5 halbfest
Wichte unter Auftrieb γ'	kN / m ³	9,0 – 10,0	9,5 steif 10,5 halbfest
Reibungswinkel ϕ'	°	20,0	10 – 20 steif 20 – 25 halbfest
Kohäsion c'	kN / m ²	10	5 steif 10 halbfest
Steifemodul E_s	MN / m ²	3	2 – 5 weich 5 – 15 steif

7. Chemische Analytik

7.1 Analytik gemäß LAGA M20 TR Boden

Aus den Proben der Sande aus dem Tiefenbereich zwischen GOK und bindiger Bodenschicht wurden Mischproben (MP) für eine chemische Analytik zusammengestellt. Hierbei wurden die Proben der Sondierungen 01 und 02 zur MP 01, die Proben der Sondierungen 03 und 04 wurden zur MP 02 und die Proben der Sondierungen 05 und 06 zur MP 03 zusammengefasst. Die Mischproben wurden dem Chemischen Untersuchungsamt CUA, Emden zur Analytik gemäß LAGA M20 TR Boden Mindestuntersuchungsumfang übergeben. Das Ergebnisprotokoll 210421824 vom 28.04.2021 liegt diesem Bericht als Anlage bei.

Tabelle 8: Gegenüberstellung der Analyseergebnisse mit den Zuordnungswerten der LAGA TR Boden

Parameter	Einheit	Probe			LAGA Zuordnungswert			
		MP 01	MP 02	MP 03	Z 0 [#]	Z 1	Z 2	
Feststoff								
TOC	%	0,84 ¹	0,45	1,3 ¹	0,5	1,5	5	
Kohlenwasserstoffe C ₁₀₋₂₂	mg/kg	< 5	< 5	< 5	100	300	1.000	
Kohlenwasserstoffe C ₁₀₋₄₀	mg/kg	6	< 5	7	100	600	2.000	
EOX	mg/kg	< 0,1	< 0,1	0,1	1	3	10	
gesamt PAK (EPA)	mg/kg	0,078	0,04	0,329	3	3 (9)	30	
Benzo(a)pyren	mg/kg	0,007	0,003	0,024	0,3	0,9	3	
Arsen	mg/kg	2,2	2,0	1,7	10	45	150	
Blei	mg/kg	12	5,8	20	40	210	700	
Cadmium	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,4	3	10	
Chrom, gesamt	mg/kg	6,9	5,1	4,4	30	180	600	
Kupfer	mg/kg	3,8	2,7	4,5	20	120	400	
Nickel	mg/kg	2,5	3,6	1,9	15	150	500	
Quecksilber	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	1,5	5	
Zink	mg/kg	23	16	18	60	450	1.500	
Einstufung Feststoff		Z0	Z0	Z0				
Eluat					Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
pH-Wert	-	7,4	7,1	6,6	6,5-9,5	6,5-9,5	6-12	5,5-12
el. Leitfähigkeit	µS/cm	27	18	14	250	250	1.500	2.000
Chlorid	mg/l	0,38	0,62	0,55	30	30	50	100
Sulfat	mg/l	1,25	0,5	0,7	20	20	50	200
Arsen	µg/l	< 2,0	< 2,0	< 2,0	14	14	20	60
Blei	µg/l	1,3	0,4	10	40	40	80	200
Cadmium	µg/l	< 0,2	< 0,2	< 0,2	1,5	1,5	3	6
Chrom, gesamt	µg/l	0,6	0,5	3,3	12,5	12,5	25	60
Kupfer	µg/l	3,9	3,0	6,4	20	20	60	100
Nickel	µg/l	< 1,0	< 1,0	2,1	15	15	20	70
Quecksilber	µg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,5	0,5	1	2
Zink	µg/l	9,6	7,0	18	150	150	200	600
Einstufung Eluat		Z0	Z0	Z0				
Einstufung gesamt		Z0	Z0	Z0				

[#]für die Bodenart Sand

¹ Der TOC Gehalt kann hier auf biogene Massen (Humus, Wurzelwerk, etc.) zurückgeführt werden und stellt keinen Schadstoff im eigentlichen Sinn und somit auch kein Ausschlusskriterium dar.

In den Proben 01 und 03 war lediglich der TOC-Wert leicht erhöht. Da auch Oberbodenanteile in den Proben vorhanden waren handelt es sich bei dem TOC um einen natürlich, biogen erhöhten Parameter und nicht um einen Schadstoff. Die Proben können in die LAGA-Zuordnungsklasse Z0 eingestuft werden.

8. Verwertbarkeit von Bodenaushub

Der humose Oberboden ist als Baugrund nicht geeignet. Dieser sollte daher vollständig abgeschoben werden. Der abgeschobene humose Oberboden kann abschließend zu Andeckarbeiten genutzt werden, ist aber statisch nicht belastbar.

Der Boden wurde chemisch analysiert und weist keine erhöhten Schadstoffgehalte auf. Bei Abtransport von der Baustelle kann der Boden uneingeschränkt gemäß der LAGA-Einstufung Z0 verwertet werden.

9. Zusammenfassung und Empfehlungen

9.1 Ergebnisse Feldarbeiten

Unter dem 0,3 – 0,4 m mächtigen, sandigen, humosen, locker gelagerten Oberboden wurde ein ab 0,6 m u. GOK mitteldicht gelagerter Feinsand mit Mächtigkeiten von 1,2 – 1,5 m erschlossen. Der Feinsand wurde von einem weichen bis steifen Ton unterlagert, der im Bereich der Pflasterflächen bis zur Sondierendtiefe von 3,0 m u. GOK erbohrt wurde. Im Bereich des Gebäudes wurde in einer Tiefe von 4,3 m u. GOK ein mitteldicht bis dicht gelagerter Feinsand erbohrt, der bis zur dortigen Sondierendtiefe von 8,0 m u. GOK vorlag.

Grundwasser wurde zwischen 0,4 – 1,5 m u. GOK gemessen. Unter Berücksichtigung der zurückliegenden Witterungsbedingungen und der Geländebeschaffenheit sollte für die Bauwerksbemessung eine **Grundwasserbemessungshöhe** von 0,4 m u. GOK angenommen werden.

9.2 Empfehlungen und Hinweise zur Bauausführung

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

Der humose Oberboden von bis zu 0,4 m Mächtigkeit ist abzuschleifen, seitlich zu lagern und kann abschließend auf dem Grundstück verwertet werden. Dieser Boden ist statisch nicht belastbar und kann daher nur zu Andeckungszwecken genutzt werden.

Der freigelegte Feinsand sollte statisch nachverdichtet werden.

Sofern nötig kann nun ein gut verdichtbarer und frostsicherer Füllsand (Frostempfindlichkeitsklasse F1) aufgebracht und optimal verdichtet werden.

Auf dem erstellten Planum für das Gebäude kann, bei fachgerechtem Einbau der Füllsandschichten und unter Einhaltung der oben genannten Vorgaben, von folgenden überschlägig ermittelten Spannungswerten für baustatische Berechnungen ausgegangen werden. Diese gelten unter der Annahme einer biegesteifen Bodenplatte mit den Maßen von ca. 22 x 24 m. Angaben zu Lasten waren nicht vorhanden.

- **Bemessungswert der Sohlspannung** $\sigma_{R,d} = 210 \text{ kN/m}^2$
- **Bettungsmodul** $k_s = 6 \text{ MN/m}^3$

Im Falle von Streifenfundamenten kann von einem **Bettungsmodul von ca. 40 MN/m³** ausgegangen werden. Die tatsächlichen Werte sind abhängig von der Fundamentgeometrie.

Der fachgerechte Einbau des Füllsands sollte auf dem erstellten Sandplanum mittels statischer Lastplattendruckversuche überprüft werden. Hierbei ist ein Verformungsmodul **Ev₂ von 100 MN/m²** bei einem **Verhältniswert Ev₂/Ev₁ von 2,3** anzustreben.

9.3 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 in den örtlich oberflächennah anstehenden weichen Böden mit einer Neigung von maximal 45° hergestellt werden. Bei nasser Witterung und austretendem Schichtenwasser u.U. mit deutlich geringerer Neigung (ca. 30° – 35°).

9.4 Empfehlungen zum Grundwasser / Wasserhaltung

Bei den Feldarbeiten am 06.04.2021 wurde Grundwasser zwischen 0,4 – 1,5 m u. GOK angetroffen. Beim Abschieben des Oberbodens kann das Grundwasser angeschnitten werden und eine bauzeitliche Wasserhaltung notwendig machen.

Die Wasserhaltung kann mittels offener Schwerkraftentwässerung mit Tauchpumpen und regelmäßig angeordneten Pumpensümpfen durchgeführt werden.

Anfallendes Oberflächenwasser kann durch eine gesonderte Flächenentwässerung abgeleitet werden.

Aufgestellt

Leer, den 11. Mai 2021


ppa. Dipl.-Geol. Frauke Menzel


ppa. Dipl.-Geol. Dr. Carsten Germakowsky