



GBU mbH, Raiffeisenplatz 4, 23795 Fahrenkrug

Gemeinde Klein Gladebrügge
über
Amt Trave-Land
Team Planen, Bauen, Umwelt
Frau Annika Frenz
Waldemar-von-Mohl-Straße 10
23795 Bad Segeberg

Ingenieurbüro für Geotechnik
Beratung • Planung • Gutachten
Beratende Ingenieure VBI

GBU mbH
Raiffeisenplatz 4
23795 Fahrenkrug
Tel. 04551 / 96 85 26 Fax 04551/ 96 85 28
info@gbu-fahrenkrug.de www.gbu-fahrenkrug.de

Fahrenkrug, 22.09.2017
332401

BV Bebauungsplan, Klein Gladebrügge
Baugrunduntersuchung
Beurteilung zur Tragfähigkeit und zur Versickerungsfähigkeit der anstehenden Böden
Auftrag vom 27.07.2017

1 Einleitung

Die Gemeinde Klein Gladebrügge plant die Aufstellung eines Bebauungsplanes. Geplant ist eine Straße mit angrenzenden Baugrundstücken sowie drei Stichstraßen zur Erschließung zurückliegender Grundstücke.

Die Fa. GBU mbH wurde mit der Durchführung von Baugrunduntersuchungen und einer Beurteilung beauftragt.

Gemäß E-Mail vom 13.07.2017 ergibt sich folgender Untersuchungsumfang:

- Baugrunduntersuchungen im Bereich der geplanten Straßen mit Aussagen über Tragfähigkeit und Vorschlag für den geplanten Fahrbahnaufbau (die zur Ausführung kommende Bauweise steht noch nicht fest)
→ 5 Kleinrammbohrungen
- Baugrunduntersuchungen im Bereich der Baugrundstücke in ausreichender und sinnvoller Anordnung der Sondierungen, jedes zweites Baugrundstück: 1 Sondierung
→ 11 Kleinrammbohrungen
- Detaillierte Aussagen zur Versickerungsfähigkeit auf den Grundstücken
- Aussagen zum Grundwasserspiegel, Wasserhaltung und Verbau von Rohrleitungsgräben im Bereich der geplanten Fahrbahn

Für die Bearbeitung standen zur Verfügung:

- Luftbild, M 1 : 500, 13.07.2017
- Bebauungskonzept, Fläche W 4, mit Eintragung der Bohransatzpunkte, E-Mail vom 13.07.2017
- diverse Leitungspläne
- diverse Fotos

2 Methodik

Der Baugrund wurde im August 2017 durch insgesamt 16 **Kleinrammbohrungen** (BS) bis max. 6 m Tiefe erkundet (Anlage 1).

Die Bohransatzpunkte wurden nach Lage und Höhe eingemessen. Als **Bezugsniveau** diente OK Schachtdeckel, Oldesloer Straße (Anlage 1).

Die **Bodenproben** der Güteklasse 2 - 4 wurden nach einer vergleichenden Analyse durch den Unterzeichnenden als Rückstellproben gelagert. Die Beprobung erfolgte meterweise bzw. bei Schichtwechsel.

An insgesamt 19 Bodenproben wurden die **Wassergehalte** gem. DIN 18121 bestimmt. Die Ergebnisse sind neben den Bohrprofilen dargestellt (Anlage 2).

3 Baugrund

Wie die Baugrunddarstellungen zeigen, setzt sich der Baugrund gem. den Geländeaufnahmen und -versuchen wie folgt - schematisiert - zusammen:

- | | |
|------------|---|
| Schicht 1: | Auffüllung: Sand, kiesig, z.T. schwach humos, Ziegelreste
nur BS 1 |
| Schicht 2: | Mutterboden: Sand, humos, schwach schluffig – schluffig |
| Schicht 3: | Mittelsand, z.T. schluffig, z.T. kiesig
nur BS 2, 3 und 13 |
| Schicht 4: | Geschiebelehm /-mergel
überwiegend steife Konsistenz |
| Schicht 5: | Sand, z.T. schluffig, z.T. kiesig
nur BS 5, 7, 9, 11 und 15 |
| Schicht 6: | Geschiebemergel, steif und tlw. steif – halbfest |

Lediglich in der Bohrung BS 1 wurden **aufgefüllte**, z.T. schwach humose, kiesige **Sande** mit Ziegelbruchbeimengungen bis max. 0,40 m unter Gelände ermittelt.

In den übrigen Bohrungen wurde eine **Mutterbodenüberdeckung** bzw. humoser Oberboden in Form von schwach schluffigen – schluffigen humosen Sanden bis max. 0,75 m unter Gelände ermittelt.

In den Bohrungen 2, 3 und 13 wurden gewachsene, geringmächtige, z.T. kiesige und z.T. schluffige **Mittelsande** bis max. 1,85 m unter Gelände angetroffen.

Im Liegenden folgt im Wesentlichen **Geschiebelehm** und **-mergel** mit überwiegend steifer Konsistenz. I.d.R. wurden diese bindigen Böden bis zur jeweiligen Endteufe nicht durchbohrt.

In den Bohrungen BS 5, 7, 9, 11 und 15 ist in unterschiedlichen Tiefen z.T. schluffiger und z.T. kiesiger **Sand** eingeschaltet. Der Sand ist in größeren Tiefen wasserführend.

Die o.g. Böden werden bis zur jeweiligen Endteufe von **Geschiebemergel** mit mindestens steifer bereichsweise steifer – halbfester Konsistenz unterlagert.

In den bindigen Böden sind außerdem in unterschiedlichen Tiefen z.T. wasserführende Sandlagen im cm- Bereich eingeschaltet.

3.1 Bodenkennwerte

<u>Auffüllung</u>	<u>Schicht 1</u>
Zusammensetzung:	Sand, kiesig, z.T. schwach humos, Ziegelreste
Lagerungsdichte:	locker (n. Bohrfortschritt u. Probenansprache)
Bodengruppe (DIN 18196):	[SE] [SW] [OH]
Bodenklasse (DIN 18300):	1 und 3
<u>Mutterboden / Oberboden</u>	<u>Schicht 2</u>
Kornverteilung:	Sand, humos, schwach schluffig – schluffig
Lagerungsdichte:	locker (n. Bohrfortschritt u. Probenansprache)
Bodengruppe (DIN 18196):	OH
Bodenklasse (DIN 18300):	1
<u>Mittelsand</u>	<u>Schicht 3</u>
Kornverteilung:	Mittelsand, z.T. schluffig, z.T. kiesig
Lagerungsdichte:	mitteldicht (n. Bohrfortschritt u. Probenansprache)
Bodengruppe (DIN 18196):	SE, SU
Bodenklasse (DIN 18300):	3
Wichte über Wasser, γ :	18 kN/m ³
Wichte unter Wasser, γ' :	10 kN/m ³
Reibungswinkel, φ'_k :	32,5°
Kohäsion, c'_k :	- kN/m ²
Steifemodul, $E_{s,k}$:	30 MN/m ²
Frostempfindlichkeit, gem. ZTVE-StB 09:	F 1 – F 2 (nicht bis mittel frostempfindlich)

Geschiebelehm / -mergel

Schicht 4

Kornverteilung:	- Schluff, sandig – stark sandig, schwach tonig – tonig schwach kiesig
Konsistenz:	- Sand, schluffig, schwach tonig, schwach kiesig überwiegend steif (n. Bohrfortschritt u. Probenansprache)
Wassergehalte:	$7,9 \leq w \leq 19,5 \%$, i.M. $w = 15,4\%$ (15 Versuche)
Bodengruppe (DIN 18196):	ST, TL, TM
Bodenklasse (DIN 18300):	4 und 5, Steine möglich, bei Aufweichung 2
Wichte über Wasser, γ :	21 kN/m ³
Wichte unter Wasser, γ' :	11 kN/m ³
Reibungswinkel, φ'_k :	27,5°
Kohäsion, c'_k :	5 kN/m ² (bei steifer Konsistenz)
Steifemodul, $E_{s,k}$:	20 MN/m ² (bei steifer Konsistenz)
Frostempfindlichkeit, gem. ZTVE-StB 09:	F3 (sehr frostempfindlich)

Sand

Schicht 5

Kornverteilung:	Sand, z.T. schluffig, z.T. kiesig
Lagerungsdichte:	mitteldicht (n. Bohrfortschritt u. Probenansprache)
Bodengruppe (DIN 18196):	SE, SW, SU
Bodenklasse (DIN 18300):	3
Wichte über Wasser, γ :	18 kN/m ³
Wichte unter Wasser, γ' :	10 kN/m ³
Reibungswinkel, φ'_k :	32,5°
Kohäsion, c'_k :	- kN/m ²
Steifemodul, $E_{s,k}$:	60 MN/m ²
Frostempfindlichkeit, gem. ZTVE-StB 09:	F 1 – F 2 (nicht bis mittel frostempfindlich)

Geschiebemergel

Schicht 6

Kornverteilung:	- Schluff, sandig, tonig, kiesig - Sand, schluffig, schwach tonig, schwach kiesig
Konsistenz:	mindestens steif (n. Bohrfortschritt u. Probenansprache)
Wassergehalte:	$9,4 \leq w \leq 20,1 \%$, i.M. $w = 13,6\%$ (4 Versuche)
Bodengruppe (DIN 18196):	ST, TL, TM
Bodenklasse (DIN 18300):	4 und 5, Steine möglich, bei Aufweichung 2
Wichte über Wasser, γ :	21 kN/m ³
Wichte unter Wasser, γ' :	11 kN/m ³
Reibungswinkel, φ'_k :	27,5°
Kohäsion, c'_k :	5 kN/m ²
Steifemodul, $E_{s,k}$:	30 MN/m ²
Frostempfindlichkeit, gem. ZTVE-StB 09:	F3 (sehr frostempfindlich)

Kiessandersatzboden

Kornaufbau:	Fein- bis Grobsande, kiesig
Lagerungsdichte:	mindestens mitteldicht, 100 % der einf. Proctordichte (Überprüfung durch Verdichtungskontrolle)
Bodengruppe (DIN 18 196):	SW, GW
Bodenklasse (DIN 18 300):	3
Wichte über Wasser, γ :	19 kN/m ³
Wichte unter Wasser, γ' :	11 kN/m ³
Reibungswinkel, φ'_k :	32,5°
Kohäsion, c'_k :	- kN/m ²
Steifemodul, $E_{s,k}$:	70 MN/m ²

Sollten die o.g. Austauschande als Flächenfiltermaterial für eine Dränage eingebaut werden, sind schlufffreie (gewaschene) Sande einzusetzen, die gleichzeitig einen Feinsandanteil von max. ≤ 10 Gew.-% aufweisen dürfen.

3.2 Grundwasser

Im Zuge der Bohrarbeiten wurden die Wasserstände - gemessen im offenen Bohrloch - ermittelt (siehe hierzu Tab. 1).

Bohrung	OK Gelände der Ansatzpunkte der Kleinrammbohrungen in [m] zu BN	Wasserstände unter Ansatzpunkt in [m] unter Gelände	Wasserstände in [m] zu BN
BS 1	+0,68	--	
BS 2	+0,43	2,82	-2,39
BS 3	+0,76	--	
BS 4	+1,47	--	
BS 5	+1,06	3,15	-2,09
BS 6	+0,92	2,75	-1,83
BS 7	+1,16	3,01	-1,85
BS 8	+1,18	--	
BS 9	+1,43	3,44	-2,01
BS 10	+1,54	3,38	-1,84
BS 11	+1,40	2,73	-1,33
BS 12	+1,36	2,80	-1,44
BS 13	+3,73	--	
BS 14	+2,71	--	
BS 15	+2,52	4,11	-1,59
BS 16	+2,01	3,40	-1,39

Tab. 1: Messungen aus August 2017

Es wurden nicht ausgepegelte Wasserstände ermittelt. Es handelt sich um Grundwasser i.e.S., welches durch Stauwasser und Schichtenwasser aus den wasserführenden Sandeinschaltungen in den bindigen Böden überlagert wird.

Mit weiteren jahreszeitlichen und witterungsbedingten Stau- und Schichtenwasserbildungen auf und in den teilweise bereits oberflächennah anstehenden bindigen Böden muss gerechnet werden.

Mit temporären Vernässungen bis in Geländeoberfläche muss gerechnet werden.

4 Baugrundbeurteilung

Im Rahmen der Untersuchungen wurden relativ einheitliche Baugrundverhältnisse nachgewiesen.

Die Auffüllung und die Mutterbodenüberdeckung (Schichten 1 und 2) sind setzungsempfindlich und für die Überbauung nicht geeignet. Diese Böden sind vollständig im Bereich der Bauflächen auszukoffern und gegen verdichtungsfähigen Kiessand zu ersetzen. Hierbei ist die Druckausbreitung von 45° unter UK Außenkante Randfundamente zu berücksichtigen.

Die unterlagernden gewachsenen Sande und Geschiebelehm /-mergel sind relativ gering zusammendrückbar und grundsätzlich als ausreichend tragfähig für eine Wohnbebauung (Einfamilien-/Doppelhäuser) zu bezeichnen.

Sollten im Zuge der Erdarbeiten bindige Böden mit weicher Konsistenz direkt im Gründungsbereich angetroffen werden, sind diese gegen verdichtungsfähigen Kiessand auszutauschen.

Insgesamt neigen die bindigen Böden bei Zulauf von Wasser, in Verbindung mit dynamischen Belastungen aus dem Aushub zu Aufweichungen und damit zum Verlust der Tragfähigkeit. Die Erdarbeiten müssen im Rahmen einer ausreichend dimensionierten Wasserhaltung, rückschreitend in der Baugrube mit glatter Baggerschaufel erfolgen.

Es wird empfohlen, in Ausschachtungsebene Zug um Zug kapillarbrechenden Kiessand auch zur Entwässerung der Arbeitsebene einzubauen und zu verdichten (siehe hierzu Kap. 3.1 und Kap. 5).

Die vorliegende Bearbeitung ersetzt nicht die erforderlichen Gründungsgutachten für jedes einzelne Bauwerk mit entsprechenden abgrenzenden Aufschlussbohrungen in den geplanten Bauflächen. In diesem Zusammenhang sind ergänzende Aufschlussbohrungen unter Berücksichtigung der DIN 4020 durchzuführen.

Die Auffüllung und Mutterbodenüberdeckung ist außerdem im Bereich der Zufahrten, Parkflächen und Stichstraßen vollständig gegen verdichtungsfähigen Kiessand bis UK Tragschicht zu ersetzen (s.u.).

5 Wasserhaltung

Auf Grundlage der vorliegenden Daten ist eine offene Wasserhaltung (Bauhilfsdrainage, Pumpensumpf, Pumpe) vorzuhalten und (im Wesentlichen witterungsabhängig) zu betreiben. Die Bauhilfsdrainage ist in UK entwässernde Arbeitsebene in Baugrubensohle anzuordnen. In Abhängigkeit vom tatsächlichen Wasserandrang sind Belastungsfilter im Böschungsfuß zur Sicherung der Böschung anzuordnen. Für die Grundwasserentnahme und –einleitung sind im Vorfeld der Baumaßnahme entsprechende behördliche Genehmigungen erforderlich.

6 Trockenhaltung der Gebäude

Ohne Unterkellerung

Für nicht unterkellerte Wohnhäuser ist zur Trockenhaltung der erdberührenden Gebäudeteile eine Abdichtung gegen Bodenfeuchtigkeit gem. DIN 18 195, T 4, zu berücksichtigen.

Das endgültige Geländeniveau direkt am Gebäude muss mindestens 15 cm unter OK Rohsole liegen. Das umliegende Gelände ist so zu profilieren, dass kein Oberflächenwasser dem Gebäude zu fließt.

Des Weiteren kann eine leistungsfähige, rückstausichere und redundante Drainage gem. DIN 4095 erforderlich werden um z.B. Hangwasser zu fassen und ableiten zu können.

Sollten keine geeigneten Vorflutverhältnisse für eine Drainage vorhanden sein, ist die Rohsole höher anzuordnen. Die Einzelheiten hierzu sind bei Planungsfortschritt abzustimmen.

Mit Unterkellerung

In Abhängigkeit von den tatsächlichen Gründungstiefen sind die erforderlichen Maßnahmen bei Planungsfortschritt festzulegen.

Vermutlich sind Abdichtungen gegen drückendes Wasser DIN 18195, Teil 6, erforderlich.

7 Versickerungsfähigkeit

Die Versickerung von Niederschlagswasser gem. DWA-A 138 ist in dem Untersuchungsgebiet nicht möglich.

8 Kanalbau

In den Sohlen der SW- und RW- Leitungen liegen unabhängig von der Tiefenlage grundsätzlich ausreichend tragfähige Untergrundverhältnisse vor.

Auf die zur Aufweichung neigenden bindigen Böden wurde bereits hingewiesen. Aufgeweichte Böden sind gegen Kiessand zu ersetzen. Für Rohrleitungsarbeiten ist die DIN EN 1610 'Verlegung von Abwasserleitungen und -kanälen' zu beachten. Für die Bettung der Rohre sollte ein Sandauflager hergestellt werden (Bettungstyp I mit einem Sandauflager von 15 cm Stärke).

Die DIN 4124 ist zu beachten. Baugruben und Gräben ab 1,25 m Tiefe sind geböschert herzustellen oder durch einen Verbau zu sichern.

Eine offene Wasserhaltung mittels Bauhilfsdrainagen, Pumpensumpf und Pumpe ist vorzuhalten und ggf. zu betreiben. Die Auftriebssicherheit ist zu jederzeit sicherzustellen.

Die Verfüllung des Kanalgrabens muss lagenweise mit gut verdichtbarem Material erfolgen. Der Geschiebelehm/-mergel ist wegen der Wasserempfindlichkeit und des Feinkornanteils nicht wieder einbaufähig. Es ist daher zusätzliches Fremdmaterial bei der Ausschreibung zu berücksichtigen.

Als Bodenersatzmaterial empfehlen sich grobkörnige Böden der Bodenklassen SE, SW, SI, GE, GW und GI mit einem Schluffanteil von < 5 %. Diese Böden sind auch zum Verfüllen der gesamten Rohrleitzone zu verwenden, die Einbauarbeiten sollten laufend durch ein Baugrundlabor stichprobenartig gemäß den Vorgaben überwacht werden.

Die Verfüllung der Gräben hat fachgerecht lagenweise verdichtet zu erfolgen. In der Leitungszone bis 1 m über Rohrscheitel ist nur mit leichtem und darüber mit mittelschwerem Verdichtungsgerät zu arbeiten. Die erreichte Verdichtung sollte über Verdichtungskontrollen, z.B. mittels Leichter Rammsondierungen (DPL-5 nach DIN 4094 bzw. DIN EN ISO 22476-2) nachgewiesen werden. Für die Sandverfüllungen sollten ≥ 7 Schläge je 10 cm Eindringtiefe erreicht werden sollten. Alternativ können dynamische Plattendruckversuchen nach TP BF-StB Teil B 8.3 ausgeführt werden. Hier ist abschnittsweise in den Einbaulagen ein dynamischer Verformungsmodul $E_{vd} > 25 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen.

9 Erschließungsstraße, Parkplätze

Die Erfordernisse zum neuen Oberbau sind auf die Belastungsklasse gem. RStO 12 abzustimmen.

Die Anforderungen hinsichtlich des Verformungsmoduls E_{v2} nach RStO werden mittels statischen Lastplattendruckversuchs nach DIN 18 134 gemessen und können zusätzlich durch dynamische Plattendruckversuche nach TP BF-StB, Teil 8.3, ergänzt werden. Die erreichte Verdichtung sollte laufend stichprobenartig im festzulegenden Umfang kontrolliert werden (siehe hierzu ZTV E-StB).

Auf dem Erdplanum ist gemäß RStO 12 ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ erforderlich. Auf den im Bereich des Planums anstehenden frostempfindlichen bindigen Böden (F3) ist dieser Wert nicht sicher zu erreichen. Durch den Einbau von frostsicherem Sand in einer Stärke von $d \geq 0,20 \text{ m}$, der auch als Ersatz für die auszukoffernden humosen Sande und zum Höhenausgleich notwendig werden kann, ist das geforderte Verformungsmodul jedoch vermutlich erreichbar. Durch das Anlegen von Probefeldern und die Auswertung der darauf durchgeführten Versuche kann die Dicke der Austauschschicht optimiert werden.

Im Bereich von Überfahrten für Pkw und Lkw ist die Befestigung auf die Verkehrsbelastung abzustimmen.

Die Anforderungen an Baustoffe, Baustoffgemische und Verdichtungsgrade sind u.a. nach ZTVT/ZTVE-StB einzuhalten und nachzuweisen.

10 Technische Hinweise

- a. Die tatsächlichen Baugrundverhältnisse sollten in den offenen Baugruben durch den Unterzeichner überprüft werden.
- b. Einzubringender Kiessandersatzboden ist lagenweise auf mindestens mittlere Lagerungsdichte zu verdichten und sollte gem. DIN EN ISO 22476-2 (früher DIN 4094) überprüft werden.
- c. Für Bodenaustausch und tragende Verfüllungen ist schluffarmer Kiessand (Feinkornanteil < 3 %) zu verwenden.
- d. Unter Berücksichtigung der anstehenden Böden ist für die Baugrube ein Böschungswinkel von $\beta \leq 45^\circ$ einzuhalten. Die Ausführungen der DIN 4123 und 4124 sind zu beachten.
- e. Generell ist eine frostsichere Fundamenteinbindetiefe einzuhalten. Die Böden in Gründungsebene sind teilweise als frostempfindlich einzustufen.
- f. Bindige Böden neigen bei knetender und dynamischer Beanspruchung (z.B. Bagger, Radlader) in Verbindung mit Stau- und Tagwasser zur Aufweichung. Trotzdem aufgeweichte Bereiche sind gegen zu verdichtenden Sand auszutauschen.

11 Zusammenfassung

Im Rahmen der Untersuchungen wurden relativ einheitliche Baugrundverhältnisse nachgewiesen. Die Auffüllung und Mutterbodenüberdeckung sind setzungsempfindlich und für die Überbauung nicht geeignet. Diese Böden sind vollständig im Bereich der Bauflächen auszukoffern und gegen verdichtungsfähigen Kiessand zu ersetzen. Hierbei ist die Druckausbreitung von 45° unter UK Außenkante Randfundamente zu berücksichtigen.

Im Bereich der Zufahrten, Parkflächen und Stichstraßen sind diese Böden ebenfalls vollständig gegen verdichtungsfähigen Kiessand bis UK Tragschicht zu ersetzen.

Die unterlagernden gewachsenen Böden sind relativ gering zusammendrückbar und grundsätzlich als ausreichend tragfähig für eine Wohnbebauung. Sollten im Zuge der Erdarbeiten bindige Böden mit weicher Konsistenz direkt im Gründungsbereich angetroffen werden, sind diese gegen verdichtungsfähigen Kiessand auszutauschen.

Insgesamt neigen die bindigen Böden bei Zulauf von Wasser, in Verbindung mit dynamischen Belastungen aus dem Aushub zu Aufweichungen und damit zum Verlust der Tragfähigkeit. Die Erdarbeiten müssen im Rahmen einer ausreichend dimensionierten Wasserhaltung, rückschreitend in der Baugrube mit glatter Baggerschaufel erfolgen.

Es wird daher empfohlen, in Ausschachtungsebene Zug um Zug Kiessand auch zur Entwässerung der Arbeitsebene einzubauen und zu verdichten.

Die vorliegende Bearbeitung ersetzt nicht die erforderlichen Gründungsgutachten für jedes einzelne Bauwerk mit entsprechenden abgrenzenden Aufschlussbohrungen in den geplanten Bauflächen. In diesem Zusammenhang sind ergänzende Aufschlussbohrungen unter Berücksichtigung der DIN 4020 durchzuführen. Es wird empfohlen, Maßnahmen gem. Kap. 4 ff. dieser Beurteilung durchzuführen.

Für Fragen und weitere Beratungen stehe ich jederzeit gern zur Verfügung.

Fahrenkrug, 22.09.2017

GBU mbH

A. Kattenhorn