

Altlasten- und Baugrunderkundung, Bodenmechanik  
Erd- und Grundbau, Hydrogeologie, Geothermie  
Sanierungskonzepte, Rückbaumanagement

GBU mbH, Raiffeisenplatz 4, 23795 Fahrenkrug

Forschungszentrum Borstel  
Herr Prof. Dr. Frank Petersen  
Parkallee 22  
23845 Borstel  
über  
Muhs Landschaftsarchitekten  
Herrn Holger Muhs  
Werftbahnstraße 8  
24143 Kiel

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](mailto:info@gbu-fahrenkrug.de)      [www.gbu-fahrenkrug.de](http://www.gbu-fahrenkrug.de)

Fahrenkrug, 08.08.2017  
**331801**

**BV    Forschungszentrum Borstel**  
**Neubau eines Parkplatzes**  
**Baugrunduntersuchung, Beurteilung zur Gründung, Versickerungsfähigkeit**  
Auftrag vom 29.06.2017

---

## **1        Einleitung**

Auf einer nach Süden bzw. Südosten geneigten Fläche von ca. 4.000 m<sup>2</sup>, die derzeit landwirtschaftlich genutzt wird, ist der Neubau eines Pkw-Parkplatzes vorgesehen.

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

Für die Bearbeitung standen zur Verfügung:

- Lageplanauszug, M 1 : 500, 20.06.2017, Muhs Landschaftsarchitekten, Kiel
- diverse Leitungspläne
- diverse Fotos

## **2        Methodik**

Der Baugrund wurde am 26. und 27.07.2017 durch 9 **Kleinrammbohrungen** bis 6 m Tiefe erkundet (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 5 Bodenproben wurden **Trockensiebungen** gem. DIN 18123 durchgeführt (Anlage 2).

Höhen:

Bezugsniveau (BN): OK Schachtdeckel	BN    ±0,00 m	(s. Anlage 1)
OK Gelände der Ansatzpunkte der Kleinrammbohrungen (BS)		
26. und 27.07.2017	BS 1 <b>+1,33</b> m zu BN	
	BS 2    +1,04 m zu BN	
	BS 3    +0,83 m zu BN	
	BS 4    +0,87 m zu BN	
	BS 5    +0,46 m zu BN	
	BS 6    +0,41 m zu BN	
	BS 7    +0,45 m zu BN	
	BS 8 <b>+0,25</b> m zu BN	
	BS 9    +0,36 m zu BN	
∅ Geländehöhe aus den 9 Ansatzpunkten, ca.	+0,67 m zu BN	

### 3      Baugrund

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

Schicht 1	Mutterboden Sand, humos, überwiegend schwach schluffig BS 1 – 9	0	bis max. 0,50 m unter Gelände
Schicht 2	Mittelsand feinsandig – stark feinsandig schwach grobsandig – grobsandig z.T. schwach kiesig BS 1 – 9		bis max. 3,10 m unter Gelände
Schicht 3	Geschiebelehm Sand, schwach schluffig bis schluffig, schwach tonig, schwach kiesig, bereichsweise Sandlagen im cm- Bereich überwiegend steife Konsistenz BS 1 – 9		bis max. 3,80 m unter Gelände
Schicht 4	Mittelsand schwach grobsandig bis grobsandig z.T. schwach feinsandig BS 1 – 6 und 8		bis max. 4,10 m unter Gelände
Schicht 5	Geschiebemergel Schluff, tonig, sandig, schwach kiesig bereichsweise Sandlagen im cm- Bereich steife – halbfeste Konsistenz BS 1 – 9		bis zur Endteufe von 6 m

### 3.1 Bodenkennwerte

#### Mutterboden

#### Schicht 1

Kornverteilung:	Sand, humos, überwiegend schwach schluffig,
Lagerungsdichte:	locker (nach Bohrfortschritt und Probenansprache)
Bodengruppe (DIN 18196):	[OH]
Bodenklasse (DIN 18300):	1

#### Mittelsand

#### Schicht 2

Kornverteilung:	Mittelsand, feinsandig – stark feinsandig, schwach grobsandig – grobsandig, z.T. schwach kiesig
Lagerungsdichte:	mitteldicht (nach Bohrfortschritt und Probenansprache)
Bodengruppe (DIN 18196):	SE
Bodenklasse (DIN 18300):	3
Wichte über Wasser, $\gamma$ :	18 kN/m <sup>3</sup>
Wichte unter Wasser, $\gamma'$ :	10 kN/m <sup>3</sup>
Reibungswinkel, $\phi'_k$ :	32,5°
Kohäsion, $c'_k$ :	- kN/m <sup>2</sup>
Steifemodul, $E_{s,k}$ :	40 MN/m <sup>2</sup>
Durchlässigkeitsbeiwert, $k_f$ :	$7,7 \times 10^{-5} \leq k_f \leq 1,6 \times 10^{-4}$ [m/s] (5 Versuche n Beyer)
Korrekturfaktor für die Bemessung einer Versickerung gem. DWA-A 138, 0,2:	$k_f = 1,5 \times 10^{-5}$ [m/s]
Frostempfindlichkeit: (nach ZTVE-StB 09):	F 1 (nicht frostempfindlich)

#### Geschiebelehm

#### Schicht 3

Kornverteilung:	Sand, schwach schluffig bis schluffig, schwach tonig schwach kiesig bereichsweise Sandlagen im cm- Bereich
Konsistenz:	überwiegend steif
Bodengruppe (DIN 18 196):	ST, TL
Bodenklasse (DIN 18 300):	4 und 5 (Steine möglich) 2 bei Aufweichung
Wichte über Wasser, $\gamma$ :	21 kN/m <sup>3</sup>
Wichte unter Wasser, $\gamma'$ :	11 kN/m <sup>3</sup>
Reibungswinkel, $\phi'_k$ :	27,5°
Kohäsion, $c'_k$ :	2 kN/m <sup>2</sup>
Steifemodul, $E_{s,k}$ :	20 MN/m <sup>2</sup>
Durchlässigkeitsbeiwert, $k_f$ :	$k_f < 1 \times 10^{-6}$ [m/s]
Frostempfindlichkeit: (nach ZTVE-StB 09):	F 3 (sehr frostempfindlich)

### Mittelsand

Kornverteilung:	Mittelsand, schwach grobsandig bis grobsandig z.T. schwach feinsandig
Lagerungsdichte:	mitteldicht (nach Bohrfortschritt und Probenansprache)
Bodengruppe (DIN 18196):	SE
Bodenklasse (DIN 18300):	3
Wichte über Wasser, $\gamma$ :	18 kN/m <sup>3</sup>
Wichte unter Wasser, $\gamma'$ :	10 kN/m <sup>3</sup>
Reibungswinkel, $\phi'_k$ :	32,5°
Kohäsion, $c'_k$ :	- kN/m <sup>2</sup>
Steifemodul, $E_{s,k}$ :	40 MN/m <sup>2</sup>
Durchlässigkeitsbeiwert, $k_f$ :	$5 \times 10^{-5} \leq k_f \leq 5 \times 10^{-4}$ [m/s]
Frostempfindlichkeit: (nach ZTVE-StB 09):	F 1 (nicht frostempfindlich)

### Schicht 4

### Geschiebemergel

Kornverteilung:	Schluff, tonig, sandig, schwach kiesig bereichsweise Sandlagen im cm- Bereich
Konsistenz:	steif - halbfest
Bodengruppe (DIN 18 196):	TL, TM
Bodenklasse (DIN 18 300):	4 und 5 (Steine möglich)
Wichte über Wasser, $\gamma$ :	21 kN/m <sup>3</sup>
Wichte unter Wasser, $\gamma'$ :	11 kN/m <sup>3</sup>
Reibungswinkel, $\phi'_k$ :	27,5°
Kohäsion, $c'_k$ :	5 kN/m <sup>2</sup>
Steifemodul, $E_{s,k}$ :	20 MN/m <sup>2</sup>
Durchlässigkeitsbeiwert, $k_f$ :	$k_f < 1 \times 10^{-6}$ [m/s]
Frostempfindlichkeit: (nach ZTVE-StB 09):	F 3 (sehr frostempfindlich)

### Schicht 5

### Kiessand

(100 % der einfachen Proctordichte)

Bodengruppe:	SE, SW	Schluffanteil <3%
Bodenklasse:	3	
Wichte über Wasser, $\gamma$ :	19 kN/m <sup>3</sup>	
Wichte unter Wasser, $\gamma'$ :	11 kN/m <sup>3</sup>	
Reibungswinkel, $\phi'_k$ :	32,5°	
Kohäsion, $c'_k$ :	0 kN/m <sup>2</sup>	
Steifemodul, $E_{s,k}$ :	60 MN/m <sup>2</sup>	

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

### 3.2 Grundwasser

Nach Ende 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
Messungen vom 26. und 27.07.2017			
BS 1	+1,33	2,45	-1,12
BS 2	+1,04	1,98	-0,94
BS 3	+0,83	1,67	-0,84
BS 4	+0,87	2,05	-1,18
BS 5	+0,46	1,91	-1,45
BS 6	+0,41	2,96	-2,55
BS 7	+0,45	2,32	-1,87
BS 8	+0,25	2,34	-2,09
BS 9	+0,36	2,87	-2,51
<b>Grundwasserflurabstand i.M., ca.</b>		<b>2,28</b>	
<b>Grundwasserspiegel, i.M., ca.</b>			<b>-1,62</b>

Tab. 1: Messungen vom 26. und 27.07.2017

Es wurden mäßig gut ausgepegelte Wasserstände ermittelt. Es handelt sich um oberflächennahes Grundwasser.

Die Fließrichtung des Grundwassers ist in etwa nach Süden bzw. Südosten gerichtet.

Weitere witterungsbedingte und temporäre Stau- und Schichtenwasserbildungen auf und in dem oberflächennah anstehenden Geschiebelehm (Schicht 3) sind möglich.

Zu den genauen Grundwasserspiegelschwankungen liegen uns keine weiteren Informationen vor. Es ist jedoch mit Grundwasserspiegelschwankungen im m- Bereich zu rechnen.

**Aufgrund der Hanglage und des geschätzt relativ großen Einzugsgebietes in nördlicher und nordwestlicher Richtung sollte bei entsprechenden Starkregenereignissen mit Vernässungen bis etwa in Geländeoberfläche, zumindest in den tiefer liegenden Geländebereichen der Untersuchungsfläche gerechnet werden.**

#### **4      Wiedereinbaufähigkeit der anstehenden Böden**

Der Wiedereinbau der humosen Sande (Schicht 1) ist im Zuge der Baumaßnahmen u.E. nur im Rahmen von Verwallungen in den Randbereichen der Fläche denkbar.

Für Mutterboden als Schutzgut erfolgt die Bewertung nach BBodschG/BBodSchV<sup>1</sup>.

Die unterlagernden Sande der Schicht 2 sind grundsätzlich gut verdichtungsfähig und für die Verfüllung und als Ersatzmaterial für Bodenaustauschmaßnahmen geeignet.

Die Böden der Schicht 3 sind durch die hohen Feinkornanteile kaum verdichtungsfähig und für den Wiedereinbau ungeeignet.

Die Schichten 4 und 5 sind aufgrund der Tiefenlage in diesem Zusammenhang u.E. nicht relevant.

#### **5      Wasserhaltung**

Auf Grundlage der vorliegenden Daten können Maßnahmen zur Grundwasserabsenkung im Zuge der Baumaßnahme nicht völlig ausgeschlossen werden (siehe hierzu Kapitel 3.2).

Da für die Sande (Schicht 2) mit einem relativ großen Wasseranfall gerechnet werden muss, und teilweise in Tiefen ab rd. 1,50 m relativ gering durchlässiger Geschiebelehm ansteht, ist die Absenkung u.E. als Kombination aus offener Wasserhaltung (Pumpe, Pumpensumpf und ggf. eingefräster Bauhilfsdrainage) und Absenkung mittels KleinfILTERBRUNNENANLAGEN auszuführen.

Die Auftriebssicherheit ist in der Bauphase und im Endzustand sicherzustellen.

Entsprechende Reichweiten der Absenktrichter sind zu berücksichtigen. Die Gründungsverhältnisse der umliegenden Bauwerke sind zu überprüfen. Beweissicherungsmaßnahmen sind erforderlich.

Für die Grundwasserentnahme und –einleitung sind im Vorfeld der Baumaßnahme entsprechende behördliche Genehmigungen erforderlich.

#### **6      Versickerungsfähigkeit**

Die Sande der Schicht 2 sind gut durchlässig und grundsätzlich für eine Versickerung von Niederschlagswasser gem. DWA-A 138 geeignet.

Durch die Hanglage und des geschätzt relativ großen Einzugsgebietes in nördlicher und nordwestlicher Richtung werden auch unter dem Eindruck sich ändernder klimatischer Bedingungen mit erheblichen Niederschlagsereignissen deutlich wechselnde Grundwasserstände erwartet. Diese können bis etwa in Geländeoberkante nicht ausgeschlossen werden.

Von einer Versickerung gem. DWA-A 138, auch über eine Muldenversickerung, wird daher abgeraten.

---

<sup>1</sup> Bundesbodenschutzgesetz / Bundesbodenschutzverordnung

## 7      **Parkplatz**

Es wird davon ausgegangen, dass sich die Höhenlage des geplanten Parkplatzes den vorhandenen Geländehöhen anpasst.

Die humosen Sande (Schicht 1) sind setzungsempfindlich und für eine Überbauung nicht geeignet. Diese Böden sind vollständig in der gesamten Baufläche abzuschleifen und soweit erforderlich gegen verdichtungsfähigen Kiessand (F1) bis UK Tragschicht zu ersetzen.

Die Sande der Schicht 2 sind nicht frostempfindlich (F1) und grundsätzlich gut verdichtungsfähig. Die Sande stehen überwiegend in Mächtigkeit von  $d \geq 1,50$  m (ggf. zusammen mit dem einzubauenden Kiessand) an.

Die durch die Erdarbeiten oberflächlich aufgeweichten Sande sind intensiv nachzuverdichten. Danach sollte ein Verformungsmodul von  $E_{V2} \geq 120$  MN/m<sup>2</sup> (für Belastungsklasse Bk 1,0 bis Bk 100) bzw. von  $E_{V2} \geq 100$  MN/m<sup>2</sup> (für Belastungsklasse Bk 0,3) gemäß RStO 12 erreicht werden. Ist dies der Fall, kann der Oberbau gemäß dem Aufbau ab Oberkante Frostschutzschicht angeordnet werden. Überprüfungen durch Plattendruckversuche auf dem Planum vorab sollten berücksichtigt werden.

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

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

Aufgrund der anzunehmenden Gründungshöhen, der vorhandenen Baugrundsichtung und der Grundwasserverhältnisse ist im Zuge der Baumaßnahme eine Wasserhaltung vorzuhalten und ggf. (witterungsbedingt) zu betreiben.

Eine Planumsentwässerung gem. ZTVE-StB 09 und RAS-Ew 05 ist zu berücksichtigen.

## 8 Zusammenfassung

Durch die Hanglage und des geschätzt relativ großen Einzugsgebietes in nördlicher und nordwestlicher Richtung sollte bei entsprechenden Starkregenereignissen mit Vernässungen bis etwa in Geländeoberfläche, zumindest in den tiefer liegenden Geländebereichen der Untersuchungsfläche gerechnet werden.

Auf Grundlage der vorliegenden Daten können Maßnahmen zur Grundwasserabsenkung im Zuge der Baumaßnahme nicht völlig ausgeschlossen werden. Da für die Sande (Schicht 2) mit einem relativ großen Wasseranfall gerechnet werden muss, und teilweise in Tiefen ab rd. 1,50 m relativ gering durchlässiger Geschiebelehm ansteht, ist die Absenkung u.E. als Kombination aus offener Wasserhaltung (Pumpe, Pumpensumpf und ggf. eingefräster Bauhilfsdrainage) und Absenkung mittels KleinfILTERbrunnenanlagen auszuführen.

Die Sande der Schicht 2 sind gut durchlässig und grundsätzlich für eine Versickerung von Niederschlagswasser gem. DWA-A 138 geeignet. Aufgrund der Hanglage und des geschätzt relativ großen Einzugsgebietes werden auch unter dem Eindruck sich ändernder klimatischer Bedingungen erhebliche Niederschlagsereignisse mit deutlich wechselnden Grundwasserständen erwartet und diese können bis etwa in Geländeoberkante nicht ausgeschlossen werden.

Von einer Versickerung gem. DWA-A 138, auch über eine Muldenversickerung, wird daher abgeraten.

Es wird davon ausgegangen, dass sich die Höhenlage des geplanten Parkplatzes den vorhandenen Geländehöhen anpasst.

Es wurden relativ einheitliche Baugrundverhältnisse ermittelt. Die humosen Sande (Schicht 1) sind setzungsempfindlich und für eine Überbauung nicht geeignet. Diese Böden sind vollständig in der gesamten Baufläche abzuschleifen und soweit erforderlich gegen verdichtungsfähigen Kiessand (F1) bis UK Tragschicht zu ersetzen.

Die Sande der Schicht 2 sind nicht frostempfindlich und grundsätzlich gut verdichtungsfähig. Die Sande stehen überwiegend in Mächtigkeit von  $d \geq 1,50$  m (ggf. zusammen mit dem einzubauenden Kiessand) an.

Die durch die Erdarbeiten oberflächlich aufgeweichten Sande sind intensiv nachzuverdichten.

Danach sollte ein Verformungsmodul von  $E_{V2} \geq 120$  MN/m<sup>2</sup> (für Belastungsklasse Bk 1,0 bis Bk 100) bzw. von  $E_{V2} \geq 100$  MN/m<sup>2</sup> (für Belastungsklasse Bk 0,3) gemäß RStO 12 erreicht werden.

Ist dies der Fall, kann der Oberbau gemäß dem Aufbau ab Oberkante Frostschutzschicht angeordnet werden. Überprüfungen durch Plattendruckversuche auf dem Planum vorab sollten berücksichtigt werden.

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

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

Aufgrund der anzunehmenden Gründungshöhen, der vorhandenen Baugrundsichtung und der Grundwasserverhältnisse ist im Zuge der Baumaßnahme eine offene Wasserhaltung vorzuhalten und ggf. (witterungsbedingt) zu betreiben.

Eine Planumsentwässerung gem. ZTVE-StB 09 und RAS-Ew 05 ist zu berücksichtigen.



Es wird empfohlen, im Bereich des geplanten Bauvorhabens Maßnahmen gem. Kap. 4 ff. dieser Beurteilung durchzuführen.

Die o.g. Aussagen wurden auf Grundlage der durchgeführten Untersuchungen getroffen.

Fahrenkrug, 08.08.2017  
GBU mbH

A. Kattenhorn

Lageskizze, M ca. 1 : 1.000, Baugrunderstellungen, M 1 : 100  
Kornverteilungen

Anlage 1  
Anlage 2