



# SACHVERSTÄNDIGEN-RING

## Dipl.-Ing. H.-U. Mücke GmbH

SACHVERSTÄNDIGEN-RING GmbH  
Gutenbergstraße 1 · 23611 Bad Schwartau

BMF Immobilien GmbH & Co. KG  
Am Industriehafen 3  
24937 Flensburg

Sachverständige gemäß § 18 BBodSchG, Asbest- und Gefahrstoffsachverständige, Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinatoren gemäß RAB 30 und DGUV Regel 101-004

- Altlastenbegutachtung
- Arbeitssicherheit
- Asbestuntersuchungen
- Geotechnik
- Flächenrecycling
- Schallgutachten
- Gefahrstoffmessungen
- Bauschadstoffkataster
- Baugrunderkundungen
- Naturschutzgutachten

Tel.: 0451 / 2 14 59 · Fax: 0451 / 2 14 69  
info@mueckegmbh.de · www.mueckegmbh.de

### Niederlassung

**Eckernförde**  
Marienthaler Straße 17  
24340 Eckernförde  
Tel.: 04351 / 73 51 04  
eckernfoerde@mueckegmbh.de

### Büro

**Hamburg**  
Blomkamp 109  
22549 Hamburg  
Tel.: 040 / 63 94 91 43  
hamburg@mueckegmbh.de

30.11.2020

## GUTACHTEN

Nr.: 2006 137

### **Inhalt:**

Orientierende Baugrunderkundung  
B-Plan Erschließung Niendorfer  
Hauptstraße in 23556 Lübeck

### **Standort:**

Niendorfer Hauptstraße/ Hellkamp  
in 23556 Lübeck

### **Auftraggeber:**

Marco Fibelkorn Baumangement  
Steinmetzstr. 14  
23556 Lübeck

### **Auftrag vom:**

18.06.2020

Dieses Gutachten umfasst  
18 Seiten und 3 Anlagen.



## **INHALTSVERZEICHNIS**

<b>1. AUFTRAG UND VERANLASSUNG .....</b>	<b>3</b>
<b>2. UNTERSUCHUNGSGEBIET/ STANDORTBESCHREIBUNG .....</b>	<b>3</b>
<b>3. DURCHGEFÜHRTE MASSNAHMEN.....</b>	<b>5</b>
<b>4. VERMESSUNG UND GELÄNDEHÖHEN .....</b>	<b>5</b>
<b>5. GEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE UND SCHICHTENFOLGE.....</b>	<b>6</b>
<b>6. GRUND- UND SCHICHTENWASSER .....</b>	<b>7</b>
<b>7. BODENMECHANISCHE KENNWERTE UND BEWERTUNG .....</b>	<b>8</b>
<b>8. SENSORISCHE PRÜFUNG AUF SCHADSTOFFE .....</b>	<b>11</b>
<b>9. ALLGEMEINE GRÜNDUNGSEMPFEHLUNG .....</b>	<b>11</b>
9.1. ZULÄSSIGE SOHLDRUCKWIDERSTÄNDE UND SETZUNGEN .....	12
<b>10. HINWEISE ZUR BAUAUSFÜHRUNG .....</b>	<b>13</b>
<b>11. VERKEHRSFLÄCHEN UND PARKPLÄTZE .....</b>	<b>16</b>
<b>12. BEURTEILUNG DER VERSICKERUNGSFÄHIGKEIT .....</b>	<b>17</b>

## **ANLAGENVERZEICHNIS**

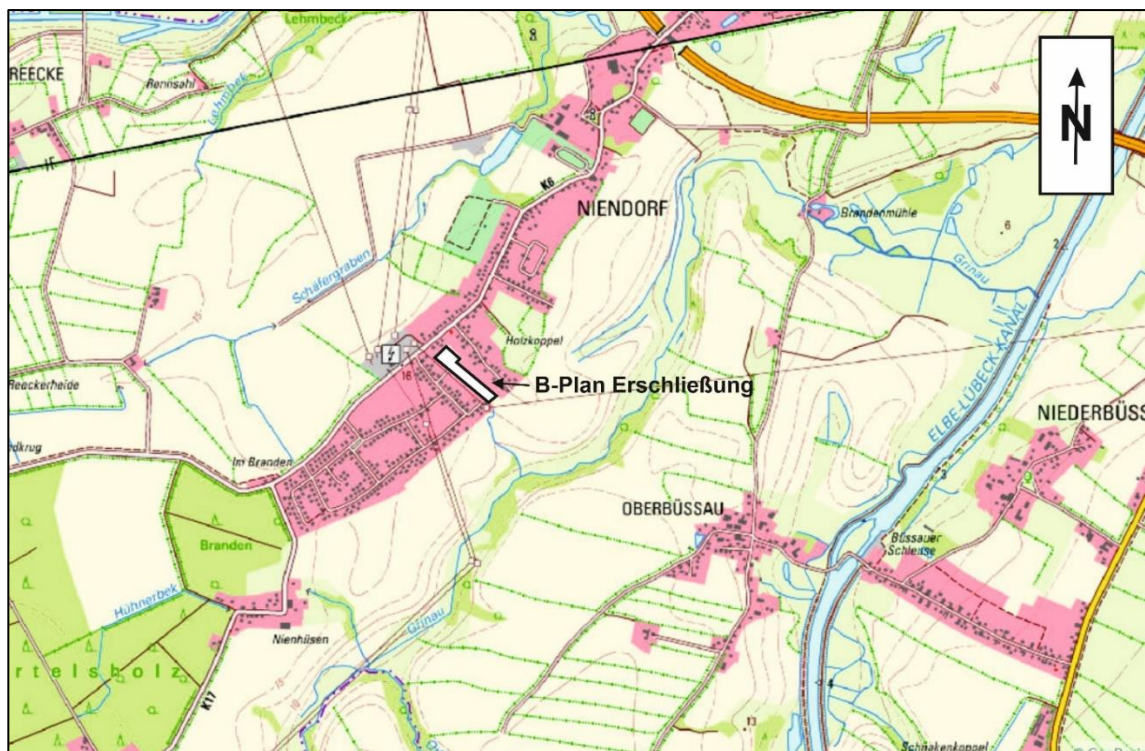
ANLAGE 1:	LAGEPLAN, MAßSTAB (1:1.000)
ANLAGE 2:	PROFILSÄULEN UND SCHICHTENVERZEICHNISSE
ANLAGE 3:	GRUNDBRUCH- UND SETZUNGSBERECHNUNGEN

## 1. AUFTRAG UND VERANLASSUNG

Die SACHVERSTÄNDIGEN-RING Dipl.-Ing. H.-U. Mücke GmbH erhielt am 18.06.2020 von der Marco Fibelkorn Baumangement, Steinmetzstr. 14 in 23556 Lübeck, den Auftrag im Rahmen der Erschließung eines Bebauungsplanes (B-Plan) eine orientierende Baugrunderkundung mit Gründungsempfehlung und Bewertung der Versickerungsfähigkeit des Untergrundes in dem Plangebiet südlich der Niendorfer Hauptstraße / Hellkamp in 23556 Lübeck, durchzuführen. Die Ergebnisse der orientierende Baugrunderkundung sollen Informationen über die allgemeine Baugrundsituation liefern und so zur Erstellung des B-Planes beitragen.

## 2. UNTERSUCHUNGSGEBIET/ STANDORTBESCHREIBUNG

Das zu untersuchende Plangebiet liegt im Südwesten der Hansestadt Lübeck südöstlich der A1 Richtung Hamburg. Es beinhaltet das Gebiet südlich der Niendorfer Dorfstraße zwischen der Straße Hellkamp im Westen und der Straße Holzkoppel im Osten. In unmittelbarer Nähe befindet sich eine umliegende Wohnbebauung sowie südöstlich angrenzende landwirtschaftlich genutzte Flächen.



**Abbildung 1:** Lage des untersuchten Plangebietes in Lübeck-Niendorf (Quelle: Digitaler Atlas Nord, DTK25)

Die o. g. Plangebietsfläche umfasst insgesamt ca. 16.000 m<sup>2</sup> und wurde zum Untersuchungszeitpunkt landwirtschaftlich als Ackerfläche genutzt. Sie soll zukünftig im Rahmen des Bebauungsplans der Stadt Lübeck für wohnbauliche Zwecke umgenutzt und umgestaltet werden.

Im vorläufigen Bebauungsplan ist auf insgesamt 19 Grundstücken der Neubau von etwa vier Einzelhäusern und 15 Doppelhäusern projektiert. Die Zuwegung des Neubaugebietes ist an der westlichen Plangebietsgrenze über die Straße Hellkamp (vgl. Lageplan in Anlage 1) geplant.

Anhand der vorliegenden Baugrunduntersuchung soll festgestellt werden, inwieweit der anstehende Baugrund zur Überbauung und zur Versickerung von Regenwasser geeignet ist. Nähere Angaben zur geplanten Neubebauung (Lagepläne, Schnittzeichnungen, Fundament- und Belastungspläne usw.) sowie Höhenangaben zu den geplanten Gründungsebenen (Unterkellerung?) bezogen auf Normalnull liegen uns zum derzeitigen Planungsstand nicht vor.



**Abbildung 2:** Luftbild des Plangebietes und der umliegenden Wohnbebauung (Quelle: Google Earth 2020).





### **3. DURCHGEFÜHRTE MASSNAHMEN**

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden am 23.06.2020 im Bauareal insgesamt 3 Kleinrammbohrungen (KRB 1 bis KRB 3) nach DIN 4020/4021 bis zu einer Tiefe von 6,0 m unter Geländeoberkante (GOK) niedergebracht. Aufgrund des dichten Bewuchses (Maisfeld) zum Untersuchungszeitpunkt, musste die Lage der Bohransatzpunkte den Örtlichkeiten angepasst werden.

Die Ansatzpunkte der Bohrungen sind dem Lageplan der Anlage 1 zu entnehmen und die Ergebnisse der Aufschlüsse sind in der Anlage 2 in Form von Schichtenverzeichnissen und Bohrprofilen gemäß DIN 4023/DIN EN ISO 14688 beschrieben bzw. zeichnerisch dargestellt.

Im Zuge der Aufschlussarbeiten wurden gestörte Bodenproben entnommen. Die Ansprache des Bohrgutes erfolgte vor Ort nach DIN EN ISO 14688/DIN EN ISO 22475, die bautechnische Klassifizierung nach DIN 18196 und die geologische Einstufung nach vorhandenen Erfahrungen. Die Lagerungsdichten der lokal anstehenden Sande wurde anhand des Bohrfortschritts eingeschätzt.

### **4. NIVELLEMENT UND GELÄNDEHÖHEN**

Die Bohransatzpunkte wurden auf die vorhandenen Grundstücksgrenzen und die Nachbarbebauung eingemessen und höhenmäßig auf einen Höhenbezugspunkt (HBP = OK-Schachtdeckel Niendorfer Hauptstraße, vgl. Anlage 01) bezogen. Das Untersuchungsgebiet zeigt ein leichtes Gefälle von Nordwesten nach Südosten. Der Höhenunterschied zwischen dem tiefsten Bohrpunkt KRB 3 im Südosten des Plangebietes und dem höchsten Bohrpunkt KRB an der nördlichen Grenze des Plangebietes beträgt ca. 1,98 m.

Die relativen Höhen der Bohransatzpunkte sind den einzelnen Bohrprofilen zu entnehmen (vgl. Anlage 02).

Aufgrund der festgestellten Höhenunterschiede muss vor Baubeginn in Abhängigkeit von der geplanten Gründungsebene und nach dem Abtrag der humosen Mutterbodenschichten/ Auffüllungshorizonte im Bereich der geplanten Bebauung eine Profilierung des Geländes mit eingeplant werden. Genauere Aussagen sind erst nach der Festlegung der Gründungsebenen möglich. Hierfür wird ein Grundstückshöhenplan benötigt.



## 5. GEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE UND SCHICHTENFOLGE

Nach den Erkundungsergebnissen ist im Untersuchungsgebiet oberflächlich eine geringmächtige, humose Deckschicht (Mutterbodenschicht/Auffüllung) aus schluffigen Feinsanden mit Wurzelresten vorhanden (vgl. Schicht 1, Tabelle 1). Die Unterkante der humosen Deckschichten mit einer überwiegend **lockeren** Lagerung wurde im Tiefenbereich zwischen 0,4 m bis 0,6 m unter GOK erfasst.

Unterhalb der Deckschichten folgen an den Bohrpunkten KRB 1 bis KRB 3 überwiegend mitteldicht gelagerte Feinsande mit unterschiedlichen Schluffanteilen und bindigen Lagen (vgl. Schicht 2 und 3, Tabelle 1). Die mitteldicht gelagerten, stark schluffigen Feinsande mit bindige Lagen (vgl. KRB 3) sind als bindige Böden mit steifer Konsistenz einzustufen.

Beckenschluff-Horizonte (Schicht 4) mit einer steifen Konsistenz wurden an der KRB 1 und KRB 2 in einem Tiefenbereich zwischen 2,5 bis 3,9 m u. GOK bzw. an der KRB 3 bis zur Bohrendtiefe von 6 m u. GOK erbohrt. Hierbei handelt es sich um Schluffe mit unterschiedlichen Sand- und Tonanteilen. In den bindigen Beckenschluff sind Feinsandlagen zwischengeschaltet.

An der KRB 1 und KRB 2 wurde im Liegenden der Beckenschluff-Horizonte ein Geschiebemergel mit steifer Konsistenz bis zur Endteufe von 6,0 m erbohrt.

In Tabelle 1 ist der Schichtenaufbau aller erkundeten Sedimente aus bodenmechanischer Sicht zusammengefasst.



**Tabelle 1:** vereinfachtes Schichtenprofil

Schicht	Stratigraphie	Genese	Mächtigkeit i. M. [m]	Tiefenbereich [m u. GOK]	Lagerungsdichte/Konsistenz
1	<b>Feinsand</b> schluffig, <b>humos, Pflanzenreste</b>	Mutterbodenschicht/ humose Auffüllung	0,5	0,0-0,6	<b>locker</b>
2	<b>Feinsand</b> schwach schluffig bis schluffig	fluviatil	1,1	0,4-2,3	mitteldicht
3	<b>Feinsand</b> stark schluffig, mit bindigen Lagen, in KRB 3 erbohrt	fluviatil	1,5	1,0-2,5	mitteldicht /steif
4	<b>Schluff</b> schwach tonig bis tonig, feinsandig bis stark feinsandig, örtlich viele Feinsandlagen	Beckenschluff	1,8	2,5-6,0	steif
5	<b>Schluff *</b> tonig, feinsandig, mittelsandig, kiesig, kalkhaltig, nur in KRB 1 und KRB 2 erbohrt	Geschiebemergel	2,2	3,8-6,0	steif

## 6. GRUND- UND SCHICHTENWASSER

Wasserstände wurden bei Ausführung der feldgeologischen Untersuchungen im Juni 2020 in den Kleinrammbohrungen KRB 1 bis KRB 3 in einer Tiefe von ca. 1,3 bis 1,9 m unter GOK gelotet. Dabei handelt es sich um aufstauendes Schichtenwasser. Zusammenhängende Grundwasserstände gemäß DIN 4049 konnten bei Ausführung der Bohrarbeiten im Juni 2020 in den Bohrungen KRB 1 bis KRB 3 bei einer Bohrtiefe bis 6 m u. GOK **nicht** angebohrt werden.

Mit jahreszeitlichen und klimatisch bedingten Schwankungen von mindestens 0,5 m sowie Oberflächen-, Stau- und Schichtenwasser muss gerechnet werden. Insbesondere nach intensiven Niederschlägen können Stau- und Schichtenwasserstände oberhalb der oberflächennah anstehenden, schwach wasserdurchlässigen, tonigen Schluffe (vgl. Schicht 4 und 5, Tabelle 1) auftreten.

Grundwassermessstellen im Untersuchungsgebiet sind nicht bekannt.



## 7. BODENMECHANISCHE KENNWERTE UND BEWERTUNG

Aus den Bohrungen wurden gestörte Bodenproben entnommen und aus geologischer und bodenmechanischer Sicht angesprochen und beurteilt. Danach und im Vergleich mit hinlänglich bekannten Erfahrungswerten geologisch ähnlicher Böden können für die einzelnen Bodenschichten die nachfolgend aufgeführten Bodenklassen, Bodengruppen und bodenmechanischen Kennwerte (Rechenwerte) angegeben werden (vgl. Tabelle 2). Bodenmechanische Laborversuche (Wassergehaltsbestimmungen usw.) wurden zur orientierenden Baugrunderkundung nicht durchgeführt, können aber bei Bedarf veranlasst werden.

Die humosen Deckschichten (vgl. Schicht 1, Tabelle 1) mit Pflanzen- und Wurzelresten und einer **lockeren** Lagerungsdichte sind von minderer Tragfähigkeit und zur Überbauung nicht geeignet. Humifizierte und durchwurzelte Böden (Mutterbodenschichten, Auffüllungen usw.) sind im Bauareal von der Baufläche vollständig abzuschieben und durch einen verdichtungsfähigen Austauschboden zu ersetzen. Bodenmechanische Kennwerte für die humosen Deckschichten werden in der nachfolgenden Tabelle 2 nicht angegeben.

Unterhalb der humosen Deckschichten ist der sandige und bindige Baugrund (vgl. Schicht 2, 3, 4 und 5, Tabelle 1) ausreichend tragfähig und zur Überbauung geeignet.

Die Feinsande der Schicht 2 (vgl. Tabelle 1) sind ohne organische Anteile und bei einem Schluff-Anteil  $< 5\%$  als ausreichend frostsicher und verdichtungsfähig einzustufen und somit zur Wiederverwendung als Austauschboden gemäß DIN 18196 und als frostsicher Verkehrsfächenaufbau geeignet. Sie müssen vor einer Überbauung ausreichend nachverdichtet werden (mindestens mitteldichte Lagerung!).

Die stark schluffigen Feinsande der Schicht 3 und bindigen Schluffe mit Tonanteilen (vgl. Schicht 4 und 5, Tabelle 1) sind nicht ausreichend frostsicher, schlecht verdichtungsfähig und gemäß DIN 18196 zur Wiederverwendung als Austauschböden nicht geeignet.

Die schwach schluffigen bis schluffigen Feinsande der Schicht 2 (Tabelle 1) sind wasser-durchlässig. Es ist mit  $k_f$ -Werten in der Größenordnung von  $k_f \approx 10^{-4} - 10^{-5}$  m/s zu rechnen. Bei den stark schluffigen Feinsanden der Schicht 3 sind  $k_f$ -Werte in der Größenordnung von  $k_f \approx 10^{-5} - 10^{-6}$  m/s zu erwarten. Erfahrungsgemäß ist bei den bindigen Beckenschluff- und Geschiebemergel-Horizonten (vgl. Schicht 3, 4 und 5, Tabelle 1) aufgrund der Tonanteile mit  $k_f$ -Werten  $< 10^{-7}$  m/s zu rechnen. Genauere Aussagen sind nur über kombinierte Sieb-/Schlammanalysen möglich. Der Beckenschluff (Schicht 4, vgl. Tabelle 1) und der schluffig, tonige Geschiebemergel (Schicht 5, Tabelle 1) sind gering wasser-durchlässig.





Nach DIN 18130 wird folgende Bewertung getroffen

stark durchlässig	$> 10^{-4}$ m/s
durchlässig	$10^{-4}$ bis $10^{-6}$ m/s
gering durchlässig	$10^{-6}$ bis $10^{-8}$ m/s
sehr gering durchlässig	$< 10^{-8}$ m/s



**Tabelle 2:** Geotechnische Eigenschaften der anstehenden Schichten

Schicht	<b>Austauschboden (als Ersatzboden für Schicht 1)</b>	<b>Feinsand (Schicht 2)</b>	<b>Feinsand / Schluff (Schicht 3)</b>	<b>Becken- schluff (Schicht 4)</b>	<b>Geschiebe- mergel (Schicht 5)</b>
<b>Kenngröße</b>	Sand-Kies-Gemische, schwach schluffig	Feinsand, schwach schluffig bis schluffig	Feinsand stark schluffig, bindige Lagen	Schluff, schwach tonig bis tonig, feinsandig bis stark feinsandig	Schluff, tonig, sandig, schwach kiesig, kalkhaltig
<b>Ingenieurgeologische Angaben</b>					
Konsistenz / Lagerungsdichte	- / mitteldicht	- / mitteldicht	steif / mitteldicht	steif / -	steif/-
Bodengruppe nach DIN 18196	z. B. SW	SW - SE, SU	SU*	UL - UM	UL - UM
Bodenklasse nach DIN 18300	3	3	4	4	4
Wasserempfindlichkeit	gering	gering-mäßig	ausgeprägt	ausgeprägt	ausgeprägt
Verdichtbarkeitsklassen nach ZTV A-StB 12	V 1	V 1	V 3	V3	V 3
Frostempfindlichkeit nach ZTVE – StB 09*	F 1	F 1 - F 2	F 3	F3	F 3
<b>Bodenmechanische Kenngrößen, Erfahrungswerte</b>					
Wichte feuchter Boden cal. $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	19	19	19,5 - 20	19,5 - 20	20 - 20,5
Wichte unter Auftrieb cal. $\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	11	11	9,5 - 10	9,5 - 10	10
Reibungswinkel cal. $\phi'$ [°]	32,5	32,5	27,5 - 30	27,5	27,5
Kohäsion cal. $c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	-	-	0,5 - 2	2 - 7	2 - 7
Steifemodul cal. $E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	40 - 60	40 - 60	10 - 20	10 - 20	20 - 40
Durchlässigkeit cal $k_f$ [m/s]	$10^{-4}$	$10^{-4} - 10^{-5}$	$10^{-5} - 10^{-6}$	$<10^{-7}$	$<10^{-7}$

\* Frostempfindlichkeitsklasse (F1 = nicht frostempfindlich, F2 = gering bis mittel frostempfindlich, F3 = sehr frostempfindlich)



## 8. SENSORISCHE PRÜFUNG AUF SCHADSTOFFE

Im Zuge der Aufschlussarbeiten wurden die Bohrkerne im Gelände organoleptisch anhand von Aussehen, Geruch und Bodenstruktur - auf Verunreinigungen geprüft. Sensorische Auffälligkeiten konnten bei der Bohrgutansprache und der Probenbeurteilung im Labor nicht festgestellt werden. Genauere Aussagen sind nur über chemische Analysen möglich.

Bei Auffälligkeiten während der Erdarbeiten ist umgehend mit dem Gutachter Rücksprache zu halten. Wir empfehlen für den erforderlichen Entsorgungsnachweis von Aushubmaterial eine Deklarationsanalytik gemäß der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA).

## 9. ALLGEMEINE GRÜNDUNGSEMPFEHLUNG

Zum derzeitigen Stand der Vorplanung liegen keine Angaben zur Lage und den Gründungsebenen (Unterkellerung?) einer möglichen Neubebauung vor.

Im Falle einer Bebauung werden die Gründungsebenen (UK-Streifenfundament) bei einer frostfreien Gründung in einer Tiefe von ca. 0,8 m bis 1,0 m unter OK-FFB EG erwartet und bei einer Kellergründung in einer Tiefe von etwa 3,0 m unter GOK angenommen.

Nach den vorliegenden Erkundungsergebnissen ist im Gründungsniveau frostfreier Fundamente überwiegend mit ausreichend tragfähigen, schluffigen bis stark schluffigen Feinsanden mit einer mitteldichten Lagerungsdichte und örtlich mit Schluff-Horizonten mit variablem Ton- und Schluff-Anteil (vgl. z. B. KRB 1 bis KRB 3) und einer steifen Konsistenz zu rechnen.

Grundsätzlich sind im Untersuchungsgebiet Flachgründungen auf Streifen-/Einzelfundamenten und Sohlplatten möglich.

**Aufgrund des großen Bohrabstandes werden für jedes einzelne Bauvorhaben (Wohnhäuser, Straßenbau etc.) weitere feldgeologische Untersuchungen mit einem entsprechendem Gutachten notwendig.**

Minder tragfähige Mutterbodenschichten/ **humose** Auffüllungen mit einer **lockeren** Lagerungsdichte und Auffüllungshorizonte mit einem Schluffanteil >5% mit weicher Konsistenz sind gemäß DIN 18196 zur Aufnahme von Bauwerkslasten **nicht** geeignet und müssen von den Bauflächen (Wohnhäuser; Verkehrsflächen usw.) vollständig entfernt und ggf. durch einen rolligen, verdichtungsfähigen Austauschboden ersetzt werden.



### **Minder tragfähige Mutterbodenschichten/Auffüllungen im Einzelnen:**

in KRB 1 bis ca. 0,5 m Tiefe,  
in KRB 2 bis ca. 0,4 m Tiefe und  
in KRB 3 bis ca. 0,6 m Tiefe.

Der Bodenaushub/-austausch ist durch den Bauherrn/Architekten bzw. Baugrundgutachter zu überprüfen.

Als Austauschböden eignen sich frostsichere und gut verdichtungsfähige Lockergesteine der Region mit  $\leq 7$  Gew.-% Feinanteilen Korn- $\varnothing \leq 0,06$  mm oder klassifiziertes Recycling-Material. Die in der Aushubebene lokal anstehenden Feinsande (Schicht 2) sind vor einer Überbauung im trockenen Zustand nachzuverdichten (mindestens mitteldichte Lagerung!). Austauschböden sind lagenweise verdichtet einzubauen. Zur Verdichtungskontrolle werden Rammsondierungen, Lastplattendruckversuche o. ä. erforderlich. Die Verdichtungsnachweise sind dem Baugrundgutachter ausreichend vor Baubeginn zur Prüfung und Freigabe vorzulegen.

Bei den Erdarbeiten ist zu beachten, dass die anstehenden, bindigen Schluffe (Schicht 4 und 5, vgl. Tabelle 1) und die stark schluffigen Feinsande mit bindigen Lagen (Schicht 3, vgl. Tabelle 1) empfindlich auf Wassergehaltsänderungen und mechanische Einflüsse mit Konsistenzänderungen (Bodenklasse 2) reagieren.

Aus diesem Grund wird empfohlen, bei einem Auftreten von bindigen Schichten in den Fundamentgräben und unterhalb der Sohlplatten zur Herstellung einer ausreichenden Planumtragfähigkeit sowie zur Herstellung einer tragfähigen Arbeitsebene als Gründungspolster eine kapillarbrechende Tragschicht (Sand-Kies-Polster) in einer Schichtstärke von ca. 0,2 m (Körnung: 0–32 mm) einzubauen.

Auf dem Planum für die Bodenplatten und in den Fundamentgräben ist mittels Plattendruckversuch ein Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 80$  MN/m<sup>2</sup> (gilt nur für Sand) mit  $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$  nachzuweisen.

### **9.1. ZULÄSSIGE SOHLDRUCKWIDERSTÄNDE UND SETZUNGEN**

Entsprechend des Eurocodes 7 und der DIN 1054 - Zulässige Belastung des Baugrundes -, Ausgabe 2010-12 (Ergänzende Regelungen zu EC 7), ergeben sich Richtwerte für die Belastbarkeit der Böden. Maßgebend für das Tragverhalten des Baugrundes sind die im Untersuchungsgebiet anstehenden, sandigen und tonigen Schluffe (Schicht 4, Tabelle 3; vgl. Tabelle 1) mit steifer Konsistenz.



Diese können nach Tab. A.4 der DIN 1054 - Aufnehmbarer Sohldruck  $\sigma_{zul}$  auf gemischt-körnigen Böden - je nach Einbindetiefe der Fundamente belastet werden. Voraussetzung dafür ist eine mindestens steife Konsistenz der Beckenschluffe bzw. eine mitteldichte Lagerung der Sande (Austauschböden) unterhalb der Gründungssohlen.

Es wurden überschlägige Grundbruch- und Setzungsberechnungen (vgl. Anlage 3.1 und 3.2) für Streifenfundamente mit Einbindetiefen von  $d = 0,8$  m und  $1,0$  m und unterschiedlichen Fundamentbreiten durchgeführt. Die zulässigen Sohldrücke und Setzungen können in Abhängigkeit von den Fundamentabmessungen den Grundbruch- und Setzungsberechnungen entnommen werden.

Den Setzungsberechnungen wurde das Ansatzprofil der Kleinrammbohrung KRB 3 zugrunde gelegt und dabei der Bemessungswasserstand aufgrund einer möglichen Ausbildung von Stauwasserhorizonten in einer Tiefe von  $0,5$  m unter Bohransatzpunkt angesetzt.

Die Setzungen werden  $1,0$  cm bis  $2,5$  cm und Winkelverdrehungen  $\tan \alpha \leq 1/500$  nicht überschreiten. Die angegebenen Setzungen und Setzungsdifferenzen können von den Neubauten schadensfrei bei senkrechter Richtung der Sohldruckbeanspruchung aufgenommen werden.

Zur Dimensionierung der Gründung kann bei einer frostfreien Gründung der umlaufenden Streifenfundamente auf einem mindestens steifen Beckenschluff gemäß EC 7 bei einer Einbindetiefe von  $0,8$  m und einer Fundamentbreite von  $0,4$  m ein maximal zulässiger Sohldruckwiderstand  $\sigma_{R,d} = 200$  kN/m<sup>2</sup> angesetzt werden.

Für die angenommene Bemessung der Sohlplatten ist bei einer angenommenen, mittleren Flächenlast von  $30$ – $60$  kN/m<sup>2</sup> ein Bettungsmodul von  $k_s = 12$ – $15$  MN/m<sup>3</sup> anzusetzen. Die mit den abgeschätzten Sohldrücken und angegebenen Bodenkennwerten bemessenen Fundamente und die Sohlplatte sind nach den Forderungen der DIN 1054 grundbruchsicher.

## 10. HINWEISE ZUR BAUAUSFÜHRUNG

Baugruben können unter Berücksichtigung der DIN 4124 bis zu einer Baugrubentiefe von  $5$  m ohne rechnerischen Nachweis in geböschter Bauweise bei nicht bindigen Böden mit einem Böschungswinkel  $\beta \leq 45$  und bei bindigen Böden von steifer bis halbfester Konsistenz mit  $\beta \leq 60$  angelegt werden. Dies gilt jedoch nicht für aufgefüllte Böden, Weichschichten bzw. bei Wasserzutritt in der Baugrube.



Beim Verbau von Baugruben und Rohrleitungsgräben gilt ebenfalls die DIN 4124.

Als Austauschböden und für Auffüllungen des Geländes sollten nur frostsichere, rollige Böden (z. B. Füllsande, Kiessand bzw. Schotter der Region, o. ä. klassifiziertes Recycling-Material) verwendet werden. Der Austauschboden ist gemäß DIN 18196 zu wählen (z. B. weitgestufte Sand-/Kiesgemische, SW) und muss im trockenen Zustand lagenweise verdichtet werden (mindestens mitteldichte Lagerung).

Die anstehenden, bindigen Schluffe (Beckenschluff, Geschiebemergel) sind schlecht verdichtungsfähig und zur Wiederverwendung als Austauschboden gemäß DIN 18196 nicht geeignet.

Der bindige Baugrund ist vor Erosionen und vor Einflüssen, die zur Verringerung seiner Festigkeiten führen, vor Witterungseinflüssen sowie vor Einwirkungen des laufenden Baubetriebes (Baustraßen) zu schützen.

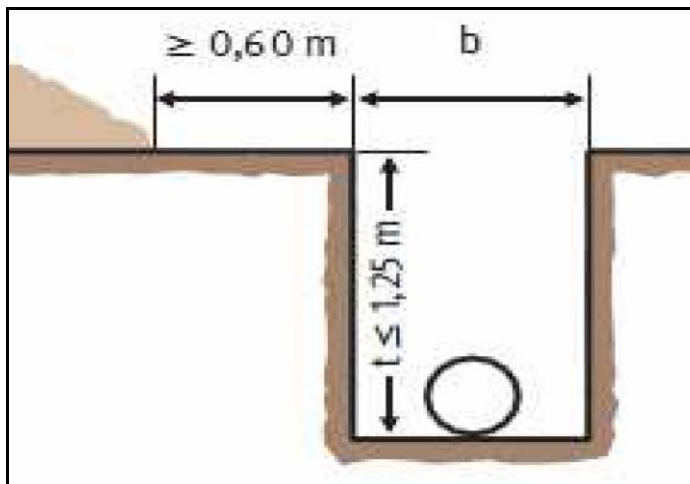
Bei den Erdarbeiten ist zu beachten, dass die bindigen stark schluffigen Feinsande und Schluff-Horizonte (Geschiebemergel, Beckenschluff) empfindlich auf Wassergehaltsänderungen und mechanische Einflüsse reagieren. Bei bindigen Böden kann eine intensive Verdichtung zur vermehrten Wasseraufnahme und damit zur Verringerung der Tragfähigkeit der bindigen Sedimente führen. Zusetzendes Niederschlagswasser und mechanische Einflüsse z. B. durch den laufenden Baubetrieb usw. führen zu einer raschen Konsistenzänderung und zu einem Aufweichen dieser Böden (Bodenklasse 2). Aufgrund des hohen Wasseraufnahmevermögens von Schluff/Ton sind die Tragfähigkeitseigenschaften dieser feinkörnigen Sedimente stark wassergehaltsabhängig. Darum muss über den bindigen Böden die Verdichtung der rolligen Austauschböden anfangs nur statisch ausgeführt werden. Wird der bindige Boden durch den Aushub gestört, der Witterung ausgesetzt oder mit schweren Baumaschinen befahren, nimmt er rasch eine weiche bis breiige Konsistenz an.

Beim Einbau von rolligen Böden muss das Befahren des bindigen Planums möglichst vermieden werden und die Erdarbeiten abschnittsweise „Vor-Kopf“ erfolgen.

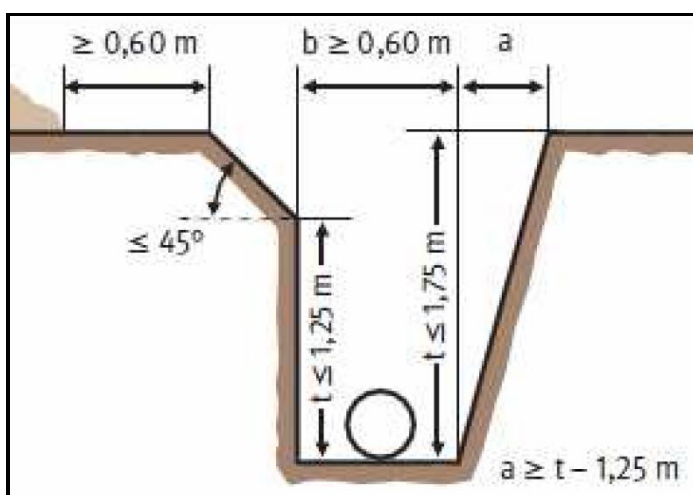
Alle während der Bauphase erforderlichen, offenen Wasserhaltungsmaßnahmen (Tauchpumpe bereithalten usw.) sind im starken Maße von der Gründungstiefe, der Jahreszeit sowie dem Wasserdargebot im Baugebiet abhängig (siehe DIN 1054, Abschnitt 4.1.1 - "Bindiger Boden muss während der Bauzeit gegen Aufweichen und Auffrieren gesichert sein").



Ein Überbauen von wassergesättigten, bindigen Böden, die eine weiche Konsistenz aufweisen, führt bei Belastungen des gering tragfähigen Bodens zu Porenwasserüberdrücken und zum Grundbruch. Beim Auftreten von aufgeweichten Böden im Gründungsniveau der Fundamente ist der Aushub entsprechend tiefer zu führen. Als Bodenaustausch sind verdichtungsfähige Lockergesteine, Grobschlag oder ggf. Magerbeton einzubauen. Rohrleitungsgräben dürfen ohne Verbau bis 1,25 m Tiefe mit senkrechten Wänden hergestellt werden (vgl. Abb. 3). Rohrleitungsgräben bis 1,75 m Tiefe dürfen in mindestens steifen, bindigen Böden ohne Verbau hergestellt werden, wenn die Grabenwände abgebösch werden oder der mehr als 1,25 m über der Grabensohle liegende Bereich unter  $\leq 45^\circ$  abgebösch wird (vgl. Abb. 4).



**Abbildung 3:** Rohrleitungsgräben bis 1,25 m Tiefe



**Abbildung 4:** Rohrleitungsgräben bis 1,75 m Tiefe



Bei einem Auftreten von wassergesättigten Sandlagen und bei Weichschichten in der Wandung und im Rohrleitungsgraben ist ein Verbau (sog. „Kringverbau“ o.ä.) nach DIN 4124 in Kombination mit offenen Wasserhaltungsmaßnahmen vorzusehen, um ein Zusammenfließen dieser Böden zu verhindern. Bei der Herstellung der Rohrleitungsgräben und Kanäle sind die Vorgaben der DIN 4124 zu beachten und einzuhalten. Rohrleitungsarbeiten sind gemäß der DIN EN 1610 „Verlegung von Abwasserleitungen und Kanälen“ durchzuführen.

Beim Verfüllen von Leitungsgräben/Kanälen ist in der Baugrubensohle auf dem Planum mittels Plattendruckversuch ein Verformungsmodul von  $E_{v1} \geq 60 \text{ MN/m}^2$  (gilt nur für Sand als Planumsverbesserung) mit einem Verhältnis  $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,6$  zu erreichen. Der Verdichtungsgrad auf der Tragschicht darf 97% Proctordichte nicht unterschreiten.

Für einen ausreichenden Abfluss des anfallenden Oberflächen- und Regenwassers ist zu sorgen.

## 11. VERKEHRSFLÄCHEN UND PARKPLÄTZE

Verkehrs- und Parkflächen sind in Anlehnung an die gültigen Vorschriften im Straßenbau entsprechend der RStO 12 (Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen), der ZTVE- StB 94/Ausgabe 2009 (Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau) und der ZTVT- StB 95/Ausgabe 2002 (Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Tragschichten im Straßenbau) herzustellen.

Die humosen Mutterbodenschichten/Auffüllungen mit einer **lockeren** Lagerungsdichte sind nicht frostsicher und weisen nur eine geringe Tragfähigkeit auf. Humifizierte Böden sind im Bereich der geplanten Verkehrs- und Parkflächen vollständig zu entfernen und durch Austauschboden zu ersetzen. Auf dem Planum der Verkehrsflächen gilt als Nachweis für eine ausreichende Tragfähigkeit ein  $E_{v2}$ -Wert  $\geq 45 \text{ MN/m}^2$ ,  $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$ .

Die Kontrolle der Verdichtung bzw. der Tragfähigkeit ist mit anerkannten Prüfverfahren (Lastplattendruckversuche o.ä.) vorzunehmen. Erst nach dem Erreichen der geforderten Planumtragfähigkeit kann die Ausführung des Oberbaus entsprechend der RStO 12 erfolgen.

Bei der Frosteinwirkungszone II und der Frostempfindlichkeitsklasse von F 1 für Sand (Austauschboden) und F 3 für Schluff ist entsprechend der projektierten Belastungsklasse ein Straßenaufbau von mindestens 0,6 m zu wählen.



Auf der Frostschutzschicht ist der Nachweis von  $120 \text{ MN/m}^2$  und auf der OK Tragschicht ist je nach Schichtstärke des Tragschichtmaterials ein Verformungsmodul zwischen  $150 \text{ MN/m}^2$  und  $180 \text{ MN/m}^2$  gefordert. Der Verdichtungsgrad auf der Tragschicht darf 103% Proctordichte nicht unterschreiten. Dafür ist ein Verhältniswert  $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,2$  mittels Plattendruckversuch nachzuweisen.

## 12. BEURTEILUNG DER VERSICKERUNGSFÄHIGKEIT

Nach den Ergebnissen der orientierenden Baugrunderkundung lagern im Untersuchungsgebiet unter humifizierten Mutterbodenschichten und schwach schluffigen bis stark schluffigen Feinsanden überwiegend bindige Schluffe (Beckenschluff, Geschiebemergel) mit unterschiedlichen Tonanteilen, in die örtlich überwiegend wassergesättigte Sandlagen zwischengeschaltet sind.

Entsprechend den Belangen der ATV-DVWK- A 138 sind für eine wirksame Versickerung des Niederschlagswassers  $k_f$ -Werte in der Spanne von  $5 \times 10^{-3}$  bis  $5 \times 10^{-6} \text{ m/s}$  erforderlich. Für die humosen Mutterbodenschichten/Auffüllungen (Schicht 1, vgl. Tabelle 1) kann aufgrund organischer Beimengungen nur eine Versickerungsrate  $k_f < 1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$  angegeben werden. Sie sind zur Regenwasserversickerung nach der ATV-DVWK- A 138 nicht geeignet.

Den schwach schluffigen bis schluffigen Feinsanden (vgl. Schicht 2, Tabelle 1), die im Untersuchungsgebiet im Tiefenbereich zwischen 0,4 und 2,3 m u. GOK anstehen, kann ohne nähere Untersuchungen eine Durchlässigkeit von  $k_f = 10^{-4} - 10^{-5} \text{ m/s}$  zugeordnet werden. Bei den stark schluffigen Feinsanden der Schicht 3 ist mit  $k_f$ -Werten in der Größenordnung von  $k_f = 10^{-5} - 10^{-6} \text{ m/s}$  zu rechnen. Die Sande sind wasserdurchlässig und versickerungsfähig, jedoch **überwiegend wassergesättigt**.

Für die im Bauareal anstehenden, bindigen Schluffe (Beckenschluff, Geschiebemergel; Schicht 4 und 5, vgl. Tabelle 1) kann aufgrund der Tonanteile eine Wasserdurchlässigkeit von  $k_f < 1 \times 10^{-7} \text{ m/s}$  angegeben werden. Genauere Aussagen sind nur über bodenmechanische Laborversuche (kombinierte Sieb-/Schlammanalysen usw.) möglich. Die bindigen Horizonte (Beckenschluff, Geschiebemergel) fungieren am Standort als Grundwasserstauer, d. h. diese Schichten können Grundwasser nicht durchlassen. Somit sind sie gemäß DIN 18130 als gering bzw. sehr gering wasserdurchlässig zu bezeichnen und zur Versickerung von Niederschlagswasser **nicht** geeignet.

Nach der ATV-DVWK- A 138 müssen ein Abstand von 10 m zum nächsten Keller und ein Grundwasserabstand von mindestens 1,0 m zur Unterkante der Versickerungsanlage (jahreszeitliche Wasserstandschwankungen beachten!) eingehalten und die baulichen und



betrieblichen Hinweise des ATV-Arbeitsblattes beachtet werden. **Aufgrund der relativ hohen Wasserstände ist eine Regenwasserversickerung nach den Vorgaben des ATV-Merkblattes nicht zulässig.** Die Entsorgung des anfallenden Niederschlagswassers ist mit der zuständigen Behörde zu klären.

Wir empfehlen eine gesonderte Versickerungsplanung.

**SACHVERSTÄNDIGEN-RING**  
Dipl.-Ing. H.-U. Mücke GmbH

---

Die Präzision der Messergebnisse liegt innerhalb der in den Verfahren angegebenen Grenzen. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Eine auszugsweise Vervielfältigung des Gutachtens bzw. der Prüfergebnisse auf Datenträgern ist ohne unsere Genehmigung nicht zulässig.  
Genehmigung nicht zulässig.