


Grundstücks-Gesellschaft „Trave“ mbH
Falkenstraße 11
23564 Lübeck

Lübeck, 19.10.2020


GUTACHTLICHE STELLUNGNAHME

zu den Baugrund- und Grundwasserverhältnissen sowie den
allgemeinen Gründungsmaßnahmen im Bereich der geplanten Wohngebietserschließung
in **23556 Lübeck, Schönböckener Straße 55**

Inhaltsübersicht:

1. Vorbemerkungen
2. Baugrund- und Grundwasserverhältnisse
 - 2.1 Bodenuntersuchungen
 - 2.2 Grundwasser
 - 2.3 kennzeichnende Eigenschaften der Böden
 - 2.4 Homogenbereiche
 - 2.5 chemische Analysen
3. Bodenklassen und Bodenkennwerte
4. Gründungsberatung
 - 4.1 Gründungsmaßnahmen
 - 4.2 Baugrube, Wasserhaltung
 - 4.3 Trockenhaltung unter Gelände liegender Gebäudeteile
 - 4.4 Niederschlagswasserversickerung
 - 4.5 ausführungstechnische Hinweise

- Anlagen:**
- | | |
|---|---|
| 1 | Bodenprofile, Widerstandsdiagramme und Lage der Untersuchungspunkte |
| 2 | Körnungslinien |
| 3 | chemische Analysebefunde |

1 Vorbemerkungen

Die Grundstücks-Gesellschaft „Trave“ mbH, Lübeck, plant in der Schönböckener Straße 55 eine neue Wohnbebauung mit nicht unterkellerten und teilweise evtl. unterkellerten Gebäuden.

Das Ingenieurbüro Reinberg, Lübeck, wurde in diesem Zusammenhang beauftragt, die örtlichen Boden- und Grundwasserverhältnisse im Bereich des zu bebauenden Grundstückes zu untersuchen, zu beschreiben, die Bodenkennwerte zu ermitteln, diese hinsichtlich der allgemeinen Gründungsmaßnahmen geotechnisch zu beurteilen und eine Gründungsempfehlung abzugeben.

Für die baugrund- und gründungstechnische Bearbeitung standen die folgenden Unterlagen als pdf-Dateien zur Verfügung:

- Auszug aus dem Liegenschaftskataster, Liegenschaftskarte M. 1:1000;
- Konzeptstudien Schönböckener Straße 55, Konzept A und B von [REDACTED]
- Lageplan M. 1:500 von der Bestandsbebauung vom Juni 1995;
- Auskunft aus dem Altlasteninformationssystem der Hansestadt Lübeck vom 04.08.2020.

Die Planung sieht zum jetzigen Zeitpunkt acht bis neun freistehende, mehrgeschossige Gebäude vor, die teilweise evtl. eine Unterkellerung erhalten. Des Weiteren sind im Bereich der Zuwegung und im nördlichen Grundstücksteil Stellplatzflächen vorgesehen.

Das annähernd ebene Grundstück ist zum Zeitpunkt der Feldarbeiten noch mit über Laubengängen verbundenen Gebäuden und einem freistehenden L-förmigen Gebäude bebaut, welche im Zuge der Neuplanung komplett zurück gebaut werden und der Baugrund enttrümmert wird, weitere Bereiche sind mit Oberboden angedeckt bzw. mit Betonverbundpflaster befestigt.

Konkrete Angaben von aus dem Bauwerk resultierenden und auf den Baugrund einwirkenden Lasten lagen nicht vor.

2 Baugrund- und Grundwasserverhältnisse

2.1 Bodenuntersuchungen

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden am 12. + 13.08.2020 auf dem Grundstück, um die vorhandenen Gebäude herum an insgesamt 18 gleichmäßig verteilten Untersuchungspunkten Kleinrammbohrungen (n. DIN 4021/22 475-1, DN 40-80mm) bis in eine Tiefe von maximal 7,0m abgeteuft. Zusätzlich wurden im Bereich der Bohrungen 1, 5, 8, 11, 13 und 16, zur Beurteilung der Tragfähigkeit der angetroffenen Böden, die Widerstandszahlen (N_{10} = Schlagzahlen je 10cm Eindringung) mit der leichten Rammsonde (DPL-5 n. DIN 4094-3, alt) bis in eine Tiefe von 5,0m ermittelt.

Die Ergebnisse der Felduntersuchungen sind nach einer kornanalytischen Bestimmungen der laufend entnommenen Bodenproben als farbige Profile und die Tragfähigkeitskennzahlen als farbig hinterlegte Widerstandsdiagramme auf der beigefügten Anlage 1 zeichnerisch und höhengerecht, auf Meter über Normalhöhennull (müNHN), bezogen, aufgetragen; die Bohransatzpunkte sind dem nebenstehenden Lageplan zu entnehmen. Weiterhin sind die in Feldansprache (n. DIN 4022, T1) ermittelten Konsistenzen der bindigen Böden rechts als Strichmarkierungen dargestellt. Die nach dem Bohrende im Bohrloch gemessenen Grundwasserstände (Stichtagsmessung) sind links an den Bodenprofilen in blau angetragen; wasserführende Bodenschichten sind mit einem senkrechten blauen Strich und nasse Böden mit einem blauen u gekennzeichnet.

Es hat sich der nachfolgend beschriebene, sehr gleichmäßige Bodenaufbau ergeben:

An der Geländeoberkante wurde an den Untersuchungspunkten 1, 2, 6, 9, 10, 12 bis 17 eine z.T. sehr mächtige 0,5 bis 1,5m starke, schluffige, sandige, schwach kiesige, humose Oberbodendeckschicht vereinzelt mit Bauschuttresten angetroffen.

An den Bohrpunkten 4, 5, 7, 8 befindet sich an der Geländeoberkante ein 8cm starkes Betonverbundpflaster. Darauf folgen an diesen Punkten sowie an der Geländeoberkante der Bohrungen 3, 11 und 18 und unterhalb des Oberbodens am Punkt 10 ca. 12 – 75cm starke, aufgefüllte Böden als Sand-Kies- und Sand-Schluff-Gemische mit schwach humosen bis humosen Lagen und einer schwach schluffigen, sandigen gebrochenen Gesteinskörnung (Schotter).

Unterhalb der aufgefüllten Böden befinden sich an den Untersuchungspunkten 4, 5, 8, 10 und 18 „alter“ (überschütteter) schluffiger, sandiger, humoser Oberboden.

Danach wurden an allen Untersuchungspunkten bis in Tiefen von minimal 2,6 und maximal z.T. bis zur Erkundungsendteufe von 5,0m bzw. 6,8m unter Gelände gewachsene Sande festgestellt. Die Sande setzen sich kornanalytisch aus überwiegend schwach schluffigen, z.T. schwach mittelsandigen bis mittelsandigen Feinsanden und vereinzelt aus schwach schluffigen bis schluffigen, schwach grobsandigen Fein- und Mittelsanden, kiesigen Fein- bis Grobsanden z.T. mit Schluff-, humosen und grobsandigen Lagen zusammen. Die Lagerungsdichte der Sande ist nach den festgestellten Widerstandszahlen als überwiegend mindestens mitteldicht gelagert festgestellt worden. Für die anderen Untersuchungspunkte gelten, dem Bohrfortschritt nach, im Analogschluß mindestens gleiche Tragfähigkeiten. Im Bereich der Grundwasserwechselzone sind die Sande z.T. locker gelagert.

Bis zur Erkundungsendtiefe bzw. zwischengelagert im Bereich der Bohrungen 11 und 15 wurden bindige Böden als entkalkter Beckenschluff (BU) vereinzelt mit nassen Feinsand-Streifen in weich-steifer Zustandsform und kalkhaltiger Geschiebemergel (Mg) ebenfalls vereinzelt mit nassen Sand-Streifen in steifer Zustandsform.

Von charakteristischen Bodenproben wurden, zur Bestimmung weiterer Kenndaten, im bodenmechanischen Labor des Unterzeichners an fünf Labormischproben die Körnungslinien durch Nasssiebanalysen (n. DIN 18123-5) ermittelt, die als Durchgangssummenkurven im einfachlogarithmisch geteilten Koordinatensystem auf der Anlage 2 dargestellt sind. Die Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte k [m/s] der Böden wurden rechnerisch nach *Beyer* aus dem Körnungskurvenverlauf ermittelt, gelten bei Wassersättigung und sind ebenfalls der Anlage 2 zu entnehmen.

Nach einer organoleptisch/ sensorischen Ansprache wurden die zur chemischen Analyse ausgewählten anthropogen beeinflussten Bodenproben bis zur Übergabe an Eurofins Umwelt Nord GmbH, NL Schwentinental, in Glasbehältern gekühlt verwahrt, s. Abschnitt 2.5.

Weitere Einzelheiten zu den Baugrundverhältnissen sind aus der beigefügten Anlage 1 ersichtlich.

2.2 Grundwasser

Zum Zeitpunkt der Feldarbeiten wurde nach Beendigung der Bohrarbeiten das innerhalb der Sande hydraulisch korrespondierende Grundwasser in Tiefen von 1,8 bis 3,9m unter Gelände bzw. +15,0 bis +13,5mNHN angetroffen. Am Punkt 6 wurde Stauwasser in einer Tiefe von 2,9m unter Gelände bzw. +14,6mNHN festgestellt, dieses resultiert aus den nassen Sand-Streifen des bindigen Bodens (Nichtwasserleiter) und stellt im Bohrloch eingestautes Wasser dar; sich frei bewegendes Grundwasser ist innerhalb der bindigen Bodenschichten (BU/Mg) lediglich in den vorhandenen Sand-Streifen möglich. Am Untersuchungspunkt 11 wurde auf dem Beckenschluffstreifen aufgestautes Niederschlagswasser festgestellt, ein Grundwasserspiegel oberhalb des BU-Streifens ergibt sich hieraus nicht, daher wurde der nasse Sand mit blauen u's markiert.

Aufgrund von klimatischen bzw. witterungsbedingten Einflüssen ist mit einem Grundwasseranstieg von bis zu 0,8m zu rechnen.

Demnach wird der Bemessungswasserstand (HGW) +15,8mNHN und der mittlere höchste Grundwasserstand auf +15,5mNHN (MHN) festgelegt.

Zur chemischen Beurteilung des Grundwassers hinsichtlich seiner betonangreifenden Zusammensetzung ist auf die Entnahme eine Wasserprobe und Analyse nach den Vorgaben der DIN 4030 (Beurteilung von beton- u. stahlangreifender Wässer, Böden und Gase) im Vorwege verzichtet worden, da aufgrund der Erfahrung bei Projekten in der näheren Umgebung für die Bemessung der Bauteile aus Beton die Expositionsklasse XA1 (schwach angreifend) ermittelt wurde und auch hier mit auf der sicheren Seite liegend angenommen werden kann.

Bei unterkellelter Bauweise wäre für einen Antrag für die Erlaubnis zur Grundwasserentnahme (temporäre Grundwasserabsenkung) oder für eine Einleitung ins öffentliche Regenwassersiel dementsprechende chemische Untersuchungen des Grundwassers vor dem Beginn der Maßnahmen zu veranlassen.

2.3 Kennzeichnende Eigenschaften der Böden

Der Oberboden genießt einen besonderen Schutz (Mutterbodenschutzgesetz gemäß BauGB §202) und ist unterhalb bebauter Flächen (auch Garagen, Stellplätze und Verkehrsflächen) zum Beginn der Bauarbeiten generell abzutragen und zur Wiederverwendung seitlich in geeigneten Mieten zu lagern. Der Oberboden ist nach DIN 18300:09.2016 ein eigener **Homogenbereich (O1)**; er ist in der Ausschreibung nach der

DIN 18915:06.2017 (Entwurf, Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Bodenarbeiten) und DIN 18320:09.2016 (Landschaftsbauarbeiten) zu berücksichtigen.

Die aufgefüllten Sand-Schluff-/Sand-Kies-Gemische sind grundsätzlich tragfähig und neigen im verdichteten Zustand zu nur geringen Verformungen. Der Bauschuttanteil des aufgefüllten Bodens beträgt ≤ 10 Vol.-%. Die Wasserleitfähigkeit ist nach DIN 18 130, Tab. 1 (Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit), je nach Verunreinigungsgrad mit Feinkornanteilen, mit schwach durchlässig bis durchlässig (10^{-8} - 10^{-4} m/s) zu beschreiben. Diese Böden werden im trockenen Zustand in den **Homogenbereich (B1)** (von Geländeoberkante/Unterkante Oberboden/ Unterkante Befestigung bis zur Schichtgrenze) zugeordnet. Diese Böden werden bei der Baumaßnahme ausgesetzt und sind von der Baustelle vollständig zu entfernen und einer geordneten Verwertung zu zuführen.

Die überwiegend angetroffenen gewachsenen Feinsande, in mindestens mitteldichter Lagerung, sind als tragfähig zu beschreiben. Kornumlagerungen bzw. Setzungen treten rasch unmittelbar nach den Belastungen aus dem Rohbau bzw. den angepassten Verdichtungsarbeiten ein. Die Wasserleitfähigkeit ist nach DIN 18 130, Tab. 1 (Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit), je nach Verunreinigungsgrad mit Feinkornanteilen, als durchlässig (10^{-4} - 10^{-6} m/s) zu beschreiben. Diese Böden im trockenen Zustand sind dem **Homogenbereich (B1)** (ab Uk. Oberboden/Auffüllungen bis zum Gründungshorizont/ Grundwasserstand) zuzuordnen. Im wassergesättigten Zustand sind diese in den **Homogenbereich (B2)** (ab Grundwasserstand/ Bemessungswasserstand bis zum Gründungshorizont) einzuordnen.

Die gewachsenen bindigen Böden als Beckenschluff (BU) und Geschiebemergel (Mg) angesprochen, sind in der angetroffenen weich-steifen bis steifen Zustandsform grundsätzlich tragfähig, neigen jedoch unter neuer ständiger Last zu langfristig abklingenden Konsolidierungssetzungen. Sie sind dem **Homogenbereich (B3)**, der sich ab der Unterkante der Sande bis zur notwendigen Eingriffstiefe erstreckt, zuzuordnen. Aufgrund der Kornzusammensetzung (hoher Feinkornanteil) sind sie sehr schwach wasserdurchlässig (n. DIN 18 130, Tab. 1) sowie ausgeprägt frost- und wasserempfindlich. Bei Wasserzutritt und/ oder bei dynamischer Beanspruchung, z.B. durch Radlasten von Baufahrzeugen verlieren diese Böden infolge Gefügeveränderung ihre Festigkeit und weichen völlig auf.

In den bindigen Geschiebeböden ist insbesondere am Übergang zwischen den Sanden und dem Geschiebemergel/-lehm mit einem Anteil ≥ 30 M.-% an Kiesen und Steinen bis zur Geröllgröße zu rechnen; die auch in Linsenbildung (konzentrierter Anhäufung) anstehen können.

2.4 Homogenbereiche (n. VOB, Teil C, DIN 18300:09.2016)

Für die hier auszuführenden Erdarbeiten sind nach o.a. Norm alle beschriebenen Homogenbereiche maßgebend, die sich über die gesamte Baufläche (ab Geländeoberkante bis zum Gründungshorizont) erstrecken.

Das vorhandene Grundwasser in den gewachsenen Sanden des Homogenbereiches B2 (ab Bemessungswasserstand bis zum Gründungshorizont) muss vor Beginn der allgemeinen Erdbaumaßnahmen (bei unterkellerter Bauweise) zur Herstellung der Gründungselemente mit einer offenen/ geschlossenen Grundwasserhaltung abgesenkt und abgeleitet werden. Dabei ist das Erdplanum trocken zu halten und vor Frosteintrag zu schützen. Dennoch oberflächlich aufgeweichte Bodenbereiche sind durch grobkörnigen Boden (Sand-Kies-Gemisch n. DIN 18 196, $D_{Pr} \geq 98 \%$) zu ersetzen.

Die anstehenden Böden sollten generell mit kettengeführten Hebezeugen (Bagger bis ca. 10t mit baubetriebsüblichen Schaufeln) gelöst und geladen werden. Größere Bagger und Hebezeuge insbesondere innerhalb der Baugrube, spätestens ab ca. 0,5m über der Aushubsohle (Umlagerung der Aushub und Einlageböden, Empfindlichkeit der bindigen Böden), sind mit einem Kettenlaufwerk auszustatten. Ebenso ist es ratsam für notwendige Bodentransporte auch wendige Fahrzeuge (z. B. 3- und 4-Achser mit Allradantrieb) zu wählen bzw. temporäre Baustraßen anzulegen.

Der Bodenaushub im Bereich der bindigen Böden (Homogenbereich B3) hat in rückschreitender Arbeitsweise mit einem Bagger mit einer geraden Schaufelschneide (keine Zähne) so zu erfolgen, dass der Beckenschluff/Geschiebemergel (BU/Mg) in den Gründungsebenen nicht gestört wird. Während der Bauzeit ist dafür Sorge zu tragen, dass die Tragfähigkeit der im Gründungsbereich anstehenden frost- und witterungsempfindlichen bindigen Böden durch zufließendes Oberflächen- bzw. Niederschlagswasser, Frosteintrag oder durch die mechanische Einwirkung von Baufahrzeugen nicht beeinträchtigt wird.

Da die neue Nomenklatur bzw. die Umsetzung bei den Erd- und Straßenbauunternehmen erfahrungsgemäß bis zu diesem Zeitpunkt kaum Berücksichtigung gefunden haben wird, werden unter dem Abschnitt 3, Bodenklassen- und Kennwerte, die „alten“ Bodenklassen ebenfalls angegeben. Die zugehörigen „Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, ZTV E-StB 17“ berücksichtigen bereits die Homogenbereiche.

2.5 chemische Analysen

Von den im Baufeld angetroffenen aufgefüllten und gewachsenen Sanden (z.T. für den Bodenaushub einer eventuellen Unterkellerung) wurden nach Ansprache und organoleptischer Begutachtung insgesamt zwei Mischproben zusammengestellt und dem chemischen Labor Eurofins Umwelt Nord GmbH, Schwentinental, zur Analyse nach LAGA-TR Boden, und Deponie Verordnung (DepV) übergeben.

Die Mischproben setzen sich wie folgt zusammen:

MPB1: aufgefüllte Böden aus den Bohrungen 2, 3, 5, 7, 10, 18/ Tiefen von 0,5-1,2, 0,0-0,6, 0,2-0,6, 0,3-0,65, 0,6-0,95, 0,0-0,75m, LAGA Zuordnungsklasse = Z1.1, DepV = DK0, Ergebnisse s. Anlage 3;

MPB2: gewachsene Sande aus den Bohrungen 3, 4, 5, 8, 17/ Tiefen von 0,6-2,0, 0,9-2,0, 0,6-1,3, 0,5-2,2, 1,4-3,0m, LAGA Zuordnungsklasse = Z0/Z0*, DepV = DK0, Ergebnisse s. Anlage 3.

Ausweislich der Untersuchungsergebnisse sind die aufgefüllten Böden der Mischprobe **MPB1** aufgrund des erhöhten TOC-Gehaltes der Zuordnungsklasse Z1.1 zuzuordnen, die gewachsenen Böden der Mischprobe **MPB2** ist unauffällig und somit der Zuordnungsklasse Z0/Z0* einzuordnen.

Grundsätzlich ist anfallender Bodenaushub, unter Beachtung der Vorgaben des LAGA Merkblattes 20, einer Verwertung/ Entsorgung zuzuführen. Eine Verwertung innerhalb der Baumaßnahme unter Beachtung der Vorgaben des o.a. Merkblattes ist zu bevorzugen. Aufgrund dieser Untersuchungen ist anfallender Bodenaushub aus dem Bereich der **MPB2** einer Verwertung in der Einbauklasse 0 (uneingeschränkter Einbau) und der **MPB1** in die Einbauklasse 1 (eingeschränkter offener Einbau) grundsätzlich möglich.

Bei einer Beseitigung, wenn eine Verwertung nachweislich nicht möglich ist, können die Materialien einer Deponie der Deponieklasse 0 angedient werden.

Die weiteren gewachsenen Böden zeigten bei der organoleptisch/sensorischen Ansprache keine Auffälligkeiten und können demnach im Bereich der Baumaßnahme ebenfalls wiederverwendet werden.

3 Bodenklassen und Bodenkennwerte

Für erdstatische Berechnungen können aufgrund der durchgeführten Untersuchungen und aus der Erfahrung folgende gewogene bodenmechanische charakteristische Kennwerte angesetzt werden. Weiterhin werden für Ausschreibungen nach neuer und alter VOB, Teil C, DIN 18300:09.2016 bzw. 09.2012 die Homogenbereiche und „alten“ Bodenklassen angegeben:

Oberboden:

Homogenbereich n. DIN 18 300:09.2016:	O1
Bodenklasse n. DIN 18300:09.2012:	1
Bodengruppe n. DIN 18196:	OH

Auffüllungen:

Homogenbereich n. DIN 18 300:09.2016:	B1
Bodenklasse n. DIN 18300:09.2012:	3
Bodengruppe n. DIN 18196:	A [Kies, Sand, Schluff, Bauschuttreste, schwach humos]
Frostempfindlichkeitsklasse n. ZTV E-StB17:	F1-F2 (nicht bis mittel frostempfindlich)
Raumgewicht:	$\gamma / \gamma' = 18/10\text{kN/m}^3$

Sande, gewachsen, mitteldicht:

Homogenbereich n. DIN 18 300:09.2016:	B1, 2
Bodenklasse n. DIN 18300:09.2012:	3
Bodengruppe n. DIN 18196:	SE-SU
Frostempfindlichkeitsklasse n. ZTV E-StB17:	F1 (nicht frostempfindlich)
Raumgewicht:	$\gamma / \gamma' = 18/10\text{kN/m}^3$
Scherfestigkeit:	$\varphi_k = 32,5^\circ$
Kohäsion:	$c_k = 0\text{kN/m}^2$
Steifemodul:	$E_{S,k} = 40\text{MN/m}^2$

Beckenschluff (BU), weich-steif:

Homogenbereich n. DIN 18 300:09.2016:	B3
Bodenklasse n. DIN 18300:09.2012:	4, 2 (wenn durch Wasserzutritt bzw. dynamischer Belastung der Boden in seinem Gefüge zerstört wird und dann den „Fließenden Bodenarten“ zuzuordnen ist)
Bodengruppe n. DIN 18196:	UL-UM
Frostempfindlichkeitsklasse n. ZTV E-StB17:	F3(sehr frostempfindlich)

Raumgewicht:	$\gamma / \gamma' =$	20/10kN/m ³
Scherfestigkeit:	$\varphi_k =$	22,5°
Kohäsion:	$c_k =$	7,5kN/m ²
Steifemodul:	$E_{S,k} =$	20MN/m ²

Geschiebemergel (Mg), steif, gewachsen:

Homogenbereich n. DIN 18 300:09.2016:	B3	
Bodenklasse n. DIN 18300:09.2012:	4, 2	
Bodengruppe n. DIN 18196:	ST*-TL	
Frostempfindlichkeitsklasse n. ZTV E-StB17:	F3(sehr frostempfindlich)	
Raumgewicht:	$\gamma / \gamma' =$	21/11kN/m ³
Scherfestigkeit:	$\varphi_k =$	27,5°
Kohäsion:	$c_k =$	10kN/m ²
Steifemodul:	$E_{S,k} =$	35MN/m ²

4 Gründungsberatung

Im Sinne der DIN 1054:2010-12 ist für die Baumaßnahme im Hinblick auf das Zusammenwirken von Bauwerk und Baugrund mit dem Nachweisverfahren 2 die Geotechnischen Kategorie 2 (GK 2, mittlerer Schwierigkeitsgrad) und die Bemessungssituation BS-P maßgebend. Größere Bodenaustauschmaßnahmen unterhalb der Gründungssohlen werden nicht erforderlich. Eine Wasserhaltung bzw. Grundwasserabsenkung während der Baugrubenherstellung bis zur Auftriebssicherheit (s. a. Grundwasser) bei unterkellerten Gebäuden ist notwendig und zu planen.

Gründungsmaßnahmen

a) nicht unterkellerte Gebäude

Die unter dem, auch dem überbauten („alten“), Oberboden bzw. den aufgefüllten Böden in der frostfreien Gründungsebene ($t \geq 0,80\text{m}$) anstehenden gewachsenen Sande sind für die Ausführung einer Flachgründung im Bereich nicht unterkellerten Gebäude als geeignet einzustufen. Nach dem Abtrag des Oberbodens und der Auffüllungen bzw. dem weiteren Bodenaushub ist die gestörte Aushubebene evtl. unter Wasserzugabe nachzuverdichten.

Für notwendige Gelände- und Baugrubenauffüllungen ist ausschließlich ein schluffarmes Sand-Kies-Gemisch (SW n. DIN 18 196 mit Korndurchmesser $D = 0,063\text{mm} \leq 5\text{M.}\%$ und $D \geq 2\text{mm} \geq 20\text{M.}\%$, $k\text{-Wert} \geq 1 \times 10^{-4}\text{m/s}$) lagenweise verdichtet ($D_{Pr} \geq 98 \%$), unter

Berücksichtigung des Lastausbreitungswinkels von 45° ab Fundamentaußenkanten, zu verwenden.

Alsdann können für vertikal und zentrisch belastete Streifenfundamente die in der nachfolgenden Tabelle angegebene Bemessungswerte des Grundbruchwiderstandes R_d [kN/m] bzw. $\sigma_{R,d}$ [kN/m²] angenommen werden; für Einzelfundamente können im Analogschluß mindestens die angegebenen Grundbruchwiderstände angenommen werden. Im Sinne der DIN 1054:2010-12 ist für die Baumaßnahme im Hinblick auf das Zusammenwirken von Bauwerk und Baugrund die Geotechnischen Kategorie 1 (GK 1 = geringer Schwierigkeitsgrad) und die Bemessungssituation BS-P für die ständigen und regelmäßig auftretenden veränderlichen Einwirkungen maßgebend.

Streifenfundament, vertikal zentrisch belastet, Einbindung $t \geq 0,80m$

Fundament-		Grundbruchwiderstand R_d [kN/m] / $\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	Setzungen [cm]
länge a [m]	breite b bzw. b'		
10,0	0,3	94 / 314	0,3
10,0	0,4	133 / 334	0,5
10,0	0,5	177 / 354	0,6
10,0	0,6	224 / 374	0,8

Bei Anwendung der angegebenen Tabellenwerte und Berücksichtigung der o.a. Maßnahmen sind keine konstruktionsschädlichen Setzungsunterschiede bei einem Gesamtsetzungsmaß von $s \leq 1cm$ zu erwarten. Zur Minimierung der Verformungsdifferenzen sind die Fundamentabmessungen anhand der angegebenen Werte von dem Aufsteller der statischen Berechnung bauwerksverträglich zu bestimmen.

Bei außermittig belasteten Fundamenten sowie bei Horizontalbelastungen, die größere als die o.a. mittleren Bemessungswerte des Grundbruchwiderstandes ergeben, ist die Grundbruchsicherheit nach DIN 4017, Teil 2 gesondert nachzuweisen.

Für die Gründung des Erdgeschoßfußbodens (Stahlbetonsohlplatte) auf einem mindestens 0,25m starken, verdichteten Kies- Sand-Gemisch (GW n. DIN 18 196, Kornanteile $D \geq 2mm \geq 40M.-%$ und $D = 0,063mm \leq 5M.-%$, Verdichtungsanforderung: $D_{Pr} \geq 98%$) kann der charakteristische mittlere Bettungsmodul mit $k_{s,k} \leq 30MN/m^3$ angesetzt werden. Bei lastabtragenden Wänden, die ohne örtliche Verstärkung auf der Stahlbetonsohlplatte

abgesetzt werden, sind die Lasten über ideale Fundamente mit entsprechender Bewehrung in den Baugrund zu übertragen.

b) unterkellerte Gebäude

Die Gründungsebene der Kellergeschosse von unterkellerten Gebäuden (ca. 3,0m unter Gelände) liegt überwiegend in den gewachsenen Sanden und vereinzelt in den bindigen Böden (Geschiebemergel), welche unter Beachtung der nachfolgenden Hinweise, für eine Ausführung einer Flachgründung auf Streifen-, Einzelfundamenten bzw. einer elastisch gebetteten Stahlbetonsohlplatte geeignet sind.

Um einen tieferen Eingriff in den Baugrund durch eine Gründung auf Streifen- u. Einzelfundamenten zu vermeiden, wird als Gründungselement eine Stahlbetonsohlplatte empfohlen.

Alsdann kann für die weiteren Planungen von Kellersohlen aus Stahlbeton ein durch Nebenrechnungen und unter Berücksichtigung der Vorbelastung bzw. Aushubentlastung sowie vorbehaltlich einer genauen Setzungsberechnung mit den Lasten aus der Statik, ein mittlerer Bettungsmodul von $k_{s,k} \leq 35 \text{MN/m}^3$ angesetzt werden. Zur Ausbildung des äußeren Randbereiches der Stahlbetonsohlplatte unterhalb der Kelleraußenwände, sollte der Überstand der Stahlbetonsohlplatte mindestens 0,10m betragen. Bei lastabtragenden Wänden, die ohne örtliche Verstärkung auf der Stahlbetonsohlplatte abgesetzt werden, sind die Lasten über ideale Fundamente mit entsprechender Bewehrung in den Baugrund zu übertragen; für bewehrte Sohlplatten ist nach der Betonaushärtung grundsätzlich keine Grundbruchgefahr zu besorgen. Setzungen treten aufgrund der Aushubentlastung bzw. Vorbelastung lediglich in sehr geringem Maß $s \leq 0,5 \text{cm}$ ein. Demnach sind, bei anzustrebender gleichmäßiger Lastverteilung innerhalb der Stahlbetonsohlplatte, keine konstruktionsschädlichen Winkelverdrehungen zu erwarten.

Auftrieb ist bis zu dem o.a. Bemessungswasserstand bzw. bis zu evtl. entlastenden Kelleröffnungen (z. B. offene Fenster, o.ä.) zu berücksichtigen.

Bei unterhalb der Sohlplatte notwendigen Einzelfundamenten ist das theoretische unterschiedliche Setzungsverhalten (Einzelfundament- > Sohlplattensetzung) zu beachten (getrennte Stützenfuge elastisch abdichten). Theoretisch stellt sich eine weich verlaufende Setzungsmulde im Stützenbereich ein.

Als Auflager der Stahlbetonsohlplatte ist ein mindestens 0,25m starkes, verdichtetes Kies-Sand-Gemisch (GW n. DIN 18 196, s. o., Verdichtungsanforderung: $D_{Pr} \geq 98\%$) vorzusehen.

4.2 Baugrube, Wasserhaltung

Zur Herstellung von Baugruben für unterkellerte Gebäude wird eine temporäre Grundwasserabsenkung bis auf mindestens 0,5m unter Uk. Gründungsebene notwendig, da wassergesättigte Sande ausfließen und standsichere Baugrubenböschungen bzw. Baugrubenverbau (Trägerbohlwand, Spundwand) nicht ausführbar sind.

Der Erfolg der Absenkung ist vor dem Beginn der Erdarbeiten zu prüfen. Aufgrund der geringen Absenktiefe, die weitestgehend im Bereich des natürlichen Grundwasserschwankungsbereichs liegt, sind Einwirkungen auf benachbarte Bebauungen nicht erkennbar.

Es kann z. B. mit einer geschlossenen eingefrästen horizontalen Dränage im Vakuumbetrieb oder nach einem teilweisen Voraushub bis ca. 0,5m über dem GW-Stand mit Brunnen und Pumpen (dabei ist der zeitliche Ablauf zu bedenken) ausgeführt werden. Aufgrund der Feinkörnigkeit des Feinsandes ist ein freies Zufließen an den Brunnen nur sehr langsam möglich. Daher wird eine geschlossene Anlage im Vakuumbetrieb empfohlen. Die Anlage ist für die gesamte Bauzeit bzw. mindestens bis die Auftriebssicherheit durch die Gebäudelasten gewährleistet ist, zu betreiben. Eine detaillierte Planung zur Grundwasserabsenkung ist notwendig. Auf die Einholung einer wasserrechtlichen Erlaubnis zum Absenken und Entsorgen des Grundwassers für die Bauzeit wird hingewiesen.

Besondere bauzeitliche Wasserhaltungsmaßnahmen bei nicht unterkellertes Bauweise sind bei Ausführung der Erdbaumaßnahmen grundsätzlich nicht einzuplanen. Nach starken, anhaltenden Niederschlägen besteht die Möglichkeit langsam versickernden Wassers, daher sollte eine Möglichkeit zum Ableiten über Dränagegräben o.ä. vorgesehen werden. Während der Bauzeit ist dafür Sorge zu tragen, dass die Tragfähigkeit der im Gründungsbereich anstehenden Böden durch zufließendes Oberflächen- bzw. Niederschlagswasser, Frosteintrag oder durch die mechanische Einwirkung von Baufahrzeugen nicht beeinträchtigt wird.

Der Bodenaushub im Bereich der Gründungsebenen hat in rückschreitender Arbeitsweise mit einem Bagger mit einer geraden Schaufelschneide (keine Zähne) so zu erfolgen, dass die anstehenden Böden nicht gestört werden.

Die freigelegte Gründungsebene wird sofort (Zug um Zug) mit dem Kies-Sand-Gemisch (s. o.) belegt und verdichtet. Zur ordnungsgemäßen Verlegung der Sohlbewehrung sollte auf der Gründungsebene eine Sauberkeitsschicht aus Magerbeton vorgesehen werden.

Bei der Herstellung der Baugrube bzw. der Baugrubenböschungen sind die Vorgaben der DIN 4124: 2002-10 (Baugruben und Gräben, Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten) sowie die Vorgaben der DIN 4123: 2011-05 (Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude) zu beachten.

Grundsätzlich sind offene Baugruben ab einer Tiefe von $t > 1,25\text{m}$ durch geeignete Maßnahmen (s.o.) zu sichern. Die zur Bemessung von Stützelementen notwendigen Kennwerte sind oben unter Pkt. 3 Bodenmechanische Parameter angegeben. Die in der DIN 4124 bzw. i. W. angegebenen Böschungsneigungen sind erst nach dem Absenken des Grundwassers bzw. bei Ausführung der Tagwasserhaltung gültig. Bei den angetroffenen Bodenverhältnissen sind für temporäre (bauzeitliche) Böschungen die Böschungsneigungen im Bereich der Sande unter 45° und flacher auszubilden. Bei einer Notwendigkeit (z.B. aus Platzmangel) die Böschungen steiler ausbilden zu müssen, ist die Standsicherheit n. DIN 4084 (Gelände- und Böschungsbruchberechnungen) rechnerisch nachzuweisen. Die Böschungsoberflächen sind zur Vermeidung von witterungsbedingten Erosionen mit geeigneter Silofolie oder dünnem Vlies, die auch gegen Windangriffe zu schützen sind, zu belegen.

4.3 Trockenhaltung unter Gelände liegender Gebäudeteile

a) nicht unterkellerte Gebäude

Zur Trockenhaltung von nicht unterkellerten Gebäuden ist aufgrund der angetroffenen Bodenverhältnisse (z.T. schwach wasserdurchlässige Bodenverhältnisse $k\text{-Wert} \leq 10^{-4} \text{ m/s}$ n. DIN 18130) eine Abdichtung nach DIN 18533-1:2017-07 für die Klasse W1.2-E (Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wände mit Dränung) mit dem Einbau einer redundanten Dränage unter strenger Beachtung der DIN 4095 (Dränung zum Schutz von baulichen Anlagen, Planung und Ausführung) vorzusehen.

Wenn auf eine Dränage verzichtet werden soll, ist eine Abdichtung nach der DIN 18533-1:2017-07 die Klasse W2.1-E für mäßige Einwirkung von drückendem Wasser $\leq 3\text{m}$ Eintauchtiefe herzustellen.

b) unterkellerte Gebäude

Zur Trockenhaltung von unterkellerten Gebäuden ist aufgrund der angetroffenen Bodenverhältnisse (z.T. wenig wasserdurchlässige Bodenverhältnisse n. DIN 18130) nach DIN 18533-1:2017-07 die Wassereinwirkungsklasse W2.1-E mäßige Einwirkung von drückendem Wasser bis zum HGW maßgebend.

Alternativ ist für die in das Gelände einbindende Gebäudeteile eine „weiße“ Wanne aus wasserundurchlässigem Beton (wu-Beton nach DAfStb-Richtlinie Ausgabe März 2006) gut möglich und nach dem heutigen Stand der Technik zu empfehlen. Für die Ausführung „weiße“ Wanne ist die Beanspruchungsklasse 1, drückendes Wasser bis mind. zum Bemessungswasserstand HGW +0,3m Sicherheitszuschlag maßgebend. Bei der wu-Beton Ausführung ist vom Planverfasser des Gebäudes die Nutzungsklasse und die sich daraus ergebenden Wand- bzw. Sohlplattenausführungen zu ermitteln und generell die Auftriebssicherheit nachzuweisen.

Auf eine ordnungsgemäße Ausführung der Abdichtung durch eine entsprechende Fachfirma wird besonders hingewiesen.

4.4 Niederschlagswasserversickerung

Nach den Vorgaben des Arbeitsblattes der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (ATV-DVWK-A 138) ist ausschließlich eine oberflächennahe Versickerung (Mulden-, Rohrrigolensystem) von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswassers in den gewachsenen wasserdurchlässigen Sanden möglich. Nach dem o. a. Arbeitsblatt ist grundsätzlich die Forderung nach einem trockenen Sickerraum ab der Unterkante der Versickerungsanlage bis zum mittleren höchsten Grundwasserstand von $\geq 1,0\text{m}$ einzuhalten.

Die für allgemeine Planungszwecke angegebenen Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte (k-Werte) der Böden sind der Anlage 2 zu entnehmen. Grundsätzlich liegt der entwässerungstechnische relevante Versickerungsbereich nach dem Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 138 zwischen $1,0 \cdot 10^{-3}$ - $1,0 \cdot 10^{-6}$ m/s.

4.5 Ausführungstechnische Hinweise

- Die Abtragsböden sind einer ordnungsgemäßen Verwertung oder Entsorgung gemäß LAGA-Richtlinie M20 zuzuführen.
- Bei den Abbruch-, Erd- und Verdichtungsarbeiten ist mit Rücksicht auf die Nachbarbebauung auf eine schonende Arbeitsweise mit geringstmöglichem Energieeintrag zu achten, d.h. mit Optimierung der Abrissgeräte, des Baggerbetriebes beim Boden lösen und abfahren und den Bodeneinbau mit dünnen Lagen bei geeignetem Wassergehalt und kleinem Verdichtungsgerät ausführen.
- Es wird darauf hingewiesen, dass die bauausführende Firma nach Fertigstellung der Abrissmaßnahmen den Istzustand des Geländes/ Grundstückes hinsichtlich

Oberbodengüte und chemischer Bodenparameter wieder herzustellen bzw. nachzuweisen hat.

- Eine Beweissicherung an den angrenzenden Gebäuden und der Straße wird im Vorwege und die Abnahme der Baugrube und der Gründungsebene dringend angeraten.
- Für die Verkehrs- und Stellplatzflächen sollte in Anlehnung der Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 12) ein frostsicherer und gleichmäßiger Oberbau, in einer Gesamtstärke von mindestens 0,50m unter Fahrbahnoberkante, eingeplant werden.

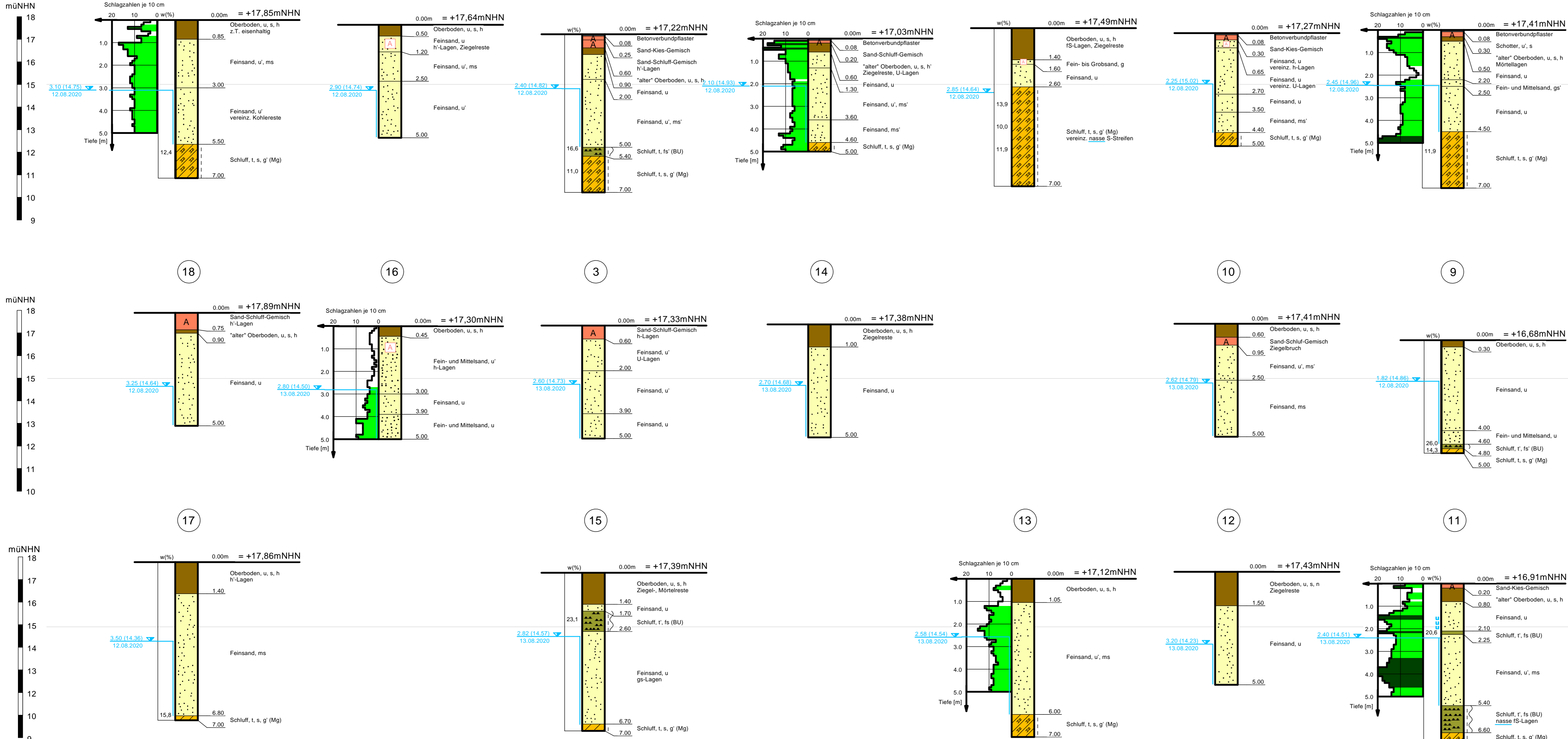
Die dann in einer Tiefe ab ca. 50cm unter FOK verbleibenden gewachsenen Sande sind nach einer Nachverdichtung -evtl. unter Wasserzugabe- zur Aufnahme des Straßenoberbaues erfahrungsgemäß ausreichend tragfähig (Forderung: Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45 \text{MN/m}^2$). Nach dem Bodenabtrag und den Verdichtungsarbeiten auf dem Straßenplanum werden zum Nachweis ausreichender Tragfähigkeit statische oder dynamische Plattendruckversuche (n. DIN 18 134 bzw. TP BF-StB Teil B 8.3) angeraten. Grundsätzlich können im Planumbereich kleine Bereiche mit weichen Böden auftreten, die dann durch verdichteten Sandersatz (SE-SW n. DIN 18 196, $D_{Pr} \geq 98\%$) ausgetauscht werden müssen.

Bei der Auswahl der Baustoffe und Beschreibung der Bauweisen wird auf die Einhaltung der in den ZTV'en (z.B. ZTV SoB-StB 04/ ZTV Pflaster-StB 06) und Technischen Lieferbedingungen (z. B. TL SoB-StB 04/ TL Pflaster-StB 06/ TL Gestein-StB 04) formulierten Anforderungen hingewiesen.

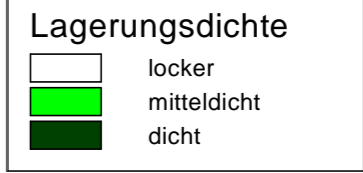
Eine dauerhafte Entwässerung (Planumsdränage) ist nicht einzuplanen.

- Für Bodenaustauschmaßnahmen (z.B. auch die vorhandene Baugrube) bzw. die Verfüllung der Baugrubenseitenräume kann mit den anstehenden Sanden oder mit grobkörnigen Boden (Sand-Kies-Gemisch n. DIN 18 196, SE, $k\text{-Wert} \geq 1 \times 10^{-4} \text{m/s}$) lagenweise verdichtet (Forderung: $D_{Pr} \geq 98\%$ bzw. bei Überprüfung mit der Leichten Rammsonde DPL-5 Forderung: über dem Grundwasser i.M. $N_{10} \geq 10$ mindestens $N_{10} \geq 7$) wieder aufzufüllen; dabei sind Pausen, um die Einwirkungen auf die Nachbarbebauung zu verringern, einzuplanen.
- Grundsätzlich sind die Kranstellflächen bzw. die daraus auf die Baugruben wirkenden Lasten zu beachten und die Kranstandsicherheiten zu berechnen.
- Für die hier dringend anzuratenden bodenmechanischen Abnahmen der Baugruben und der Gründungsebenen stehen wir gern zur Verfügung.

KLEINBOHRUNG:
M. d. H. 1:100



Die Widerstandszahlen wurden mit der Leichten Rammsonde (DPL-5 n. DIN 4094-3, alt) ermittelt.



ERLÄUTERUNGEN:

BODENART	KURZZEICHEN	GRUNDWASSERSYMBOL
Steine	steinig X	x
Kies	kiesig G	g
Sand	sandig S	s
Schluff	schluffig U	u
Ton	tonig T	t
Torf/Humus	humos H	h
Mudde	organisch F	o
Auffüllung	A	
Kalkmudde	Wk	
Lehm	L	
Geschiebelehm, -mergel	Lg, Mg	
Beckenschluff, -mergel	BU, BUM	
Beckenton, -mergel	BT, BTM	
Geschiebesand	Sg	
Wiesenton	WT	
fein- mittel- grob- schwach stark	f- m- g-	
breiig weich steif halbfest		
gepreßt	≡	

Lage der Untersuchungspunkte, o.M.




BAUVORHABEN: Wohngebieterschließung in 23556 Lübeck, Schönböckener Straße 55

DARSTELLUNG: **BODENPROFILE, WASSERGEHALTE, WIDERSTANDSDIAGRAMME UND LAGE DER UNTERSUCHUNGSPUNKTE**

ANLAGE: 1 ZU: [redacted] DATUM: 01.10.2020 gez.: [redacted] gepr.: [redacted]

INGENIEURBÜRO REINBERG
GEOTECHNISCHE KOMPETENZ

ISAAC-NEWTON-STR. 7 23562 LÜBECK TEL. 0451/58 08 105 FAX 58 08 106
E-mail: info@ingenieurbuero-reinberg.de





Körnungslinie

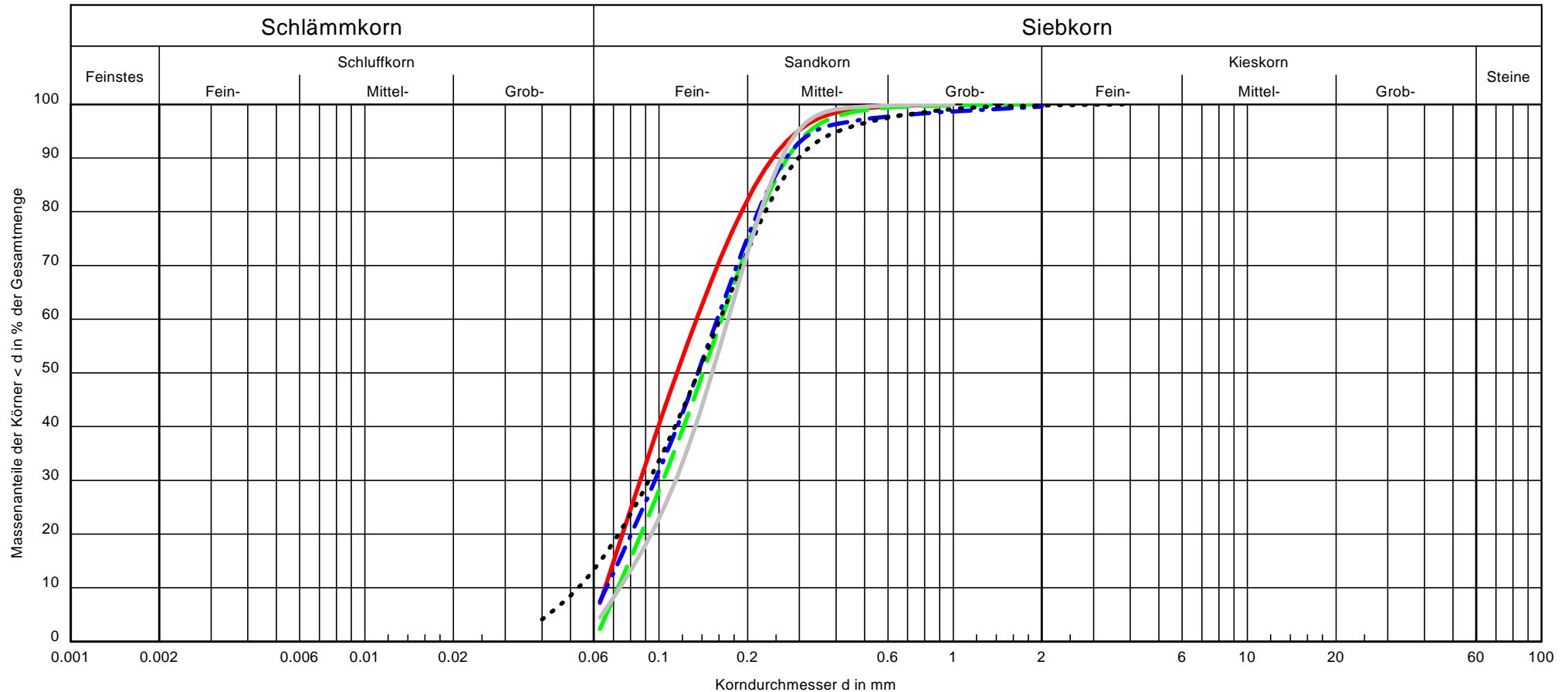
Wohngebieterschließung

in 23556 Lübeck, Schönböckener Straße 55

Probe entnommen am: 12.+13.08.2020

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Nasssiebung n. DIN 18 123-5



Signatur:					
Bodenart n. DIN 4022:	Feinsand, u', ms	Feinsand, ms	Feinsand, u', ms	Feinsand, u', ms	Feinsand, ms
Bodengruppe n. DIN 18196:	SU	SE	SU	SU	SE
Frostempfindlichk. n. ZTVE-SIB 17:	F1	F1	F1	F1	F1
Entnahmestelle/-tiefe:	1, 2/ 0,85-2,3, 1,2-2,5m	5, 10/ 1,3-3,6, 2,5-5,0m	11, 13/ 2,25-5,4, 1,05-6,0m	16/ 0,45-3,00m	17/ 1,4-6,8m
k-Wert:	$4.3 \cdot 10^{-5}$	$5.3 \cdot 10^{-5}$	$4.4 \cdot 10^{-5}$	$2.5 \cdot 10^{-5}$	$5.4 \cdot 10^{-5}$

Bemerkungen:
 Der k-Wert (Wasserdurchlässigkeit) wurde rechnerisch n. Beyer aus der Körnungskurve ermittelt, in m/s angegeben und gilt bei Wassersättigung!

Anlage:
 2
 zu: ■



Untersuchung n. LAGA-TR Boden

Bauvorhaben:

Wohngebieterschließung

in 23556 Lübeck, Schönböckener Straße 55

Entnahmedatum: 12.08.2020
 Bezeichnung: MPB1, MPB2

Art der Entnahme: gestört

Hauptbodenart: Sand

Zuordnungsklasse: ZO/ZO*, Z1.1

Chemische Analyse durch Eurofins Umwelt Nord GmbH
 aus originaler Exceltabelle eingescannt

Aus dem Prüfbericht: AR-20-XF-002620-01

Bearbeiter: [REDACTED]

Datum: 31.08.2020

Angewendete Vergleichstabelle: LAGA TR Boden (2004) Tabelle II.1.2-2/-4 + -3/-5										
Bezeichnung	Einheit	BG	Methode	MPB1	MPB2	ZO Sand	ZO*	Z1.1	Z1.2	Z2
Probennummer				320124654	320124655					
Anzuwendende Klasse(n):				Z1.1	ZO Sand					
Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz										
Trockenmasse	Ma.-%	0,1	DIN EN 14346: 2007-03	91,4	90,9					
Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 13657										
Arsen (As)	mg/kg TS	0,8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	2,5	1,3	10	15	45	45	150
Blei (Pb)	mg/kg TS	2	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	22	3	40	140	210	210	700
Cadmium (Cd)	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	< 0,2	< 0,2	0,4	1	3	3	10
Chrom (Cr)	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	6	4	30	120	180	180	600
Kupfer (Cu)	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	9	2	20	80	120	120	400
Nickel (Ni)	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	4	3	15	100	150	150	500
Thallium (Tl)	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	< 0,2	< 0,2	0,4	0,7	2,1	2,1	7
Quecksilber (Hg)	mg/kg TS	0,07	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	0,12	< 0,07	0,1	1	1,5	1,5	5
Zink (Zn)	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	26	7	60	300	450	450	1500
Anionen aus der Originalsubstanz										
Cyanide, gesamt	mg/kg TS	0,5	DIN ISO 17380: 2006-05	< 0,5	< 0,5			3	3	10
Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz										
TOC	Ma.-% TS	0,1	DIN EN 15936: 2012-11	0,6	0,2	0,5	0,5	1,5	1,5	5
EOX	mg/kg TS	1,0	DIN 38414-17 (S17): 2017-01	< 1,0	< 1,0	1	1	3	3	10
Kohlenwasserstoffe C10-C22	mg/kg TS	40	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW	< 40	< 40	100	200	300	300	1000
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg TS	40	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW	< 40	< 40		400	600	600	2000
BTEX aus der Originalsubstanz										
Summe BTEX	mg/kg TS		DIN EN ISO 22155: 2016-07	(n. b.)	(n. b.)	1	1	1	1	1
LHKW aus der Originalsubstanz										
Summe LHKW (10 Parameter)	mg/kg TS		DIN EN ISO 22155: 2016-07	(n. b.)	(n. b.)	1	1	1	1	1
PCB aus der Originalsubstanz										
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	mg/kg TS		DIN EN 15308: 2016-12	(n. b.)	(n. b.)	0,05	0,1	0,15	0,15	0,5
PAK aus der Originalsubstanz										
Benzo[a]pyren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	0,07	< 0,05	0,3	0,6	0,9	0,9	3
Summe 16 EPA-PAK exkl. BG	mg/kg TS		DIN ISO 18287: 2006-05	0,58	(n. b.)	3	3	3	3	30
Physikalisch-chemische Kenngrößen aus dem 10:1-Schüttelauat nach DIN EN 12457-4										
pH-Wert			DIN EN ISO 10523 (C5): 2012-04	8,2	8,2	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12
Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	5	DIN EN 27888 (C8): 1993-11	82	44	250	250	250	1500	2000
Anionen aus dem 10:1-Schüttelauat nach DIN EN 12457-4										
Chlorid (Cl)	mg/l	1,0	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-	1,7	< 1,0	30	30	30	50	100
Sulfat (SO4)	mg/l	1,0	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-	1,9	< 1,0	20	20	20	50	200
Cyanide, gesamt	µg/l	5	DIN EN ISO 14403-2: 2012-10	< 5	< 5	5	5	5	10	20
Elemente aus dem 10:1-Schüttelauat nach DIN EN 12457-4										
Arsen (As)	µg/l	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	2	1	14	14	14	20	60
Blei (Pb)	µg/l	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	10	< 1	40	40	40	80	200
Cadmium (Cd)	µg/l	0,3	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	< 0,3	< 0,3	1,5	1,5	1,5	3	6
Chrom (Cr)	µg/l	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	< 1	< 1	12,5	12,5	12,5	25	60
Kupfer (Cu)	µg/l	5	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	< 5	< 5	20	20	20	60	100
Nickel (Ni)	µg/l	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	< 1	< 1	15	15	15	20	70
Quecksilber (Hg)	µg/l	0,2	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	< 0,2	< 0,2	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1	2
Zink (Zn)	µg/l	10	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	< 10	< 10	150	150	150	200	600
Organische Summenparameter aus dem 10:1-Schüttelauat nach DIN EN 12457-4										
Phenolindex, wasserdampfflüchtig	µg/l	10	DIN EN ISO 14402 (H37): 1999-12	< 10	< 10	20	20	20	40	100



Untersuchung n. LAGA-TR Boden

Bauvorhaben:

Wohngebieterschließung

in 23556 Lübeck, Schönböckener Straße 55

Entnahmedatum: 12.08.2020
 Bezeichnung: MPB1, MPB2

Art der Entnahme: gestört

Hauptbodenart: Sand

Zuordnungsklasse: Z0/Z0*, Z1.1

Chemische Analyse durch Eurofins Umwelt Nord GmbH
 aus originaler Exceltabelle eingescannt

Aus dem Prüfbericht: AR-20-XF-002620-01

Bearbeiter: [REDACTED]

Datum: 31.08.2020

angewendete Vergleichstabelle: LAGA TR Boden (2004) Tabelle II.1.2-2/-4 + -3/-5										
Bezeichnung	Einheit	BG	Methode	MPB1	MPB2	Z0 Sand	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2
Probennummer				320124654	320124655					
Anzuwendende Klasse(n):				Z1.1	Z0 Sand					
Zusätzliche Messungen: Probenvorbereitung Feststoffe										
Probenbegleitprotokoll				siehe Anlage	siehe Anlage					
Probenmenge inkl. Verpackung	kg		DIN 19747: 2009-07	75	0,7					
Fremdstoffe (Art)			DIN 19747: 2009-07	nein	nein					
Fremdstoffe (Menge)	g		DIN 19747: 2009-07	0,0	0,0					
Siebrückstand > 10mm			DIN 19747: 2009-07	Ja	Nein					
Rückstellprobe	g	100	Hausmethode	< 100	< 100					
Zusätzliche Messungen: Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz										
Glühverlust (550 °C)	Ma.-% TS	0,1	DIN EN 15169: 2007-05	1,9	0,8					
Schwerflüchtige lipophile Stoffe	Ma.-% TS	0,02	LAGA KW/04: 2019-09	< 0,02	< 0,02					
Zusätzliche Messungen: BTEX und aromatische Kohlenwasserstoffe aus der Originalsubstanz										
Summe BTEX + Styrol + Cumol	mg/kg TS		DIN EN ISO 22155: 2016-07	(n. b.)	(n. b.)					
Zusätzliche Messungen: PCB aus der Originalsubstanz										
Summe PCB (7)	mg/kg TS		DIN EN 15308: 2016-12	(n. b.)	(n. b.)					
Zusätzliche Messungen: Phys.-chem. Kenngrößen aus dem 10:1-Schüttelauat nach DIN EN 12457-4: 2003										
Temperatur pH-Wert	°C		DIN 38404-4 (C4): 1976-12	21,6	21,7					
Wasserlöslicher Anteil	Ma.-%	0,15	DIN EN 15216: 2008-01	< 0,15	< 0,15					
Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen	mg/l	150	DIN EN 15216: 2008-01	< 150	< 150					
Zusätzliche Messungen: Anionen aus dem 10:1-Schüttelauat nach DIN EN 12457-4: 2003-01										
Fluorid	mg/l	0,2	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-	0,3	< 0,2					
Cyanid leicht freisetzbar / Cyanid frei	mg/l	0,005	DIN EN ISO 14403-2: 2012-10	< 0,005	< 0,005					
Zusätzliche Messungen: Elemente aus dem 10:1-Schüttelauat nach DIN EN 12457-4: 2003-01										
Antimon (Sb)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	< 0,001	< 0,001					
Barium (Ba)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	0,011	0,002					
Molybdän (Mo)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	< 0,001	< 0,001					
Selen (Se)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	< 0,001	< 0,001					
Zusätzliche Messungen: Org. Summenparameter aus dem 10:1-Schüttelauat nach DIN EN 12457-4: 2003										
Gelöster org. Kohlenstoff (DOC)	mg/l	1,0	DIN EN 1484: 2019-04	4,6	6,7					



Untersuchung n. Deponieverordnung

Bauvorhaben:

Wohngebieterschließung

in 23556 Lübeck, Schönböckener Straße 55

Entnahmedatum: 12.08.2020
 Bezeichnung: MPB1, MPB2

Art der Entnahme: gestört

Hauptbodenart: Sand

Deponieklasse: DK 0

Chemische Analyse durch Eurofins Umwelt Nord GmbH
 aus originaler Exceltabelle eingescannt

Aus dem Prüfbericht: EX-20-XF-000748-01

Bearbeiter: [REDACTED]

Datum: 31.08.2020

angewendete Vergleichstabelle: DepV, DK 0 - III (04.07.2020)									
Bezeichnung	Einheit	BG	Methode	MPB1	MPB2	DK 0	DK I	DK II	DK III
Probennummer				320124654	320124655				
Anzuwendende Klasse(n):				DK 0	DK 0				
Probenvorbereitung									
Probenmenge inkl. Verpackung	kg		DIN 19747: 2009-07	75	0,7				
Fremdstoffe (Menge)	g		DIN 19747: 2009-07	0,0	0,0				
Rückstellprobe	g	100	Hausmethode	< 100	< 100				
Probenbegleitprotokoll				siehe Anlage	siehe Anlage				
Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz									
Trockenmasse	Ma.-%	0,1	DIN EN 14346: 2007-03	91,4	90,9				
Organischer Anteil des Trockenrückstandes der Originalsubstanz									
Glühverlust (550 °C)	Ma.-% TS	0,1	DIN EN 15169: 2007-05	1,9	0,8	3	3	5	10
TOC	Ma.-% TS	0,1	DIN EN 15936: 2012-11	0,6	0,2	1	1	3	6
Feststoffkriterien aus der Originalsubstanz									
Summe BTEX + Styrol + Cumol	mg/kg TS		DIN EN ISO 22155: 2016-07	(n. b.)	(n. b.)	6			
Summe PCB (7)	mg/kg TS		DIN EN 15308: 2016-12	(n. b.)	(n. b.)	< 1			
Kohlenwasserstoffe C10-C22	mg/kg TS	40	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW	< 40	< 40				
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg TS	40	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW	< 40	< 40	500			
Benzo[a]pyren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287: 2006-05	0,07	< 0,05				
Summe 16 EPA-PAK exkl. BG	mg/kg TS		DIN ISO 18287: 2006-05	0,58	(n. b.)	30			
Schwerflüchtige lipophile Stoffe	Ma.-% TS	0,02	LAGA KW/04: 2019-09	< 0,02	< 0,02	0,1	0,4	0,8	4
Eluatkriterien nach DIN EN 12457-4: 2003-01									
pH-Wert			DIN EN ISO 10523 (C5): 2012-04	8,2	8,2	5,5 - 13	5,5 - 13	5,5 - 13	4 - 13
Gelöster org. Kohlenstoff (DOC)	mg/l	1,0	DIN EN 1484: 2019-04	4,6	6,7	50	50	80	100
Phenolindex, wasserdampflich	mg/l	0,01	DIN EN ISO 14402 (H37): 1999-12	< 0,01	< 0,01	0,1	0,2	50	100
Arsen (As)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	0,002	0,001	0,05	0,2	0,2	2,5
Blei (Pb)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	0,01	< 0,001	0,05	0,2	1	5
Cadmium (Cd)	mg/l	0,0003	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	< 0,0003	< 0,0003	0,004	0,05	0,1	0,5
Kupfer (Cu)	mg/l	0,005	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	< 0,005	< 0,005	0,2	1	5	10
Nickel (Ni)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	< 0,001	< 0,001	0,04	0,2	1	4
Quecksilber (Hg)	mg/l	0,0002	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	< 0,0002	< 0,0002	0,001	0,005	0,02	0,2
Zink (Zn)	mg/l	0,01	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	< 0,01	< 0,01	0,4	2	5	20
Chlorid (Cl)	mg/l	1,0	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-	1,7	< 1,0	80	1500	1500	2500
Sulfat (SO4)	mg/l	1,0	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-	1,9	< 1,0	100	2000	2000	5000
Cyanid leicht freisetzbar / Cyanid frei	mg/l	0,005	DIN EN ISO 14403-2: 2012-10	< 0,005	< 0,005	0,01	0,1	0,5	1
Fluorid	mg/l	0,2	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-	0,3	< 0,2	1	5	15	50
Barium (Ba)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	0,011	0,002	2	5	10	30
Chrom (Cr)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	< 0,001	< 0,001	0,05	0,3	1	7
Molybdän (Mo)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	< 0,001	< 0,001	0,05	0,3	1	3
Antimon (Sb)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	< 0,001	< 0,001	0,006	0,03	0,07	0,5
Selen (Se)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	< 0,001	< 0,001	0,01	0,03	0,05	0,7
Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen	mg/l	150	DIN EN 15216: 2008-01	< 150	< 150	400	3000	6000	10000
Zusätzliche Messungen: Probenvorbereitung Feststoffe									
Fremdstoffe (Art)			DIN 19747: 2009-07	nein	nein				
Siebrückstand > 10mm			DIN 19747: 2009-07	Ja	Nein				
Zusätzliche Messungen: Anionen aus der Originalsubstanz									
Cyanide, gesamt	mg/kg TS	0,5	DIN ISO 17380: 2006-05	< 0,5	< 0,5				



Untersuchung n. Deponieverordnung

Bauvorhaben:

Wohngebieterschließung

in 23556 Lübeck, Schönböckener Straße 55

Entnahmedatum: 12.08.2020
 Bezeichnung: MPB1, MPB2

Art der Entnahme: gestört

Hauptbodenart: Sand

Deponieklasse: DK 0

Chemische Analyse durch Eurofins Umwelt Nord GmbH
 aus originaler Exceltabelle eingescannt

Aus dem Prüfbericht: EX-20-XF-000748-01

Bearbeiter: XXXXXXXXXX

Datum: 31.08.2020

angewendete Vergleichstabelle: DepV, DK 0 - III (04.07.2020)									
Bezeichnung	Einheit	BG	Methode	MPB1	MPB2	DK 0	DK I	DK II	DK III
Probennummer				320124654	320124655				
Anzuwendende Klasse(n):				DK 0	DK 0				
Zusätzliche Messungen: Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 13657: 2003-01									
Arsen (As)	mg/kg TS	0,8	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	2,5	1,3				
Blei (Pb)	mg/kg TS	2	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	22	3				
Cadmium (Cd)	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	< 0,2	< 0,2				
Chrom (Cr)	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	6	4				
Kupfer (Cu)	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	9	2				
Nickel (Ni)	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	4	3				
Quecksilber (Hg)	mg/kg TS	0,07	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	0,12	< 0,07				
Thallium (Tl)	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	< 0,2	< 0,2				
Zink (Zn)	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-0	26	7				
Zusätzliche Messungen: Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz									
EOX	mg/kg TS	1,0	DIN 38414-17 (S17): 2017-01	< 1,0	< 1,0				
Zusätzliche Messungen: BTEX und aromatische Kohlenwasserstoffe aus der Originalsubstanz									
Summe BTEX	mg/kg TS		DIN EN ISO 22155: 2016-07	(n. b.)	(n. b.)				
Zusätzliche Messungen: LHKW aus der Originalsubstanz									
Summe LHKW (10 Parameter)	mg/kg TS		DIN EN ISO 22155: 2016-07	(n. b.)	(n. b.)				
Zusätzliche Messungen: PCB aus der Originalsubstanz									
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	mg/kg TS		DIN EN 15308: 2016-12	(n. b.)	(n. b.)				
Zusätzliche Messungen: Phys.-chem. Kenngrößen aus dem 10:1-Schüttelauat nach DIN EN 12457-4: 2003									
Temperatur pH-Wert	°C		DIN 38404-4 (C4): 1976-12	21,6	21,7				
Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	5	DIN EN 27888 (C8): 1993-11	82	44				
Wasserlöslicher Anteil	Ma.-%	0,15	DIN EN 15216: 2008-01	< 0,15	< 0,15				
Zusätzliche Messungen: Anionen aus dem 10:1-Schüttelauat nach DIN EN 12457-4: 2003-01									
Cyanide, gesamt	µg/l	5	DIN EN ISO 14403-2: 2012-10	< 5	< 5				