

**BV Hauptstraße 34, Barsbüttel  
Neubau von drei Mehrfamilienhäusern**

Geotechnisches Gutachten und orientierende Schadstofferkundung

Auftraggeber

**Bonava Deutschland GmbH  
Moorfuhrweg 17  
22301 Hamburg**

Bearbeiter

**Dipl.-Ing. Thomas Wieg  
B. Sc. Lisa Sanders**

Projektnummer

**17-1280**

Datum

**24.10.2017**

Anschrift

**Steindamm 96 - 20099 Hamburg  
Tel.: (0 40) 22 70 00 - 0  
eMail: hamburg@igb-ingenieure.de**

## INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
<b>1 VERANLASSUNG .....</b>	<b>3</b>
<b>2 UNTERLAGEN .....</b>	<b>3</b>
<b>3 ÖRTLICHE SITUATION UND BAUMASSNAHME .....</b>	<b>4</b>
3.1 Örtliche Situation .....	4
3.2 Baumaßnahme .....	4
<b>4 UNTERGRUNDVERHÄLTNISSSE .....</b>	<b>5</b>
4.1 Untergrunderkundung .....	5
4.2 Untergrundaufbau .....	5
4.3 Ergebnisse der Kleinrammbohrungen .....	6
4.5 Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche .....	7
4.6 Grundwasserverhältnisse.....	9
4.7 Bemessungswasserstände .....	9
<b>5 BODENKENNWERTE .....</b>	<b>9</b>
<b>6 GRÜNDUNG .....</b>	<b>10</b>
6.1 Gründungsempfehlung .....	10
6.2 Bettungsmodul.....	11
6.3 Setzungen .....	11
6.4 Sielleitungen .....	12
<b>7 BAUGRUBE UND WASSERHALTUNG .....</b>	<b>12</b>
7.1 Baugrubenverbau .....	12
7.2 Trockenhaltung der Baugrube.....	12
7.3 Trockenhaltung der Gebäude .....	13
7.4 Ergänzende Hinweise zur Bauausführung .....	14
7.5 Versickerungsfähigkeit.....	15

<b>8</b>	<b>ORIENTIERENDE SCHADSTOFFERKUNDUNG .....</b>	<b>15</b>
8.1	Grundlagen der Bewertung .....	15
8.2	Untersuchungsprogramm.....	17
8.3	Ergebnisse der chemischen Analytik gemäß LAGA .....	18
8.4	Ergänzende Hinweise .....	18
<b>9</b>	<b>ERFORDERLICHE ZUSÄTZLICHE MAßNAHMEN .....</b>	<b>19</b>
<b>10</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG.....</b>	<b>19</b>
	<b>ANLAGENVERZEICHNIS.....</b>	<b>21</b>

## **1 VERANLASSUNG**

Auf dem Grundstück Hauptstraße 34 in der Gemeinde Barsbüttel in Schleswig-Holstein ist der Neubau von drei unterkellerten Mehrfamilienhäusern geplant.

Von der Bonava Deutschland GmbH, Hamburg, wurde die IGB Ingenieurgesellschaft mbH mit der Durchführung einer Untergrund- und orientierenden Schadstofferkundung sowie mit der Ausarbeitung eines geotechnischen Gutachtens beauftragt.

## **2 UNTERLAGEN**

Für die Ausarbeitung des vorliegenden Berichtes standen uns die im Folgenden aufgeführten Unterlagen zur Verfügung.

### **Bonava Deutschland GmbH, Hamburg**

[1] 170926 barsb\_gemessener geländehöhenplan; vom 26.09.2017

### **siebrechtmünzesheimerarchitekten gmbH, Hamburg**

[2] 1718\_BANE\_Barsbüttel „Lageplan Variante 1“; M 1:500, vom 24.07.2017

### **Bauen und Umwelt Gemeinde Barsbüttel**

[3] eMail bzgl. Kampfmittelverdacht; vom 21.08.2017

### **Baugrund Wolter, Rusch**

[4] Ergebnisse der Kleinrammbohrungen KRB 1 bis KRB 6 und der schweren Rammsondierungen DPH 1 bis DPH 3, Schichtenverzeichnisse, Rammprotokolle, Nivellierprotokoll und Bodenproben, Ausführung am 19.09.-20.09.2017

### **Landesamt für Vermessung und Geoinformation Schleswig-Holstein**

[5] Auszug aus dem Liegenschaftskataster Liegenschaftskarte; M 1:1000, vom 17.03.2016

### **3 ÖRTLICHE SITUATION UND BAUMASSNAHME**

#### **3.1 Örtliche Situation**

Das Baugrundstück liegt an der Hauptstraße 34 in der schleswig-holsteinischen Gemeinde Barsbüttel. Das Baufeld mit der Flurstücksnummer 46/1 ist in einem Wohngebiet gelegen.

Während sich in nördlicher, östlicher und westlicher Richtung allgemeine Wohnbebauung anschließt, wird das Grundstück in südwestlicher Richtung von Wiesenflächen begrenzt.

Die Flächen sind derzeit unbebaut. Es befinden sich hier Grünflächen mit Baumbewuchs.

Der Unterlage [1] ist zu entnehmen, dass die Geländeoberkante (GOK) auf Höhen von + 21,2 m NHN bis + 23,5 m NHN liegt. Die GOK des Grundstücks fällt in südwestlicher Richtung ab.

#### **3.2 Baumaßnahme**

Gemäß der uns vorliegenden Planungsunterlage [2] ist der Neubau von insgesamt 3 Wohngebäuden mit jeweils zwei aufgehenden Geschossen sowie einem Staffelgeschoss geplant. Die Gebäude sowie die Grundstücksgrenze sind in dem Lageplan in der Anlage 1 dargestellt.

Die Häuser sollen ein zusammenhängendes Untergeschoss erhalten, das als Tiefgarage und Keller genutzt wird. Das Untergeschoss reicht über die Grundfläche der aufgehenden Gebäudesubstanz hinaus, vgl. [2].

Die Höhe der Bodenplatte, ggf. einschließlich der Fundamente wird im Folgenden mit 0,5 m angenommen. Die Aushubebene des Untergeschosses liegt dann bei ca. + 18,4 m NHN bzw. zwischen rd. 3,1 m bis 5,0 m unter GOK.

## **4 UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE**

### **4.1 Untergrunderkundung**

Zur näheren Erkundung des Untergrundes sowie für die Entnahme von Bodenproben und die Ermittlung der Lagerungsdichte wurden am 19.09. und 20.09.2017 insgesamt sechs Kleinrammbohrungen (KRB) und drei schwere Rammsondierungen (DPH) bis in eine Tiefe von 10 m unter GOK ausgeführt. Weiterhin wurde die Kleinrammbohrung KRB 2 zum Rammfilterbrunnen RFB ausgebaut.

Die Ausführung der Aufschlussarbeiten und die Entnahme der Bodenproben erfolgte durch die Firma Baugrund Wolter, Rusch.

Die Lage der Ansatzpunkte berücksichtigt die aktuelle Planung [2] und ist in der Anlage 1 dargestellt. Die Ansatzhöhen der Aufschlüsse wurden auf Koten zwischen etwa + 21,5 m NHN und + 23,4 m NHN eingemessen. Als Höhenbezugspunkt (HBP) diente die Oberkante des Schachtdeckels (+ 23,9 m NHN) auf dem Zufahrtsweg südöstlich der Bestandsbebauung Hauptstraße Nr. 34, vgl. Anlage 1.

Für das Grundstück besteht nach Angabe der zuständigen Behörde der Gemeinde Barbüttel [3] kein Kampfmittelverdacht.

Die Koordination und stichprobenartige Überwachung der Aufschlussarbeiten erfolgte durch die IGB Ingenieurgesellschaft mbH.

### **4.2 Untergrundaufbau**

Die Ergebnisse der ausgeführten Untergrundaufschlüsse sind in der Anlage 2 in Form von Bohrprofilen und Sondierdiagrammen höhengerecht dargestellt. Den Bohrprofilen liegen die Schichtenverzeichnisse des Bohrunternehmers [4] zugrunde, die von uns durch Ansprache der aus den einzelnen Bodenschichten entnommenen Bodenproben sowie unter Berücksichtigung der Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche überarbeitet und ergänzt wurden.

Zur Leitungssuche wurden vorab etwa 1,5 m tiefe Handschachtungen ausgeführt. Aus diesem Grund beginnen die Aufzeichnungen der Sondierdiagramme in Anlage 2 erst in einer Tiefe ab rd. 1,5 m unter GOK.

### 4.3 Ergebnisse der Kleinrammbohrungen

Generell stehen im Untersuchungsgebiet ab GOK größtenteils Auffüllungen aus Sanden an. In der Kleinrammbohrung KRB 1 ist ab GOK eine 0,12 m dicke Pflasterung vorhanden. Die Auffüllungsböden bzw. Oberflächenbefestigung werden von Geschiebelehm und Geschiebemergel sowie Sanden unterlagert. In größeren Tiefen folgen bis zur Unterkante der ausgeführten Aufschlüsse gewachsene Sande, in denen örtlich Geschiebemergelschichten eingelagert sind. Die einzelnen Bodenschichten werden nachfolgend näher beschrieben.

#### Auffüllungen

Unterhalb der GOK stehen in den Kleinrammbohrungen KRB 2 bis KRB 6 bis in Tiefen von ca. 0,7 m (KRB 3 und KRB 6) bis 1,1 m (KRB 5) Auffüllungsböden an. Diese setzen sich im Wesentlichen aus schluffigem, organischem und schwach kiesigem Sand zusammen. Als anthropogene Beimengungen wurden in allen Auffüllungsschichten der ausgeführten Aufschlüsse Ziegelreste angetroffen. Des Weiteren wurden Wurzelreste erkundet.

#### Geschiebelehm

Unterhalb des Pflastersteins in der Kleinrammbohrung KRB 1 bzw. unterhalb der Auffüllung in den Kleinrammbohrungen KRB 2 und KRB 3 wurde eine rd. 1,3 m (KRB 3) bis 3,1 m (KRB 1) mächtige Geschiebelehmschicht angetroffen. In der Kleinrammbohrung KRB 4 ist der Geschiebelehm innerhalb der gewachsenen Sande mit einer Mächtigkeit von ca. 0,4 m eingelagert. Die Unterkante des erkundeten Geschiebelehms liegt demnach bei etwa + 20,4 m NHN. Der erkundete Geschiebelehm ist als sandiger und toniger Schluff zu bezeichnen. Die Konsistenz ist überwiegend weich, örtlich auch steif.

#### Geschiebemergel

Der Geschiebemergel wurde im Bereich der Kleinrammbohrungen KRB 3 bis KRB 5 sowohl oberflächennah als auch in größeren Tiefen in Wechsellagerung mit den gewachsenen Sanden erkundet. Die Mächtigkeit des erkundeten Geschiebemergels liegt bei rd. 2,1 m.

Der oberflächennahe Geschiebemergel steht bis in Tiefen von ca. + 18,6 m NHN (KRB 3) bzw. + 18,8 m NHN (KRB 5) an. Die Unterkante des innerhalb der gewachse-

nen Sande anstehenden Geschiebemergels liegt in einer Tiefe bei rd. + 13,1 m NHN (KRB 4) bzw. wurde mit der 10 m tiefen Kleinrammbohrung KRB 5 nicht erkundet.

Der erkundete Geschiebemergel besteht aus sandigem und tonigem Schluff. Örtlich sind Sandstreifen in dem Geschiebeboden eingelagert. Die Konsistenz wurde als weich bis steif angesprochen.

#### Gewachsene Sande

Unterhalb der Auffüllungen bzw. der Geschiebeböden wurden in Tiefen zwischen ca. 0,7 m und 4,1 m unter GOK, entsprechend zwischen rd. + 18,6 m NHN und + 20,8 m NHN, bis größtenteils zur Endteufe der Aufschlüsse gewachsene Sande erbohrt. Die Sande setzen sich überwiegend aus Mittelsanden mit unterschiedlich starken Anteilen der benachbarten Kornfraktionen zusammen. Örtlich sind Schluffbrocken bzw. schluffige Anteile vorhanden. Die Basis der Sande wurde mit den 10 m tiefen Kleinrammbohrungen KRB 1 bis KRB 4 sowie KRB 6 nicht durchteuft.

#### **4.4 Ergebnisse der schweren Rammsondierungen**

Im Bereich der Neubebauung wurde jeweils eine schwere Rammsondierung (DPH) pro Haus bis in eine Tiefe von 10 m unter GOK ausgeführt.

Bei Schlagzahlen zwischen 4 und 18 Schlägen pro 10 cm Eindringung oberhalb des Grundwassereinflusses und bei Schlagzahlen zwischen 2 und 14 Schlägen pro 10 cm Eindringung mit Grundwassereinfluss weisen die anstehenden Sande gemäß Eurocode 7<sup>1</sup> eine mitteldichte Lagerung auf.

Mittels der schweren Rammsondierungen wurde mit größtenteils 4 bis 14 Schlägen pro 10 cm Eindringung eine überwiegend mitteldichte Lagerung der Sande ermittelt. In größerer Tiefen stehen die Sande örtlich bei Schlagzahlen  $N_{10} = 15$  und 22 in dichter Lagerung an.

#### **4.5 Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche**

Von den während der Bohrarbeiten im September 2017 aus den einzelnen Bodenschichten mittels der Kleinrammbohrungen entnommenen gestörten Bodenproben wur-

---

<sup>1</sup> DIN EN 1997-1: Eurocode 7 – Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik

den repräsentative Proben ausgewählt und in unserem bodenmechanischen Labor untersucht.

An sechs Proben aus den gewachsenen Sanden sowie jeweils einer Probe des Geschiebelehms und Geschiebemergels wurden Korngrößenanalysen durchgeführt. An drei Geschiebelehm- sowie drei Geschiebemergelproben wurde der Wassergehalt bestimmt.

Eine Zusammenstellung der ausgeführten Laborversuche kann den Anlagen 3.1 und 3.2 entnommen werden. Die Kornverteilungskurven sind in den Anlagen 3.3 bis 3.5 aufgetragen.

Gemäß den durchgeführten Korngrößenanalysen sind die gewachsenen Sande überwiegend als enggestufte feinsandige und schwach grobsandige Mittelsande zu bezeichnen. Örtlich sind die untersuchten Sande schwach schluffig. Der Schlämmerkornanteil (Korn- $\varnothing \leq 0,063$  mm) liegt bei ca. 5 – 10 %. Für die untersuchten Sande wurde nach Hazen ein Durchlässigkeitsbeiwert  $k_f$  zwischen  $1,2 \cdot 10^{-4}$  m/s und  $2,5 \cdot 10^{-4}$  m/s abgeschätzt.

Die untersuchten Geschiebebodenproben werden kornanalytisch als schluffiger und schwach toniger Sand angesprochen, vgl. Anlagen 3.3 und 3.5. Der Massenanteil an Schluff und Ton liegt bei rd. 35 % für den Geschiebemergel und ca. 45 % für den Geschiebelehm. Die Geschiebeböden sind bei den festgestellten Ton- und Schluffanteilen von mindestens 35 % durch bindige Eigenschaften geprägt. Dies ist bei der Darstellung in den Bodenprofilen gemäß DIN EN ISO 14688-1<sup>2</sup> berücksichtigt und Schluff als Hauptbodenart angegeben.

Die Wassergehalte des erkundeten Geschiebelehms liegen bei rd. 17,4 % bis 19,2 %. Die Wassergehalte des untersuchten Geschiebemergels wurden zwischen 9,4 % und 13,2 % ermittelt. Die Wassergehalte des tiefer anstehenden Geschiebemergels sind gegenüber dem Wassergehalt des in der KRB 5 in Tiefen zwischen 1,1 m und 1,9 m anstehenden Geschiebemergels geringer. Die festgestellten Wassergehalte korrespondieren mit der erkundeten Konsistenz der bindigen Schichten.

---

<sup>2</sup> DIN EN ISO 14688-1: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden - Teil 1 Benennung und Beschreibung. Stand Juni 2011

#### **4.6 Grundwasserverhältnisse**

Die während und nach Abschluss der Bohrarbeiten angebohrten und eingemessenen Wasserstände sind höhengerecht neben den Bohrprofilen in der Anlage 2 in Meter unter GOK angegeben.

Danach steht das Grundwasser innerhalb der gewachsenen Sande in Tiefen zwischen rd. 1,5 m und 4,5 m unter GOK gespannt an. Dies entspricht Tiefen zwischen ca. + 20,0 m NHN und + 18,2 m NHN. In den Kleinrammbohrungen KRB 1 bis KRB 3 und der KRB 5 liegt der Grundwasserstand knapp unterhalb der Unterkante der erkundeten Geschiebeböden. Zusätzlich wurde örtlich Schichtenwasser mit der KRB 3 innerhalb des Geschiebemergels in einer Tiefe von rd. 3,3 m unter GOK, entsprechend + 19,4 m NHN, erkundet.

#### **4.7 Bemessungswasserstände**

Die gemessenen Wasserstände stellen Stichtagswerte dar. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass sich zukünftig Wasserstände über die gemessenen Werte hinaus einstellen. Für die Festlegung von Bemessungswasserständen sind jahreszeitlich bedingte Grundwasserschwankungen zu berücksichtigen.

Aufgrund der örtlich unterhalb der geringmächtigen Auffüllungen anstehenden bindigen Schichten aus Geschiebeböden ist im Fall von Regen- und Starkregenereignissen mit dem Auftreten von Stauwasser zu rechnen.

Bauzeitlich ist von einem Bemessungswasserstand von + 20,5 m NHN auszugehen. Für den Endzustand ist von einem Bemessungswasserstand von + 21,0 m NHN auszugehen.

### **5 BODENKENNWERTE**

Auf Grundlage der Ergebnisse der oben beschriebenen Baugrundaufschlüsse, den Ergebnissen der Laborversuche sowie unter Berücksichtigung unserer Erfahrungen mit vergleichbaren Böden können für erdstatische Berechnungen gemäß DIN EN 1997-1<sup>3</sup> die in Tabelle 1 angegebenen charakteristischen Werte der Bodenkenngrößen in Ansatz gebracht werden.

---

<sup>3</sup> DIN EN 1997-1: Eurocode 7 - Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik

**Tabelle 1** Charakteristische Werte der Bodenkenngrößen

Bodenart	Wichte		Scherfestigkeit		Steifemodul  $E_{s,k}$ MN/m <sup>2</sup>
	feucht  $\gamma_k$ kN/m <sup>3</sup>	unter Auftrieb  $\gamma'_k$ kN/m <sup>3</sup>	Reibungs- winkel  $\varphi'_k$ °	Kohäsion  $c'_k$ kN/m <sup>2</sup>	
Auffüllung, sandig	19	11	30	0	30
Geschiebelehm, weich bis steif	21	11	27,5	5	30
Geschiebemergel, weich bis steif	22	12	30	7,5	50
Gewachsene Sande, mind. mitteldicht	19	11	35	0	80

## 6 GRÜNDUNG

Wie in Abschnitt 3.2 erläutert, umfasst die geplante Bebauung den Neubau von insgesamt 3 Wohngebäuden, die gemäß [2] auf einem zusammenhängenden Untergeschoss abgestellt werden. Gemäß derzeitigem Planungsstand liegt die Gründungsebene des Untergeschosses bei einer angenommenen Sohlplattendicke von ca. 0,5 m bei rd. + 18,4 m NHN, entsprechend etwa 3,1 m bis 5,0 m unter GOK.

Die angenommene Gründungsebene der eingeschossigen Tiefgarage ist in der Anlage 2 grafisch dargestellt. Diese liegt demnach in den erkundeten gewachsenen Sanden. Örtlich anstehende Auffüllungen sowie Geschiebeböden fallen dabei in den Aushub.

Die geplanten Gebäude binden gemäß derzeitigem Planungsstand ca. 2,0 m in das Grundwasser ein, vgl. Abschnitte 4.6 und 4.7.

### 6.1 Gründungsempfehlung

Die in der Gründungsebene anstehenden mindestens mitteldicht gelagerten Sande sind für die Aufnahme von Bauwerkslasten grundsätzlich geeignet.

Die geplanten Neubauten können unter Berücksichtigung der erkundeten Baugrundverhältnisse sowie der vorgenannten Annahmen flach auf Einzel- und Streifenfundamenten

oder auf einer durchgehenden Bodenplatte gegründet werden. Unter Berücksichtigung der hier in Gründungsebene anstehenden, kleinräumig wechselnden Untergrundverhältnisse wird die Gründung auf einer Sohlplatte empfohlen.

Für eine Flachgründung auf einer durchgehenden Sohlplatte werden nachfolgend die erforderlichen Bemessungswerte angegeben.

## **6.2 Bettungsmodul**

Das Bettungsmodul resultiert aus dem Last-Verformungsverhalten des Bodens, welches wesentlich durch die Geometrie des Bauwerkes und der Gründungselemente bestimmt wird. Dieser Kennwert stellt daher keine Konstante dar.

Der Herleitung der Bettungsmoduln liegen geschätzte Bauwerklasten zugrunde. Weiterhin wurde davon ausgegangen, dass die Sohlplatte vollständig in tragfähigen Böden liegt. Den Berechnungen wurden die in Abschnitt 4 beschriebenen Untergrundverhältnisse und den in Abschnitt 5 angegebenen Bodenkennwerte zugrunde gelegt. Für die überschlägige Setzungsberechnung gemäß DIN 4019 wurde je aufgehendes Geschoss bzw. für das Untergeschoss ein charakteristischer Wert der Sohldruckbeanspruchung von  $\sigma_{E,k} = 15 \text{ kN/m}^2$  in Ansatz gebracht.

Für die Vorbemessung lassen sich die Bettungsmoduln  $k_s$  in Abhängigkeit der Bodenschichtung und der aus der geplanten Bebauung angenommenen Belastung mit  $k_s = 6 \text{ MN/m}^3$  abschätzen. In den Randbereichen wird der Bettungsmodul zunächst mit  $k_s = 8 \text{ MN/m}^3$  angegeben.

Zur abschließenden Ermittlung des Bettungsmoduls sowie für die wirtschaftliche Bemessung der Sohlplatte sind nach Vorliegen von Lastplänen ergänzende Setzungsberechnungen durchzuführen. Auf Grundlage dieser Berechnungen kann ggf. auch eine differenzierte Bestimmung der Bettungsmoduln vorgenommen werden.

## **6.3 Setzungen**

Derzeit liegen uns keine Angaben zu den Bauwerklasten vor. Unter Zugrundelegung der in Abschnitt 6.2 angegebenen Bettungsmoduln ist mit Setzungen in einer Größenordnung von bis zu 0,5 cm zu rechnen.

Diese Angabe ist vorläufig, sie sollte durch detaillierte Setzungsberechnungen überprüft werden, sobald Angaben zum Tragwerk vorliegen und die endgültigen Lasten bekannt sind.

## **6.4 Sielleitungen**

Die Ausführung von Sielleitungen ist in Hamburg in den „Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen für den Bau von Sielen“ (ZTV – SIELE Hamburg) beschrieben. Die jeweiligen Ausführungsvarianten sind in den Anlagen A. 2.1.1 und A. 2.1.2 der ZTV – SIELE Hamburg (Ausgabe 01.03.2015) dargestellt. Unter Berücksichtigung der Angaben der ZTV – SIELE können die Sielleitungen in den anstehenden Sanden und Geschiebeeböden abgestellt werden.

## **7 BAUGRUBE UND WASSERHALTUNG**

### **7.1 Baugrubenverbau**

Für die Herstellung des Untergeschosses ist die Ausführung einer bis zu 5,0 m tiefen Baugrube erforderlich. Die Baugrubensohle liegt bis zu ca. 2,0 m unterhalb des Grundwasserspiegels, vgl. Abschnitte 4.6 und 4.7.

Die Baugrube kann bei den aktuellen Platzverhältnissen voraussichtlich geböscht ausgeführt werden. Die Böschungen können generell mit 45° zur Horizontalen ausgeführt werden. Es sind darüber hinaus die Hinweise der DIN 4124<sup>4</sup> zu beachten.

Sofern die Platzverhältnisse für eine geböschte Baugrube nicht ausreichen, können die Baugrubenseiten alternativ mit einem senkrechten Verbau, z.B. einem Trägerbohlverbau, gesichert werden.

### **7.2 Trockenhaltung der Baugrube**

Die Baugrube kann grundsätzlich unverbaut oder teilverbaut in Verbindung mit einer Grundwasserabsenkung ausgeführt werden, vgl. Abschnitt 7.1.

Die Trockenhaltung kann mittels Horizontaldränagen, die von einer Voraushubebene aus eingefräst werden, erfolgen. Hierbei werden Dränagestränge bis etwa 0,5 m unter-

---

<sup>4</sup> DIN 4124: Baugruben und Gräben, Böschungen, Verbau und Arbeitsraumbreiten

halb der Aushubsohle eingebracht. Die Schlitzte werden mit Kies verfüllt. Das Wasser kann mittels Vakuumpumpen gefördert werden.

Die Durchlässigkeitsbeiwerte  $k_f$  der im Bereich der Aushubsohle anstehenden gewachsenen Sande liegen zwischen  $1,2 \cdot 10^{-4}$  m/s und  $2,5 \cdot 10^{-4}$  m/s, vgl. Abschnitt 4.5.

Infolge der Wasserhaltung tritt eine Absenkung des Grundwasserspiegels auf. Bei der hier betrachteten Grundwasserabsenkung von etwa 1,0 m sind keine Einwirkungen auf die nachbarliche Bebauung zu erwarten. Nach unserer Kenntnis stehen im Einflussbereich der Wasserhaltung keine setzungsempfindlichen Böden an.

Bei einer Grundwasserabsenkung werden erhebliche Grundwassermengen gefördert, die abgeleitet werden müssen. Da in dem Bereich des Planungsgebiets kein natürlicher Vorfluter vorhanden ist, wird die Einleitung des geförderten Wassers in die Kanalisation erforderlich. Es ist zu prüfen, ob die Kanalisation eine hinreichende Aufnahmefähigkeit aufweist.

Die Entnahme und Einleitung des Förderwassers, z.B. in die öffentlichen Abwasseranlagen und Oberflächengewässer sind genehmigungspflichtig. Hierfür sind rechtzeitig vor Baubeginn Anträge auf wasserrechtliche Erlaubnis bei den zuständigen Behörden zu stellen.

Das Grundwasser sollte im Hinblick auf die erforderliche Wasserhaltung auf den Parameterumfang „Einleitung Regenwassersiel“ untersucht werden.

### **7.3 Trockenhaltung der Gebäude**

Gemäß den Ergebnissen der durchgeführten Untergrunderkundungen schneiden die geplanten Wohnhäuser bei Ausführung der geplanten Unterkellerung rd. 2,0 m in das Grundwasser ein. Eine Bauwerksabdichtung gegen von außen drückendes Wasser und aufstauendes Sickerwasser gemäß DIN18195-6<sup>5</sup> bis mindestens 0,3 m über den Bemessungswasserstand (hier rd. + 21,0 m NHN) ist erforderlich.

---

<sup>5</sup> DIN 18533-3: 2017-07 - Teil 6: Abdichtungen gegen von außen drückendes Wasser und aufstauendes Sickerwasser, Bemessung und Ausführung

Erdberührte Bauteile oberhalb des Bemessungswasserstandes sind gegen Bodenfeuchte und nicht stauendes Sickerwasser gemäß DIN 18195-4<sup>6</sup> abzudichten.

Die Ausführung des Untergeschosses kann z. B. als „Weiße Wanne“ mittels einer wasserundurchlässigen Betonkonstruktion erfolgen. Bei Ausführung einer „Weißen Wanne“ kann infolge des Wassereinstaus eine Wasserdampfdiffusion im Untergeschoss nicht völlig ausgeschlossen werden. Dieses ist insbesondere bei einer höherwertigen Nutzung, z. B. als Technik- oder Archivräume zu berücksichtigen. Diese Räume sollten ggf. im Innenbereich des Untergeschosses angeordnet werden.

#### **7.4 Ergänzende Hinweise zur Bauausführung**

In der Gründungsebene anstehende nicht ausreichend tragfähige Sande sind für die Abtragung von Bauwerkslasten nicht geeignet. Diese Böden sind so zu verdichten, dass eine mindestens mitteldichte Lagerung erzielt wird. Die Verdichtung ist mit einem statischen Verdichtungsgerät vorzunehmen.

Sofern in der Gründungsebene Geschiebeböden angetroffen werden, sollten diese bis ca. 0,3 m unter Gründungsebene ausgehoben werden. Der Bodenaustausch ist mittels eines geeigneten Füllmaterials vorzunehmen. Als Füllboden ist ein ton- und schluffarmer Sand (Feinkornanteil  $\leq 5$  Gew.-%) mit einem Ungleichförmigkeitsgrad  $U > 2,5$  zu verwenden. Der Füllboden ist lagenweise einzubauen und ebenfalls mit einem statischen Verdichtungsgerät so zu verdichten, dass eine mindestens mitteldichte Lagerung erzielt wird. Ein Bodenaustausch sollte mit einem ausreichenden seitlichen Überstand über die Fundamentaußenkanten hinaus erfolgen. Hierbei ist ein Lastausbreitungswinkel von  $45^\circ$  zu berücksichtigen.

Es wird empfohlen die freigelegten Gründungssohlen durch einen Sachverständigen für Geotechnik abnehmen zu lassen und ggf. die ausreichende Lagerungsdichte der in Gründungsebene anstehenden Sande mittels Lastplattendruckversuchen zu prüfen.

---

<sup>6</sup> DIN 18533-3: 2017-07 - Teil 4: Abdichtungen gegen Bodenfeuchte (Kapillarwasser, Haftwasser) und nichtstauendes Sickerwasser an Bodenplatten und Wänden, Bemessung und Ausführung

## 7.5 Versickerungsfähigkeit

Der relevante Versickerungsbereich (Durchlässigkeit  $k_f$  des Sickerraumes) liegt gemäß DWA<sup>7</sup> Regelwerk, Arbeitsblatt DWA-A 138, zwischen  $1 \cdot 10^{-3}$  m/s und  $1 \cdot 10^{-6}$  m/s. Die Mächtigkeit des Sickerraumes muss mindestens 1 m betragen.

Die erkundeten sandigen Auffüllungen und Geschiebeböden stehen bis in Tiefen von rd. 0,7 m bis 4,1 m unter GOK an. Diese Schichten sind für eine Versickerung des Niederschlagswassers nicht geeignet. Knapp unterhalb der gering durchlässigen Geschiebeböden steht das Grundwasser an, vgl. Abschnitt 4.6. Die darunter anstehenden gewachsenen Sande mit Durchlässigkeitsbeiwerten  $k_f$  zwischen  $1,2 \cdot 10^{-4}$  m/s und  $2,5 \cdot 10^{-4}$  m/s können gemäß DIN 18130-1<sup>8</sup> als durchlässig ( $k_f = 1 \cdot 10^{-4}$  m/s bis  $1 \cdot 10^{-6}$  m/s) eingestuft werden.

Aufgrund der anstehenden geringdurchlässigen Geschiebeböden und dem direkt darunter anstehenden Grundwasser ist eine oberflächennahe Versickerung von Niederschlagswasser nicht möglich. Die mögliche Ausführung von Kiesrigolen ist ggf. im Zuge des Genehmigungsverfahrens zu überprüfen. Eine mögliche Variante zur Versickerung stellen Sickerschächte dar. Diese können bereichsweise unterhalb der geringwasserdurchlässigen Geschiebebodenschichten verfiltert werden.

## 8 ORIENTIERENDE SCHADSTOFFERKUNDUNG

### 8.1 Grundlagen der Bewertung

Im Zuge der Baumaßnahme müssen aufgefüllte und gewachsene Böden ausgehoben und entsorgt werden. Eine Verunreinigung der in den Aushub fallenden Böden konnte nicht ausgeschlossen werden. In Hinblick auf die Entsorgung der Aushubböden wurden Untersuchungen nach LAGA TR Boden<sup>9</sup> durchgeführt.

Die Ergebnisse der chemischen Analysen der Bodenproben werden nachfolgend anhand der technischen Regeln der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) sowie,

---

<sup>7</sup> Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall

<sup>8</sup> DIN 18130-1 Baugrund - Untersuchung von Bodenproben; Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts

<sup>9</sup> Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA): Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen: Teil II Technische Regeln für die Verwertung, 1.2 Bodenmaterial (TR Boden), Stand 05.11.2004

sofern erforderlich, der Deponieverordnung (DepV)<sup>10</sup> und unter Berücksichtigung des Abfallwirtschaftsplans<sup>11</sup> von Hamburg und Schleswig-Holstein bewertet.

In den technischen Regeln der LAGA sind Zuordnungswerte, sogenannte Z-Werte festgelegt, anhand derer abgeschätzt werden kann, ob ein Boden oder Boden-Bauschutt-Gemisch verunreinigt ist und wie der Grad der Verunreinigung hinsichtlich der Ablagerbarkeit zu beurteilen ist. Die Z-Werte definieren dabei jeweils die maximalen Schadstoffgehalte, die der Boden in den folgenden LAGA-Einbauklassen aufweisen darf:

LAGA-Einbauklasse 0: uneingeschränkter Einbau

LAGA-Einbauklasse 0\*: uneingeschränkter Einbau bei der Verfüllung von Abgrabungen unter Einhaltung bestimmter Randbedingungen

LAGA-Einbauklasse 1.1: eingeschränkter offener Einbau

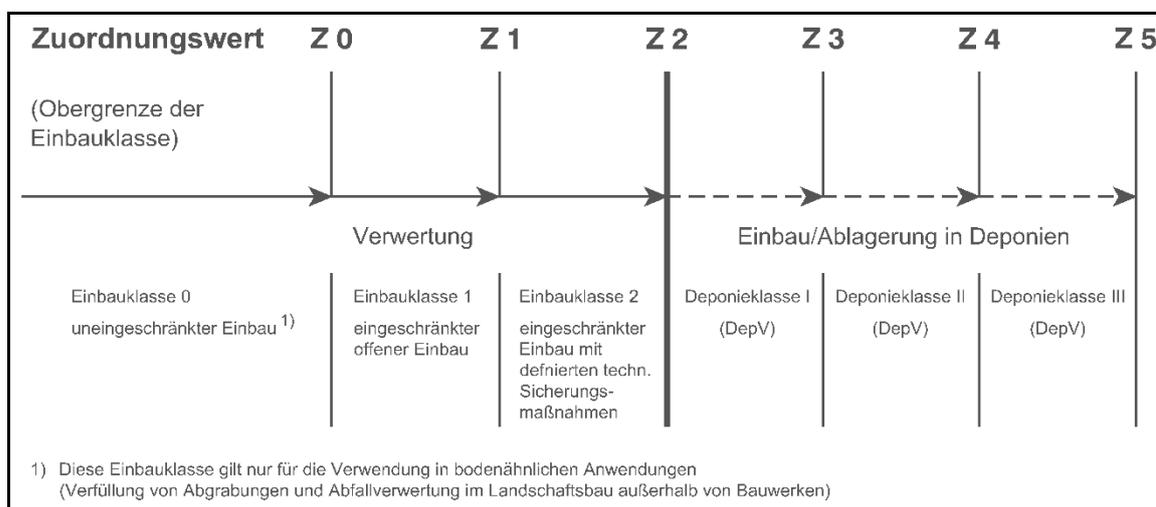
LAGA-Einbauklasse 1.2: eingeschränkter offener Einbau in hydrogeologisch günstigen Gebieten

LAGA-Einbauklasse 2: eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen

Deponieklasse I: Einbau in eine Mineralstoffdeponie

Deponieklasse II: Einbau in eine Hausmülldeponie

Deponieklasse III: Einbau in eine Sonderabfalldeponie



**Abbildung 1** Darstellung der LAGA-Einbau- und Deponieklassen

<sup>10</sup> Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV) vom 27. April 2009

<sup>11</sup> Gemeinsamer Abfallwirtschaftsplan für Bau- und Abbruchabfälle von Hamburg und Schleswig-Holstein (05/2006)

## 8.2 Untersuchungsprogramm

Bei der Festlegung des Untersuchungsprogramms wurde gemäß den uns gegenüber gemachten Angaben berücksichtigt, dass die Herstellung eines Untergeschosses vorgesehen ist. Die Probenahme erfolgte mittels der Kleinrammbohrungen. Aus den in den Aushub fallenden Auffüllungen und gewachsenen Böden wurden Einzelproben entnommen und in luftdichte Glasbehältnisse gefüllt.

Die Proben wurden anschließend organoleptisch und bodenmechanisch von uns angesprochen. Organoleptische Auffälligkeiten hinsichtlich Farbe, Geruch o. ä. sind, abgesehen von anthropogenen Beimengungen in den Auffüllungen, nicht festgestellt worden.

Gemäß den bodenmechanischen Eigenschaften und dem organoleptischen Befund wurden vier Mischproben zusammengestellt. Die Mischprobe MP 1 wurde aus den sandigen Auffüllungsböden mit anthropogenen Beimengungen gebildet. Die Mischprobe MP 2 ist aus dem in den Kleinrammbohrungen KRB 3 und KRB 5 erkundeten Geschiebemergel sowie -lehm zusammengestellt worden. Der in den Kleinrammbohrungen KRB 1 und KRB 2 erkundete Geschiebelehm wurde in der Mischprobe MP 3 zusammengefasst. Die Mischprobe MP 4 wurde aus den gewachsenen Sanden gebildet.

Die zu den Mischproben zugehörigen Einzelproben sowie Entnahmetiefen und Kornzusammensetzungen können im Einzelnen der Tabelle 2 entnommen werden.

**Tabelle 2** Zusammenstellung der Mischproben

Mischprobe	Zugehörige Einzelproben	Entnahmetiefe von bis [m]	Kornzusammensetzung <sup>1)</sup>
MP 1 (Sandige Auffüllung)	KRB 2/1	0,00 – 0,80	A (S, u, o, g <sup>+</sup> , Ziegelreste, Wurzelreste)
	KRB 3/1	0,00 – 0,70	A (S, u, o, g <sup>+</sup> , Ziegelreste, Wurzelreste)
	KRB 4/1	0,00 – 0,80	A (S, u, o, g <sup>+</sup> , Ziegelreste, Wurzelreste)
	KRB 5/1	0,00 – 1,10	A (S, u, o, g, Ziegelreste, Wurzelreste)
	KRB 6/1	0,00 – 0,70	A (S, u, o, Ziegelreste, Wurzelreste)
MP 2 (Geschiebemergel/ -lehm)	KRB 3/2	0,70 – 2,00	Lg, (U, s, t)
	KRB 3/3	2,00 – 3,40	Mg, (U, s, t)
	KRB 3/4	3,40 – 4,10	Mg, (U, s, t)
	KRB 5/2	1,10 – 1,90	Mg, (U, s, t <sup>+</sup> ), S-Bänder
	KRB 5/3	1,90 – 3,30	Mg, (U, s, t)
MP 3 (Geschiebelehm)	KRB 1/1	0,12 – 0,80	Lg, (U, s, t <sup>+</sup> )
	KRB 1/2	0,80 – 1,80	Lg, (U, s, t <sup>+</sup> )
	KRB 1/3	1,80 – 3,20	Lg, (U, s, t <sup>+</sup> )
	KRB 2/2	0,80 – 1,30	Lg, (U, s, t), Wurzelreste
	KRB 2/3	1,30 – 2,70	Lg, (U, s, t), S-Bänder

Mischprobe	Zugehörige Einzelproben	Entnahmetiefe von bis [m]	Kornzusammensetzung <sup>1)</sup>
MP 4 (Gewachsene Sande)	KRB 1/4	3,20 – 4,70	mS, fs, gs'
	KRB 2/4	2,70 – 4,00	mS, fs, gs'
	KRB 4/4	2,10 – 3,00	mS, gs', fs', U-Brocken
	KRB 4/5	3,00 – 4,50	mS, fs, gs'
	KRB 6/2	0,70 – 1,70	mS, fs, gs'
	KRB 6/3	1,70 – 3,00	mS, fs, gs'

<sup>1)</sup> Die Erklärung der Kurzzeichen kann der Anlage 2 entnommen werden.

Die Proben wurden an die Gesellschaft für Bioanalytik (GBA), Pinneberg, übergeben und auf den Parameterumfang gemäß LAGA M 20 TR Boden untersucht.

### 8.3 Ergebnisse der chemischen Analytik gemäß LAGA

In der folgenden Tabelle 3 sind die Ergebnisse der chemischen Analysen mit der jeweiligen Einbauklasse (EBK) gemäß LAGA sowie die für die Zuordnung maßgeblichen Parameter aufgeführt. Die Prüfberichte der chemischen Analysen sind in der Anlage 4 beigefügt.

**Tabelle 3** Ergebnisse der chemischen Analytik

Mischprobe	Kornzusammensetzung	maßgebliche Parameter gemäß LAGA	Parameter > EBK 0	Einbauklasse gemäß LAGA
MP 1	Sandige Auffüllung	Summe PAK (EPA), TOC	Benzo(a)pyren	EBK 2
MP 2	Geschiebemergel/-lehm	-	-	EBK 0
MP 3	Geschiebelehm	-	-	EBK 0
MP 4	Gewachsene Sande	-	-	EBK 0

In der Mischprobe MP 1 aus den sandigen Auffüllungsböden mit anthropogenen Beimengungen wurden erhöhte Gehalte der Parameter Summe PAK (EPA) und TOC festgestellt, die eine Einstufung in die Einbauklasse EBK 2 erfordern.

In den Geschiebeböden sowie gewachsenen Sanden der Mischproben MP 2 bis MP 4 wurden keine relevanten Schadstoffgehalte nachgewiesen. Diese Böden können der Einbauklasse EBK 0 zugeordnet werden.

### 8.4 Ergänzende Hinweise

Die dargestellten Ergebnisse der chemischen Analytik gemäß LAGA ermöglichen eine orientierende Abschätzung der Schadstoffbelastung der Aushubböden. Lokal kleinräu-

mige, von den analysierten Gehalten abweichende Schadstoffgehalte können nicht ausgeschlossen werden. Wir empfehlen die Schadstoffverteilung in den Aushubböden in zeitlich ausreichendem Abstand vor Beginn der Erdarbeiten im Rahmen einer Haupterkundung gemäß den Vorgaben der LAGA zu untersuchen. Die Ergebnisse dienen als Grundlage für die Entsorgung der Aushubböden und ermöglichen eine wirtschaftliche Durchführung der Erd- und Entsorgungsarbeiten. Wir weisen darauf hin, dass die für die Abfuhr gültigen Analyseergebnisse nicht älter als 1 Jahr sein dürfen.

## **9 ERFORDERLICHE ZUSÄTZLICHE MAßNAHMEN**

Im Rahmen der weiteren Planung des Bauvorhabens sind folgende zusätzliche Untersuchungen und Maßnahmen erforderlich:

- Grundwasseranalysen auf Stahl- und Betonaggressivität und Einleitparameter Regenwassersiel
- Haupterkundung der Aushubböden auf Schadstoffe für die Entsorgung
- Vordimensionierung der gesamten Wasserhaltung inklusive zusätzlicher Erkundungen und Untersuchungen (z.B. Durchlässigkeitsversuche)
- Stellung von wasserrechtlichen Anträgen bei den zuständigen Behörden
- Baugrubenplanung bei Teilverbau

## **10 ZUSAMMENFASSUNG**

Südlich des Grundstücks Hauptstraße 34, Flurstück 46/1, in der Gemeinde Barsbüttel in Schleswig-Holstein ist der Neubau von drei unterkellerten Mehrfamilienhäusern geplant.

Generell stehen im Untersuchungsgebiet ab GOK größtenteils zunächst Auffüllungen aus vorwiegend Sanden an. Die Auffüllungsböden bzw. Oberflächenbefestigung werden von Geschiebeböden in Form von Geschiebelehm sowie Geschiebemergel oder gewachsenen Sanden unterlagert. In größeren Tiefen folgen bis zur Unterkante der ausgeführten Aufschlüsse gewachsene Sande, in denen örtlich Geschiebemergelschichten eingelagert sind. Die in der Gründungsebene anstehenden mindestens mitteldicht gelagerten Sande sind für die Aufnahme von Bauwerkslasten grundsätzlich geeignet.

Im Zuge der Baugrunderkundung wurde Grundwasser innerhalb der gewachsenen Sande in Tiefen zwischen ca. + 20,0 m NHN und + 18,2 m NHN gespannt angebohrt. Zusätzlich wurde örtlich Schichtenwasser innerhalb des Geschiebemergels in einer Tiefe von rd. + 19,4 m NHN erkundet. Bauzeitlich ist von einem Bemessungswasserstand von + 20,5 m NHN auszugehen. Für den Endzustand ist von einem Bemessungswasserstand von + 21,0 m NHN auszugehen.

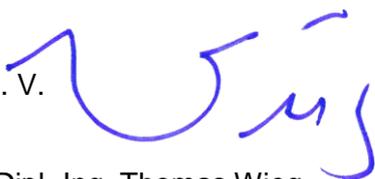
Es wird empfohlen die geplante Neubebauung auf einer durchgehenden Bodenplatte flach zu gründen. Im Abschnitt 6 sind die erforderlichen Bemessungswerte angegeben.

Die erforderliche Baugrube kann grundsätzlich geböscht ausgeführt oder durch einen rückverankerten senkrechten bzw. nach innen ausgesteiften Verbau, z.B. einen Trägerbohlverbau, in Verbindung mit einer Grundwasserabsenkung ausgeführt werden, vgl. Abschnitt 7.

Für alle Gebäude ist eine Abdichtung der Gebäudesohle und der Außenwände gegen von außen drückendes Wasser erforderlich.

Gemäß den chemischen Analysen konnten in den Aushubböden überwiegend keine relevanten Schadstoffgehalte nachgewiesen werden. Lediglich die Auffüllungsböden mit anthropogenen Beimengungen der Mischprobe MP 1 sind aufgrund von erhöhten Gehalten der Parameter Summe PAK (EPA) und TOC der Einbauklasse EBK 2 zuzuordnen.

IGB Ingenieurgesellschaft mbH

i. V.   
Dipl.-Ing. Thomas Wieg

i. A.   
B. Sc. Lisa Sanders

## **ANLAGENVERZEICHNIS**

Anlage 1	Lageplan
Anlage 2	Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse
Anlage 2.1	Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse, Haus C
Anlage 2.2	Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse, Haus B
Anlage 2.3	Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse, Haus A
Anlage 3	Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche
Anlage 3.1	Zusammenstellung der Versuchsergebnisse, KRB 1 bis KRB 4
Anlage 3.2	Zusammenstellung der Versuchsergebnisse, KRB 5 und KRB 6
Anlage 3.3	Kornverteilungskurven KRB 1 und KRB 2
Anlage 3.4	Kornverteilungskurven KRB 3 und KRB 4
Anlage 3.5	Kornverteilungskurven KRB 5 und KRB 6
Anlage 4	Prüfberichte chemische Analytik Boden