

BAUGRUNDGUTACHTEN

Titel: **Bebauungsplan Stellingen 62**

**Baugrundbeurteilung sowie Untersuchungen
zur Versickerungsfähigkeit und zu den
Schadstoffgehalten im Bereich der
öffentlichen Erschließungsflächen**

Datum: 23.03.2016
Auftraggeber: Freie und Hansestadt Hamburg
Landesbetrieb Immobilienmanagement
und Grundvermögen (LIG)
Millerntorplatz 1
20359 Hamburg
Auftrag vom: 25.02.2016
Ansprechpartner: Herr Steinberg

Auftragnehmer: BWS GmbH
Aktenzeichen: SN62-BG / 16.P.12
Projektbearbeitung: Herr Dipl.-Geol. E. Wenzel
Ausfertigung Nr.:

INHALT		Seite
1	Anlass / Aufgabenstellung	1
2	Unterlagen	1
3	Durchgeführte Untersuchungen	2
3.1	Geländeuntersuchungen	2
3.2	Bodenmechanische Laboruntersuchungen	5
3.3	Entsorgungstechnische Laboruntersuchungen	5
4	Untersuchungsergebnisse	7
4.1	Geologischer Aufbau und Darstellung der Baugrundverhältnisse	7
4.1.1	Künstliche Auffüllung	7
4.1.2	Flugsande	9
4.1.3	Schmelzwassersande	9
4.1.4	Geschiebelehm / Geschiebemergel	10
4.2	Hydrogeologische Verhältnisse	11
4.3	Entsorgungstechnische Untersuchungen	12
5	Gründung	15
5.1	Gründung über Einzel- und Streifenfundamente	15
5.2	Gründung über eine tragende Bodenplatte	16
6	Straßen- und Sielbau	17
6.1	Fahr- und Parkflächen	17
6.1.1	Planum	17
6.1.2	Bemessung des frostsicheren Straßenaufbaus	18
6.2	Sielbau	19
6.3	Wiederverfüllung Leitungsgräben	20
7	Hinweise zur Bauausführung	21
7.1	Aushub	21
7.2	Wiederverfüllung	22

7.3	Böschungen	22
7.4	Wasserhaltung während der Bauzeit	23
8	Regenwasserversickerung	24
9	Bemerkungen	26

Tabellen

Tab. 1:	Zusammenstellung der durchgeführten Baugrunduntersuchungen	4
Tab. 2:	Zusammenstellung der durchgeführten bodenmechanischen Laborversuche	5
Tab. 3:	Zusammenstellung der untersuchten Mischproben	6
Tab. 5:	Entsorgungstechnische Einstufung der Mischproben	13
Tab. 8:	Zulässige Bodenpressungen bei teilweisem Bodenaustausch	16
Tab. 6:	Richtwerte für die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus für Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F 3	18
Tab. 7:	Durchlässigkeitsbeiwerte k_f der anstehenden Bodenschichten	24

Anlagen

Anl. 1:	Lageplan der Baugrunduntersuchungen
Anl. 2:	Geologischer Schnitt entlang der Erschließungsstraße
Anl. 3:	Verbreitungsgebiete der geologischen Einheiten
Anl. 4:	Lageplan zur Versickerungsfähigkeit
Anl. 5:	Entsorgungstechnische Untersuchungsergebnisse (tabellarisch)

Dokumentation

Dok. 1:	Schichtenverzeichnisse der Kleinrammbohrungen
Dok. 2:	Bohrprofile der Kleinrammbohrungen
Dok. 3:	Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche
Dok. 4:	Prüfberichte der Bodenuntersuchungen nach LAGA

1 Anlass / Aufgabenstellung

Im Rahmen des Bebauungsplans Stellingen 62 ist die Entwicklung eines gemischten innerstädtischen Quartiers mit Wohnbebauung, Einzelhandel und sozialen Einrichtungen geplant. Das Gebiet liegt überwiegend auf dem Gelände des TSV Stellingen und angrenzenden Flächen und umfasst die Flächen zwischen Sportplatzring und Basselweg sowie die Grundstücke der Stadtteilschule Stellingen, das Haus der Jugend und einen Spielplatz.

Für die Erschließung der künftigen Wohngebiete ist unter anderem die Herstellung einer öffentlichen ca. 250 m langen Erschließungsstraße mit Schmutz- und Regenwassersiel vorgesehen. Die Erschließungsstraße verläuft überwiegend in west-östlicher Richtung zwischen den Straßen Sportplatzring/Ecke Dörpkamp und Basselweg.

Mit Datum vom 25.02.2016 wurde die BWS GmbH vom Landesbetrieb Immobilienmanagement und Grundvermögen der Freien und Hansestadt Hamburg, vertreten durch Herrn Steinberg, mit der Durchführung von Baugrunduntersuchungen in Form von Gelände- und Laboruntersuchungen sowie der Erstellung eines Baugrundgutachtens mit Darstellung der Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen und einer Beurteilung der Baugrundverhältnisse hinsichtlich der geplanten Baumaßnahmen beauftragt.

Grundlagen für das Untersuchungskonzept der Baugrunderkundungen bilden der Bebauungsplan Stellingen 62 und die durch die beteiligten Planer (Straßenplanung: ARGUS, Siedlungsplanung: BWS GmbH im Auftrag der HSE) zur Verfügung gestellten Planunterlagen (s.a. Kap. 2). Der vorliegende Bericht enthält die Ergebnisse der Gelände- und Laboruntersuchungen sowie deren Auswertung und weitere geotechnische Berechnungen.

2 Unterlagen

Zur Bearbeitung des vorliegenden Berichts standen der BWS GmbH die folgenden Unterlagen zur Verfügung:

- [1] Bebauungsplan Stellingen 62 – Entwässerungsplanung Regenwasser, Bericht vom 16.02.2016 mit Lageplan zum Entwässerungskonzept, Entwässerungskonzeption (Bemessung) und Kostenschätzung; BWS GmbH
- [2] Straßenplanung Stand 29.01.2016 als Datei: xref_Stellingen 62_Straßenplanung.dwg; ARGUS Stadt- und Verkehrsplanung

- [3] Lage- und Höhenplan Stand 29.10.2015 als Datei: 2150519 LuH-Pan.dwg; Tiedemann, Wenck & Brand Vermessung GmbH
- [4] Funktionsplan zum Bebauungsplan Stellingen 62 Stand 28.05.2015 als Datei 086_150528_Funktionsplan_LS320.dwg; Coido Architects
- [5] Leitungsbestandsplan Sportplatzring Stand 27.08.2015 als Datei: 66577 Sportplatz-LT B-Plan stellingen 62 digit.Pläne HSE. dwg; HAMBURG WASSER
- [6] Geologische Übersichtskarte Raum Hamburg 1 : 50.000; herausgegeben vom Vermessungsamt Hamburg 1985
- [7] Geologische Karte von Hamburg 1 : 25.000, Blatt 2425 Hamburg inkl. Erläuterungen; Autor Jürgen Ehlers, Herausgeber Geologisches Landesamt Hamburg
- [8] Geoportal der Freien und Hansestadt Hamburg: Geo-Online Hamburg unter www.geoportal-hamburg.de
- [9] Bohrdatenbank des Geologischen Landesamtes Hamburg unter www.hamburg.de; Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung Hamburg

3 Durchgeführte Untersuchungen

3.1 Geländeuntersuchungen

Zur Erkundung der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse und der Versickerungsfähigkeit des Untergrunds im Gebiet des Bebauungsplans Stellingen 62 wurden von der BWS GmbH im Zeitraum vom 27.01. bis 10.02.2016 insgesamt 20 Kleinrammbohrungen (KRB 1 bis KRB 20) abgeteuft sowie am 17.02.2016 insgesamt 3 Handbohrungen im Bereich der Nebenflächen der Straßen Sportplatzring und Basselweg durchgeführt. Die Lage der Ansatzpunkte ist in Anl. 1 dargestellt. Die Ergebnisse sind in Form von Schichtenverzeichnissen und Bohrprofilen in Dok. 1 und für den Bereich entlang der Erschließungsstraße in geologischen Schnitten (Anl. 2) wiedergegeben.

Die Kleinrammbohrungen KRB 1 bis KRB 8 wurden im nördlichen Teil des Bebauungsplans im Bereich der Stadtteilschule Stellingen und der Flächen westlich davon und die Bohrungen KRB 9 bis KRB 20 im südlichen Teil im Bereich der Sportflächen ausgeführt. Die Bohrpunkte

KRB 10, KRB 13, KRB 14, KRB 18 und KRB 19 liegen innerhalb der Trasse für die geplante Erschließungsstraße und der öffentlichen Sielanlagen.

Die geplante Endteufe der Kleinrammbohrungen wurde mit 5,0 m unter Geländeoberkante (GOK) in allen Fällen erreicht. Die Handbohrungen am Sportplatzring (HB 21 und HB 22) sowie am Basselweg (HB 23) wurden gemäß den Vorgaben des Straßenplaners bis 0,8 m unter GOK ausgeführt.

Alle Ansatzpunkte wurden nach Lage und Höhe eingemessen. Als Höhenbezüge dienten insgesamt 2 auf öffentlichen Straßenflächen gelegene Schachtdeckel der HSE (FP 1, FP 3), die gemäß [5] Höhen von +23,23 m NHN (FP 1 im Stellingener Steindamm) bzw. +22,90 m NHN (FP 2 im Sportplatzring/ Ecke Dörpkamp) aufweisen. Die Lage der Sondieransatzpunkte und der Höhenbezüge ist in der Anl. 1 dargestellt. Alle Höhen und Maße sind vor der Bauausführung zu prüfen.

Eine Zusammenstellung aller durchgeführten Bohrungen und Sondierungen ist der Tab. 1 zu entnehmen.

Tab. 1: Zusammenstellung der durchgeführten Baugrunduntersuchungen

Kleinrammbohrung	Ansatzhöhe	Bohr- bzw. Sondiertiefe	
	[m NHN]	[m unter GOK]	[m NHN]
KRB 1	22,51	5,00	17,51
KRB 2	23,26	5,00	18,26
KRB 3	22,51	5,00	17,51
KRB 4	22,62	5,00	17,62
KRB 5	22,84	5,00	17,84
KRB 6	22,63	5,00	17,63
KRB 7	22,61	5,00	17,61
KRB 8	22,25	5,00	17,25
KRB 9	22,68	5,00	17,68
KRB 10	22,63	5,00	17,63
KRB 11	23,10	5,00	18,10
KRB 12	22,72	5,00	17,72
KRB 13	22,55	5,00	17,55
KRB 14	22,30	5,00	17,30
KRB 15	21,12	5,00	16,12
KRB 16	20,78	5,00	15,78
KRB 17	20,60	5,00	15,60
KRB 18	21,13	5,00	16,13
KRB 19	21,61	5,00	16,61
KRB 20	21,25	5,00	16,25

Zur Beurteilung der Versickerungsfähigkeit des Baugrunds wurden zusätzlich zu den aktuell durchgeführten Kleinrammbohrungen weiterhin die Ergebnisse von 56 Altbohrungen aus der Bohrdatenbank des GLA (Unterlage [9]) berücksichtigt. Die Lage der Altbohrungen ist in dem Lageplan zur Versickerungsfähigkeit (Anl. 3) dargestellt. Hierfür wurden die Tiefenlagen von wasserstauenden Bodenschichten abgegriffen und digitalisiert, auf eine Darstellung der Altbohrungen in Form von Schichtenverzeichnissen oder Bohrprofilen wurde verzichtet.

3.2 Bodenmechanische Laboruntersuchungen

Zur Bestimmung der bodenmechanischen Parameter der anstehenden Bodenarten wurden an repräsentativen, ausgewählten Bodenproben die in Tab. 2 aufgelisteten bodenmechanischen Laborversuche durchgeführt. Die Ergebnisse der Laboruntersuchungen sind in Form von Prüfberichten in der Dok. 3 dargestellt.

Tab. 2: Zusammenstellung der durchgeführten bodenmechanischen Laborversuche

Bohrung	Probe		Siebanalyse	Komb. Sieb-/Schlamm-analyse	Wassergehalt
	Bez.	Tiefe [m]			
KRB 2	P 2/3	1,10 – 2,40	X		
KRB 3	P 3/3	0,50 – 1,10		X	
KRB 4	P 4/3	1,00 – 2,00	X	X	
KRB 5	P 5/4	1,35 – 2,00	X		
KRB 6	P 6/4	1,30 – 2,10		X	
KRB 7	P 7/4	1,50 – 2,00	X		
KRB 8	P 8/5	1,90 – 2,30	X		
KRB 9	P 9/5	1,65 - 3,00	X		
KRB 10	P 10/4	1,50 – 3,00		X	X
KRB 12	P 12/3	1,30 – 1,60		X	
KRB 14	P 14/6	1,60 – 2,20			X
KRB 15	P 15/3	0,40 – 1,40	X		
KRB 17	P 17/3	0,45 – 1,50	X		
KRB 18	P 18/3	0,70 – 1,40		X	
KRB 18	P 18/4	1,40 – 2,30			X
KRB 18	P 18/5	2,30 – 2,85			X
KRB 19	P 19/3	0,70 – 1,60	X		
KRB 19	P 19/5	2,25 – 3,0			X
KRB 20	P 20/2	0,20 – 1,50	X		

3.3 Entsorgungstechnische Laboruntersuchungen

Für die Aushubarbeiten im Bereich der geplanten Erschließungsstraße und beim Sielbau sowie bei den Anschlüssen an die vorhandenen öffentlichen Verkehrswege Sportplatzring und Basselweg wurden entsorgungstechnische Untersuchungen durchgeführt.

Hierfür wurden aus dem Bodenprobenmaterial der im Bereich der Erschließungsstraße abgeteufte Kleinrammbohrungen insgesamt 3 Mischproben hergestellt. Die Zuordnung der Einzelproben zu den Mischproben erfolgte überwiegend aufgrund der Bodenansprache (Auffüllung mit Fremdbestandteilen, Auffüllung ohne Fremdbestandteile, gewachsener Geschiebelehm/-mergel). Die nachfolgende Tab. 3 gibt einen Überblick über die untersuchten Mischproben und deren Herkunft.

Tab. 3: Zusammenstellung der untersuchten Mischproben

Probenbez.	Einzelproben	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Entnahmetiefe [m NN]	Aushubbereiche
geplante Erschließungsstraße:				
MP 1	KRB 13/1	0,0 - 0,4	22,15 - 22,55	Sandige Auffüllung mit Bauschuttresten
	KRB 13/2	0,4 - 0,8	21,75 - 22,15	
	KRB 14/3	0,1 - 0,7	21,60 - 22,20	
	KRB 14/4	0,7 - 1,3	21,00 - 21,60	
	KRB 18/1	0,0 - 0,3	20,73 - 21,13	
	KRB 19/1	0,0 - 0,3	21,31 - 21,61	
MP 2	KRB 10/1	0,0 - 0,5	22,13 - 22,63	Sandige Auffüllung ohne Bauschuttreste
	KRB 10/2	0,5 - 0,7	21,93 - 22,13	
	KRB 13/3	0,8 - 1,3	21,25 - 21,75	
	KRB 13/4	1,3 - 1,8	20,75 - 21,25	
	KRB 14/5	1,3 - 1,6	20,70 - 21,00	
	KRB 18/2	0,3 - 0,7	20,43 - 20,83	
	KRB 19/2	0,3 - 0,7	20,91 - 21,31	
	KRB 19/3	0,7 - 1,6	20,01 - 20,91	
MP 3	KRB 19/4	1,6 - 2,25	19,36 - 20,01	gewachsener Boden: überw. Geschiebe- lehm/-mergel
	KRB 10/3	1,0 - 1,5	21,13 - 21,63	
	KRB 10/4	1,5 - 3,0	19,63 - 21,13	
	KRB 13/5	1,8 - 3,3	19,25 - 20,75	
	KRB 14/6	1,6 - 2,2	20,10 - 20,70	
	KRB 14/7	2,2 - 2,5	19,80 - 20,10	
	KRB 14/8	2,5 - 3,5	18,80 - 19,80	
	KRB 18/3	0,7 - 1,4	19,73 - 20,43	
	KRB 18/4	1,4 - 2,3	18,83 - 19,73	
	KRB 18/5	2,3 - 2,85	18,28 - 18,83	
KRB 19/5	2,25 - 3,0	18,61 - 19,36		
Nebenflächen Sportplatzring / Basselweg:				
MP 4	HB 21/1	0,0 - 0,2	n.g.	Sportplatzring ggü. Hausnummer 53
	HB 21/2	0,2 - 0,4	n.g.	
	HB 21/3	0,4 - 0,8	n.g.	
MP 5	HB 22/1	0,0 - 0,3	n.g.	Sportplatzring ggü. Hausnummer 79
	HB 22/2	0,3 - 0,8	n.g.	
MP 6	HB 23/1	0,0 - 0,4	n.g.	Basselweg ggü. Hausnummer 85
	HB 23/2	0,4 - 0,8	n.g.	

Alle Mischproben wurden durch das Labor GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH auf die Feststoff- und Eluatparameter gemäß LAGA TR Boden Tab. II.1.2-4 und Tab. II.1.2-5 untersucht.

Die Ergebnisse der entsorgungstechnischen Untersuchungen werden in Kap. 4.3 beschrieben und bewertet. Die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen sind darüber hinaus in Anl. 3 tabellarisch und in Dok. 4 in Form von Prüfberichten dargestellt.

4 Untersuchungsergebnisse

4.1 Geologischer Aufbau und Darstellung der Baugrundverhältnisse

Regionalgeologisch liegt das Untersuchungsgebiet auf der Geestfläche und entsprechend den vorliegenden Geologischen Karten ([6] und [7]) in einem Verbreitungsbereich von saalekaltzeitlichem Geschiebemergel und saalekaltzeitlichen Schmelzwassersanden.

Im tieferen Untergrund finden sich daher Moränenablagerungen, die von Geschiebelehlen bzw. -mergeln sowie Schmelzwassersanden in unterschiedlichen Verteilungen und Mächtigkeiten gebildet werden.

In Teilen des Untersuchungsgebietes werden die Moränenablagerungen von holozänen Flugsanden überlagert.

Im gesamten Untersuchungsgebiet werden die natürlich gewachsenen Böden (saalekaltzeitliche Moränenablagerungen und Flugsande) flächendeckend von einer anthropogenen Auffüllung überlagert, deren oberer Abschnitt z.T. von einem Mutterboden gebildet wird.

4.1.1 Künstliche Auffüllung

Die anthropogene Auffüllung wurde in allen durchgeführten Bohrungen angetroffen. Die Auffüllungsmächtigkeiten betragen zwischen 0,4 m (KRB 15) und 2,4 m (KRB 2). Die Unterkanten liegen zwischen 18,60 m NHN (KRB 17) und 22,30 m NHN (KRB 11). Im Mittel beträgt die Schichtdicke der Auffüllung in den durchgeführten Kleinrammbohrungen ca. 1,40 m.

Die obersten Abschnitte der künstlichen Auffüllung bestehen zum Großteil (Ausnahmen: KRB 3, KRB 8 im Bereich von Wegeflächen und KRB 9, KRB 12, KRB 13, KRB 20 im Bereich von Sportflächen mit Grandaufgabe) aus einem humosen Oberboden (Mutterboden).

Bei dem Mutterboden handelt es sich um humose bis stark humose Fein- bzw. Mittelsande mit zum Teil schwach schluffigen oder schwach grobsandigen Beimengungen, die vor allem im oberflächennahen Bereich zahlreiche Wurzel- und Pflanzenreste aufweisen.

In den Bohrungen KRB 9, KRB 12, KRB 13 und KRB 20 wurden oberflächennah sportplatz-typische Anschüttungen in Form von Grand- bzw. Asche- oder Schlackeanschüttungen mit Mächtigkeiten zwischen 0,2 m und 0,7 m angetroffen.

Unterhalb des Mutterbodens, unterhalb der Sportplatzbeläge bzw. unterhalb einer Versiegelung aus Gehwegplatten oder Asphaltdecken im Bereich der Schule oder der Sportplatzzufahrt besteht die künstliche Auffüllung überwiegend aus z.T. grobsandigen, kiesigen oder schluffigen Fein- und Mittelsanden, die verbreitet ebenfalls humose Anteile enthalten.

Die sandige Auffüllung enthält überwiegend geringe anthropogenen Fremdbestandteile. Im Bereich der Bohrung KRB 8 wurden bis etwa 0,7 m unter GOK erhöhte Ziegelbruchanteile erbohrt. Anthropogene Fremdbestandteile wurden überwiegend in den höheren Auffüllungsschichten oberhalb von 1,5 m unter GOK angetroffen.

Nach DIN 18 300 handelt es sich bei dem Mutterboden um die Bodenklasse 1. Die sandig ausgebildete Auffüllung ist der Bodenklasse 3 zuzuordnen.

Die sandig ausgebildete Auffüllung weist eine überwiegend lockere, stellenweise auch mitteldichte Lagerung auf.

Der stark durchwurzelte oberflächennahe Mutterboden mit erhöhten humosen Anteilen ist aus bautechnischer Sicht nicht für eine Überbauung geeignet und muss daher vor Beginn der Baumaßnahme vollständig entfernt werden. Für die sandig ausgebildete künstliche Auffüllung können die folgenden Bodenkennwerte angesetzt werden:

Raumgewicht		
erdfeucht	18,0	kN/m ³
unter Auftrieb	10,0	kN/m ³
Kohäsion	0	kN/m ²
Reibungswinkel	30 °	
Steifeziffer	20	MN/m ²

4.1.2 Flugsande

Im Bereich der Bohrungen KRB 1, KRB 4, KRB 5, KRB 7, KRB 8 und KRB 16 wurden unterhalb der Auffüllungen holozäne Flugsande angetroffen. Bei den Flugsanden handelt es sich um durch Wind verfrachtete und abgelagerte Feinsande, die gut sortiert und enggestuft sind. Die Flugsande wurden in Mächtigkeiten von mindestens 2,20 m (KRB 8) angetroffen. In den Bohrungen KRB 4, KRB 5 und KRB 7 reichen die Flugsande bis zur Endteufe der Bohrungen, so dass ihre Gesamtmächtigkeit nicht ermittelt werden konnte.

Die Flugsande werden überwiegend von z.T. schwach mittelsandigen, z.T. schwach schluffigen bis schluffigen Feinsanden gebildet. Sie sind überwiegend enggestuft und weisen eine lockere bis mitteldichte Lagerung auf.

Nach DIN 18 300 handelt es sich bei den Flugsanden um die Bodenklasse 3.

Für die Flugsande können folgende Bodenkennwerte angesetzt werden:

Raumgewicht		
erdfeucht	18,5	kN/m ³
unter Auftrieb	10,5	kN/m ³
Kohäsion	0	kN/m ²
Reibungswinkel	32,5°	
Steifeziffer	40	MN/m ²

4.1.3 Schmelzwassersande

Im Bereich der Bohrungen KRB 2, KRB 3, KRB 15, KRB 17 und KRB 20 folgen unterhalb der Auffüllung sowie in der Bohrung KRB 9 unterhalb der Auffüllung und einem geringmächtigen Geschiebemergel die saalekaltzeitlichen Schmelzwassersande. Aufgrund der eiszeitlichen Ablagerungsbedingungen werden die Schmelzwassersande im gesamten Untersuchungsgebiet von bindigen Schichten (Geschiebemergel / Geschiebelehm, s. Kap. 4.1.4) in unregelmäßigen Abfolgen und in unterschiedlichen Tiefen unterbrochen.

Aus bautechnischer Sicht und hinsichtlich potenzieller Versickerungsanlagen ist vor allem die Verbreitung und Mächtigkeit von oberflächennahen Sandschichten mit ausreichenden bis guten Durchlässigkeiten von Belang. In den Kleinrammbohrungen KRB 6 (im nördlichen Teil des Untersuchungsgebiets) sowie KRB 10 bis KRB 14, KRB 18 und KRB 19 (im südlichen

Untersuchungsgebiet) wurden keine oberflächennah anstehenden gewachsenen Schmelzwassersande angetroffen. In diesen Fällen stehen unterhalb der Auffüllung unmittelbar bindige Bodenschichten an. Bei den übrigen Bohrungen betragen die Mächtigkeiten der Schmelzwassersande zwischen Auffüllung und oberstem Geschiebeboden mindestens 2,4 m (KRB 20). In den Bohrung KRB 2, KRB 3, KRB 15 und KRB 17 wurde die Unterkante der Schmelzwassersande bis zur Endteufe in 5,0 m unter GOK nicht angetroffen, so dass ihre Mächtigkeit unterhalb der Auffüllung in diesen Bereichen mindestens 2,6 m beträgt.

Die saalekaltzeitlichen Schmelzwassersande werden überwiegend von schwach grobsandigen Fein- und Mittelsanden gebildet, die zum Teil schwach kiesige, teilweise auch schwach schluffige bis schluffige Anteile enthalten.

Die Schmelzwassersande weisen erfahrungsgemäß eine überwiegend locker bis mitteldichte, selten auch mitteldichte oder noch höhere Lagerungsdichte auf.

Nach DIN 18 300 sind die Schmelzwassersande der Bodenklasse 3 zuzuordnen.

Für die saalekaltzeitlichen Schmelzwassersande können folgende Bodenkennwerte angesetzt werden:

Raumgewicht		
erdfeucht	18,5 - 19,0	kN/m ³
unter Auftrieb	10,5 - 11,0	kN/m ³
Kohäsion	0	kN/m ²
Reibungswinkel	32,5 ° - 35°	
Steifeziffer	30 - 40	MN/m ²

4.1.4 Geschiebelehm / Geschiebemergel

Die saalekaltzeitlichen Geschiebelehme und -mergel wurden in den Bohrungen KRB 6, KRB 8 bis 14, KRB 16 und KRB 18 bis 20 in unterschiedlichen Tiefenlagen und Mächtigkeiten angetroffen.

Die Geschiebelehme/-mergel werden überwiegend aus stark sandigen, z. T. schwach kiesigen, schwach tonigen Schluffen und schluffigen bis stark schluffigen Sanden mit wechselndem Kalkgehalt (Geschiebelehm / -mergel) gebildet. Zusätzlich zu den in Kap. 4.1.3 be-

schriebenen umgebenden Bodenschichten aus Schmelzwassersanden können auch innerhalb der Geschiebelehm- und -mergel geringmächtige, z.T. wasserführende Schmelzwassersandlagen zwischengeschaltet sein.

Auf Grundlage der Bohransprache weist der Geschiebelehm / -mergel überwiegend eine weiche bis steife oder auch steife Konsistenz auf. Stellenweise und in Verbindung mit höheren Wassergehalten wurden abschnittsweise auch weiche Konsistenzen (KRB 11, KRB 14, KRB 18) angetroffen.

Nach DIN 18 300 handelt es sich bei den Geschiebemergeln in Abhängigkeit vom jeweiligen Schluffanteil überwiegend um die Bodenklasse 4 mit wechselnden Anteilen der Bodenklasse 3 (Schmelzwassersande). Wenn das Material wassergesättigt ist, ist es der Bodenklasse 2 zuzuordnen. Bei sommerlicher Witterung und längeren Trockenzeiten kann sich der Geschiebelehm / -mergel deutlich verfestigen, so dass in diesem Fall die Bodenklasse 5 auftreten kann. Weiterhin kann das Auftreten von Blöcken und Steinen (Findlinge) nicht ausgeschlossen werden.

Aufgrund ihrer unterschiedlichen Eigenschaften werden die Bodenkennwerte für die Schmelzwassersande sowie den Geschiebelehm / -mergel getrennt angegeben. Es können die folgenden Bodenkennwerte angesetzt werden.

	Geschiebelehm / -mergel (weich)	Geschiebelehm / -mergel (steif)	
Raumgewicht			
erdfeucht	20,0	21,0	kN/m ³
unter Auftrieb	10,0	11,0	kN/m ³
Kohäsion	2,5 - 5	5 - 10	kN/m ²
Reibungswinkel	27,5°	27,5° - 30°	
Steifeziffer	10	15 - 20	MN/m ²

4.2 Hydrogeologische Verhältnisse

Im Bereich des geplanten Bauvorhabens wurde bis zur Endteufe der durchgeführten Bohrungen kein Grundwasser angetroffen. Entsprechend [8] sind im Bereich des Bauvorhabens maximale Grundwasserstände zwischen etwa 12,7 m NHN im nördlichen Untersuchungsgebiet bzw. etwa 14,1 m NHN im südwestlichen Abschnitt zu erwarten. Der Wasserstände des

Hauptgrundwasserleiters liegen daher mehr als 8 m unterhalb der vorhandenen Geländeoberkante.

Unabhängig von dem tieferliegenden Grundwasser kann es im Niveau der Auffüllung, der Flugsande oder der Schmelzwassersande oberhalb der geringdurchlässigen Geschiebelehme/-mergel zum Auftreten von Schichten- oder Stauwasser kommen. Stauwasser oder Vernässungen oberhalb der Geschiebelehme/-mergel wurden im Rahmen der Geländeuntersuchungen bei den Bohrungen KRB 10 und KRB 14 festgestellt. Die Tiefe der Stauwasserstände lag bei 0,7 m (KRB 14) und 1,0 m unter GOK (KRB 10) bzw. bei 21,60 m NHN (KRB 14) und 21,63 m NHN (KRB 10).

Für die Durchlässigkeiten der Flugsande wurden im Rahmen der durchgeführten geotechnischen Laborversuche kf-Werte zwischen $1,8 \cdot 10^{-6}$ m/s und $7,9 \cdot 10^{-6}$ m/s ermittelt. Die Schmelzwassersande weisen demnach Durchlässigkeiten zwischen $6,5 \cdot 10^{-5}$ m/s und $1,7 \cdot 10^{-4}$ m/s auf. Die kf-Werte der sandigen Auffüllung liegen entsprechend der durchgeführten Laboruntersuchungen zwischen $3 \cdot 10^{-6}$ m/s und $1,2 \cdot 10^{-4}$ m/s.

Für die Geschiebelehme bzw. -mergel der Moränenablagerungen wurden bei den durchgeführten kombinierten Sieb-/Schlammanalysen überwiegend Durchlässigkeiten $< 1,0 \cdot 10^{-7}$ m/s festgestellt. Trotz der zwischengeschalteten Sandlagen handelt es sich daher bei den Geschiebelehmen bzw. -mergeln um einen Grundwasserringleiter, der eine natürliche Barriere für Grund- bzw. Stau- oder Sickerwasser bildet.

4.3 Entsorgungstechnische Untersuchungen

Die Ergebnisse der laboranalytischen Bodenuntersuchungen nach LAGA, die angewandten Verfahren und deren Bestimmungsgrenzen sind in Dok. 4 (Laborergebnisse der entsorgungstechnischen Bodenuntersuchungen) dokumentiert. Darüber hinaus wurde eine tabellarische, parameterspezifische Übersicht der entsorgungstechnischen Einstufung der Untersuchungen angefertigt (Anl. 5).

Nachfolgende Tab. 4 gibt einen Überblick über die zusammengefassten Einstufungsergebnisse:

Tab. 4: Entsorgungstechnische Einstufung der Mischproben

Untersuchungsbereich	Probe	Einstufung LAGA	Bemerkung
Erschließungsstraße	MP 1	Z2	Aufgrund der TOC-Gehalte
	MP 2	Z1.1	Aufgrund der TOC-, Blei-, Quecksilber- und Zinkgehalte
	MP 3	Z0	-
Nebenflächen im Sportplatzring und Basselweg	MP 4	Z2	Aufgrund der TOC-Gehalte
	MP 5	Z2	Aufgrund der TOC-Gehalte
	MP 6	Z2	Aufgrund der TOC-Gehalte

Wie aus Tab. 4 in Verbindung mit Tab. 3 aus Kap. 3.3 hervorgeht, sind im Bereich der geplanten Erschließungsstraße die Auffüllungen mit Fremdbestandteilen (MP 1) im Untersuchungsgebiet aufgrund ihrer TOC-Gehalte in die Einbauklasse Z2 einzuordnen. Die Auffüllungen ohne Fremdbestandteile (MP 2) entsprechen aufgrund ihrer TOC-, Blei-, Quecksilber- und Zinkgehalte der Einbauklasse Z1.1. Der gewachsene Geschiebelehm/ -mergel (MP 3) ist der Einbauklasse Z0 zuzuordnen.

Die Bodenproben im Bereich der Nebenflächen (MP 4 bis MP 6) sind aufgrund ihrer TOC-Gehalte der Einbauklasse Z2 zuzuordnen. Ohne Berücksichtigung der TOC-Gehalte wären diese Proben, ebenso wie die Mischprobe MP 1 aus dem Bereich der Erschließungsstraße aufgrund der Schwermetalle Blei, Kupfer, Nickel, Quecksilber und Zink in die Einbauklasse Z1.1 einzustufen.

Eine Wiederverwendung des Bodens aus den gewachsenen Böden der Geschiebelehme bzw. -mergel (MP 3) ist entsprechend den Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) uneingeschränkt möglich.

Das Bodenmaterial der Mischprobe MP 2 (Auffüllung ohne Fremdbestandteile) wurde als Z1.1 eingestuft. Für dieses Material ist ein eingeschränkter offener Einbau in technischen Bauwerken möglich.

Da das Bodenmaterial aus dem Bereich der Nebenflächen (MP 4 bis MP 6) sowie das Material der MP 1 aus dem Bereich der geplanten Erschließungsstraße ausschließlich aufgrund der TOC-Gehalte in die Einbauklasse Z2 eingestuft wurde und ohne Berücksichtigung des TOC als Z1.1-Material einzustufen ist, ist ggf. für das Material aus diesen Abschnitten nach Abstimmung mit den zuständigen Behörden ebenfalls ein offener Einbau in technischen Bauwerken möglich.

5 Gründung

Im Rahmen der Erschließungsmaßnahmen zum Bebauungsplan Stellingen 62 ist der Neubau von einer öffentlichen Erschließungsstraße vorgesehen, die von Sielbaumaßnahmen zur Regenwasser- und Schmutzwasserentwässerung begleitet wird. Im Rahmen des Sielbaus werden Schachtbauwerke mit unterschiedlichen Gründungstiefen hergestellt. Derzeit wird davon ausgegangen, dass das Gründungsniveau etwa zwischen 1,5 m und 3,0 m unter der derzeitigen GOK liegen wird.

Bei den durchgeführten Geländeuntersuchungen wurden mit Ausnahme der oberflächennahen humosen Oberböden in den Kleingartenparzellen überwiegend Bodenarten angetroffen, die als wenig setzungsempfindlich (Geschiebelehm/-mergel mit steifer Konsistenz) bis setzungsunempfindlich (Schmelzwassersande) einzustufen sind.

Geschiebelehme/-mergel mit weicher oder breiiger Konsistenz sind für den Abtrag von Bauwerkslasten nicht geeignet und müssen restlos entfernt und durch geeignetes, verdichtungsfähiges Bodenmaterial ersetzt werden.

Die künstliche Auffüllung ist aufgrund der meist lockeren Lagerungsdichte sowie der stellenweise angetroffenen Humus- oder erhöhten Bauschuttanteile ohne Verbesserungsmaßnahmen ebenfalls nicht für eine Gründung geeignet.

Werden beim Aushub im Niveau der Gründungssohlen Auffüllungsschichten oder Geschiebelehme/-mergel mit weicher Konsistenz oder Auffüllungsmaterial angetroffen, sind diese möglichst vollständig, mindestens aber bis 0,5 m unter Gründungsniveau zu entfernen. Anschließend kann lagenweise ($d < 0,4$ m) geeignetes, gut verdichtungsfähiges Bodenmaterial (Kies-Sand-Gemisch, RC-Material) eingebaut und verdichtet werden. Dabei ist ein Verdichtungserfolg von mindestens 98 % der einfachen Proctordichte nachzuweisen.

Grundsätzlich ist zu beachten, dass die Zone der jahreszeitlich durch Auffrieren oder Austrocknen bedingten Volumenveränderungen von mindestens 0,8 m in jedem Fall durchgründet werden muss.

5.1 Gründung über Einzel- und Streifenfundamente

Ausgehend von einer Gründung im Niveau eines Bodenaustauschs von mindestens 0,5 m unterhalb der Gründungssohle sind die folgenden mittleren Bodenpressungen zulässig:

Tab. 5: Zulässige Bodenpressungen bei teilweise Bodenaustausch

Fundamentbreite in m	0,50	0,75	1,00
	Zulässige Bodenpressungen in kN/m ²		
- bei Einbindetiefen von 0,75 m	220	220	220
- bei Einbindetiefen von 1,00 m	250	250	240*
- bei Einbindetiefen von 1,25 m	280	280	240*

* Reduzierung der zulässigen Bodenpressung wegen Begrenzung der max. Setzungen auf 2 cm

Zwischenwerte können geradlinig interpoliert werden. Bei diesen Werten sind maximale Setzungen von ca. 2,0 cm zu erwarten. Die Setzungsunterschiede werden unter 1 cm liegen. Ergeben sich Fundamentbreiten von über 1,0 m, müssen gesonderte Setzungsberechnungen durchgeführt werden.

5.2 Gründung über eine tragende Bodenplatte

Bei einer Gründung über eine tragende Bodenplatte kann im Niveau der Auffüllung oder der saalekaltzeitlichen Geschiebelehme/-mergel mit einem teilweisen Bodenaustausch bis mindestens 0,5 m unter Gründungsniveau zur Vorbemessung eine **Bettungsziffer von 7,5 MN/m³** angesetzt werden.

Für die höher belasteten Plattenränder (Plattenrand = 1,5-faches der Plattendicke) können die oben angegebenen Bettungsziffern k_s um den Faktor 1,5 erhöht werden.

6 Straßen- und Sielbau

Im Rahmen der Erschließungsmaßnahmen zum Bebauungsplan Stellingen 62 ist der Neubau von mehreren privaten Anliegerstraßen und einer öffentlichen Erschließungsstraße vorgesehen. Die geplante Maßnahme beinhaltet auch die Neuanlage von Entwässerungsleitungen (Siele) sowie der zugehörigen Schachtbauwerke.

Die Lage der geplanten Verkehrsflächen ist in der Anl. 1 dargestellt. Zur Vorbemessung der voraussichtlichen Höhenentwicklung der Erschließungsstraße wird von einem gleichmäßigen Gefälle zwischen den vorhandenen Straßenhöhen im Osten im Bereich der Kreuzung Sportplatzring/Dörpkamp (ca. 22,9 m NHN) und der westlichen Einmündung in den Basselweg (ca. 20,3 m NHN) ausgegangen. Der voraussichtliche Verlauf der geplanten Verkehrsflächen und der Siele in Bezug zu den geologischen Gegebenheiten ist dem geologischen Profil (Anl. 2) zu entnehmen.

6.1 Fahr- und Parkflächen

6.1.1 Planum

Im Bereich der geplanten Verkehrsflächen müssen der Mutterboden und, soweit vorhanden, das Auffüllungsmaterial mit groben Bauschuttanteilen vollständig entfernt werden.

Nach dem Bodenaushub steht auf dem Planum überwiegend die sandig ausgebildete Auffüllung an. Unterhalb der Auffüllungsschicht folgen im Bereich der geplanten öffentlichen Erschließungsstraße überwiegend die Geschiebelehme bzw. -mergel.

Die sandige Auffüllung kann überwiegend in die Frostempfindlichkeitsklasse F 1 (nicht frostempfindlich) eingestuft werden. Da die aufgefüllten Sande teilweise aber auch Schluffanteile > 15 % aufweisen (s.a. Kornverteilungskurven in Dok. 3), sollten die im Bereich des Planums anstehenden Böden einheitlich in die Frostempfindlichkeitsklasse F 3 (sehr frostempfindlich) eingestuft werden.

Je nach Höhenlage der geplanten Fahrbahnoberkante und nach Dicke des frostsicheren Straßenaufbaus können im Planum die Geschiebelehme/-mergel anstehen, die aufgrund ihrer hohen Schluffanteile von überwiegend > 15 % einheitlich in die Frostempfindlichkeitsklasse F 3 (sehr frostempfindlich) einzustufen sind. Dementsprechend muss auf dem Planum im statischen Lastplattenversuch ein E_{v2} -Wert von mindestens 45 MN/m² nachgewiesen werden. Dieser Wert liegt erfahrungsgemäß insbesondere unter ungünstigen Witterungsverhältnissen nicht vor.

Da der geforderte Wert im Allgemeinen auch durch eine Nachverdichtung nicht erreicht werden kann, werden gemäß ZTVE-StB zusätzliche Maßnahmen erforderlich. Diesbezüglich sind eine Verdickung der Tragschichten (teilweiser Bodenaustausch) oder eine Bodenverbesserung des bindigen Materials z.B. durch Zugabe von Kalk möglich.

6.1.2 Bemessung des frostsicheren Straßenaufbaus

Die Frostschutz-/Tragschichten sollten entsprechend den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 01) bemessen werden, wobei die eingesetzten Mineralgemische den Anforderungen der ZTV T-StB entsprechen müssen.

Für die sandige Auffüllung ist laut ZTVE-StB überwiegend die Frostempfindlichkeitsklasse F 1 (nicht frostempfindlich) und teilweise die Frostempfindlichkeitsklasse F 3 (sehr frostempfindlich) anzusetzen. Lokal auf dem Planum anstehende Geschiebelehme bzw. –mergel sind generell der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 (sehr frostempfindlich) zuzuordnen. Entsprechend RStO 01 liegt das Untersuchungsgebiet in der Frosteinwirkungszone I.

Für die in der RStO 01 angegebenen Bauklassen ergeben sich für Böden mit der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 die in der nachfolgenden Tab. 6 angegebenen Richtwerte für die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus.

Tab. 6: Richtwerte für die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus für Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F 3

Bauklasse	Frostsicherer Straßenaufbau	Mehrdicken (Frosteinwirkungszone I)	Richtwerte für die Mindestdicke
I	65 cm	0 cm	65 cm
II	65 cm	0 cm	65 cm
III	60 cm	0 cm	60 cm
IV	60 cm	0 cm	60 cm
V	50 cm	0 cm	50 cm
VI	50 cm	0 cm	50 cm

6.2 Sielbau

Entsprechend der in Anl. 2 dargestellten vorläufigen Höhenentwicklung für die Straße und die zugehörigen Siele verlaufen die **Sielleitungen** in einem Niveau zwischen etwa 18,3 m NHN beim Anschluss an das vorhandene Siel im Basselweg und 19,2 m NHN am westlichen Hochpunkt. Die Bodenüberlagerungen bezogen auf die geplanten Geländehöhen liegen demnach zwischen etwa 1,6 m am Basselweg und 3,3 m im Westen. Die Kanalsohlen verlaufen in allen Bereichen des Untersuchungsgebietes im Niveau der Geschiebelehme/-mergel.

Aufgrund der im Bereich der geplanten Erschließungsstraße flächenhaft anstehenden was-sergeringdurchlässigen Geschiebelehme und –mergel, ist das Auftreten von Stauwasser zu erwarten und dementsprechend eine offene Wasserhaltung erforderlich. Die Arbeiten können unter Beachtung der erforderlichen Entwässerungsmaßnahmen im Schutze einer Böschung oder eines Verbaus durchgeführt werden.

Um die aufgrund der wechselnden geologischen Verhältnisse innerhalb der saalekaltzeitlichen Moränenablagerungen vorhandenen unterschiedlichen Tragfähigkeiten auszugleichen, (Geschiebemergel mit unterschiedlicher Konsistenz, Schmelzwassersandlinsen) wird der Einbau einer mindestens 0,3 m dicken Tragschicht (z.B. Splitt, Kiessand) empfohlen, um eine einheitliche Bettung der Leitungen zu gewährleisten. Soll die Tragschicht auch als untere Bettungsschicht genutzt werden, sind die Vorgaben zum zulässigen Größtkorn gemäß DIN EN 1610 zu beachten. Bei der Tragschicht ist auf die Filterstabilität gegenüber dem anstehenden Baugrund zu achten, gegebenenfalls muss die Trennung durch den Einbau eines Filtervlieses erfolgen.

Alternativ kann unter Beachtung der DIN EN 1610 eine untere Bettung aus hydraulisch gebundenem Material eingebaut werden.

Zur Vorbemessung der **Schachtbauwerke** bis 2 m Durchmesser sind innerhalb der Geschiebelehme/-mergel mit mindestens steifer Konsistenz mittlere Bodenpressungen von 180 kN/m² zulässig. Die Setzungen werden dann erfahrungsgemäß 2 cm nicht überschreiten. Treten in der Gründungssohle aufgeweichte Bereiche auf, so sind diese vollständig zu entfernen und durch verdichtungsfähiges Material oder Magerbeton zu ersetzen.

In den Schmelzwassersanden oder der sandig ausgebildeten Auffüllung können für die Schachtbauwerke mittlere Bodenpressungen von 250 kN/m² zugrundegelegt werden. Die Setzungen werden hierbei maximal 1,5 cm betragen. Auffüllungsschichten mit groben Bau-schuttanteilen sind ebenfalls vollständig gegen verdichtungsfähiges Material auszutauschen.

6.3 Wiederverfüllung Leitungsgräben

Zur Verfüllung der Leitungszone dürfen gemäß DIN EN 1610 körnige, ungebundene Baustoffe verwendet werden, wenn die bereits in Kap. 6.2 genannten Anforderungen hinsichtlich der einzuhaltenden Korngrößen beachtet werden. Alternativ sind hydraulisch gebundene Baustoffe zulässig. Grundsätzlich ist die Eignung der verwendeten Baustoffe entsprechend DIN EN 1610 zu prüfen.

Für die Hauptverfüllung der Leitungsgräben sind die Ausführungen in Kap. 7.2 zu beachten. Bindiges Bodenmaterial (Geschiebelehme/-mergel) ist sehr feuchtigkeitsempfindlich und weist im Allgemeinen nicht den optimalen Wassergehalt zur Gewährleistung eines fachgerechten Einbaus auf. Wird das Material dennoch für den Wiedereinbau vorgesehen, müssen die bodenmechanischen Eigenschaften durch Zugabe von Kalk oder Einmischen von Grobkorn verbessert werden.

Generell ist zum Verfüllen der Kanalgräben im Straßen- und Gehwegbereich ein gut verdichtbares Material zu verwenden. Das Material ist lagenweise einzubauen und zu verdichten. Alle Vorgaben der aktuellen ZTVE-StB (Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau) sind zu beachten.

7 Hinweise zur Bauausführung

7.1 Aushub

Bei den Aushubarbeiten fallen die **Bodenklassen** 1 (Mutterboden) und 3 (sandige Auffüllung, Schmelzwassersande) sowie 4 (Geschiebelehm/-mergel mit weicher bis steifer Konsistenz) an. Untergeordnet können auch die Bodenklassen 2 (Geschiebelehme/-mergel, wenn sie wassergesättigt sind) auftreten. In Verbindung mit erhöhten Bauschutt- oder Steinanteilen (z.B. Verfüllungen von ehemaligen Baugruben oder abgerissenen Gebäuden) kann auch das Auftreten der Bodenklasse 5 nicht ausgeschlossen werden. Bei sommerlicher Witterung kann sich der Geschiebelehm/-mergel durch Austrocknen deutlich verfestigen, so dass in diesem Fall ebenfalls die Bodenklasse 5 auftreten kann.

Aufgrund der kaltzeitlichen Ablagerungsbedingungen kann sowohl im Bereich der Geschiebelehme/-mergel als auch der Schmelzwassersande das Auftreten von Steinen oder Blöcken (Findlinge) nicht ausgeschlossen werden. Weiterhin können in der Auffüllung auch alte Fundamentreste oder Bodenplatten auftreten. In beiden Fällen sollte der Aushub gesondert abgerechnet werden.

Alle Angaben zu den Bodenklassen beziehen sich auf die **DIN 18 300**. Die DIN 18 300 wurde im August 2015 neu veröffentlicht. Darin entfallen als wesentliche Neuerung die bisherigen Boden- und Felsklassen. Stattdessen sollen Boden und Fels künftig in sogenannte Homogenbereiche eingeteilt werden, z.T. auf Grundlage von speziellen und aufwändigen Laborversuchen. Im vorliegenden Fall wurde zunächst auf die Durchführung der entsprechenden Laborversuche verzichtet. Da davon auszugehen ist, dass sowohl auf Seiten der Planer als auch auf Seiten der ausführenden Firmen die Umsetzung von Homogenbereichen in die Planung, Ausschreibung und Preisfindung einer gewissen Umgewöhnungszeit bedarf, wurden für dieses Projekt weiterhin die Bodenklassen nach DIN 18 300: 2012-09 angegeben, die in der Praxis zumindest für eine Übergangszeit nach wie vor verwendet werden dürfen. Sofern dennoch Angaben zu den Homogenbereichen benötigt werden, wird um Mitteilung gebeten.

Bei den anstehenden **Geschiebelehmen bzw. -mergeln** handelt es sich um bindiges Bodenmaterial, das stark frost- und feuchtigkeitsempfindlich ist. Bei Zutritt von Wasser und/oder Befahren mit Gerät weichen diese Bodenarten tiefgründig auf und lassen sich dann nicht mehr bearbeiten. Der Aushub sollte deshalb über "Kopf" erfolgen. Um den Boden nicht zusätzlich zu stören, sollte der Aushub, soweit wie möglich, mit einer Baggerschaufel mit "Schneide" durchgeführt werden.

Treten im Aushubplanum mit Geschiebelehmen oder –mergeln weiche oder breiige Bereiche auf, sind diese zu entfernen und mit geeignetem Material (z.B. Magerbeton, Kiessand 0/32) zu ersetzen.

Das Aushubplanum muss mit Gefälle angelegt werden, damit zutretendes Wasser rückstaufrei abfließen kann. Alle Maßnahmen zum Schutz des Planums gegen Oberflächenwasser gemäß VOB sind unbedingt zu beachten.

7.2 Wiederverfüllung

Die Geschiebelehme und -mergel sind aufgrund ihres überwiegend hohen Schluffanteils ohne Bodenverbesserungsmaßnahmen nicht für eine Wiederverfüllung geeignet. Ausnahmen stellen nicht statisch belastete Teilflächen (z.B. Grünflächen, Lärmschutzwälle) dar, in denen entsprechende Sackungen in Kauf genommen werden können.

Die sandige Auffüllung, mit Ausnahme der Bereiche mit hohen oder groben Bauschuttanteilen sowie die Schmelzwassersande können bei getrenntem Aushub und Zwischenlagerung zur Wiederverfüllung verwendet werden. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass sie sich teilweise aufgrund ihrer Gleichförmigkeit nur schwer verdichten lassen und erfahrungsgemäß ein Verdichtungsgrad von > 98 % der einfachen Proctordichte nur schwer erreicht werden kann.

7.3 Böschungen

Unter Beachtung der DIN 4124 kann über dem Grundwasserspiegel im Niveau der sandigen Auffüllung und der Schmelzwassersande mit 45° und in den Geschiebelehmen/-mergeln mit 60° geböscht werden.

Die Böschungen sind gegen Erosion durch Oberflächenwasser zu schützen.

In den Bereichen, in denen die Böschung ausfließt, ist sie entsprechend abzuflachen bzw. durch zusätzliche Maßnahmen (z.B. Verbau, Schwerkraftfilter) zu sichern.

7.4 Wasserhaltung während der Bauzeit

Aufgrund der hydrogeologischen Verhältnisse ist im Rahmen des Siel- bzw. Schachtbaus in Abhängigkeit von der Einbautiefe der Entwässerungsleitungen und der Tiefenlage der Geschiebemergel mit dem Zustrom von Stau- bzw. Sickerwasser zu rechnen. Aus diesem Grund ist bei der Herstellung der Baugruben eine offene Wasserhaltung einzuplanen. Bei stärkeren Stauwasserzutritten müssen gegebenenfalls unterstützende Maßnahmen (Vakuumlanzen, Schwerkraftfilter) eingesetzt werden.

8 Regenwasserversickerung

Gemäß DWA-Regelwerk: Arbeitsblatt DWA-A 138 (Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser) kommen für die Versickerungsanlagen Lockergesteine in Frage, deren Durchlässigkeitsbeiwerte k_f im Bereich von 1×10^{-6} m/s und 1×10^{-3} m/s liegen.

Die Durchlässigkeitsbeiwerte k_f der im Untersuchungsgebiet anstehenden Bodenschichten wurden aus den durchgeführten Kornverteilungsbestimmungen (Dok. 3) ermittelt. Die Berechnung erfolgte für die nichtbindigen Böden nach dem Verfahren von BEYER. Für die bindigen Bodenarten wurde das Verfahren nach USBR (US-Bureau of Soil Classification) angewendet. Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst.

Tab. 7: Durchlässigkeitsbeiwerte k_f der anstehenden Bodenschichten

Bodenschicht	Anzahl der Untersuchungen	Intervall der Durchlässigkeiten k_f [m/s]	Mittelwert k_f [m/s]
sandige Auffüllung	4	$2,9 \times 10^{-6} - 1,2 \times 10^{-4}$	$3,5 \times 10^{-5}$
Flugsand	2 (4) ^{*)}	$1,8 \times 10^{-6} - 7,9 \times 10^{-6}$	$4,9 \times 10^{-6}$
Schmelzwassersande	2	$6,5 \times 10^{-5} - 1,7 \times 10^{-4}$	$1,2 \times 10^{-4}$
Geschiebelehm/-mergel	5	$5,2 \times 10^{-9} - 3,2 \times 10^{-8}$	$1,9 \times 10^{-8}$

*) bei 2 Kornverteilungskurven konnten keine Berechnungen der k_f -Werte durchgeführt werden

Entsprechend den durchgeführten Laboruntersuchungen und der Bodenansprache vor Ort liegen die Durchlässigkeiten der sandigen Auffüllung, der Flugsande und der Schmelzwassersande im Bereich zwischen $k_f = 1 \times 10^{-6}$ m/s und 2×10^{-4} m/s und sind dementsprechend für die Versickerung geeignet.

Die Geschiebelehme bzw. -mergel weisen durchschnittliche Durchlässigkeiten kleiner 1×10^{-7} m/s auf und sind daher für die Versickerung von Niederschlagswasser nicht geeignet. Die Planung potenzieller Versickerungsanlagen sollte sich daher auf die Bereiche beschränken, in denen die durchlässigen Bodenschichten der Flugsande oder Schmelzwassersande bis in ausreichende Tiefen von mindestens 2 m bis 3 m unterhalb der Geländeoberfläche anstehen.

Gemäß Arbeitsblatt DWA-A 138 ist bei der Gesamtmächtigkeit des Sickerraums ein Mindestmaß von 1,0 m zwischen dem HGW und der Unterkante des Aufbaus der Versickerungsan-

lagen einzuhalten. Aufgrund der hydrogeologischen Verhältnisse (s. Kap. 4.2) sind die Mindestabstände zum Grundwasserleiter im Untersuchungsgebiet flächendeckend eingehalten. Im Bereich der oberflächennah anstehenden Geschiebelehme/-mergel (s. Anl. 3) können Stauwasserstände mit Flurabständen $\leq 1,0$ auftreten. In diesen Bereichen ist auf die Anlage von Versickerungseinrichtungen zu verzichten.

Aus den genannten Gründen sind auf dem Untersuchungsgrundstück Versickerungsanlagen ausschließlich in den nördlichen bis zentralen Abschnitten möglich, die in der Anl. 3 als Verbreitungsgebiet für die Flug- und die Schmelzwassersande gekennzeichnet sind.

In einer der aktuellen Bohrungen (KRB 9) sowie in etwa 5 Altbohrungen wurden Hinweise auf oberflächennah (bis in Tiefenlagen von maximal 2,0 m unter GOK) anstehende gering-durchlässige bindige Bodenschichten angetroffen, die nicht für eine Regenwasserversickerung geeignet sind. Aufgrund der vergleichsweise geringen Mächtigkeiten und der geringen erforderlichen Aushubtiefen können in diesen Abschnitten mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand durch einen Bodenaustausch Versickerungsanlagen realisiert werden.

In den Bereichen mit Geschiebelehme bzw. -mergel unterhalb der Auffüllung wird eine Regenwasserversickerung nicht empfohlen.

9 Bemerkungen

Das vorliegende Baugrundgutachten gilt in seiner räumlichen und inhaltlichen Abgrenzung ausschließlich für die in Anl. 1 und Anl. 2 dargestellten baulichen Anlagen. Lage und Geometrien der geplanten Baumaßnahmen wurden dem Funktionsplan und den zum Zeitpunkt der Berichterstellung vorliegenden Planungsunterlagen zum Straßenbau und Siedlungsbau entnommen. Kommt es zu Planungsänderungen ist der Baugrundgutachter zu benachrichtigen, damit das Gutachten entsprechend überarbeitet bzw. ergänzt werden kann.

Da es sich bei den durchgeführten Geländeuntersuchungen um punktuelle Aufschlüsse handelt, sind lokale Abweichungen vom dargestellten Verlauf der Schichtgrenzen möglich. Sollten während der Bauausführung Abweichungen von den beschriebenen Verhältnissen festgestellt werden, ist der Gutachter zu informieren, um die dann ggf. notwendigen Änderungen bzgl. der Gründungsmaßnahmen festlegen zu können.

Das Gutachten ist nur in seiner Gesamtheit mit allen zugehörigen Anlagen gültig.

Hamburg, 23.03.2016

Dipl.-Geol. R. Dési
(Geschäftsführung)

Dipl.-Geol. E. Wenzel
(Projektbearbeiter)