



Kempfert Geotechnik GmbH

Hasenhöhe 128
22587 Hamburg

Fon 040 6960445-0
Fax 040 6960445-29
Mail hh@kup-geotechnik.de

Geschäftsführer

Dipl.-Ing. Heiko Vierck

Prokurist

Dr.-Ing. Patrick Becker

Registergericht

Amtsgericht Hamburg
HRB 109428

Ust.-Identnummer

DE264813170

Projekt-Ansprechpartner



Geotechnischer Bericht

Ergebnisse der geotechnischen Untersuchungen,
Festlegung der charakteristischen Werte und
Gründungsempfehlung

Neubau Jugendanstalt Hamburg
Teilprojekt: Jugendarrest und offener Vollzug

bearbeitet im Auftrag der

Sprinkenhof GmbH
Burchardstraße 8
20095 Hamburg

Hamburg, den 20.08.2019

Az.: HH 325.0/19

Arbeitsschwerpunkte

Erkunden
Beraten
Planen
Überwachen
Prüfen
Messen

Kempfert + Partner Gruppe

Hamburg
Würzburg
Konstanz

Anerkannte Sachverständige

Dr.-Ing. U. Berner¹⁾
Prof. Dr.-Ing. H.-G. Kempfert¹⁾
Dr.-Ing. M. Raithel¹⁾²⁾³⁾
Dipl.-Ing. H. Vierck³⁾

Öffentlich bestellt und vereidigt¹⁾

Prüfsachverständiger²⁾
Eisenbahn-Bundesamt³⁾

Information

www.kup-geotechnik.de

Zertifiziert nach ISO 9001:2015

Berichtsstatus

Rev.	Datum	aufgestellt	geprüft	Änderungen
00	20.08.2019	gez. hv/sh	gez. pb	-

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Veranlassung	4
2 Unterlagen, Normen und Regelwerke	5
3 Bauvorhaben	6
4 Geotechnischer Untersuchungsbericht	7
4.1 Baugrundaufschlüsse	7
4.2 Baugrundsichtung	7
4.3 Wasser im Boden	8
4.4 Bodenmechanische Laborversuche	9
4.4.1 Wassergehalte und Glühverluste	9
4.4.2 Kornverteilungen	9
4.5 Chemische Analysen des Bodens	10
4.5.1 Allgemeines	10
4.5.2 Untersuchungsergebnisse und Handlungsempfehlungen	10
4.6 Wasseranalytik	11
5 Auswertung und Bewertung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse	11
5.1 Charakteristische Bodenkenngrößen für geotechnische Berechnungen	11
5.2 Charakteristische Grund- und Schichtwasserstände	12
5.3 Bodenklassifizierung und Homogenbereiche	12
6 Folgerungen, Empfehlungen und Hinweise	13
6.1 Geotechnische Kategorie	13
6.2 Gründung der geplanten baulichen Anlagen	13
6.2.1 Allgemeines und Wahl der Gründungsart	13
6.2.2 Bohrpfähle	14
6.2.3 Vollverdrängungsbohrpfähle (Schraubpfähle)	15
6.2.4 Fertigteiltramppfähle	15
6.2.5 Pfahltragfähigkeiten und Pfahlsetzungen	16
6.2.6 Ausführungsempfehlung Pfahlgründung	18

6.2.7	Negative Mantelreibung	18
6.2.8	Horizontaler Lastabtrag	18
6.3	Setzungen der Verkehrsflächen und Freiflächen	19
6.4	Nachweis Verformungsmodul E_{v2} auf Erdplanum der Verkehrsflächen	20
6.5	Baugruben	20
6.5.1	Baugruben für die Herstellung der Gebäude	20
6.5.2	Baugruben für die Herstellung von Rohrleitungen	20
6.6	Wasserhaltung	21
6.6.1	Wasserhaltung für die Herstellung der Gebäude	21
6.6.2	Wasserhaltung für die Herstellung von Rohrleitungen	21
6.6.3	Ableitung des geförderten Wassers	21
6.7	Trockenhaltung des Gebäudes	22
6.8	Angaben zum Erdbau und zur Weiterverwendung von Böden	22
6.8.1	Weiterverwendung von Aushubböden	22
6.8.2	Bodeneinbau zur Flächenaufhöhung	24
6.9	Gasdrainage	24
6.10	Sicherung der Nachbarbebauung	25
6.11	Beweissicherung	25
6.12	Ergänzende Geotechnische Hinweise	25
7	Zusammenfassung	26

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Übersichtslageplan
Anlage 2	Lageplan der Untergrundaufschlüsse
Anlage 3	Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse
Anlage 3.1	Jugendarrest
Anlage 3.2	Offener Vollzug
Anlage 4	Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche, Kornverteilungen
Anlage 5	Ergebnisse der chemischen Analytik
Anlage 5.1	Chemische Analysen an Bodenproben
Anlage 5.2	Chemische Analysen an Wasserproben
Anlage 6	Kennzeichnende Bodeneigenschaften der Schichten
Anlage 7	Widerstands-Setzungslinie für Fertigteilrammpfahl

1 Veranlassung

Die Sprinkenhof AG, Hamburg, plant eine Erweiterung der Justizvollzugsanstalt (JVA) Billwerder in Hamburg. Bei der geplanten Erweiterung handelt es sich um umfangreiche Neubaumaßnahmen, die sowohl auf dem derzeitigen Gelände der JVA als auch in bislang unbebauten Bereichen östlich des bisherigen Anstaltsgeländes errichtet werden sollen.

Die Gesamtmaßnahme gliedert sich in drei wesentliche Planungsbereiche:

- Jugendanstalt Hamburg (geschlossener Vollzug): die Gebäude sollen innerhalb und außerhalb des derzeit gesicherten Geländes der JVA Billwerder errichtet werden. Ringsum werden eine neue Einfriedung, bestehend aus neuem Graben, neuer Haftmauer und neuen Zaunanlagen errichtet, so dass der Bereich im Ausbauzustand vollständig gesichert sein wird.
- Jugendarrest: das Gebäude soll östlich der JVA Billwerder außerhalb des gesicherten Geländes errichtet werden.
- offener Jugendvollzug: das Gebäude soll östlich der JVA Billwerder außerhalb des gesicherten Geländes errichtet werden.

Weiterhin sind im Zusammenhang mit der Sicherung des Geländes der künftigen JVA folgende Baumaßnahmen geplant:

- Neue Haftmauer mit etwa 750 m Länge inkl. der Herstellung eines vorgelagerten Grabens sowie Zaunanlagen,
- Verlängerung der Straße Dweerlandsweg um etwa 200 m.

Kempfert + Partner Geotechnik wurde von der Sprinkenhof AG beauftragt, den Aufbau, die Beschaffenheit und die Eigenschaften des Baugrunds sowie die Grundwasserverhältnisse in den Planungsbereichen zu erkunden und zu untersuchen, den Baugrund vergleichend zu bewerten und Empfehlungen für die Gründung der geplanten baulichen Anlagen auszuarbeiten.

Entsprechend der räumlichen und thematischen Gliederung der geplanten baulichen Anlagen wird für die Geotechnischen Berichte eine Unterteilung in folgende vier Teilprojekte vorgenommen:

- a) Jugendanstalt (geschlossener Vollzug) mit den Baumaßnahmen innerhalb der künftigen Haftmauer und des Wasserbauwerks im Zufahrtsbereich, s. Unterlage U14
- b) Jugendarrest und offener Vollzug außerhalb der künftigen Haftmauer
- c) Haftmauer, Graben und Zaunanlagen
- d) Verlängerung Straße Dweerlandweg

Der vorliegende Geotechnische Bericht beinhaltet die Baugrundbeurteilung und Gründungsempfehlungen für das Teilprojekt b) Jugendarrest und offener Vollzug außerhalb der künftigen Haftmauer.

2 Unterlagen, Normen und Regelwerke

Für den Geotechnischen Bericht wurden folgende Unterlagen verwendet:

- U1 agn Niederberghaus & Partner GmbH, Ibbenbüren, Neubau Jugendanstalt Hamburg, Objektbeschreibung zur LPH 3, 28.03.2019
- U2 R&P Ruffert Ingenieurgesellschaft mbH, Hamburg, Neubau einer Jugendanstalt, Dweerlandweg, 22113 Hamburg, 2. Vorstatischer Bericht zur Entwurfsplanung, 28.03.2019
- U3 agn Niederberghaus & Partner GmbH, Ibbenbüren, Neubau einer Jugendanstalt, Dweerlandweg, 22113 Hamburg, Entwurfsplanung, Lageplan, 29.03.2019
- U4 agn Niederberghaus & Partner GmbH, Ibbenbüren, Neubau einer Jugendanstalt, Dweerlandweg, 22113 Hamburg, Entwurfsplanung, Straßenplanung, Lageplan, 25.03.2019
- U5 agn Niederberghaus & Partner GmbH, Ibbenbüren, Neubau einer Jugendanstalt, Dweerlandweg, 22113 Hamburg, Entwurfsplanung, Straßenplanung, Ausbauquerschnitte, 25.03.2019
- U6 agn Niederberghaus & Partner GmbH, Ibbenbüren, Neubau einer Jugendanstalt, Dweerlandweg, 22113 Hamburg, Entwurfsplanung, Gräben, Lageplan, 25.03.2019
- U7 agn Niederberghaus & Partner GmbH, Ibbenbüren, Neubau einer Jugendanstalt, Dweerlandweg, 22113 Hamburg, Entwurfsplanung, Gräben, Querschnitte A-A, B-B, C-C, D-D und D1-D1, 25.03.2019
- U8 agn Niederberghaus & Partner GmbH, Ibbenbüren, Neubau einer Jugendanstalt, Dweerlandweg, 22113 Hamburg, Entwurfsplanung, Lageplan – Einfriedung, 29.03.2019
- U9 Burmann, Mandel + Partner, Ingenieurbüro für Grundbau und Umwelttechnik, Hamburg, Gründungsbeurteilung, JVA Billwerder, 22113 Hamburg, Neubau einer Teilanstalt Jugenduntersuchungshaft, 21.04.2017
- U10 agn Niederberghaus & Partner GmbH, Ibbenbüren, Neubau einer Jugendanstalt, Dweerlandweg, 22113 Hamburg, Entwurfsplanung, Schnitte Offener Vollzug / Arrest und BHKW 2, 29.03.2019
- U11 agn Niederberghaus & Partner GmbH, Ibbenbüren, Neubau einer Jugendanstalt, Dweerlandweg, 22113 Hamburg, Entwurfsplanung, Ansichten Offener Vollzug / Arrest, 29.03.2019
- U12 agn Niederberghaus & Partner GmbH, Ibbenbüren, Neubau einer Jugendanstalt, Dweerlandweg, 22113 Hamburg, Entwurfsplanung, Grundrisse Offener Vollzug / Arrest, 29.03.2019
- U13 agn Niederberghaus & Partner GmbH, Ibbenbüren, Neubau einer Jugendanstalt, Dweerlandweg, 22113 Hamburg, Entwurfsplanung, Lageplan - Entwässerung, 29.03.2019
- U14 Kempfert Geotechnik GmbH, Hamburg, Neubau Jugendanstalt Hamburg, Teilprojekt: geschlossener Vollzug, Geotechnischer Bericht, 17.05.2019

Im vorliegenden Bericht wird auf fachtechnische Normen und Regelwerke verwiesen. Bei allen nachfolgenden undatierten Verweisen auf Normen und Regelwerke gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen). Bei allen nachfolgenden datierten Verweisen auf Normen und Regelwerke gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe.

3 Bauvorhaben

Das betrachtete Gebiet der JVA liegt in Hamburg-Billwerder. Das Gebiet wird im Nordwesten durch die BAB A1 und im Südwesten durch den Dweerlandweg mit den dahinterliegenden Gleisen von u.a. der DB-Strecke 1244 (Hamburg-Berlin) sowie dem Umschlagbahnhof Billwerder begrenzt. Östlich schließen sich landwirtschaftlich genutzte Flächen an.

Bei dem Erweiterungsgelände handelt es sich um eine insgesamt etwa 7,5 ha große Fläche. Hier-von sind im Ist-Zustand bereits ca. 2,5 ha mit baulichen Anlagen, Freiflächen und der Einfriedung der derzeitigen JVA belegt. Eine etwa 5 ha große Teilfläche wird derzeit noch landwirtschaftlich genutzt.

Das Gebiet ist durch elbtypische Marschböden (Klei, Torf) geprägt, die von holozänen und zur Tiefe pleistozänen Sanden, gefolgt von Geschiebemergel, unterlagert werden. Die Marschland-schaft wird über das regional typische Grabensystem, bestehend aus Wettern und Entwässerungs-gräben, entwässert. An dieses Entwässerungssystem ist auch der die JVA umgebende Ringgraben angeschlossen. Gemäß Unterlage U7 wird hierdurch in der Regel ein Wasserstand von ca. -0,85 mNHN gehalten. Als maximaler Wasserspiegel mit einer 30-jährlichen Wiederkehrwahrscheinlichkeit wird in Unterlage U7 ein Wasserspiegel von -0,53 mNHN genannt.

Die außerhalb der Haftmauer geplanten baulichen Anlagen gliedern sich wie folgt, siehe auch Anlage 2:

- Jugendarrest: Geplant ist die Errichtung eines 1- bis 2 geschossigen Gebäudes mit L-förmigem Grundriss, dessen beiden Schenkel mit Abmessungen von etwa 50 m x 13 m geplant sind.
- Offener Vollzug: Der offene Vollzug soll als ein- bis zweigeschossiges Gebäude mit einem rechteckigen Grundriss und Abmessungen von etwa 67 m x 13 m errichtet werden.
- Blockheizkraftwerk (BHKW): Zur Energieversorgung ist zwischen dem Jugendarrest und dem offenen Vollzug die Errichtung eines Blockheizkraftwerkes (BHKW 2) in eingeschossiger Bauweise und Abmessungen von 14 m x 6,5 m geplant.
- Straßen- und Wegenetz: Die Erschließung des Bereiches Jugendarrest und offener Vollzug soll durch eine Straße erfolgen, die vom Wendehammer der geplanten Verlängerung des Dweerlandwegs abzweigt. Weiterhin sind diverse Wege auf dem Gelände zur Erschließung geplant.
- Freianlagen und Sportanlagen: An den Gebäuden und im Innenhof des Jugendarrestes sind diverse Sportanlagen sowie Grünflächen geplant.

Sämtliche Gebäude sollen ohne Unterkellerung als Massivbauten in Stahlbeton- und Mauerwerksbauweise erstellt werden. Die Abtragung der Gebäudelasten in den Untergrund soll über einen auf

Pfählen aufgelagerten Balkenrost erfolgen. Die Bodenplatten sollen freispannend konstruiert werden, da an der Unterseite der Bodenplatten aufgrund des setzungsempfindlichen Untergrunds keine Bettungsspannungen übertragen werden können.

Die geplanten Gebäude liegen außerhalb der derzeitigen JVA. Auf den derzeit noch landwirtschaftlich genutzten Flächen liegt das Geländeniveau überwiegend unterhalb Normalhöhennull, im Mittel bei ca. -0,2 mNHN.

Nach den vorliegenden Informationen soll bei den Neubauten das Fußbodenniveau (OKFF) auf +1,20 mNHN angeordnet werden. Auf dieser Grundlage und unter Berücksichtigung der Geländehöhen auf den landwirtschaftlichen Flächen außerhalb der JVA im Bestand wird davon ausgegangen, dass für die Freiflächen, Straßen, Wege und Sportanlagen Geländehöhen zwischen etwa +0,6 mNHN und +1,2 mNHN herzustellen sein werden. Zur Realisierung dieses Geländeniveaus wird eine Geländeaufhöhung von i. M. etwa 1,0 m gegenüber dem Ist-Zustand erforderlich.

4 Geotechnischer Untersuchungsbericht

4.1 Baugrundaufschlüsse

Der Baugrundaufbau im Bereich des Jugendarrestes und offenen Vollzugs außerhalb der bestehenden JVA wurde im Februar und März 2019 mit 7 Kleinrammbohrungen sowie 8 schweren Rammsondierungen erkundet.

Die schweren Rammsondierungen wurden von der Firma Joern Thiel Baugrunduntersuchung GmbH, Norderstedt, ausgeführt und zusätzlich durch unser Büro begleitet und überwacht.

Die Kleinrammbohrungen wurden durch unser Büro ausgeführt.

Die Kleinrammbohrungen wurden bis in eine Tiefe von 12 m u. GOK ausgeführt, entsprechend ca. -12,2 mNHN bis -12,4 mNHN.

Die schweren Rammsondierungen wurden bis in eine Tiefe von 15 m unter GOK (DPH12 / DPH15), entsprechend ca. -15,0 mNHN bis -15,2 mNHN bzw. 16 m bis 18 m u. GOK (DPH17 bis DPH22) entsprechend ca. -16,2 mNHN bis -18,3 mNHN ausgeführt.

Die Lage der ausgeführten Baugrundaufschlüsse kann der Anlage 2 entnommen werden.

Die Ergebnisse der Aufschlüsse sind im Maßstab 1:100 höhengerecht in der Anlage 3 gemäß DIN 4023¹ aufgetragen.

4.2 Baugrundsichtung

Der Baugrund kann unter Berücksichtigung der Ergebnisse der ausgeführten Untergrundaufschlüsse wie folgt beschrieben werden.

¹ DIN 4023: Baugrund- und Wasserbohrungen, zeichnerische Darstellung der Ergebnisse

Klei

Unterhalb einer geringmächtigen Mutterbodenüberdeckung wurde bis zu einem Niveau von ca. -1,3 mNHN (BS49) bis ca. -3,5 mNHN (BS51) Klei erbohrt.

Im Bereich der Kleinrammbohrungen BS51 und BS52 wurden im Klei Sandeinschaltungen festgestellt.

Der Klei ist kornanalytisch überwiegend als Schluff mit wechselnden Ton- und Feinsandgehalten und weicher Konsistenz anzusprechen. Zum Teil war der Klei organisch bis stark organisch bzw. torfig bis stark torfig ausgeprägt.

Torf

Im Bereich der Kleinrammbohrung BS49 wurde unterhalb des Kleihorizonts bis zu einem Niveau von ca. -3,4 mNHN ein ca. 2,1 m mächtiger Torfhorizont angetroffen. Der Torf wurde als zersetzt und z.T. schluffig angesprochen.

Gewachsene Sande

Unterhalb der holozänen Weichschichten stehen gewachsene Sande an. Kornanalytisch handelt es sich überwiegend um Mittelsande und untergeordnet um Feinsande mit geringen Grobsand- sowie Schluffbeimengungen. Oberflächennah weisen die gewachsenen Sande z.T. Kleistreifen und Holzreste auf.

Auf Grundlage der Ergebnisse der schweren Rammsondierungen können die gewachsenen Sande oberflächennah als locker und locker bis mitteldicht sowie ab einem Niveau von ca. -6,0 mNHN bis -7,0 mNHN als überwiegend mitteldicht eingestuft werden.

Zur Tiefe deuten die Ergebnisse der ausgeführten schweren Rammsondierungen auf teilweise vorhandene locker gelagerte Bereiche hin.

Die gewachsenen Sande wurden mit den ausgeführten direkten Aufschlüssen bis zur Bohrendtiefe nicht durchörtert.

4.3 Wasser im Boden

Mit den ausgeführten Kleinrammbohrungen wurden Wasserstände zwischen + 0,89 mNHN (BS20) und -1,22 mNHN (BS19) nach Bohrende eingemessen.

4.4 Bodenmechanische Laborversuche

4.4.1 Wassergehalte und Glühverluste

Zur vergleichenden Bewertung und zur Bestimmung der Bodenkennwerte wurden Wassergehalte gemäß DIN 18121-1² und der Glühverlust gemäß DIN 18128³ an ausgewählten bindigen Proben bestimmt. Eine Übersicht über die Ergebnisse ist in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Übersicht über die Wassergehalte und den Glühverlust ausgewählter Proben

Bodenart	Wassergehalte w [%]			Glühverluste v _{gl} [%]		
	Minimum	Mittelwert	Maximum	Minimum	Mittelwert	Maximum
Klei						
w: 2 Versuche	38,0	47,3	56,6	-	-	-
Torf						
w: 1 Versuch	-	140,7	-	-	18,2	-
v _{gl} : 1 Versuch						

Die Einzelergebnisse der Wassergehalts- und Glühverlustbestimmungen können den Bohrprofilen der Anlagen 3.1 und 3.2 entnommen werden.

4.4.2 Kornverteilungen

Zur Ergänzung der im Labor durchgeführten Bodenprobenansprache wurden an kennzeichnenden Bodenproben Kornverteilungsanalysen nach DIN 18123⁴ durchgeführt.

Die Ergebnisse der durchgeführten Kornverteilungsanalysen sind in Form von Kornverteilungskurven in der Anlage 4 dokumentiert.

Die Ergebnisse der kombinierten Sieb- und Schlämmanalysen zeigen, dass es sich beim Klei (Entnahmetiefen zwischen 2,5 m und 3,3 m u. GOK) kornanalytisch um einen tonigen bis stark tonigen, schwach feinsandigen bis stark feinsandigen Schluff bzw. um einen stark sandigen, tonigen, Schluff handelt, der gemäß DIN 18196 den Bodengruppen OU bzw. OT zuzuordnen ist.

Bei den untersuchten Proben des gewachsenen Sandes (Entnahmetiefe zwischen 5,0 m und 9,5 m u. GOK) handelt es sich um einen stark feinsandigen, schwach grobsandigen Mittelsand, der nach DIN 18196 der Bodengruppe SE zuzuordnen ist bzw. um einen stark mittelsandigen schwach schluffigen Feinsand, der nach DIN 18196 der Bodengruppe SU zuzuordnen ist.

² DIN EN ISO 17892-1: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben - Teil 1: Bestimmung des Wassergehalts

³ DIN 18128: Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung des Glühverlustes

⁴ DIN EN ISO 17892-4: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben - Teil 4: Bestimmung der Korngrößenverteilung

4.5 Chemische Analysen des Bodens

4.5.1 Allgemeines

Der im Zuge der Baumaßnahme auszuhebende Boden ist hinsichtlich seiner Weiterverwendung bzw. Verbringung und Entsorgung i. W. auf Grundlage der LAGA-Einstufung bzw. Zuordnung („Z-Werte“) zu beurteilen.

Die Z-Werte gemäß LAGA⁵ der Aushubböden führen zu folgenden Konsequenzen hinsichtlich des weitergehenden Einbaus dieser Böden:

Einbauklasse Z 0:	uneingeschränkter Einbau
Einbauklasse Z 1.1:	eingeschränkter offener Einbau
Einbauklasse Z 1.2:	eingeschränkter offener Einbau in hydrogeologisch günstigen Gebieten
Einbauklasse Z 2:	eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen
Einbauklasse > Z 2:	Einbau in Deponien/Dekontamination des Bodens

4.5.2 Untersuchungsergebnisse und Handlungsempfehlungen

Zur weiteren Untersuchung, ob mit erhöhten chemischen Belastungen der oberflächennahen, im Zuge der Baumaßnahme auszuhebenden Böden zu rechnen ist, wurden im Bereich des geplanten Jugendarrestes und offenen Vollzugs chemische Untersuchungen von 2 Bodenmischproben (MP) durchgeführt.

Dabei erfolgte eine getrennte chemische Untersuchung der humosen Oberböden nach BBodSchV, Wirkungspfad Boden-Mensch (1 MP) sowie der unterlagernden Klei und Torfböden auf den Komplettumfang nach LAGA (Feststoff und Eluat) (1 MP).

Die Untersuchungsergebnisse sind in Anlage 5.1 dargestellt (inkl. der Ergebnisse aus den Bereichen „geschlossener Vollzug“, Haftmauer/Graben“ und „Dweerlandweg“) und in den nachfolgenden Tabellen zusammengefasst:

Tabelle 2: Übersicht über das Ergebnis der chemischen Analytik nach BBodSchV, Wirkungspfad Boden-Mensch, nur Bereich Jugendarrest und offener Vollzug

Probenbezeichnung	Sondierpunkte	Untersuchungstiefe	Bodenart	Bemerkungen
MP8	BS49 – BS53, BS64 – BS65	0,0 m bis 0,2 m unter GOK	Mutterboden, Sand / Schluff, humos	Prüfwerte eingehalten (Z2 gem. LAGA: TOC)

⁵ Mitteilung der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA), Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen – Technische Regeln Boden – Stand: 5. November 2004

Tabelle 3: Übersicht über das Ergebnis der LAGA-Analytik, nur Bereich Jugendarrest und offener Vollzug

Probenbezeichnung	Sondierpunkte	Untersuchungstiefe	Bodenart	Zuordnung gem. LAGA	maßgebende Parameter
MP9	BS49 – BS53, BS64 – BS65	0,1 m bis 3,05 m unter GOK	Klei, Torf, Schluff, sandig, tonig	>Z2	pH-Wert, TOC

Bezüglich der Schlussfolgerungen aus den chemischen Analysen des Bodens wird auf Abschnitt 6.8 verwiesen.

4.6 Wasseranalytik

Aus der Bohrung PB1 innerhalb der bestehenden JVA (s. Unterlage U14) wurden Wasserproben entnommen und durch das Labor GBA, Pinneberg, auf beton- und stahlangreifende Inhaltsstoffe gem. DIN 4030⁶ bzw. DIN 50929⁷ untersucht. Die detaillierten Ergebnisse der Analysen sind der Anlage 5.2 zu entnehmen und in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

Tabelle 4: Übersicht über die Analysenergebnisse auf Beton- und Stahlaggressivität

Betonaggressivität gem. DIN 4030	Stahlaggressivität gem. DIN 50929	
	Mulden- und Lochkorrosionswahrscheinlichkeit	Flächenkorrosionswahrscheinlichkeit
schwach betonangreifend	gering	sehr gering

5 Auswertung und Bewertung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse

5.1 Charakteristische Bodenkenngrößen für geotechnische Berechnungen

Auf Grundlage der Baugrunderkundung sowie unserer Erfahrungen mit vergleichbaren Böden werden die in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellten charakteristischen Bodenkenngrößen angegeben.

⁶ DIN 4030-1: Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden, und Gase – Teil 1: Grundlagen und Grenzwerte

⁷ DIN 50929-3: Korrosion der Metalle; Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe bei äußerer Korrosionsbelastung; Rohrleitungen und Bauteile in Böden und Wässern

Tabelle 5: Charakteristische Bodenkenngrößen

Bodenschicht	Wichte	Scherparameter ¹⁾	undrÄnirte KohÄsion	Steifemodul
	γ_k / γ'_k	φ'_k / c'_k	$c_{u,k}$	$E_{s,k}$
	[kN/m ³]	[°] / [kN/m ²]	[kN/m ²]	[MN/m ²]
S1: Klei	15 / 5	20 / 5	10	≥1,1
S2: Torf	12 / 2	17,5 / 5	10	≥0,6
S3: gewachsene Sande, locker bis mitteldicht	18 / 10	32,5 / 0	-	≥30
S4: gewachsene Sande, mind. mitteldicht	19 / 11	35 / 0	-	≥50

¹⁾ Der Erddruckneigungswinkel ist im Torf und im Klei zu $\delta_k = 0$ zu setzen. In den übrigen Böden kann ein Erddruckneigungswinkel von $\delta_k \leq 2/3 \varphi'_k$ angesetzt werden.

²⁾ Der Geschiebemergel wurde nur indirekt nachgewiesen. Die charakteristischen Bodenkenngrößen für den Geschiebemergel basieren auf Erfahrungswerten.

5.2 Charakteristische Grund- und Schichtwasserstände

Auf Grundlage der gemessenen Wasserstände werden die folgenden für die Bemessung anzusetzenden höchsten und niedrigsten charakteristischen Wasserstände (Bemessungswasserstände) angegeben.

Grundwasser im sandigen Aquifer unterhalb der Weichschichten

Höchster charakteristischer Grundwasserstand im Grundwasserleiter: +0,5 mNHN

Niedrigster charakteristischer Grundwasserstand im Grundwasserleiter: -1,0 mNHN

Stau- und Schichtwasser in bzw. auf den organischen Weichschichten

Höchster charakteristischer Stau- bzw. Schichtwasserstand: GOK

Niedrigster charakteristischer Stau- bzw. Schichtwasserstand: -1,0 mNHN

5.3 Bodenklassifizierung und Homogenbereiche

Zur Beschreibung der leistungs- und verfahrenstechnischen Eigenschaften hinsichtlich der Bearbeitbarkeit des Baugrunds erfolgt in der Tabelle 6 eine Zuordnung der Schichten gem. Abschnitt 5.1 in Homogenbereiche mit für das jeweilige Bauverfahren vergleichbaren Eigenschaften. Die für die einzelnen Schichten kennzeichnenden Parameter können der Anlage 6 zu diesem Bericht entnommen werden.

Tabelle 6: Zuordnung der Schichten in Homogenbereiche mit Bezug auf die VOB, Teil C

Bodenschicht	I	II	III
	DIN 18300 Erdarbeiten	DIN 18301 Bohrarbeiten	DIN 18304 Ramm-, Rüttel-, Pressarbeiten
S1: Klei	I A	II A	III A
S2: Torf	I B		
S3: gewachsene Sande, locker bis mitteldicht		II B	III B
S4: gewachsene Sande, mind. mitteldicht	I C	II C	III C

6 Folgerungen, Empfehlungen und Hinweise

6.1 Geotechnische Kategorie

Die Geotechnische Kategorie (GK) nach DIN 1054⁸ ist ein Maß für den Schwierigkeitsgrad des Bauwerks, der Baugrundverhältnisse und der Wechselwirkungen zwischen diesen und der Umgebung.

Für die Einstufung in eine Geotechnische Kategorie ist das Kriterium, welches den höchsten Schwierigkeitsgrad ergibt, maßgebend.

Die Baumaßnahme und der Baugrundaufbau (s. Abschnitt 4) sind in die Geotechnische Kategorie 2 einzustufen.

6.2 Gründung der geplanten baulichen Anlagen

6.2.1 Allgemeines und Wahl der Gründungsart

Mit den ausgeführten Untergrundaufschlüssen wurden mehrere Meter mächtige gering tragfähige Schichten mit hoher Setzungsanfälligkeit (Klei, z. T. auch Torf) erkundet. Eine Flachgründung der geplanten Gebäude scheidet aufgrund der großen zu erwartenden Setzungen in der Größenordnung mehrerer Dezimeter aus.

Es wird daher eine Tiefgründung der Neubauten auf Pfählen erforderlich.

Als mögliche Pfahlsysteme kommen unter Berücksichtigung der baulichen Randbedingungen v.a. Fertigteiltramppfähle nach DIN EN 12699⁹, Vollverdrängungsbohrpfähle nach DIN EN 12699 oder Bohrpfähle nach DIN EN 1536¹⁰ in Frage. Als besonders wirtschaftlich sind hierbei Fertigteiltramm-

⁸ DIN 1054: Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1

⁹ DIN EN 12699: Ausführung spezieller geotechnischer Arbeiten (Spezialtiefbau) - Verdrängungspfähle

¹⁰ DIN EN 1536: Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) - Bohrpfähle

pfähle und Vollverdrängungsbohrpfähle zu beurteilen, während Bohrpfähle erfahrungsgemäß signifikant teurer in der Herstellung sind.

Bei einem Einsatz von Vollverdrängungsbohrpfählen oder Bohrpfählen ergeben sich aufgrund des sehr weichen Baugrunds Einschränkungen bzw. besondere Bedingungen bei der Anwendung, da diese Böden (undrained Scherfestigkeit im Klei und Torf z. T. $c_u < 15 \text{ kN/m}^2$) evtl. keine ausreichende Scherfestigkeit aufweisen, um einer Frischbetonsäule genügend seitliche Stützung zu bieten.

Dieser Problematik kann bei Bohrpfählen mit besonderen Maßnahmen zur Stützung der Frischbetonsäule, wie z. B. an den Bewehrungskorb angebrachte Stahlhülsen, begegnet werden.

Bei Vollverdrängungsbohrpfählen (z. B. System ATLAS) ist dies herstellbedingt nicht möglich, so dass ein Einsatz nur unter besonderen Randbedingungen zu empfehlen wäre. Insbesondere wäre vom Pfahlhersteller anhand von ausgeführten Pfahlgründungen mit vergleichbaren Randbedingungen nachzuweisen und die Gewährleistung zu übernehmen, dass die schadfreie Herstellung von Vollverdrängungsbohrpfählen bei den gegebenen Baugrundverhältnissen möglich ist. Maßnahmen bezüglich einer intensiven Überwachung der Ausführung (z. B. Nachweis der schadfreien Herstellung in Probefeldern; Anpassung der Herstellparameter auf vorhandene schwierige Verhältnisse und intensive Überwachung; erhöhte Anzahl von Pfahl-Integritätsprüfungen etc.) wären im Zuge der Vergabe festzulegen.

Bei einem Einsatz von Fertigteiltrammpfählen ist zu berücksichtigen, dass hierbei Mindestabstände zu Bestandsbebauungen einzuhalten sind, um diese nicht durch die bei der Herstellung entstehenden Rammerschütterungen zu schädigen. Im vorliegenden Fall ist aufgrund der exponierten Lage des geplanten Baufeldes auf den landwirtschaftlichen Flächen jedoch davon auszugehen, dass durchgängig ausreichende Mindestabstände eingehalten werden können.

Weiterhin muss auch die Lärmentwicklung beim Einrammen der Pfähle toleriert werden. Diesbezüglich sollten entsprechende Abstimmungen und Genehmigungen rechtzeitig, d. h. in ausreichendem zeitlichem Abstand vor der Ausschreibung der Baumaßnahmen, eingeholt werden.

Nachfolgend werden die unter Berücksichtigung der spezifischen Baugrundverhältnisse technisch vorzugsweise einsetzbaren Pfahlsysteme beschrieben (Abschnitte 6.2.2 bis 6.2.4) sowie Angaben zu deren Bemessung gemacht (Abschnitte 6.2.5 bis 6.2.8).

6.2.2 Bohrpfähle

Bohrpfähle ohne Verdrängung können grundsätzlich sowohl verrohrt als auch unverrohrt hergestellt werden. Im zum Teil sandigen bzw. sehr weichen Baugrund (Klei und Torf) - wie im vorliegenden Fall gegeben - ist eine Verrohrung zwingend erforderlich, um beim Bohren auftretende Auflockerungen in der Umgebung des Bohrpfahls einzuschränken, die Standsicherheit des Bohrlochs zu gewährleisten und die zur Stützung der Frischbetonsäule gegen den weichen Klei erforderlichen Hülsen einbringen zu können.

Weiterhin muss beim Bohren der Wasserspiegel im Bohrrohr oberhalb der Druckhöhe des Grund- bzw. Stauwassers in den Sanden gehalten werden. Anderenfalls besteht die Gefahr, dass Sand mit dem Wasserstrom durch die Bohrlochsohle in das Bohrrohr eindringt und es zu einem Bodenentzug in der Umgebung des Pfahls kommt, was die Tragfähigkeit des Pfahls mindern kann.

Hindernisse im Untergrund wie Steine, Kies- und Gerölllagen können unter Einsatz von Stemmarbeiten durchteuft werden.

Schrägpfähle können bis zu einer Neigung von 4:1 hergestellt werden.

Die Herstellung und Ausführung von Bohrpfählen ohne Verdrängung ist in DIN EN 1536 geregelt.

Angaben zur äußeren Tragfähigkeit von Bohrpfählen finden sich in Abschnitt 6.2.5.

6.2.3 Vollverdrängungsbohrpfähle (Schraubpfähle)

Vollverdrängungsbohrpfähle (Systeme Atlas und Fundex) werden in einem Bohrohr hergestellt, das an der Außenwand glatt ist und an der Spitze einen Schneidkopf bzw. eine wendelförmige Spitze aufweist. Beim Bohrvorgang wird das Bodenvolumen, das später durch den Betonpfahl ersetzt wird, vollständig verdrängt. Eine Auflockerung des Baugrundes in der Umgebung des Bohrohres ist daher nicht möglich. Es erfolgt durch die Verdrängung des Bodens eine Verdichtung in der Umgebung des späteren Pfahls.

Da die Schraubpfähle ohne dynamische Einwirkungen nur mit statisch wirkenden Kräften abgeteuft werden und eine vollständige Bodenverdrängung erfolgt, können Hindernisse im Untergrund beim Niederbringen nur in beschränktem Maße seitlich verdrängt werden, und die Einbindetiefe in dichte bzw. feste Bodenschichten ist begrenzt.

Der Anpressdruck und das Drehmoment können beim Bohren gemessen werden und mit den Baugrundaufschlüssen (Bohrprofile, Drucksondierungen) verglichen werden. Hierdurch ist eine Kontrollmöglichkeit der Untersuchungsergebnisse gegeben.

Die Pfahltragfähigkeit von Verdrängungsbohrpfählen ist gegenüber den Bohrpfählen ohne Verdrängung generell höher einzustufen.

Schrägpfähle können bis zu einer Neigung von 4:1 hergestellt werden.

Die Herstellung und Ausführung von Vollverdrängungsbohrpfählen ist in DIN EN 12699¹¹ geregelt.

6.2.4 Fertigteilrammpfähle

Fertigteilrammpfähle werden auf Grundlage der Bemessung der äußeren Pfahltragfähigkeit (Pfahllängenberechnung) in den erforderlichen Längen werkseitig hergestellt und fertig auf die Baustelle geliefert. Aufgrund von geologisch nicht gänzlich erfassbaren Randbedingungen bzw. der allgemeinen Streuung der Baugrundeigenschaften werden unter Einhaltung vorab definierter Rammkriterien bei der Ausführung erfahrungsgemäß z. T. von der Planung abweichende Absetztiefen erzielt, d. h. die Pfähle sind dann ggf. zu kürzen (sofern kein Rammfortschritt mehr) bzw. zu verlängern (sofern Tieferrammung zur Erreichung der Rammkriterien erforderlich). Aufgrund der relativ homogenen Ausprägung und Rammbarkeit der tragfähigen Sande wird dieser Aspekt im vorliegenden Fall als beherrschbar eingestuft.

¹¹ DIN EN 12699: Ausführung spezieller geotechnischer Arbeiten (Spezialtiefbau) - Verdrängungspfähle

Bei größeren Pfahllängen (je nach Anforderung ab etwa 15 m bis 20 m Länge) sind Fertigteilrammpfähle in der Regel als Koppelpfähle, bestehend aus Ober- und Unterpfahl, herzustellen. Die Kopplung der beiden Pfahlabschnitte erfolgt mittels Stahlkupplungen.

Die bei der Rammung auftretenden Erschütterungen müssen für benachbarte bauliche Anlagen verträglich sein und die Lärmemissionen müssen toleriert werden, siehe auch Abschnitt 6.2.1.

Schrägpfähle können bis zu einer Neigung von 4:1 hergestellt werden.

Die Herstellung und Ausführung von Fertigteilrammpfählen ist in DIN EN 12699 geregelt.

6.2.5 Pfahltragfähigkeiten und Pfahlsetzungen

Die Pfähle sind in den tragfähigen Sanden unterhalb der Weichschichten und der locker gelagerten Sande abzusetzen. Nach den ausgeführten Drucksondierergebnissen kann je nach Bereich unterhalb eines Niveaus von etwa -6 mNHN bis -8 mNHN von überwiegend mindestens mitteldicht gelagerten Sanden ausgegangen werden, siehe auch Tabelle 7.

Nachfolgend werden für Bohrpfähle und Rammpfähle auf Grundlage eigener Erfahrungen sowie in Anlehnung an die EA-Pfähle¹² charakteristische Vorbemessungswerte für die Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit (Bruchzustand) für die Einbindung in die tragfähigen Sande angegeben. Sie gelten ab dem Niveau der Oberkante der tragfähigen Sande (siehe Fußnote der Tabelle) sowie für eine Pfahlabsetztiefe von mind. -13,0 mNHN.

Tabelle 7: Charakteristische Ansatzwerte für die Vorbemessung der äußeren Pfahltragfähigkeit

Tiefe [mNHN]	Fertigteilrammpfähle		Bohrpfähle	
	$q_{s,k}$ [kN/m ²]	$q_{b,k}$ [kN/m ²]	$q_{s,k}$ [kN/m ²]	$q_{b,k}$ [kN/m ²]
ab OKT ¹⁾ bis -10,0	50	-	60	-
bis -15,0	75	6.000	85	2.500
bis -20,0	85	6.500	95	2.800

¹⁾ OKT = Oberkante tragfähiger Boden für Pfahlbemessung:
 -6,0 mNHN (Jugendarrest)
 -7,0 mNHN (offener Vollzug)

Es wird empfohlen, die Pfähle nicht tiefer als -20,0 mNHN abzusetzen, da unterhalb dieses Niveaus mit den Drucksondierungen im Bereich des geplanten geschlossenen Vollzugs (s. Unterlage U14) z. T. bindiger Geschiebemergel indirekt nachgewiesen wurde, für den verglichen mit mitteldicht gelagertem Sand von geringeren äußeren Pfahltragfähigkeiten auszugehen ist.

Bei Einsatz von Vollverdrängungsbohrpfählen (System ATLAS) kann bei den vorliegenden Baugrundverhältnissen bei einer ausreichenden Einbindelänge in den tragfähigen Baugrund zum Nachweis der äußeren Tragfähigkeit im Zuge der Vorbemessung zunächst ein charakteristischer

¹² EA-Pfähle, Empfehlungen des Arbeitskreises Pfähle, Verlag Ernst & Sohn, 2012

Pfahlwiderstand im Grenzzustand der Tragfähigkeit R_k von 1.800 kN für einen Pfahl mit Durchmesser 51 cm / 56 cm (Innendurchmesser / Außendurchmesser der Wendel) zu Grunde gelegt werden. Für einen Pfahl mit Durchmesser 31 cm / 41 cm (Innendurchmesser / Außendurchmesser der Wendel) kann im Zuge der Vorbemessung zunächst ein charakteristischer Pfahlwiderstand im Grenzzustand der Tragfähigkeit R_k von 1.300 kN zu Grunde gelegt werden. Eine Berücksichtigung höherer Tragfähigkeiten für ATLAS Pfähle sollte nur bei Durchführung einer ausreichenden Anzahl von Pfahlprobelastungen auf dem Baufeld berücksichtigt werden.

Auch bei der Ausführung von Ramppfählen oder Bohrpfählen sollten für die genaue Ermittlung von äußeren Pfahlwiderständen (Pfahlspitzendruck und Pfahlmantelreibung) nach Handbuch EC 7-1 möglichst vorlaufende Pfahlprobelastungen durchgeführt werden. Charakteristische repräsentative Standorte und Umfang der Versuche sind gesondert festzulegen und zu planen. Die Festlegung endgültiger charakteristischer Pfahlwiderstände auf Grundlage der Ergebnisse statischer oder dynamischer Pfahlprobelastungen sollte unter Einbeziehung unseres Büros erfolgen (vgl. EA-Pfähle, Abschnitte 5.2.1 (4) bzw. 5.3 (7)).

Nachzuweisen ist die Grenzzustandsgleichung (ULS):

$$E_d \leq R_d$$

mit

E_d = Bemessungswert der Einwirkungen

R_d = Bemessungswert des Pfahlwiderstands

Zur Ermittlung des Bemessungswertes des Pfahlwiderstands R_d im Grenzzustand der Tragfähigkeit ist der auf Grundlage der o.g. Ansatzwerte ermittelte charakteristische Pfahlwiderstand R_k mit dem Teilsicherheitsbeiwert für Pfahlwiderstände auf Grundlage von Erfahrungswerten abzumindern. Dieser beträgt gem. Handbuch EC 7-1 $\gamma_t = 1,4$ (Druckbeanspruchung). Sofern später Ergebnisse von Pfahlprobelastungen vorliegen, ist der Bemessungswert des Pfahlwiderstands R_d unter Berücksichtigung von Streuungsfaktoren sowie dem Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_t = 1,1$ (Druckbeanspruchung) zu ermitteln.

In Anlage 7 ist unter Berücksichtigung der o. g. Tragfähigkeitswerte exemplarisch eine Widerstands-Setzungslinie (WSL) für einen Stahlbeton-Fertigteiltramppfahl (Pfahlkantenlänge $a_s = 40$ cm) mit einer Einbindelänge von 10 m in den tragfähigen Baugrund dargestellt. Es ergibt sich hierfür ein charakteristischer Pfahlwiderstand im Grenzzustand der Tragfähigkeit von rd. $R_k = 2.200$ kN.

im Gebrauchslastbereich (ca. 1.100 kN bezogen auf eine Grenztragfähigkeit von 2.200 kN) ist gem. der WSL der Anlage 7 zunächst mit Pfahlkopfsetzungen von $s_k = 7,5$ mm zu rechnen. Berücksichtigt man, dass die entsprechend der Tabelle 7 für die WSL berücksichtigten Ansatzwerte für Pfahlmantelreibung und Pfahlspitzendruck an die unteren Erfahrungswerte gem. EA-Pfähle angelehnt wurden, ist tatsächlich noch mit einem etwas steiferen Last-Setzungsverhalten zu rechnen. Es kann daher von wahrscheinlichen Pfahlkopfsetzungen im Gebrauchslastbereich von

$$s_k \approx 5 \text{ mm}$$

ausgegangen werden.

6.2.6 Ausführungsempfehlung Pfahlgründung

Es wird unter wirtschaftlichen und technischen Gesichtspunkten vorzugsweise die Ausführung von Fertigteilrammpfählen empfohlen. Die Hinweise in den Abschnitten 6.2.1, 6.2.4 und 6.2.5 sind zu beachten.

Wie bereits beschrieben, können auch Vollverdrängungsbohrpfähle eine wirtschaftliche Alternative darstellen, so dass bei der Ausschreibung für die Pfahlherstellung Nebenangebote grundsätzlich zugelassen werden sollten. Im Falle der Ausführung von Vollverdrängungsbohrpfählen wäre vom Pfahlhersteller anhand von ausgeführten Pfahlgründungen mit vergleichbaren Randbedingungen nachzuweisen und die Gewährleistung zu übernehmen, dass die schadfreie Herstellung von Vollverdrängungsbohrpfählen bei den gegebenen Baugrundverhältnissen möglich ist. Eine Berücksichtigung von größeren äußeren Pfahltragfähigkeiten gegenüber den in Abschnitt 6.2.5 genannten Werten sollte durch eine ausreichend große Anzahl von Pfahlprobelastungen belegt werden.

6.2.7 Negative Mantelreibung

Eine Berücksichtigung negativer Mantelreibung wird erforderlich in folgenden Fällen.

1. Sofern innerhalb der Gebäudegrundfläche gegenüber dem Bestand zusätzliche Auflasten auf den Baugrund aufgebracht werden, z. B. durch Sand- / Ausgleichsschichten, die vor der Herstellung der Pfahlkopfplatten bzw. Balkenrostkonstruktionen auf das Gelände aufgebracht werden.
2. Bei den Randpfählen sofern außerhalb der Gebäudegrundfläche gegenüber dem Bestand zusätzliche Auflasten auf den Baugrund aufgebracht werden, z. B. durch die Anlage der Freiflächen und Wege (Geländeaufrhöhungen bzw. -angleichungen), insbesondere am Übergang zu den Gebäuden.

Da sich der offene Vollzug sowie der Jugendarrest außerhalb der derzeitigen Haftmauer und somit im Bereich der erforderlichen Geländeaufhöhung (s. Abschnitt 3) befindet, wird aufgrund der zu erwartenden Setzungen eine Berücksichtigung der negativen Mantelreibung bei der Pfahlbemessung erforderlich.

Als Ansatzwert für die negative Mantelreibung $\tau_{n,k}$ sind für den Klei und Torf die c_u -Werte zu Grunde zu legen, s. Abschnitt 5.1.

Die Lasten aus negativer Mantelreibung sind als ständige Lasten in die Bemessung einzuführen.

6.2.8 Horizontaler Lastabtrag

Für die Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit gegen Materialversagen (GEO und STR) kann der zur Berechnung erforderliche horizontale Bettungsmodul $k_{s,k}$ unter Ansatz der in Abschnitt 5.1 angegebenen Steifigkeiten $E_{s,k}$ und des Pfahldurchmessers D nach dem Ansatz

$$k_{s,k} = E_{s,k} / D$$

ermittelt werden. Der Bettungsmodul ist ggf. iterativ abzumindern, so dass an keiner Stelle die charakteristische horizontale Normalspannung $\sigma_{h,k}$ die charakteristische Erdwiderstandsspannung $e_{ph,k}$ übersteigt.

6.3 Setzungen der Verkehrsflächen und Freiflächen

Der im Planungsgebiet mit mehreren Metern Mächtigkeit anstehende holozäne Klei ist als Boden einzustufen, der eine hohe Setzungsfähigkeit aufweist. Bei der Planung der Freiflächen, Straßen und Wege ist dieser Umstand zu berücksichtigen. Auch bei der Planung der Hausanschlüsse und Eingangsbereiche sowie bei unterhalb der Bauwerkssohle verlegten Anschlussleitungen sind die aus Geländeaufhöhungen resultierenden Setzungen zu berücksichtigen.

Nach den vorliegenden Informationen soll bei den Neubauten das Fußbodenniveau (OKFF) auf +1,20 mNHN angeordnet werden. Auf dieser Grundlage und unter Berücksichtigung der Geländehöhen innerhalb der JVA im Bestand wird davon ausgegangen, dass für die Freiflächen, Straßen, Wege und Sportanlagen Geländehöhen zwischen etwa +0,6 mNHN und +1,2 mNHN herzustellen sein werden. Zur Realisierung dieses Geländeniveaus wird eine Geländeaufhöhung von im Mittel etwa 1,0 m gegenüber dem Ist-Zustand erforderlich.

Unter dieser Voraussetzung sind je nach lokal unterschiedlicher Weichschichtmächtigkeit Geländesetzungen in einer Bandbreite von etwa

$$4 \text{ cm} \leq s_{\text{Gel}} \leq 9 \text{ cm}$$

zu erwarten.

Die genannten Setzungen treten zeitverzögert im Zuge der sog. Konsolidierung der Weichschichten ein und erreichen ihren Maximalwert erst Monate bis Jahre nach der Geländeaufhöhung.

Aufgrund der beschriebenen Setzungsproblematik sollten unterhalb der Bauwerkssohle verlegte Anschlussleitungen an die Sohle angehängt oder in Medienkanälen innerhalb der Sohlplatte verlegt werden. Der Übergang von Leitungen vom tief gegründeten Gebäude zum angrenzenden Gelände ist entsprechend des o. g. Größtwertes für die Setzung „ s_{Gel} “ auszulegen.

Weiterhin können die Setzungen in den Anschlussbereichen zu den tief gegründeten Gebäuden zu entsprechenden Absätzen führen, und ggf. nachträgliche Angleichungsmaßnahmen erforderlich machen.

Eine Reduktion der Setzungsproblematik wäre möglich durch Aufbringung einer Überlastschüttung (Sand), d. h. es wird z. B. im Randbereich zu den später herzustellenden Gebäuden bis über das geplante Zielniveau der Außenanlagen hinaus aufgehört und nach einer definierten Liegezeit die Überlastschüttung wieder abgetragen. Die Höhe der Überlastschüttung könnte z. B. 1,0 m über das geplante Zielniveau der Außenanlagen hinaus erfolgen und nach einigen Monaten Liegezeit wieder abgetragen werden. Die Maßnahmen wären ggf. im Zuge der Ausführungsplanung im Detail festzulegen und darzustellen.

6.4 Nachweis Verformungsmodul E_{V2} auf Erdplanum der Verkehrsflächen

Bei der Herstellung der Verkehrsflächen sind die Eigenschaften des oberflächennah anstehenden weichen Kleis zu berücksichtigen. Auf dem Erdplanum, entsprechend UK Frostschuttschicht, ist ein Verformungsmodul von mind. $E_{V2} = 45 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen. Die hierfür erforderlichen Maßnahmen werden wie folgt beurteilt.

Direkt unterhalb des Oberbodens steht i. d. Regel Klei an. Es sollte davon ausgegangen werden, dass für den Nachweis des E_{V2} -Wertes von 45 MN/m^2 auf dem Planum bis mind. 0,5 m unterhalb des Planumsniveaus verdichteter Sandboden vorhanden sein muss. Als kalkulatorischer Ansatz kann zunächst von 0,6 m erforderlicher Sandschicht unterhalb des Planumsniveaus ausgegangen werden. Der Boden muss aus schluffarmen Sanden bestehen (Feinkornanteil $\leq 3 \%$; Ungleichförmigkeitsgrad $C_u \geq 3$).

6.5 Baugruben

6.5.1 Baugruben für die Herstellung der Gebäude

Da die Gebäude ohne Unterkellerung ausgeführt werden sollen, werden lediglich geringe Baugrubentiefen zur Herstellung der Gebäude erforderlich. Bei einem geplanten Niveau OKFF von +1,20 mNHN wird davon ausgegangen, dass für die Herstellung des Balkenrostes etwa bis auf ein Baugrubensohlniveau von $\pm 0,0$ mNHN ausgehoben werden müsste.

Auf den derzeit noch landwirtschaftlich genutzten Flächen, beträgt das Geländeniveau jedoch im Mittel ca. -0,2 mNHN. Da somit das Geländeniveau überwiegend tiefer als das erforderliche Baugrubensohlniveau liegt, wird nach dem derzeitigen Kenntnisstand ein Aushub von Baugruben außerhalb der JVA für die Herstellung der Gebäude generell nicht erforderlich.

6.5.2 Baugruben für die Herstellung von Rohrleitungen

Für die im Trennsystem geplante Kanalisation wird gem. der Entwässerungsplanung (Unterlage U13) die Verlegung von Rohrleitungen mit Sohlniveaus zwischen ca. -0,3 mNHN bis -1,0 mNHN erforderlich. Da die Rohrgräben für die Bettung der Rohre und die Herstellung offener Wasserhaltungsmaßnahmen gem. ZTV Siele¹³ (dort Anlage A2.1.2) gegenüber den genannten Sohlniveaus noch etwa 0,4 m tiefer ausgehoben werden müssen, ergeben sich somit erforderliche Baugrubensohlniveaus von ca. -0,7 mNHN bis -1,4 mNHN.

Unter der Annahme, dass die Verlegung der Rohrleitungen erst nach der Geländeaufhöhung erfolgen wird, betragen die erforderlichen Grabentiefen dann bei einem Niveau der Soll-GOK von i. M. ca. +1,0 mNHN etwa 1,5 m bis 2,5 m.

Um ein seitliches Zutreten von Wasser in die Baugruben zu vermeiden ist unter Berücksichtigung des hoch anstehenden Grund- und Stauwassers zur Sicherung der Baugrubenseiten die Ausführung eines ausgesteiften Spundwand- oder Kanaldielenverbaus zu empfehlen. Die Angaben zur Wasserhaltung in Abschnitt 6.6.2 sind zu berücksichtigen.

¹³ ZTV Siele - Hamburg: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen für den Bau von Sielen, Ausgabe 01.03.2015

6.6 Wasserhaltung

6.6.1 Wasserhaltung für die Herstellung der Gebäude

Da die Gebäude nicht unterkellert werden sollen und davon auszugehen ist, dass ein Baugrubenaushub generell nicht erforderlich wird (s. Abschnitt 6.5.1), können bei Bedarf offene Wasserhaltungsmaßnahmen zur Fassung des Tagwassers, bestehend aus Dränagesträngen und Pumpensämpfen, eingesetzt werden.

Sollten lokal größere Aushubtiefen von -0,5 mNHN oder darunter erforderlich werden (z. B. Aufzugsunterfahrten o.ä.) können lokale Grundwasserentspannungsmaßnahmen erforderlich werden; hierfür kommen vorzugsweise Vakuumfilterbrunnen einer Vakuumwasserhaltung in Frage.

6.6.2 Wasserhaltung für die Herstellung von Rohrleitungen

Für die Verlegung der Regen- und Abwasserleitungen wird der Aushub von Gräben bis zu einem Niveau von etwa -0,7 mNHN bis -1,4 mNHN (vgl. Abschnitt 6.5.2) erforderlich.

Auf Grundlage der Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse ist davon auszugehen, dass auf dem Aushubniveau der Grabensohlen überwiegend bindiger Klei ansteht. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass aufgrund lokal geringerer Kleimächtigkeiten auf dem Niveau der Baugrubensohle bereits die grundwasserführenden Sande anstehen können. In den Sanden sind nach den innerhalb der JVA (s. Unterlage U14, Anlage 8) durchgeführten Pegelmessungen Grundwasserstände von etwa -0,5 mNHN bis -0,7 mNHN zu erwarten. Es werden somit Maßnahmen zur Absenkung und Fassung des im Zuge des Aushubs anfallenden bzw. zutretenden Grundwassers erforderlich.

Es wird empfohlen, entlang der Rohrgräben Grundwasserentspannungsmaßnahmen vorzusehen um hydraulische Sohlaufbrüche der Grabensohlen zu vermeiden; hierfür kommen vorzugsweise Vakuumfilterbrunnen einer Vakuumwasserhaltung in Frage. Zusätzlich werden offene Wasserhaltungsmaßnahmen in den Gräben zur Fassung des Tagwassers erforderlich.

Die Vakuumfilterbrunnen sind in den unterhalb des Kleis anstehenden Sanden anzuordnen. Da die Schichtgrenze „UK Klei“ in der Höhe stark variiert, ist vor dem Einspülen der Vakuumfilterbrunnen die lokal vorhandene Baugrundsichtung mittels Kleinrammbohrungen zu erkunden und die höhenmäßige Anordnung der Vakuumfilter hierauf anzupassen.

Bei großen Kleimächtigkeiten und nachgewiesener Auftriebssicherheit der Rohrgrabensohle kann evtl. auf die Vakuumwasserhaltung verzichtet werden und es genügen dann offene Wasserhaltungsmaßnahmen.

6.6.3 Ableitung des gefördertem Wassers

In Abhängigkeit der Beschaffenheit des Entnahmewassers kann es erforderlich werden, das Wasser vor einer Einleitung in die Kanalisation bzw. den nächstgelegenen Vorflutgraben mittels entsprechender im Baufeld zu installierenden Anlagen aufzubereiten.

Bezüglich der Ergebnisse der chemischen Wasseranalyse auf maßgebende Einleitparameter wird auf die in Abschnitt 4.6 beschriebenen sowie in Anlage 5.2 dokumentierten Analyseergebnisse

verwiesen. Demnach wurde eine erhöhte Eisenkonzentration gemessen, die ggf. eine Enteisung des geförderten Grundwassers erfordert. Die übrigen untersuchten Parameter sind unauffällig.

Die Einleitung des Förderwassers in die Kanalisation oder Oberflächengewässer ist genehmigungspflichtig. Hierfür ist bei den zuständigen Fachabteilungen der HSE bzw. der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt (BUE) in ausreichendem zeitlichem Abstand vor dem Beginn der Baumaßnahme eine Einleitgenehmigung zu beantragen. Die Einhaltung der in der Einleitgenehmigung formulierten Auflagen ist im Rahmen eines Wassermanagements zu dokumentieren und zu gewährleisten.

6.7 Trockenhaltung des Gebäudes

Der höchste charakteristische Wasserstand (Bemessungswasserstand) ist auf Niveau GOK anzunehmen (Stau- und Schichtwasser), s. Abschnitt 5.2.

Für die Gebäudesohlen bzw. die Pfahlkopfplatten ist damit als Wassereinwirkungsklasse erdberührter Bauteile gem. DIN 18533-1¹⁴ W2.1-E zu Grunde zu legen (mäßige Einwirkung von drückendem Wasser ≤ 3 m Eintauchtiefe).

Bei Herstellung der Sohle aus WU-Beton ist gem. WU-Richtlinie die Beanspruchungsklasse 1 (ständig oder zeitweise drückendes Wasser) zu Grunde zu legen

6.8 Angaben zum Erdbau und zur Weiterverwendung von Böden

6.8.1 Weiterverwendung von Aushubböden

Die Ergebnisse der chemischen Bodenanalysen sind im Abschnitt 4.5 sowie Anlage 5.1 dokumentiert. Aus den Ergebnissen der chemischen Bodenanalysen in Verbindung mit den bodenmechanischen Eigenschaften der Böden können folgende Schlussfolgerungen für die Baumaßnahme gezogen werden.

Oberboden

Auf den derzeit landwirtschaftlich bewirtschafteten Flächen wurden Oberbodenstärken von ca. 0,2 m festgestellt.

Mit den chemischen Analysen wurden festgestellt, dass die Prüfwerte gem. BBodSchV eingehalten werden, so dass eine Verwendung im Rahmen der Baumaßnahme für die Wiederandeckung mit Oberboden grundsätzlich möglich ist.

Der Umgang mit Oberboden richtet sich nach den Bestimmungen der BBodSchV. Der abzutragende Oberboden muss vom übrigen Aushubboden getrennt abgetragen, zwischengelagert und wiedereingebaut werden. Hierbei ist die Lagerung des Oberbodens so zu gestalten, dass dieser seine natürliche Funktion auch nach dem Wiedereinbau, d. h. bei der Andeckung, behält. Deshalb ist bei der Zwischenlagerung zu empfehlen, die Höhe von Bodenmieten auf 2 m zu begrenzen und eine

¹⁴ DIN 18533-1: Abdichtung von erdberührten Bauteilen – Teil 1: Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze

Vernässung durch entsprechende Entwässerungsmöglichkeiten zu verhindern. Weiterhin ist von einer Befahrung mit schwerem Gerät abzusehen.

Überschüssiger Oberboden, der nicht für die Wiederandeckung im Rahmen der Baumaßnahme oder anderswo verwendet werden kann, wäre unter Beachtung der abfallrechtlichen Anforderungen (LAGA) zu entsorgen. Es kann gem. den chem. Analysen hierfür aufgrund des erhöhten Organikgehaltes (TOC) von einer Belastung Z2 gem. LAGA ausgegangen werden.

Umgang mit Bodenaushub, Qualität der anstehenden Böden

Auf den landwirtschaftlichen Flächen steht ab GOK unterhalb des Oberbodens überwiegend Klei, in geringerem Umfang auch Torf, an. Diese Böden werden bei den Baumaßnahmen anfallen.

Aufgrund des geogen bedingten Organikgehaltes und den Ergebnissen der chemischen Analysen sollte für den Klei von einem LAGA-Zuordnungswert Z2 bis > Z2 (bei erhöhtem Torfanteil) ausgegangen werden. Für eine Schätzung von Kosten der Bodenentsorgung sollte daher von einem gegenüber Z2 erhöhten Einheitspreis ausgegangen werden.

Ob überhaupt Aushubboden in nennenswertem Maß anfällt, hängt davon ab, auf welchem Niveau die geplanten Gebäude und die geplanten Freiflächen und Verkehrsflächen angeordnet werden. Geht man von einem Niveau OKFF +1,20 mNHN und den relativ niedrigen Geländehöhen im Bestand aus (vgl. Abschnitt 3), beschränkt sich der Bodenaushub evtl. überwiegend auf den Abtrag des Oberbodens).

Zur Vermeidung von hohen Kosten der Bodenentsorgung wäre grundsätzlich eine Weiterverwendung der beim Aushub anfallenden Böden im Rahmen der Baumaßnahme anzustreben. Hierbei wären aufgrund der organischen Belastung dieser Böden bei der Weiterverwendung der Böden auf dem Gelände der Baumaßnahme die Anforderungen aus dem Bodenschutzrecht und dem Wasserrecht zu berücksichtigen. In diesem Zusammenhang ist sicherzustellen, dass entsprechend §1 des Bundesbodenschutzgesetzes Beeinträchtigungen der natürlichen Funktionen des Schutzgutes Boden soweit wie möglich zu vermeiden sind. Weiterhin ist für das Schutzgut Grundwasser im Zusammenhang mit der Baumaßnahme zu berücksichtigen, dass gem. der Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) und dem Wasserhaushaltsgesetz Schadstofftransporte über den Wirkungspfad Boden → Grundwasser bzw. Verunreinigungen des Grundwassers allgemein zu vermeiden sind. Für die Baumaßnahme ist hieraus zunächst abzuleiten, dass gegenüber dem Ist-Zustand keine negativen Veränderungen stattfinden dürfen (Verschlechterungsverbot).

Aus bautechnischer Sicht ist der anfallende Klei / Torf als Baustoff als nicht geeignet anzusehen, um im Bereich der geplanten bebauten Flächen Verwendung zu finden. Evtl. könnte im nordöstlichen Teilabschnitt des Ringgrabens (keine geplante Bebauung) ein Teil der Böden für die Verfüllung Verwendung finden. Oder es wird bei ausreichenden Platzverhältnissen der Boden als flach geneigte Verwallung o.ä. abgelagert. In jedem Fall müssten diese Aspekte mit der BUE (Zulässigkeit von Bodenablagerung im Maßnahmengebiet aus umweltrechtlicher Sicht) und dem Landschaftsarchitekten (Möglichkeit der Unterbringung von Böden unter den Aspekten der Gestaltung und Nutzung) im Detail abgestimmt werden. Wir schätzen es grundsätzlich als genehmigungsfähig ein, Böden vor Ort zu belassen, wenn hierfür der Genehmigungsbehörde entsprechend aussagekräftige Verwertungskonzepte mit Darstellung der geplanten Bodenablagerungsmaßnahmen präsentiert werden; dies insbesondere vor dem Hintergrund, dass der Grundwasserleiter flächendeckend durch die hydraulisch sehr gering durchlässigen bindigen Böden (Klei / Torf) geschützt ist.

6.8.2 Bodeneinbau zur Flächenaufhöhung

Im gesamten Bereich des geplanten Jugendarrests und offenen Vollzugs ist zur Flächenaufhöhung nach Abschieben des Oberbodens umfangreich Boden einzubauen.

In Bereichen mit bautechnischen Anforderungen an den Boden (Unterhalb der Gebäude sowie in Bereichen von Wegen, Verkehrsflächen und Sportanlagen) ist dieser lagenweise einzubauen und so zu verdichten, dass eine mindestens mitteldichte Lagerung erzielt wird. Die Einbaulagenstärke sollte auf max. 0,3 m begrenzt werden.

In Bereichen mit unterlagerndem Klei sollte die Verdichtung des Füllbodens ausschließlich mittels statischer Verdichtung (Walze) durchgeführt werden, um den auf Erschütterung empfindlich reagierenden Klei nicht zu stören.

Beim Bodeneinbau ist der sich auf dem Klei ggf. zeitweise bis dicht unter GOK einstellende Stauwasserstand zu berücksichtigen. In Abhängigkeit von Jahreszeit und Niederschlagsneigung sind ggf. offene Wasserhaltungsmaßnahmen vorzusehen, s. Abschnitt 6.6.

Ein Bodenaustausch unterhalb von Verkehrsflächen muss mit einem ausreichenden seitlichen Überstand über die Außenkanten der Verkehrsfläche hinaus erfolgen. Hierbei ist ein Lastausbreitungswinkel von 45° zu berücksichtigen.

Zu den Materialanforderungen des einzubauenden Bodens sowie zu den Verdichtungsanforderungen und Verdichtungskontrollen siehe Abschnitt 6.12.

6.9 Gasdrainage

Zur Verhinderung der Anreicherung von Bodengasen (Kohlendioxid, Methan) unter der Gebäude- sohle werden behördlicherseits i. d. Regel besondere bauliche Maßnahmen zur Ableitung der Bodengase gefordert, wenn die Weichschichtmächtigkeit am Standort größer als 2,0 m beträgt.

In diesem Zusammenhang sollte eingeplant werden, dass unter der gesamten Gebäudegrundfläche ab UK Sauberkeitsschicht flächig eine 0,3 m dicke Gasdränschicht aus grobkörnigem Sand-Kies Material eingebaut wird. Bei den Pfahlkopfbalken und an den Rändern der Sohlplatten ist ebenfalls eine Gasdurchlässigkeit über Entlüftungsdurchbrüche, den Einbau von grobkörnigem Sand-Kies Material etc. sicherzustellen. Weitere Details können dem durch die Freie und Hansestadt Hamburg (FHH) veröffentlichten Merkblatt¹⁵ entnommen werden.

Zur Überprüfung einer eventuellen Gasbildung besteht zudem die Möglichkeit, vorlaufend Bodenluftuntersuchungen durchzuführen. Wird bei den Bodenluftuntersuchungen kein Methan nachgewiesen und liegen die Konzentrationen für Kohlendioxid unter 5 Vol.-%, kann in Abstimmung mit der Behörde i. d. Regel auf die vorbeschriebenen Sicherungsmaßnahmen verzichtet werden.

¹⁵Merkblatt „Methan aus Weichschichten, sicheres Bauen bei Bodenluftbelastung“ der Freien und Hansestadt Hamburg, Behörde für Umwelt und Energie (BUE), Amt für Umweltschutz, Abteilung Bodenschutz / Altalsten, September 2016

6.10 Sicherung der Nachbarbebauung

Bei der Nachbarbebauung handelt es sich zum einen um die Bestandsgebäude der JVA, die sich in etwa 200 m westlich an die geplanten Gebäude „Jugendarrest“ und „offener Vollzug“ anschließen. Zum anderen befinden sich diverse Wohn- und Freizeitgebäude unmittelbar am Fuße des Bahndammes in einer Entfernung von etwa 100 m bis 150 m zur JVA.

Bei einem Einsatz von Fertigteilrammpfählen ist zu berücksichtigen, dass hierbei Mindestabstände zur Bestandsbebauung einzuhalten sind, um diese nicht durch die bei der Herstellung der Fertigteilrammpfähle entstehenden Rammerschütterungen zu schädigen. Die Angaben in den Abschnitten 6.2.1, 6.2.4 und 6.2.6 sind zu beachten.

Der Absenktrichter einer Grundwasserhaltung kann grundsätzlich zu Setzungen im Umfeld der Absenkung führen. Im vorliegenden Fall wird zunächst davon ausgegangen, dass die erforderlichen relativ geringen Absenkmaße in Verbindung mit den relativ großen Abständen der Nachbarbebauung diesbezüglich unkritisch sind.

Im Zuge der weiteren Planung und Genehmigung sind beide Aspekte zu berücksichtigen.

6.11 Beweissicherung

Zur Abwehr unberechtigter Schadensersatzforderungen kann eine Beweissicherung des baulichen Bestands evtl. sinnvoll sein. Bauverfahren, die grundsätzlich einen Einfluss auf den baulichen Bestand haben können, sind im vorliegenden Fall die Herstellung von Fertigteilrammpfählen sowie Grundwasserhaltungsmaßnahmen (s. Abschnitt 6.10).

6.12 Ergänzende Geotechnische Hinweise

Vor dem Beginn der Erdbauarbeiten ist der Oberboden im Bereich der Baufläche abzutragen und seitlich zu lagern.

Aufgrund der geringen Tragfähigkeit des anstehenden weichen Kleis (außerhalb JVA) wird die Herstellung von ausreichend tragfähigen Baustraßen erforderlich. Zur Erreichung einer ausreichenden Tragfähigkeit können ggf. geotextile Bewehrungen eingesetzt werden.

Bei der Durchführung der Aushubarbeiten ist darauf zu achten, dass in der Aushubsohle anstehender Boden in seiner Lagerung so wenig wie möglich gestört wird. Aushubarbeiten sollten daher generell rückschreitend erfolgen.

Der in der Aushub-/Gründungssohle anstehende weiche Klei neigt bei Wasserzutritt und mechanischer Beanspruchung dazu, eine breiige oder flüssige Konsistenz anzunehmen. Des Weiteren ist der Klei aufgrund seiner Kornzusammensetzung frostgefährdet. Die freigelegten Aushubsohlen sind daher gegen Frosteinwirkung zu schützen. Es empfiehlt sich daher, den Bauablauf derart zu terminieren, dass die Aushubsohlen während der Wintermonate nicht freiliegen. In der Aushubsohle anstehender aufgeweichter Klei bzw. durch Bauarbeiten oder Witterungseinflüsse in seiner Lagerung gestörter Boden ist vollständig auszuheben und durch geeignetes Füllmaterial zu ersetzen.

Unter den Pfahlkopfplatten bzw. Balkenrostkonstruktionen des Gebäudes sollte jeweils eine mindestens 0,2 m dicke durchgehende Sandpolsterschicht aufgebracht werden. Diese dient als Drän-schicht für die offene Wasserhaltung sowie als Unterlage für die Sauberkeitsschicht.

Für die Sandpolsterschicht und bei Bodenaustauschmaßnahmen ist als Füllboden ein ton- und schluffarmer Sand (Feinkornanteil ≤ 3 Gew. %) mit einem Ungleichförmigkeitsgrad $C_u \geq 3$ zu verwenden. Der Füllboden ist lagenweise einzubauen und so zu verdichten, dass eine mindestens mitteldichte Lagerung erzielt wird. Die Verdichtung des Füllbodens sollte mittels statischer Verdichtung (Walze) durchgeführt werden, um den auf Erschütterung empfindlich reagierenden Klei nicht zu stören.

Pfahlkopfbalken am Gebäuderand sind in frostsicherer Tiefe mindestens 0,8 m unter Geländeneiveau abzusetzen.

Ein Bodenaustausch unterhalb von Verkehrsflächen muss mit einem ausreichenden seitlichen Überstand über die Außenkanten der Verkehrsfläche hinaus erfolgen. Hierbei ist ein Lastausbreitungswinkel von 45° zu berücksichtigen.

Der Verdichtungsgrad der eingebauten Böden ist stichprobenartig zu kontrollieren. Die Überprüfung der Verdichtung kann z. B. mit der Leichten Rammsonde (DPL) überprüft werden. Eine ausreichende Verdichtung (mindestens mitteldichte Lagerung) ist dann sichergestellt, wenn unterhalb einer ca. 40 cm dicken Störzone im Mittel Schlagzahlen $N_k \geq 10$ je 10 cm Tiefe gemessen werden.

7 Zusammenfassung

Die Sprinkenhof AG, Hamburg, plant eine Erweiterung der Justizvollzugsanstalt (JVA) Billwerder in Hamburg. Bei der geplanten Erweiterung handelt es sich um umfangreiche Neubaumaßnahmen, die sowohl auf dem derzeitigen Gelände der JVA als auch in bislang unbebauten Bereichen östlich des bisherigen Anstaltsgeländes errichtet werden sollen. Der vorliegende Bericht behandelt das Teilprojekt b) Jugendarrest und offener Vollzug mit den Baumaßnahmen außerhalb der künftigen Haftmauer.

Der Baugrund im Planungsgebiet ist überwiegend gekennzeichnet von oberflächennah anstehendem Mutterboden, welcher durch Klei und lokal Torf sowie anschließend durch gewachsene Sande unterlagert wird. Auf den bindigen organischen Weichschichten kann Stau- und Schichtwasser bis zur Geländeoberkante ansteigen.

An ausgewählten Bodenproben wurden chemische Untersuchungen nach LAGA sowie BBodSchV durchgeführt, deren Ergebnisse in Abschnitt 4.5 dargestellt sind. Eine Grundwasserprobe wurde hinsichtlich des Betonangriffsvermögens und der Stahlaggressivität untersucht; die Ergebnisse sind in Abschnitt 4.6 dargestellt.

Die charakteristischen Bodenkenngrößen, charakteristischen Grund- und Schichtwasserstände sowie eine Zuordnung der Böden in Homogenbereiche gem. VOB, Teil C, sind in Abschnitt 5 angegeben.

Aufgrund der vorliegenden Baugrundsituation wird eine Tiefgründung der Gebäude auf Pfählen empfohlen. Geeignete Pfahlsysteme werden in Abschnitt 6.2 angegeben.

Empfehlungen für die Herstellung der Verkehrsflächen werden in den Abschnitten 6.3 sowie 6.4 gegeben.

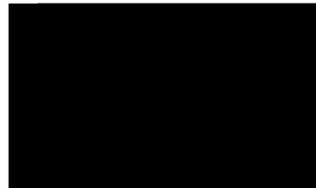
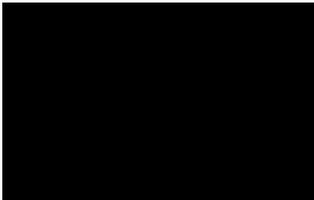
Es wird davon ausgegangen, dass die Herstellung von Baugruben für die Errichtung der Gebäude nicht erforderlich wird, s. Abschnitt 6.5.1. Für Rohrbaugruben werden Verbaumaßnahmen erforderlich, s. Abschnitt 6.5.2.

Die notwendigen Maßnahmen zur bauzeitlichen Trockenhaltung der Baugruben für die Gebäude und die Rohrleitungen werden in Abschnitt 6.6 beschrieben. Angaben zur Trockenhaltung des Gebäudes enthält Abschnitt 6.7.

Empfehlungen zum Erdbau, zur Gasdrainage, zur Sicherung der Nachbarbebauung sowie zur Beweissicherung sind in den Abschnitten 6.8 bis 6.11 enthalten.

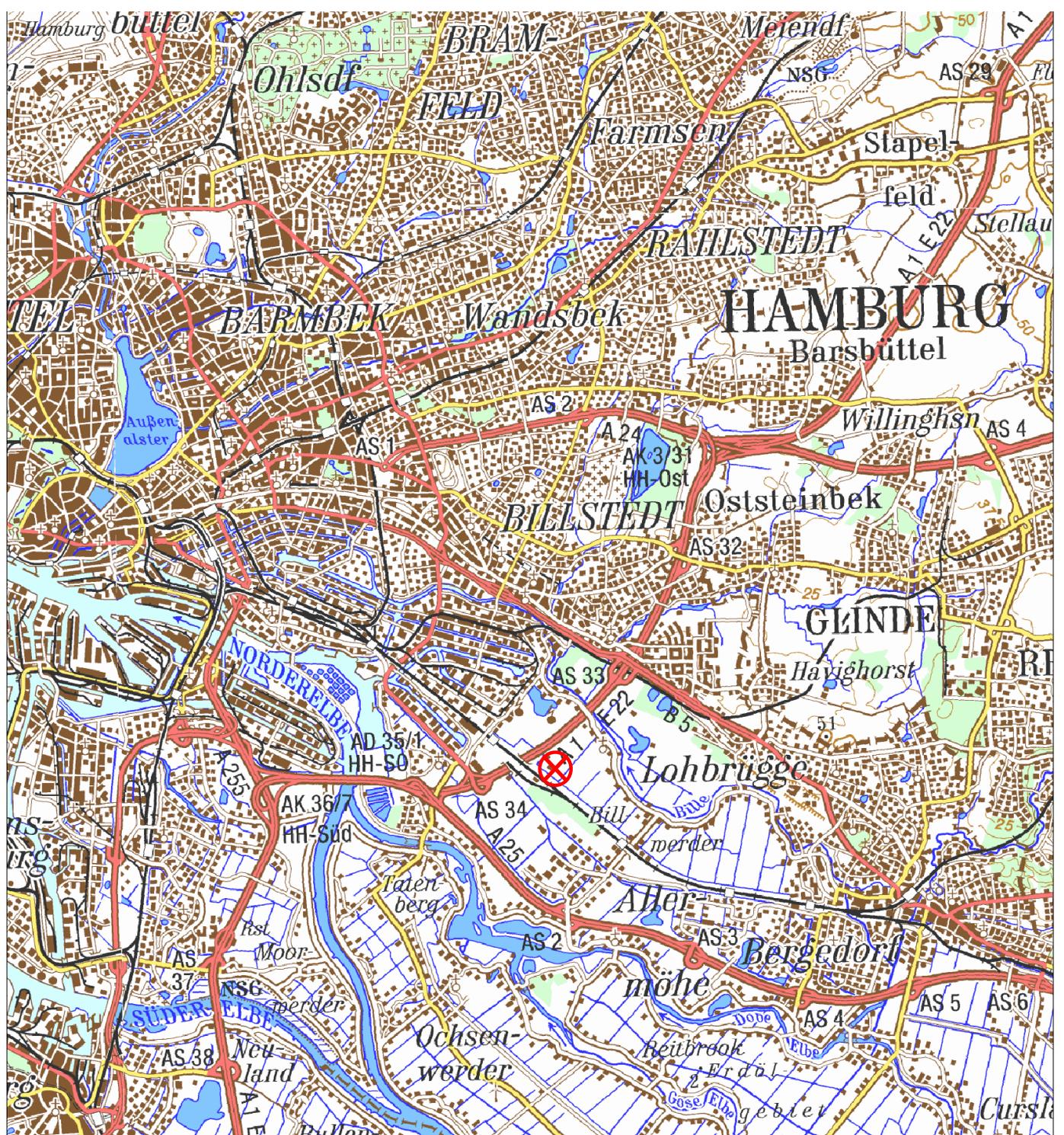
Abschnitt 6.12 enthält ergänzende Geotechnische Hinweise.

Kempfert Geotechnik GmbH



Anlage 1

Übersichtslageplan



Plangrundlage: Topographische Karte 1:200.000 Hamburg

Legende:

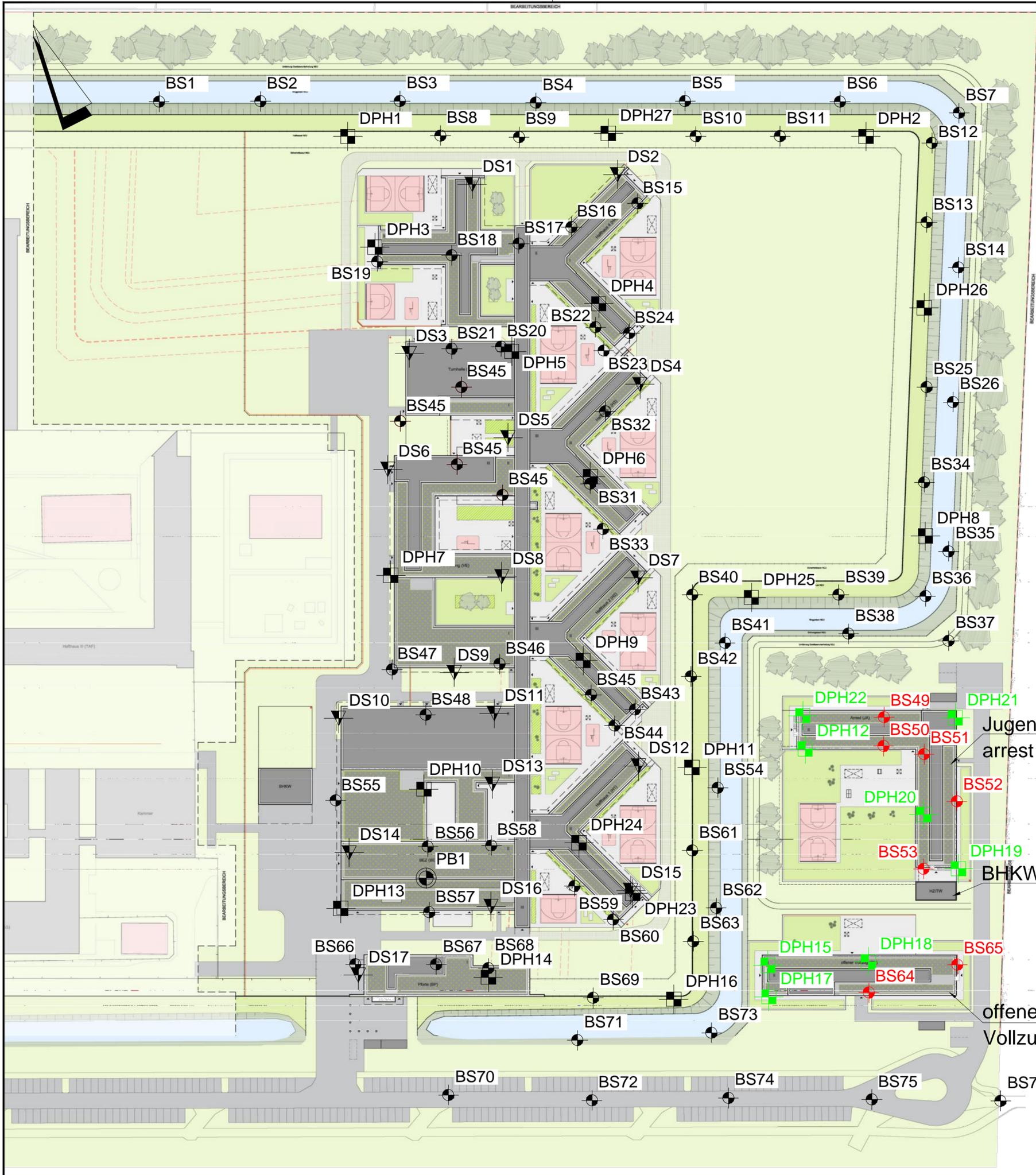


Untersuchungsgebiet

Neubau Jugendanstalt Hamburg
 Geotechnischer Bericht Jugendarrest und offener Vollzug
 Übersichtslageplan

Anlage 2

Lageplan der Untergrundaufschlüsse



Legende Baugrundaufschluss:

- offener Vollzug
- BS Kleinrammbohrung
 - DPH Schwere Rammsondierung
- weitere Teilprojekte
- BS Kleinrammbohrung
 - ⊙ PB Bohrung, ausgebaut zum 4" Pegelbrunnen
 - ▽ DS Drucksondierung
 - DPH Schwere Rammsondierung

Plangrundlage: agn niederberghaus & partner gmbh, Neubau einer Jugendanstalt Hamburg, Lageplan, 13.01.2020

a	Geänderte Plangrundlage	at	09.10.20
Index	Änderungen und Ergänzungen	bearbeitet	Datum

Auftraggeber

Sprinkenhof GmbH
Wir bewegen Immobilien
Burchardstraße 8
20095 Hamburg

Auftragnehmer

Kempfert + Partner
Geotechnik
Kempfert Geotechnik GmbH
Hasenhöhe 128
D-22587 Hamburg
www.kup-geotechnik.de

Projekt

**Neubau Jugendanstalt Hamburg
Jugendarrest und offener Vollzug
Geotechnischer Bericht**

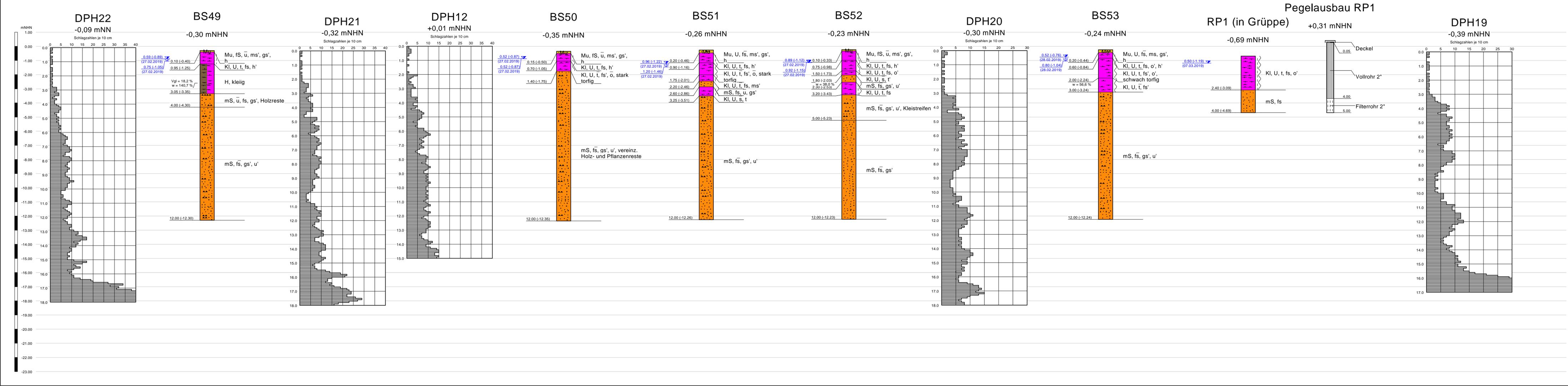
Planinhalt

Lageplan der Untergrundaufschlüsse

Az.	HH 325.0/19	Bearbeiter	sh/hv	Datum:	10.04.2019
Maßstab	1 : 1000	Blattformat	420 x 590	Anlagen Nr.	1

Anlage 3

Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse



Bodenart		Konsistenz		Wasserstände	
A	Auffüllung (A)	klüftig		GW Ruhe	
Mu	Mutterboden (Mu)	fest		GW Bohrende	
H/h	Torf/humos (H/h)	halbfest - fest		GW angebohrt	
G/g	Kies/kiesig (G/g)	halbfest		GW versickert	
S/s	Sand/sandig (S/s)	steif - halbfest		GW angestiegen	
U/u	Schluff/schluffig (U/u)	steif			
T/t	Ton/tonig (T/t)	weich - steif			
Lg	Geschiebelehm (Lg)	breiig - weich			
Mg	Geschiebemergel (Mg)	breiig			
Kl	Klei (Kl)	naß			
Si	Schlick (Si)				
Asph	Asphalt / Bauschutt				

Index	Änderungen und Ergänzungen	bearbeitet	Datum

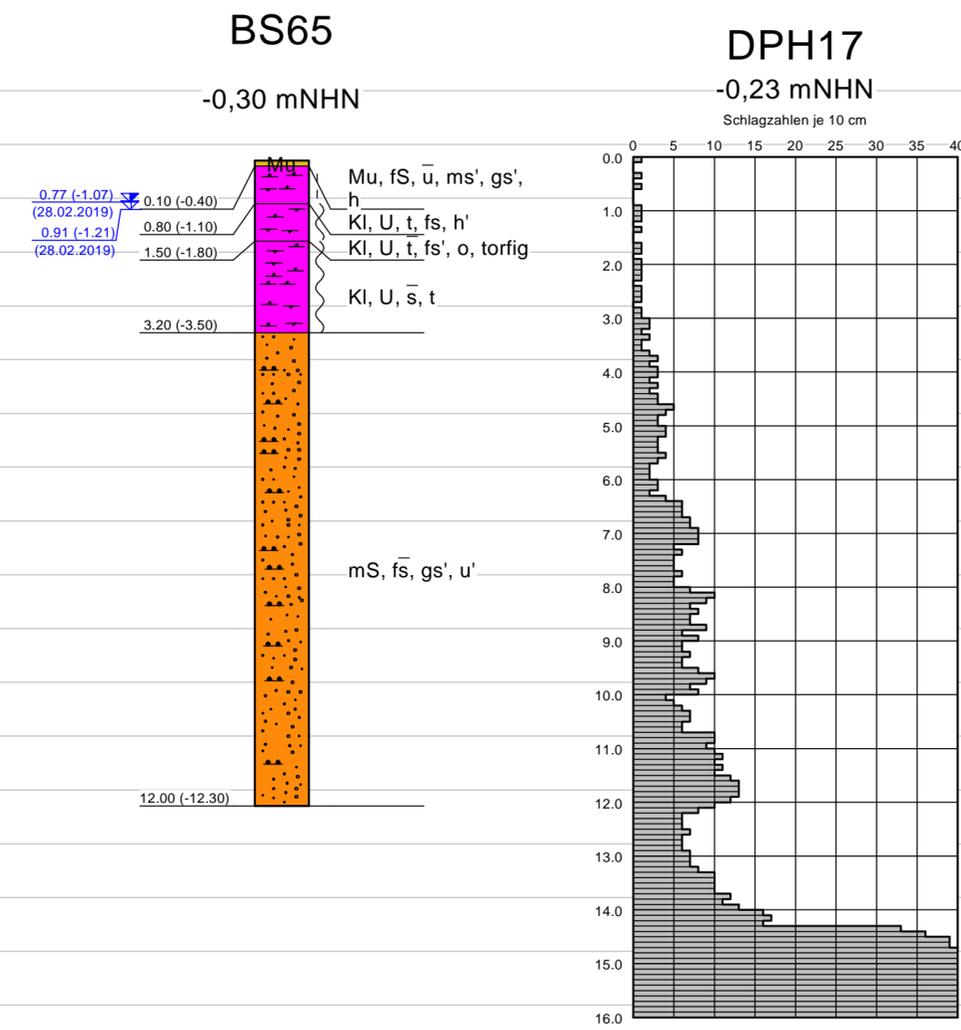
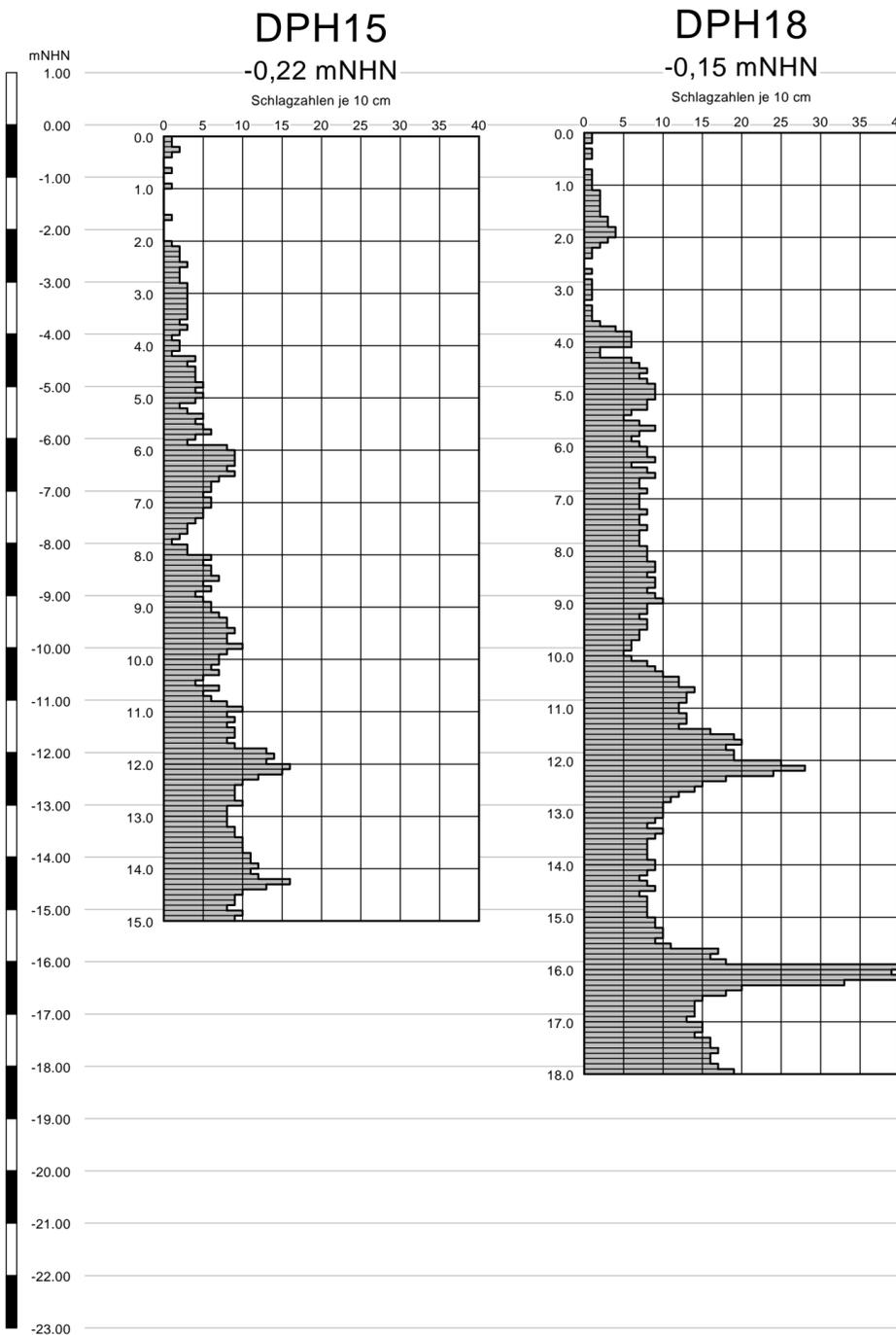
Auftraggeber
 Sprinkenhof GmbH
 Burchardstraße 8
 20095 Hamburg

Auftragnehmer
 Kempfert + Partner
 Geotechnik
 Kempfert Geotechnik GmbH
 Hasenhöhe 128
 D-22587 Hamburg
 www.kup-geotechnik.de

Projekt
 Neubau Jugendanstalt Hamburg
 Jugendarrest und offener Vollzug
 Geotechnischer Bericht

Planinhalt
 Ergebnisse der Untergroundaufschlüsse
 Jugendarrest

Az.	325.0/19	Bearbeiter	sh/hv	Datum:	27.06.2019
Maßstab	1:100	Blattformat	1325 x 297 mm	Anlagen Nr.	3.1



Bodenart

A	Auffüllung (A)		Geschiebelehm (Lg)
Mu	Mutterboden (Mu)		Geschiebemergel (Mg)
	Torf/humos (H/h)		Klei (Kl)
	Kies/kiesig (G/g)		Schluff (Sl)
	Sand/sandig (S/s)		Asphalt / Bauschutt
	Schluff/schluffig (U/u)		
	Ton/tonig (T/t)		

Konsistenz

	klüftig
	fest
	halbfest - fest
	halbfest
	steif - halbfest
	steif
	weich - steif
	weich
	breiig - weich
	breiig
	naß

Wasserstände

	GW Ruhe
	GW Bohrende
	GW angebohrt
	GW versickert
	GW angestiegen

Index	Änderungen und Ergänzungen	bearbeitet	Datum
-------	----------------------------	------------	-------

Auftraggeber

Sprinkenhof GmbH
 Burchardstraße 8
 20095 Hamburg

Auftragnehmer

Kempfert + Partner Geotechnik GmbH
 Hasenhöhe 128
 D-22587 Hamburg
 www.kup-geotechnik.de

Projekt

Neubau Jugendanstalt Hamburg
 Jugendarrest und offener Vollzug
 Geotechnischer Bericht

Planinhalt

Ergebnisse der Untergroundaufschlüsse
 Offener Vollzug

Az.	325.0/19	Bearbeiter	sh/hv	Datum:	27.06.2019
Maßstab	1:100	Blattformat	725 x 297 mm	Anlagen Nr.	3.2

Anlage 4

Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche,
Kornverteilungen

Korngrößenverteilung

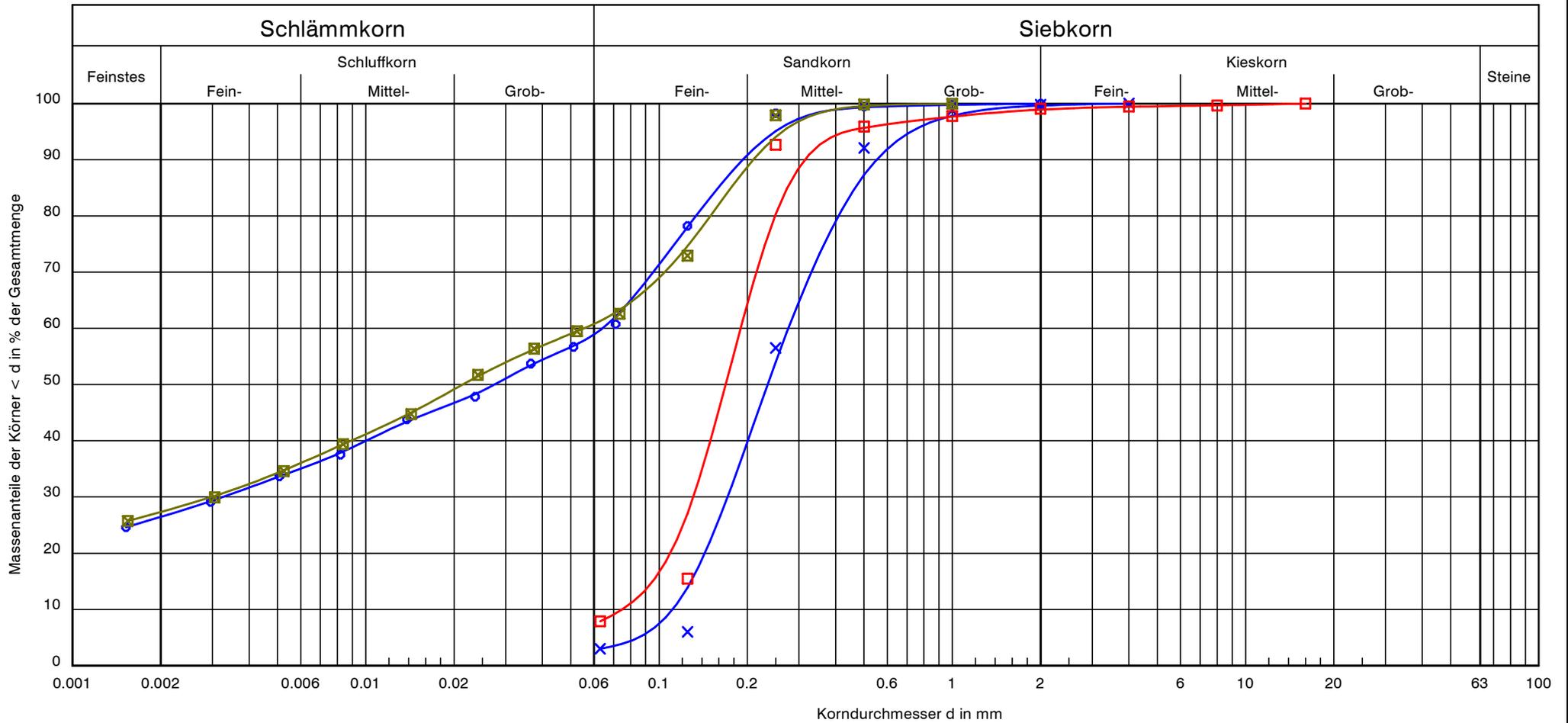
DIN 18123

Projekt Nr.: HH 325.0/19

Datum: 11.04.2019

Bearbeiter: sh / hv

Anlagen Nr.: 4



Signatur:				
Entnahmestelle:	BS51, UWP6	BS52, BP3	BS64, BP7	BS65, UWP5
Tiefe:	2,63 - 3,25 m u. GOK	5,0 - 5,6 m u. GOK	9,00 - 9,50 m u. GOK	2,50 - 3,20 m u. GOK
Bodenart:	U, \bar{s} , t	mS, $\bar{f}\bar{s}$, g_s'	fS, $m\bar{s}$, u'	U, \bar{s} , t
Cu/Cc:	-/-	2.5/1.0	2.5/1.2	-/-

Bemerkungen:

Anlage 5

Ergebnisse der chemischen Analysen

GBA Gesellschaft für Bioanalytik · Flensburger Straße 15 · 25421 Pinneberg

Kempfert Geotechnik GmbH
 Beratende Ingenieure

Hasenhöhe 128

22587 Hamburg



Prüfbericht-Nr.: 2019P508450 / 1

Auftraggeber	Kempfert Geotechnik GmbH Beratende Ingenieure
Eingangsdatum	26.03.2019
Projekt	JVA Billwerder, Harburg-Billwerder
Material	Boden
Kennzeichnung	siehe Tabelle
Auftrag	HH325.0/1
Verpackung	Schraubdeckelglas
Probenmenge	ca. 600 g
Auftragsnummer	19504681
Probenahme	durch den Auftraggeber
Probentransport	GBA
Labor	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Prüfbeginn / -ende	26.03.2019 - 12.04.2019
Methoden	siehe letzte Seite
Unteraufträge	
Bemerkung	
Probenaufbewahrung	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben bis zwei Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt.

Pinneberg, 12.04.2019



Projektbearbeitung

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme übernommen, wenn die Proben nicht durch die GBA oder in ihrem Auftrag genommen wurden. In diesem Fall beziehen sich die Ergebnisse auf die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung der GBA darf der Prüfbericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

Seite 1 von 3 zu Prüfbericht-Nr.: 2019P508450 / 1

Prüfbericht-Nr.: 2019P508450 / 1

JVA Billwerder, Harburg-Billwerder

Zuordnung gem. LAGA-Boden (M20, Fassung 2004) / Bodenart "Sand"

Auftrag		19504681	19504681
Probe-Nr.		001	002
Material		Boden	Boden
Probenbezeichnung		MP 3	MP 4
Probemenge		ca. 600 g	ca. 600 g
Probeneingang		26.03.2019	26.03.2019
Analysenergebnisse	Einheit		
Trockenrückstand	Masse-%	89,7 ---	87,8 ---
EOX	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Kohlenwasserstoffe	mg/kg TM	<100 Z0	<100 Z0
mobiler Anteil bis C22	mg/kg TM	<50 Z0	<50 Z0
Cyanid ges.	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Summe BTEX	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Summe LHKW	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Summe PAK (EPA)	mg/kg TM	n.n. Z0	n.n. Z0
Benzo(a)pyren	mg/kg TM	<0,050 Z0	<0,050 Z0
PCB Summe 6 Kongenere	mg/kg TM	n.n. Z0	n.n. Z0
Aufschluss mit Königswasser		---	---
Arsen	mg/kg TM	2,8 Z0	2,1 Z0
Blei	mg/kg TM	3,8 Z0	3,8 Z0
Cadmium	mg/kg TM	<0,10 Z0	<0,10 Z0
Chrom ges.	mg/kg TM	5,2 Z0	4,4 Z0
Kupfer	mg/kg TM	2,7 Z0	2,8 Z0
Nickel	mg/kg TM	4,9 Z0	3,7 Z0
Quecksilber	mg/kg TM	<0,10 Z0	<0,10 Z0
Thallium	mg/kg TM	<0,30 Z0	<0,30 Z0
Zink	mg/kg TM	15 Z0	13 Z0
TOC	Masse-% TM	0,089 Z0	0,23 Z0
Eluat			
pH-Wert		8,7 Z0	8,9 Z0
Leitfähigkeit	µS/cm	51 Z0	49 Z0
Chlorid	mg/L	<0,60 Z0	<0,60 Z0
Sulfat	mg/L	5,4 Z0	3,5 Z0
Cyanid ges.	µg/L	<5,0 Z0	<5,0 Z0
Phenolindex	µg/L	<5,0 Z0	<5,0 Z0
Arsen	µg/L	2,0 Z0	1,5 Z0
Blei	µg/L	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Cadmium	µg/L	<0,30 Z0	<0,30 Z0
Chrom ges.	µg/L	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Kupfer	µg/L	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Nickel	µg/L	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Quecksilber	µg/L	<0,20 Z0	<0,20 Z0
Zink	µg/L	<10 Z0	<10 Z0

() = Zuordnungswert in Klammern gilt nur in besonderen Fällen (siehe LAGA TR Boden)

Prüfbericht-Nr.: 2019P508450 / 1
JVA Billwerder, Harburg-Billwerder
Angewandte Verfahren und Bestimmungsgrenzen (BG)

Parameter	BG	Einheit	Methode
Trockenrückstand	0,40	Masse-%	DIN ISO 11465: 1996-12 ^a 5
EOX	1,0	mg/kg TM	US-Extr. Cyclo/Hex/Acet; DIN 38414 (S17): 2017-01 ^a 5
Kohlenwasserstoffe	100	mg/kg TM	DIN EN 14039: 2005-01 i.V.m. LAGA KW/04: 2009-12 ^a 5
mobiler Anteil bis C22	50	mg/kg TM	DIN EN ISO 16703: 2011-09 ^a i.V.m. LAGA KW/04: 2009-12 ^a 5
Cyanid ges.	1,0	mg/kg TM	DIN ISO 17380: 2013-10 ^a 5
Summe BTEX	1,0	mg/kg TM	DIN EN ISO 22155: 2016-07 ^a 5
Summe LHKW	1,0	mg/kg TM	DIN EN ISO 22155: 2016-07 ^a 5
Summe PAK (EPA)		mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Benzo(a)pyren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
PCB Summe 6 Kongenere		mg/kg TM	DIN EN 15308: 2016-12 ^a 5
Aufschluss mit Königswasser			DIN EN 13657: 2003-01 ^a 5
Arsen	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Blei	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Cadmium	0,10	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Chrom ges.	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Kupfer	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Nickel	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Quecksilber	0,10	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Thallium	0,30	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Zink	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
TOC	0,050	Masse-% TM	DIN EN 13137: 2001-12 ^a 5
Eluat			DIN EN 12457-4: 2003-01 ^a 5
pH-Wert			DIN EN ISO 10523: 2012-04 ^a 5
Leitfähigkeit		µS/cm	DIN EN 27888: 1993-11 ^a 5
Chlorid	0,60	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 ^a 5
Sulfat	1,0	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 ^a 5
Cyanid ges.	5,0	µg/L	DIN EN ISO 14403-2 (D3): 2012-10 ^a 5
Phenolindex	5,0	µg/L	DIN EN ISO 14402: 1999-12 ^a 5
Arsen	0,50	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Blei	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Cadmium	0,30	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Chrom ges.	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Kupfer	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Nickel	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Quecksilber	0,20	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Zink	10	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5

Die mit ^a gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen können matrixbedingt variieren.
 Untersuchungslabor: 5GBA Pinneberg

GBA Gesellschaft für Bioanalytik · Flensburger Straße 15 · 25421 Pinneberg

Kempfert Geotechnik GmbH
 Beratende Ingenieure

Hasenhöhe 128

22587 Hamburg



Prüfbericht-Nr.: 2019P508451 / 1

Auftraggeber	Kempfert Geotechnik GmbH Beratende Ingenieure
Eingangsdatum	26.03.2019
Projekt	JVA Billwerder, Harburg-Billwerder
Material	Boden
Kennzeichnung	siehe Tabelle
Auftrag	HH325.0/1
Verpackung	Schraubdeckelglas
Probenmenge	ca. 600 g
Auftragsnummer	19504681
Probenahme	durch den Auftraggeber
Probentransport	GBA
Labor	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Prüfbeginn / -ende	26.03.2019 - 12.04.2019
Methoden	siehe letzte Seite
Unteraufträge	
Bemerkung	
Probenaufbewahrung	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben bis zwei Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt.

Pinneberg, 12.04.2019



Projektbearbeitung

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme übernommen, wenn die Proben nicht durch die GBA oder in ihrem Auftrag genommen wurden. In diesem Fall beziehen sich die Ergebnisse auf die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung der GBA darf der Prüfbericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

Seite 1 von 4 zu Prüfbericht-Nr.: 2019P508451 / 1

Prüfbericht-Nr.: 2019P508451 / 1

JVA Billwerder, Harburg-Billwerder

Zuordnung gem. LAGA-Boden (M20, Fassung 2004) / Bodenart "Lehm / Schluff"

Auftrag		19504681	19504681	19504681	19504681
Probe-Nr.		003	004	005	006
Material		Boden	Boden	Boden	Boden
Probenbezeichnung		MP 6	MP 7	MP 9	MP 11
Probemenge		ca. 600 g	ca. 600 g	ca. 600 g	ca. 600 g
Probeneingang		26.03.2019	26.03.2019	26.03.2019	26.03.2019
Analysenergebnisse	Einheit				
Trockenrückstand	Masse-%	72,1 ---	60,5 ---	56,0 ---	54,0 ---
EOX	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Kohlenwasserstoffe	mg/kg TM	<100 Z0	<100 Z0	<100 Z0	<100 Z0
mobiler Anteil bis C22	mg/kg TM	<50 Z0	<50 Z0	<50 Z0	<50 Z0
Cyanid ges.	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Summe BTEX	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Summe LHKW	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Summe PAK (EPA)	mg/kg TM	1,96 Z0	n.n. Z0	n.n. Z0	n.n. Z0
Benzo(a)pyren	mg/kg TM	0,19 Z0	<0,050 Z0	<0,050 Z0	<0,050 Z0
PCB Summe 6 Kongenere	mg/kg TM	n.n. Z0	n.n. Z0	n.n. Z0	n.n. Z0
Aufschluss mit Königswasser		---	---	---	---
Arsen	mg/kg TM	28 Z1	9,7 Z0	20 Z1	24 Z1
Blei	mg/kg TM	62 Z0	21 Z0	20 Z0	22 Z0
Cadmium	mg/kg TM	0,90 Z0	0,41 Z0	0,54 Z0	0,40 Z0
Chrom ges.	mg/kg TM	44 Z0	47 Z0	44 Z0	53 Z0
Kupfer	mg/kg TM	44 Z1	25 Z0	24 Z0	27 Z0
Nickel	mg/kg TM	25 Z0	26 Z0	29 Z0	34 Z0
Quecksilber	mg/kg TM	0,15 Z0	0,10 Z0	0,10 Z0	0,12 Z0
Thallium	mg/kg TM	0,36 Z0	0,35 Z0	0,30 Z0	0,38 Z0
Zink	mg/kg TM	135 Z0	98 Z0	103 Z0	93 Z0
TOC	Masse-% TM	1,9 Z2	1,9 Z2	6,0 >Z2	3,6 Z2
Eluat					
pH-Wert		7,5 Z0	6,6 Z0	4,9 >Z2	4,6 >Z2
Leitfähigkeit	µS/cm	196 Z0	189 Z0	231 Z0	189 Z0
Chlorid	mg/L	0,93 Z0	1,2 Z0	1,3 Z0	2,1 Z0
Sulfat	mg/L	42 Z1.2	70 Z2	94 Z2	70 Z2
Cyanid ges.	µg/L	<5,0 Z0	<5,0 Z0	<5,0 Z0	<5,0 Z0
Phenolindex	µg/L	<5,0 Z0	<5,0 Z0	<5,0 Z0	<5,0 Z0
Arsen	µg/L	0,73 Z0	0,56 Z0	2,1 Z0	1,3 Z0
Blei	µg/L	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Cadmium	µg/L	<0,30 Z0	<0,30 Z0	<0,30 Z0	0,43 Z0
Chrom ges.	µg/L	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Kupfer	µg/L	5,6 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Nickel	µg/L	1,6 Z0	6,8 Z0	7,9 Z0	11 Z0
Quecksilber	µg/L	<0,20 Z0	<0,20 Z0	<0,20 Z0	<0,20 Z0
Zink	µg/L	<10 Z0	13 Z0	27 Z0	25 Z0

() = Zuordnungswert in Klammern gilt nur in besonderen Fällen (siehe LAGA TR Boden)

Prüfbericht-Nr.: 2019P508451 / 1

JVA Billwerder, Harburg-Billwerder

Zuordnung gem. LAGA-Boden (M20, Fassung 2004) / Bodenart "Lehm / Schluff"

Auftrag		19504681	19504681	19504681	19504681
Probe-Nr.		007	008	009	010
Material		Boden	Boden	Boden	Boden
Probenbezeichnung		MP 13	MP 15	MP 17	MP 19
Probemenge		ca. 600 g	ca. 600 g	ca. 600 g	ca. 600 g
Probeneingang		26.03.2019	26.03.2019	26.03.2019	26.03.2019
Analysenergebnisse	Einheit				
Trockenrückstand	Masse-%	55,8 ---	66,0 ---	58,8 ---	63,2 ---
EOX	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Kohlenwasserstoffe	mg/kg TM	<100 Z0	<100 Z0	<100 Z0	<100 Z0
mobiler Anteil bis C22	mg/kg TM	<50 Z0	<50 Z0	<50 Z0	<50 Z0
Cyanid ges.	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Summe BTEX	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Summe LHKW	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Summe PAK (EPA)	mg/kg TM	n.n. Z0	n.n. Z0	n.n. Z0	n.n. Z0
Benzo(a)pyren	mg/kg TM	<0,050 Z0	<0,050 Z0	<0,050 Z0	<0,050 Z0
PCB Summe 6 Kongenere	mg/kg TM	n.n. Z0	n.n. Z0	n.n. Z0	n.n. Z0
Aufschluss mit Königswasser		---	---	---	---
Arsen	mg/kg TM	21 Z1	16 Z1	13 Z0	16 Z1
Blei	mg/kg TM	41 Z0	16 Z0	21 Z0	17 Z0
Cadmium	mg/kg TM	0,78 Z0	0,32 Z0	0,45 Z0	0,43 Z0
Chrom ges.	mg/kg TM	37 Z0	34 Z0	34 Z0	36 Z0
Kupfer	mg/kg TM	34 Z0	17 Z0	18 Z0	23 Z0
Nickel	mg/kg TM	26 Z0	24 Z0	21 Z0	26 Z0
Quecksilber	mg/kg TM	0,14 Z0	<0,10 Z0	0,12 Z0	<0,10 Z0
Thallium	mg/kg TM	0,30 Z0	<0,30 Z0	<0,30 Z0	<0,30 Z0
Zink	mg/kg TM	105 Z0	69 Z0	90 Z0	77 Z0
TOC	Masse-% TM	5,7 >Z2	2,0 Z2	3,8 Z2	2,7 Z2
Eluat					
pH-Wert		5,3 >Z2	4,5 >Z2	4,4 >Z2	5,1 >Z2
Leitfähigkeit	µS/cm	171 Z0	226 Z0	406 Z1.2	263 Z1.2
Chlorid	mg/L	1,3 Z0	2,6 Z0	3,3 Z0	3,8 Z0
Sulfat	mg/L	66 Z2	87 Z2	175 Z2	102 Z2
Cyanid ges.	µg/L	<5,0 Z0	<5,0 Z0	<5,0 Z0	<5,0 Z0
Phenolindex	µg/L	<5,0 Z0	<5,0 Z0	<5,0 Z0	<5,0 Z0
Arsen	µg/L	1,2 Z0	0,52 Z0	<0,50 Z0	1,6 Z0
Blei	µg/L	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Cadmium	µg/L	<0,30 Z0	0,52 Z0	1,2 Z0	<0,30 Z0
Chrom ges.	µg/L	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Kupfer	µg/L	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Nickel	µg/L	4,5 Z0	27 Z2	24 Z2	7,6 Z0
Quecksilber	µg/L	<0,20 Z0	<0,20 Z0	<0,20 Z0	<0,20 Z0
Zink	µg/L	22 Z0	41 Z0	88 Z0	14 Z0

Prüfbericht-Nr.: 2019P508451 / 1
JVA Billwerder, Harburg-Billwerder
Angewandte Verfahren und Bestimmungsgrenzen (BG)

Parameter	BG	Einheit	Methode
Trockenrückstand	0,40	Masse-%	DIN ISO 11465: 1996-12 ^a 5
EOX	1,0	mg/kg TM	US-Extr. Cyclo/Hex/Acet; DIN 38414 (S17): 2017-01 ^a 5
Kohlenwasserstoffe	100	mg/kg TM	DIN EN 14039: 2005-01 i.V.m. LAGA KW/04: 2009-12 ^a 5
mobiler Anteil bis C22	50	mg/kg TM	DIN EN ISO 16703: 2011-09 ^a i.V.m. LAGA KW/04: 2009-12 ^a 5
Cyanid ges.	1,0	mg/kg TM	DIN ISO 17380: 2013-10 ^a 5
Summe BTEX	1,0	mg/kg TM	DIN EN ISO 22155: 2016-07 ^a 5
Summe LHKW	1,0	mg/kg TM	DIN EN ISO 22155: 2016-07 ^a 5
Summe PAK (EPA)		mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Benzo(a)pyren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
PCB Summe 6 Kongenere		mg/kg TM	DIN EN 15308: 2016-12 ^a 5
Aufschluss mit Königswasser			DIN EN 13657: 2003-01 ^a 5
Arsen	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Blei	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Cadmium	0,10	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Chrom ges.	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Kupfer	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Nickel	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Quecksilber	0,10	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Thallium	0,30	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Zink	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
TOC	0,050	Masse-% TM	DIN EN 13137: 2001-12 ^a 5
Eluat			DIN EN 12457-4: 2003-01 ^a 5
pH-Wert			DIN EN ISO 10523: 2012-04 ^a 5
Leitfähigkeit		µS/cm	DIN EN 27888: 1993-11 ^a 5
Chlorid	0,60	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 ^a 5
Sulfat	1,0	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 ^a 5
Cyanid ges.	5,0	µg/L	DIN EN ISO 14403-2 (D3): 2012-10 ^a 5
Phenolindex	5,0	µg/L	DIN EN ISO 14402: 1999-12 ^a 5
Arsen	0,50	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Blei	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Cadmium	0,30	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Chrom ges.	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Kupfer	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Nickel	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Quecksilber	0,20	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Zink	10	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5

Die mit ^a gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen können matrixbedingt variieren.

Untersuchungslabor: 5GBA Pinneberg

GBA Gesellschaft für Bioanalytik · Flensburger Straße 15 · 25421 Pinneberg

Kempfert Geotechnik GmbH
 Beratende Ingenieure

Hasenhöhe 128

22587 Hamburg



Prüfbericht-Nr.: 2019P508455 / 1

Auftraggeber	Kempfert Geotechnik GmbH Beratende Ingenieure
Eingangsdatum	26.03.2019
Projekt	JVA Billwerder, Harburg-Billwerder
Material	Boden
Kennzeichnung	siehe Tabelle
Auftrag	HH325.0/1
Verpackung	Schraubdeckelglas
Probenmenge	ca. 150-400 g
Auftragsnummer	19504681
Probenahme	durch den Auftraggeber
Probentransport	GBA
Labor	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Prüfbeginn / -ende	26.03.2019 - 12.04.2019
Methoden	siehe letzte Seite
Unteraufträge	
Bemerkung	
Probenaufbewahrung	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben bis zwei Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt.

Pinneberg, 12.04.2019



i. A. Dr. Peter Ludwig

Projektbearbeitung

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme übernommen, wenn die Proben nicht durch die GBA oder in ihrem Auftrag genommen wurden. In diesem Fall beziehen sich die Ergebnisse auf die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung der GBA darf der Prüfbericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

Seite 1 von 9 zu Prüfbericht-Nr.: 2019P508455 / 1

Prüfbericht-Nr.: 2019P508455 / 1
JVA Billwerder, Harburg-Billwerder

Auftrag		19504681	19504681	19504681	19504681
Probe-Nr.		011	012	013	014
Material		Boden	Boden	Boden	Boden
Probenbezeichnung		MP 1	MP 2	MP 5	MP 8
Probemenge		ca. 150-400 g	ca. 150-400 g	ca. 150-400 g	ca. 150-400 g
Probeneingang		26.03.2019	26.03.2019	26.03.2019	26.03.2019
Analysenergebnisse	Einheit				
Siebfraktion < 2 mm	Masse-%	97,4	99,0	46,8	100,0
Siebfraktion > 2 mm	Masse-%	2,6	1,0	53,2	<0,1
Anteil Fremdmaterial	Masse-%	3,81	6,08	1,97	1,72
Trockenrückstand	Masse-%	76,5	79,1	86,8	68,7
Aufschluss mit Königswasser					
Arsen	mg/kg TM	12	13	6,4	30
Blei	mg/kg TM	36	37	19	73
Cadmium	mg/kg TM	0,52	0,61	0,24	1,0
Chrom ges.	mg/kg TM	18	19	13	48
Nickel	mg/kg TM	12	13	8,9	25
Quecksilber	mg/kg TM	<0,10	0,10	<0,10	0,23
Cyanid ges.	mg/kg TM	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Organochlorpestizide	
Hexachlorbenzol	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
α-HCH	mg/kg TM	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
β-HCH	mg/kg TM	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
γ-HCH	mg/kg TM	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
δ-HCH	mg/kg TM	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Aldrin	mg/kg TM	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100
o,p-DDE	mg/kg TM	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100
p,p-DDE	mg/kg TM	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100
o,p-DDD	mg/kg TM	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100
p,p-DDD	mg/kg TM	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100
o,p-DDT	mg/kg TM	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100
p,p-DDT	mg/kg TM	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100
Summe PAK (EPA)	mg/kg TM	0,177	0,178	2,42	6,55
Naphthalin	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Acenaphthylen	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Acenaphthen	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Fluoren	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Phenanthren	mg/kg TM	<0,050	<0,050	0,14	0,73
Anthracen	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050	0,12
Fluoranthren	mg/kg TM	0,065	0,066	0,38	1,5
Pyren	mg/kg TM	0,052	0,054	0,31	1,3
Benz(a)anthracen	mg/kg TM	<0,050	<0,050	0,21	0,38
Chrysen	mg/kg TM	0,060	0,058	0,26	0,55
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TM	<0,050	<0,050	0,28	0,42
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TM	<0,050	<0,050	0,17	0,38
Benzo(a)pyren	mg/kg TM	<0,050	<0,050	0,21	0,41
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TM	<0,050	<0,050	0,22	0,38
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TM	<0,050	<0,050	0,056	0,073
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg TM	<0,050	<0,050	0,18	0,31

Prüfbericht-Nr.: 2019P508455 / 1
JVA Billwerder, Harburg-Billwerder

Auftrag		19504681	19504681	19504681	19504681
Probe-Nr.		011	012	013	014
Material		Boden	Boden	Boden	Boden
Probenbezeichnung		MP 1	MP 2	MP 5	MP 8
Probemenge		ca. 150-400 g	ca. 150-400 g	ca. 150-400 g	ca. 150-400 g
Probeneingang		26.03.2019	26.03.2019	26.03.2019	26.03.2019
Pentachlorphenol	mg/kg TM	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
PCB Summe 6 Kongenere	mg/kg TM	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 28	mg/kg TM	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030
PCB 52	mg/kg TM	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030
PCB 101	mg/kg TM	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030
PCB 153	mg/kg TM	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030
PCB 138	mg/kg TM	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030
PCB 180	mg/kg TM	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030

Prüfbericht-Nr.: 2019P508455 / 1
JVA Billwerder, Harburg-Billwerder

Auftrag		19504681	19504681	19504681	19504681
Probe-Nr.		015	016	017	018
Material		Boden	Boden	Boden	Boden
Probenbezeichnung		MP 10	MP 12	MP 14	MP 16
Probemenge		ca. 150-400 g	ca. 150-400 g	ca. 150-400 g	ca. 150-400 g
Probeneingang		26.03.2019	26.03.2019	26.03.2019	26.03.2019
Analysenergebnisse	Einheit				
Siebfraktion < 2 mm	Masse-%	100,0	100,0	100,0	98,6
Siebfraktion > 2 mm	Masse-%	<0,1	<0,1	<0,1	1,4
Anteil Fremdmaterial	Masse-%	5,27	17,97	9,63	1,39
Trockenrückstand	Masse-%	66,9	71,4	69,2	71,7
Aufschluss mit Königswasser					
Arsen	mg/kg TM	34	32	31	19
Blei	mg/kg TM	61	78	57	44
Cadmium	mg/kg TM	1,7	1,2	0,82	0,68
Chrom ges.	mg/kg TM	58	49	47	30
Nickel	mg/kg TM	31	27	24	18
Quecksilber	mg/kg TM	0,16	0,40	0,17	0,11
Cyanid ges.	mg/kg TM	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Organochlorpestizide	
Hexachlorbenzol	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
α-HCH	mg/kg TM	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
β-HCH	mg/kg TM	0,024	<0,010	<0,010	<0,010
γ-HCH	mg/kg TM	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
δ-HCH	mg/kg TM	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Aldrin	mg/kg TM	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100
o,p-DDE	mg/kg TM	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100
p,p-DDE	mg/kg TM	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100
o,p-DDD	mg/kg TM	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100
p,p-DDD	mg/kg TM	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100
o,p-DDT	mg/kg TM	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100
p,p-DDT	mg/kg TM	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100
Summe PAK (EPA)	mg/kg TM	0,862	0,912	0,494	1,10
Naphthalin	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Acenaphthylen	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Acenaphthen	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Fluoren	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Phenanthren	mg/kg TM	0,072	0,056	<0,050	0,073
Anthracen	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Fluoranthen	mg/kg TM	0,14	0,14	0,10	0,20
Pyren	mg/kg TM	0,11	0,11	0,081	0,15
Benz(a)anthracen	mg/kg TM	0,060	0,070	<0,050	0,095
Chrysen	mg/kg TM	0,10	0,11	0,077	0,099
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg TM	0,11	0,10	0,069	0,10
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg TM	0,079	0,088	0,061	0,053
Benzo(a)pyren	mg/kg TM	0,061	0,077	0,053	0,096
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TM	0,075	0,090	0,053	0,11
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg TM	0,055	0,071	<0,050	0,12

Prüfbericht-Nr.: 2019P508455 / 1
JVA Billwerder, Harburg-Billwerder

Auftrag		19504681	19504681	19504681	19504681
Probe-Nr.		015	016	017	018
Material		Boden	Boden	Boden	Boden
Probenbezeichnung		MP 10	MP 12	MP 14	MP 16
Probemenge		ca. 150-400 g	ca. 150-400 g	ca. 150-400 g	ca. 150-400 g
Probeneingang		26.03.2019	26.03.2019	26.03.2019	26.03.2019
Pentachlorphenol	mg/kg TM	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
PCB Summe 6 Kongenere	mg/kg TM	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 28	mg/kg TM	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030
PCB 52	mg/kg TM	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030
PCB 101	mg/kg TM	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030
PCB 153	mg/kg TM	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030
PCB 138	mg/kg TM	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030
PCB 180	mg/kg TM	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030

Prüfbericht-Nr.: 2019P508455 / 1
JVA Billwerder, Harburg-Billwerder

Auftrag		19504681
Probe-Nr.		019
Material		Boden
Probenbezeichnung		MP 18
Probemenge		ca. 150-400 g
Probeneingang		26.03.2019
Analysenergebnisse	Einheit	
Siebfraktion < 2 mm	Masse-%	97,5
Siebfraktion > 2 mm	Masse-%	2,5
Anteil Fremdmaterial	Masse-%	7,94
Trockenrückstand	Masse-%	74,6
Aufschluss mit Königswasser		
Arsen	mg/kg TM	31
Blei	mg/kg TM	79
Cadmium	mg/kg TM	1,2
Chrom ges.	mg/kg TM	49
Nickel	mg/kg TM	28
Quecksilber	mg/kg TM	0,17
Cyanid ges.	mg/kg TM	<1,0
Organochlorpestizide		.
Hexachlorbenzol	mg/kg TM	<0,050
α-HCH	mg/kg TM	<0,010
β-HCH	mg/kg TM	<0,010
γ-HCH	mg/kg TM	<0,010
δ-HCH	mg/kg TM	<0,010
Aldrin	mg/kg TM	<0,0100
o,p-DDE	mg/kg TM	<0,0100
p,p-DDE	mg/kg TM	<0,0100
o,p-DDD	mg/kg TM	<0,0100
p,p-DDD	mg/kg TM	<0,0100
o,p-DDT	mg/kg TM	<0,0100
p,p-DDT	mg/kg TM	<0,0100
Summe PAK (EPA)	mg/kg TM	0,565
Naphthalin	mg/kg TM	<0,050
Acenaphthylen	mg/kg TM	<0,050
Acenaphthen	mg/kg TM	<0,050
Fluoren	mg/kg TM	<0,050
Phenanthren	mg/kg TM	<0,050
Anthracen	mg/kg TM	<0,050
Fluoranthren	mg/kg TM	0,098
Pyren	mg/kg TM	0,082
Benz(a)anthracen	mg/kg TM	<0,050
Chrysen	mg/kg TM	0,068
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TM	0,072
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TM	0,059
Benzo(a)pyren	mg/kg TM	0,058
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TM	0,070
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TM	<0,050
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg TM	0,058

Prüfbericht-Nr.: 2019P508455 / 1

JVA Billwerder, Harburg-Billwerder

Auftrag		19504681
Probe-Nr.		019
Material		Boden
Probenbezeichnung		MP 18
Probemenge		ca. 150-400 g
Probeneingang		26.03.2019
Pentachlorphenol	mg/kg TM	<0,50
PCB Summe 6 Kongenere	mg/kg TM	n.n.
PCB 28	mg/kg TM	<0,0030
PCB 52	mg/kg TM	<0,0030
PCB 101	mg/kg TM	<0,0030
PCB 153	mg/kg TM	<0,0030
PCB 138	mg/kg TM	<0,0030
PCB 180	mg/kg TM	<0,0030

Prüfbericht-Nr.: 2019P508455 / 1
JVA Billwerder, Harburg-Billwerder
Angewandte Verfahren und Bestimmungsgrenzen (BG)

Parameter	BG	Einheit	Methode
Siebfraktion < 2 mm	0,10	Masse-%	DIN 18123: 2011-04 ^a 5
Siebfraktion > 2 mm	0,10	Masse-%	DIN 18123: 2011-04 ^a 5
Anteil Fremdmaterial		Masse-%	an BBodSchG: 2017-09 ^a 5
Trockenrückstand	0,40	Masse-%	DIN ISO 11465: 1996-12 ^a 5
Aufschluss mit Königswasser			DIN EN 13657: 2003-01 ^a 5
Arsen	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Blei	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Cadmium	0,10	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Chrom ges.	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Nickel	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Quecksilber	0,10	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Cyanid ges.	1,0	mg/kg TM	DIN ISO 17380: 2013-10 ^a 5
Organochlorpestizide			
Hexachlorbenzol	0,050	mg/kg TM	DIN EN ISO 6468 (F1): 1997-02 ^a 5
α-HCH	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
β-HCH	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
γ-HCH	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
δ-HCH	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
Aldrin	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
o,p-DDE	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
p,p-DDE	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
o,p-DDD	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
p,p-DDD	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
o,p-DDT	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
p,p-DDT	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
Summe PAK (EPA)		mg/kg TM	berechnet 5
Naphthalin	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Acenaphthylen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Acenaphthen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Fluoren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Phenanthren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Anthracen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Fluoranthen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Pyren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Benzo(a)anthracen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Chrysen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Benzo(b)fluoranthen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Benzo(k)fluoranthen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Benzo(a)pyren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Dibenz(ah)anthracen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Benzo(g,h,i)perylen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Pentachlorphenol	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 14154: 2005-12 ^a 5
PCB Summe 6 Kongenere		mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
PCB 28	0,0030	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
PCB 52	0,0030	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
PCB 101	0,0030	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
PCB 153	0,0030	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
PCB 138	0,0030	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
PCB 180	0,0030	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5

Prüfbericht-Nr.: 2019P508455 / 1

JVA Billwerder, Harburg-Billwerder

Die mit ^a gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen können matrixbedingt variieren.

Untersuchungslabor: ⁵GBA Pinneberg

GBA Gesellschaft für Bioanalytik · Flensburger Straße 15 · 25421 Pinneberg

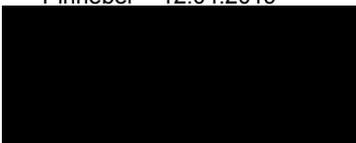
 Kempfert Geotechnik GmbH
 Beratende Ingenieure

 Hasenhöhe 128
22587 Hamburg

Prüfbericht-Nr.: 2019P508455 / 2, ergänzt Version 1 v. 12.04.19

Auftraggeber	Kempfert Geotechnik GmbH Beratende Ingenieure
Eingangsdatum	26.03.2019
Projekt	JVA Billwerder, Harburg-Billwerder
Material	Boden
Kennzeichnung	siehe Tabelle
Auftrag	HH325.0/1
Verpackung	Schraubdeckelglas
Probenmenge	je ca. 150-400 g
Auftragsnummer	19504681
Probenahme	durch den Auftraggeber
Probentransport	GBA
Labor	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Prüfbeginn / -ende	26.03.2019 - 12.04.2019
Methoden	siehe letzte Seite
Unteraufträge	
Bemerkung	
Probenaufbewahrung	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben bis zwei Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt.

Pinneber 12.04.2019



Projektbearbeitung

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme übernommen, wenn die Proben nicht durch die GBA oder in ihrem Auftrag genommen wurden. In diesem Fall beziehen sich die Ergebnisse auf die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung der GBA darf der Prüfbericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

Seite 1 von 3 zu Prüfbericht-Nr.: 2019P508455 / 2

Prüfbericht-Nr.: 2019P508455 / 2
JVA Billwerder, Harburg-Billwerder

Auftrag		19504681	19504681	19504681	19504681
Probe-Nr.		011	012	013	014
Material		Boden	Boden	Boden	Boden
Probenbezeichnung		MP 1	MP 2	MP 5	MP 8
Probeneingang		26.03.2019	26.03.2019	26.03.2019	26.03.2019
Analysenergebnisse	Einheit				
pH-Wert (H2O)		7,3	7,4	7,5	6,2
TOC	Masse-% TM	2,9	2,8	1,7	4,7
Glühverlust	Masse-% TM	5,3	7,8	4,4	12,6

Auftrag		19504681	19504681	19504681	19504681
Probe-Nr.		015	016	017	018
Material		Boden	Boden	Boden	Boden
Probenbezeichnung		MP 10	MP 12	MP 14	MP 16
Probeneingang		26.03.2019	26.03.2019	26.03.2019	26.03.2019
Analysenergebnisse	Einheit				
pH-Wert (H2O)		6,2	6,1	5,9	7,8
TOC	Masse-% TM	4,6	4,3	3,9	3,7
Glühverlust	Masse-% TM	14,0	10,8	11,6	7,3

Auftrag		19504681
Probe-Nr.		019
Material		Boden
Probenbezeichnung		MP 18
Probeneingang		26.03.2019
Analysenergebnisse	Einheit	
pH-Wert (H2O)		7,3
TOC	Masse-% TM	2,8
Glühverlust	Masse-% TM	8,6

Angewandte Verfahren und Bestimmungsgrenzen (BG)

Parameter	BG	Einheit	Methode
pH-Wert (H2O)			DIN ISO 10390: 2005-12 ^a 5
TOC	0,050	Masse-% TM	DIN EN 15936: 2012-11 ^a 5

Prüfbericht-Nr. 2019P508455 / 2

Angewandte Verfahren und Bestimmungsgrenzen (BG)

Parameter	BG	Einheit	Methode
Glühverlust	0,10	Masse-% TM	DIN EN 15935: 2012-11 ^a 5

Die mit ^a gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen können matrixbedingt variieren.

Untersuchungslabor: 5GBA Pinneberg

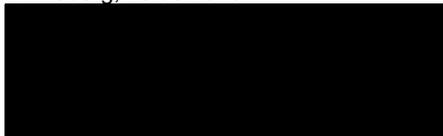
GBA Gesellschaft für Bioanalytik · Flensburger Straße 15 · 25421 Pinneberg

 JOERN THIEL GmbH
 Baugrunduntersuchung

 Georg-Wilhelm-Str. 322
21107 Hamburg
Prüfbericht-Nr.: 2019P506384 / 1

Auftraggeber	JOERN THIEL GmbH Baugrunduntersuchung
Eingangsdatum	12.03.2019
Projekt	BV Dweerlandweg 100, Hamburg-Billwerder, JVA-Billwerder
Material	Grund- / Stauwasser
Kennzeichnung	WP / PB 1 7,00 m
Auftrag	015474 / 1916
Verpackung	Glas- und PE-Flaschen
Probenmenge	ca. 3,56 L
Auftragsnummer	19503746
Probenahme	durch den Auftraggeber
Probentransport	GBA
Labor	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Prüfbeginn / -ende	12.03.2019 - 20.03.2019
Methoden	siehe letzte Seite
Unteraufträge	
Bemerkung	
Probenaufbewahrung	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben bis zwei Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt.

Pinneberg, 20.03.2019



Projektbearbeitung / Kundenbetreuung

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme übernommen, wenn die Proben nicht durch die GBA oder in ihrem Auftrag genommen wurden. In diesem Fall beziehen sich die Ergebnisse auf die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung der GBA darf der Prüfbericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

Seite 1 von 3 zu Prüfbericht-Nr.: 2019P506384 / 1

Prüfbericht-Nr.: 2019P506384 / 1
BV Dweerlandweg 100, Hamburg-Billwerder, JVA-Billwerder

Auftrag		19503746
Probe-Nr.		001
Material		Grund- / Stauwasser
Probenbezeichnung		WP / PB 1 7,00 m
Probemenge		ca. 3,56 L
Probeneingang		12.03.2019
Analysenergebnisse	Einheit	
pH-Wert (Labor)		7,0
Absetzbare Stoffe (0,5 h)	mg/L	<0,10
Abfiltrierbare Stoffe	mg/L	50
Kohlendioxid, kalklösend	mg/L	24
Magnesium	mg/L	12
Sulfat	mg/L	75
Ammonium	mg/L	2,0
Ammonium-N	mg/L	1,6
Eisen (II)	mg/L	12
Eisen, ges.	mg/L	13
Kohlenwasserstoffe	mg/L	<0,10
CSB	mg/L	<15
AOX	mg/L	0,010
Arsen	mg/L	<0,00050
Cadmium	mg/L	<0,00030
Chrom ges.	mg/L	0,0018
Blei	mg/L	<0,0010
Nickel	mg/L	0,0011
Zink	mg/L	0,024
Kupfer	mg/L	0,0023
Quecksilber	mg/L	<0,00020
Beton- und Stahlaggressivität		
Geruch		unauffällig
Permanganat-Verbrauch	mg KMnO4/L	11
Gesamthärte	°dH	14
Härtehydrogencarbonat	°dH	9,3
Nichtcarbonathärte	°dH	4,5
Chlorid	mg/L	24
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/L	3,33
Calcium	mg/L	79

Prüfbericht-Nr.: 2019P506384 / 1
BV Dweerlandweg 100, Hamburg-Billwerder, JVA-Billwerder
Angewandte Verfahren und Bestimmungsgrenzen (BG)

Parameter	BG	Einheit	Methode
pH-Wert (Labor)			DIN EN ISO 10523: 2012-04 ^a 5
Absetzbare Stoffe (0,5 h)	0,10	mL/L	DIN 38409-9: 1980-07 ^a 5
Abfiltrierbare Stoffe	2,0	mg/L	DIN EN 38409-H2-2/3: 1987-03 ^a 5
Kohlendioxid, kalklösend	5,0	mg/L	DIN 4030-2: 2008-06 ^a 5
Magnesium	0,10	mg/L	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09 ^a 5
Sulfat	0,50	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 ^a 5
Ammonium	0,025	mg/L	DIN EN ISO 11732: 2005-05 ^a 5
Ammonium-N	0,020	mg/L	DIN EN ISO 11732: 2005-05 ^a 5
Eisen (II)	0,25	mg/L	DIN 38406-1: 1983-05 ^a 5
Eisen, ges.	0,010	mg/L	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09 ^a 5
Kohlenwasserstoffe	0,10	mg/L	DIN EN ISO 9377-2 (H53): 2001-07 ^a 5
CSB	15	mg/L	DIN ISO 15705 (H45): 2003-01 ^a 5
AOX	0,010	mg/L	DIN EN ISO 9562 (H14): 2005-02 ^a 2
Arsen	0,00050	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Cadmium	0,00030	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Chrom ges.	0,0010	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Blei	0,0010	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Nickel	0,0010	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Zink	0,0050	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Kupfer	0,0010	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Quecksilber	0,00020	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 5
Beton- und Stahlaggressivität			
Geruch			DEV-B1/2: 1971 ^a 5
Permanganat-Verbrauch	2,0	mg KMnO ₄ /L	DIN EN ISO 8467: 1995-05 ^a 5
Gesamthärte	0,010	°dH	DIN 38409-6: 1986-01 ^a 5
Härtehydrogencarbonat		°dH	DIN 38 405-D8: 1971 ^a 5
Nichtcarbonathärte		°dH	berechnet 5
Chlorid	0,60	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 ^a 5
Säurekapazität bis pH 4,3	0,050	mmol/L	DIN 38409-7: 2005-12 ^a 5
Calcium	0,020	mg/L	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09 ^a 5

Die mit ^a gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen können matrixbedingt variieren.

Untersuchungslabor: 5GBA Pinneberg 2GBA Gelsenkirchen

Anlage zu Prüfbericht 2019P506384

Probe-Nr.: 19503746 / 001

 Probenbezeichnung: WP / PB 1
 7,00 m

Tabelle 1: Beurteilung von Wässern gem. DIN 50929 Teil 3

Nr.	Merkmal und Dimension / Einheit			Bewertungs- ziffer
		unlegierte Eisen	verzinkten Stahl	
1	Wasserart	N1	M1	N1
	- fließende Gewässer	0	-2	
	- stehende Gewässer	-1	1	
	- Küste von Binnenseen	-3	-3	
	- anaerob. Moor, Meeresküste	-5	-5	
2	Lage des Objektes	N2	M2	N2
	- Unterwasserbereich	0	0	
	- Wasser / Luft-Bereich	1	-6	
	- Spritzwasserbereich	0,3	-2	
3	c (Cl-) + 2c (SO4²⁻) / mol/m³	N3	M3	2,2
	< 1	0	0	
	> 1 bis 5	-2	0	
	> 5 bis 25	-4	-1	
	> 25 bis 100	-6	-2	
	> 100 bis 300	-7	-3	
	> 300	-8	-4	
4	Säurekapazität bis pH 4,3 mol/m³	N4	M4	3,3
	< 1	1	-1	
	1 bis 2	2	1	
	> 2 bis 4	3	1	
	> 4 bis 6	4	0	
	> 6	5	-1	
5	c (Ca²⁺) / mol/m³	N5	M5	2,0
	< 0,5	-1	0	
	0,5 bis 2	0	2	
	> 2 bis 8	1	3	
	> 8	2	4	
6	pH-Wert	N6	M6	7,0
	< 5,5	-3	-6	
	5,5 bis 6,5	-2	-4	
	> 6,5 bis 7,0	-1	-1	
	> 7,0 bis 7,5	0	1	
	> 7,5	1	1	

 Bewertungszahlsumme Unterwasserbereich: $W0 = N1 + N3 + N4 + N5 + N6 + N3/N4 =$
-1,67

 Bewertungszahlsumme Wasser/Luft-Grenze: $W1 = W0 - N1 + N2 \times N3 =$
-0,67
Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeiten:

W0- bzw. W1 - Werte	Mulden- und Lochkorrosion	Flächen- korrosion
≥ 0	sehr gering	sehr gering
-1 bis -4	gering	sehr gering
<-4 bis -8	mittel	gering
<-8	hoch	mittel

Anlage zu Prüfbericht 2019P506384

Probe-Nr.: 19503746 / 001

Probenbezeichnung: WP / PB 17,00 m

Tabelle 1: Expositionsklassen für Betonkorrosion durch chemischen Angriff durch Grundwasser nach DIN 4030 Teil 1 (06/2008), Tabelle 4

	Messwert	Einheit	Expositionsklasse		
			XA1	XA2	XA3
pH-Wert (Labor)	7,0		6,5 - 5,5	< 5,5 - 4,5	< 4,5 - 4,0
Kohlendioxid, kalklösend	24	mg/L	15 - 40	> 40 - 100	> 100
Ammonium	2,0	mg/L	15 - 30	> 30 - 60	> 60 - 100
Magnesium	12	mg/L	300 - 1000	>1000-3000	> 3000
Sulfat	75	mg/L	200 - 600	> 600 - 3000	> 3000 - 6000
Chlorid	24	mg/L	---	---	---
Gesamthärte	14	°dH	---	---	---
Härtehydrogencarbonat	9,3	°dH	---	---	---
Permanganat-Verbrauch	11	mg KMnO4/L	---	---	---

Kurzbeurteilung: Das Wasser ist in die Expositionsklasse XA1 einzustufen.

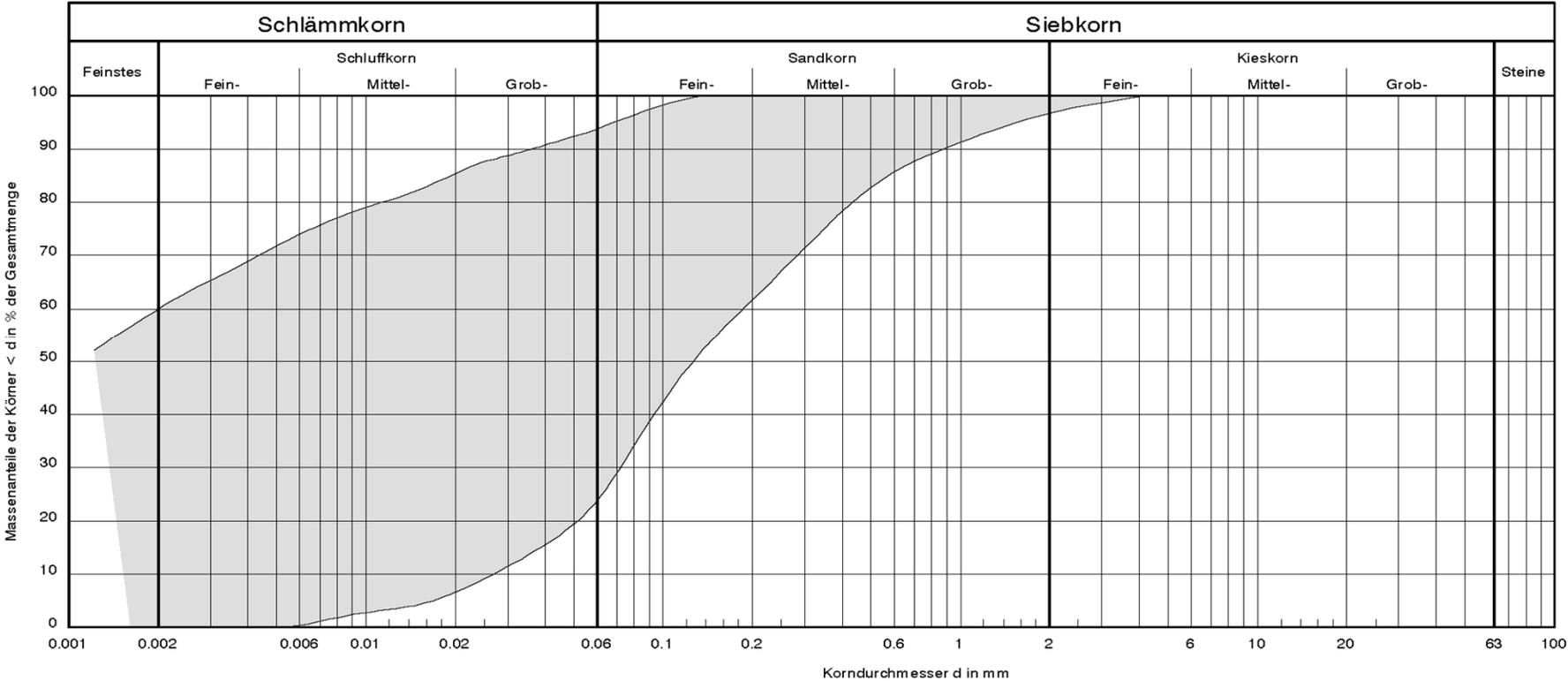
Anlage 6

Kennzeichnende Bodeneigenschaften der Schichten

Kennzeichnende Bodeneigenschaften der Schichten (DIN 18300, DIN 18301, DIN 18304)

Kennwert/Parameter	Bodenschicht
	S1
Bezeichnung	Klei
Korngrößenverteilung - Kornkennzahl T/U/S/G (Erfahrungswert)	s. Abbildung
Stein- und Blockanteil nach DIN EN ISO 14688-2 (Erfahrungswert)	gering
Wichte γ [kN/m ³]	15 - 17
Wassergehalt [%]	25 - 120
Plastizitätszahl nach DIN 18122-1 I_p [%]	10 - 50
Konsistenzzahl nach DIN 18122-1 I_c [-]	0,2 - 0,8
Konsistenz nach DIN EN ISO 14688-1	breiig bis weich, weich, weich bis steif, steif
UndrÄnirierte Scherfestigkeit nach DIN 4094-4 / DIN 18136 / DIN 18137-2 [kN/m ²]	10 - 80
KohÄsion gem. DIN 18137-1 bis -3	5 - 15
Lagerungsdichte nach DIN EN ISO 14688-2 / DIN 18126	k.A.
Organischer Anteil nach DIN 18128, Glühverlust [%]	3 - 15
AbrasivitÄtsbezeichnung (abgeleitet aus dem Cerchar- und LCPC-Verfahren)	gering abrasiv
Frostempfindlichkeit nach ZTV E-StB	F3
Bodengruppe nach DIN 18196	OU / OT / UM / TM / TA / SU / ST

k. A.: keine Angabe, da Kennwert / Parameter für Bodenart nicht relevant bzw. für anzuwendende Bauverfahren gem. Normung DIN 18300 ff. nicht gefordert



Kennzeichnende Bodeneigenschaften der Schichten (DIN 18300, DIN 18301, DIN 18304)

Kennwert/Parameter	Bodenschicht
	S2
Bezeichnung	Torf
Korngrößenverteilung - Kornkennzahl T/U/S/G (Erfahrungswert)	k.A.
Stein- und Blockanteil nach DIN EN ISO 14688-2 (Erfahrungswert)	gering
Wichte γ [kN/m ³]	11 - 13
Wassergehalt [%]	75 - 300
Plastizitätszahl nach DIN 18122-1 I _p [%]	k.A.
Konsistenzzahl nach DIN 18122-1 I _c [-]	k.A.
Konsistenz nach DIN EN ISO 14688-1	k.A.
Undränierete Scherfestigkeit nach DIN 4094-4 / DIN 18136 / DIN 18137-2 [kN/m ²]	10 - 60
Kohäsion gem. DIN 18137-1 bis -3	5 - 15
Lagerungsdichte nach DIN EN ISO 14688-2 / DIN 18126	k.A.
Organischer Anteil nach DIN 18128, Glühverlust [%]	15 - 70
Abrasivitätsbezeichnung (abgeleitet aus dem Cerchar- und LCPC-Verfahren)	nicht abrasiv
Frostempfindlichkeit nach ZTV E-StB	F3
Bodengruppe nach DIN 18196	HN, HZ

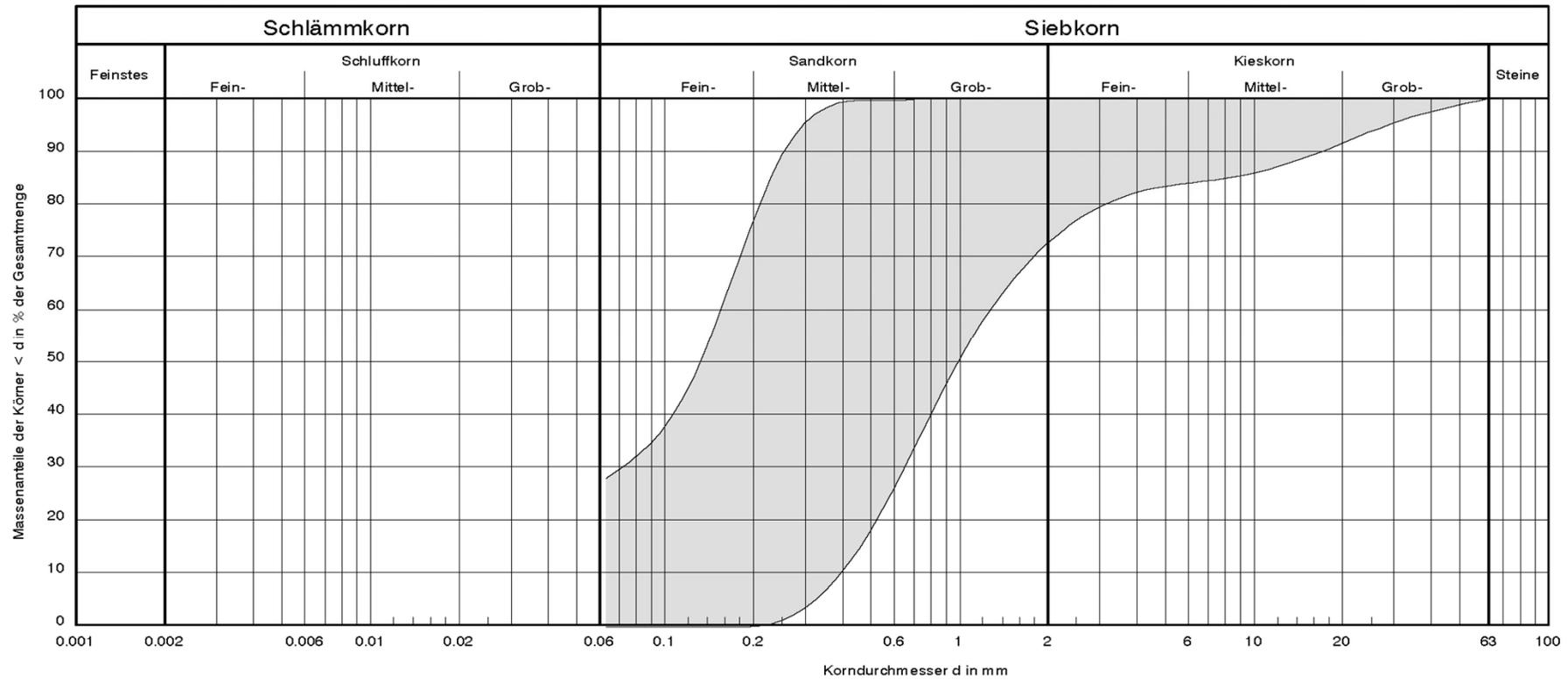
k. A.: keine Angabe, da Kennwert / Parameter für Bodenart nicht relevant bzw. für anzuwendende Bauverfahren gem. Normung DIN 18300 ff. nicht gefordert

Kennzeichnende Bodeneigenschaften der Schichten (DIN 18300, DIN 18301, DIN 18304)

Kennwert/Parameter	Bodenschicht
	S3
Bezeichnung	gewachsene Sande, locker bis mitteldicht
Korngrößenverteilung - Kornkennzahl T/U/S/G (Erfahrungswert)	s. Abbildung
Stein- und Blockanteil nach DIN EN ISO 14688-2 (Erfahrungswert)	gering
Wichte γ [kN/m ³]	17 - 19
Wassergehalt [%]	k.A.
Plastizitätszahl nach DIN 18122-1 I _p [%]	k.A.
Konsistenzzahl nach DIN 18122-1 I _c [-]	k.A.
Konsistenz nach DIN EN ISO 14688-1	k.A.
Undrained Scherfestigkeit nach DIN 4094-4 / DIN 18136 / DIN 18137-2 [kN/m ²]	k.A.
Kohäsion gem. DIN 18137-1 bis -3	k.A.
Lagerungsdichte nach DIN EN ISO 14688-2 / DIN 18126	locker / mitteldicht
Organischer Anteil nach DIN 18128, Glühverlust [%]	0 - 5
Abrasivitätsbezeichnung (abgeleitet aus dem Cerchar- und LCPC-Verfahren)	abrasiv - stark abrasiv
Frostempfindlichkeit nach ZTV E-StB	F1 / F2
Bodengruppe nach DIN 18196	SE / SU / SW / SI

k. A.: keine Angabe, da Kennwert / Parameter für Bodenart nicht relevant bzw. für anzuwendende Bauverfahren gem. Normung DIN 18300 ff. nicht gefordert

Körnungsband, Schicht S4 (gewachsene Sande, locker bis mitteldicht)

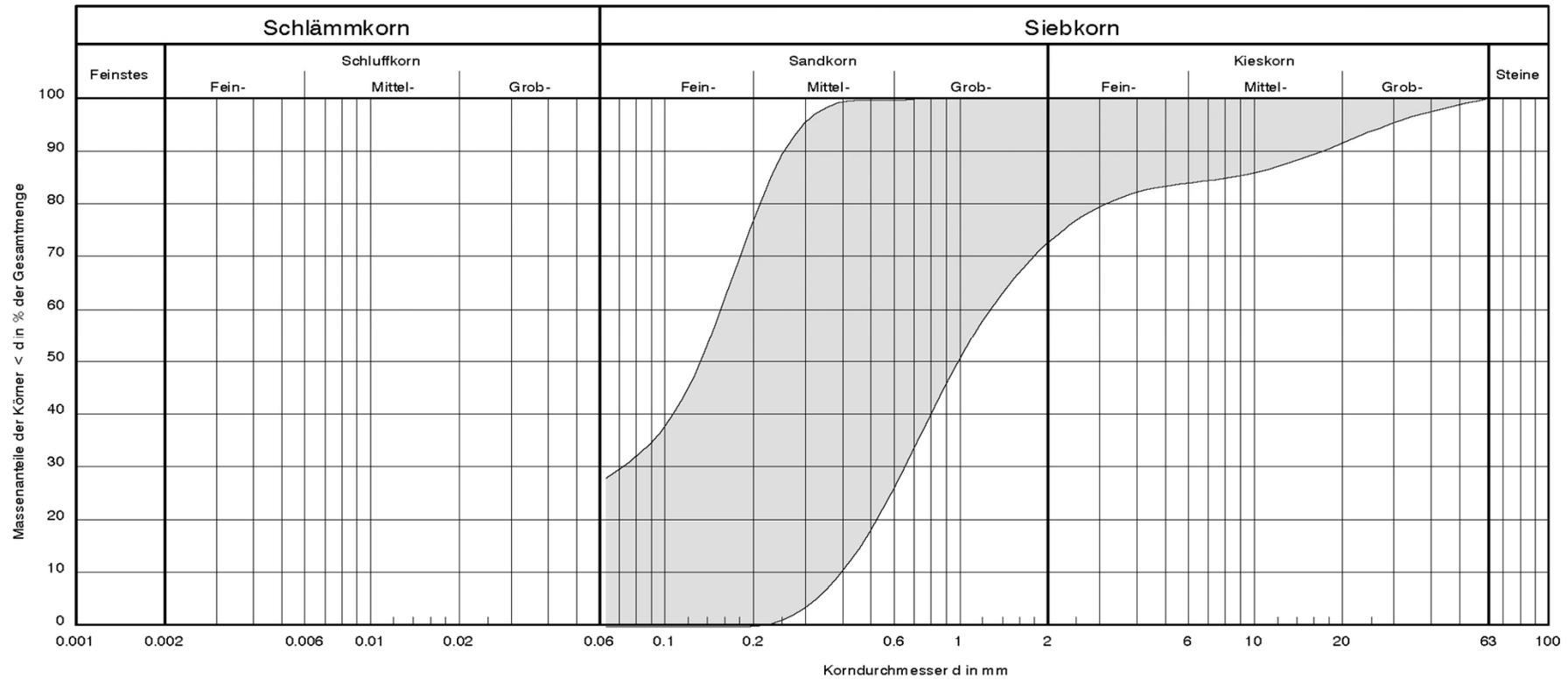


Kennzeichnende Bodeneigenschaften der Schichten (DIN 18300, DIN 18301, DIN 18304)

Kennwert/Parameter	Bodenschicht
	S4
Bezeichnung	gewachsene Sande, mindestens mitteldicht
Korngrößenverteilung - Kornkennzahl T/U/S/G (Erfahrungswert)	s. Abbildung
Stein- und Blockanteil nach DIN EN ISO 14688-2 (Erfahrungswert)	gering bis hoch
Wichte γ [kN/m ³]	18 - 20
Wassergehalt [%]	k.A.
Plastizitätszahl nach DIN 18122-1 I _p [%]	k.A.
Konsistenzzahl nach DIN 18122-1 I _c [-]	k.A.
Konsistenz nach DIN EN ISO 14688-1	k.A.
Undrained Scherfestigkeit nach DIN 4094-4 / DIN 18136 / DIN 18137-2 [kN/m ²]	k.A.
Kohäsion gem. DIN 18137-1 bis -3	k.A.
Lagerungsdichte nach DIN EN ISO 14688-2 / DIN 18126	mitteldicht / dicht / sehr dicht
Organischer Anteil nach DIN 18128, Glühverlust [%]	k.A.
Abrasivitätsbezeichnung (abgeleitet aus dem Cerchar- und LCPC-Verfahren)	stark abrasiv
Frostempfindlichkeit nach ZTV E-StB	F1 / F2
Bodengruppe nach DIN 18196	SE / SU

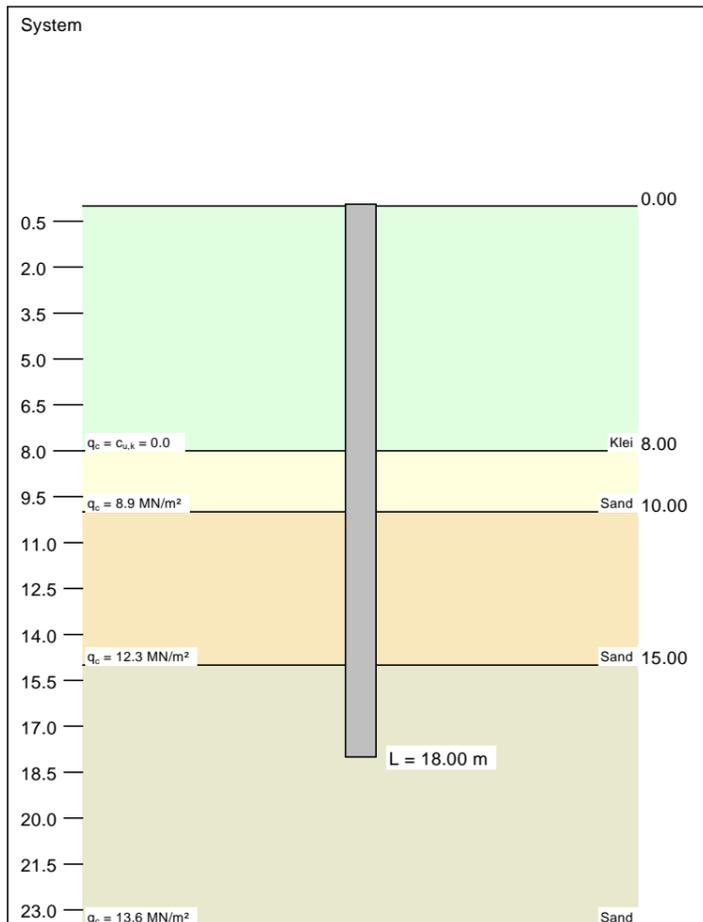
k. A.: keine Angabe, da Kennwert / Parameter für Bodenart nicht relevant bzw. für anzuwendende Bauverfahren gem. Normung DIN 18300 ff. nicht gefordert

Körnungsband, Schicht S5 (gewachsene Sande, mindestens mitteldicht)



Anlage 7

Widerstands-Setzungslinie für Fertigteilrammpfahl



Kempfert + Partner



Kempfert Geotechnik GmbH
Hasenhöhe 128
22587 Hamburg

BV JA Billwerder

Widerstands-Setzungslinie
Fertigteilrammpfahl a = 0,4 m

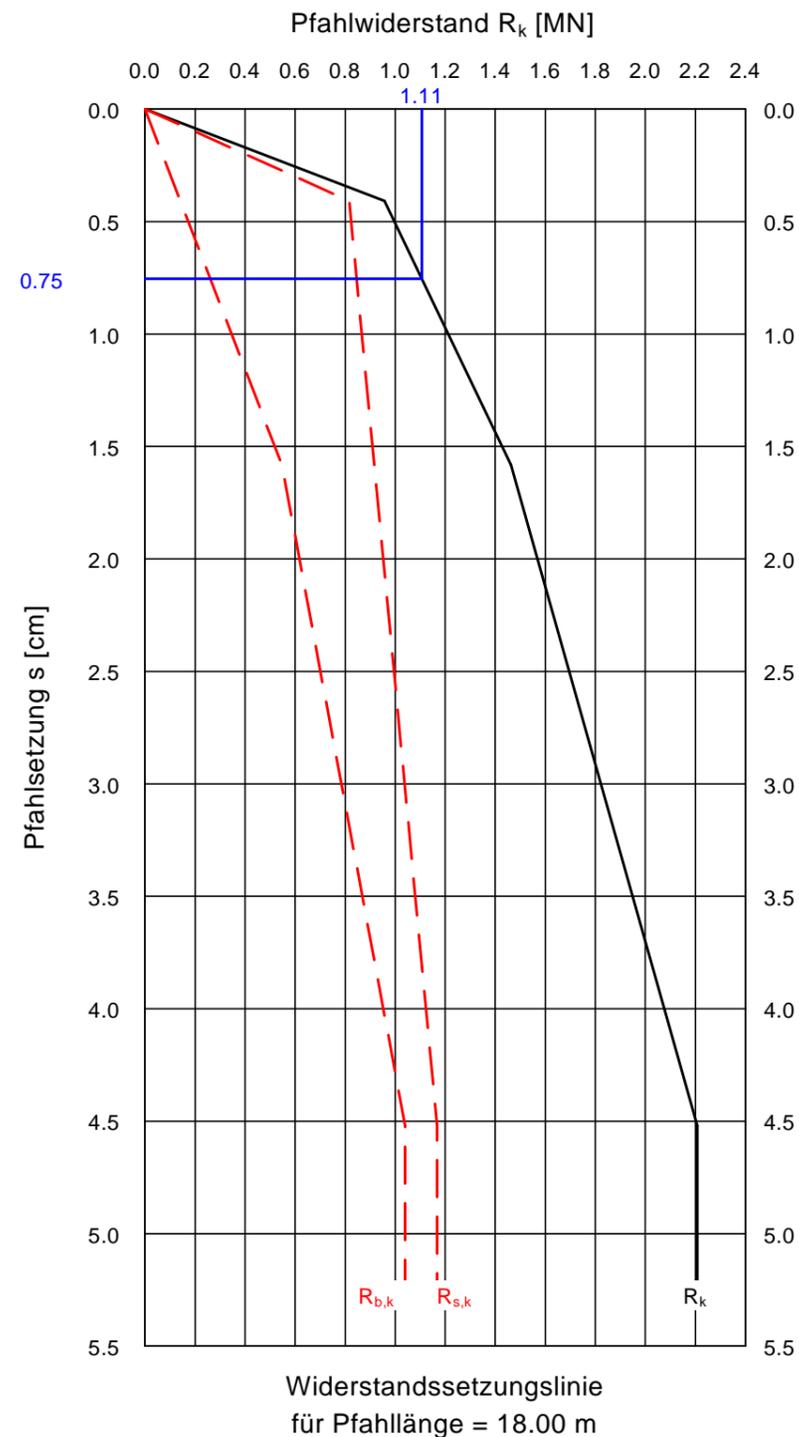
Anlage: 7

Projekt-Nr.: HH 325.0/19

Programm: GGU Axpile

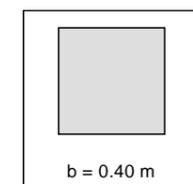
Version: 6.01

Datum: 23.04.2019



Boden	q_c [MN/m ²]	$c_{u,k}$ [kN/m ²]	$q_{b,k35}$ [MN/m ²]	$q_{b,k10}$ [MN/m ²]	$q_{s(sg^*),k}$ [MN/m ²]	$q_{s(sg),k}$ [MN/m ²]	Bezeichnung
Light Green	0.0	0.0	0.000	0.000	0.0000	0.0000	Klei
Yellow	8.9	0.0	2.526	4.817	0.0363	0.0500	Sand
Orange	12.3	0.0	3.345	6.362	0.0523	0.0750	Sand
Dark Green	13.6	0.0	3.674	6.983	0.0587	0.0850	Sand

Berechnungsgrundlagen $\gamma_Q = 1.50$
 WSL Rammpfahl
 Fertigrammpfahl
 Stahlbeton und Spannbeton
 Verhältniswert (min, max) = 0.00
 Interpolation Mantelreibung:
 bei $q_c < 7.5$ MN/m² deaktiviert
 bei $c_{u,k} < 60$ kN/m² deaktiviert
 Pfahlänge = 18.00 m
 Erhöhungsfaktor (Spitzendruck) = 0.930
 $\gamma_P = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$



Ergebnisse

Pfahlbreite = 0.400 m
 Pfahlänge = 18.00 m
 Pfahlspitzenwiderstand:
 $q_{cm} = 13.640$ MN/m²
 gemittelt von 17.55 bis 19.81 m
 $\sigma_{035} = 3.416$ MN/m²
 $\sigma_{10} = 6.495$ MN/m²
 $D_{eq} = 0.452$ m
 Fläche $A_b = 0.160$ m²
 Umfang $U_s = 1.600$ m

$s_{sg^*} = 0.408$ cm:
 $R_{s,k(s)} = 0.816$ MN
 $R_{b,k(s)} = 0.141$ MN
 $R_{k(s)} = 0.957$ MN

$s_{035} = 1.582$ cm:
 $R_{s,k(s)} = 0.916$ MN
 $R_{b,k(s)} = 0.547$ MN
 $R_{k(s)} = 1.463$ MN

$s_{10} = 4.520$ cm:
 $R_{s,k(s)} = 1.168$ MN
 $R_{b,k(s)} = 1.039$ MN
 $R_{k(s)} = 2.207$ MN

$R_d = R_k / \gamma_P = 2.207 / 1.400$ MN
 $R_d = 1.576$ MN
 zul V = $R_k / (\gamma_P \cdot \gamma_{(G,Q)})$

zul V = $R_k / (1.400 \cdot 1.425)$
 zul V = $R_k / 1.99 = 1.106$ MN
 Setzung s = 0.75 cm