



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



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. Raithe¹⁾²⁾³⁾
Dipl.-Ing. H. Vierck³⁾

Öffentlich bestellt und vereidigt¹⁾
Prüfsachverständiger²⁾
Eisenbahn-Bundesamt³⁾

Information

www.kup-geotechnik.de

Zertifiziert nach ISO 9001:2015

Geotechnischer Bericht

Ergebnisse der geotechnischen Untersuchungen,
Festlegung der charakteristischen Werte und
Gründungsempfehlung

Neubau Jugendanstalt Hamburg
Teilprojekt: geschlossener Vollzug

bearbeitet im Auftrag der

Sprinkenhof GmbH
Burchardstraße 8
20095 Hamburg

Hamburg, den 17.05.2019

Az.: HH 325.0/19

Berichtsstatus

Rev.	Datum	aufgestellt	geprüft	Änderungen
00	17.05.2019	gez. hv/sh	gez. pb	-

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1	Veranlassung	5
2	Unterlagen, Normen und Regelwerke	6
3	Bauvorhaben	7
4	Geotechnischer Untersuchungsbericht	9
4.1	Baugrundaufschlüsse	9
4.2	Baugrundsichtung	9
4.3	Wasser im Boden	11
4.4	Bodenmechanische Laborversuche	11
4.4.1	Wassergehalte und Glühverluste	11
4.4.2	Kornverteilungen	12
4.4.3	Konsistenzen	12
4.4.4	Kompressionsversuche	13
4.4.5	Flügelscherversuche	14
4.5	Chemische Analysen des Bodens	15
4.5.1	Allgemeines	15
4.5.2	Untersuchungsergebnisse und Handlungsempfehlungen	15
4.6	Wasseranalytik	16
5	Auswertung und Bewertung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse	17
5.1	Charakteristische Bodenkenngrößen für geotechnische Berechnungen	17
5.2	Charakteristische Grund- und Schichtwasserstände	18
5.3	Bodenklassifizierung und Homogenbereiche	18
6	Folgerungen, Empfehlungen und Hinweise	19
6.1	Geotechnische Kategorie	19
6.2	Gründung der geplanten baulichen Anlagen	19
6.2.1	Allgemeines und Wahl der Gründungsart	19
6.2.2	Bohrpfähle	20
6.2.3	Vollverdrängungsbohrpfähle (Schraubpfähle)	21

6.2.4	Fertigteiltrammpfähle.....	21
6.2.5	Pfahltragfähigkeiten und Pfahlsetzungen	22
6.2.6	Ausführungsempfehlung Pfahlgründung	23
6.2.7	Negative Mantelreibung	24
6.2.8	Horizontaler Lastabtrag	24
6.3	Setzungen der Verkehrsflächen und Freiflächen	25
6.4	Nachweis Verformungsmodul E_{v2} auf Erdplanum der Verkehrsflächen	26
6.5	Baugruben.....	26
6.5.1	Baugruben für die Herstellung der Gebäude	26
6.5.2	Baugruben für die Herstellung von Rohrleitungen.....	27
6.6	Wasserhaltung.....	27
6.6.1	Wasserhaltung für die Herstellung der Gebäude.....	27
6.6.2	Wasserhaltung für die Herstellung von Rohrleitungen.....	28
6.6.3	Wasserhaltung für die Verfüllung des Ringgrabens und für das Wasserbauwerk. 28	
6.6.4	Ableitung des geförderten Wassers	28
6.7	Trockenhaltung des Gebäudes	29
6.8	Angaben zum Erdbau und zur Weiterverwendung von Böden	29
6.8.1	Weiterverwendung von Aushubböden	29
6.8.2	Bodeneinbau zur Flächenaufhöhung	31
6.9	Verfüllung des Ringgrabens	31
6.10	Wasserbauwerk für die Zufahrt zum Gelände.....	32
6.11	Gasdrainage	33
6.12	Sicherung der Nachbarbebauung	33
6.13	Beweissicherung	34
6.14	Ergänzende Geotechnische Hinweise	34
7	Zusammenfassung.....	35

Anlagenverzeichnis

- Anlage 1 Übersichtslageplan
- Anlage 2 Lageplan der Untergrundaufschlüsse
- Anlage 3 Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse
 - Anlage 3.1 Sozialtherapeutische Abteilung
 - Anlage 3.2 Hafthaus 4
 - Anlage 3.3 Turnhalle
 - Anlage 3.4 Hafthaus 3
 - Anlage 3.5 Verwaltung, nördlicher Teil
 - Anlage 3.6 Verwaltung, südlicher Teil
 - Anlage 3.7 Hafthaus 2
 - Anlage 3.8 BEZ, nördlicher Teil
 - Anlage 3.9 BEZ, südlicher Teil
 - Anlage 3.10 Hafthaus 1
 - Anlage 3.11 Pforten- und Besuchergebäude
- Anlage 4 Ergebnisse der Bodenmechanischen Laborversuche
 - Anlage 4.1 Kornverteilungen
 - Anlage 4.2 Konsistenzgrenzen
 - Anlage 4.3 Kompressionsversuche
 - Anlage 4.4 Flügelscherversuche mit der Laborflügelsonde
- 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
- Anlage 8 Pegelganglinie der Grundwasserstandsmessungen

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
- 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 a) Jugendanstalt (geschlossener Vollzug).

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 Hafthaus 2 / BEZ / BHKW 1 / Magistrale / Pforte / Sotha / Turnhalle / Verwaltung, 29.03.2019
- U11 agn Niederberghaus & Partner GmbH, Ibbenbüren, Neubau einer Jugendanstalt, Dweerlandweg, 22113 Hamburg, Entwurfsplanung, Ansichten Hafthaus 2 / Hafthaus 4 / BEZ / BHKW 1 / Pforte / Sotha / Turnhalle / Verwaltung, 29.03.2019
- U12 agn Niederberghaus & Partner GmbH, Ibbenbüren, Neubau einer Jugendanstalt, Dweerlandweg, 22113 Hamburg, Entwurfsplanung, Grundrisse Hafthaus 1 / Hafthaus 2 / Hafthaus 3 / Hafthaus 4 / BEZ / Magistrale / Pforte / Sotha / Turnhalle / Verwaltung, 29.03.2019
- U13 agn Niederberghaus & Partner GmbH, Ibbenbüren, Neubau einer Jugendanstalt, Dweerlandweg, 22113 Hamburg, Entwurfsplanung, Lageplan - Entwässerung, 29.03.2019

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 etwa -0,85 mNHN gehalten. Als maximaler Wasserspiegel mit einer 30-jährlichen Wiederkehrwahrscheinlichkeit wird in Unterlage U7 ein Wasserspiegel von -0,53 mNHN genannt.

Die innerhalb der Haftmauer für den geschlossenen Vollzug geplanten baulichen Anlagen gliedern sich wie folgt, siehe auch Anlage 2:

- Hafthäuser: Geplant ist die Errichtung von vier Hafthäusern in zwei- bis dreigeschossiger Bauweise. Die Hafthäuser sollen einen L-förmigen Grundriss aufweisen, wobei die beiden Schenkel eines jeden Hafthauses mit Abmessungen von etwa 40 m x 12 m geplant sind.
- Sozialtherapeutische Abteilung: Die Sozialtherapeutische Abteilung im Nordwesten des Geländes soll als ein- bis zweigeschossiges Gebäude mit kreuzförmigem Grundriss und Abmessungen von etwa 47 m x 51 m errichtet werden.
- Turnhalle: Die Turnhalle soll als ein- bis zweigeschossiges Gebäude mit einem rechteckigen Grundriss und Abmessungen von etwa 38 m x 25 m errichtet werden.
- Verwaltung: Das Verwaltungsgebäude ist mit ein bis drei Geschossen geplant und soll Abmessungen von ca. 73 m x 41 m aufweisen.
- Berufsentwicklungszentrum (BEZ): Das BEZ ist mit ein bis zwei Geschossen geplant und soll Abmessungen von ca. 70 m x 60 m aufweisen.
- Pforten- und Besuchergebäude: Das Pforten- und Besuchergebäude soll als zweigeschossi-ges Gebäude mit Abmessungen von ca. 54 m x 14 m errichtet werden.
- Magistrale: Sämtliche neuen Gebäude sollen über die sog. Magistrale, bei der es sich um ein dreigeschossiges Erschließungsgebäude handelt, zugänglich sein. Die Abmessungen betragen 245 m x 4,7 m.

- Blockheizkraftwerk (BHKW): Zur Energieversorgung ist die Errichtung eines Blockheizkraftwerkes (BHKW 1) in eingeschossiger Bauweise und Abmessungen von 19,5 m x 18,5 m geplant.
- Straßen- und Wegenetz: Auf dem Gelände sind zur Erschließung diverse Wege und Straßen inkl. Wendehammer geplant.
- Freianlagen und Sportanlagen: An den Gebäuden und z. T. in den Innenhöfen sind diverse Sportanlagen sowie Grünflächen geplant. Im Nordosten des Geländes ist ein großer Sportplatz 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.

Das Bestandsgelände liegt innerhalb der derzeitigen JVA auf einem Niveau von überwiegend etwa +0,6 mNHN bis +1,2 mNHN. In diesem Bereich liegen die geplanten Gebäude Turnhalle, Verwaltung, BEZ, Pfortengebäude, BHKW sowie der nördliche Teil der Magistrale.

Außerhalb der derzeitigen JVA, auf den derzeit noch landwirtschaftlich genutzten Flächen, beträgt das Geländeniveau im Mittel ca. $\pm 0,0$ mNHN. Zum Teil liegt das Geländeniveau auch unterhalb Normalhöhennull bis minimal etwa -0,6 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 innerhalb der JVA im Bestand wird davon ausgegangen, dass für die Freiflächen, Straßen, Wege, Sportanlagen Geländehöhen zwischen etwa +0,6 mNHN und +1,2 mNHN herzustellen sein werden.

Dieses Geländeniveau ist auf dem Gelände der derzeitigen JVA bereits vorhanden, so dass keine umfangreichen flächigen Aufhöhungen des Geländes erforderlich werden. Außerhalb der derzeitigen JVA auf den landwirtschaftlich genutzten Flächen wird zur Realisierung des vorgenannten Geländeniveaus von etwa +0,6 mNHN bis +1,2 mNHN eine Geländeaufhöhung von etwa 1,0 m gegenüber dem Ist-Zustand erforderlich.

Zur Realisierung der geplanten baulichen Anlagen wird es erforderlich, die bestehende Einfriedung (Haftmauer, Zaunanlagen) inkl. des vorhandenen Ringgrabens zu beseitigen. Die Bestandspfahlgründung der Haftmauer und ggf. der Zaunanlagen (Bestandsunterlagen liegen nicht vor) verbleiben im Untergrund und können Hindernisse für die Herstellung der Gebäude darstellen. Der Ringgraben ist mit Bodenmaterial zu verfüllen.

4 Geotechnischer Untersuchungsbericht

4.1 Baugrundaufschlüsse

Der Baugrundaufbau im Bereich des geschlossenen Vollzugs wurde von Januar bis März 2019 mit 32 Kleinrammbohrungen, einer Bohrung, 11 schweren Rammsondierungen sowie 17 Spitzendrucksondierungen erkundet. Zur Entnahme von Wasserproben sowie zur Aufzeichnung der Grundwasserstände wurde die Bohrung zum Pegelbrunnen ausgebaut.

Die Spitzendrucksondierungen, die schweren Rammsondierungen sowie ein Teil der Kleinrammbohrungen wurden von der Firma Joern Thiel Baugrunduntersuchung GmbH, Norderstedt, ausgeführt und zusätzlich durch unser Büro begleitet und überwacht. Die Bohrung wurde durch die Firma Ivers Brunnenbau, Osterrönfeld, ausgeführt und ebenfalls durch unser Büro begleitet und überwacht.

Die Kleinrammbohrungen wurden bis in eine Tiefe von 12 m u. GOK ausgeführt, entsprechend ca. -10,8 mNHN bis -12,6 mNHN. Die Bohrung wurde bis in eine Tiefe von ca. -19,3 mNHN ausgeführt.

Die schweren Rammsondierungen wurden bis in eine Tiefe von 15 m unter GOK bzw. 18 m u. GOK (DPH23 / DPH24), entsprechend ca.-13,2 mNHN bis -18,2 mNHN ausgeführt. Die Drucksondierungen wurden bis zur Auslastung des Geräts ausgeführt, wobei Tiefen von bis zu ca. -28,3 mNHN (DS16) erreicht wurden.

Weiterhin liegen Altaufschlüsse aus dem Jahr 2017 vor. Dabei handelt es sich um eine Baugrunduntersuchung für einen früheren Planungsstand des JA-Neubaus, bei welchem sich das überplante Baufeld auf den südwestlichen Teilbereich innerhalb der bestehenden Haftmauer beschränkte (s. Unterlage U9). Es wurden seinerzeit 18 Kleinrammbohrungen sowie 6 Spitzendrucksondierungen ausgeführt.

Die Lage der im Jahr 2019 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 sowie der vorliegenden Altaufschlüsse wie folgt beschrieben werden.

Auffüllung, sandig

Innerhalb der bestehenden Einfriedung wurden ab der Geländeoberkante aufgefüllte Sande angetroffen, die seinerzeit vermutlich als Flächenaufhöhung für die bestehende JVA-Billwerder aufgetragen wurden.

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

Bei den bis zu 2 m mächtigen aufgefüllten Sanden handelt es sich überwiegend um Mittel- und Feinsande mit geringen Schluff- und Kiesbeimengungen. Abweichend hiervon besteht die Auffüllung im Bereich der Kleinrammbohrung BS16 aus einem Gemisch aus Sand und Bauschutt.

Im Bereich der obersten Dezimeter hat sich ein humoser Oberboden ausgebildet.

Die Lagerungsdichte der aufgefüllten Sande kann auf Grundlage der Ergebnisse der Drucksondierungen sowie schweren Rammsondierungen als überwiegend locker bis mitteldicht bezeichnet werden.

Klei

Unterhalb der aufgefüllten Sande (innerhalb der bestehenden Haftmauer) bzw. unterhalb einer geringmächtigen Mutterbodenüberdeckung (außerhalb der bestehenden Haftmauer) wurde bis zu einem Niveau von ca. -1,3 mNHN (BS29) bis ca. -6,0 mNHN (BS17) Klei erbohrt.

Bereichsweise wurden im Klei Sand- bzw. Torfeinschaltungen festgestellt.

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

Torf

Mit dem Auftreten der Kleischichten wurde lokal auch bis zu 0,9 m mächtiger, überwiegend zersetzter und kleiiger Torf angetroffen.

Gewachsene Sande

Unterhalb der holozänen Weichschichten stehen gewachsene Sande an. Kornanalytisch handelt es sich um Mittel- und Feinsande mit örtlichen Schluffbeimengungen. Oberflächennah weisen die Sande z.T. Kleistreifen, Holzreste und Torfbeimengungen sowie höhere Schluffanteile auf. Zur Tiefe deuten die Ergebnisse der ausgeführten Drucksondierungen auf teilweise vorhandene geringmächtige bindige Einschaltungen sowie Kieslagen hin.

Die mit den Drucksondierungen gemessenen Spitzendrücke q_c liegen zunächst überwiegend zwischen $\approx 2,5 \text{ MN/m}^2$ und 10 MN/m^2 , entsprechend einer sehr lockeren bis mitteldichten Lagerung. Ab einem Tiefenniveau von ca. -8,0 mNHN bis -10,0 mNHN sind die gemessenen Spitzendrücke größeren Schwankungen unterworfen und liegen zumeist oberhalb von $q_c = 10 \text{ MN/m}^2$, was einer mitteldichten Lagerung entspricht.

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

Mit den ausgeführten Spitzendrucksondierungen DS7 sowie DS16 wurde die Schichtunterkante der gewachsenen Sande auf einem Niveau von ca. -21,0 mNHN bzw. -24,0 mNHN indirekt nachgewiesen.

Geschiebemergel (indirekt nachgewiesen)

Mit den vorgenannten Drucksondierungen DS7 und DS16 deuten die gemessenen Spitzendrücke und Reibungsverhältnisse auf einen bindigen Boden hin. Dieser Boden wurde mit den direkten

Aufschlüssen nicht erkundet, jedoch ist vor dem Hintergrund der regionalen Geologie davon auszugehen, dass es sich um Geschiebemergel handelt.

Dem Geschiebemergel kann unter Berücksichtigung der gemessenen Spitzendrücke und des Überlagerungsdrucks näherungsweise eine steife bzw. auch steife bis halbfeste Konsistenz zugeordnet werden.

4.3 Wasser im Boden

Mit den ausgeführten Kleinrammbohrungen wurden Wasserstände zwischen + 0,25 mNHN (BS20) und -1,32 mNHN (BS19) nach Bohrende eingemessen.

Mit der Bohrung PB1 wurde an der Unterkante des Kleihorizonts gespanntes Grundwasser auf einem Niveau von -5,29 mNHN angebohrt. Der Ruhewasserspiegel nach Fertigstellung des Brunnens wurde bei -2,23 mNHN eingemessen. Am 11.03.2019 wurde in dem Brunnen ein Datenlogger zur genauen Aufzeichnung der Grundwasserstände installiert und am 18.04.2019 ausgelesen. Die Pegelaufzeichnungen des Brunnens sind als Ganglinien in der Anlage 8 dargestellt. In dem Messzeitraum wurden relativ konstante Grundwasserstände zwischen etwa -0,50 mNHN und -0,75 mNHN gemessen.

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 Glühverluste 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 Glühverluste ausgewählter Proben

Bodenart	Wassergehalte w [%]			Glühverluste v _{gl} [%]		
	Minimum	Mittelwert	Maximum	Minimum	Mittelwert	Maximum
Klei						
w: 13 Versuche	35,1	63,4	96,0	5,4	8,9	13,4
v _{gl} : 4 Versuch						
Torf						
w: 5 Versuche	83,4	128,0	160,6	18,8	27,1	34,6
v _{gl} : 4 Versuche						

Die Einzelergebnisse der Wassergehalts- und Glühverlustbestimmungen können den Bohrprofilen der Anlagen 3.1 bis 3.11 entnommen werden.

² DIN 18121-1: Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Wassergehalt - Teil 1: Bestimmung durch Ofentrocknung

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

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 4.1 dokumentiert.

Das Ergebnis der Trockensiebung zeigt, dass es sich beim aufgefüllten Sand (Entnahmetiefe 0,15 m bis 1,80 m u. GOK) um einen feinsandigen, grobsandigen, schwach schluffigen und schwach kiesigen Mittelsand bzw. einen stark mittelsandigen, schwach schluffigen Feinsand handelt, der gemäß DIN 18196⁵ der Bodengruppe SU zuzuordnen ist.

Die Ergebnisse der kombinierten Sieb- und Schlämmanalysen zeigen, dass es sich beim Klei (Entnahmetiefen zwischen 1,6 m und 5,3 m u. GOK) kornanalytisch um einen tonigen bis stark tonigen, schwach feinsandigen bis stark feinsandigen Schluff bzw. um einen stark schluffigen, feinsandigen, schwach mittelsandigen Ton bzw. um einen schwach feinsandigen Ton und Schluff handelt der gemäß DIN 18196 den Bodengruppen OU, OT bzw. TA zuzuordnen ist.

Bei den untersuchten Proben des gewachsenen Sandes (Entnahmetiefe zwischen 4,0 m und 10,0 m u. GOK) handelt es sich um einen stark feinsandigen, schwach schluffigen, schwach grobsandigen Mittelsand bzw. einen stark mittelsandigen bzw. einen stark mittelsandigen, schwach schluffigen, teilweise schwach grobkiesigen Feinsand, der nach DIN 18196 der Bodengruppe SU zuzuordnen ist bzw. um einen schwach feinsandigen bis stark feinsandigen, schwach grobsandigen bis stark grobsandigen Mittelsand, der nach DIN 18196 der Bodengruppe SE zuzuordnen ist.

4.4.3 Konsistenzen

Die Ergebnisse der Konsistenzgrenzenermittlungen gemäß DIN 18122-1⁶ können der Anlage 4.2 entnommen werden. Untersucht wurden zwei ungestörte Proben (UP) des Kleis aus der Bohrung PB1 aus Entnahmetiefen von 4,0 m bis 4,25 m (UP3) sowie 5,0 m bis 5,25 m (UP4).

Hinsichtlich der plastischen Eigenschaften handelt es sich nach dem Plastizitätsdiagramm von CASAGRANDE beim Klei um einen Boden oberhalb der A-Linie, also um einen ausgeprägt plastischen Ton (TA).

Die Plastizitätszahl wurde mit 46,7 % (UP3) sowie 36,6 % (UP4) bestimmt. Die Fließgrenze beträgt 78,2 % (UP3) sowie 62,5 % (UP4). Die Konsistenz wurde mit den gemessenen Wassergehalten der Proben von 67,3 % (UP3) sowie 57,2 % (UP4) als breiig bestimmt. Unter Berücksichtigung der von uns vor Ort durchgeführten Bodenansprache ist davon auszugehen, dass die Konsistenzgrenzenermittlung die Konsistenz etwas zu niedrig wiedergibt und eher eine weiche Konsistenz gegeben ist. Der Grund hierfür liegt in erster Linie in der möglichen Unschärfe bei der Bestimmung der Ausrollgrenze sowie erfahrungsgemäß auch im vorhandenen Organikanteil des Kleis.

⁴ DIN 18123: Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung der Korngrößenverteilung

⁵ DIN 18196: Erd- und Grundbau, Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke

⁶ DIN 18122: Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Zustandsgrenzen (Konsistenzgrenzen) - Teil 1: Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze

4.4.4 Kompressionsversuche

Kompressionsversuche gemäß DIN 18135⁷ wurden an 2 ungestörten Kleiprobe durchgeführt. Die Ergebnisse sind der Anlage 4.3 zu entnehmen; eine Übersicht ist in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 2: Ergebnisse der Kompressionsversuche

Tiefe	Wasser- gehalt w	Kompressi- onsbeiwert C _c	Konsolidati- onsbeiwert ¹⁾ c _v	Steifemodul ²⁾ E _s [MN/m ²]					
				Spannung [kN/m ²]					
[m u. GOK]	[%]	[-]	[m ² /a]	25	50	100	200	300	400
4,0 - 4,25	63,0	0,479	0,35 / 0,31 / 0,28	1. Belastung					
				0,66	0,84	1,20	1,92	2,64	3,66
				2. Belastung					
				3,61	3,83	4,28	5,17	-	-
5,0 - 5,25	70,4	0,550	0,28 / 0,25 / 0,21	1. Belastung					
				0,54	0,71	1,03	1,69	2,35	3,01
				2. Belastung					
				3,65	3,89	4,38	5,35	-	-

¹⁾ Laststufen der Zeitsetzung [kN/m²]: 1. Belastung – 24,5 bis 50 / 50 bis 101 / 101 bis 203

²⁾ Ermittlung als Tangentenmodul

Zur Abschätzung der Sekundärsetzung kann als ein Kriterium die Beziehung

$$s_{\text{sek}} = c_B \cdot h_1 \cdot \log(t/t_1)$$

mit: c_B Kriechbeiwert nach BUISMANN

h₁ Schichtdicke bei Abschluss der Primärkonsolidation

t betrachteter Zeitpunkt der Sekundärsetzung

t₁ Zeitpunkt zum Abschluss der Primärkonsolidation

herangezogen werden. Aus den vorliegenden Versuchsergebnissen der Kompressionsversuche lassen sich daraus die in der folgenden Tabelle aufgeführten Kriechbeiwerte ableiten:

⁷ DIN 18135: Baugrund - Untersuchung von Bodenproben - Eindimensionaler Kompressionsversuch

Tabelle 3: Kriechbeiwerte nach BUISMANN aus Kompressionsversuchen

Bodenart	Kriechbeiwert c_B [-]		
	(6 Zeitsetzungen)		
	Minimum	Mittelwert	Maximum
Klei	0,005	0,008	0,011

4.4.5 Flügelscherversuche

Zur Bestimmung der undrÄnirten Scherfestigkeit der Weichschichten wurden Flügelsondierungen mit der Laborflügelsonde an drei ungestörten Kleiprüben durchgeführt. Die Versuchsergebnisse sind Anlage 4.4 zu entnehmen.

Der Korrekturfaktor zur Bestimmung des Scherwiderstands c_{fu} wird gemäß DIN 4094-4⁸ näherungsweise anhand der Plastizitätszahl I_p und der Fließgrenze w_L aus den Konsistenzgrenzenbestimmungen ermittelt:

Bodenart	Plastizitätszahl I_p	Fließgrenze w_L	gewählter Korrekturfaktor μ
Klei	i. M. 41,9 %	i. M. 70,4 %	0,75

Die aus den Flügelscherversuchen abgeleiteten und korrigierten Werte der Flügelscherfestigkeit c_{fu} sind in folgender Tabelle zusammengefasst:

Tabelle 4: Ergebnisse der Flügelscherversuche

Tiefe	Wassergehalt w	max. Scherwiderstand c_{fv}	Korrekturfaktor μ	korrigierter Scherwiderstand c_{fu}	Restscherwiderstand c_{Rv}
[m u. GOK]	[%]	[kN/m ²]	[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
2,0 – 2,25	67,1	30,0	0,75	22,5	11,3
4,0 – 4,25	67,3	10,3	0,75	7,7	3,5
5,0 – 5,25	57,2	11,4	0,75	8,6	4,4

⁸ DIN 4094-4: Baugrund – Felduntersuchungen - Teil 4: Flügelscherversuche

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 LAGA⁹ 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 geschlossenen Vollzugs chemische Untersuchungen von 8 Bodenmischproben (MP) durchgeführt.

Dabei erfolgte eine getrennte chemische Untersuchung der humosen Oberböden nach BBodSchV, Wirkungspfad Boden-Mensch (4 MP) sowie der unterlagernden sandigen und bindigen Auffüllungen, Klei und Torfböden auf den Komplettumfang nach LAGA (Feststoff und Eluat) (4 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:

⁹ Mitteilung der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA), Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen – Technische Regeln Boden – Stand: 5. November 2004

Tabelle 5: Übersicht über die Ergebnisse der chemischen Analytik nach BBodSchV, Wirkungspfad Boden-Mensch, nur Bereich geschlossener Vollzug

Probenbezeichnung	Sondierpunkte	Untersuchungstiefe	Bodenart	Bemerkungen
MP1	BS28 – BS30	0,0 m bis 0,7 m unter GOK	Auffüllung, Sand, schluffig-stark schluffig, humos	Prüfwerte eingehalten (Z2 gem. LAGA: TOC)
MP2	BS20, BS21, BS27	0,0 m bis 0,7 m unter GOK	Auffüllung, Sand, schluffig-stark schluffig, humos	Prüfwerte eingehalten (Z2 gem. LAGA: TOC)
MP16	BS43 – BS45, BS59	0,0 m bis 0,25 m unter GOK	Auffüllung, Sand, schluffig-stark schluffig, humos	Prüfwerte eingehalten (Z2 gem. LAGA: TOC)
MP18	BS16 – BS19, BS22 – BS24, BS31 – BS33	0,0 m bis 0,6 m unter GOK	Auffüllung, Sand, schluffig-stark schluffig, humos	Prüfwerte eingehalten (Z2 gem. LAGA: TOC)

Tabelle 6: Übersicht über die Ergebnisse der LAGA-Analytik, nur Bereich geschlossener Vollzug

Probenbezeichnung	Sondierpunkte	Untersuchungstiefe	Bodenart	Zuordnung gem. LAGA	maßgebende Parameter
MP3	BS28 – BS30	0,5 m bis 1,9 m unter GOK	Auffüllung, Sand	Z0	-
MP4	BS17 – BS21, BS27	0,1 m bis 1,6 m unter GOK	Auffüllung, Sand	Z0	-
MP17	BS43 – BS45, BS59, BS60	0,1 m bis 2,95 m unter GOK	Klei	>Z2	pH-Wert, Sulfat, Nickel, TOC
MP19	BS15 – BS19, BS22 – BS24, BS31 – BS33	0,05 m bis 3,0 m unter GOK	Klei / Torf	>Z2	pH-Wert, Sulfat, TOC

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

4.6 Wasseranalytik

Aus der Bohrung PB1 wurden Wasserproben entnommen und durch das Labor GBA, Pinneberg, auf beton- und stahlangreifende Inhaltsstoffe gem. DIN 4030¹⁰ bzw. DIN 50929¹¹ untersucht. Die detaillierten Ergebnisse der Analysen sind der Anlage 5.2 zu entnehmen und in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

¹⁰ DIN 4030-1: Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden, und Gase – Teil 1: Grundlagen und Grenzwerte

¹¹ DIN 50929-3: Korrosion der Metalle; Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe bei äußerer Korrosionsbelastung; Rohrleitungen und Bauteile in Böden und Wässern

Tabelle 7: Übersicht über die Analysenergebnisse auf Beton- und Stahlaggressivität

Betonaggressivität gem. DIN 4030	Stahlaggressivität gem. DIN 50929	
	Mulden- und Lochkorrosi- onswahrscheinlichkeit	Flächenkorrosionswahr- scheinlichkeit
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.

Tabelle 8: Charakteristische Bodenkenngrößen

Bodenschicht	Wichte	Scherparameter ¹⁾	undrÄnierte 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: Auffüllung, sandig	18 / 10	32,5 / 0	0	20
S2: Klei	15 / 5	20 / 5	10	≥1,1
S3: Torf	12 / 2	17,5 / 5	10	≥0,6
S4: gewachsene Sande, locker bis mitteldicht	18 / 10	32,5 / 0	-	≥30
S5: gewachsene Sande, mind. mitteldicht	19 / 11	35 / 0	-	≥50
S6: Geschiebemergel ²⁾	22 / 12	30 / 10	≥150	≥40

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. Für den Geschiebemergel (Schicht S6 gem. Abschnitt 5.1), welcher nur indirekt erkundet wurde, ist die Angabe der kennzeichnenden Parameter und die Zuordnung in Homogenbereiche nicht möglich, so dass diese Schicht nachfolgend nicht berücksichtigt wird.

Tabelle 9: 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: Auffüllung, sandig	I A	II A	IIIA
S2: Klei	I B		
S3: Torf	I C	II B	III B
S4: gewachsene Sande, locker bis mitteldicht		II C	III C
S5: gewachsene Sande, mind. mitteldicht	I A	II D	III D

6 Folgerungen, Empfehlungen und Hinweise

6.1 Geotechnische Kategorie

Die Geotechnische Kategorie (GK) nach DIN 1054¹² 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 hohen 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. Fertigteilrammpfähle nach DIN EN 12699¹³, Vollverdrängungsbohrpfähle nach DIN EN 12699 oder Bohrpfähle nach DIN EN 1536¹⁴ in Frage. Als besonders wirtschaftlich sind hierbei Fertigteilrammpfähle 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

¹² DIN 1054: Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1

¹³ DIN EN 12699: Ausführung spezieller geotechnischer Arbeiten (Spezialtiefbau) - Verdrängungspfähle

¹⁴ DIN EN 1536: Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) - Bohrpfähle

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 zur Bestandsbebauung einzuhalten sind, um diese nicht durch die bei der Herstellung entstehenden Rammerschütterungen zu beschädigen. Den geringsten Abstand zur Bestandsbebauung weist das BHKW 1 auf, welches mit einem Abstand von ca. 20 m zum Gebäudebestand geplant ist. Aus Erfahrungen sowie überschläglichen bodendynamischen Berechnungen wird davon ausgegangen, dass eine Pfahlrammung mit einem Abstand von 20 m für den Gebäudebestand noch verträglich ist. Evtl. wäre bei der Rammung der Pfähle für das BHKW 1 eine messtechnische Überwachung (Schwingungsmessungen) im Bestandsgebäude in Verbindung mit einer Beweissicherung (s. Abschnitt 6.13) sinnvoll. Die übrigen geplanten Gebäude weisen einen Mindestabstand von 50 m zum Gebäudebestand auf, was als unkritisch gewertet werden kann, d.h. eine Beeinträchtigung oder Schädigung des Gebäudebestands ist nicht zu erwarten. 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 Bodenzug 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 Bohrröhres 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 12699¹⁵ 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.

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.

¹⁵ DIN EN 12699: Ausführung spezieller geotechnischer Arbeiten (Spezialtiefbau) - Verdrängungspfähle

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 -7 mNHN bis -9 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-Pfähle¹⁶ 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 10: 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:

-7,0 mNHN (Sozialtherap. Abteilung, Hafthaus 3, Hafthaus 4, Turnhalle, BEZ, Magistrale außer Bereich Verwaltung)

-8,0 mNHN (Verwaltung, Magistrale Bereich Verwaltung, Hafthaus 2, Pforten- und Besuchergebäude, BHKW 1)

-9,0 mNHN (Hafthaus 1)

Es wird empfohlen, die Pfähle nicht tiefer als -20,0 mNHN abzusetzen, da unterhalb dieses Niveaus mit den Drucksondierungen 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 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 Rammpfählen 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 Festle-

¹⁶ EA-Pfähle, Empfehlungen des Arbeitskreises Pfähle, Verlag Ernst & Sohn, 2012

gung endgültiger charakteristischer Pfahlwiderstände auf Grundlage der Ergebnisse statischer oder dynamischer Pfahlprobebelastungen 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 Pfahlprobebelastungen 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-Fertigteilrammpfahl (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 Pfahlprobebelastungen 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 (Geländeaufhöhen bzw. -angleichungen), insbesondere am Übergang zu den Gebäuden.

Bei den vorliegenden Bedingungen (vgl. Abschnitt 6.3) kann näherungsweise davon ausgegangen werden, dass auf dem Gelände innerhalb der derzeitigen Haftmauer die Setzungen in den Grundflächen der Gebäude so gering sein werden, dass ein Ansatz von negativer Mantelreibung nicht erforderlich ist. Dies gilt unter der Voraussetzung, dass auf dem Gelände innerhalb der derzeitigen Haftmauer keine umfangreichen flächigen Aufhöhungen des Geländes erfolgen, s. Abschnitt 3.

Außerhalb der derzeitigen Haftmauer wird aufgrund der erforderlichen Geländeaufhöhung und der daraus zu erwartenden Setzungen hingegen eine Berücksichtigung negativer 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. In nichtbindigen Schichten (aufgefüllte Sande) oberhalb von Weichschichten, die sich bei Belastung entsprechend der Setzung der unterlagernden Weichschicht ebenfalls setzen, wird empfohlen, für die negative Mantelreibung einen Wert von $\tau_{n,k} = 20 \text{ kN/m}^2$ anzusetzen.

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.

Dieses Geländeniveau ist auf dem Gelände der derzeitigen JVA bereits vorhanden, so dass voraussichtlich keine umfangreichen flächigen Aufhöhungen des Geländes erforderlich werden. Außerhalb der derzeitigen JVA auf den landwirtschaftlich genutzten Flächen wird zur Realisierung des vorgenannten Geländeniveaus von etwa +0,6 mNHN bis +1,2 mNHN hingegen eine Geländeaufhöhung von im Mittel etwa 1,0 m gegenüber dem Ist-Zustand erforderlich. Bei der Beurteilung der zu erwartenden Geländesetzungen ist daher zu unterscheiden in das Gelände innerhalb der derzeitigen Haftmauer (Gelände JVA) und das Gelände außerhalb der derzeitigen Haftmauer.

Auf dem Gelände innerhalb der derzeitigen Haftmauer sind die Gebäude „Turnhalle“, „Verwaltung“, „BEZ“, „Pforten- und Besuchergebäude“ sowie ein Teil der „Magistrale“ geplant. Für das Gelände innerhalb der derzeitigen Haftmauer wird davon ausgegangen, dass keine bzw. nur geringe Geländeaufhöhungen bis maximal etwa 0,5 m gegenüber dem Bestand erforderlich werden. Unter dieser Voraussetzung sind Geländesetzungen von

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

zu erwarten. In Bereichen ohne Geländeaufhöhung gegenüber dem Bestand sind keine Setzungen zu erwarten.

Auf dem Gelände außerhalb der derzeitigen Haftmauer sind die „Hafthäuser“ 1 bis 4, die „sozialtherapeutische Abteilung“ sowie ein Teil der „Magistrale“ geplant. Für das Gelände außerhalb der derzeitigen Haftmauer wird davon ausgegangen, dass eine Aufhöhung von im Mittel etwa 1,0 m gegenüber dem Bestand erforderlich wird. Unter dieser Voraussetzung sind je nach lokal unterschiedlicher Weichschichtmächtigkeit Geländesetzungen in einer Bandbreite von etwa

$$4 \text{ cm} \leq s_{\text{Gel}} \leq 10 \text{ cm}$$

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 je nach Lage innerhalb oder außerhalb der derzeitigen Haftmauer für Setzungsunterschiede entsprechend der o. g. Größtwerte 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, insbesondere im Bereich außerhalb der derzeitigen Haftmauer, 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 Frostschutzschicht, ist ein Verformungsmodul von mind. $E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen. Die hierfür erforderlichen Maßnahmen werden wie folgt beurteilt.

Auf dem Gelände der JVA sind i. d. Regel bis in ausreichende Tiefen die relativ gut tragfähigen aufgefüllten Sande vorhanden. Hier wird es mit entsprechender Verdichtungsarbeit i. d. Regel möglich sein, auf dem Planumsniveau den geforderten E_{v2} -Wert nachzuweisen. Bodenaustauschmaßnahmen unterhalb des Planumsniveaus (Planum = UK Frostschutzschicht) werden dann überwiegend nicht erforderlich.

Außerhalb der JVA steht direkt unterhalb des Oberbodens 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 Baugrubensohnniveau von $\pm 0,0 \text{ mNHN}$ ausgehoben werden muss.

Auf dem Gelände der JVA beträgt die Geländehöhe im Ist-Zustand im Mittel etwa +1,0 mNHN, so dass die Baugrubentiefen dann im Mittel etwa 1,0 m betragen werden. Die Baugruben können

unter Beachtung der Regelungen der DIN 4124¹⁷ geböscht ausgeführt werden, wobei ein Böschungswinkel von 45° nicht überschritten werden sollte.

Außerhalb der JVA, auf den derzeit noch landwirtschaftlich genutzten Flächen, beträgt das Geländeniveau im Mittel ca. $\pm 0,0$ mNHN, zum Teil auch darunter. Da somit das Geländeniveau auf dem erforderlichen Baugrubensohlniveau oder sogar noch tiefer liegt, ist 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 Siele¹⁸ (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.

Die erforderlichen Grabentiefen betragen dann innerhalb der JVA bei einem Niveau der Ist-GOK von ca. $+1,0$ mNHN etwa $1,5$ m bis $2,5$ m. Unter der Annahme, dass außerhalb der JVA die Verlegung der Rohrleitungen erst nach der Geländeaufhöhung erfolgen wird, sind hier ähnliche Grabentiefen erforderlich.

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 Kanaldielenverbau zu empfehlen. Die Angaben zur Wasserhaltung in Abschnitt 6.6.2 sind zu berücksichtigen.

6.6 Wasserhaltung

6.6.1 Wasserhaltung für die Herstellung der Gebäude

Da die Gebäude nicht unterkellert werden sollen und die Aushubtiefen der Baugruben relativ gering sind (s. Abschnitt 6.5.1) wird davon ausgegangen, dass i. d. Regel offene Wasserhaltungsmaßnahmen zur Fassung des Tagwassers, bestehend aus Dränagesträngen und Pumpensümpfen, ausreichen.

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.

¹⁷ DIN 4124: Baugruben und Gräben – Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten

¹⁸ ZTV Siele - Hamburg: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen für den Bau von Sielen, Ausgabe 01.03.2015

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. Bei den z. T. angetroffenen geringen Kleimächtigkeiten (siehe z.B. BS 33, BS 47, BS 48) sind auf dem Niveau der Baugrubensohle jedoch lokal auch bereits die grundwasserführenden Sande zu erwarten. In den Sanden sind nach den durchgeführten Pegelmessungen (s. Anlage 8) 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 Vakuumpfilterbrunnen einer Vakuumpwasserhaltung in Frage. Zusätzlich werden offene Wasserhaltungsmaßnahmen in den Gräben zur Fassung des Tagwassers erforderlich.

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

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

6.6.3 Wasserhaltung für die Verfüllung des Ringgrabens und für das Wasserbauwerk

Je nach geplantem Bauverfahren für die Verfüllung des Ringgrabens kann der Einsatz einer Grundwasserabsenkung mittels Vakuumpfilterbrunnen einer Vakuumpwasserhaltung erforderlich werden, siehe Abschnitt 6.9.

Für die Herstellung des Wasserbauwerks (s. Abschnitt 6.10) wird ebenfalls eine Grundwasserabsenkung erforderlich, welche vorzugsweise mittels Vakuumpfilterbrunnen einer Vakuumpwasserhaltung ausgeführt werden kann.

6.6.4 Ableitung des geförderten 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 erdbe-rührter Bauteile gem. DIN 18533-1¹⁹ 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

Innerhalb der JVA wurden Oberbodenstärken von im Mittel ca. 0,4 m festgestellt. Außerhalb der JVA 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 Vernässung durch entsprechende Entwässerungsmöglichkeiten zu verhindern. Weiterhin ist von einer Befahrung mit schwerem Gerät abzusehen.

¹⁹ DIN 18533-1: Abdichtung von erdbe-rührten Bauteilen – Teil 1: Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze

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 innerhalb JVA

Auf dem Gelände der JVA stehen ab GOK unterhalb des Oberbodens zunächst etwa 1,5 m bis 2,0 m mächtige sandige Auffüllungen an. Dieser Boden wird bei den Baumaßnahmen innerhalb der JVA anfallen.

Es ist nach den Ergebnissen der chem. Analysen davon auszugehen, dass, sofern der Oberboden komplett entfernt wird, die unterlagernde sandige Auffüllung chemisch nicht bzw. nur gering belastet ist (LAGA Z0 oder Z1). Dann könnte dieser Boden zwischengelagert werden und zur Verfüllung z. B. vom Ringgraben oder an anderer Stelle verwendet werden.

Umgang mit Bodenaushub, Qualität der anstehenden Böden außerhalb JVA

Auf dem Gelände außerhalb der JVA steht ab GOK unterhalb des Oberbodens überwiegend Klei, in geringerem Umfang auch Torf, an. Diese Böden werden bei den Baumaßnahmen außerhalb der JVA 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 nordöstli-

chen 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 Maßnahmensgebiet 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

Insbesondere im Bereich außerhalb der JVA, auf den derzeit noch landwirtschaftlich bewirtschafteten Flächen, 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 und Verkehrsflächen) 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 6.14.

6.9 Verfüllung des Ringgrabens

Im Zuge der Baumaßnahme ist es vorgesehen, den vor der bestehenden Haftmauer vorhandenen Graben zu verfüllen. Ein Aufmaß des bestehenden Grabens mit Querprofilen inkl. der Kenntnis der Wassertiefen etc. ist nicht vorhanden. Auf Grundlage des vorliegenden Kenntnisstandes werden für die Verfüllung des Grabens die beiden nachfolgend beschriebenen Bauverfahren als möglich angesehen.

Möglichkeit 1: Grundwasserabsenkung, Sohlschlickräumung, Verfüllung im Trockenen

Bei diesem Verfahren erfolgt die Schlickräumung und Grabenverfüllung in Teilabschnitten von z. B. 50 m Länge. Die Teilabschnitte sind mit provisorischen Dämmen voneinander zu trennen. Zunächst wird auf dem zu verfüllenden Teilabschnitt eine Grundwasserabsenkung mittels beidseits des Grabens angeordneter Kleinfiterbrunnen durchgeführt, um beim anschließenden Lenzen des Grabens einen hydraulischen Grundbruch zu vermeiden. Nach dem Lenzen des Grabens wird der Sohlschlick bis zum unterlagernden gewachsenen Boden ausgehoben und zur Entsorgung abgefahren. Anschließend erfolgt eine lagenweise Verfüllung mit Sand bis zum Zielniveau von etwa +1,0 mNHN.

Möglichkeit 2: Verfüllung ohne Grundwasserabsenkung und Belassen des Sohlschlicks

Der Graben wird direkt mit Sand verfüllt, ohne vorher zu Lenzen und den Schlick zu entnehmen. Die Verfüllung kann entweder vor Kopf erfolgen oder mit Baugerät, welches seitlich neben dem Graben steht, wird der Sand mit der Baggerschaufel im Graben abgesetzt. Bei beiden Verfahren sind unkontrollierte Verdrängungen und Verquetschungen des Sohlschlicks zu erwarten, die später zu entsprechenden im Vorhinein nicht prognostizierbaren Setzungen führen können. Zudem ist bei der Variante „vor Kopf“ die Standsicherheit des Baugeräts gesondert zu betrachten. Um die Setzungsproblematik zu reduzieren, wäre es erforderlich, einen Vorbelastungsdamm spiegelbildlich dem vorherigen Grabenprofil aufzubringen und diesen eine (auf Grundlage von Zeit-Setzungsberechnungen errechnete) definierte Liegezeit dort zu belassen. In jedem Fall wäre bei der Ausführung dieser Möglichkeit zunächst eine Grundlagenermittlung in Form von Querprofilaufmaßen, Lotungen der Wassertiefen sowie Erkundung der Schlickmächtigkeiten des Grabens erforderlich. Auf dieser Grundlage sollte dann eine gesonderte geotechnische Planung der Grabenverfüllung erfolgen. Der Vorteil dieser Möglichkeit besteht in der möglichen Einsparung der vergleichsweise hohen Kosten der Schlickräumung / Schlickentsorgung sowie der Kosten der Wasserhaltungsmaßnahmen.

6.10 Wasserbauwerk für die Zufahrt zum Gelände

Im Süden des Maßnahmengebiets ist die Schaffung einer Zufahrt über den vorhandenen Ringgraben vorgesehen. Hierfür soll gem. Unterlage U7 der Ringgraben mit einem HAMCO-Maulprofil (Spannweite 3,02 m / Höhe 2,06 m) auf einer Länge von etwa 60 m verrohrt werden. Um die Bettung für das Rohr zu schaffen, ist der Aushub einer Baugrube bis -3,40 mNHN vorgesehen. Auf der Baugrubensohle soll gem. Unterlage U7 dann eine Bettung aus Kies und seitlich neben dem Rohr sowie über dem Rohrscheitel eine Kiessandschüttung gem. Herstellervorgaben aufgebracht werden. Das Niveau der Zufahrt (OK Fahrbahn) soll ca. +0,80 mNHN betragen.

Um die Zufahrt wie beschrieben herstellen zu können, wird zunächst eine Absenkung des Grundwassers erforderlich, wobei das Absenkmaß ausgehend vom Ruhegrundwasserstand (ca. -0,5 mNHN bis -0,7 mNHN) ca. 3,0 m betragen muss. Die Absenkung kann vorzugsweise mittels Kleinfiterbrunnen einer Vakuumanlage erfolgen, die beidseits des Grabens angeordnet werden. Um den Grabenabschnitt lenzen zu können, ist beidseits des geplanten Bauwerks der vorhandene Ringgraben abzdämmen, z. B. mittels Spundwänden oder ggf. auch mittels Dämmen aus Sand oder Sandsäcken.

Anschließend ist die Baugrube zu Lenzen und gem. der Soll-Geometrie entsprechend Unterlage U7 auszuheben. Die Verfüllung und der Einbau des Maulprofils erfolgen dann gem. Herstellerangaben.

Aufgrund der Verfüllung mit sandigem Material werden gegenüber dem Ist-Zustand zusätzliche Lasten auf den Untergrund aufgebracht, die zu Setzungen führen werden. Auf Grundlage exemplarisch durchgeführter Setzungsberechnungen wird davon ausgegangen, dass diese Setzungen etwa $5 \text{ cm} \leq s \leq 10 \text{ cm}$ betragen werden. Für das flexibel konstruierte Hamco-Maulprofil wird davon ausgegangen, dass die angegebenen Setzungen unproblematisch sind. Auf der Zufahrt können sich im Bereich des ehemaligen Grabens jedoch entsprechende Setzungsmulden einstellen, was ggf. ein Nacharbeiten der Oberflächenbefestigung erforderlich machen kann. Wollte man dies sicher verhindern, bestünde die Möglichkeit, temporär einen Vorbelastungsdamm spiegelbildlich dem vorherigen Grabenprofil aufzubringen und diesen eine (auf Grundlage von Zeit-Setzungsberechnungen errechnete) definierte Liegezeit dort zu belassen.

6.11 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 Merkblatt²⁰ 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.

6.12 Sicherung der Nachbarbebauung

Bei der Nachbarbebauung handelt es sich zum einen um die Bestandsgebäude der JVA, die sich westlich an das Maßnahmenggebiet 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.

²⁰ Merkblatt „Methan aus Weichschichten, sicheres Bauen bei Bodenluftbelastung“ der Freien und Hansestadt Hamburg, Behörde für Umwelt und Energie (BUE), Amt für Umweltschutz, Abteilung Bodenschutz / Altlasten, September 2016

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.

6.13 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 6.12).

6.14 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 in Bereichen mit anstehendem Klei (v. a. außerhalb JVA) jeweils eine mindestens 0,2 m dicke durchgehende Sandpolsterschicht aufgebracht werden. Diese dient als Dränschicht 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 a) Jugendanstalt (geschlossener Vollzug) mit den Baumaßnahmen innerhalb der künftigen Haftmauer und des Wasserbauwerks im Zufahrtsbereich.

Der Baugrund im Bereich des geplanten geschlossenen Vollzugs ist überwiegend gekennzeichnet von oberflächennah anstehenden aufgefüllten Sanden, die durch Klei und lokal Torf sowie anschließend durch gewachsene Sande unterlagert werden. Außerhalb des Geländes der JVA stehen die bindigen Schichten überwiegend direkt unterhalb des Oberbodens an. 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 Bodenkenngößen, 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.

Die bis zu ca. 1,0 m tiefen Baugruben für die Herstellung der Gebäude können geböscht ausgeführt werden, 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 sowie zur Wasserhaltung für die Verfüllung des Ringgrabens und für das

Wasserbauwerk werden in Abschnitt 6.6 beschrieben. Angaben zur Trockenhaltung des Gebäudes enthält Abschnitt 6.7.

Empfehlungen zum Erdbau, zur Verfüllung des Ringgrabens, für die Herstellung des Wasserbauwerks für die Zufahrt zum Gelände, zur Gasdrainage, zur Sicherung der Nachbarbebauung sowie zur Beweissicherung sind in den Abschnitten 6.8 bis 6.13 enthalten.

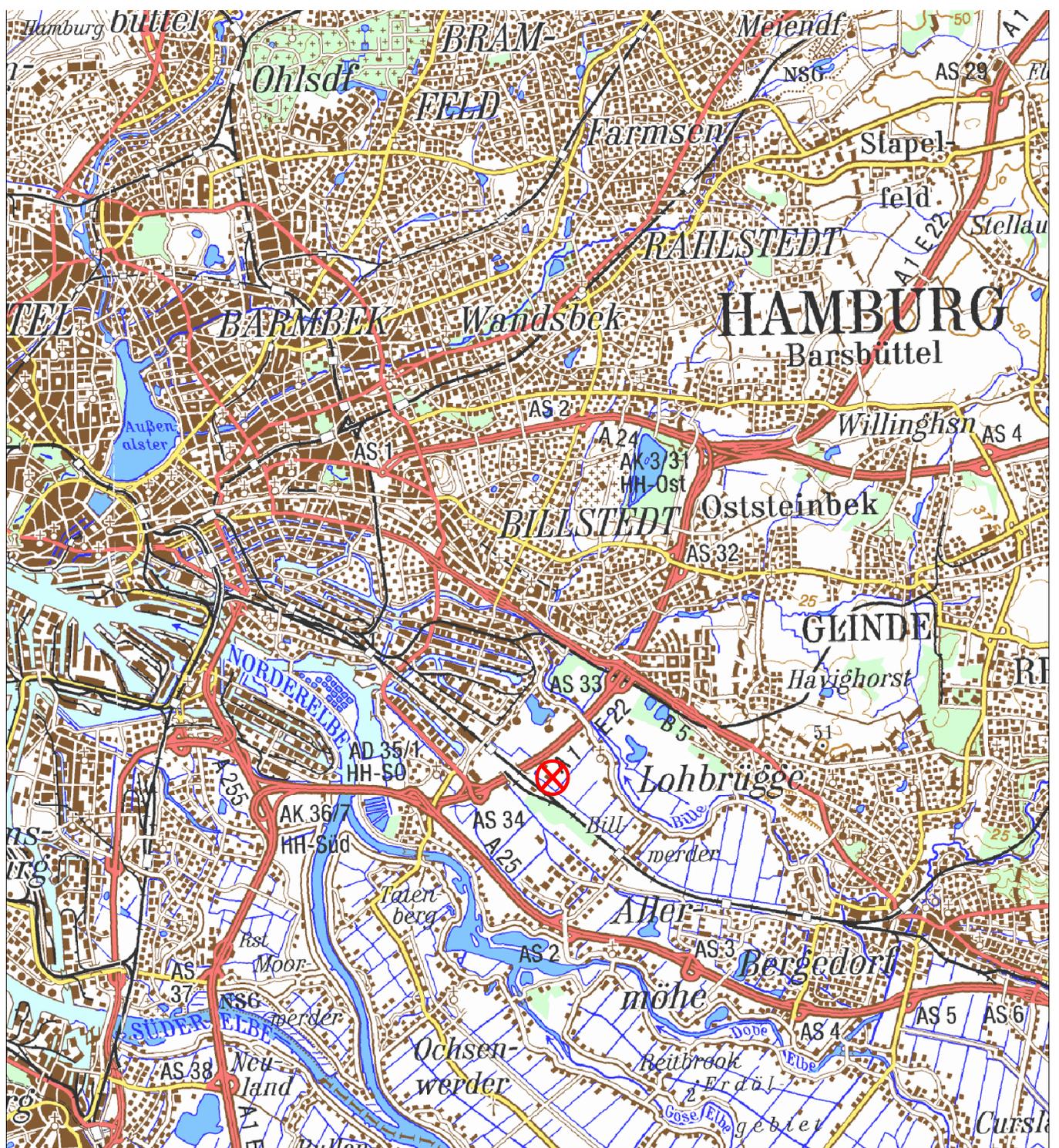
Abschnitt 6.14 enthält ergänzende Geotechnische Hinweise.

Kempfert Geotechnik GmbH



Anlage 1

Übersichtslageplan



Plangrundlage: Topographische Karte 1:200.000 Hamburg

Legende:



Untersuchungsgebiet

Neubau Jugendanstalt Hamburg
 Geotechnischer Bericht geschlossener Vollzug
 Übersichtslageplan

Anlage 2

Lageplan der Untergrundaufschlüsse



Legende Baugrundaufschluss:

geschlossener Vollzug

-  **BS** Kleinrammbohrung
-  **PB** Bohrung, ausgebaut zum 4" Pegelbrunnen
-  **DS** Drucksondierung
-  **DPH** Schwere Rammsondierung

weitere Teilprojekte

-  **BS** Kleinrammbohrung
-  **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
Burchardstraße 8
20095 Hamburg

Auftragnehmer



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

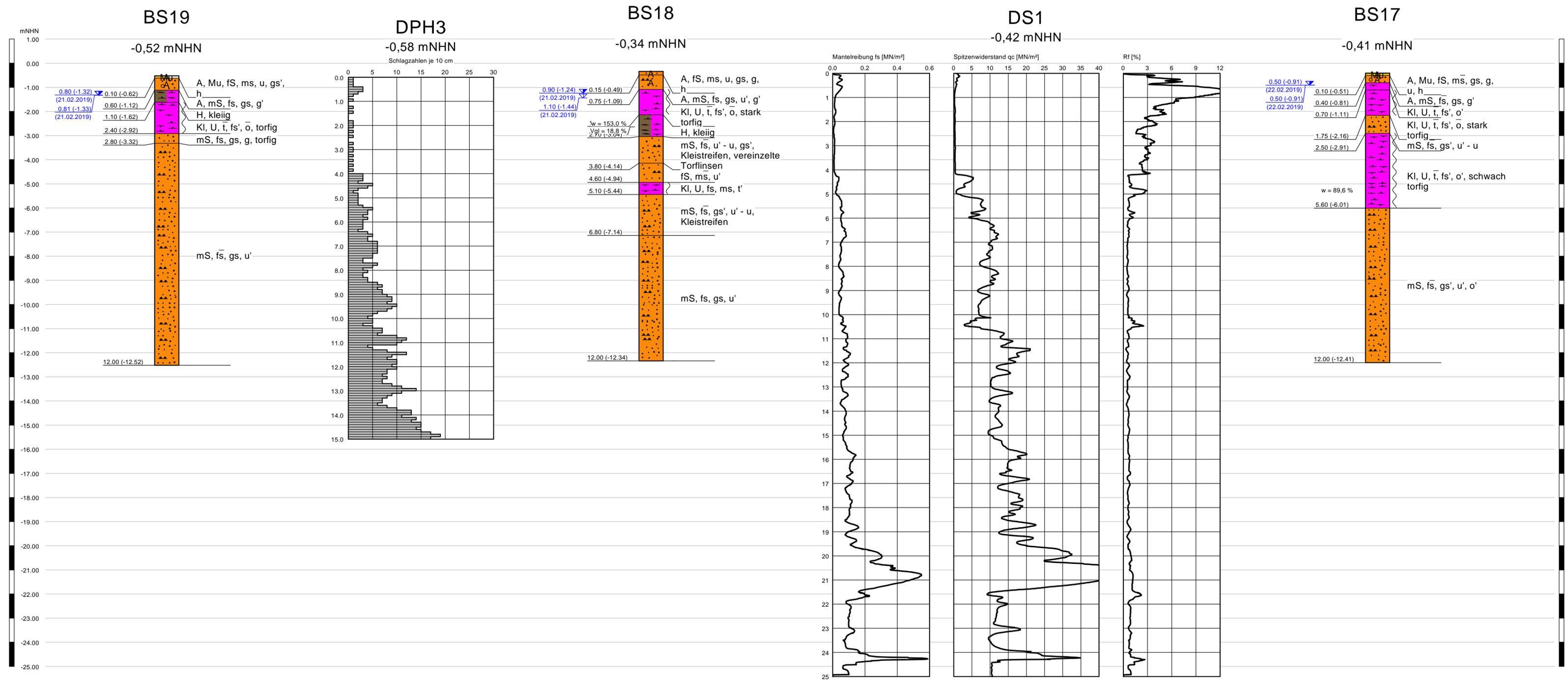
Projekt
Neubau Jugendanstalt Hamburg
 Geschlossener Vollzug
 Geotechnischer Bericht

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

A	Auffüllung (A)		Geschiebelehm (Lg)
Mu	Mutterboden (Mu)		Geschiebemergel (Mg)
	Torf/humos (H/h)		Klei (Kl)
	Kies/kiesig (G/g)		Schlack (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
Wir bewegen Immobilien
Burchardstraße 8
20095 Hamburg

Auftragnehmer

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

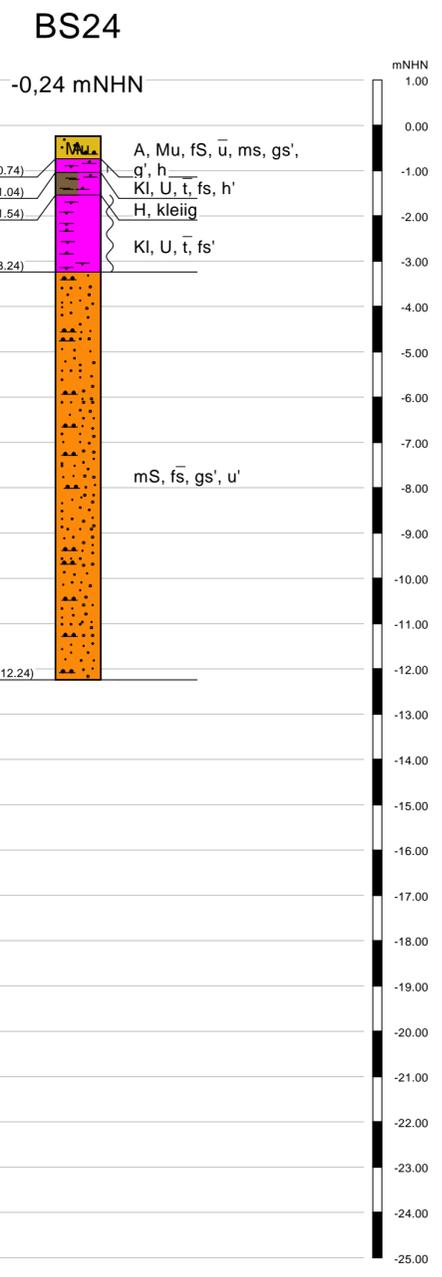
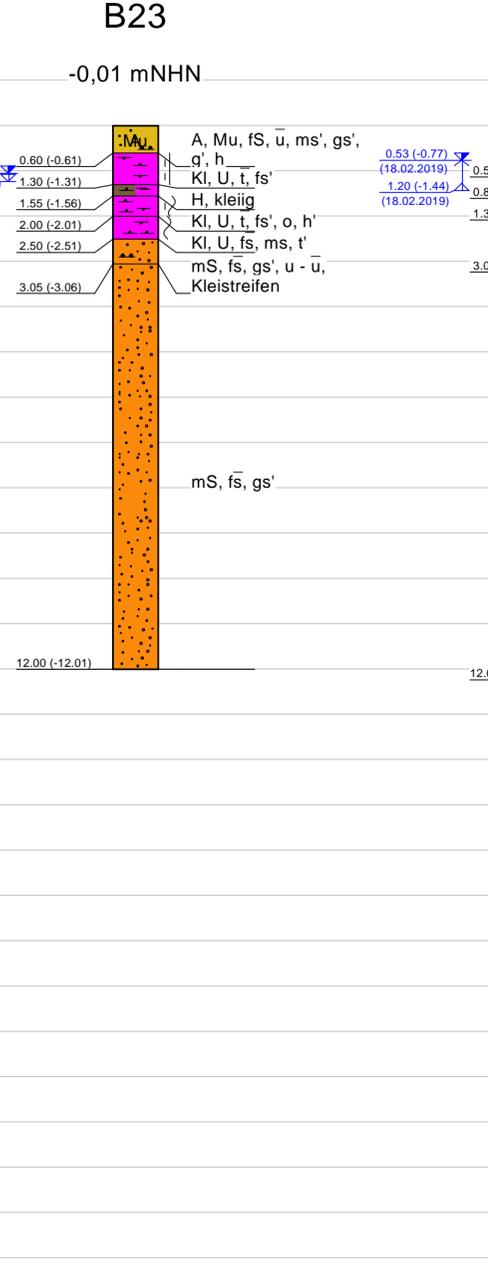
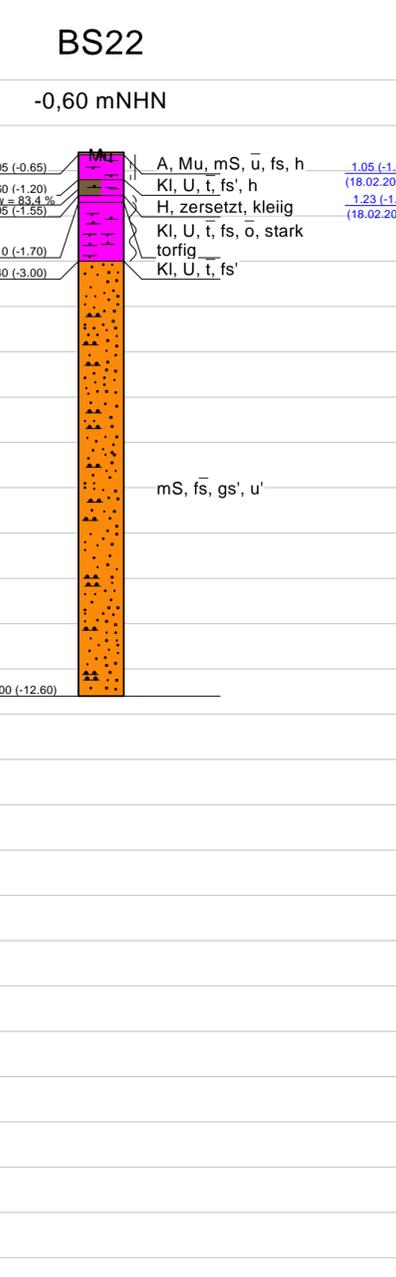
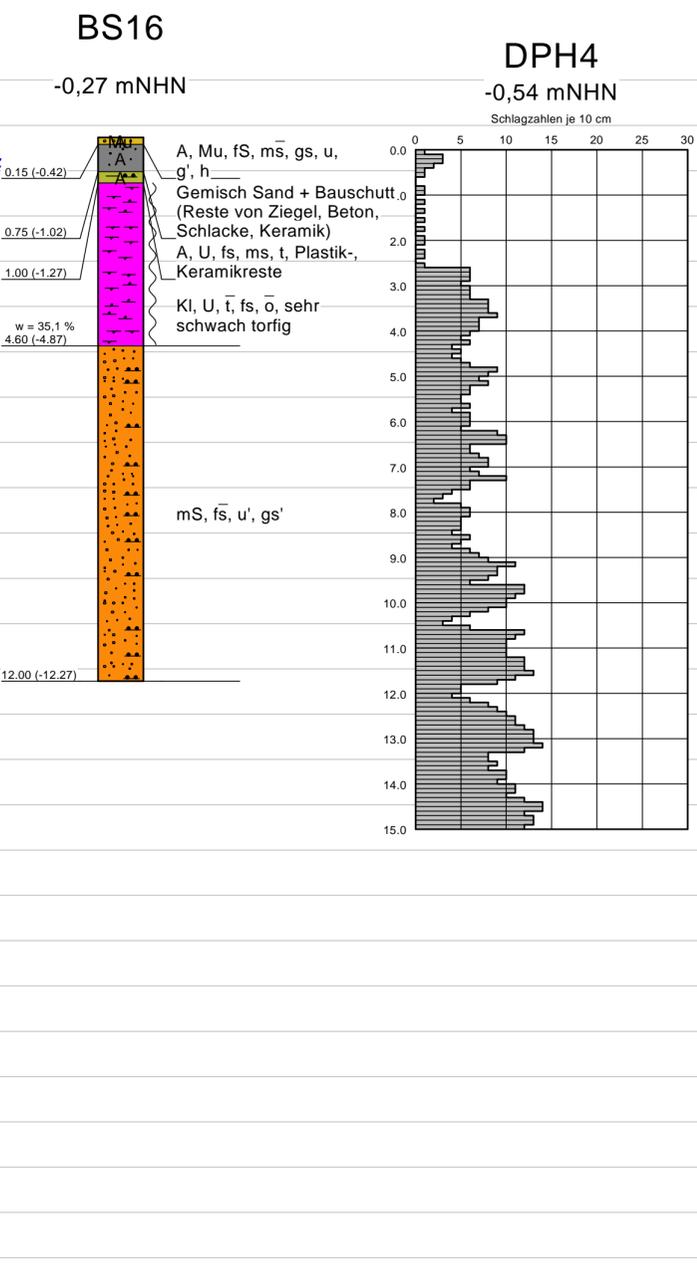
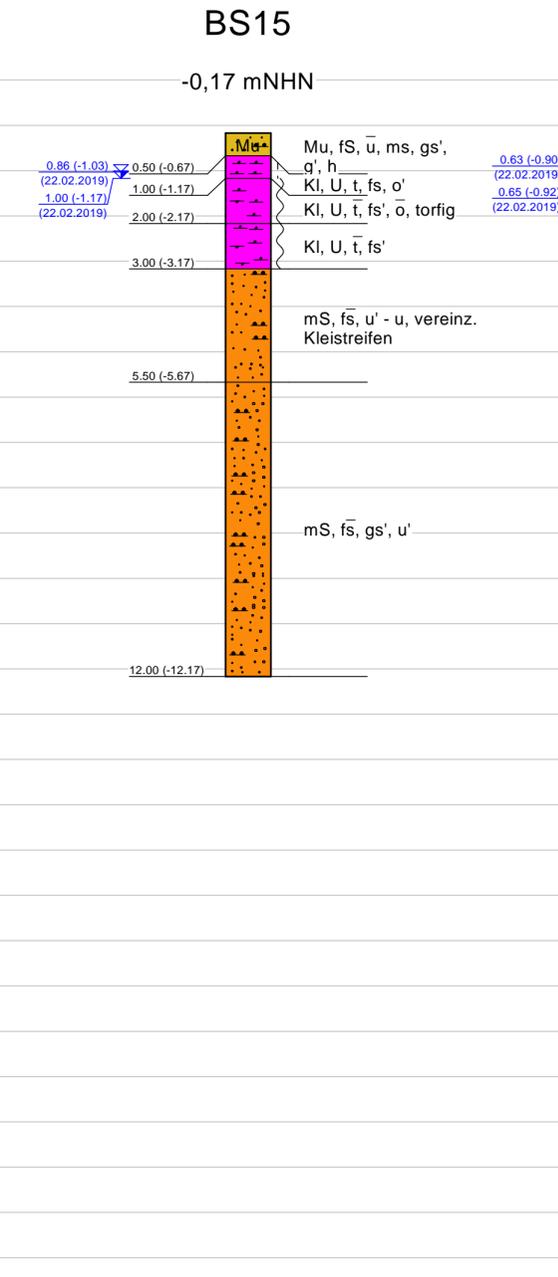
Projekt

Neubau Jugendanstalt Hamburg
Geschlossener Vollzug
Geotechnischer Bericht

Planinhalt

Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse
Sozialtherapeutische Abteilung

Az.	325.0/19	Bearbeiter	sh/hv	Datum:	10.04.2019
Maßstab	1:100	Blattformat	875 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
-------	----------------------------	------------	-------

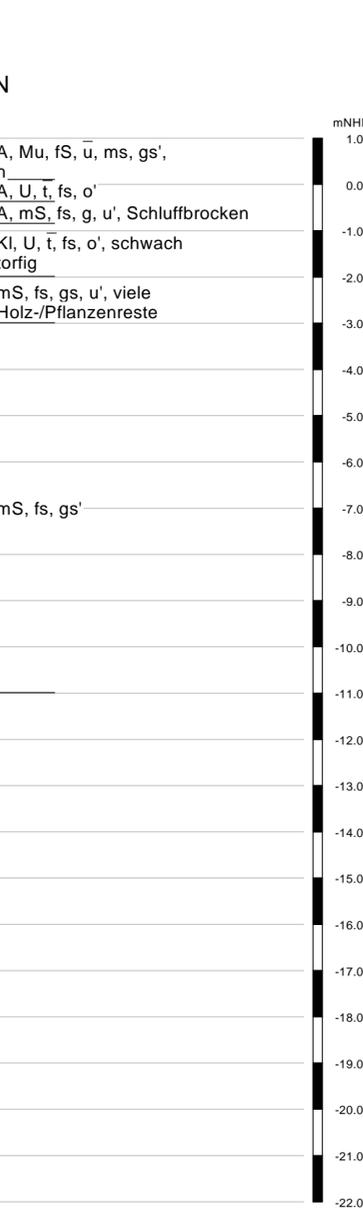
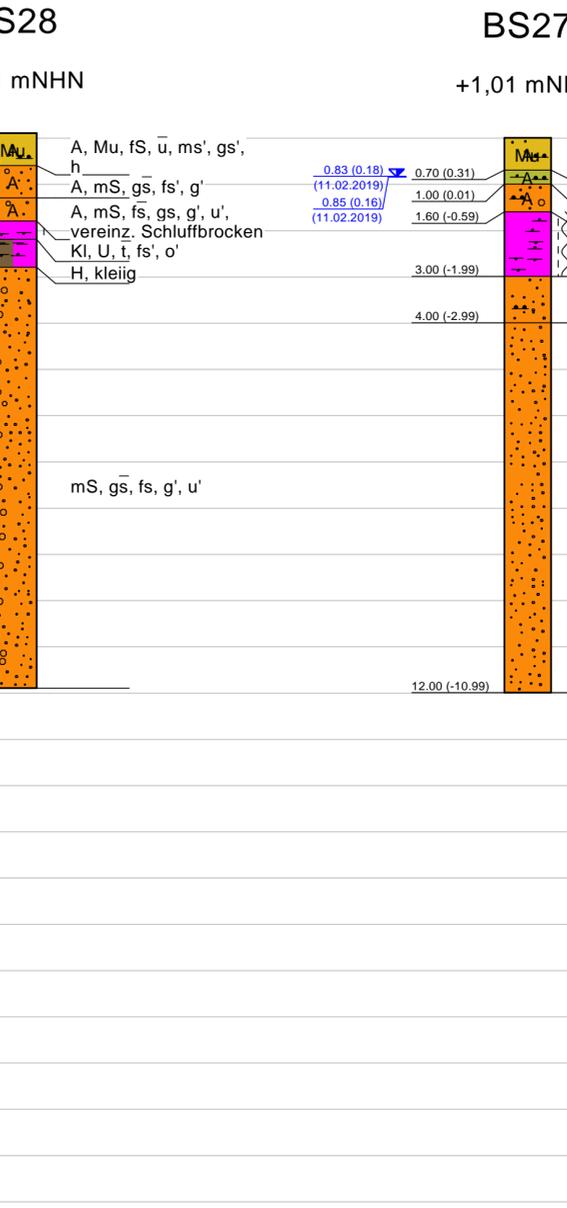
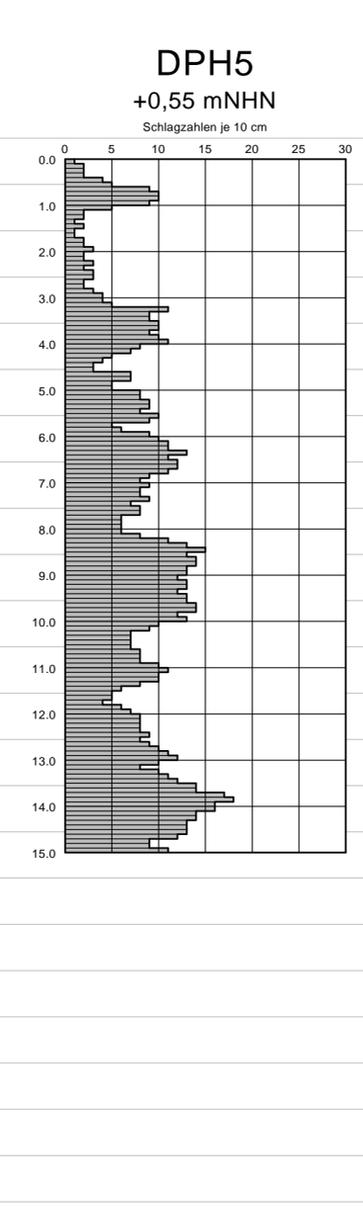
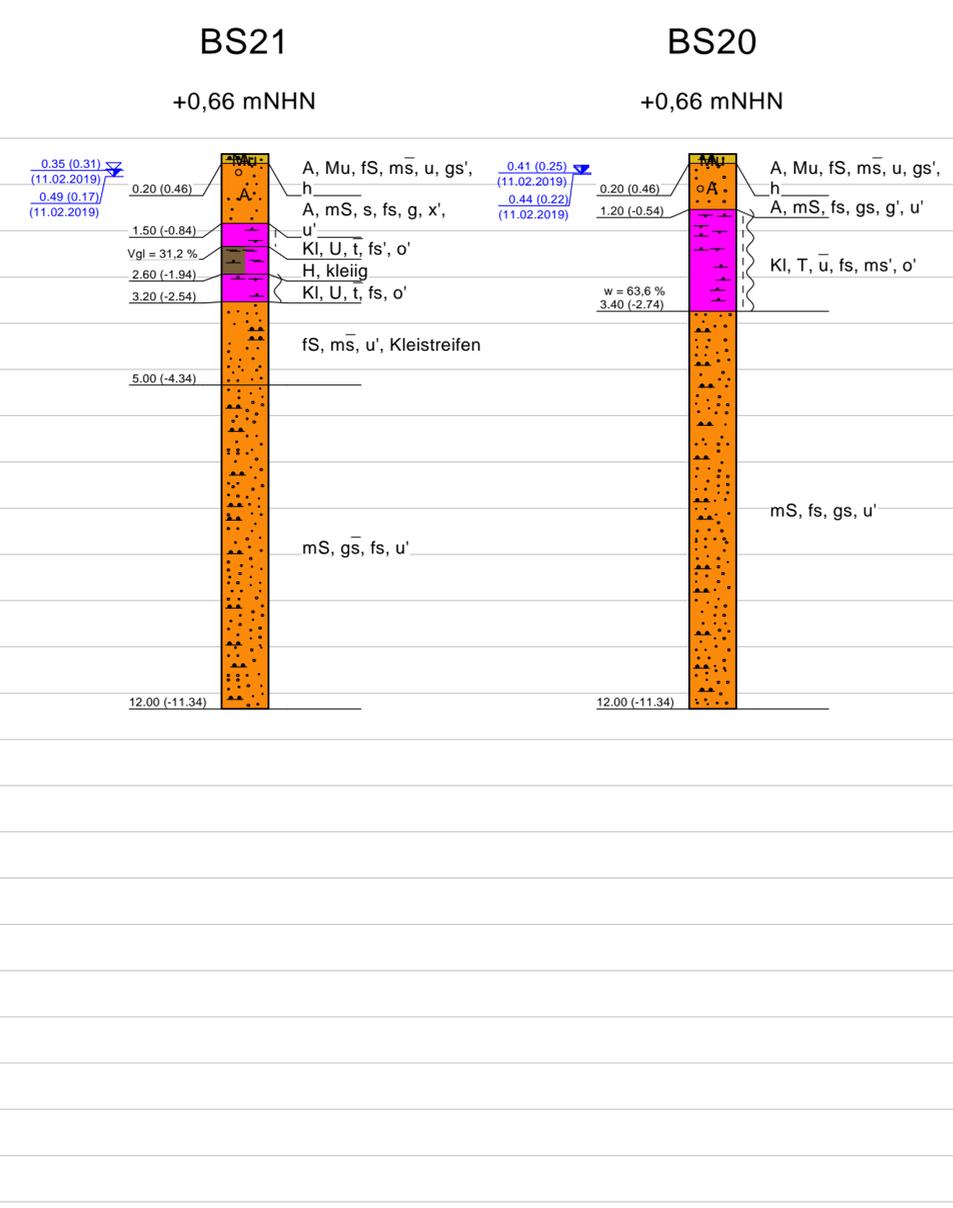
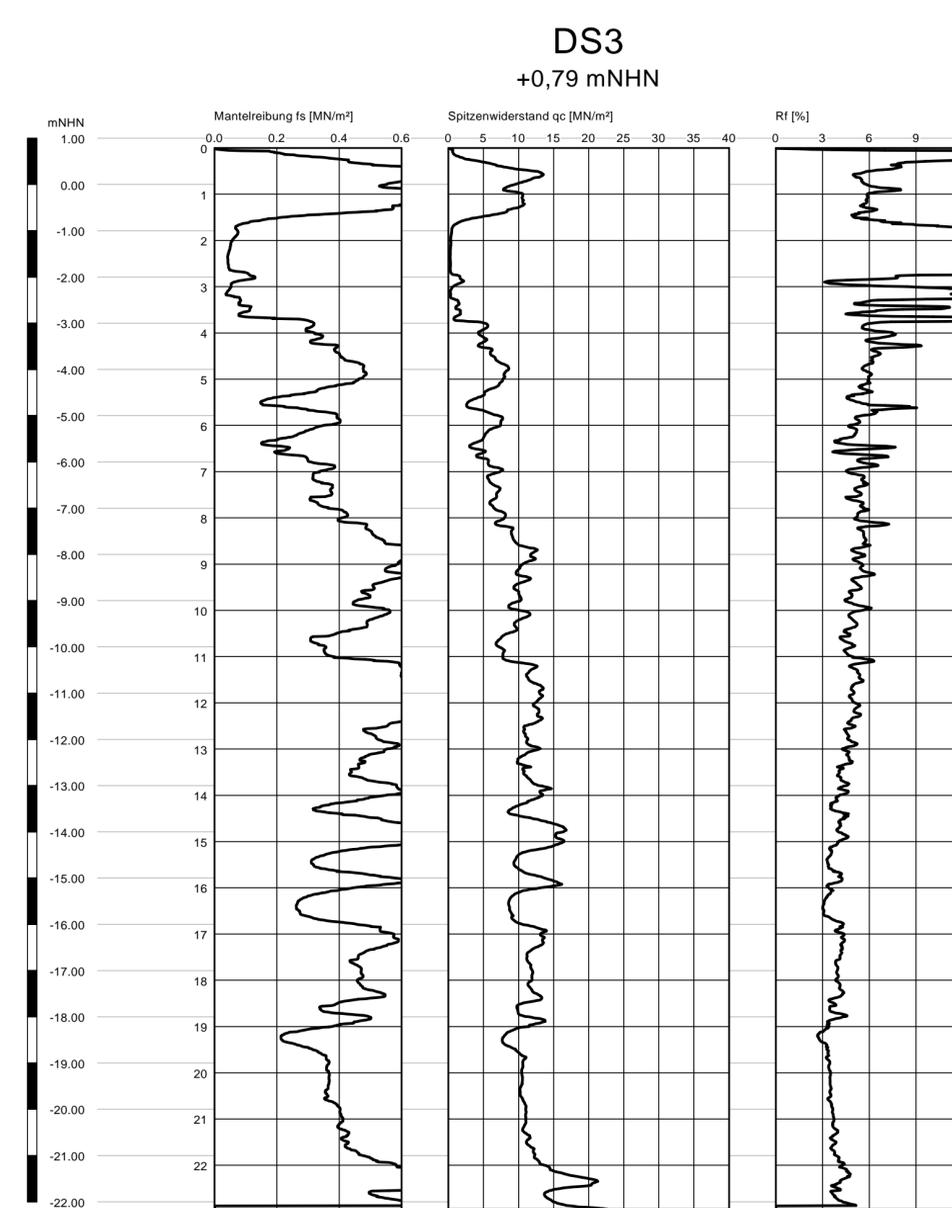
Auftraggeber
 Sprinkenhof GmbH
 Burchardstraße 8
 20095 Hamburg

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

Projekt
 Neubau Jugendanstalt Hamburg
 Geschlossener Vollzug
 Geotechnischer Bericht

Planinhalt
 Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse
 Hafthaus 4

Az.	325.0/19	Bearbeiter	sh/hv	Datum:	10.04.2019
Maßstab	1:100	Blattformat	1025 x 297 mm	Anlagen Nr.	3.2



Bodenart

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

Konsistenz

Wasserstände

- GW Ruhe
- GW Bohrende
- GW angebohrt
- GW versickert
- GW angestiegen

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

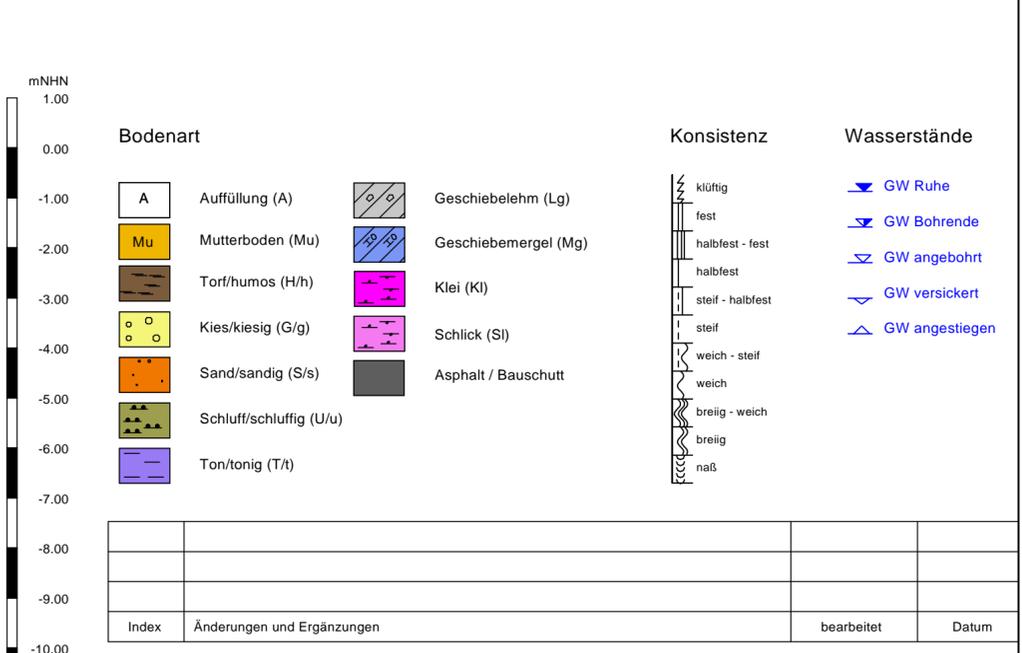
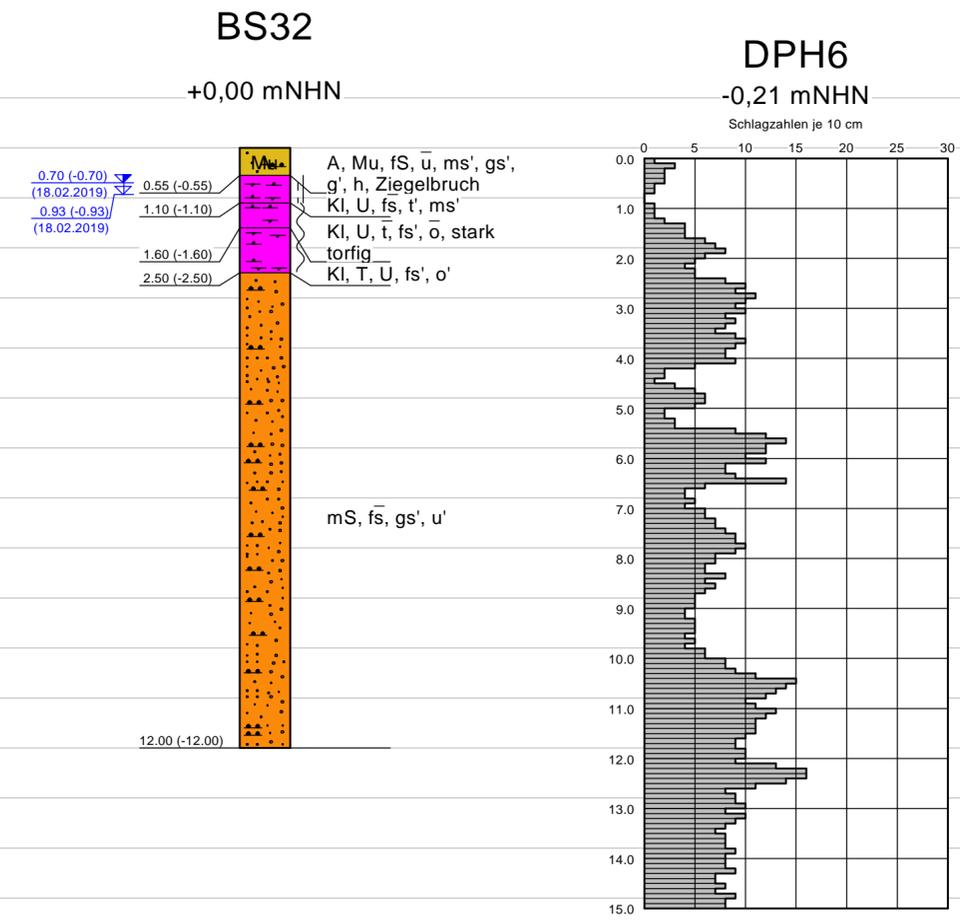
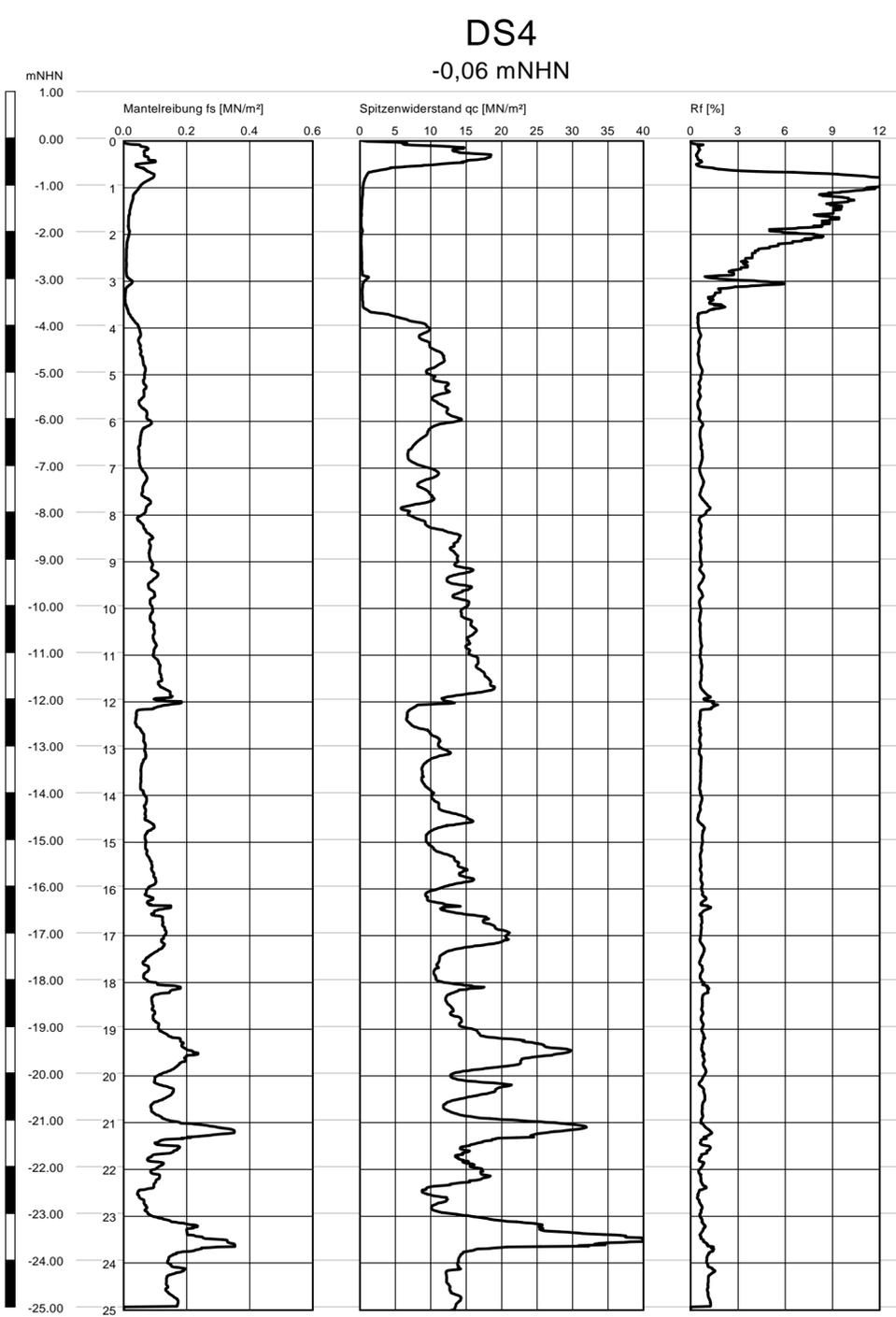
Auftraggeber
Sprinkenhof GmbH
Burchardstraße 8
20095 Hamburg

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

Projekt
Neubau Jugendanstalt Hamburg
Geschlossener Vollzug
Geotechnischer Bericht

Planinhalt
Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse
Turnhalle

Az.	325.0/19	Bearbeiter	sh/hv	Datum:	10.04.2019
Maßstab	1:100	Blattformat	970 x 297 mm	Anlagen Nr.	3.3



Auftraggeber
Sprinkenhof GmbH
Burchardstraße 8
20095 Hamburg

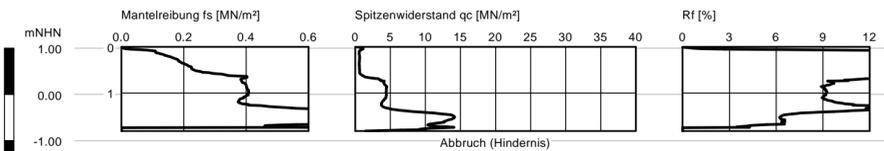
Auftragnehmer
Kempfert + Partner Geotechnik
Kempfert Geotechnik GmbH
Hasenhöhe 128
D-22587 Hamburg
www.kup-geotechnik.de

Projekt
Neubau Jugendanstalt Hamburg
Geschlossener Vollzug
Geotechnischer Bericht

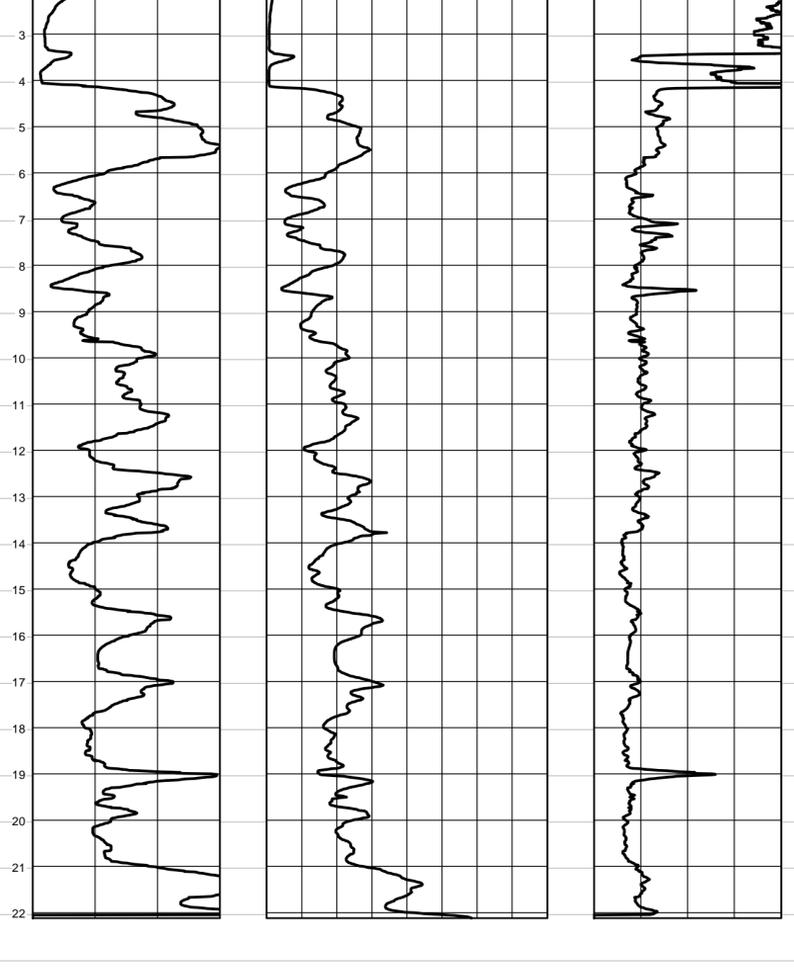
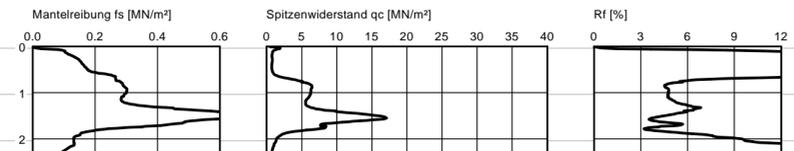
Planinhalt
Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse
Hafthaus 3

Az.	325.0/19	Bearbeiter	sh/hv	Datum:	10.04.2019
Maßstab	1:100	Blattformat	825 x 297 mm	Anlagen Nr.	3.4

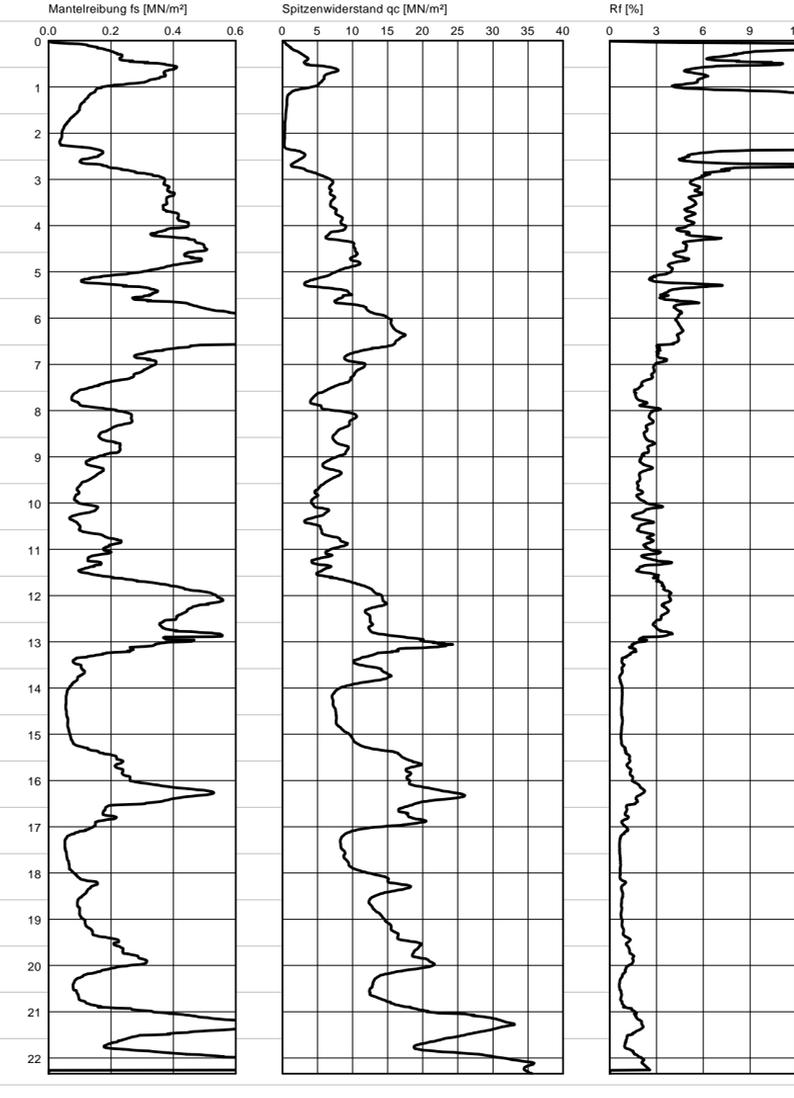
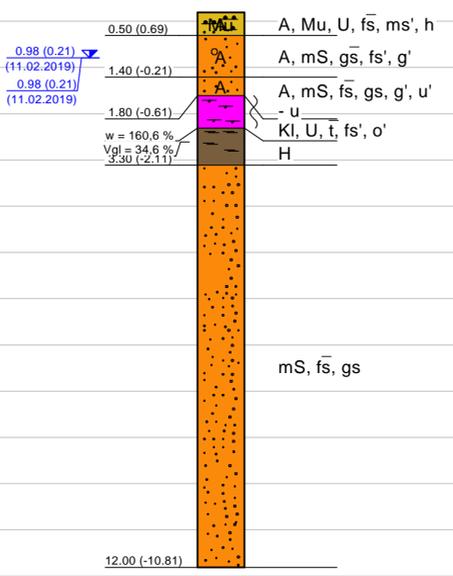
DS6a
+1,03 mNHN



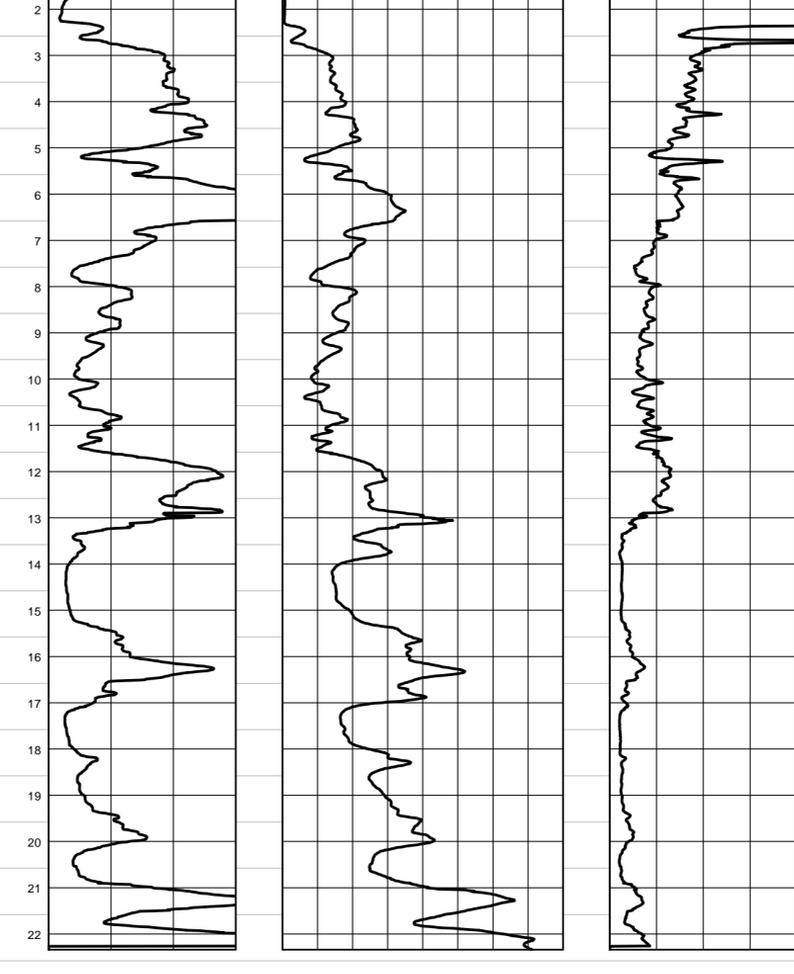
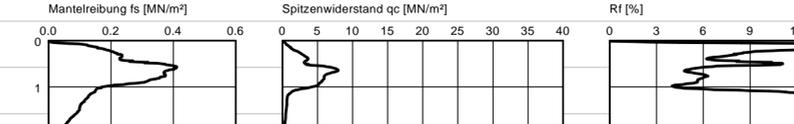
DS6b
+1,04 mNHN



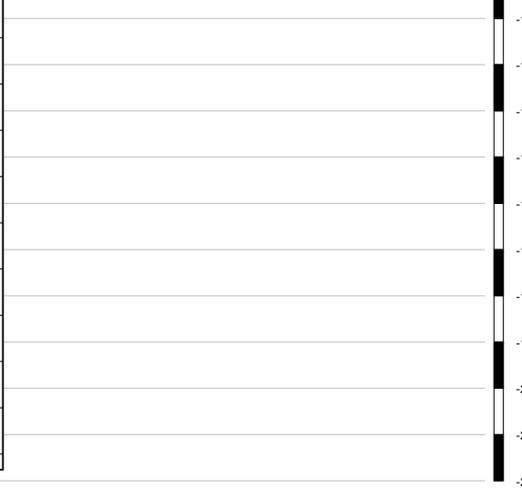
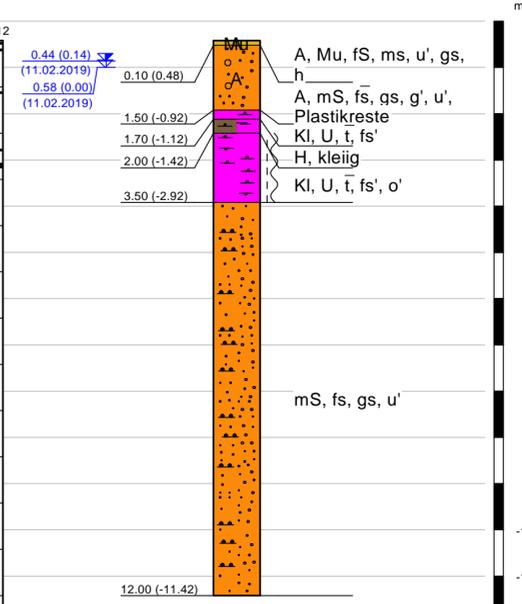
BS29
+1,19 mNHN



DS5
0,58 mNHN



BS30
+0,58 mNHN



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

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

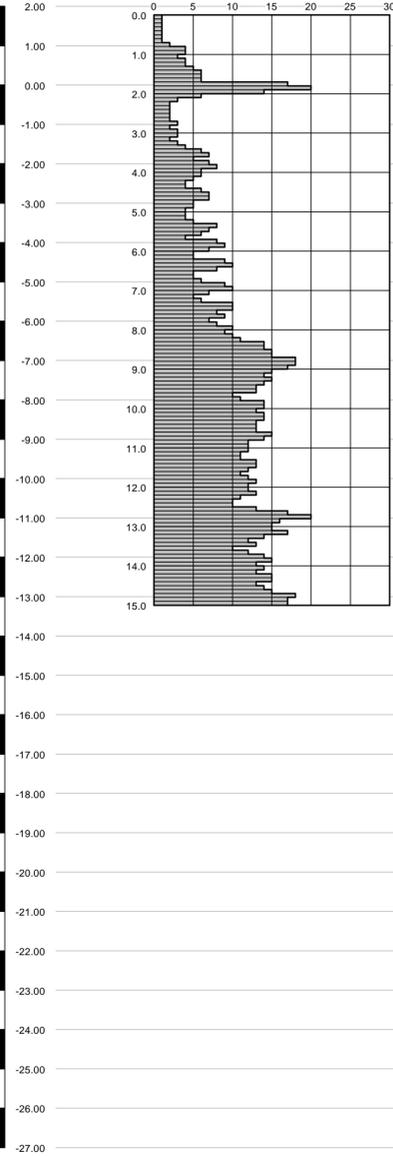
Projekt
 Neubau Jugendanstalt Hamburg
 Geschlossener Vollzug
 Geotechnischer Bericht

Planinhalt
 Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse
 Verwaltung, nördlicher Teil

Az.	325.0/19	Bearbeiter	sh/hv	Datum:	10.04.2019
Maßstab	1:100	Blattformat	970 x 297 mm	Anlagen Nr.	3.5

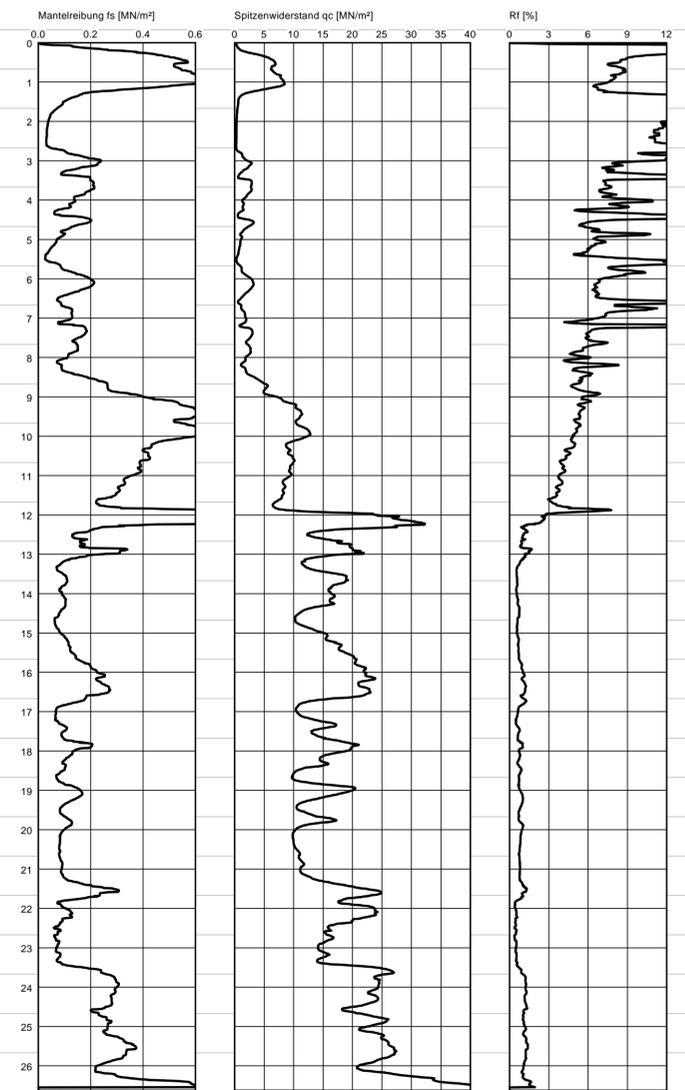
DPH7
+1,78 mNHN

Schlagzahlen je 10 cm



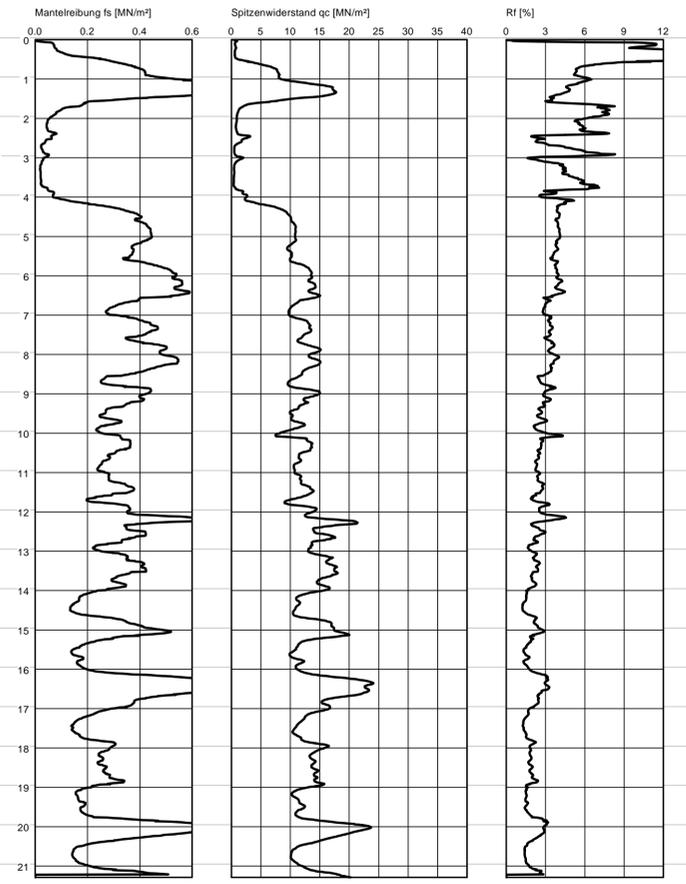
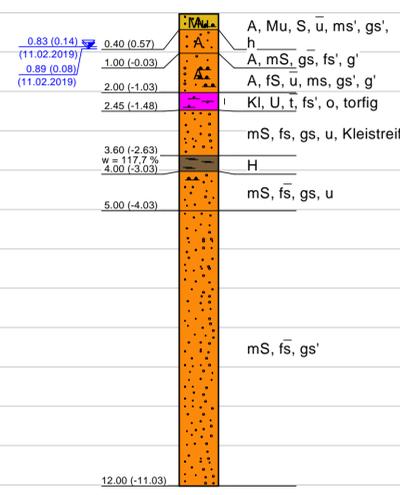
DS8

+0,67 mNHN



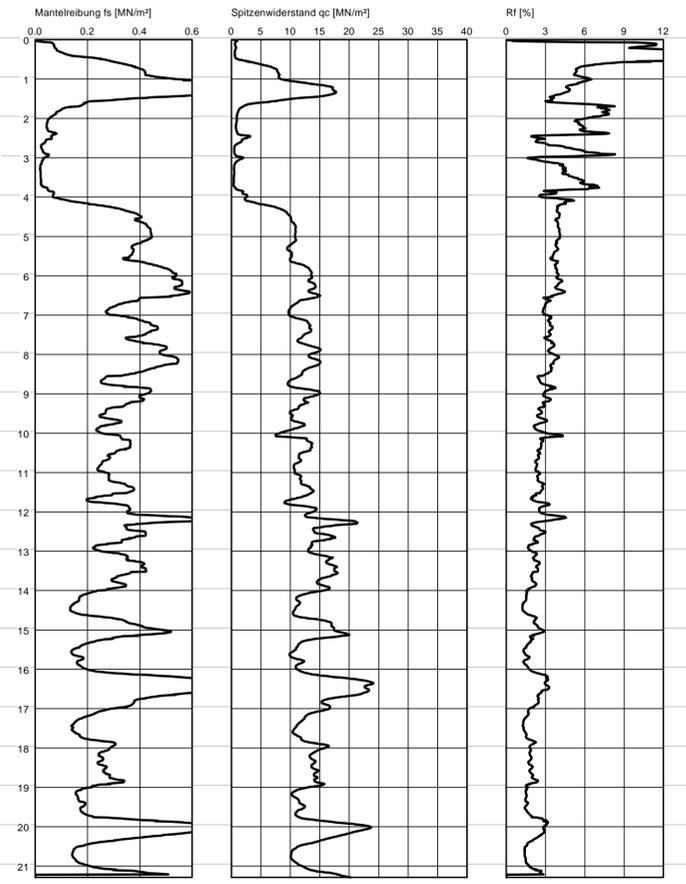
BS47

+0,97 mNHN



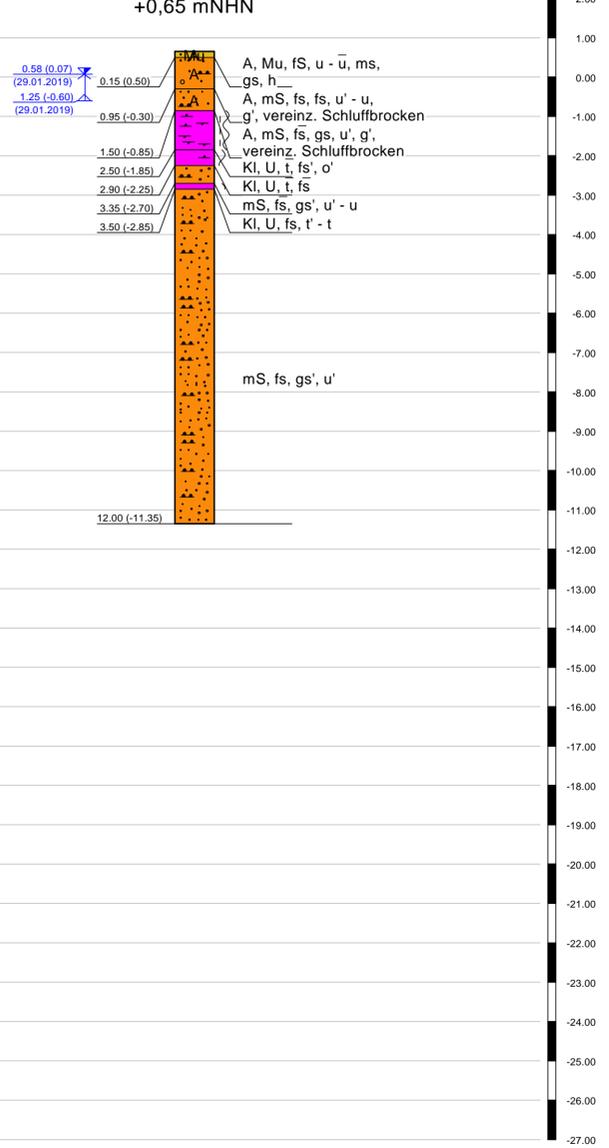
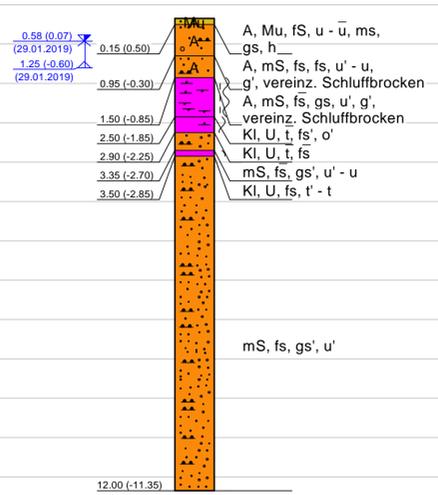
DS9

+0,95 mNHN



BS46

+0,65 mNHN



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

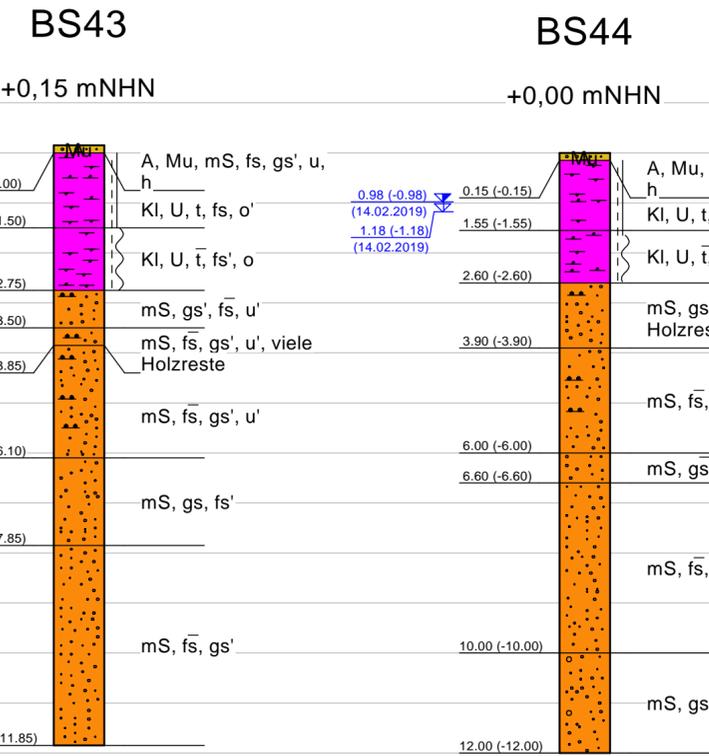
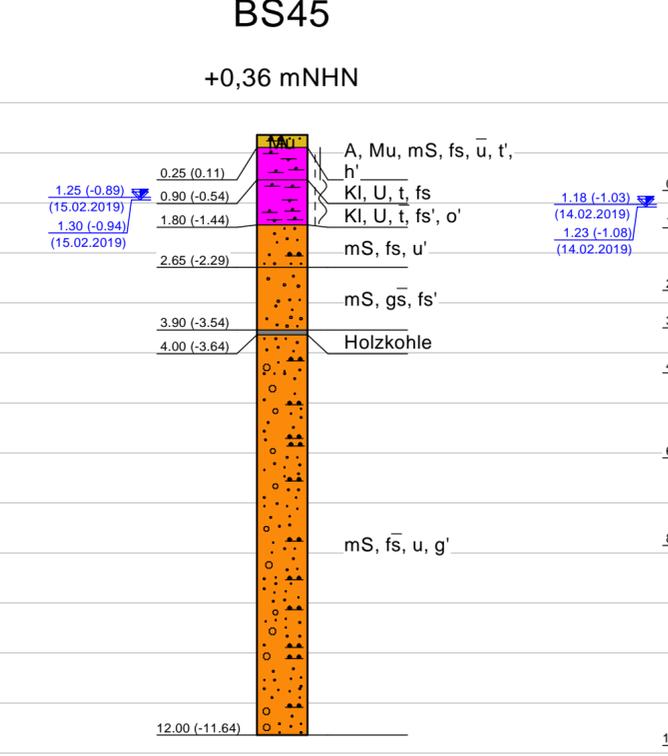
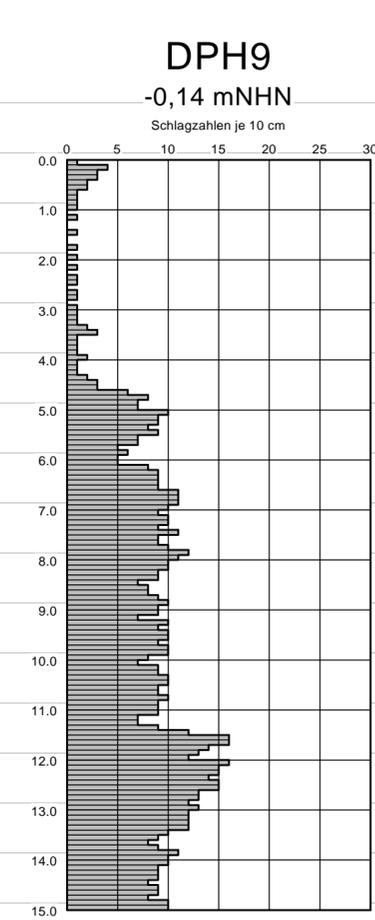
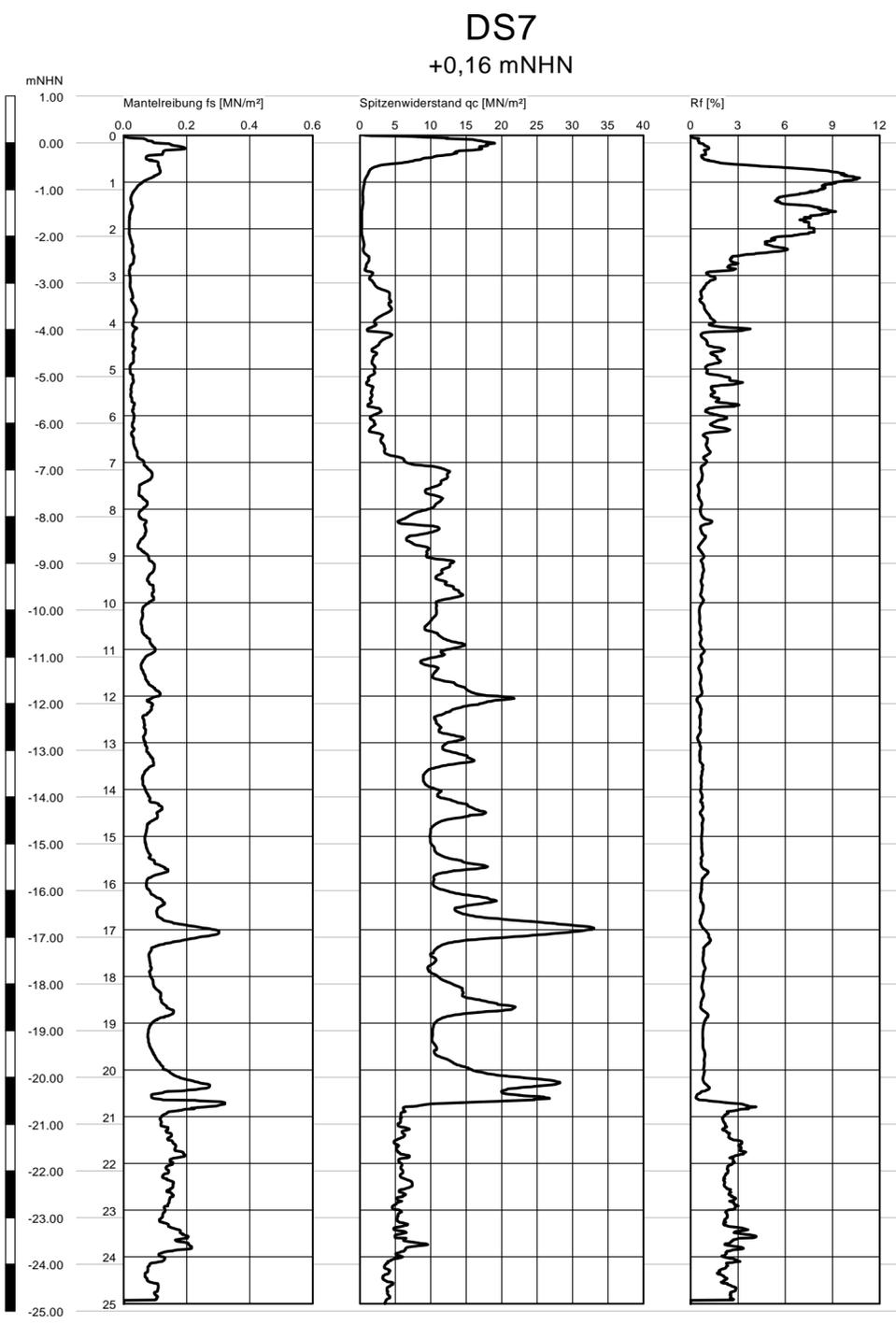
Index	Änderungen und Ergänzungen	bearbeitet	Datum

Auftraggeber	Sprinkenhof Wir bewegen Immobilien	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
Geschlossener Vollzug
Geotechnischer Bericht

Planinhalt
Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse
Verwaltung, südlicher Teil

Az.	325.0/19	Bearbeiter	sh/hv	Datum:	10.04.2019
Maßstab	1:100	Blattformat	970 x 420 mm	Anlagen Nr.	3.6



Bodenart

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

Konsistenz

Wasserstände

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
Geschlossener Vollzug
Geotechnischer Bericht

Planinhalt

Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse
Hafthaus 2

Az.	325.0/19	Bearbeiter	sh/hv	Datum:	10.04.2019
Maßstab	1:100	Blattformat	825 x 297 mm	Anlagen Nr.	3.7

DS10c
+0,77 mNHN

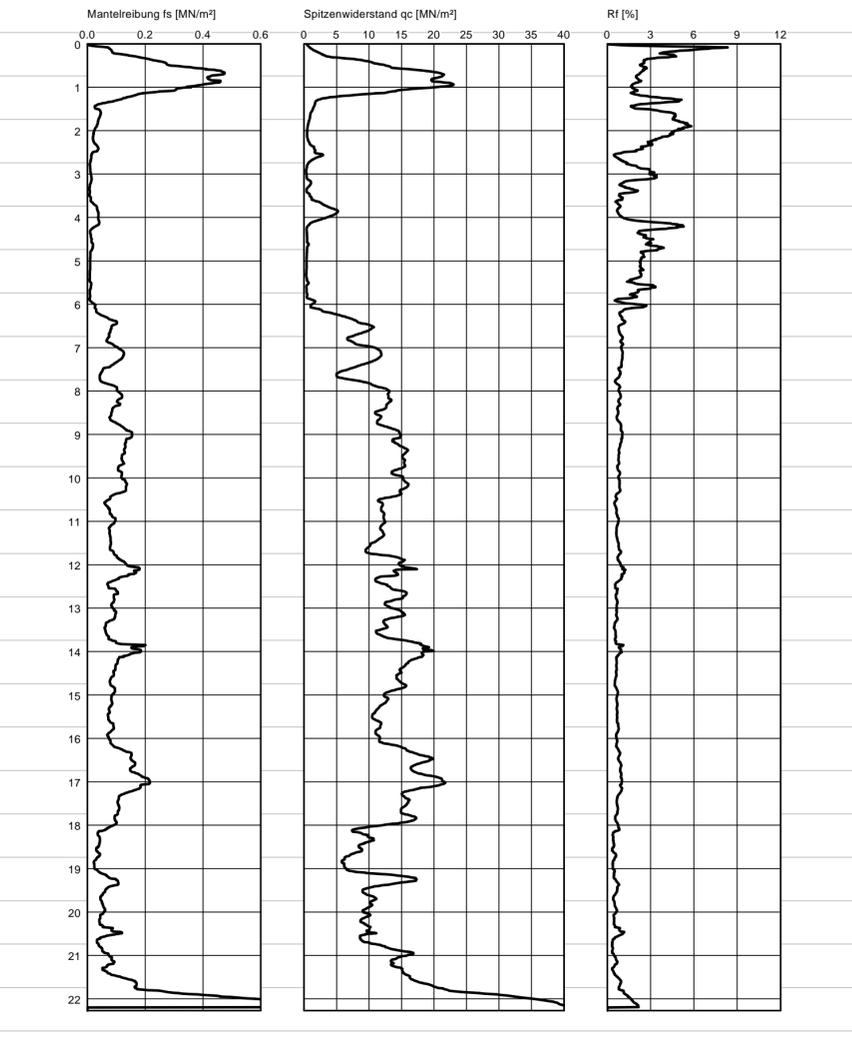
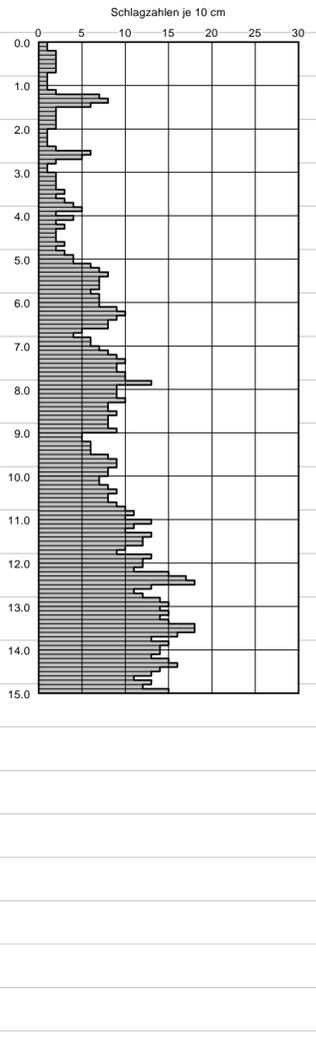
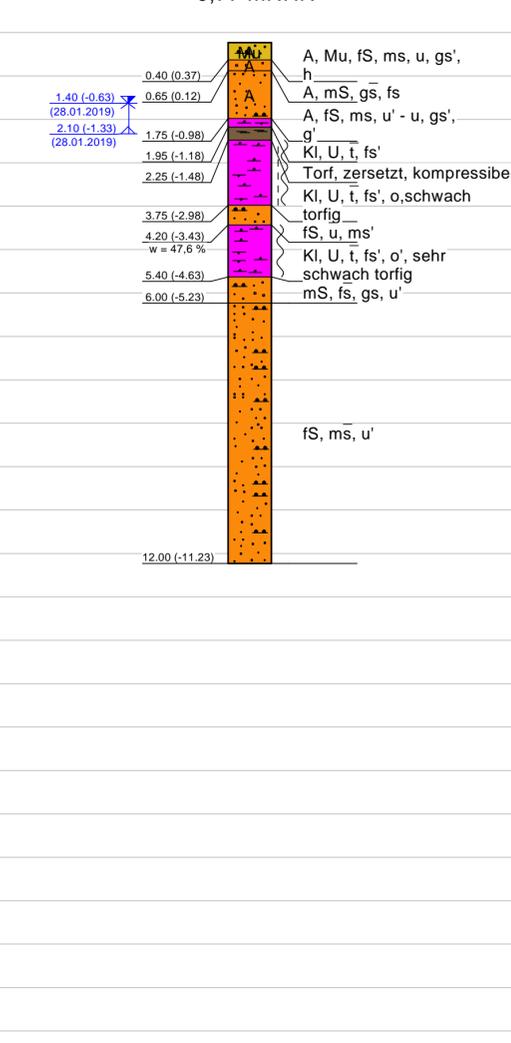
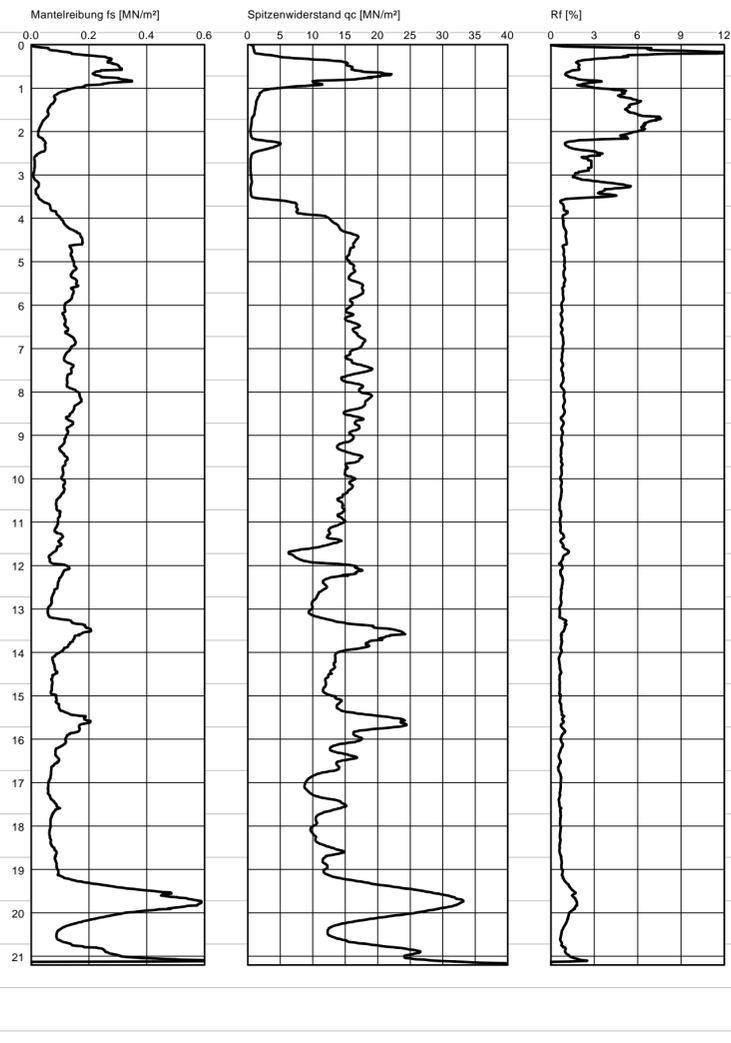
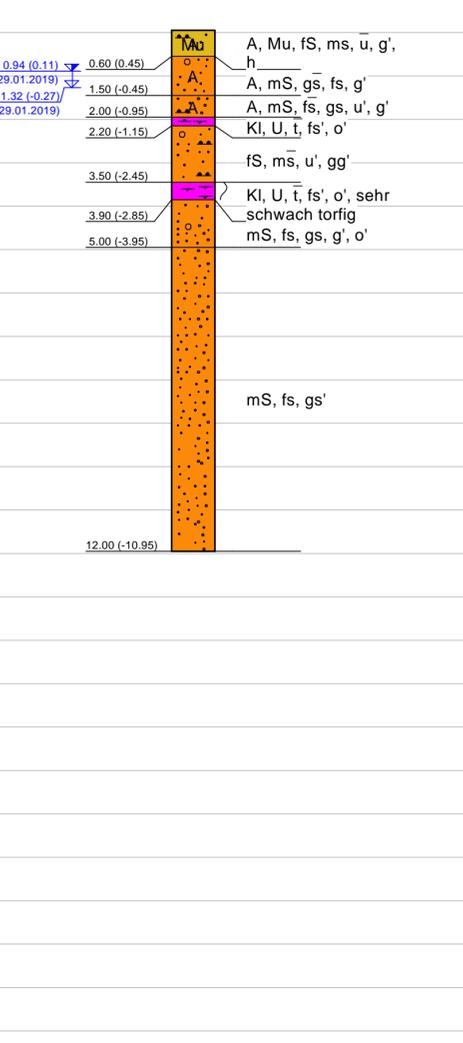
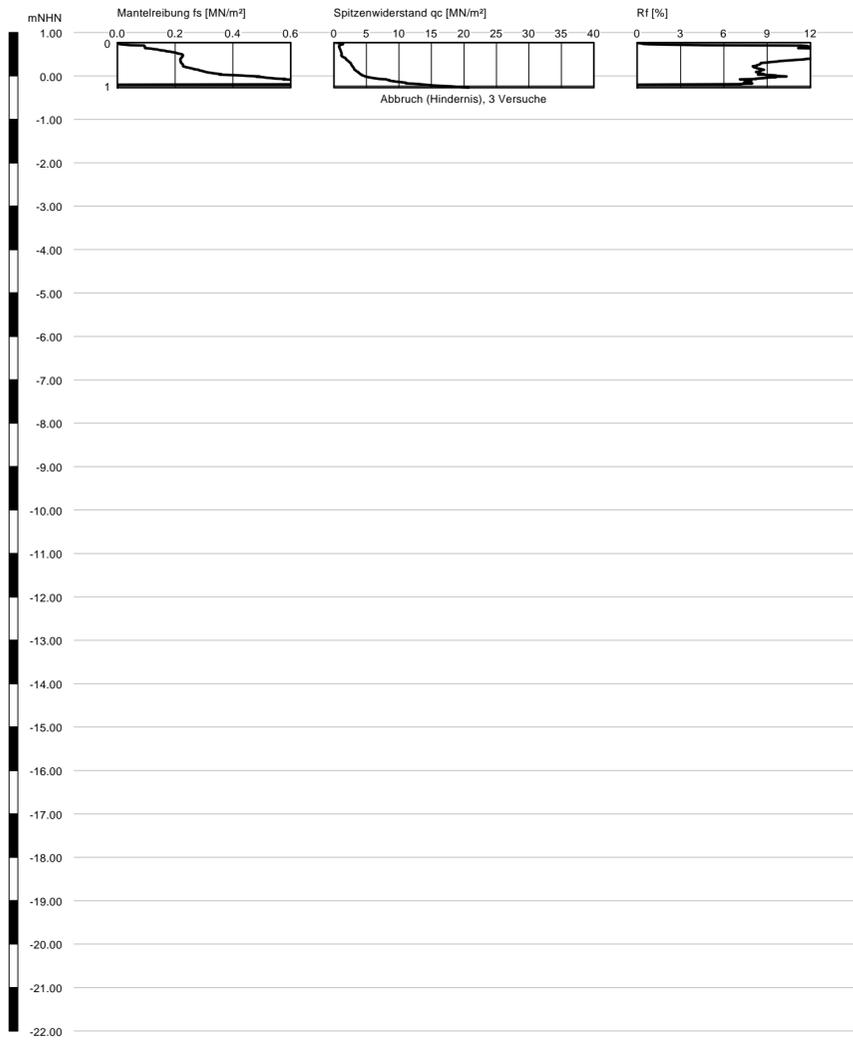
BS48
+1,05 mNHN

DS11
+0,72 mNHN

BS55
+0,77 mNHN

DPH10
+0,78 mNHN
Schlagzahlen je 10 cm

DS13
+0,74 mNHN



Bodenart

A	Auffüllung (A)	Geschiebelehm (Lg)
Mu	Mutterboden (Mu)	Geschiebemergel (Mg)
H/h	Torf/humos (H/h)	Klei (KI)
G/g	Kies/kiesig (G/g)	Schluff (SI)
S/s	Sand/sandig (S/s)	Asphalt / Bauschutt
U/u	Schluff/schluffig (U/u)	
T/t	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
Wir bewegen Immobilien
Sprinkenhof GmbH
Burchardstraße 8
20095 Hamburg

Auftragnehmer

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

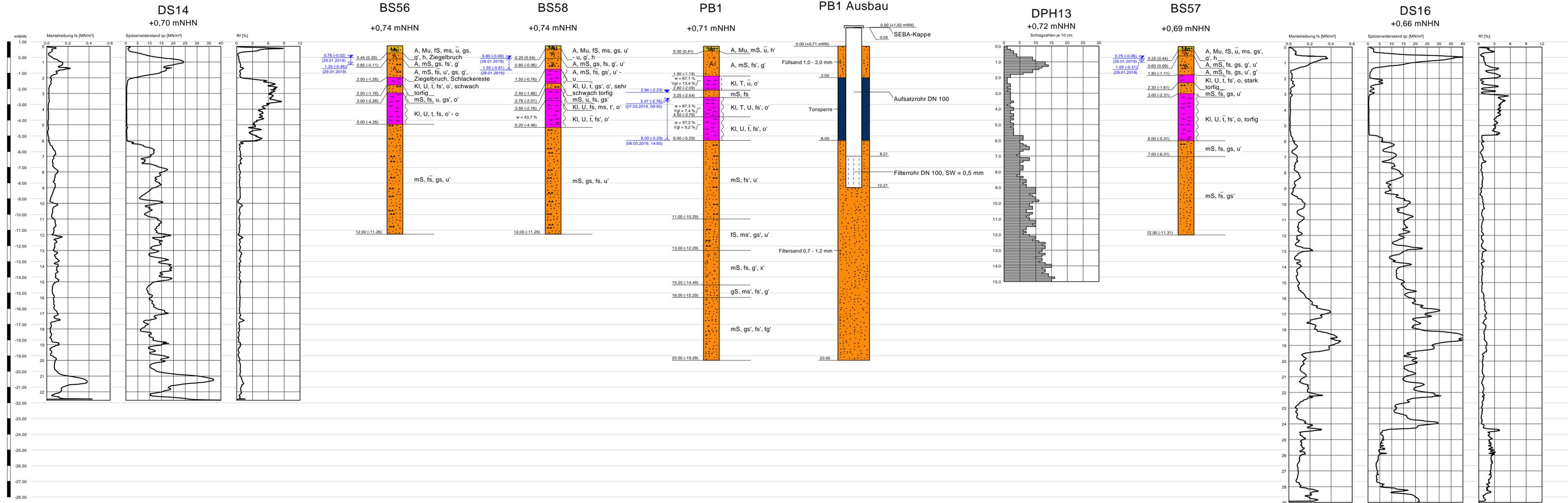
Projekt

Neubau Jugendanstalt Hamburg
Geschlossener Vollzug
Geotechnischer Bericht

Planinhalt

Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse
BEZ, nördlicher Teil

Az.	325.0/19	Bearbeiter	sh/hv	Datum:	10.04.2019
Maßstab	1:100	Blattformat	1125 x 297 mm	Anlagen Nr.	3.8



Bodenart

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

Konsistenz

klüftig
fest
halbfest - fest
halbfest
steif - halbsteif
steif
weich - steif
weich
breig - weich
breig
maß

Wasserstände

GW Ruhe
GW Bohrende
GW angebohrt
GW versickert
GW angestiegen

Index	Änderungen und Ergänzungen	bearbeitet	Datum

Auftraggeber

Sprinkenhof
Wir bewegen Immobilien
Sprinkenhof GmbH
Burchardstraße 8
20095 Hamburg

Auftragnehmer

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

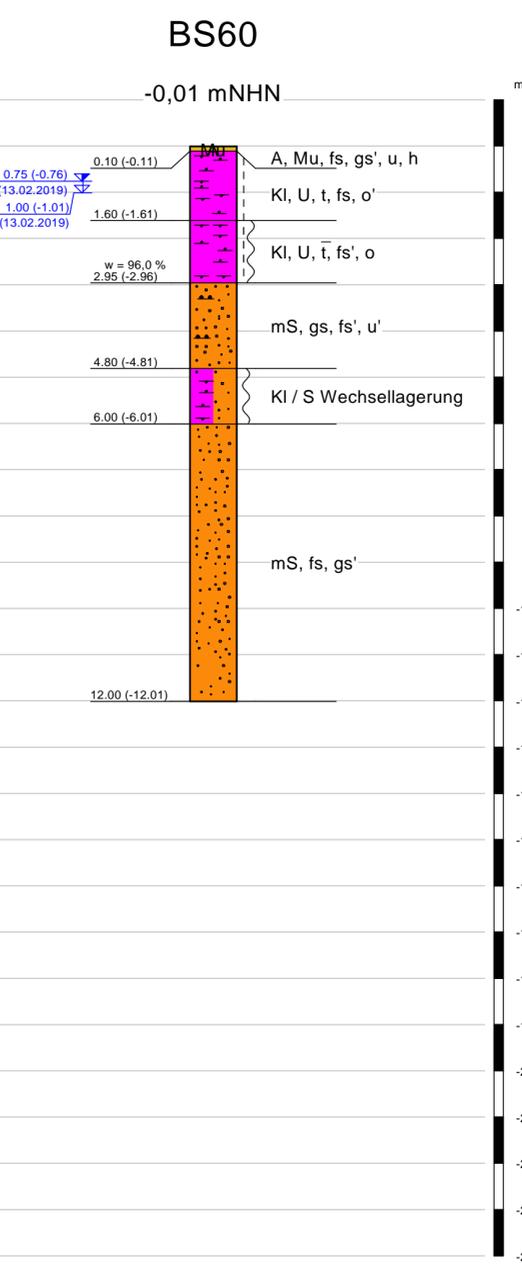
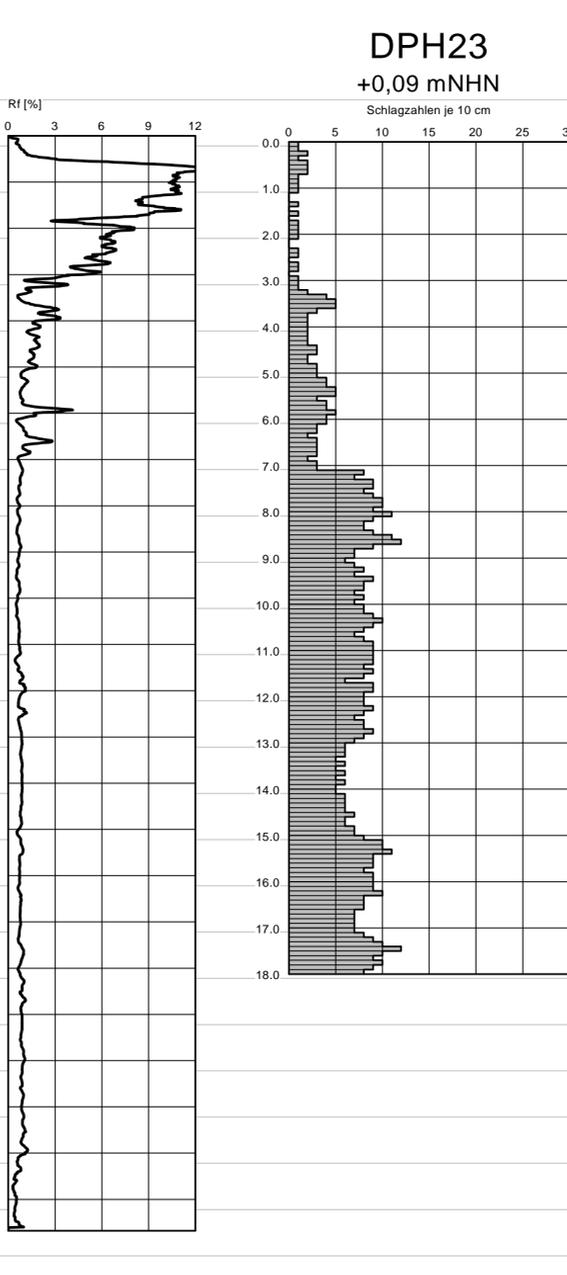
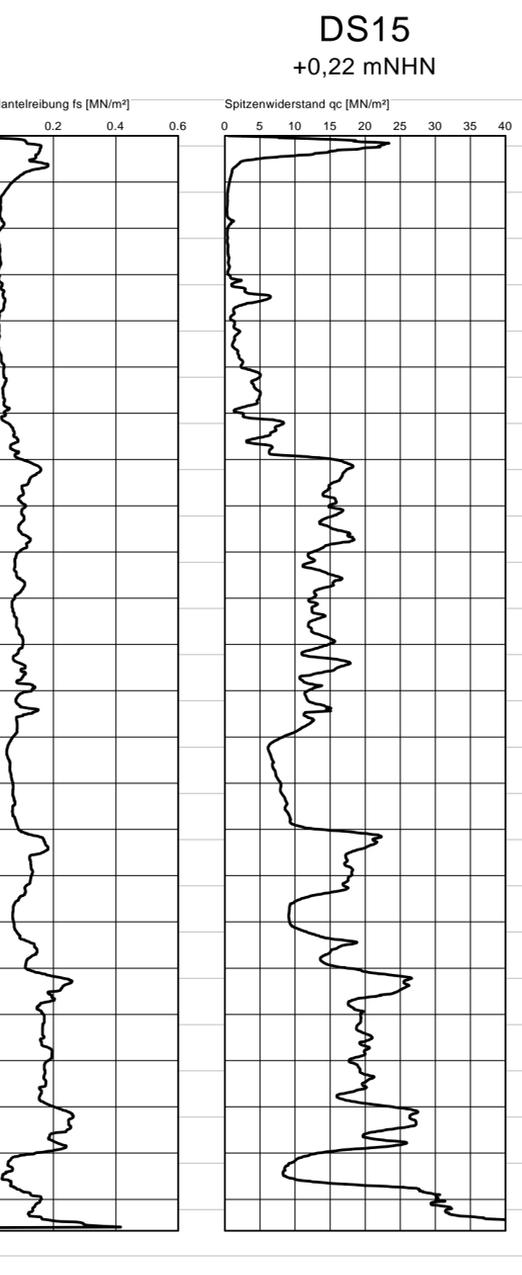
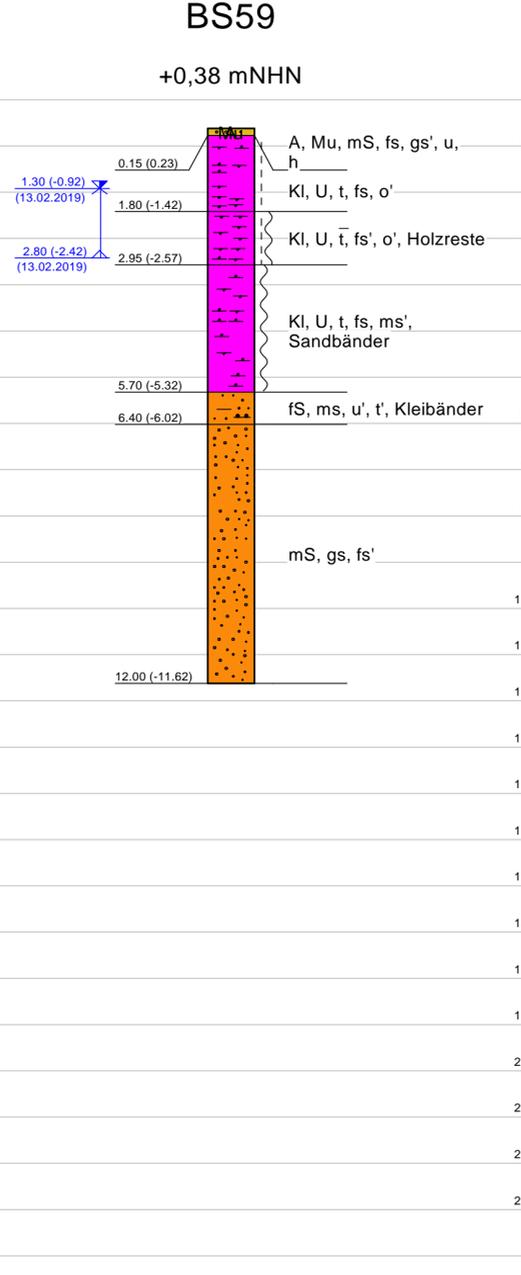
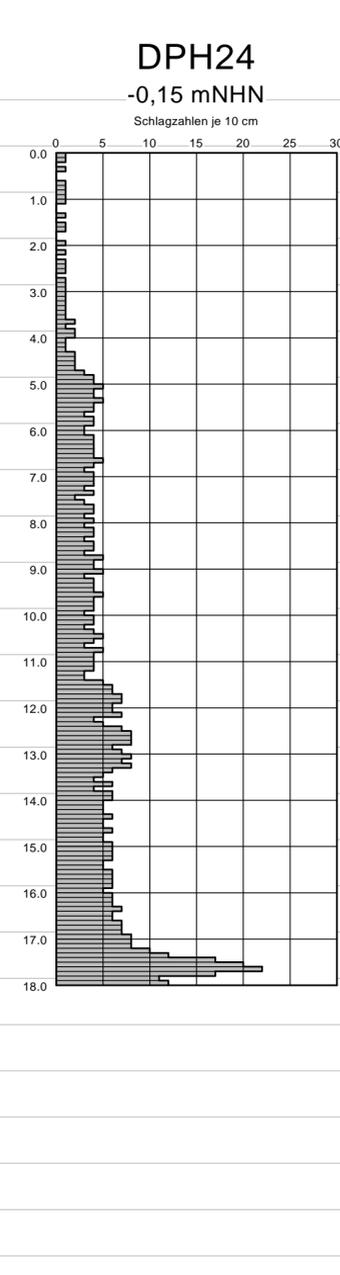
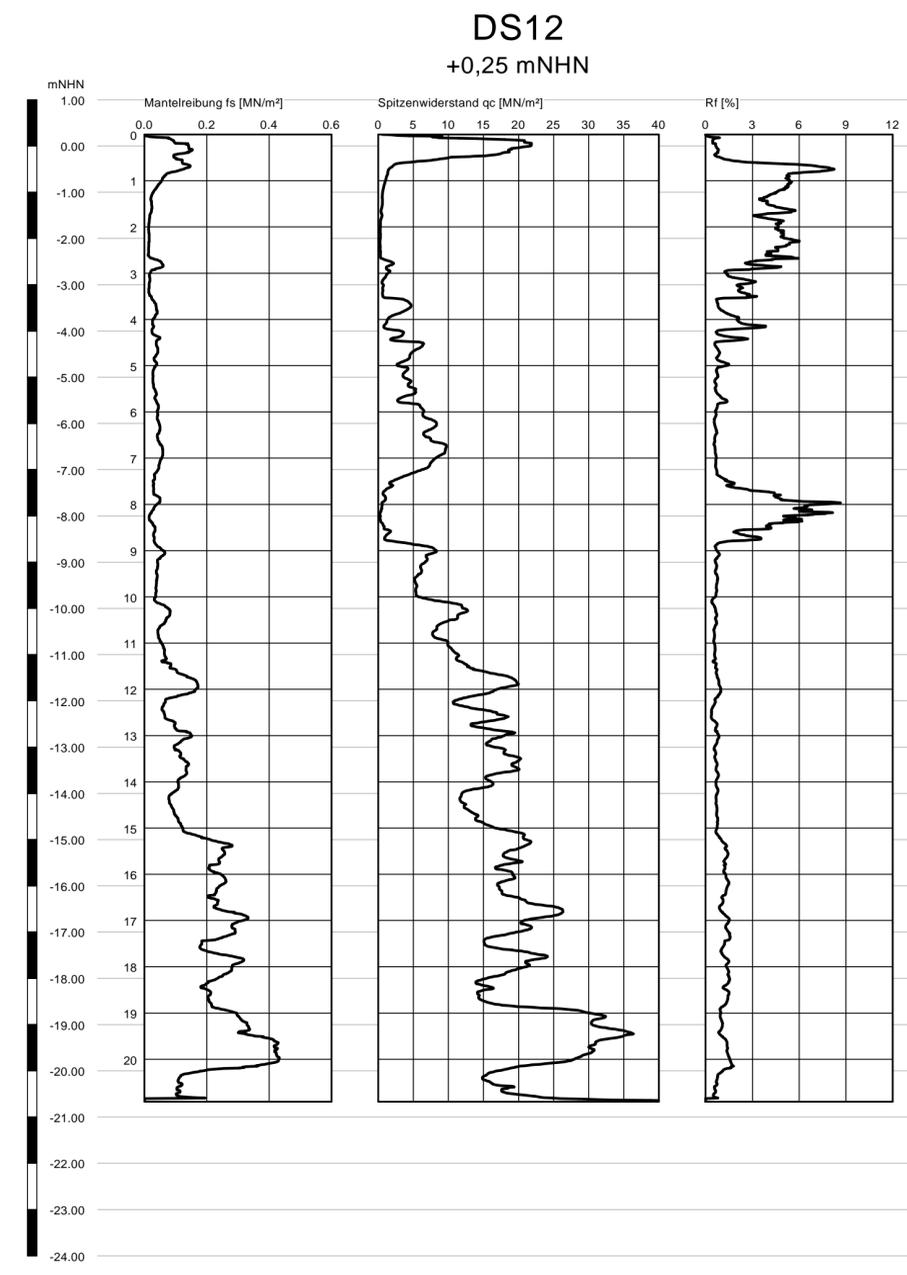
Projekt

Neubau Jugendanstalt Hamburg
Geschlossener Vollzug
Geotechnischer Bericht

Planinhalt

Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse
BEZ, südlicher Teil

Az.	325.0/19	Bearbeiter	sh/hv	Datum:	10.04.2019
Maßstab	1:100	Blattformat	1225 x 420 mm	Anlagen Nr.	3.9



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

Index	Änderungen und Ergänzungen	bearbeitet	Datum

Auftraggeber
 Sprinkenhof GmbH
 Burchardstraße 8
 20095 Hamburg

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

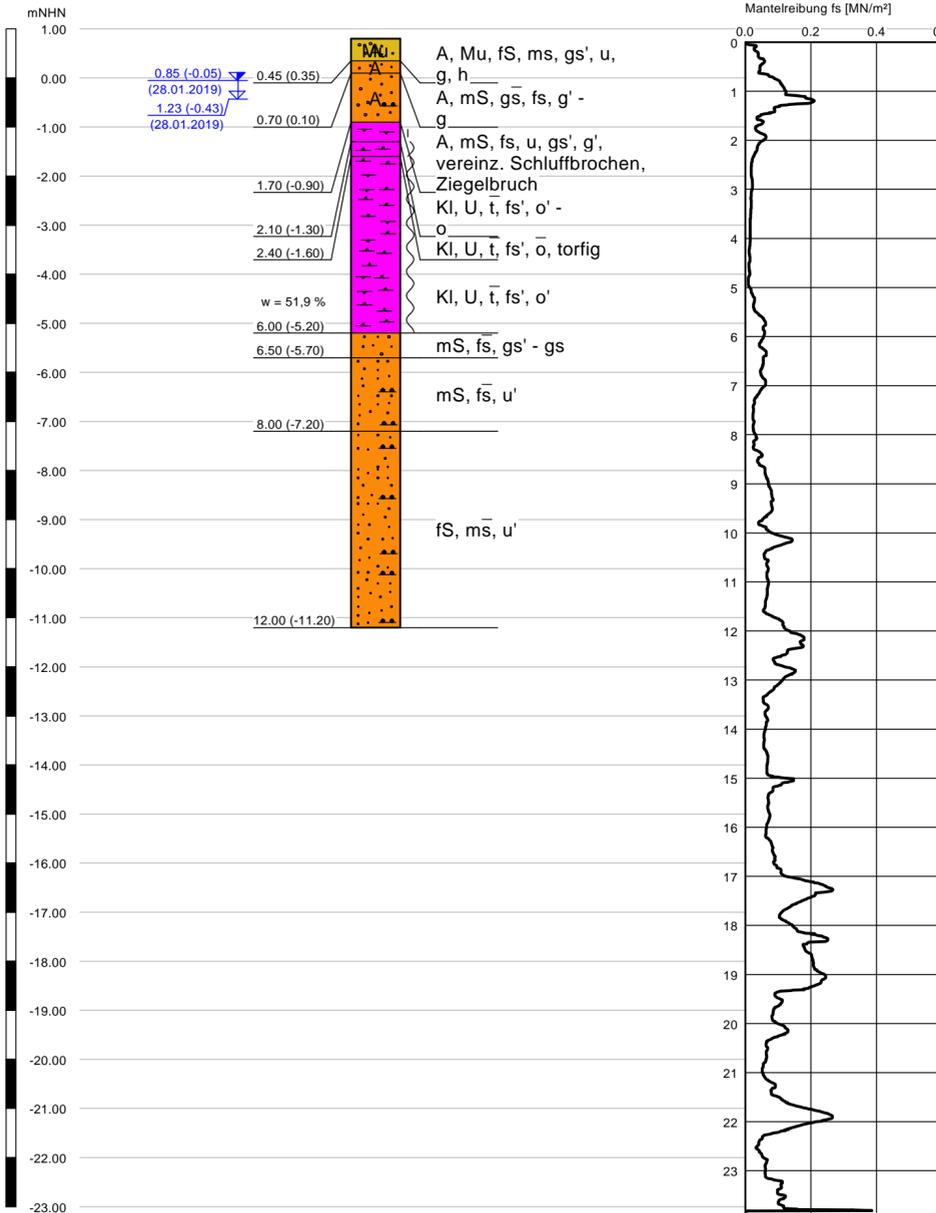
Projekt
 Neubau Jugendanstalt Hamburg
 Geschlossener Vollzug
 Geotechnischer Bericht

Planinhalt
 Ergebnisse der Untergroundaufschlüsse
 Hafthaus 1

Az.	325.0/19	Bearbeiter	sh/hv	Datum:	10.04.2019
Maßstab	1:100	Blattformat	970 x 297 mm	Anlagen Nr.	3.10

BS66

+0,80 mNHN



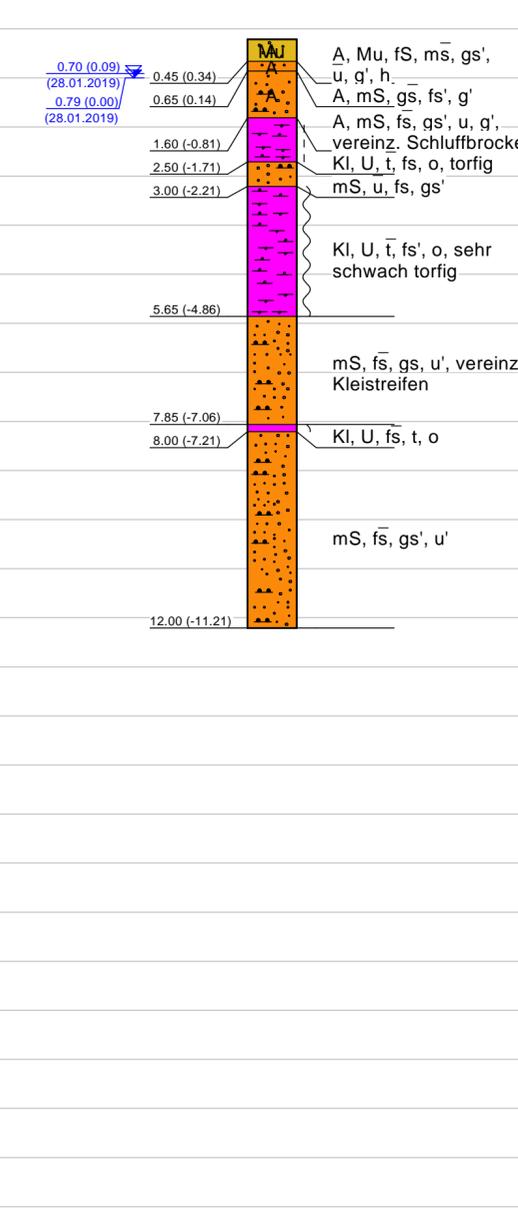
DS17

+0,73 mNHN



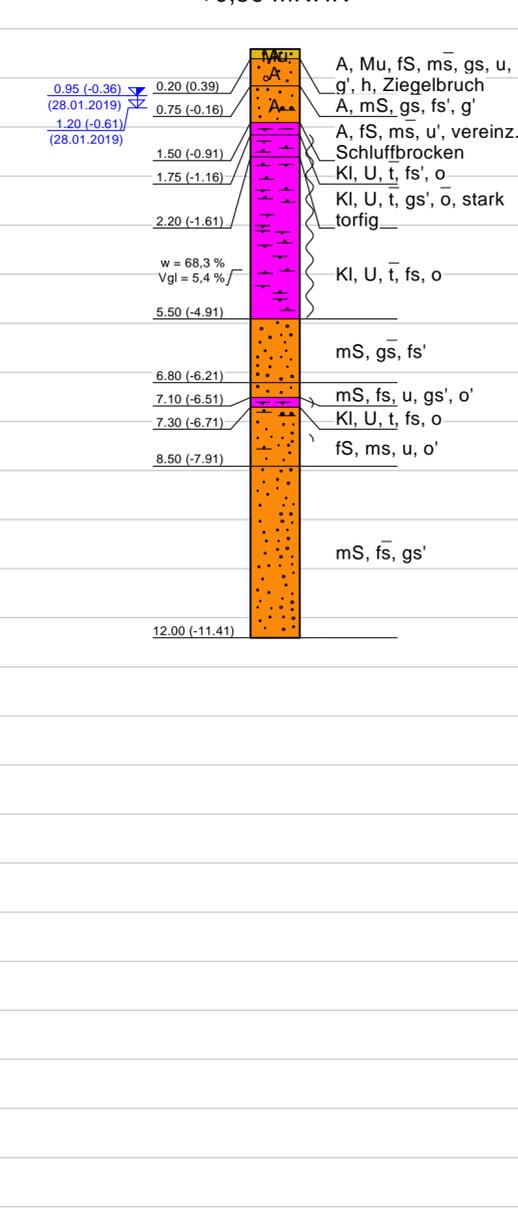
BS67

+0,79 mNHN



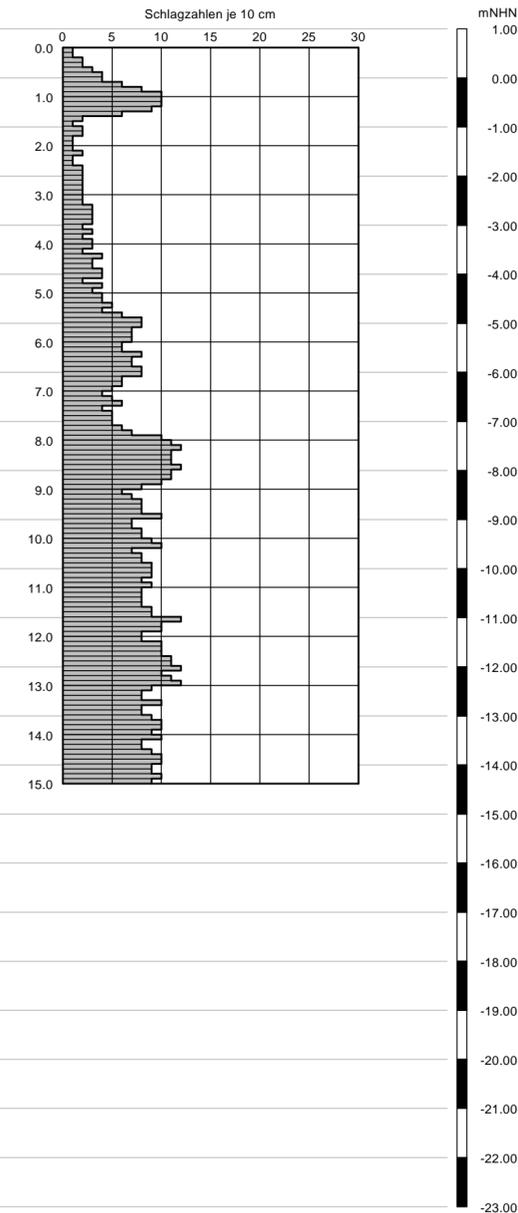
BS68

+0,59 mNHN



DPH14

+0,62 mNHN



Bodenart		Konsistenz		Wasserstände	
A	Auffüllung (A)		Geschiebelehm (Lg)		GW Ruhe
Mu	Mutterboden (Mu)		Geschiebemergel (Mg)		GW Bohrende
	Torf/humos (H/h)		Schluff (Sl)		GW angebohrt
	Kies/kiesig (G/g)		Ton/tonig (T/t)		GW versickert
	Sand/sandig (S/s)		Asphalt / Bauschutt		GW angestiegen
	Schluff/schluffig (U/u)				
	Ton/tonig (T/t)				

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
 Geschlossener Vollzug
 Geotechnischer Bericht

Planinhalt
 Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse
 Pforte

Az.	325.0/19	Bearbeiter	sh/hv	Datum:	10.04.2019
Maßstab	1:100	Blattformat	875 x 297 mm	Anlagen Nr.	3.11

Anlage 4

Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

Anlage 4.1

Kornverteilungen

Korngrößenverteilung

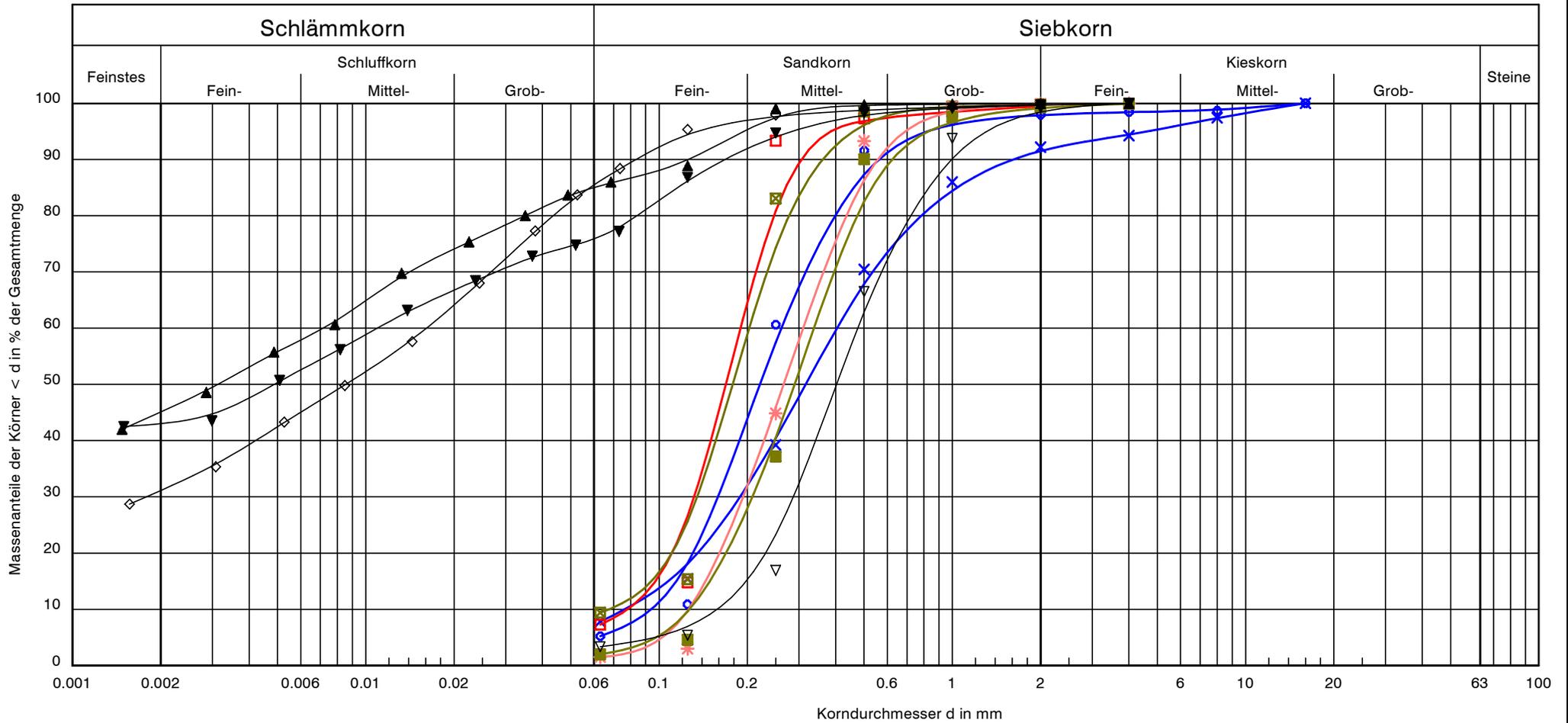
DIN 18123

Projekt Nr.: HH 325.0/19

Datum: 02.04.2019

Bearbeiter: sh / hv

Anlagen Nr.: 4.1 / Blatt 1



Signatur:										
Entnahmestelle:	BS16, BP6	BS18, UWP2	BS18, BP2	BS21, BP2	BS23, BP2	BS27, BS27 / BP2	BS32, UWP4	BS43, BP10	BS20, BP1	BS15, UWP4
Tiefe:	8,0-9,0 m u. GOK	0,15-0,75 m u. GOK	4,0-4,8 m u. GOK	4,0-5,0 m u. GOK	4,0-5,0 m u. GOK	4,0-5,0 m u. GOK	1,62-2,5 m u. GOK	6,25-6,75 m u. GOK	3,0-3,4 m u. GOK	2,0-3,0 m u. GOK
Bodenart:	mS, fs, u', gs'	mS, fs, gs, u', g'	fS, mS, u'	fS, mS, u'	mS, fs, gs'	mS, fs, gs'	T, U, fs'	mS, gs, fs'	T, u, fs, ms'	U, t, fs'
Cu/Cc:	2.8/1.0	5.3/1.2	2.4/1.2	3.0/1.3	2.5/1.0	2.7/1.0	-/-	3.0/1.1	-/-	-/-
Bodengruppe	SU	SU	SU	SU	SE	SE		SE		
Boden										

Bemerkungen:

Korngrößenverteilung

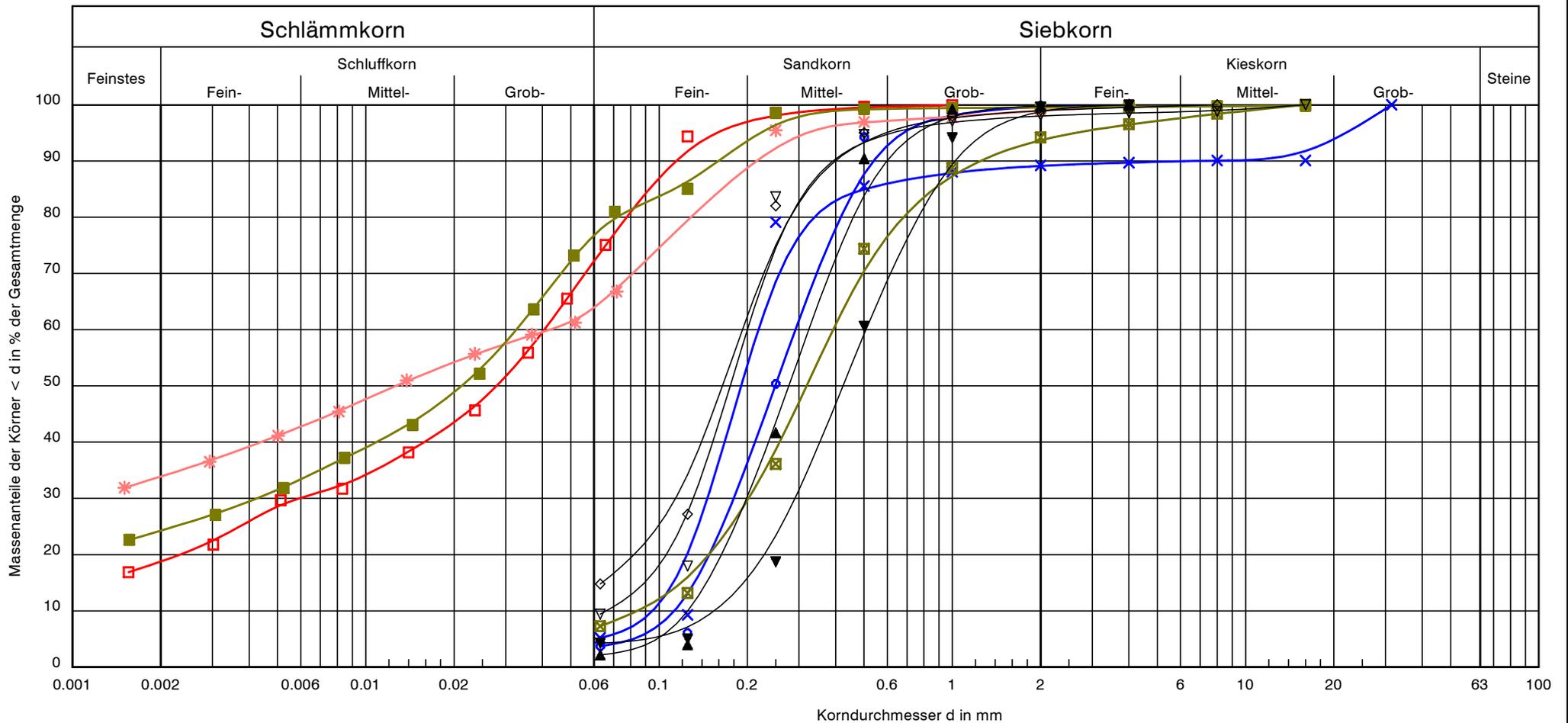
DIN 18123

Projekt Nr.: HH 325.0/19

Datum: 11.04.2019

Bearbeiter: sh / hv

Anlagen Nr.: 4.1 / Blatt 2



Signatur:										
Entnahmestelle:	BS47, BP7	BS48, BP1	BS56, BP2	BS57, UWP4	BS46, UWP5	BS59, BP6	BS60, BP9	BS66, BP6	BS68, BP4	BS68, UWP3
Tiefe:	9,0 - 10,0 m u. GOK	3,0 - 3,5 m u. GOK	4,0 - 5,0 m u. GOK	1,2 - 1,8 m u. GOK	2,5 - 2,9 m u. GOK	4,00 - 4,70 m u. GOK	6,00 - 6,80 m u. GOK	8,00 - 9,00 m u. GOK	5,50 - 6,80 m u. GOK	0,75 - 1,50 m u. GOK
Bodenart:	mS, fs, gs'	fs, m \bar{s} , u', gg'	U, t, fs	mS, fs, gs, u', g'	U, \bar{t} , \bar{f} s	U, t, fs, ms'	mS, fs, gs'	fs, m \bar{s} , u'	mS, g \bar{s} , fs'	fs, m \bar{s} , u'
Cu/Cc:	2.6/1.0	2.3/1.0	-/-	4.7/1.2	-/-	-/-	2.6/1.0	3.0/1.3	3.3/1.1	-/-
Bodengruppe	SE	SU		SU			SE	SU	SE	SU

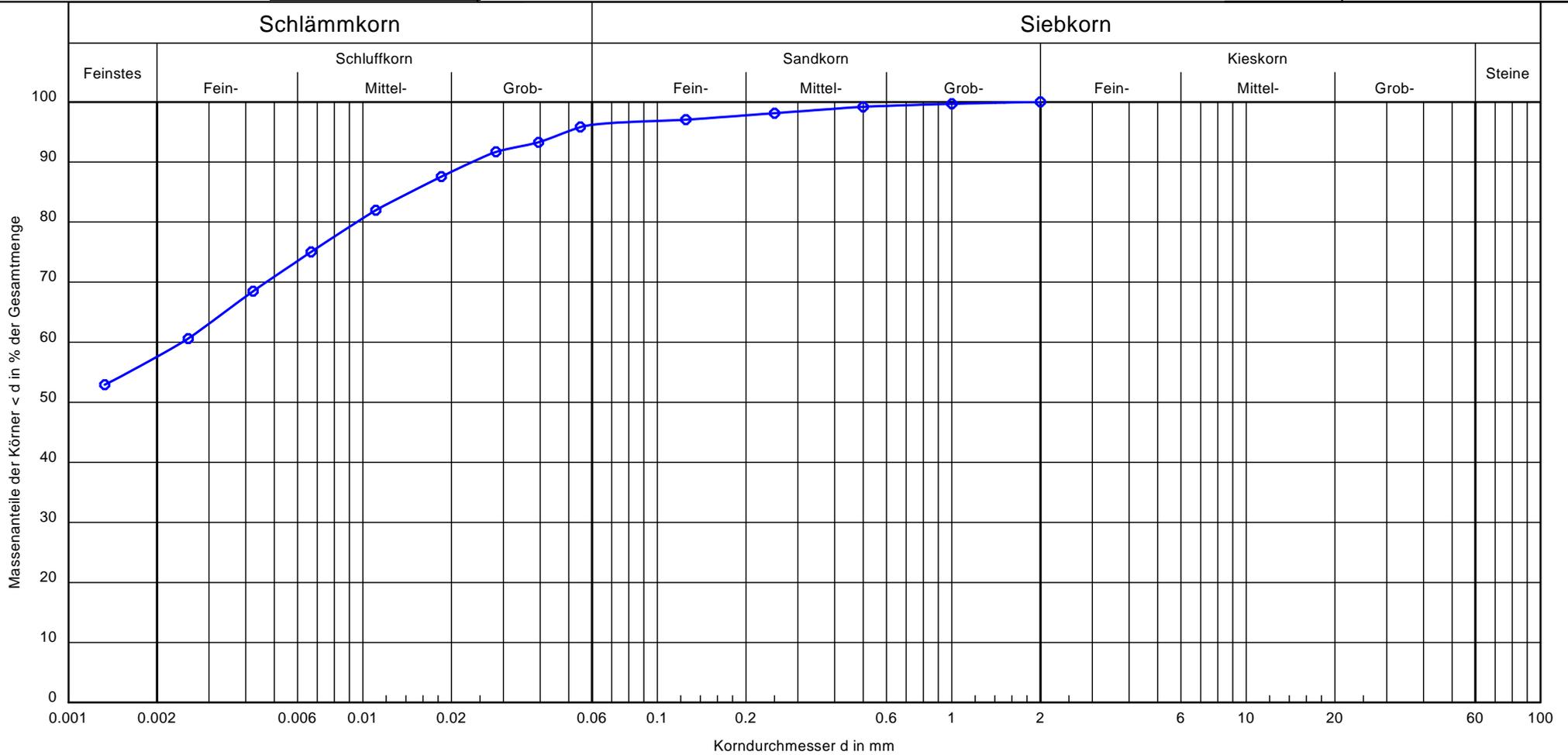
Bemerkungen:

Korngrößenverteilung

DIN EN ISO 17892-4

Anlage

Mai 2019



Signatur:	
Entnahmestelle	PB1 UP1
Tiefe	2,00 - 2,25
Bodenart:	T, \bar{u}
U/Cc	-/-

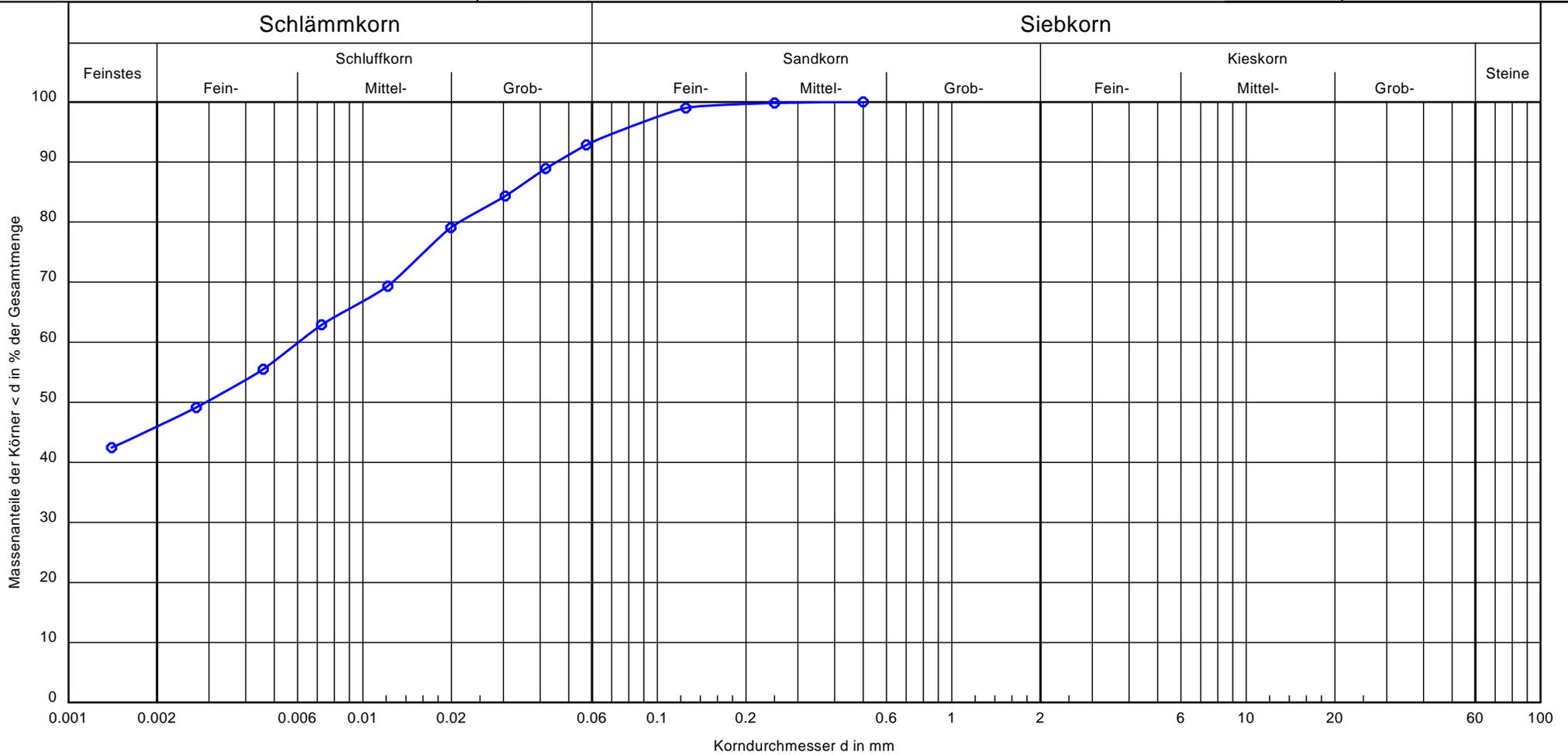
Projekt Nr.: 1419
Jugendanstalt Hamburg, Neubau
Bearbeiter: acr, mb Geprüft von: gb

Korngrößenverteilung

DIN EN ISO 17892-4

Anlage

Mai 2019



Signatur:	
Entnahmestelle	PB1 UP3
Tiefe	4,00 - 4,25
Bodenart:	T, U, fs'
U/Cc	-/-

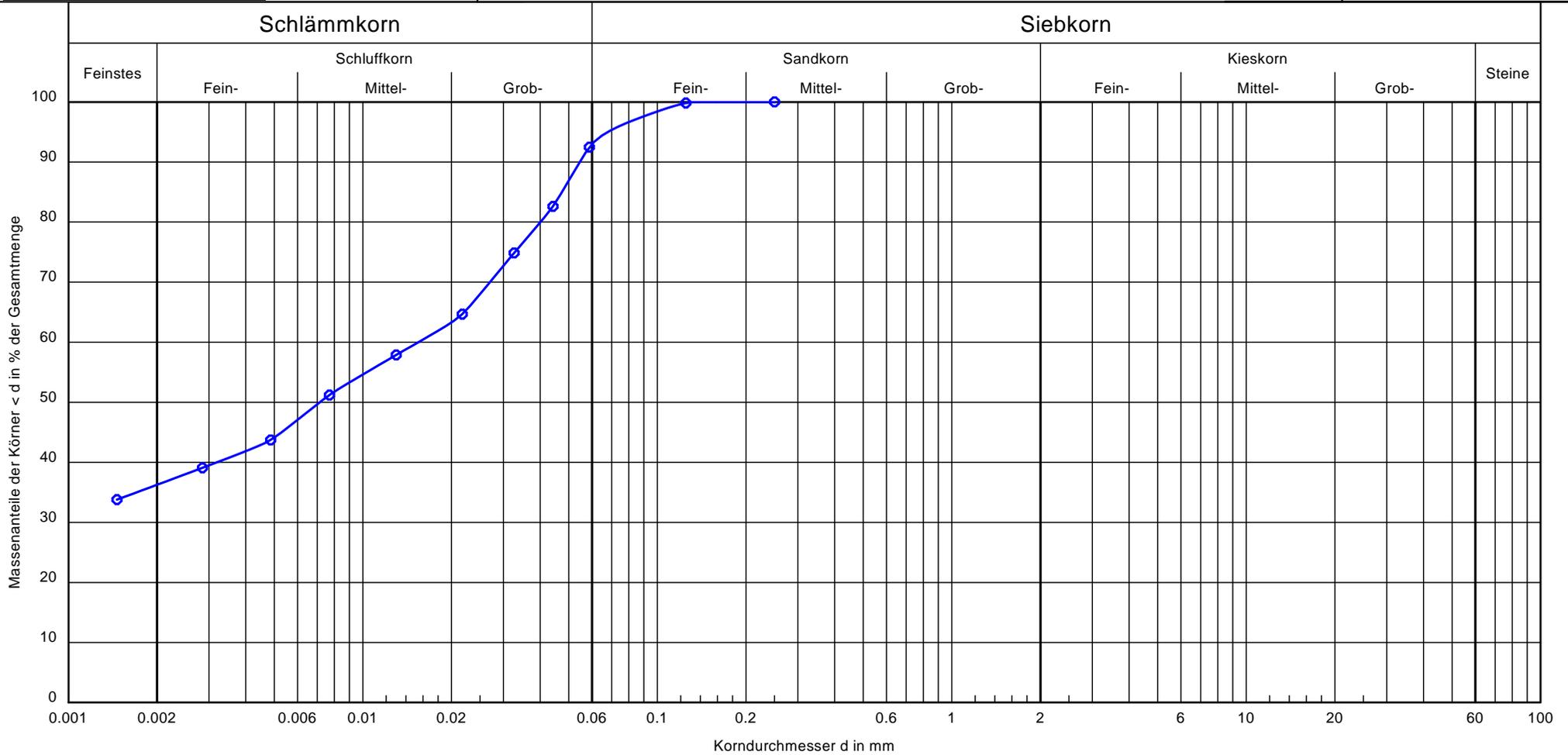
Projekt Nr.: 1419
Jugendanstalt Hamburg, Neubau
Bearbeiter: acr, mb
Geprüft von: gb

Korngrößenverteilung

DIN EN ISO 17892-4

Anlage

Mai 2019



Signatur:	
Entnahmestelle	PB1 UP4
Tiefe	5,00 - 5,25
Bodenart:	U, t, fs'
U/Cc	-/-

Projekt Nr.: 1419
Jugendanstalt Hamburg, Neubau
Bearbeiter: acr, mb
Geprüft von: gb

Anlage 4.2

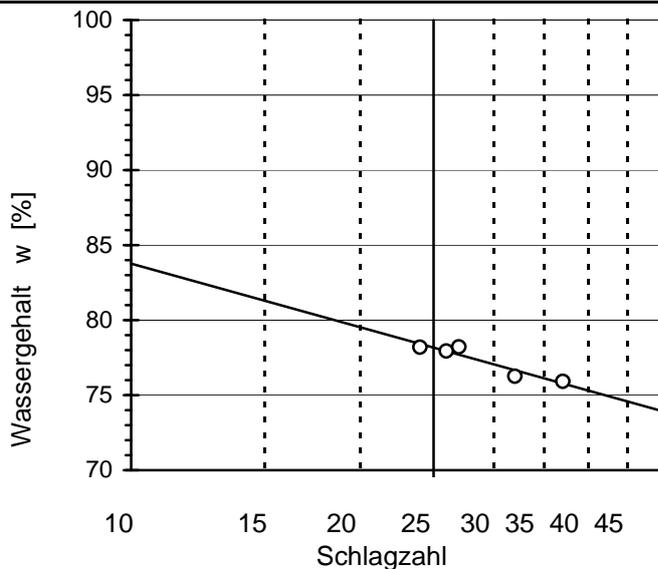
Konsistenzgrenzen

ZUSTANDSGRENZEN

DIN EN ISO 17892-12

Projekt: 1419
 Jugendanstalt Hamburg, Neubau

Versuchsmaterial : Klei (T, U, fs', org)
 Entnahmestelle : PB1 UP3
 Entnahmetiefe : 4,00 - 4,25 m
 Entnahmeart: UP



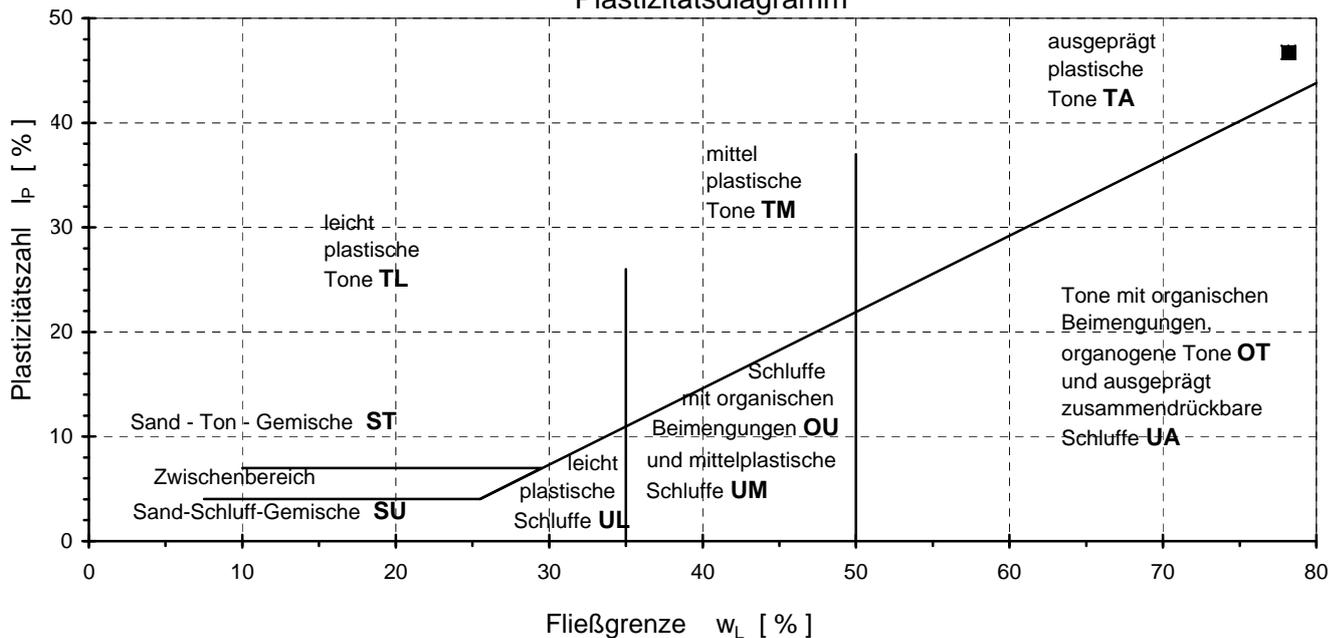
Wassergehalt	w =	67,3 %
Anteil der Körner > 0,4 mm		0,0 %
korr. Wassergehalt	w _{<0,4} =	67,3 %

Fließgrenze*	w _L =	78,2 %
Ausrollgrenze	w _P =	31,5 %
Plastizitätszahl	I _P =	46,7 %
Konsistenzzahl	I _C =	0,23
Konsistenz :		breiig

* Casagrande



Plastizitätsdiagramm



Bearbeiter: ..mb.....

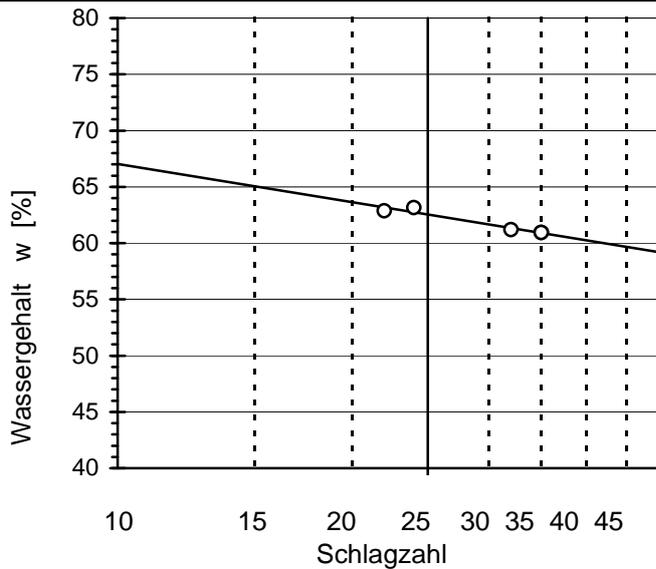
Geprüft von:gb.....

ZUSTANDSGRENZEN

DIN EN ISO 17892-12

Projekt: 1419
 Jugendanstalt Hamburg, Neubau

Versuchsmaterial : Klei (U, t*, fs', org)
 Entnahmestelle : PB1 UP4
 Entnahmetiefe : 5,00 - 5,25 m
 Entnahmeart: UP



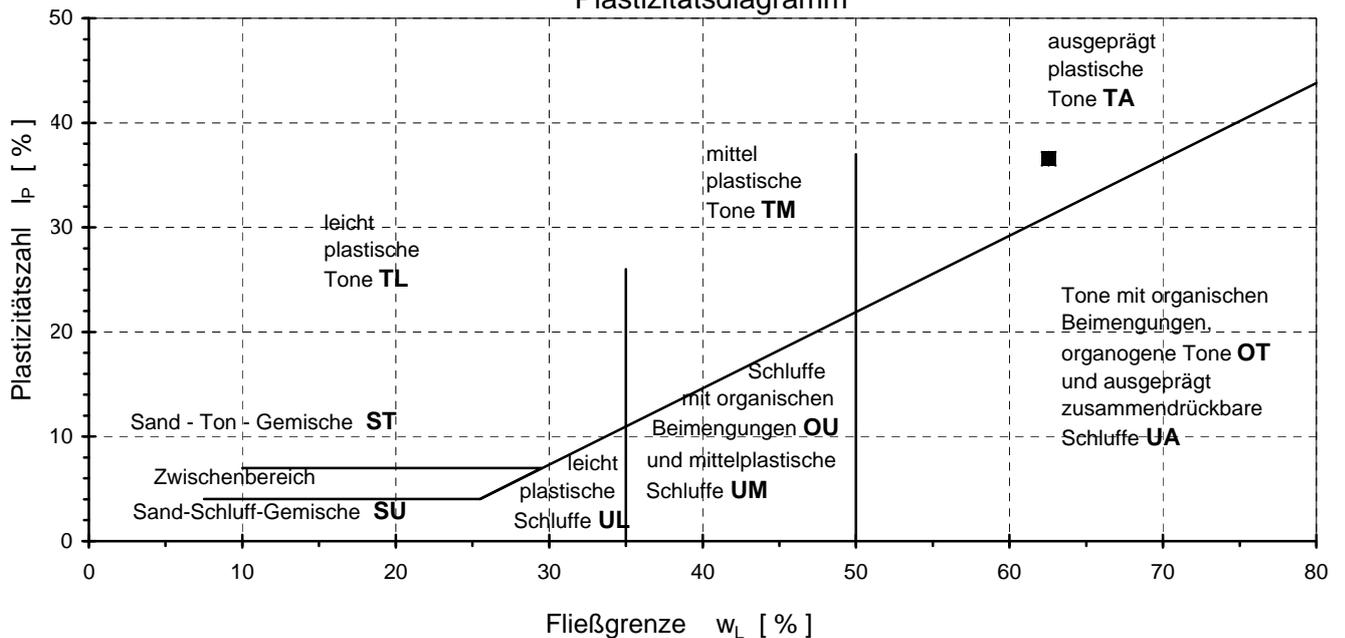
Wassergehalt	w =	57,2 %
Anteil der Körner > 0,4 mm		0,0 %
korr. Wassergehalt	w _{<0,4} =	57,2 %

Fließgrenze*	w _L =	62,5 %
Ausrollgrenze	w _P =	26,0 %
Plastizitätszahl	I _P =	36,6 %
Konsistenzzahl	I _C =	0,15
Konsistenz :		breiig

* Casagrande



Plastizitätsdiagramm



Bearbeiter: ..mb.....

Geprüft von:gb.....

Anlage 4.3

Kompressionsversuche

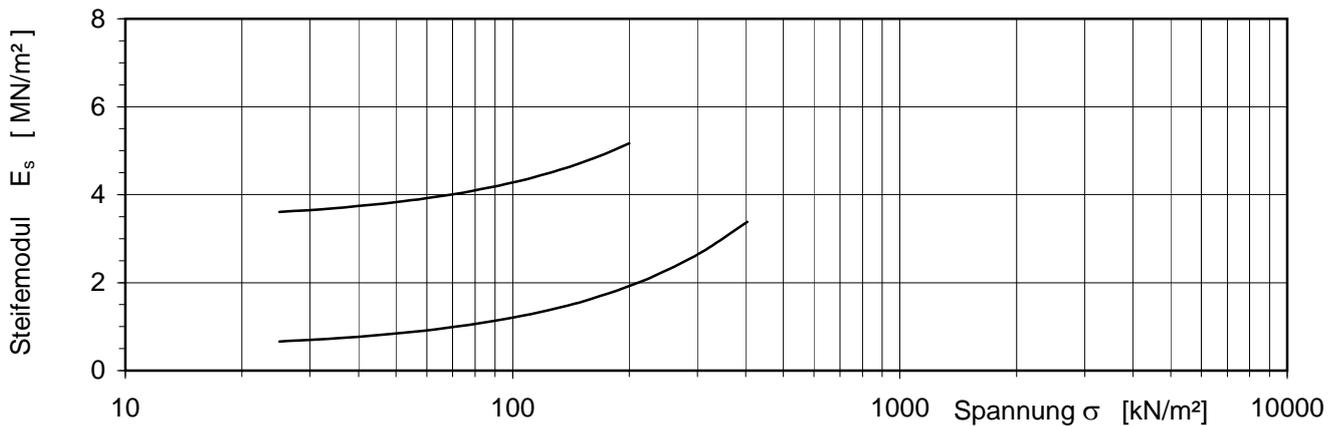
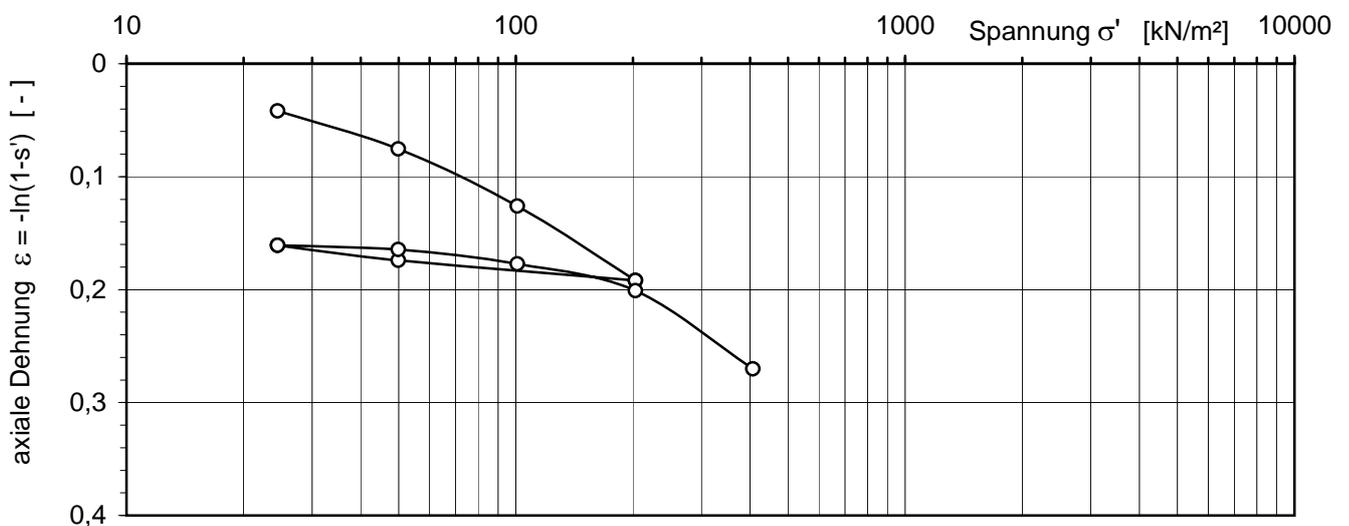
EINDIMENSIONALER KOMPRESSIONSVERSUCH

DIN EN ISO 17892-5

Projekt Nr.: 1419
Jugendanstalt Hamburg, Neubau

Entnahmestelle: PB1 UP3
Entnahmetiefe: 4,00 - 4,25 m
Bodenart: Klei

Prüfkörper h/d 20 / 70 mm
Laststeigerung 24 Std.
Wasserzugabe nach Aufbringen der Minimallast
Anfangswassergehalt 62,95 %
Endwassergehalt 46,93 %
Anfangsdichte 1,633 g/cm³
Anfangsporenzahl 1,644



Spannung [kN/m ²]	Steifemodul E_s *	
	1. Belastung [MN/m ²]	2. Belastung [MN/m ²]
25	0,66	3,61
50	0,84	3,83
100	1,20	4,28
200	1,92	5,17
300	2,64	
400	3,36	

Kompansionsbeiwert $C_c = 0,479$
Schwellbeiwert $C_s = 0,075$

*: Tangentenmodul
 $E_s = d\sigma'/d\epsilon$

Bearbeiter: mb
Geprüft von: gb

EINDIMENSIONALER KOMPRESSIONSVERSUCH

DIN EN ISO 17892-5

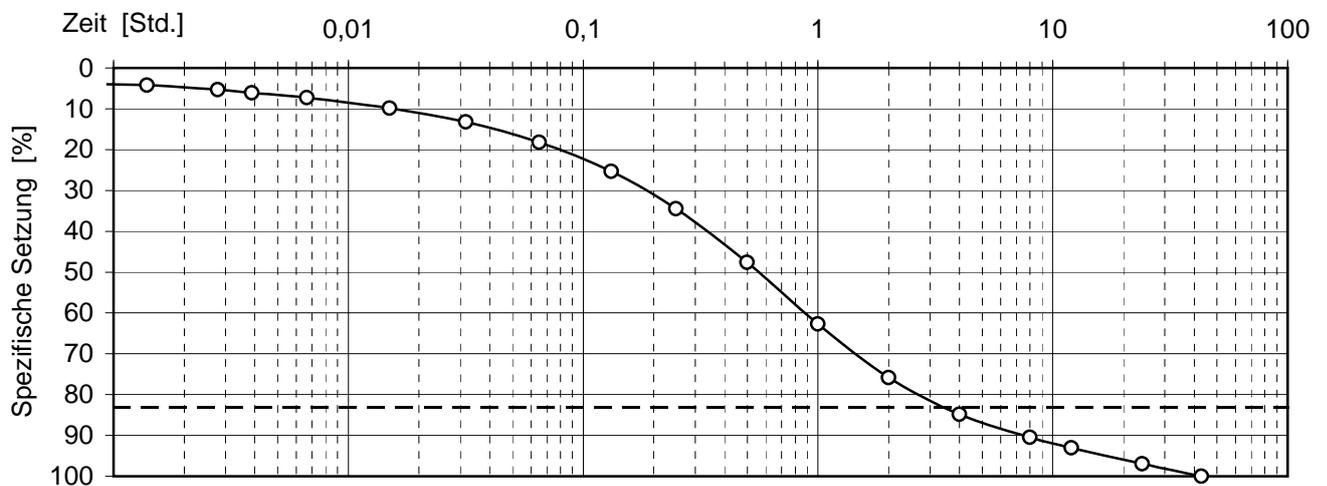
Projekt Nr.: 1419
Jugendanstalt Hamburg, Neubau

Entnahmestelle: PB1 UP3
Entnahmetiefe: 4,00 - 4,25 m
Bodenart: Klei

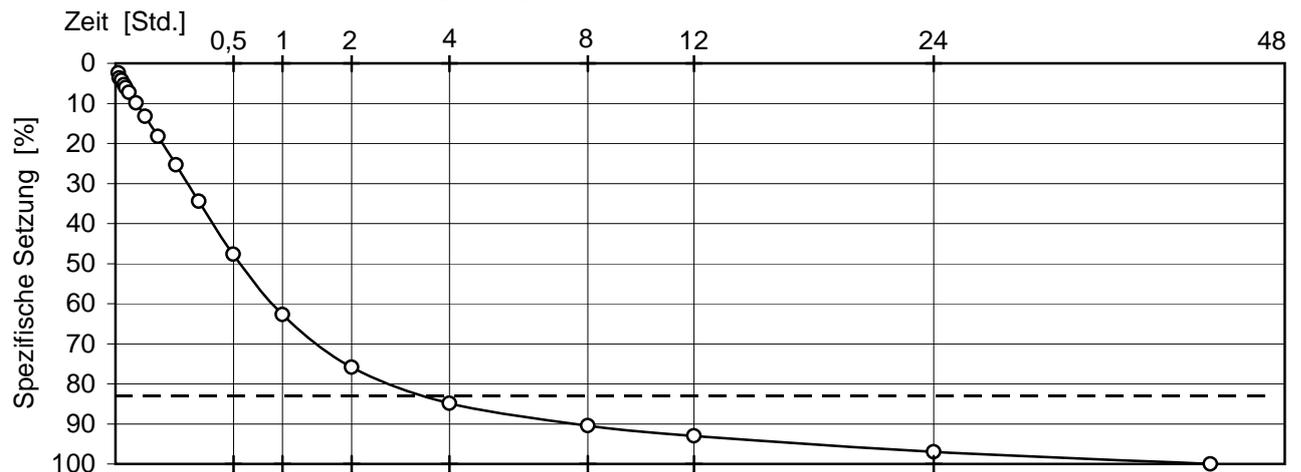
Laststufen:

1. Belastung	von 24,5 kN/m ²	bis 50,0 kN/m ²
Probenhöhe	$h_{anf} =$	19,183 mm
	$h_{end} =$	18,524 mm
Porenzahl	$e_{anf} =$	1,536 -
	$e_{end} =$	1,449 -

Zeit - Zusammendrückung - Diagramm mit einem logarithmischen Maßstab der Zeitachse



Zeit - Zusammendrückung - Diagramm mit einem Quadratwurzel-Maßstab der Zeitachse



100 % der primären Setzung $t_{100} = 3,31$ Std.

Verfestigungsbeiwert $c_v = 1,10E-08$ m²/s

Kriechbeiwert $c_\alpha = 0,011$ -

Steifemodul $E_s = 750,7$ kN/m²

Durchlässigkeitsbeiwert $k = 1,46E-10$ m/s

Bearbeiter: mb

Geprüft von: gb

EINDIMENSIONALER KOMPRESSIONSVERSUCH

DIN EN ISO 17892-5

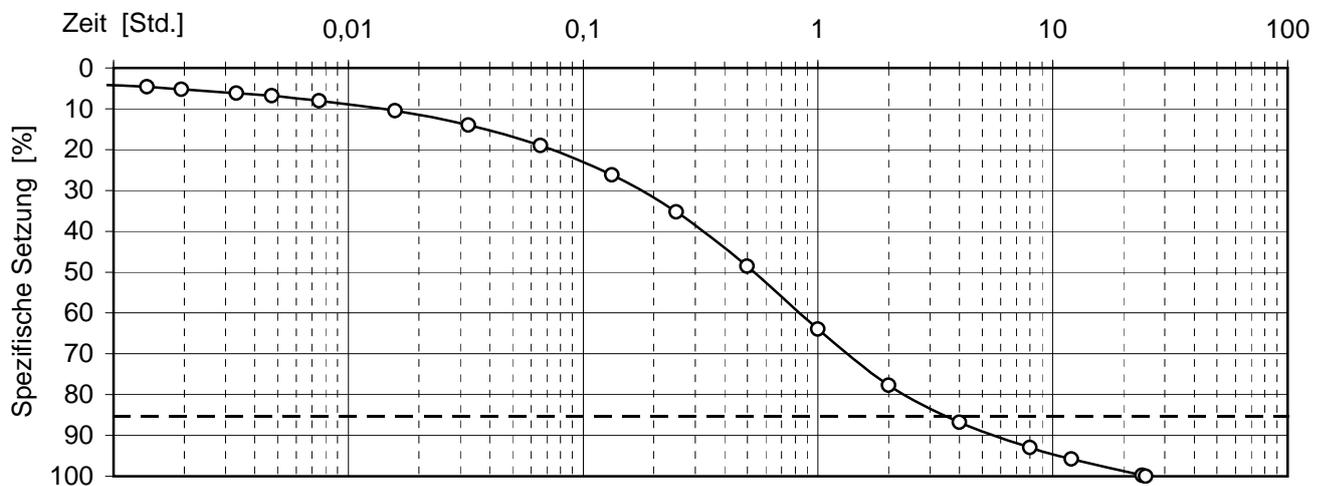
Projekt Nr.: 1419
Jugendanstalt Hamburg, Neubau

Entnahmestelle: PB1 UP3
Entnahmetiefe: 4,00 - 4,25 m
Bodenart: Klei

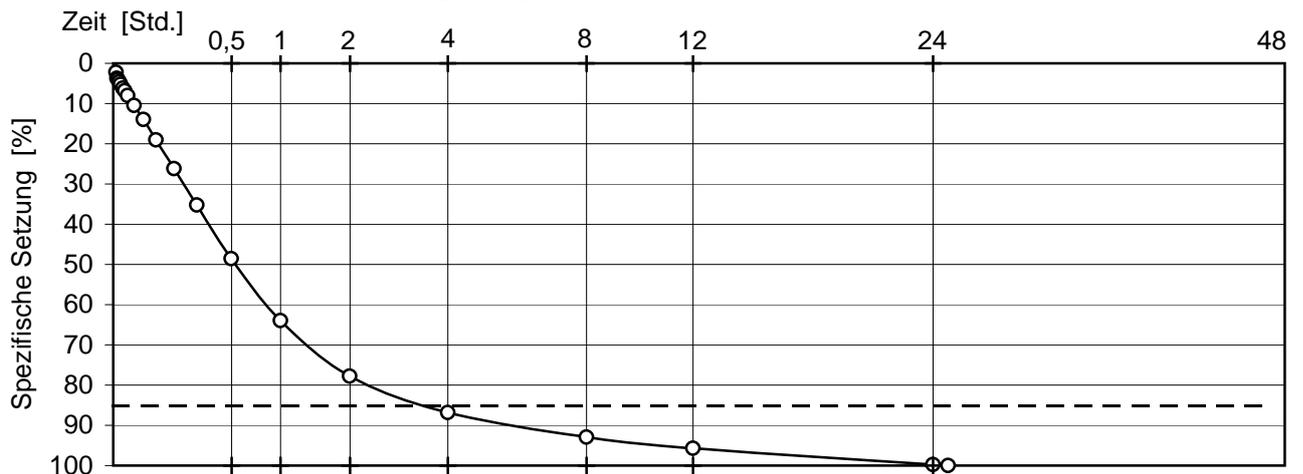
Laststufen:

1. Belastung	von 50,0 kN/m ²	bis 101 kN/m ²
Probenhöhe	$h_{anf} =$	18,524 mm
	$h_{end} =$	17,630 mm
Porenzahl	$e_{anf} =$	1,449 -
	$e_{end} =$	1,331 -

Zeit - Zusammendrückung - Diagramm mit einem logarithmischen Maßstab der Zeitachse



Zeit - Zusammendrückung - Diagramm mit einem Quadratwurzel-Maßstab der Zeitachse



100 % der primären Setzung $t_{100} = 3,35$ Std.

Verfestigungsbeiwert $c_v = 9,96E-09$ m²/s

Kriechbeiwert $c_\alpha = 0,016$ -

Steifemodul $E_s = 1025,3$ kN/m²

Durchlässigkeitsbeiwert $k = 9,71E-11$ m/s

Bearbeiter: mb

Geprüft von: gb

EINDIMENSIONALER KOMPRESSIONSVERSUCH

DIN EN ISO 17892-5

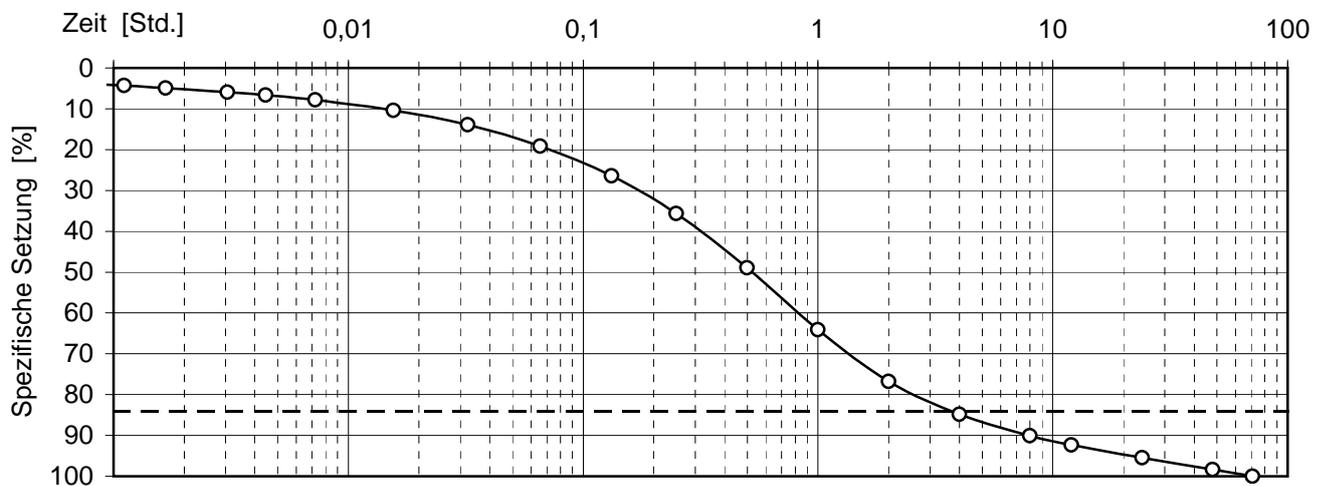
Projekt Nr.: 1419
Jugendanstalt Hamburg, Neubau

Entnahmestelle: PB1 UP3
Entnahmetiefe: 4,00 - 4,25 m
Bodenart: Klei

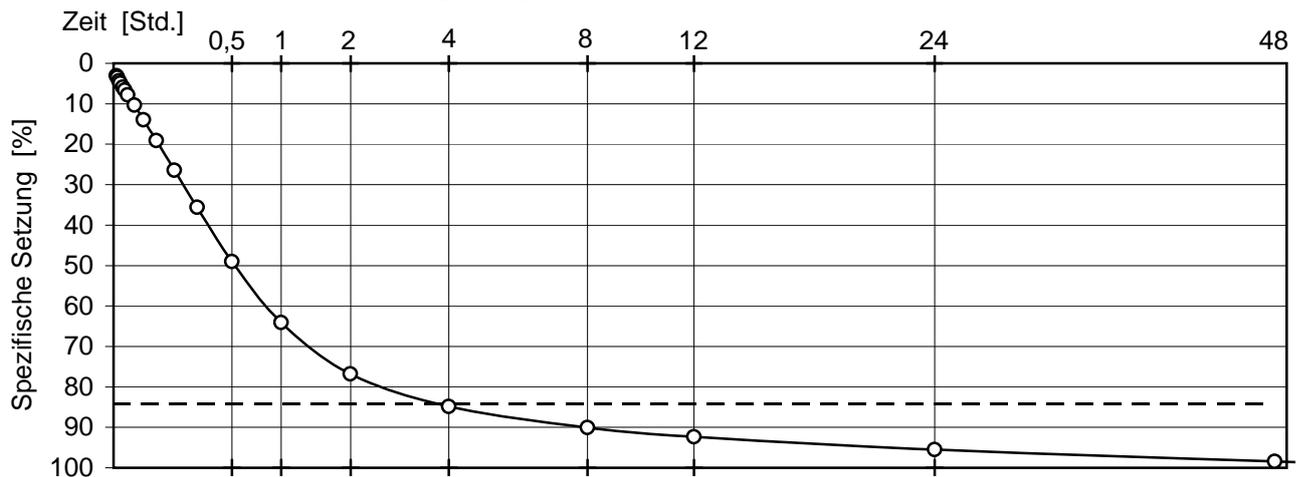
Laststufen:

1. Belastung	von 101 kN/m ²	bis 203 kN/m ²
Probenhöhe	$h_{anf} =$	17,63 mm
	$h_{end} =$	16,454 mm
Porenzahl	$e_{anf} =$	1,331 -
	$e_{end} =$	1,175 -

Zeit - Zusammendrückung - Diagramm mit einem logarithmischen Maßstab der Zeitachse



Zeit - Zusammendrückung - Diagramm mit einem Quadratwurzel-Maßstab der Zeitachse



100 % der primären Setzung $t_{100} = 3,61$ Std.

Verfestigungsbeiwert $c_v = 8,73E-09$ m²/s

Kriechbeiwert $c_\alpha = 0,016$ -

Steifemodul $E_s = 1574,4$ kN/m²

Durchlässigkeitsbeiwert $k = 5,54E-11$ m/s

Bearbeiter: mb

Geprüft von: gb

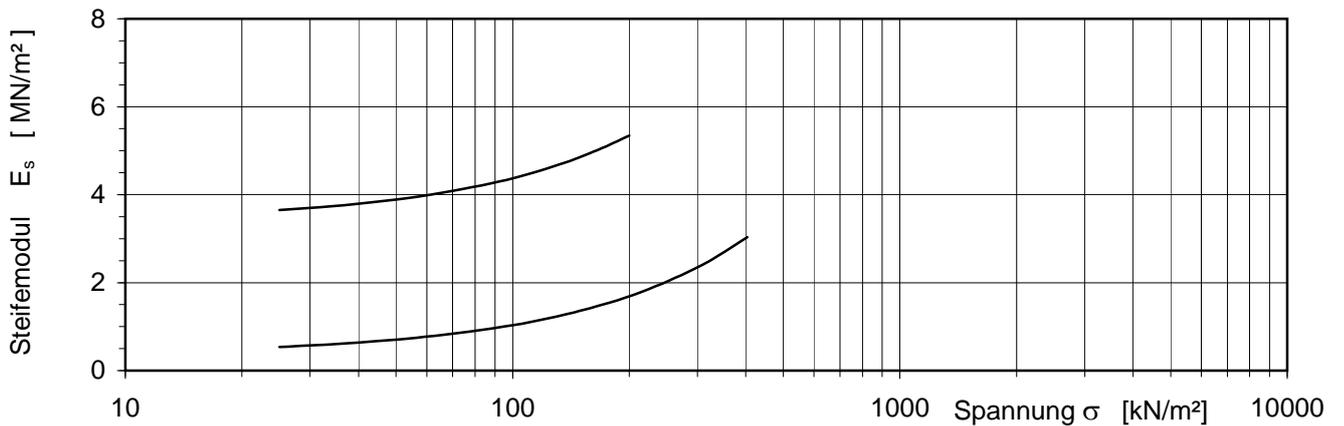
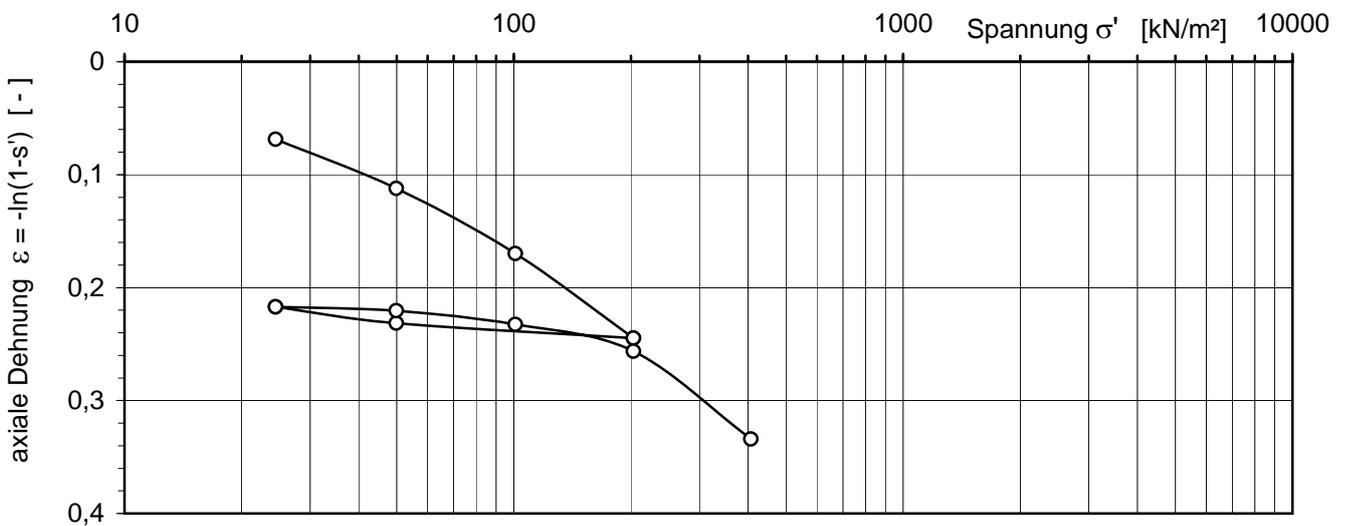
EINDIMENSIONALER KOMPRESSIONSVERSUCH

DIN EN ISO 17892-5

Projekt Nr.: 1419
Jugendanstalt Hamburg, Neubau

Entnahmestelle: PB1 UP4
Entnahmetiefe: 5,00 - 5,25 m
Bodenart: Klei

Prüfkörper h/d 20 / 70 mm
Laststeigerung 24 Std.
Wasserzugabe nach Aufbringen der Minimallast
Anfangswassergehalt 70,39 %
Endwassergehalt 48,64 %
Anfangsdichte 1,572 g/cm³
Anfangsporenzahl 1,872



Spannung [kN/m ²]	Steifemodul E_s *	
	1. Belastung [MN/m ²]	2. Belastung [MN/m ²]
25	0,54	3,65
50	0,71	3,89
100	1,03	4,38
200	1,69	5,35
300	2,35	
400	3,01	

Kompansionsbeiwert $C_C = 0,550$

Schwellbeiwert $C_S = 0,069$

*: Tangentenmodul

$$E_s = d\sigma'/d\varepsilon$$

Bearbeiter: mb

Geprüft von: gb

EINDIMENSIONALER KOMPRESSIONSVERSUCH

DIN EN ISO 17892-5

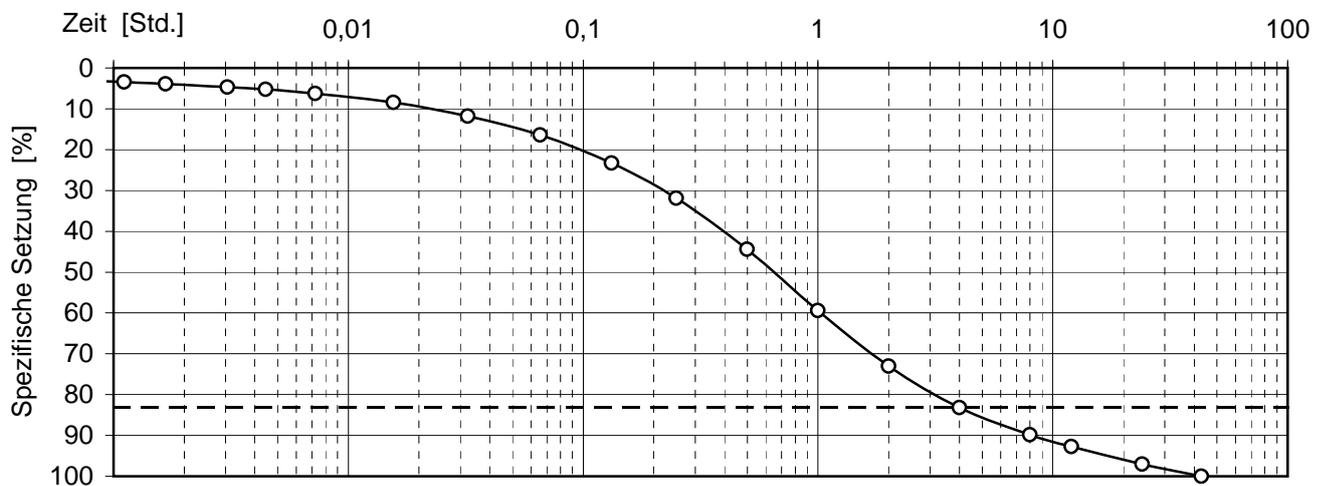
Projekt Nr.: 1419
Jugendanstalt Hamburg, Neubau

Entnahmestelle: PB1 UP4
Entnahmetiefe: 5,00 - 5,25 m
Bodenart: Klei

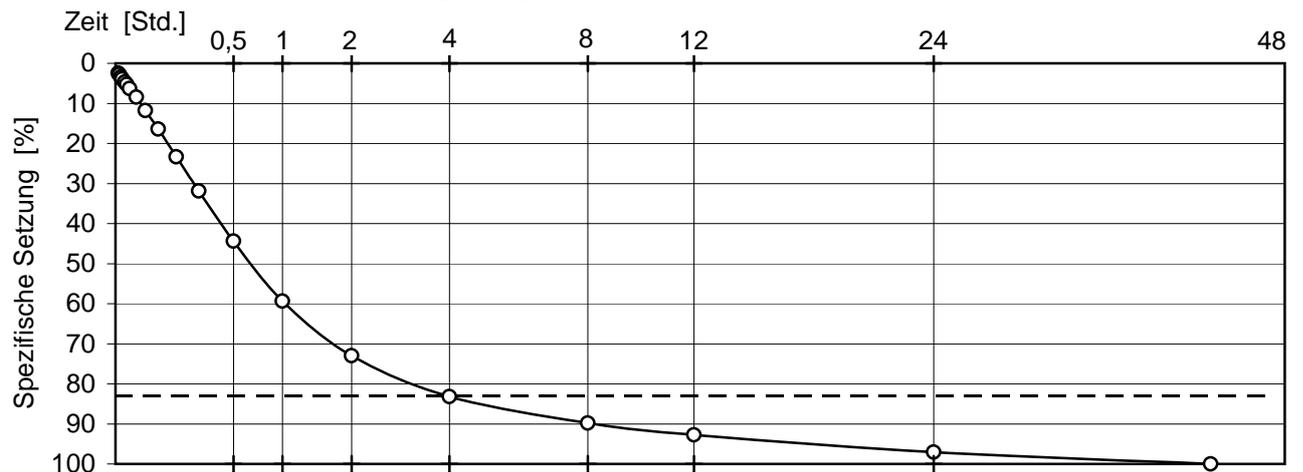
Laststufen:

1. Belastung	von 24,5 kN/m ²	bis 50,0 kN/m ²
Probenhöhe	$h_{anf} =$	18,670 mm
	$h_{end} =$	17,855 mm
Porenzahl	$e_{anf} =$	1,681 -
	$e_{end} =$	1,564 -

Zeit - Zusammendrückung - Diagramm mit einem logarithmischen Maßstab der Zeitachse



Zeit - Zusammendrückung - Diagramm mit einem Quadratwurzel-Maßstab der Zeitachse



100 % der primären Setzung $t_{100} = 3,88$ Std.

Verfestigungsbeiwert $c_v = 8,73E-09$ m²/s

Kriechbeiwert $c_\alpha = 0,013$ -

Steifemodul $E_s = 621,2$ kN/m²

Durchlässigkeitsbeiwert $k = 1,41E-10$ m/s

Bearbeiter: mb

Geprüft von: gb

EINDIMENSIONALER KOMPRESSIONSVERSUCH

DIN EN ISO 17892-5

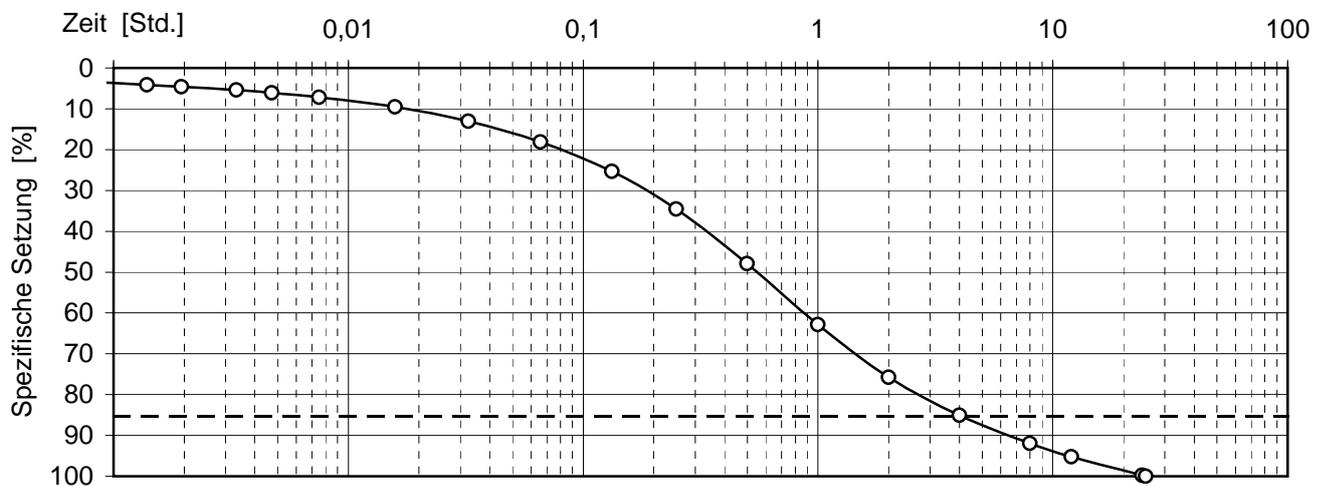
Projekt Nr.: 1419
Jugendanstalt Hamburg, Neubau

Entnahmestelle: PB1 UP4
Entnahmetiefe: 5,00 - 5,25 m
Bodenart: Klei

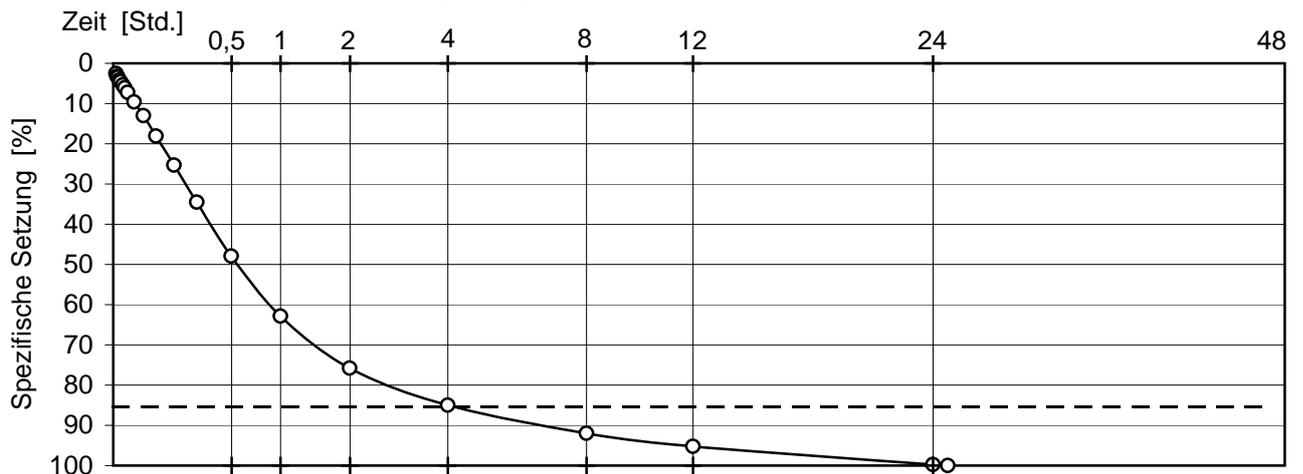
Laststufen:

1. Belastung	von 50,0 kN/m ²	bis 101 kN/m ²
Probenhöhe	$h_{anf} =$	17,855 mm
	$h_{end} =$	16,873 mm
Porenzahl	$e_{anf} =$	1,564 -
	$e_{end} =$	1,423 -

Zeit - Zusammendrückung - Diagramm mit einem logarithmischen Maßstab der Zeitachse



Zeit - Zusammendrückung - Diagramm mit einem Quadratwurzel-Maßstab der Zeitachse



100 % der primären Setzung $t_{100} = 4,00$ Std.

Verfestigungsbeiwert $c_v = 7,89E-09$ m²/s

Kriechbeiwert $c_\alpha = 0,021$ -

Steifemodul $E_s = 872,6$ kN/m²

Durchlässigkeitsbeiwert $k = 9,04E-11$ m/s

Bearbeiter: mb

Geprüft von: gb

EINDIMENSIONALER KOMPRESSIONSVERSUCH

DIN EN ISO 17892-5

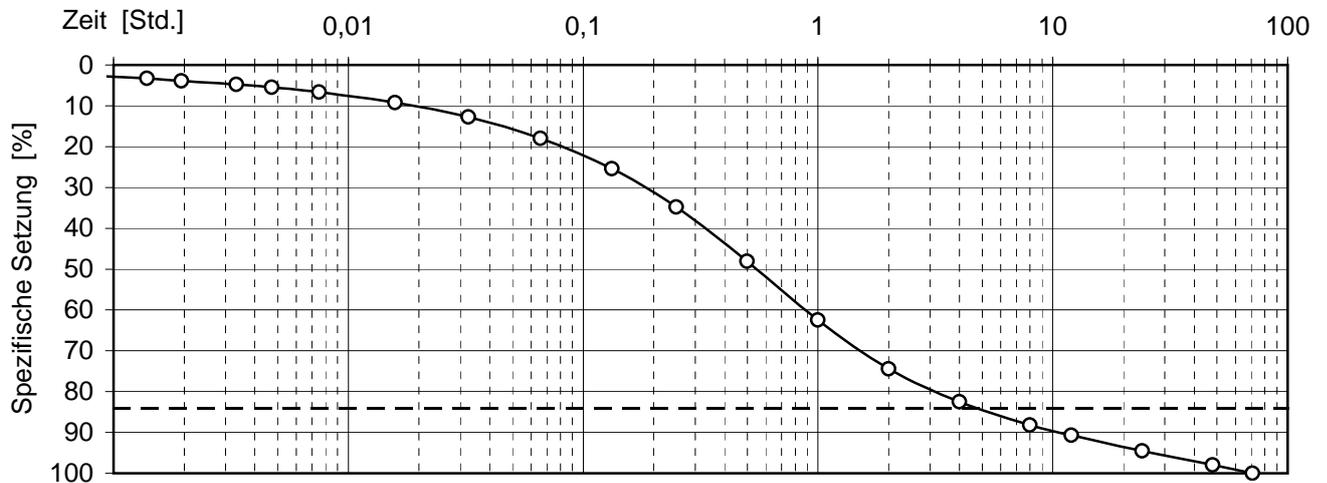
Projekt Nr.: 1419
Jugendanstalt Hamburg, Neubau

Entnahmestelle: PB1 UP4
Entnahmetiefe: 5,00 - 5,25 m
Bodenart: Klei

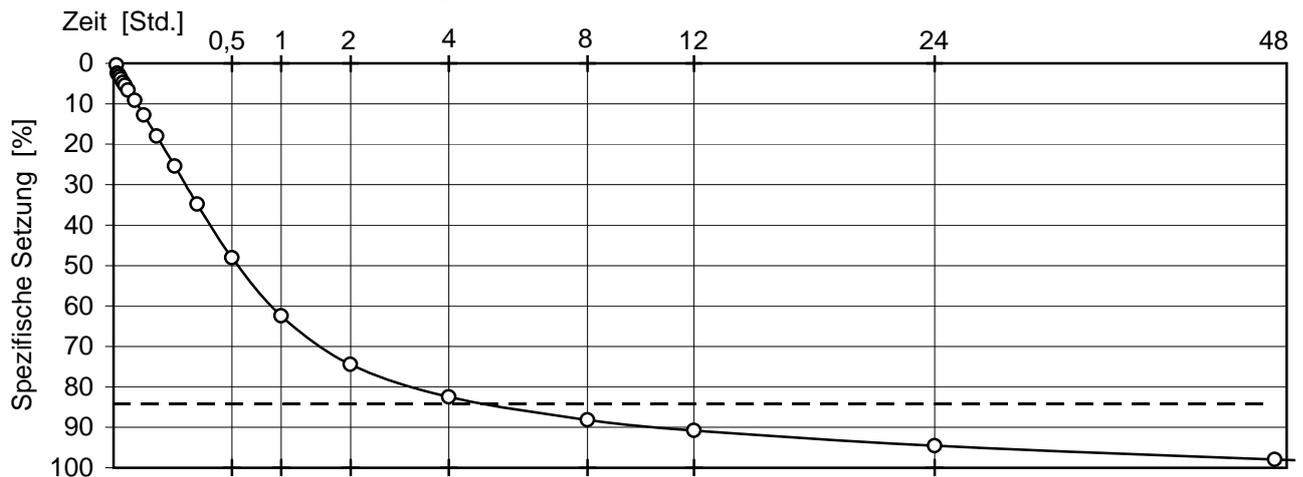
Laststufen:

1. Belastung	von 101 kN/m ²	bis 203 kN/m ²
Probenhöhe	$h_{anf} =$	16,873 mm
	$h_{end} =$	15,589 mm
Porenzahl	$e_{anf} =$	1,423 -
	$e_{end} =$	1,238 -

Zeit - Zusammendrückung - Diagramm mit einem logarithmischen Maßstab der Zeitachse



Zeit - Zusammendrückung - Diagramm mit einem Quadratwurzel-Maßstab der Zeitachse



100 % der primären Setzung $t_{100} = 4,49$ Std.

Verfestigungsbeiwert $c_v = 6,80E-09$ m²/s

Kriechbeiwert $c_\alpha = 0,021$ -

Steifemodul $E_s = 1375,3$ kN/m²

Durchlässigkeitsbeiwert $k = 4,95E-11$ m/s

Bearbeiter: mb

Geprüft von: gb

Anlage 4.4

Flügelscherversuche mit der Laborflügelsonde

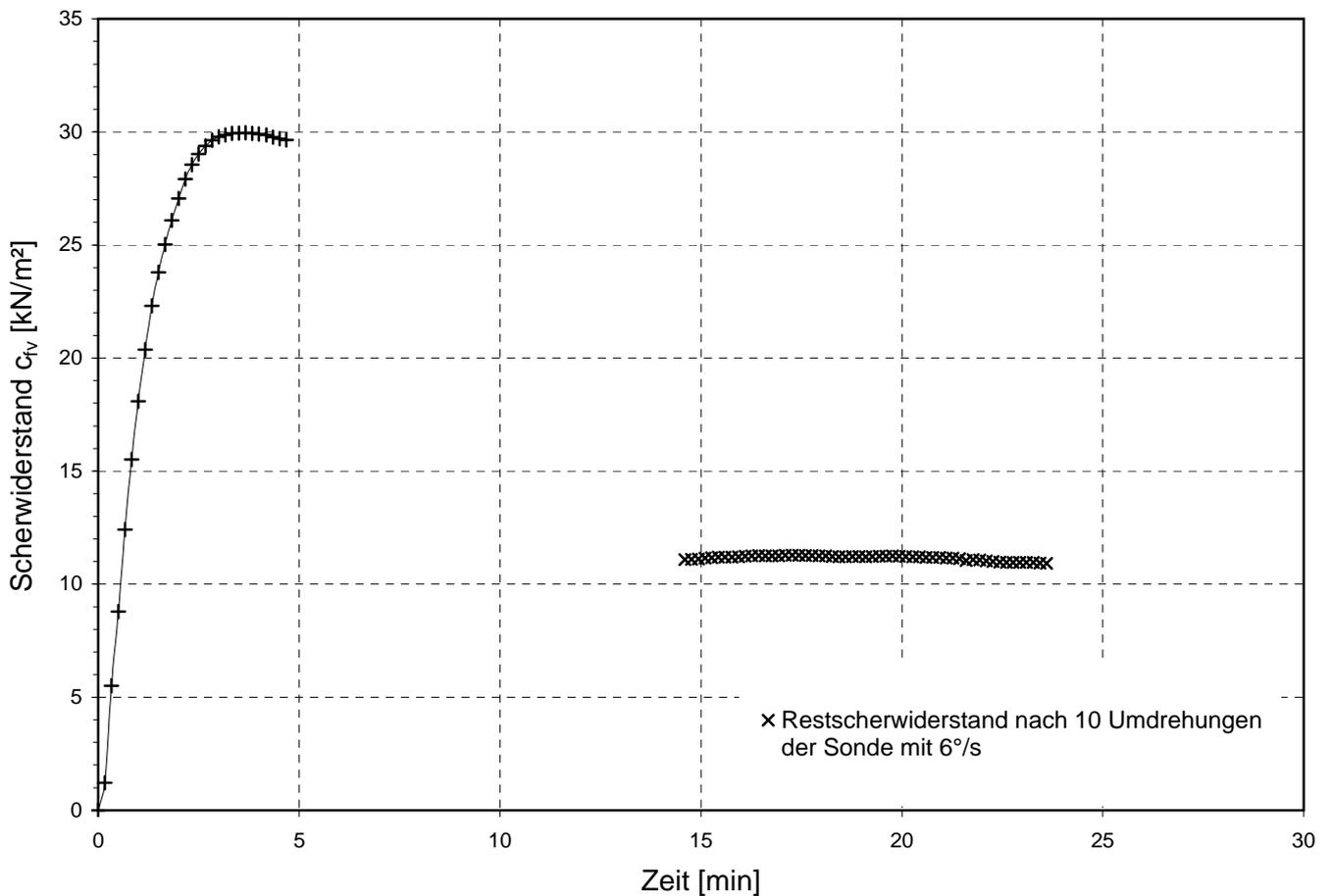
Flügelscherversuch
Laborflügelsonde

Projekt Nr.: 1419
Jugendanstalt HH, Neubau

Entnahmestelle : PB1 UP1
Entnahmetiefe: 2,00 - 2,25 m
Bodenart: Klei (T, u*, h)
Art der Entnahme : UP

Wassergehalt 67,1 %
Dichte 1,527 g/cm³

Prüfdatum: 29.04.2019
Flügelbreite der Sonde 25 mm
Sondenhöhe 50 mm
Drehgeschwindigkeit 0,1 °/s
Messungenauigkeit nach Herstellerangaben < 0,2 kN/m²



HINWEIS:
Gemäß DIN 4094-4:2002-01, lässt sich bei wassergesättigten feinkörnigen Böden unter Berücksichtigung von Korrekturfaktoren μ die undrained Flügelscherfestigkeit c_{fu} aus dem maximalen Scherwiderstand c_{fv} ermitteln.

maximaler Scherwiderstand c_{fv}	30,0 kN/m ²
Restscherwiderstand c_{Rv}	11,3 kN/m ²
Sensitivität $S_{tv} = c_{fv}/c_{Rv}$	2,7

Bearbeiter:mb.....
Geprüft von:gb.....

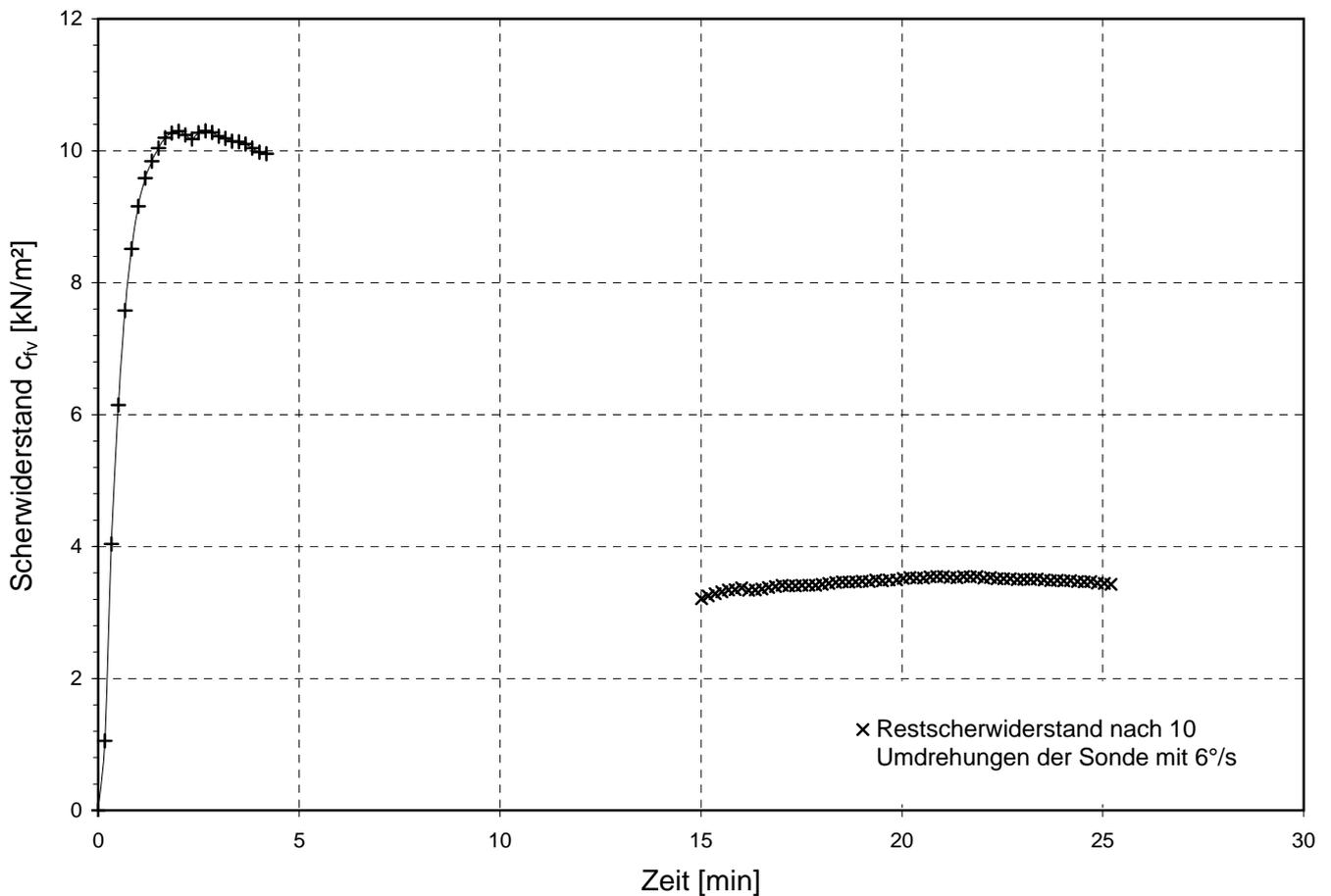
Flügelscherversuch
Laborflügelsonde

Projekt Nr.: 1419
Jugendanstalt HH, Neubau

Entnahmestelle : PB1 UP3
Entnahmetiefe: 4,00 - 4,25 m
Bodenart: Klei (T, U, fs', h)
Art der Entnahme : UP

Wassergehalt 67,3 %
Dichte 1,586 g/cm³

Prüfdatum: 29.04.2019
Flügelbreite der Sonde 25 mm
Sondenhöhe 50 mm
Drehgeschwindigkeit 0,1 °/s
Messungengenauigkeit nach Herstellerangaben < 0,2 kN/m²



HINWEIS:
Gemäß DIN 4094-4:2002-01, lässt sich bei wassergesättigten feinkörnigen Böden unter Berücksichtigung von Korrekturfaktoren μ die undrained Flügelscherfestigkeit c_{fu} aus dem maximalen Scherwiderstand c_{fv} ermitteln.

maximaler Scherwiderstand c_{fv}	10,3 kN/m ²
Restscherwiderstand c_{Rv}	3,5 kN/m ²
Sensitivität $S_{tv} = c_{fv}/c_{Rv}$	2,9

Bearbeiter:mb.....
Geprüft von:gb.....



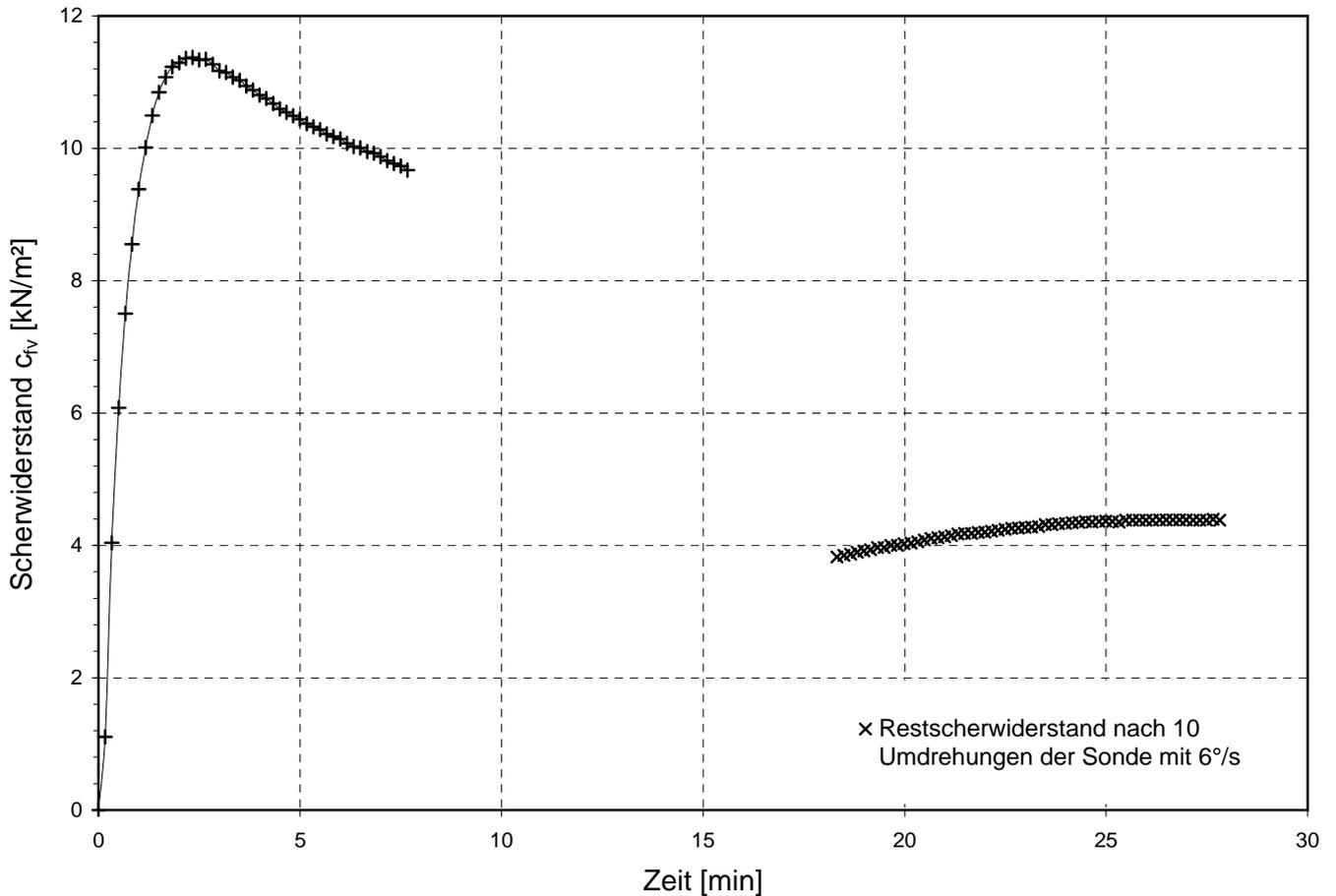
Flügelscherversuch
Laborflügelsonde

Projekt Nr.: 1419
Jugendanstalt HH, Neubau

Entnahmestelle : PB1 UP4
Entnahmetiefe: 5,00 - 5,25 m
Bodenart: Klei (U, t*, fs', h)
Art der Entnahme : UP

Wassergehalt 57,2 %
Dichte 1,646 g/cm³

Prüfdatum: 29.04.2019
Flügelbreite der Sonde 25 mm
Sondenhöhe 50 mm
Drehgeschwindigkeit 0,1 °/s
Messungenauigkeit nach Herstellerangaben < 0,2 kN/m²



HINWEIS:
Gemäß DIN 4094-4:2002-01, lässt sich bei wassergesättigten feinkörnigen Böden unter Berücksichtigung von Korrekturfaktoren μ die undrained Flügelscherfestigkeit c_{fu} aus dem maximalen Scherwiderstand c_{fv} ermitteln.

maximaler Scherwiderstand c_{fv}	11,4 kN/m ²
Restscherwiderstand c_{Rv}	4,4 kN/m ²
Sensitivität $S_{tv} = c_{fv}/c_{Rv}$	2,6

Bearbeiter:mb.....
Geprüft von:gb.....

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



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.

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.: 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

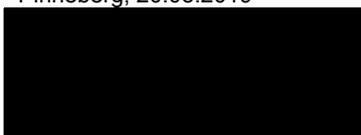
GBA Gesellschaft für Bioanalytik · Flensburger Straße 15 · 25421 Pinneberg

 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.

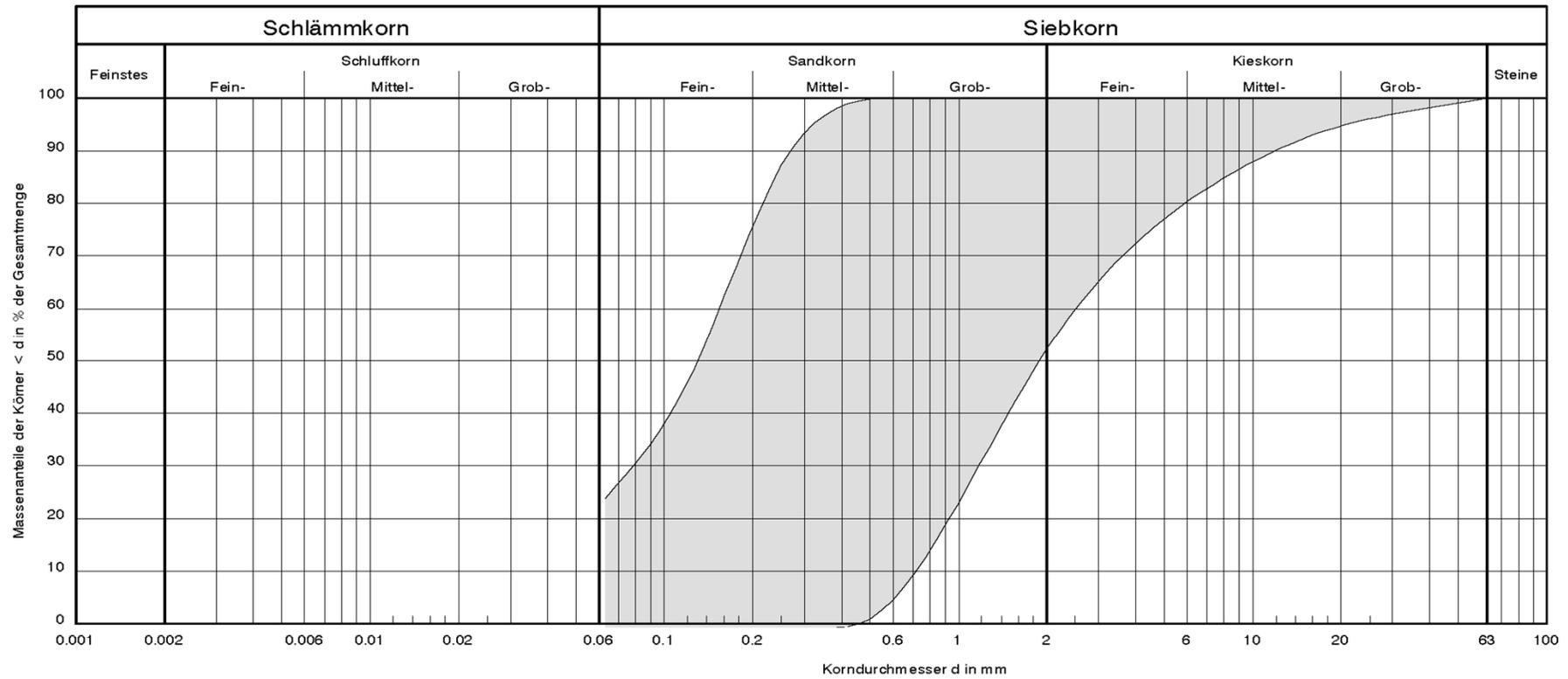
Anlage 6

Kennzeichnende Bodeneigenschaften der Schichten

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

Kennwert/Parameter	Bodenschicht
	S1
Bezeichnung	Auffüllung, sandig
Korngrößenverteilung - Kornkennzahl T/U/S/G (Erfahrungswert)	s. Abbildung
Stein- und Blockanteil nach DIN EN ISO 14688-2 (Erfahrungswert)	gering bis mittel
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.
Undränierete 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	sehr locker / locker / mitteldicht
Organischer Anteil nach DIN 18128, Glühverlust [%]	0 - 10
Abrasivitätsbezeichnung (abgeleitet aus dem Cerchar- und LCPC-Verfahren)	abrasiv - stark abrasiv
Frostempfindlichkeit nach ZTV E-StB	F1 - F2
Bodengruppe nach DIN 18196	A [SE / SU / SW / GE / GU / GW]

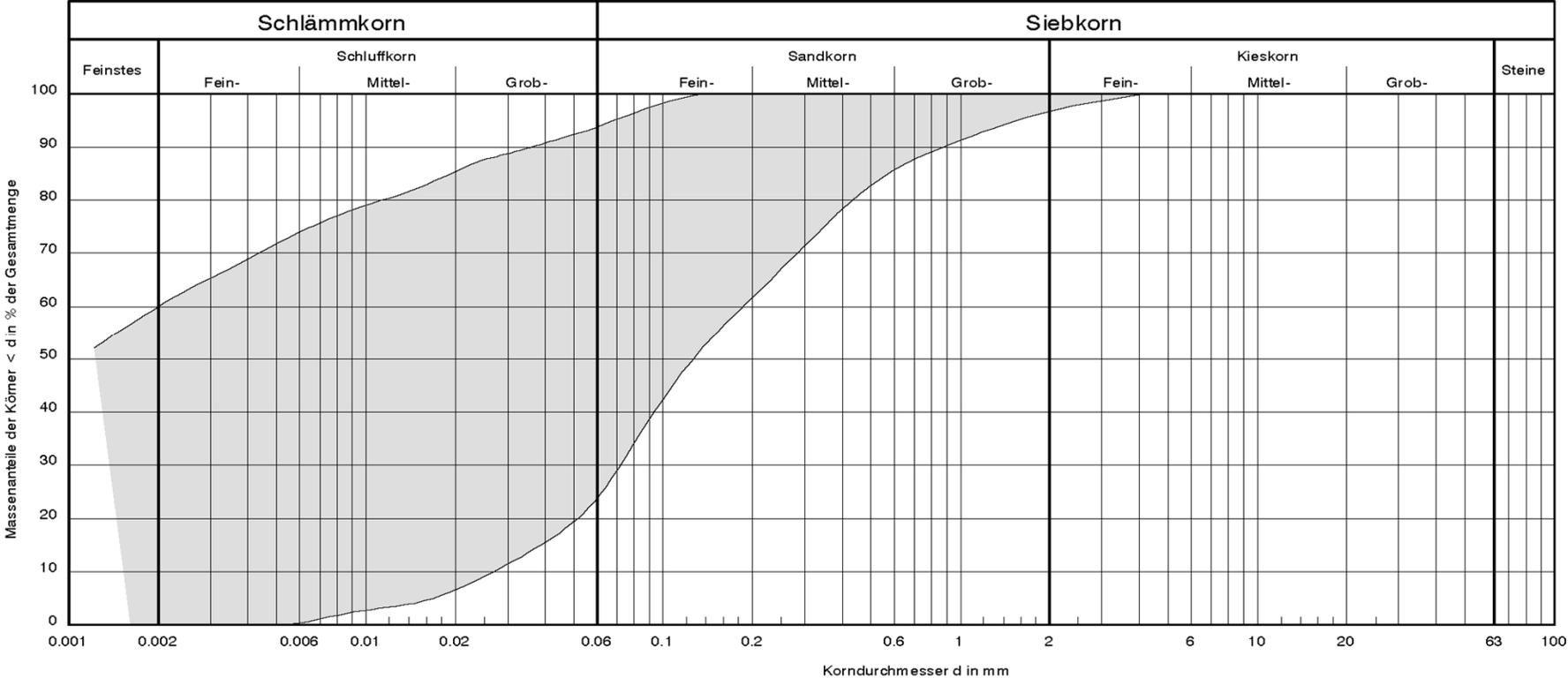
k. A.: keine Angabe, da Kennwert / Parameter für Bodenart nicht relevant bzw. für anzuwendende Bauverfahren gem. Normung DIN 18300 ff. nicht gefordert



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

Kennwert/Parameter	Bodenschicht
	S2
Bezeichnung	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
UndrÄnierte 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
	S3
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.
Undrained 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

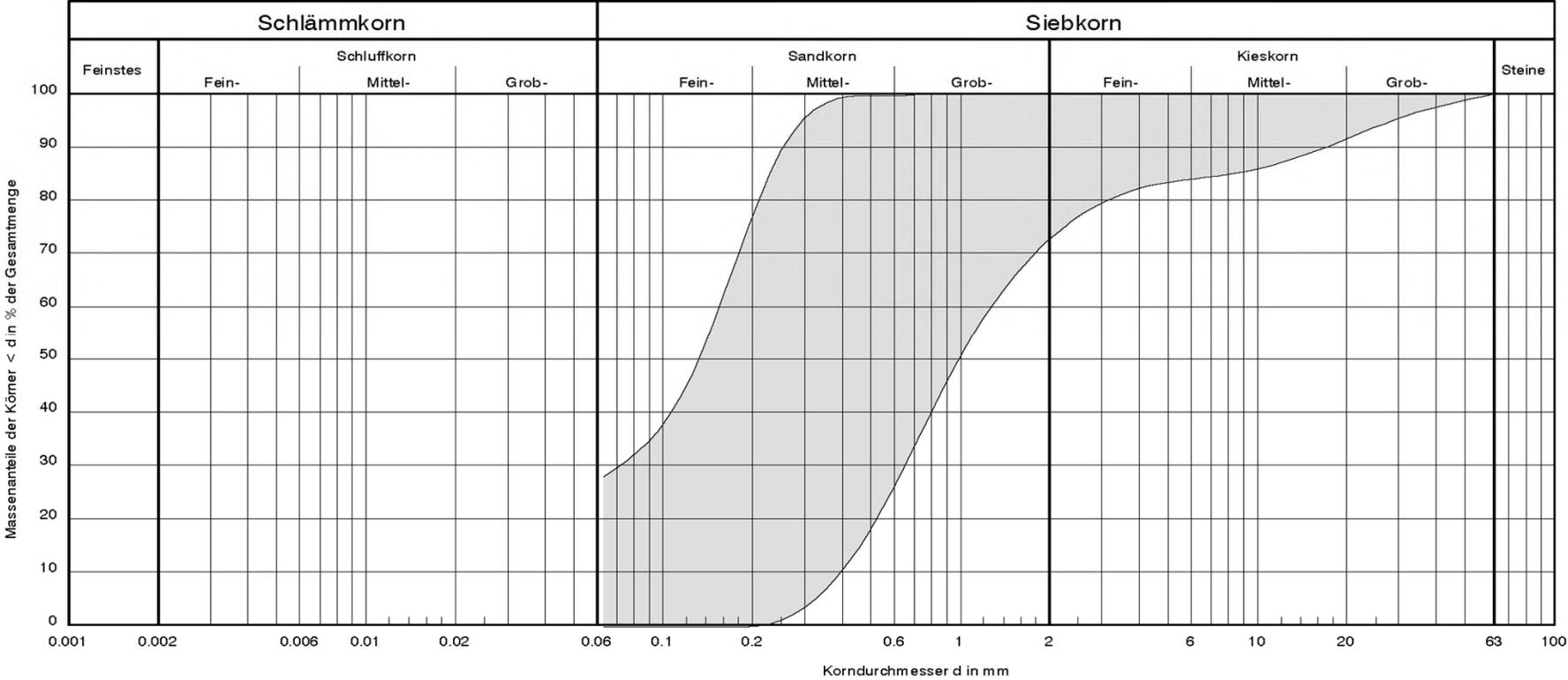
k. A.: keine Angabe, da Kennwert / Parameter für Bodenart nicht relevant bzw. für anzuwendende Bauverfahren gem. Normung DIN 18300 ff. nicht gefordert

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

Kennwert/Parameter	Bodenschicht
	S4
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.
Undränierete 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)

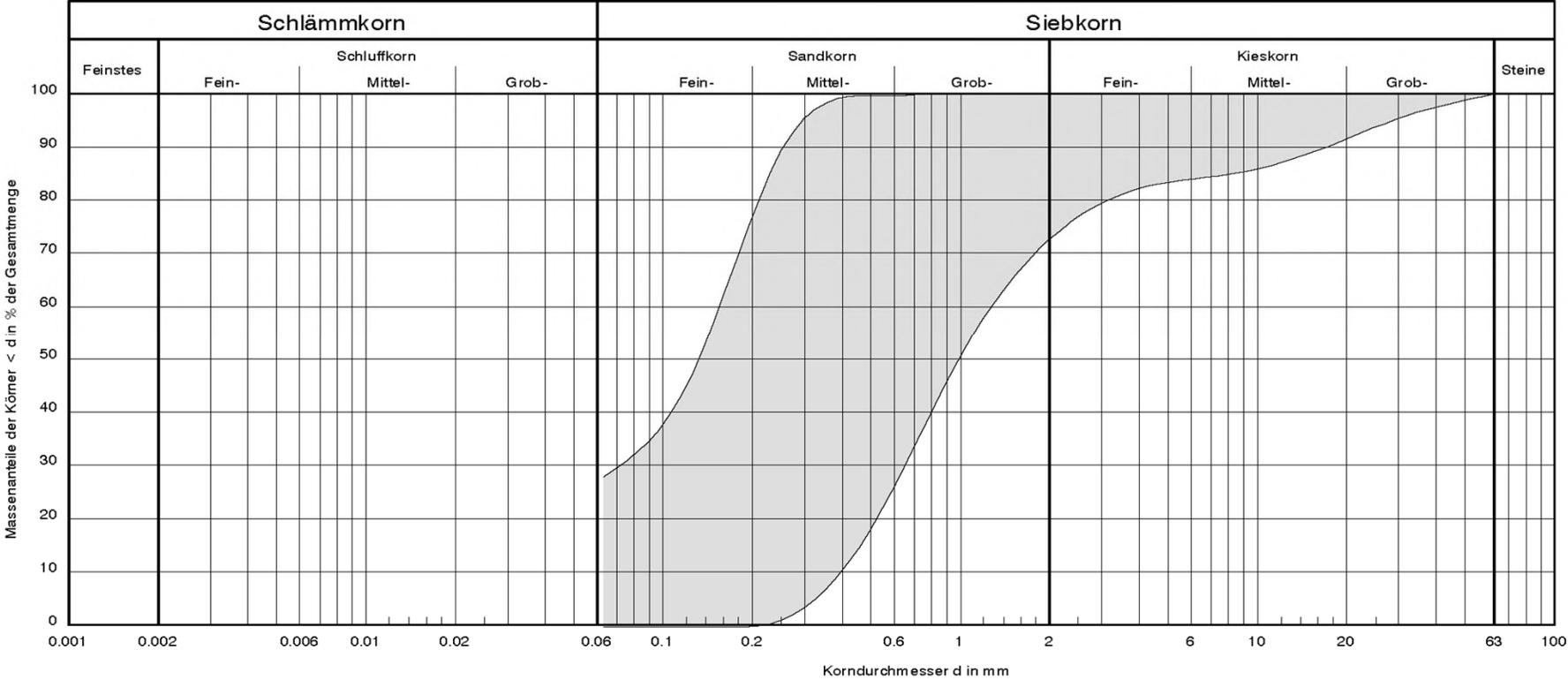


Kennzeichnende Bodeneigenschaften der Schichten (DIN 18300, DIN 18301, DIN 18304)

Kennwert/Parameter	Bodenschicht
	S5
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

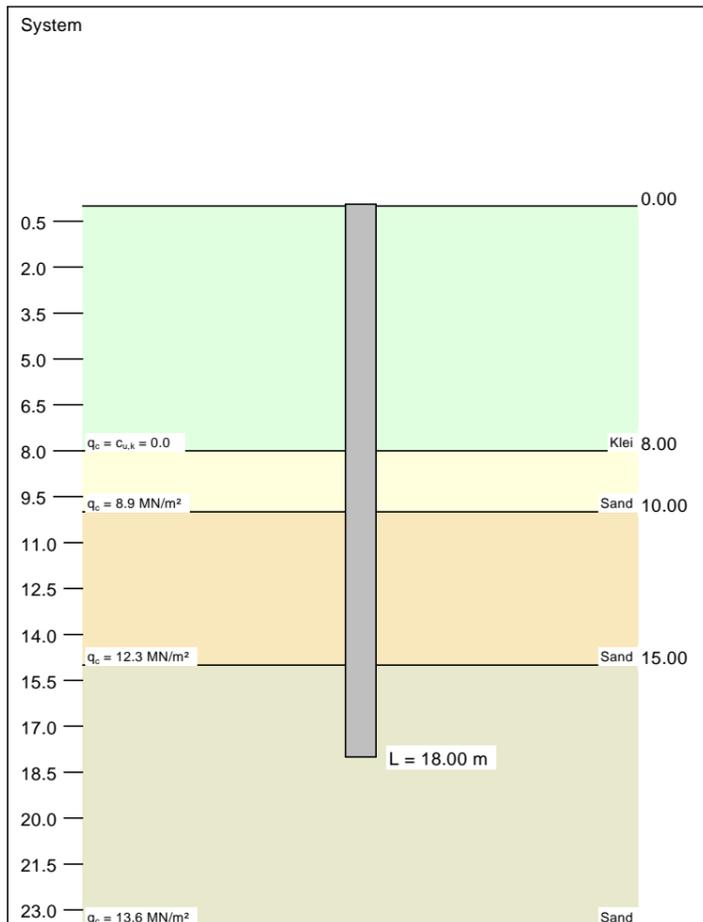
k. A.: keine Angabe, da Kennwert / Parameter für Bodenart nicht relevant bzw. für anzuwendende Bauverfahren gem. Normung DIN 18300 ff. nicht gefordert

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
Fertigteiltramppfahl a = 0,4 m

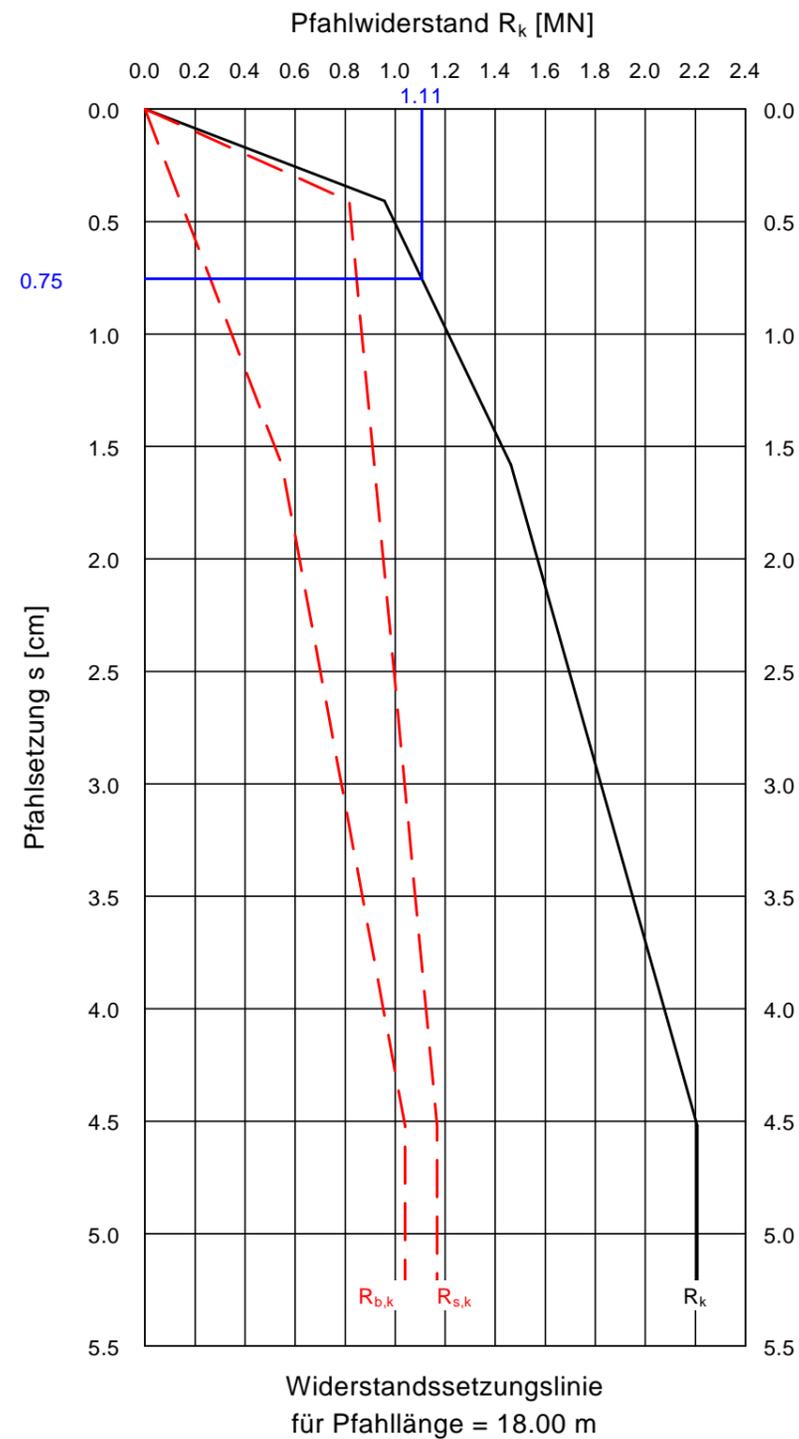
Anlage: 7

Projekt-Nr.: HH 325.0/19

Programm: GGU Axpile

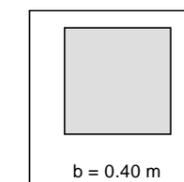
Version: 6.01

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
0.0	0.0	0.0	0.000	0.000	0.0000	0.0000	Klei
8.9	8.9	0.0	2.526	4.817	0.0363	0.0500	Sand
12.3	12.3	0.0	3.345	6.362	0.0523	0.0750	Sand
13.6	13.6	0.0	3.674	6.983	0.0587	0.0850	Sand

Berechnungsgrundlagen γ_Q = 1.50
 WSL Rammpfahl
 Fertigramppfahl
 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
 γ_P = 1.40
 γ_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
 σ₀₃₅ = 3.416 MN/m²
 σ₁₀ = 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

s₀₃₅ = 1.582 cm:
 R_{s,k(s)} = 0.916 MN
 R_{b,k(s)} = 0.547 MN
 R_{k(s)} = 1.463 MN

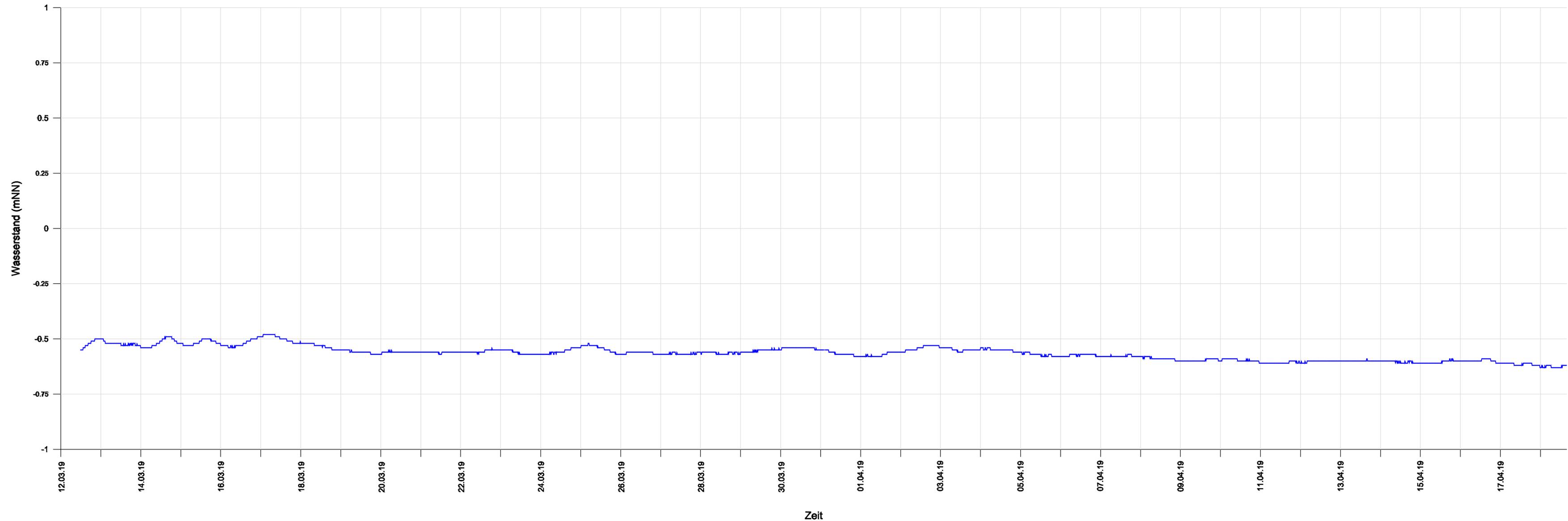
s₁₀ = 4.520 cm:
 R_{s,k(s)} = 1.168 MN
 R_{b,k(s)} = 1.039 MN
 R_{k(s)} = 2.207 MN

R_d = R_k / γ_P = 2.207 / 1.400 MN
 R_d = 1.576 MN
 zul V = R_k / (γ_P · γ_(G,Q))

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

Anlage 8

Pegelganglinie der Grundwasserstandsmessungen



Legende:

— Pegelbrunnen PB01

Plangrundlage:

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

Auftraggeber

Sprinkenhof
Wir bewegen Immobilien
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
Geschlossener Vollzug
Geotechnischer Bericht

Planinhalt

Ganglinien Grundwasserstand PB01
Zeitraum 12.03.2019 - 18.04.2019

Az.	HH 325.0/19	Bearbeiter	sh/hv	Datum:	30.04.2019
Maßstab	ohne	Blattformat	970 x 297	Anlagen Nr.	8