

Schmitz+Beilke Ingenieure GmbH * Cloppenburger Straße 4a * 26135 Oldenburg

SCHMITZ + BEILKE INGENIEURE GMBH
Cloppenburger Str. 4a · 26135 Oldenburg

Telefon 0441 / 999051-10
info@baugrund-ol.de
www.gruppe-ingenieurbau.de

Gerichtsstand Oldenburg
RG Oldenburg · HRB 201602
USt-IdNr. DE255308841

Geschäftsführer:
Dipl.-Ing. Ralf Schmitz
Florian Geesen, M.Eng.
Martin Schierholt, M.Eng.

Projekt: ENB BW 197 Bodenburgallee-Bodenburgteich Oldenburg

Art: Geotechnisches Gutachten

Auftraggeber: Ingenieurberatung Bröggelhoff, Oldenburg

Projektnummer: 23.1129

Datum: 07.11.2023

Inhaltsverzeichnis

1	Vorgang und Aufgabenstellung	4
2	Zur Verfügung gestellte Unterlagen	4
3	Bauvorhaben	4
4	Durchgeführte Untersuchungen (Art und Umfang)	5
5	Laboruntersuchungen	6
6	Baugrund	6
6.1	Morphologie, Bebauung, Bewuchs	6
6.2	Geologischer Überblick	7
6.3	Baugrundaufbau, Ergebnisse der Feld- und Laboruntersuchungen	8
6.3.1	Ergebnisse der Kleinbohrungen	8
6.3.2	Ergebnisse der (Schweren) Rammsondierungen	9
6.3.3	Zusammengefasster Baugrundaufbau	9
6.4	Hinweise auf Nutzung, Vornutzung oder Belastung	10
7	Hydrogeologische Angaben	10
7.1	Angetroffene Grundwasserverhältnisse	10
7.2	Schwankungsbereich der Grundwasserstände, Bemessungswasserstand	11
7.3	Beton- und Stahlaggressivität des Grundwassers	11
8	Bautechnische Beschreibung Bodenschichten, bodenmech. Kennwerte	12
8.1	Einteilung des Baugrundes in Homogenbereiche	12
8.1.1	Ergänzende Hinweise zur bautechnischen Eignung	13
8.1.2	Ergänzende Angaben zur Wiederverwendung von Aushubböden	13
8.2	Bodenmechanische Kennwerte	13
9	Beurteilung des Baugrundes	14
10	Gründungsbeurteilung	14
11	Tiefgründung auf Spundwandprofilen	15
11.1	Äußere Tragfähigkeit von Spundwandprofilen	15
11.2	Allgemeine Hinweise zur Spundwandgründung	16
12	Tiefgründung auf Stahlrohrrammpfählen (mit Innenrammung)	16
12.1	Äußere Tragfähigkeit von Stahlrohrrammpfählen	17
12.2	Allgemeine Hinweise zur Pfahlgründung	17
12.3	Horizontale Belastung der Pfähle	18
12.4	Ansatz einer vertikalen Pfahlfeder	18
13	Baugrube und Baugrubensicherung	19
14	Sonstige Hinweise und Empfehlungen	19

Anlagenverzeichnis

- Anl. 1 Lageplan und Koordinaten der Baugrunderkundungen
- Anl. 2 Bohrprofile der Kleinbohrungen und Diagramme der (Schweren) Rammsondierungen
- Anl. 3 Schichtenverzeichnisse der Kleinbohrungen
- Anl. 4 Ergebnisse der Siebanalysen
- Anl. 5 Ergebnisse der Grundwasseranalyse
- Anl. 6 Eigenschaften und Kennwerte der Homogenbereiche
- Anl. 7 Nachweise der äußeren Pfahltragfähigkeit für Stahlrohrrammpfähle

1 Vorgang und Aufgabenstellung

Die Ingenieurberatung Bröggelhoff plant den Ersatzbrückenneubau des Bauwerkes BW 197 Bodenburallee-Bodenburgteich im Stadtteil Eversten in Oldenburg. Unser Büro wurde beauftragt, für diesen Ersatzbrückenneubau Baugrunduntersuchungen in Form von Kleinbohrungen und (Schweren) Rammsondierungen auszuführen. Ferner sind Laboruntersuchungen durchzuführen und auf Basis der Ergebnisse ein Geotechnisches Gutachten zu erstellen.

2 Zur Verfügung gestellte Unterlagen

Zur Bearbeitung dieses Geotechnischen Gutachtens haben neben allgemeinen Unterlagen wie Normen, Merkblättern und Richtlinien unter anderem folgende Unterlagen zur Verfügung gestanden:

- U1 Bilder vom bestehenden Brückenbauwerk BW 197 Bodenburallee-Bodenburgteich, Anzahl = 2; Datum: keine Angaben; erstellt: keine Angaben
- U2 Bauwerksskizze - Bauwerk-Nr. 197; Maßstab 1 : 50; Datum: keine Angaben; erstellt: keine Angaben
- U3 Lageplan - Bauwerk 197, Rad-, Fußwegbrücke, Wanderweg Bodenburallee / Bodenburgteich, 26131 Oldenburg; Maßstab 1 : 5.000; Datum: 06.05.2021; erstellt: Das GIS-Office der Stadt Oldenburg
- U4 Lageplan - BW 197 Bodenburallee/Bodenburgteich; Datum: 17.07.2020; erstellt: Das GIS-Office der Stadt Oldenburg
- U5 Information für die Angebotsfindung zur Objekt- und Tragwerksplanung zum Brückenneubau Bodenburallee-Bodenburgteich; Datum: keine Angaben; erstellt: Stadt Oldenburg
- U6 Prüfbericht 2020 H (nach DIN 1076); Datum: 11.08.2020, Version: 1.93.1; erstellt: Tiefbauamt Oldenburg, Eriksen und Partner GmbH

Mit Ausnahme der oben genannten Unterlagen liegen uns derzeit keine weiteren Informationen zum geplanten Bauwerk (zum Beispiel Statische Berechnung, etc.) vor.

3 Bauvorhaben

Das geplante Bauvorhaben beinhaltet den Ersatzbrückenneubau des Bauwerkes BW 197 Bodenburallee-Bodenburgteich im Stadtteil Eversten, Oldenburg. Bei dem bestehenden Bauwerk handelt es sich um ein Holzbrückenbauwerk aus dem Jahr 1980, welches als eine Fuß- und Radverkehrsbrücke genutzt wird. Die bestehende Brücke wurde damals auf Rammpfählen (25/25 cm) tief gegründet. Bei der Bestandsbrücke erfolgt keine direkte Straßenanbindung. Die Brücke schließt an einen gepflasterten Geh- und Radweg an. Aufgrund eines schlechten Bauwerkszustand ist ein Ersatzbrückenneubau dieser Bestandsbrücke geplant.

Der Ersatzneubau ist gemäß den Unterlagen in der gleichen Achse wie die Bestandsbrücke vorgesehen. Der Neubau, der als eine Geh- und Radverkehrsbrücke geplant ist, weist folgende Abmessungen auf (entsprechen den Abmessungen des Bestandsbrückenbauwerkes):

- Lichte Weite = 10,5 m
- Lichte Breite zwischen den Geländern = 3,0 m
- Brückenfläche = 31,5 m²

Eine Übersicht zu der örtlichen Bestandssituation kann dem nachfolgend aufgeführten Foto entnommen werden:



Abbildung 1: Ansicht der Bestandsbrücke (aus Unterlage U1)

4 Durchgeführte Untersuchungen (Art und Umfang)

Zur Erkundung der Bodenverhältnisse wurden durch unser Büro zwei Kleinbohrungen (BS) und zwei (Schwere) Rammsondierungen (DPH) ausgeführt. Nähere Angaben zur Tiefe, zur Ansatzhöhe und zum Ausführungsdatum der Baugrunderkundungen sind in der Tabelle 1 enthalten. Die Lage der Ansatzpunkte ist dem Lageplan in Anlage 1 zu entnehmen.

Tabelle 1 Baugrundaufschlüsse

Aufschluss Art	Aufschluss Bezeichnung	Endteufe	Ansatzhöhe	Datum
Kleinbohrung	BS 1	10,0 m	NHN + 2,88 m	13.09.2023
	BS 2	10,0 m	NHN + 2,97 m	13.09.2023
(Schwere) Rammsondierung	DPH 1	14,0 m	NHN + 2,95 m	13.09.2023
	DPH 2	14,0 m	NHN + 3,03 m	13.09.2023

Die Ergebnisse der *direkten* Bohrungen sind in Form von Bohrprofilen nach DIN 4023 in der Anlage 2 dargestellt. Weitere Angaben können den Schichtenverzeichnissen (Anlage 3) entnommen werden.

Zur *indirekten* Erkundung sowie zur Feststellung der Lagerungsdichte der anstehenden Sande wurden ergänzend zwei (Schwere) Rammsondierungen (50 kg Fallgewicht, 50 cm Fallhöhe, 15 cm² Spitzenquerschnitt) ausgeführt. Die Ergebnisse der Rammsondierungen können ebenfalls der Anlage 2 entnommen werden.

5 Laboruntersuchungen

Aus den Bohrungen wurden insgesamt 29 gestörte Bodenproben in Form von Becherproben gewonnen und im bodenmechanischen Labor vom Gutachter visuell beurteilt. Die Benennung und Beschreibung der angetroffenen Bodenarten erfolgte anhand der in situ bzw. in unserem Labor vom Gutachter vorgenommenen Bodenansprache. Dabei wurde das bodenmechanische Verhalten der jeweiligen Bodenarten berücksichtigt.

An einzelnen Bodenproben wurde die Korngrößenverteilung mit Hilfe von Nasssiebungen bestimmt (Anlage 4). Die Ergebnisse der ermittelten Korngrößenverteilungen sind in der Tabelle 2 enthalten.

Tabelle 2 Ergebnisse der Siebanalysen

Ansatzpunkt / Probe	Tiefe u. GOK	Bodenart	Feinkornanteil (< 0,063 mm)	Bodengruppe	Durchlässigkeit (nach Hazen / Kaubisch)
BS 1 / 6	4,00 bis 4,80 m	Sand	5,2 %	SU	$1,3 \times 10^{-4}$ m/s
BS 1 / 9	5,80 bis 6,75 m	Sand	11,2 %	SU	$1,3 \times 10^{-5}$ m/s
BS 2 / 6	2,10 bis 3,20 m	Sand	7,2 %	SU	$8,8 \times 10^{-5}$ m/s

6 Baugrund

6.1 Morphologie, Bebauung, Bewuchs

Das nachfolgend aufgeführte Luftbild verdeutlicht die Situation vor Ort im Bereich des geplanten Ersatzbrückenneubaus.



Abbildung 2: Luftbild des Planungsbereiches Bodenburgallee-Bodenburgteich (Quelle: Google Maps)

Wie auf dem abgebildeten Luftbild ersichtlich, befinden sich im Planungsbereich unversiegelte und vergleichsweise wenig versiegelte Flächen. Die versiegelten Flächen werden im Bauwerksbereich durch die gepflasterten Geh- und Radwege gebildet, die an die Bestandsbrücke anschließen und um bzw. zum „Bodenburgteich“ führen. Im nördlichen Bereich des Bauwerkes führt die Autobahn A 28 entlang. Im westlichen Bereich der Brücke befinden sich Wohnbebauungen. Die unversiegelten Flächen werden durch die umherliegende Bewaldung gebildet. Südwestlich der bestehenden Brücke steht der „Bodenburgteich“ an. Von diesem Teich aus führt der Wasserlauf „Hausbäke“ unterhalb der bestehenden Brücke entlang zum „Gartentorteich“.

Konkrete Angaben zu den Pegelständen und der Sohltiefe des vorhandenen Wasserlaufes und der Teiche liegen uns derzeit nicht vor.

Das umgebende Gelände ist vergleichsweise eben und liegt auf einem Höhenniveau von ungefähr NHN + 3,0 m bis NHN + 3,1 m.

6.2 Geologischer Überblick

Im nördlichen Niedersachsen sind das heutige Landschaftsbild und die Böden durch die eiszeitlichen Vorgänge seit dem Pleistozän (380.000 Jahre vor heute) geprägt worden.

Drei Kaltzeiten (Elster-, Saale- und Weichselkaltzeit) und zwei Warmzeiten haben Spuren in Niedersachsen hinterlassen, wobei die Spuren der Weichselkaltzeit nur bis zur Elbe reichen. Die Elbe fließt teilweise im Urstromtal dieser letzten Vereisungsphase. Bis zu 1.000 m mächtige Eismassen aus Skandinavien haben die Landschaften im Nordwesten überfahren und dabei durch den Druck der Eismassen und Moränenablagerungen das Landschaftsbild verändert.

Die ältesten glazialen Ablagerungen sind Geschiebeböden und Schmelzwassersande der Elstervereisung. Als das Elstereis taute, bildeten sich große Schmelzwassertröge im Vorfeld der Eisfronten, in denen Schluff und Ton am Ende der Elsterzeit zu den Lauenburger Schichten sedimentierten, Wechsellagerungen mit Feinsanden sind verbreitet. Die Geschiebeböden und Lauenburger Schichten können unterschiedlich ausgeprägt sein. Einerseits sind sie abhängig vom Liefergebiet der Gesteine aus Skandinavien, andererseits sind zum Beispiel angeschnittene Braunkohlenablagerungen durch Schmelzwasser ausgewaschen und zusammen mit Lauenburger Schichten abgelagert worden. Darin liegt der stellenweise hohe organische Anteil des Lauenburger Tons begründet.

Über den Lauenburger Schichten liegen die Sedimente der jüngeren Saalevereisung. Ihre markantesten Schichten sind ebenfalls Geschiebelehm und -mergel. Die Geschiebeböden sind durch ihre teilweise unterschiedliche Zusammensetzung (Tonanteil, Gesteinsbruchstücke und Farbe) charakterisiert und können mit einer Konsistenz von *weich* bis *halbfest* auftreten.

Zwischengeschaltet sind gelegentlich Schmelzwassersande, die aus grobsandigen Fein- bis Mittelsanden der Bodengruppen SE, SW, SU und SU* bestehen können. Auch Ablagerungen in Kies- und Steingröße sind möglich.

Nacheiszeitlich bildeten sich in den Tälern und Niederungen Moore. Die daraus entstandenen Torfablagerungen können bis zu 10 m Mächtigkeit erreichen. Im Einflussbereich der Nordsee wird der Torf von marinen Ablagerungen aus Wattsedimenten und Klei bedeckt. Im Landesinneren sind auch Flugsande und Lößablagerungen der Weichselzeit zu erwarten. Unter fluvialem Einfluss entstanden Auelehme (sandige Schluffe und Tone mit organischen Beimengungen) und Auesande (schluffige, zum Teil kiesige Sande mit Torflagen).

Die nachfolgenden Vereisungen überprägten jeweils die vorhandenen Ablagerungen und schufen neue Sedimente, die ihrerseits durch jüngste Prozesse verändert werden, wie zum Beispiel Flussablagerungen oder Terrassensande. Nicht zu vergessen ist der anthropogene Einfluss in Form von Auffüllungen oder Bodenaustausch.

6.3 Baugrundaufbau, Ergebnisse der Feld- und Laboruntersuchungen

6.3.1 Ergebnisse der Kleinbohrungen

Die Ergebnisse der *direkten* Baugrunderkundungen sind in Form von Bohrprofilen und Schichtenverzeichnissen in den Anlagen 2 und 3 aufgeführt. Nach den Aufschlussresultaten liegt im Erkundungsgebiet bis zur Endtiefe der Baugrunderkundungen vereinfacht eine zweigeteilte Schichtenfolge aus

- **Auffüllungen** (künstlich umgelagerte Sande)
- **Sande** (lokal schluffige Sande)

vor. Oberflächennah wurden zunächst bis in eine Tiefe von rd. $t = 1,6$ m unter Geländeoberkante (GOK) bzw. bis in eine Tiefenlage von etwa $\text{NHN} + 1,4$ m bis $\text{NHN} + 1,3$ m **Auffüllungen** angetroffen. Bei den Auffüllungen handelt es sich um künstlich umgelagerte Feinsande und Mittelsande mit jeweils unterschiedlichen Anteilen aus Mittelsand oder Feinsand sowie Grobsand, Humus und Schluff. Die Auffüllungen befinden sich unterhalb einer 5 cm starken Grasnarbe.

Den Abschluss der Kleinbohrungen bis in eine Tiefe von ca. $t = 10,0$ m unter GOK (entspricht einer Tiefenlage etwa $\text{NHN} - 7,0$ m bis $\text{NHN} - 7,1$ m) bilden natürlich gewachsene **Sande**. Bei den Sanden handelt es sich um Feinsande und Mittelsande mit jeweils unterschiedlich starken Beimengungen aus Mittelsand oder Feinsand sowie Grobsand, Feinkies, Mittelkies und Schluff. Lokal wurden ausgeprägte Schluffanteile erkundet, die auf schluffige Sande hindeuten. Innerhalb der Sandschichtungen wurden ferner auch Holzreste, (humose) Schluffbänderungen, Schlufflinsen, Tonbänderungen und Tonlinsen festgestellt.

Eine vereinfachte Zusammenfassung der angetroffenen Böden kann dem Kapitel 6.3.3 entnommen werden. Weitere Angaben sind den Bohrprofilen (Anlage 2) und Schichtenverzeichnissen (Anlage 3) zu entnehmen.

6.3.2 Ergebnisse der (Schweren) Rammsondierungen

Zur Bestimmung der Lagerungsdichte der angetroffenen Sande wurden ergänzend zwei (Schwere) Rammsondierungen (unterhalb eines vorgeschachteten Bereiches) ausgeführt. Die näherungsweise Zuordnung der Lagerungsdichte zu den ermittelten Schlagzahlen ist in Tabelle 3 enthalten.

Tabelle 3 Zuordnung der Lagerungsdichte von Sanden zu den Schlagzahlen N_{10}

Lagerungsdichte	über Grundwasser		im Grundwasser	
	Bodengruppe SE	Bodengruppe SW	Bodengruppe SE	Bodengruppe SW
locker	$N_{10} < 4$	$N_{10} < 4$	$N_{10} < 3$	-
mitteldicht	$N_{10} \geq 4$	$N_{10} \geq 14$	$N_{10} \geq 3$	-
dicht	$N_{10} \geq 11$	$N_{10} \geq 33$	$N_{10} \geq 7$	-
N_{10} = Schlagzahl pro 10 cm Eindringung (DPH)				

Nach den Rammsondiererergebnissen weisen die aufgefüllten bzw. umgelagerten Sande unterhalb eines vorgeschachteten Bereiches von etwa 1 m unter Ansatzpunkt eine *mitteldichte* und *dichte* Lagerung auf. Bis zur Endtiefe der Vorschachtung können keine Aussage zur Lagerungsdichte der Auffüllungen getroffen werden. Die natürlich gewachsenen Sande besitzen eine weitgehend *dichte* Lagerung. Lokal stehen auch größere Mächtigkeiten (vgl. DPH 1) von *mitteldicht* gelagerten Sanden an.

6.3.3 Zusammengefasster Baugrundaufbau

Anhand der durchgeführten Baugrunderkundungen können, für die im Rahmen dieses Projektes durchzuführenden erdstatischen Berechnungen, zwei zusammengefasste und in Teilen vereinfachte Baugrundaufbauten angegeben werden (siehe Tabelle 4 und 5).

Tabelle 4 Zusammengefasster Baugrundaufbau (BS 1 / DPH 1)

Tiefe u. GOK	bis Tiefe NHN	Bodenart	Lagerungsdichte	Bemerkung
1,6 m	+ 1,3 m	Auffüllungen	mitteldicht	- künstlich umgelagerte Sande - tendenziell inhomogen zusammengesetzt - 5 cm Grasnarbe - lokal auch lockere, dichte und sehr dichte Lagerung möglich
2,0 m	+ 1,0 m	Sande	mitteldicht	- lokal auch schluffige Sande erkundet - lokal Holzreste, humose Schluffbänderungen, Tonbänderungen und Tonlinsen - ab t = 10 m unter GOK indirekt erkundet
3,1 m	- 0,2 m		dicht	
7,5 m	- 4,6 m		mitteldicht	
14,0 m	- 11,1 m		dicht	
Hinweis: Die Bodenschichten wurden nur landseitig erkundet. Im wasserseitigen Bereich können daher Abweichungen nicht ausgeschlossen werden. Nach den Baugrunderkundungen und den zusätzlichen Erkenntnissen aus dem Umfeld der Brücke bzw. zur Geologie in Oldenburg dürften im wasserseitigen Bereich (unterhalb einer geringmächtigen Schlickschicht) zumeist die oben aufgeführten Sande anstehen und auch bis in ähnliche Tiefenbereiche reichen.				

Tabelle 5 Zusammengefasster Baugrundaufbau (BS 2 / DPH 2)

Tiefe u. GOK	bis Tiefe NHN	Bodenart	Lagerungsdichte	Bemerkung
1,6 m	+ 1,4 m	Auffüllungen	dicht	- künstlich umgelagerte Sande - tendenziell inhomogen zusammengesetzt - 5 cm Grasnarbe - lokal auch lockere, mitteldichte und sehr dichte Lagerung möglich
2,8 m	+ 0,2 m	Sande	dicht	- lokal auch schluffige Sande erkundet
3,6 m	- 0,6 m		mitteldicht	- lokal Holzreste, Schlufflinsen, Schluffbänderungen und Tonlinsen
14,0 m	- 11,0 m		dicht	- ab t = 10 m unter GOK indirekt erkundet
Hinweis: Die Bodenschichten wurden nur landseitig erkundet. Im wasserseitigen Bereich können daher Abweichungen nicht ausgeschlossen werden. Nach den Baugrunderkundungen und den zusätzlichen Erkenntnissen aus dem Umfeld der Brücke bzw. zur Geologie in Oldenburg dürften im wasserseitigen Bereich (unterhalb einer geringmächtigen Schlickschicht) zumeist die oben aufgeführten Sande anstehen und auch bis in ähnliche Tiefenbereiche reichen.				

6.4 Hinweise auf Nutzung, Vornutzung oder Belastung

Über die bisherige Nutzung des Geländes liegen keine Angaben vor. Hinweise auf größere anthropogene Einflüsse (zum Beispiel ehemaliger Siedlungsbau, etc.) sind derzeit nicht vorhanden. Es sollte jedoch damit gerechnet werden, dass Sicherungselemente für den Wasserlauf „Hausbäke“ oder die Standsicherheit baulicher Ablagen im Böschungsbereich vorhanden sein könnten.

Eine Recherche im NIBIS-Kartenserver des Niedersächsischen Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie ergab einen Hinweis für Altablagerungen, Rüstungsaltslasten oder Bohrschlammgruben im Bereich der Eichendorfstraße in Oldenburg. Demnach liegt keine akute Gefährdung vor; der Standort wird überwacht.

Unabhängig von einer historischen Recherche werden orientierende Altlastenuntersuchungen in Anlehnung an die *Bundesbodenschutzverordnung* und der neuen *Ersatzbaustoffverordnung* an den oberen Bodenschichten durchgeführt. Die Ergebnisse der Untersuchungen können dem separaten Bericht des Büros *Böker und Partner*, Oldenburg, mit Datum vom 24.10.2023 entnommen werden.

7 Hydrogeologische Angaben

7.1 Angetroffene Grundwasserverhältnisse

Während der Bohrarbeiten im September 2023 wurden im Bereich des geplanten Ersatzneubaus Wasserstände von rd. 1,0 m bis 1,2 m unter Ansatzpunkt festgestellt (vgl. Tabelle 6).

Tabelle 6 Während der Bohrarbeiten festgestellte Wasserstände

Aufschluss	Ansatzhöhe	Wasserstand		Datum
		u. Ansatzpunkt	bez. auf NHN	
BS 1	NHN + 2,88 m	1,00 m	NHN + 1,88 m	13.09.2023
BS 2	NHN + 2,97 m	1,20 m	NHN + 1,77 m	13.09.2023

7.2 Schwankungsbereich der Grundwasserstände, Bemessungswasserstand

Nach den *hydrogeologischen Übersichtskarten* des *Niedersächsischen Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie* ist der mittlere Grundwasserstand im Bereich des Bauvorhabens auf einer Höhenkote von rd. $\text{NHN} \pm 0,0 \text{ m}$ bis $\text{NHN} + 2,5 \text{ m}$ zu erwarten. Bei einer gemittelten Geländehöhe im Bereich der Baugrunderkundungen bzw. im Bereich des umgebenden Geländeniveaus von ungefähr $\text{NHN} + 2,9 \text{ m}$ entspricht dies einem Grundwasserflurabstand von rd. $0,4 \text{ m}$ bis $2,9 \text{ m}$. Diese mittleren Grundwasserstände des LBEG decken sich mit den innerhalb der Bohrungen BS 1 und BS 2 gemessenen Werten.

In und nach niederschlagsreichen Perioden muss mit einem Anstieg der Wasserstände gerechnet werden. Das Maß dieses Anstiegs ist im Wesentlichen von den lokalen hydrogeologischen und hydrologischen Randbedingungen abhängig und lässt sich anhand der stichprobenartigen Wasserstandsmessungen in den Bohrlöchern nicht abschließend beurteilen. Gleichwohl muss bei stark anhaltenden Niederschlagsereignissen mit einem temporär ansteigenden Grundwasserspiegel gerechnet werden.

Auf Basis der bisher vorliegenden Erkenntnisse aus den Baugrunderkundungen und den im Übrigen vorliegenden Messwerten empfehlen wir einen Bemessungswasserstand (temporäres Stauwasser) bei etwa $\text{NHN} + 2,9 \text{ m}$ bzw. bei Geländeoberkante anzusetzen. Für den „Bodenburgteich“, den Wasserlauf „Hausbäke“ und dem „Gartentortteich“ sind zudem die entsprechenden Bemessungswasserstände ergänzend zu berücksichtigen.

7.3 Beton- und Stahlaggressivität des Grundwassers

Eine Untersuchung des Grundwassers innerhalb der Kleinbohrung BS 1 bezüglich der Stahlkorrosivität (vgl. Anlage 5) ergab, dass eine mittlere Wahrscheinlichkeit für Mulden- und Lochkorrosion und eine geringe Wahrscheinlichkeit für Flächenkorrosion sowohl im Unterwasserbereich als auch an der Wasser/Luft-Grenze zu erwarten ist. Die korrosionsbedingte Dickenabnahme kann auch nach den Empfehlungen des Arbeitsausschusses Ufereinfassungen (EAU - E35) angesetzt werden.

Ferner wurde der Betonangriffsgrad nach dem so genannten Referenzverfahren der DIN 4030 an einer Wasserprobe überprüft. Nach den Ergebnissen (vgl. Anlage 5) ist die Probe als mäßig betonangreifend zu bewerten. Dies entspricht der Expositionsklasse XA2.

8 Bautechnische Beschreibung Bodenschichten, bodenmech. Kennwerte

8.1 Einteilung des Baugrundes in Homogenbereiche

Die Zuordnung der Baugrundsichten zu Homogenbereichen wurde in Anlehnung an das BAW-Merkblatt zur „Einteilung des Baugrunds in Homogenbereiche nach VOB/C (MEH), 2017“ vorgenommen.

Eine mögliche Schadstoffbelastung der angetroffenen Böden wurde bei der Einteilung nicht berücksichtigt, da lediglich eine orientierende Altlastenuntersuchung im Sinne einer Ersteinschätzung durchgeführt wurde. Nähere Angaben zu den umweltrelevanten Inhaltsstoffen sind dem gesonderten Bericht des Büros Böker und Partner zu entnehmen. Anhand der dort aufgeführten Ergebnisse ist ggf. eine differenziertere Einteilung der Homogenbereiche sinnvoll und zweckmäßig.

Die Zusammenfassung der erkundeten Baugrundsichten zu Homogenbereichen (in Abhängigkeit von den ausführenden Gewerken) ist der Tabelle 7 zu entnehmen.

Tabelle 7 Zusammenfassung der Bodenschichten zu Homogenbereichen (Voreinstufung)

Bodenschicht	Lagerungsdichte	Erdarbeiten DIN 18300		Bohrarbeiten DIN 18304	Rammarbeiten DIN 18304
		- Lösen -	- Einbauen -		
Auffüllungen	locker / mitteldicht / dicht / sehr dicht	Lös-1	Ein-1	Bohr-1	Ramm-1
Sande	mitteldicht / dicht		Ein-2	Bohr-2	Ramm-2
Hinweis: Die Bodenschichten wurden nur landseitig erkundet. Im wasserseitigen Bereich können daher Abweichungen nicht ausgeschlossen werden. Nach den Baugrunderkundungen und den zusätzlichen Erkenntnissen aus dem Umfeld der Brücke bzw. zur Geologie in Oldenburg dürften im wasserseitigen Bereich (unterhalb einer geringmächtigen Schlickschicht) zumeist die oben aufgeführten Sande anstehen und auch bis in ähnliche Tiefenbereiche reichen.					

Die nach VOB/C anzugebenden Kennwerte für die Homogenbereiche sind in der Anlage 6 aufgeführt. Sofern ein Homogenbereich durch mehrere Baugrundsichten gebildet wird, ergibt sich die Bandbreite der Kennwerte aus der rechnerischen Vereinigungsmenge der einzelnen Bodenschichten. Die in der Tabelle 7 vorgenommene Einteilung des Baugrundes in Homogenbereiche berücksichtigt den zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung vorliegenden Planungsstand und ist demnach als Voreinstufung zu verstehen.

In Abhängigkeit von der weiteren Planung sind die angegebenen Homogenbereiche durch den Bauherrn und den Planer unter Berücksichtigung der projektspezifischen Randbedingungen hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit zu überprüfen. Sofern eine Anpassung im Zuge der weiteren Planung erforderlich wird, ist diese mit unserem Büro abzustimmen.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich bei den Kennwerten für die Homogenbereichen (Anlage 6) nicht um charakteristische Bodenkennwerte handelt. Für erdstatische Berechnungen sind die in Kapitel 8.2 genannten Kennwerte anzusetzen.

8.1.1 Ergänzende Hinweise zur bautechnischen Eignung

Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass sich in den Auffüllungen größere Fremdanteile (zum Beispiel Fundamentreste, etc.) befinden. Die Räumung und der Abtransport bodenfremder Anteile sind daher vorsorglich im Leistungsverzeichnis zu berücksichtigen.

Auf die starke Wasserempfindlichkeit der lokal ausgeprägt schluffigen Sande wird gesondert hingewiesen. Dies gilt insbesondere bei dynamischen und zyklischen Einwirkungen (Baustellenverkehr, etc.).

8.1.2 Ergänzende Angaben zur Wiederverwendung von Aushubböden

Die anfallenden Aushubböden können im Zuge der Baumaßnahme aus bodenmechanischer Sicht teilweise als Baustoff wiederverwendet werden. Die grundsätzliche Materialeignung der einzelnen Schichten ist in der Tabelle 8 dargestellt. Für die konkrete Anwendung im Einzelfall können jedoch auch weitere Kriterien bzw. Merkblätter und Richtlinien maßgebend werden (zum Beispiel TL SoB-StB, ZTV SoB-StB, etc.).

Tabelle 8 Bodenmechanische Materialeignung der Bodenschichten als Baustoff

Bodenschicht	Boden- gruppe	Eignung als				
		Damm- schüttung	Bauwerks- hinterfü- lung	Frost- schutz- material	Trag- schicht- material	Drän- schicht- material
Auffüllungen	A	-	-	-	-	-
	A / [SE]	+	+	+	-	+
	A / [SU]	+	+	o	-	-
Sande	SE	+	+	+	-	+
	SU	+	+	o	-	-
	SU*	-	-	-	-	-

- nicht geeignet

o bedingt geeignet

+ geeignet

Die umweltrelevanten Aspekte bei der Wiederverwendung der Aushubböden sind nach BBodSchV und EBV gesondert zu bewerten. In diesem Zusammenhang wird auf den gesonderten Bericht zur orientierenden Altlastenuntersuchung des Büros Böker und Partner verwiesen.

8.2 Bodenmechanische Kennwerte

Für die im Rahmen der vorliegenden Baumaßnahmen durchzuführenden erdstatischen Berechnungen können die in Tabelle 9 angegebenen bodenmechanischen Kennwerte (charakteristische Werte) zugrunde gelegt werden.

Tabelle 9 Bodenmechanische Kennwerte (charakteristische Werte)

Bodenart	Lagerungsdichte	Wichte		Scherparameter			Steife- modul
		γ	γ'	φ'	c'	c_u	E_s
		[kN/m ³]		[°]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[MN/m ²]
Auffüllungen	-	17 - 19	7 - 9	keine bautechnische Verwendung			
Sande	locker	18	10	30	-	-	20 bis 30
	mitteldicht	18,5	10,5	32,5	-	-	30 bis 50
	dicht	19	11	35	-	-	50 bis 70
Füllsand (SE / SW)	mitteldicht (verdichtet)	19	11	32,5	-	-	40 bis 60

Bei den Steifemoduln sind Spannbreiten angegeben. Für die Berechnung möglicher Setzungen ist der untere Wert der angegebenen Spannbreite anzusetzen. Für die Berechnung der wahrscheinlichen Setzungen kann der Mittelwert verwendet werden. Anhand von zusätzlichen Erkenntnissen können sich Änderungen in den anzusetzenden Kennwerten ergeben.

9 Beurteilung des Baugrundes

Unterhalb der Geländeoberkante muss nach den vorliegenden Erkundungen zunächst mit Auffüllungen aus künstlich umgelagerten Sanden gerechnet werden. Aufgrund der tendenziell inhomogenen Zusammensetzung sowie der lokal humosen Beimengungen, sind die Auffüllungen als unsicherer und zum Teil auch als ungeeigneter Baugrund zu bewerten.

Den Abschluss der Baugrundaufschlüsse bilden natürlich gewachsene Sande, die eine weitgehend dichte Lagerungsdichte aufweisen. Lokal stehen auch größere Mächtigkeiten mitteldicht gelagerter Sande an (vgl. DPH 1). In Teilbereichen weisen die Sande auch ausgeprägte Schluffanteile auf. Diese schluffigen Sande weisen im Vergleich zu reinen Sanden (ohne nennenswerte Schluffanteile) ein leicht erhöhtes Setzungspotenzial auf. Zusammenfassend sind die Sande als tragfähiger bis gut tragfähiger Baugrund einzustufen.

10 Gründungsbeurteilung

Die Baugrundverhältnisse und die sonstigen Randbedingungen sind für eine Flachgründung des Brückenbauwerkes als vertretbar zu bezeichnen, sofern die anstehenden Auffüllungen im Bereich der neuen Brückenfundamente, im Schutz eines senkrechten Baugrubenverbaus, bis in eine Mindestdiefe von ca. $t = 1$ m unter GOK bzw. etwa $NHN + 2,0$ m bis $NHN + 1,9$ m ausgehoben und gegen lagenweise verdichteten Füllboden ersetzt werden. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass der Aushub im Bereich der abfallenden Uferböschung auszuführen wäre. Somit wäre bei einer Flachgründung eine zusätzliche Sicherung der Uferböschung erforderlich, auch um Aus- und Unterspülungen wirksam zu unterbinden. Für eine solche Baugruben- und Böschungssicherung bietet sich die Ausführung einer Spundwand an, über die auch vertikale Kräfte in den Baugrund einleitbar sind. Die Spundwände können somit auch zugleich als Widerlager genutzt werden und es kann auf eine Flachgründung der Widerlager verzichtet werden.

Zusammenfassend sind die gegebenen Randbedingungen für eine Flachgründung grundsätzlich vertretbar. Wegen des erforderlichen Bodenaustausches und der ohnehin zu erwartenden Ufersicherung wäre jedoch ein erhöhter Aufwand für die Ausführung einer Flachgründung zu erwarten, so dass wir diese Option vorerst nicht weiterverfolgen. Wir bitten um Benachrichtigung, sollte dennoch eine Flachgründung die favorisierte Gründungsvariante darstellen.

Wir empfehlen vorzugsweise eine Tiefgründung der Widerlager auf Spundwandelementen, mit denen sogleich die Ufersicherung sichergestellt werden kann. Alternativ ist auch eine Tiefgründung auf Pfählen (zum Beispiel Stahlrohrrammpfähle mit Innenrammung, etc.) ausführbar. Beide Tiefgründungsoptionen werden nachfolgend bewertet.

11 Tiefgründung auf Spundwandprofilen

Da ohnehin eine Böschungssicherung im Uferbereich erforderlich ist, kann diese auch in Form einer Stahlspundwand erfolgen, die wiederum als Tragelement für den Ersatzneubau herangezogen werden kann.

11.1 Äußere Tragfähigkeit von Spundwandprofilen

Für eine Vorbemessung von Stahlprofilen können die nachfolgenden Erfahrungswerte für die charakteristische Mantelreibung und den charakteristische Fußwiderstand in Anlehnung an die EA-Ufereinfassungen (2020), EA-Baugruben (2021) sowie an die EA-Pfähle (2012) angenommen werden:

Tabelle 10 Charakteristische Erfahrungswerte für gerammte Spundwände (BS 1 / DPH 1)

Boden	bis Tiefe bez. auf NHN	Lagerungsdichte	Mantelreibung $q_{s,k}$	Fußwiderstand $q_{b,k}$	Bemerkung
Auffüllungen	+ 1,3 m	-	-	-	kein Ansatz
Sande	+ 1,0 m	mitteldicht	20 kN/m ²	-	-
	- 0,2 m	dicht	40 kN/m ²	-	
	- 4,6 m	mitteldicht	30 kN/m ²	13.000 kN/m ²	
	- 11,1 m	dicht	45 kN/m ²	21.000 kN/m ²	

Tabelle 11 Charakteristische Erfahrungswerte für gerammte Spundwände (BS 2 / DPH 2)

Boden	bis Tiefe bez. auf NHN	Lagerungsdichte	Mantelreibung $q_{s,k}$	Fußwiderstand $q_{b,k}$	Bemerkung
Auffüllungen	+ 1,4 m	-	-	-	kein Ansatz
Sande	+ 0,2 m	dicht	40 kN/m ²	-	-
	- 0,6 m	mitteldicht	30 kN/m ²	-	
	- 11,0 m	dicht	45 kN/m ²	21.000 kN/m ²	

Die oben aufgeführten Kennwerte setzen eine gerammte Spundwand mit einer vorhandenen Pfropfenbildung voraus. Die mitwirkende Fußfläche infolge der Pfropfenbildung ist in den angegebenen Kennwerten daher auch bereits mit enthalten.

Der frühere Ansatz einer vergrößerten Fußfläche (mit etwa 6 bis 8 x der Querschnittsfläche des Spundwandprofils) ist bei Anwendung der in den Tabellen 10 und 11 aufgeführten Kennwerte nicht zulässig. Der Spitzenwiderstand $R_{b,k}$ ermittelt sich im vorliegenden Fall durch eine Multiplikation der tatsächlichen Querschnittsfläche des Spundwandprofils A_w mit dem Fußwiderstand $q_{b,k}$.

11.2 Allgemeine Hinweise zur Spundwandgründung

Bei der Planung und Ausführung der Spundwandgründung sind die einschlägigen Normen sowie die EA-Ufereinfassungen (2020), EA-Baugruben (2021) und die EA-Pfähle (2012) zu beachten.

Sollten die Spundwände zunächst im Vibrationsverfahren eingebracht werden, ist die Mantelreibung auf 75 %, gemäß EA-Baugruben abzumindern. Unabhängig davon sind die Spundwandprofile zur Gewährleistung einer ausreichenden Pfropfenbildung auf den letzten 5 Metern in die tragfähigen Schichten schlagend einzubringen (Rammung). Bei der Einbringung sind Rammprotokolle zu führen.

Im Hinblick auf vergleichsweise weit entfernt stehende Nachbarbauwerke können Erschütterungen wahrscheinlich hingenommen werden. Sollte keine schützenwerten und sensiblen, baulichen Anlagen (auf hochsensible Kabel und Leitungen) im unmittelbaren Umfeld der Brücke anstehen, ist eine Einbringung von Spundwandprofilen im vergleichsweise günstigen Rammverfahren denkbar und auch zweckmäßig.

12 Tiefgründung auf Stahlrohrrammpfählen (mit Innenrammung)

Da das Baufeld im weiteren Umfeld nicht nennenswert bebaut ist und keine empfindlichen, baulichen Anlagen angrenzen, bietet sich eine Gründung auf Stahlrohrrammpfählen (mit Innenrammung) an. Hierbei wird ein Stahlrohr dadurch in den Boden getrieben, dass ein eingefüllter Pfropfen aus Trockenbeton oder Kies unter den Schlägen eines freifallenden Rammbären so verdichtet wird, dass er sich im Rohr verspannt und dieses mit hinunterzieht. Der Boden unter dem Rohr wird dabei seitlich verdrängt und zusätzlich verdichtet. Anschließend wird das Rohr ausbetoniert und mit einer Kopfbewehrung versehen. Bei kleineren Querschnitten wird üblicherweise eine Fußplatte untergeschweißt. Durch Einwirkung des Fallgewichtes auf die Fußplatte wird das Rohr in den Baugrund eingetrieben. Eine Anpassung an wechselnde Baugrundverhältnisse kann durch Verlängerung der Stahlrohre erfolgen. Rammerschütterungen müssen jedoch hingenommen werden bzw. werden können. Diese fallen üblicherweise bei der Innenrammung geringer aus als bei der Außenrammung.

12.1 Äußere Tragfähigkeit von Stahlrohrrammpfählen

Der Nachweis der zulässigen Pfahlkraft erfolgte mit dem Programm SBI-Pfahl auf der Grundlage der durchgeführten Rammsondierungen. Aus den Rammsondierungsergebnissen wurden Erfahrungswerte für die Mantelreibung und den Spitzenwiderstand abgeleitet und der Pfahlwiderstand berechnet. Die Nachweise der äußeren Pfahltragfähigkeit sind in der Anlage 7 aufgeführt.

Die Berechnungen werden nach dem Eurocode EC-7 für das Teilsicherheitskonzept durchgeführt und die charakteristische Grenztragfähigkeiten $R_{c,k}$ für den Grenzzustand GEO-02 angegeben. Die Bemessungsgrenztragfähigkeit $R_{c,d}$ ergibt sich hierbei für die ständige Bemessungssituation (BS-P) zu: $R_{c,d} = R_{c,k} / 1,4$.

Die Berechnungen wurden tiefenabhängig vorgenommen, das heißt die Absetztiefe der Pfähle wurde in technisch sinnvollen Grenzen variiert. Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, die Absetztiefe auf die derzeitige Geländeoberkante (GOK) zu beziehen.

Tabelle 12 Äußere Pfahltragfähigkeiten - Stahlrohrrammpfählen (mit Innenrammung)

Länge u. GOK	Druck - $R_{c,k}$			
	Ø 273 mm		Ø 324 mm	
	DPH 1	DPH 2	DPH 1	DPH 2
10,5 m	0,760 / 0,700 MN	1,019 / 0,700 MN	0,957 / 0,800 MN	1,282 / 0,800 MN

Wir weisen darauf hin, dass die charakteristischen Grenztragfähigkeiten $R_{c,k}$ nach unserem Dafürhalten folgende Größenordnungen nicht - ohne vorherige, erfolgreiche Ausführung statischer Probelastungen - nennenswert überschreiten sollten:

- Stahlrohrrammpfahl (Ø 273 mm): $R_{c,k,max} \approx 0,7 \text{ MN}$
- Stahlrohrrammpfahl (Ø 324 mm): $R_{c,k,max} \approx 0,8 \text{ MN}$

Die in der Tabelle 12 aufgeführten Pfahltragfähigkeiten sind dementsprechend zu begrenzen.

12.2 Allgemeine Hinweise zur Pfahlgründung

Bei der Planung und Ausführung der Pfahlgründung sind die einschlägigen Normen sowie die Empfehlungen des Arbeitsausschusses „Pfähle“ zu beachten. Auf einige Punkte wird im Folgenden gesondert hingewiesen:

Es wird darauf hingewiesen, dass neben der *äußeren* Tragfähigkeit auch die *innere* Tragfähigkeit nachzuweisen ist.

Bei der Anordnung der Pfähle ist darauf zu achten, dass in der Pfahlfußebene ein ausreichender Abstand der Pfähle untereinander eingehalten wird. Dieser sollte mindestens bei $e \geq 1,5 \text{ m}$ betragen oder aber dem dreifachen Pfahldurchmesser entsprechen.

Im Zuge der Pfahlherstellung sind bei Rammpfählen aussagefähige *Große* und *Kleine Rammberichte* zu führen.

Die unter Kapitel 12.1 angegebenen Pfahlabsetztiefen sind möglicherweise nicht für alle Geräte und Systeme erreichbar. Es ist vor Baubeginn mit den Anbietern abzuklären, welche Absetztiefen gerätebedingt erreichbar sind. Zudem ist zu klären, ob das jeweilige Pfahlsystem unter den örtlichen Bedingungen überhaupt einsetzbar ist.

Probebelastungen werden erforderlich, wenn die aufgeführten Absetztiefen nicht erreicht werden können bzw. sollen, wenn die aufgeführten Belastungen nennenswert überschritten werden, wenn eine deutliche Minimierung des Setzungsverhaltens erforderlich wird oder wenn Zweifel an der Tragfähigkeit der ausgeführten Pfähle bestehen. In allen Fällen bitten wir um Benachrichtigung.

Die Ausbildung der Arbeitsebene des Pfahlbohrgerätes ist im Vorfeld in Abhängigkeit von der Gerätegröße und den daraus resultierenden Anforderungen mit dem Pfahlhersteller abzustimmen.

12.3 Horizontale Belastung der Pfähle

Horizontallasten und Momente (Querbeanspruchungen) können grundsätzlich durch die Anordnung von Schrägpfählen oder durch die horizontale Bettung der Pfähle abgetragen werden. Alternativ ist bei den angetroffenen Baugrundverhältnissen auch ein seitlicher Bettungsansatz vertretbar. Sofern die Berechnung nach dem Bettungsmodulverfahren erfolgt und es nur auf die hinreichend zutreffende Ermittlung der Biegemomente ankommt, dürfen die horizontalen Bettungsmoduln für den Einzelpfahl zu:

$$k_{s,k} = \frac{E_{s,k}}{D_s}$$

mit: $k_{s,k}$ = charakteristischer Wert des Bettungsmoduls [MN/m³]
 $E_{s,k}$ = charakteristischer Wert des Steifemoduls [MN/m²]
 D_s = Pfahlschaftdurchmesser [m], für $D > 1,0$ m ist $D = 1,0$ m anzusetzen.

bestimmt werden. Die Größe der Bettungsmoduln ist in Abhängigkeit der angegebenen Steifemoduln (siehe Tabelle 9) anzusetzen. Die Berechnungen zur Schnittgrößenermittlung dürfen im vorliegenden Fall mit den charakteristischen Mittelwerten der Steifemoduln durchgeführt werden. Für die Bemessung der Pfähle sind die maximalen Schnittgrößen anzusetzen.

Eine rechnerische maximale Horizontalverschiebung von $y = 2$ cm bzw. von $y = 0,03 \cdot D$ darf bei Anwendung der oben genannten Bettungsmoduln nicht überschritten werden. Der kleinere Wert ist maßgebend. Sofern der zulässige Wert der Horizontalverschiebung überschritten wird, ist das Rechenverfahren nicht mehr anwendbar und es sind horizontale Probebelastungen auszuführen.

12.4 Ansatz einer vertikalen Pfahlfeder

In der statischen Berechnung kann die Ermittlung der Pfahllasten (Einwirkungen) über den Ansatz einer sogenannten Pfahlfeder erfolgen. Mit dem Ansatz einer Pfahlfeder kann das Verformungsverhalten der Pfähle (Pfahlsetzung) näherungsweise berücksichtigt werden. Dies

führt insbesondere bei höher belasteten und relativ eng stehenden Pfählen zu einer besseren Lastverteilung.

Aus den berechneten Widerstandssetzungslinien (siehe Anlage 7) können die Federkonstanten für die Pfahlfeder abgeleitet werden. Vereinfacht kann für die vertikale Pfahlfederkonstante der Stahlrohrrammpfähle zunächst ein Wert von 1 MN/cm angesetzt werden. Die Größe der Pfahlfeder ist im Zuge der statischen Berechnung anhand der tatsächlichen charakteristischen Einwirkungen und Widerstände zu prüfen.

13 Baugrube und Baugrubensicherung

Aufgrund der aktuellen Vorplanungsstandes sind zur Gründungstiefe der Widerlager und zur gewählten Gründungsform noch keine Angaben vorhanden. Es ist jedoch davon auszugehen, dass bei einer Tiefgründung auf Spundwandprofilen oder Stahlrohrrammpfählen auf die Ausführung von größeren bzw. tiefer reichenden Baugruben verzichtet werden kann.

Sollte eine Baugrubensicherung erforderlich werden, bietet sich bei den gegebenen Randbedingungen zunächst die Ausführung eines Spundwandverbaus an. Genauere Angaben zur Baugrube, zur Baugrubensicherung und zur Wasserhaltung können bei Bedarf nach Vorlage des Bauwerksentwurfes gemacht werden.

14 Sonstige Hinweise und Empfehlungen

Es gelten nur die zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung gültigen Normen "Weißdruck" bzw. der "Stand der Technik".

Das Gutachten gilt nur für den vorliegenden Planungsstand. Planungsänderungen sind dem Gutachter mitzuteilen.

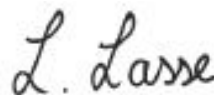
Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich bei der Baugrunderkundung nur um punktuelle Aufschlüsse handelt. Abweichungen von den beschriebenen Baugrundverhältnissen sind daher möglich.

Nach den Baugrundverhältnissen sowie den übrigen Randbedingungen ist die geplante Brückenerneuerung zunächst in die *Geotechnische Kategorie 2* einzustufen. In Abhängigkeit von dem gewählten Bauverfahren ist ggf. eine Einstufung in die *Geotechnische Kategorie 3* erforderlich.

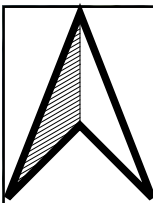
Oldenburg, 07.11.2023



Florian Geesen, M. Eng.



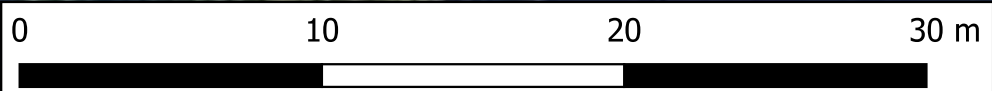
Leonie Lasse, B. Eng.



Legende

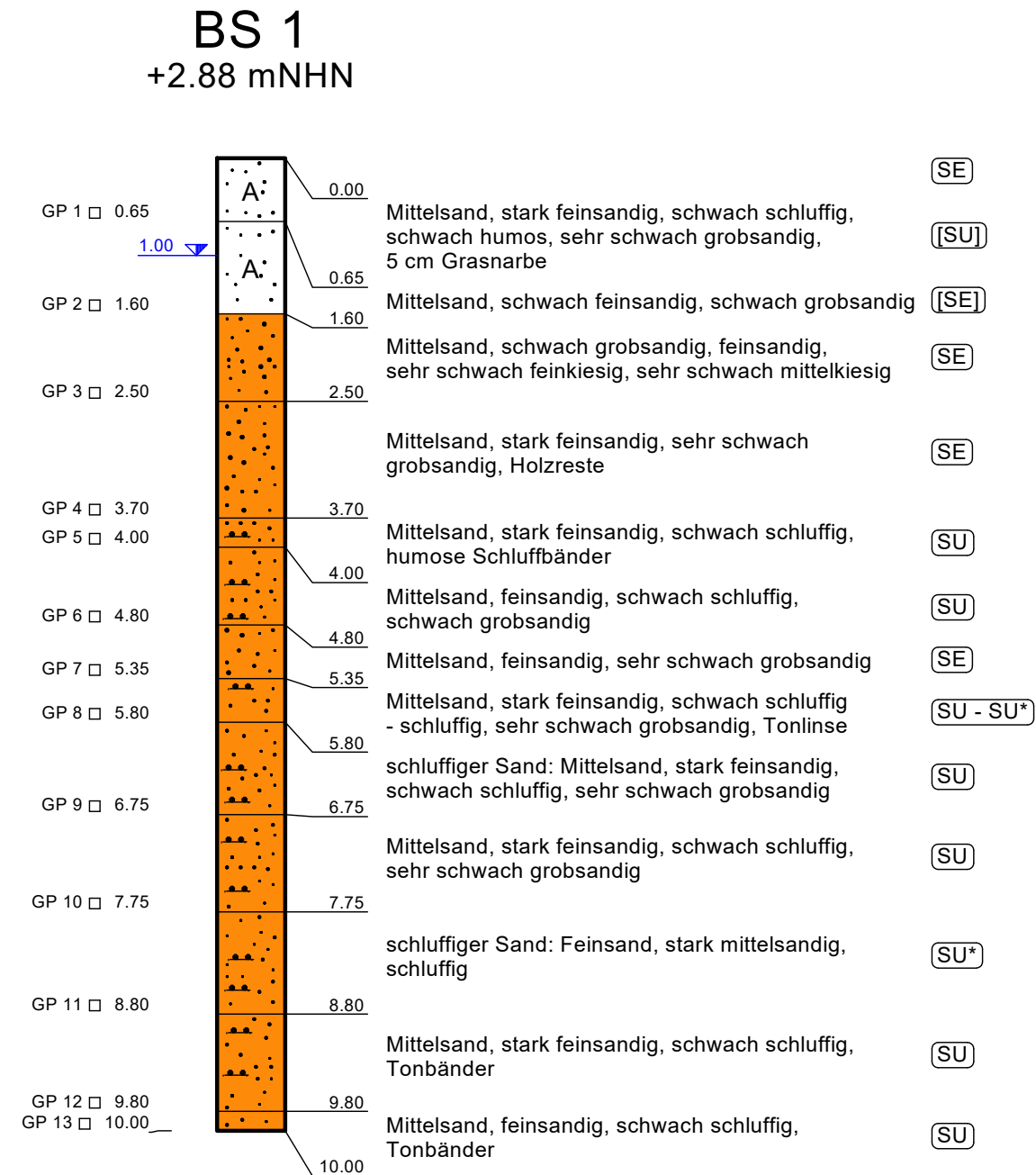
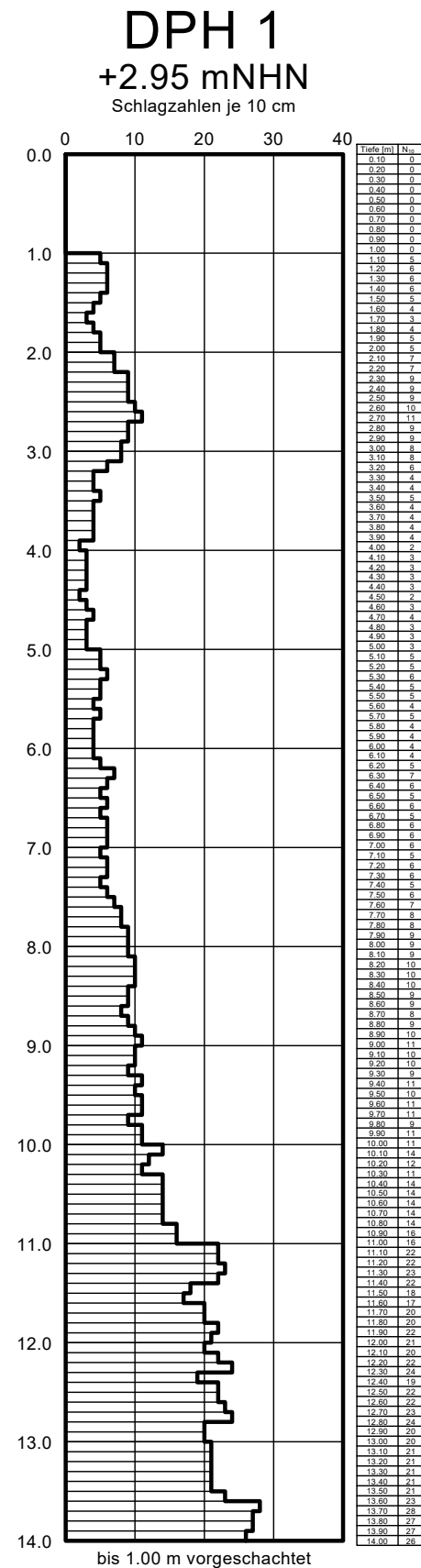
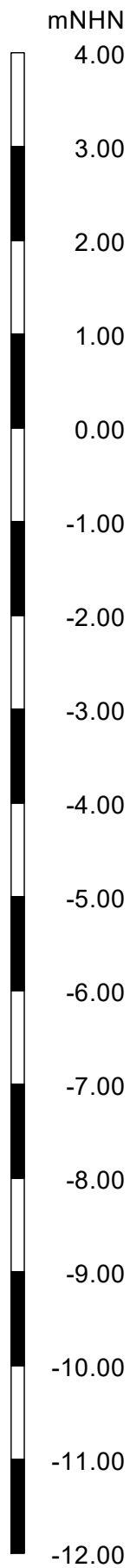
Kleinbohrungen (BS)

Schwere Rammsondierungen (DPH)

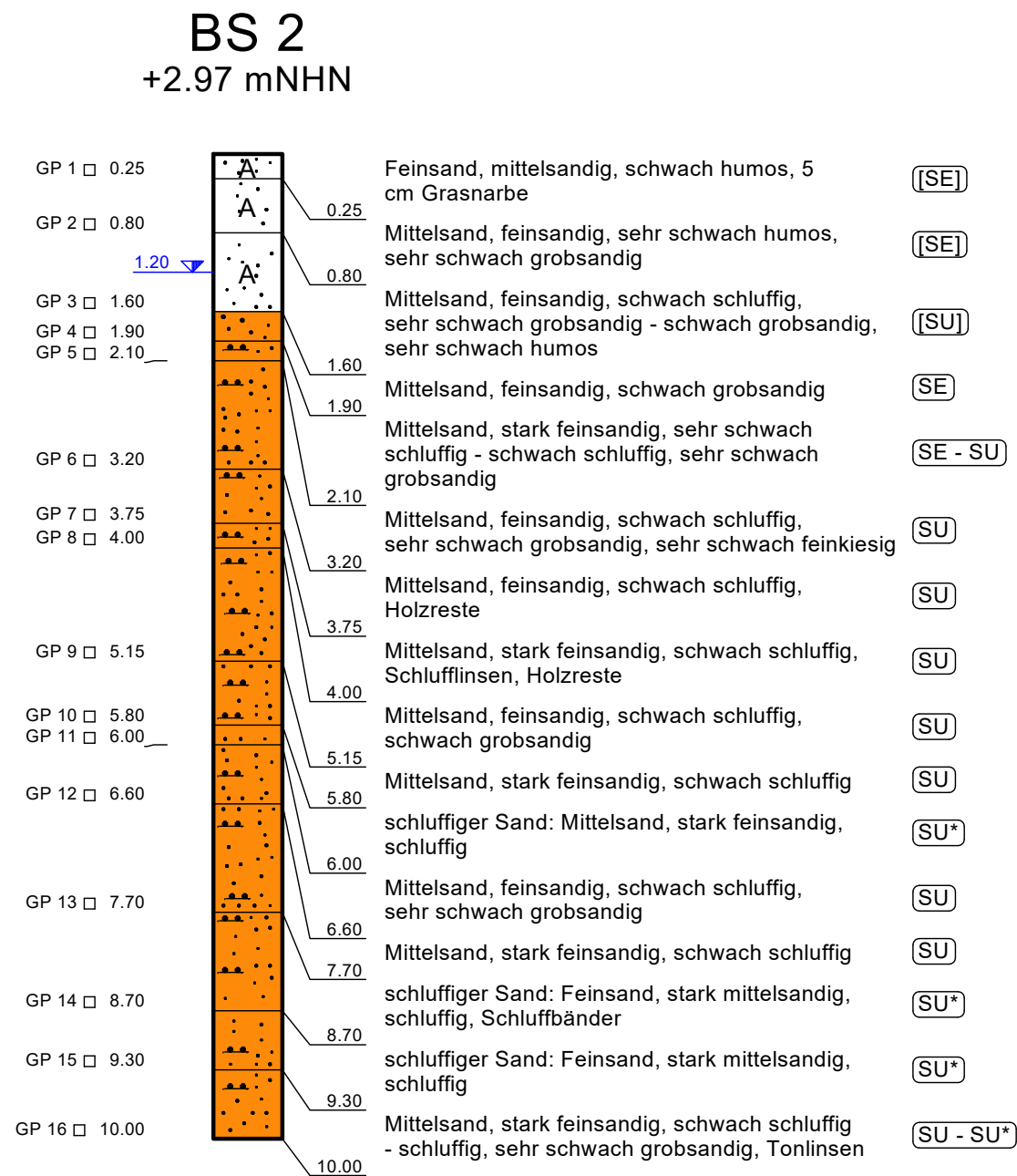
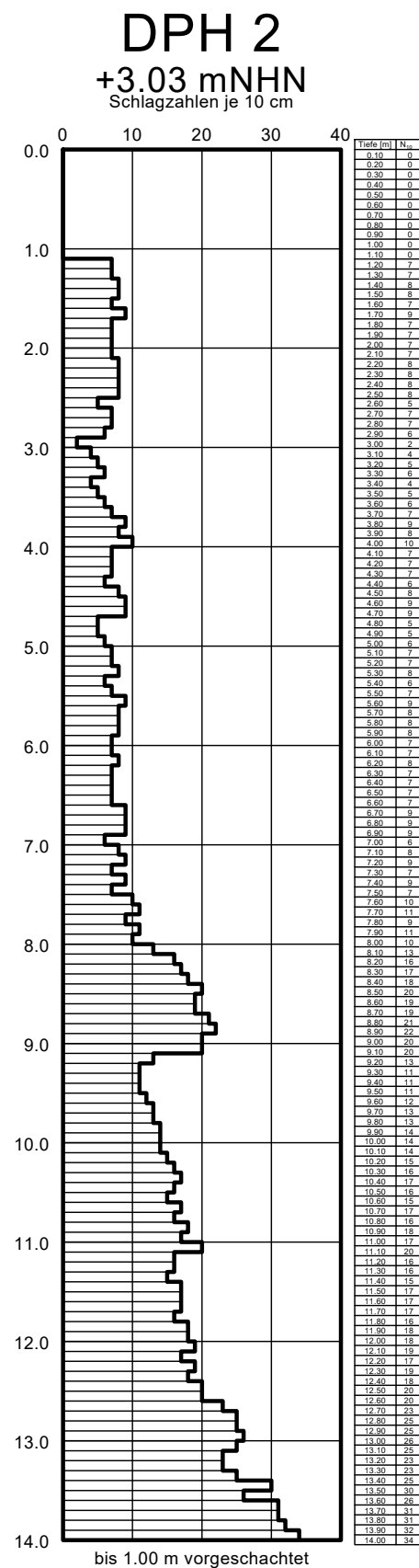
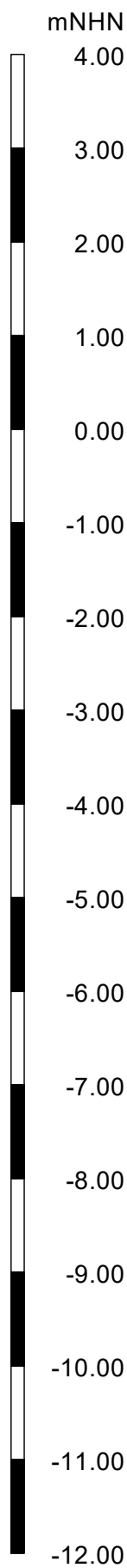


bearbeitet	11.10.2023 / FS	Projektnummer: 23.1129	Schmitz + Beilke Ingenieure GmbH Bodenmechanik, Erd- und Grundbau Cloppenburger Straße 4a 26135 Oldenburg Tel.: 0441 999 051 10 Fax: 0441 999 051 59 info@baugrund-ol.de
gezeichnet	11.10.2023 / FS		
geändert		Maßstab: 1:250	
geprüft			
Auftraggeber: Ingenieurberatung Bröggelhoff Langenweg 26 26125 Oldenburg			
Projekt: Ersatzbrücken Oldenburg (2023) BW 197 Bodenburgallee-Bodenburgteich - EBV			
Titel: Lageplan - Kleinbohrungen und Rammsondierungen			Anlage 1.1

Zeichnerische Darstellung der Bohrergergebnisse			SBI SCHMITZ + BEILKE INGENIEURE GMBH
Legende			Anlage 2
Benennung:		Zeichen:	Zustandsform bindiger Bodenarten: fest halbfest - fest halbfest steif - halbfest steif weich - steif weich breiig - weich breiig



bearbeitet	11.10.2023 / MT	Projekt Nr.	23.1129	Schmitz + Beilke Ingenieure GmbH
gezeichnet	11.10.2023 / MT			
geändert		vertik. Maßstab:		Bodenmechanik, Erd- und Grundbau
geprüft		1 : 70		
Auftraggeber: Ingenieurbüro Bröggelhoff Langenweg 26 26125 Oldenburg				Cloppenburger Straße 4a 26135 Oldenburg Tel. 0441 - 999 051 10 Fax 0441 - 999 051 59 info@baugrund-ol.de
Projekt: Ersatzbrücken Oldenburg (2023) BW 197 Bodenburgallee-Bodenburgteich - EBV				Anlage 2.1
Titel: Bohrprofile + Rammsondierungen				



bearbeitet	11.10.2023 / MT	Projekt Nr. 23.1129	Schmitz + Beilke Ingenieure GmbH
gezeichnet	11.10.2023 / MT		
geändert		vertik. Maßstab: 1 : 70	Bodenmechanik, Erd- und Grundbau
geprüft			
Auftraggeber: Ingenieurbüro Bröggelhoff Langenweg 26 26125 Oldenburg			Cloppenburger Straße 4a 26135 Oldenburg Tel. 0441 - 999 051 10 Fax 0441 - 999 051 59 info@baugrund-ol.de
Projekt: Ersatzbrücken Oldenburg (2023) BW 197 Bodenburgallee-Bodenburgteich - EBV			Anlage 2.2
Titel: Bohrprofile + Rammsondierungen			

Schmitz + Beilke Ingenieure GmbH Cloppenburg Straße 4a 26135 Oldenburg		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben			Bericht: 23.1129 Anlage: 3.1		
Vorhaben: Ersatzbrückenneubauten OL Bodenburgallee, Bodenburgteich							
Bohrung BS 1 / Blatt: 1					Höhe: +2.88 mNHN		
					Datum: 13.09.2023		
1	2			3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe i) Kalk- gehalt				
0.65	a) Mittelsand, stark feinsandig, schwach schluffig, schwach humos, sehr schwach grobsandig			bis 1.00 m vorgeschachtet	GP	1	0.65
	b) 5 cm Grasnarbe						
	c)	d)	e) beige				
	f) Auffüllung	g)	h) [SU] i)				
1.60	a) Mittelsand, schwach feinsandig, schwach grobsandig			GW (1.00)	GP	2	1.60
	b)						
	c)	d) mittelschwer bohrbar	e) hellbeige				
	f) Auffüllung	g)	h) [SE] i)				
2.50	a) Mittelsand, schwach grobsandig, feinsandig, sehr schwach feinkiesig, sehr schwach mittlkiesig				GP	3	2.50
	b)						
	c)	d) mittelschwer bohrbar	e) beige				
	f) Sand	g)	h) SE i)				
3.70	a) Mittelsand, stark feinsandig, sehr schwach grobsandig				GP	4	3.70
	b) Holzreste						
	c)	d) schwer bohrbar	e) beige				
	f) Sand	g)	h) SE i)				
4.00	a) Mittelsand, stark feinsandig, schwach schluffig				GP	5	4.00
	b) humose Schluffbänder						
	c)	d) schwer bohrbar	e) beige - grau				
	f) Sand	g)	h) SU i)				
1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor							

Schmitz + Beilke Ingenieure GmbH Cloppenburg Straße 4a 26135 Oldenburg		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben			Bericht: 23.1129 Anlage: 3.2		
Vorhaben: Ersatzbrückenneubauten OL Bodenburgallee, Bodenburgteich							
Bohrung BS 1 / Blatt: 2					Höhe: +2.88 mNHN		Datum: 13.09.2023
1	2			3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe i) Kalk- gehalt				
4.80	a) Mittelsand, feinsandig, schwach schluffig, schwach grobsandig				GP	6	4.80
	b)						
	c)	d) schwer bohrbar	e) beige				
	f) Sand	g)	h) SU i)				
5.35	a) Mittelsand, stark feinsandig, sehr schwach grobsandig				GP	7	5.35
	b)						
	c)	d) schwer bohrbar	e) beige				
	f) Sand	g)	h) i)				
5.80	a) Mittelsand, stark feinsandig, schwach schluffig - schluffig, sehr schwach grobsandig				GP	8	5.80
	b) Tonlinse						
	c)	d) schwer bohrbar	e) grau				
	f) Sand	g)	h) SU-SU* i)				
6.75	a) Mittelsand, stark feinsandig, schwach schluffig, sehr schwach grobsandig				GP	9	6.75
	b)						
	c)	d) sehr schwer bohrbar	e) grau				
	f) schluffiger Sand	g)	h) SU i)				
7.75	a) Mittelsand, stark feinsandig, schwach schluffig, sehr schwach grobsandig				GP	10	7.75
	b)						
	c)	d) sehr schwer bohrbar	e) grau				
	f) Sand	g)	h) SU i)				
1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor							

Schmitz + Beilke Ingenieure GmbH Cloppenburg Straße 4a 26135 Oldenburg		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben			Bericht: 23.1129 Anlage: 3.3		
Vorhaben: Ersatzbrückenneubauten OL Bodenburgallee, Bodenburgteich							
Bohrung BS 1 / Blatt: 3					Höhe: +2.88 mNHN		Datum: 13.09.2023
1	2			3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe i) Kalk-gehalt				
8.80	a) Feinsand, stark mittelsandig, schluffig				GP	11	8.80
	b)						
	c)	d) sehr schwer bohrbar	e) grau				
	f) schluffiger Sand	g)	h) SU* i)				
9.80	a) Mittelsand, stark feinsandig, schwach schluffig				GP	12	9.80
	b) Tonbänder						
	c)	d) sehr schwer bohrbar	e) dunkelgrau				
	f) Sand	g)	h) SU i)				
10.00	a) Mittelsand, feinsandig, schwach schluffig				GP	13	10.00
	b) Tonbänder						
	c)	d) sehr schwer bohrbar	e) dunkelgrau				
	f) Sand	g)	h) SU i)				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h) i)				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h) i)				
1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor							

Schmitz + Beilke Ingenieure GmbH Cloppenburg Straße 4a 26135 Oldenburg		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben			Bericht: 23.1129 Anlage: 3.4		
Vorhaben: Ersatzbrückenneubauten OL Bodenburgallee, Bodenburgteich							
Bohrung BS 2 / Blatt: 1					Höhe: +2.97 mNHN		
					Datum: 13.09.2023		
1	2			3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe i) Kalk-gehalt				
0.25	a) Feinsand, mittelsandig, schwach humos			bis 1.00 m vorgeschachtet	GP	1	0.25
	b) 5 cm Grasnarbe						
	c)	d)	e) grau				
	f) Auffüllung	g)	h) [SE] i)				
0.80	a) Mittelsand, feinsandig, sehr schwach humos, sehr schwach grobsandig				GP	2	0.80
	b)						
	c)	d)	e) braun - ocker				
	f) Auffüllung	g)	h) [SE] i)				
1.60	a) Mittelsand, feinsandig, schwach schluffig, sehr schwach grobsandig - schwach grobsandig, sehr schwach			GW (1.20)	GP	3	1.60
	b) humos						
	c)	d) mittelschwer bohrbar	e) beige				
	f) Auffüllung	g)	h) [SU] i)				
1.90	a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig				GP	4	1.90
	b)						
	c)	d) schwer bohrbar	e) hellbeige				
	f) Sand	g)	h) SE i)				
2.10	a) Mittelsand, stark feinsandig, sehr schwach schluffig - schwach schluffig, sehr schwach grobsandig				GP	5	2.10
	b)						
	c)	d) schwer bohrbar	e) beige				
	f) Sand	g)	h) SE - SU i)				
1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor							

Schmitz + Beilke Ingenieure GmbH Cloppenburg Straße 4a 26135 Oldenburg		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben			Bericht: 23.1129 Anlage: 3.5		
Vorhaben: Ersatzbrückenneubauten OL Bodenburgallee, Bodenburgteich							
Bohrung BS 2 / Blatt: 2					Höhe: +2.97 mNHN		Datum: 13.09.2023
1	2			3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe i) Kalk-gehalt				
3.20	a) Mittelsand, feinsandig, schwach schluffig, sehr schwach grobsandig, sehr schwach feinkiesig				GP	6	3.20
	b)						
	c)	d) schwer bohrbar	e) dunkelbeige				
	f) Sand	g)	h) SU i)				
3.75	a) Mittelsand, feinsandig, schwach schluffig				GP	7	3.75
	b) Holzreste						
	c)	d) schwer bohrbar	e) beige				
	f) Sand	g)	h) SU i)				
4.00	a) Mittelsand, stark feinsandig, schwach schluffig				GP	8	4.00
	b) Schlufflinsen, Holzreste						
	c)	d) schwer bohrbar	e) dunkelbeige - grau				
	f) Sand	g)	h) SU i)				
5.15	a) Mittelsand, feinsandig, schwach schluffig, schwach grobsandig				GP	9	5.15
	b)						
	c)	d) schwer bohrbar	e) beige				
	f) Sand	g)	h) SU i)				
5.80	a) Mittelsand, stark feinsandig, schwach schluffig				GP	10	5.80
	b)						
	c)	d) schwer bohrbar	e) grau				
	f) Sand	g)	h) SU i)				
1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor							

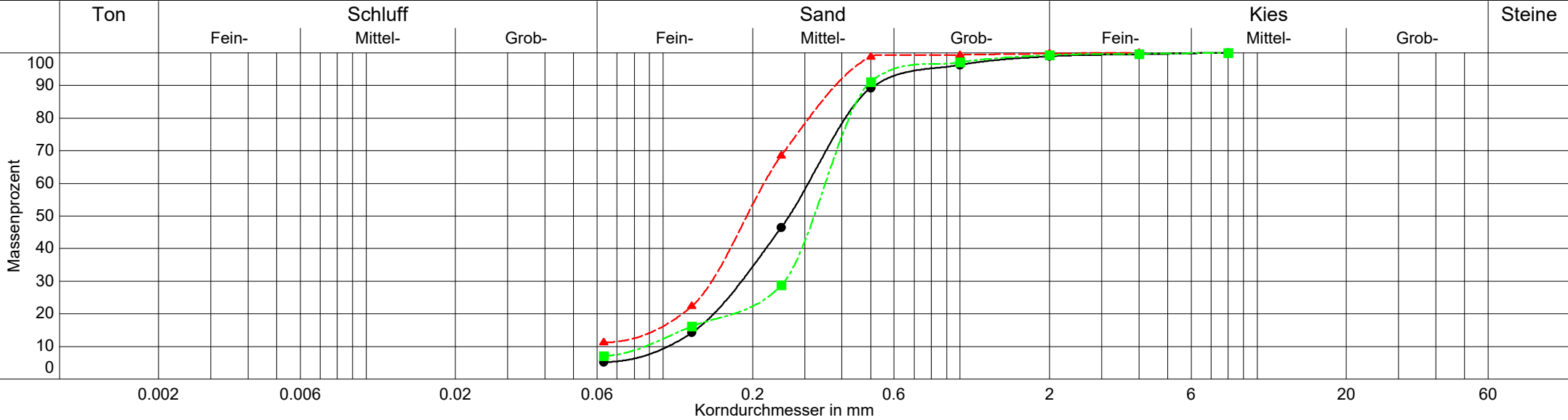
Schmitz + Beilke Ingenieure GmbH Cloppenburg Straße 4a 26135 Oldenburg		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben			Bericht: 23.1129 Anlage: 3.6		
Vorhaben: Ersatzbrückenneubauten OL Bodenburgallee, Bodenburgteich							
Bohrung BS 2 / Blatt: 3					Höhe: +2.97 mNHN		
					Datum: 13.09.2023		
1	2			3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe i) Kalk-gehalt				
6.00	a) Mittelsand, stark feinsandig, schluffig				GP	11	6.00
	b)						
	c)	d) sehr schwer bohrbar	e) grau				
	f) schluffiger Sand	g)	h) SU* i)				
6.60	a) Mittelsand, feinsandig, schwach schluffig, sehr schwach grobsandig				GP	12	6.60
	b)						
	c)	d) sehr schwer bohrbar	e) dunkelbeige				
	f) Sand	g)	h) SU i)				
7.70	a) Mittelsand, stark feinsandig, schwach schluffig				GP	13	7.70
	b)						
	c)	d) sehr schwer bohrbar	e) grau				
	f) Sand	g)	h) SU i)				
8.70	a) Feinsand, stark mittelsandig, schluffig				GP	14	8.70
	b) Schluffbänder						
	c)	d) sehr schwer bohrbar	e) dunkelgrau				
	f) schluffiger Sand	g)	h) SU* i)				
9.30	a) Feinsand, stark mittelsandig, schluffig				GP	15	9.30
	b)						
	c)	d) sehr schwer bohrbar	e) dunkelgrau				
	f) schluffiger Sand	g)	h) SU* i)				
1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor							

Schmitz + Beilke Ingenieure GmbH Cloppenburg Straße 4a 26135 Oldenburg		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Bericht: 23.1129 Anlage: 3.7				
Vorhaben: Ersatzbrückenneubauten OL Bodenburgallee, Bodenburgteich										
Bohrung BS 2 / Blatt: 4						Höhe: +2.97 mNHN		Datum: 13.09.2023		
1	2				3	4	5	6		
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben				
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)		
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang						e) Farbe	
	f) Übliche Benennung		g) Geologische Benennung ¹⁾						h) ¹⁾ Gruppe i) Kalk- gehalt	
10.00	a) Mittelsand, stark feinsandig, schwach schluffig - schluffig, sehr schwach grobsandig					GP	16	10.00		
	b) Tonlinsen									
	c)		d) sehr schwer bohrbar						e) grau	
	f) Sand		g)						h) SU-SU* i)	
	a)									
	b)									
	c)		d)						e)	
	f)		g)						h) i)	
	a)									
	b)									
	c)		d)						e)	
	f)		g)						h) i)	
	a)									
	b)									
	c)		d)						e)	
	f)		g)						h) i)	
	a)									
	b)									
	c)		d)						e)	
	f)		g)						h) i)	
1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor										

Schmitz + Beilke Ingenieure GmbH
Bodenmechanik, Erd- und Grundbau
Cloppenburg Straße 4 a
26135 Oldenburg

Kornverteilung
DIN EN ISO 17892-4

Projekt : BW 049 Sophie-Schütte-Straße (Bodenburgallee)
Projektnr.: 23.1129
Datum : 26.09.2023
Anlage : 4.1



Bezeichnung	—●— BS 1/6	- - -▲- BS 1/9	- - -■- BS 2/6		
Entnahmestelle	BS 1	BS 1	BS 2		
Entnahmetiefe	4,00 - 4,80 m	5,80 - 6,75 m	2,10 - 3,20 m		
Wassergehalt	19.1 %	21.1 %	22.1 %		
Bodenart	mS,fs,gs',u'	mS,fs,u'	mS,fs,u'		
Bodengruppe	SU	SU	SU		
Anteil < 0.063 mm	5.2 %	11.2 %	7.2 %		
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/5.2/93.7/1.1 %	0.0/11.2/88.6/0.2 %	0.0/7.2/92.2/0.7 %		
Ungleichförm. Cu	3.0	-	4.0		
Krümmungszahl Cc	1.1	-	2.2		
kf nach Hazen	1.3E-04 m/s	-	8.8E-05 m/s		
kf nach Kaubisch	- (0.063 <= 10%)	1.3E-05 m/s	- (0.063 <= 10%)		
kf nach Seiler	-	-	-		
kf nach USBR	- (d10 > 0.02)	2.5E-05 m/s	- (d10 > 0.02)		
kf nach Seelheim	2.5E-04 m/s	-	3.7E-04 m/s		
Keine Angabe der Nebengemengteile unter 5 % Kornfraktion	-	-	-		
Bei Bodenart Schluff Angabe der Tonanteile bei Kornfrakt. T/U/S/G	-	-	-		



Laboratorien Dr. Döring Haferwende 21 28357 Bremen

Schmitz + Beilke Ingenieure GmbH
Ingenieurbüro für Grundbau und Bodenmechanik
Cloppener Str. 2-4

26135 OLDENBURG

26. September 2023

PRÜFBERICHT 150923090

Auftragsnr. Auftraggeber: 23.1129
 Projektbezeichnung: Brücke Bodenburgallee
 Probenahme: durch Auftraggeber am 13.09.2023
 Probentransport: durch Auftraggeber am 15.09.2023
 Probeneingang: 15.09.2023
 Prüfzeitraum: 15.09.2023 – 26.09.2023
 Probennummer: 159071 / 23
 Probenmaterial: Wasser
 Verpackung: Weißglas (0,8 L), PE-Gefäß (0,25 L),
 Schliffglasflasche (0,25 L + CaCO₃)
 Bemerkungen: -
 Sonstiges: Der Messfehler dieser Prüfungen befindet sich im üblichen Rahmen. Näheres teilen wir Ihnen auf Anfrage gerne mit.
 Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die angegebenen Prüfgegenstände. Eine auszugsweise
 Vervielfältigung dieses Prüfberichts bedarf der schriftlichen Genehmigung durch die Laboratorien Dr. Döring GmbH.
 Analysenbefunde: Seite 3
 Messverfahren: Seite 2
 Qualitätskontrolle:

Dr. Jens Krause
(stellv. Laborleiter)

Dr. Joachim Döring
(Geschäftsführer)



Messverfahren:	pH-Wert	DIN EN ISO 10523 (C 5): 2012-04
	Chlorid	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07
	Sulfat	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07
	kalklös. Kohlensäure	DIN 38404-C10: 2012-12
	Ammonium	DIN 38406-E5-1: 1983-10
	Kalzium	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09
	Magnesium	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09
	Säurekapazität	DIN 38409-H 7: 2005-12
	Eisen	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09



Labornummer	159071			
Probenbezeichnung	BS 1	Angriffsgrad		
Entnahmetiefe	-			
Dimension	[mg/L]	[mg/L]		
pH-Wert bei 20 °C	5,3	6,5 – 5,5	< 5,5 – 4,5	< 4,5
kalklösende Kohlensäure	57	15 – 40	> 40 – 100	> 100
Ammonium	1,4	15 – 30	> 30 – 60	> 60 – 100
Sulfat	5,5	200 – 600	> 600 – 3.000	> 3.000 – 6000
Magnesium	2,2	300 – 1.000	> 1.000 – 3.000	> 3.000
Angriffsgrad n. DIN 4030	XA2	XA1	XA2	XA3

Labornummer		159071	
Probenbezeichnung		BS 1	
Entnahmetiefe		-	
Dimension		[mg/L]	
pH-Wert bei 20 °C		5,3	
Säurekapazität [mmol/L]		0,24	
Chlorid		74	
Sulfat		5,5	
Kalzium		210	
Eisen		0,39	

Bewertung

Nach der DIN 50929 (Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe bei äußerer Korrosionsbelastung – Rohrleitungen und Bauteile in Böden und Wässern) ist die Korrosionswahrscheinlichkeit für niedriglegierte und unlegierte Stähle abhängig von der Lage des Werkstoffes bezüglich des korrodierenden Mediums.

Im Unterwasserbereich ist für die Probe **BS 1** (Labornummer 159071) eine mittlere Wahrscheinlichkeit für Mulden- und Lochkorrosion und eine geringe Wahrscheinlichkeit für Flächenkorrosion gegeben.

An der Wasser/Luft-Grenze ist für die Probe **BS 1** (Labornummer 159071) eine mittlere Wahrscheinlichkeit für Mulden- und Lochkorrosion und eine geringe Wahrscheinlichkeit für Flächenkorrosion gegeben.

	Auffüllungen (Sande)	Sande				
Korngrößenverteilung mit Körnungsbändern zu überprüfen nach DIN EN ISO 17892-4 ¹⁾	nicht bestimmt	vgl. Anlage 4				
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke zu überprüfen nach DIN EN ISO 14688-1 ²⁾	Steinanteil < 10 % Blockanteil < 5 %	Steinanteil < 2 % Blockanteil < 1 %				
Bodengruppe zu überprüfen nach DIN 18196	A / [SE] / [SU]	SE / SU / SU*				
Feuchtdichte zu überprüfen nach DIN EN ISO 17892-2 ²⁾	1,7 g/cm³ bis 1,9 g/cm³	1,7 g/cm³ bis 1,9 g/cm³				
Kohäsion zu überprüfen nach DIN EN ISO 17892-8 bis -10 ²⁾	-	-				
undränierete Scherfestigkeit zu überprüfen nach DIN 4094-4 / DIN EN ISO 17892-7 bis -9 ³⁾	-	-				
Sensitivität zu überprüfen nach DIN4094-4	-	-				
Konsistenz zu überprüfen nach DIN EN ISO 14688-1	-	-				
Wassergehalt zu überprüfen nach DIN EN ISO 17892-1	nicht bestimmt	nicht bestimmt				
Plastizitätszahl zu überprüfen nach DIN EN ISO 17892-12	-	-				
Konsistenzzahl zu überprüfen nach DIN EN ISO 17892-12	-	-				
Durchlässigkeit zu überprüfen nach DIN EN ISO 17892-11 / DIN 18130-2 ²⁾	-	-				
Lagerungsdichte Def. nach DIN EN ISO 14688-2, Best. n. BAW-Merkblatt MEH	locker / mitteldicht / dicht / sehr dicht	mitteldicht / dicht				
Sondierwiderstände CPT (q_c) Ergänzende Angabe zur Lagerungsdichte n. BAW-Merkblatt MEH	nicht bestimmt, lediglich (Schwere) Rammsondierung ausgeführt	nicht bestimmt, lediglich (Schwere) Rammsondierung ausgeführt				
Organischer Anteil zu überprüfen nach DIN 18128	0 % bis 10 % nicht bis mittel organisch	0 % bis 5 % nicht bis schwach organisch				
Benennung und Beschreibung organischer Böden zu überprüfen nach DIN EN ISO 14688-1	lokal (sehr) schwach humose Beimengungen	-				
Kalkgehalt zu überprüfen nach DIN 18129	-	-				
Abrasivität zu überprüfen nach NF P18-579 ⁴⁾	schwach bis mittel abrasiv	schwach bis mittel abrasiv				
Sulfatgehalt (wasserlöslich) zu überprüfen nach DIN 18129	-	-				
Bemerkungen	unterhalb einer 5 cm starken Grasnarbe / im wasserseitigen Bereich ggf. abweichende Bodenschichten (Schlick, etc.)	ab 10 m unter GOK nur indirekt erkundet / zum Teil ausgeprägt schluffig durchsetzt				

1) Steine und Blöcke sind in den Korngrößenverteilungen nicht enthalten

2) auf Basis der Genese und der Petrographie nach eigenen Erfahrungswerten abgeschätzt

3) nach DIN EN ISO 17892-6 überprüft

4) nach Thuro, K.; Käsling, H. (2010): "Bestimmung der Gesteinsabrasivität - Versuchstechniken und Anwendung" abgeschätzt



Eigenschaften und Kennwerte der Homogenbereiche

Ersatzbrückenneubauten Oldenburg (2023)
BW 197 Bodenburgallee-Bodenburgteich

Anlage 6

Projektnummer: 23.1129
Datum: 24.10.2023

Projekt: Bodenburgallee / 23/1129 DPH 1

Baugrund

S-Nr. Schicht	Tiefe [m]	Dicke [m]	q_c [MN/m ²]	$c_{u,k}$ [kN/m ²]	$q_{s,k}$ [MN/m ²]	$q_{b,k} (0,1)$ [MN/m ²]	Bezeichnung
1	0,0 - 1,6	1,6	0,00	0	0,000	0,000	nicht tragfähig
2	1,6 - 3,0	1,4	7,50	0	0,075	2,625	Sand
3	3,0 - 7,5	4,5	5,00	0	0,050	1,750	Sand
4	7,5 - 10,5	3,0	9,00	0	0,090	3,150	Sand
5	10,5 - 11,0	0,5	12,00	0	0,120	4,200	Sand
6	11,0 - 13,6	2,6	20,00	0	0,150	7,000	Sand
7	13,6 - 14,0	0,4	24,00	0	0,150	8,400	Sand

Pfahlgeometrie

Pfahlbezeichnung: Stahlrohrrammpfahl mit Innenrammung

Schaftdurchmesser: 27,3 cm

Spitzendurchmesser: 27,3 cm

Minimale Pfahllänge: 10,5 m

Maximale Pfahllänge: 12,5 m

Schaftumfang: 0,86 m

Fußfläche: 0,06 m²

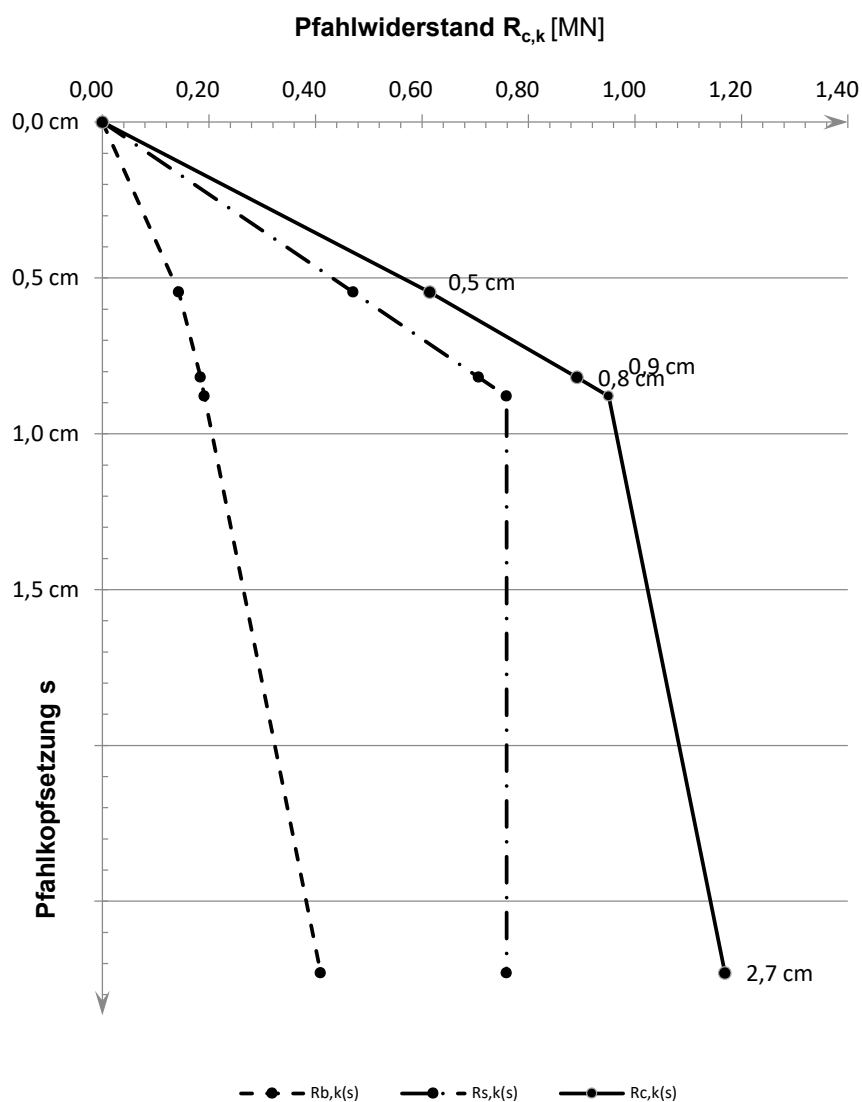
Pfahlwiderstände R_{1k} (längenabhängig)

Pfahllänge [m]	$R_{c,k}$ [MN]	$R_{s,k}$ [MN]	$R_{b,k}$ [MN]
10,5	0,760	0,515	0,246
11,0	0,976	0,566	0,410
11,5	1,040	0,630	0,410
12,0	1,104	0,695	0,410
12,5	1,169	0,759	0,410

Pfahlwiderstände (setzungsabhängig)

Die Berechnung erfolgt für eine Pfahllänge von 12,5 m

Bezogene Setzung	Pfahlkopfsetzung [cm]	$R_{s,k(s)}$ [MN]	$R_{b,k(s)}$ [MN]	$R_{c,k(s)}$ [MN]
$s/D = 0,02$	0,5 cm	0,471	0,143	0,615
$s/D = 0,03$	0,8 cm	0,707	0,184	0,891
s_{sg}	0,9 cm	0,759	0,192	0,951
$s/D = 0,10$	2,7 cm	0,759	0,410	1,169

Widerstandsetzungslinie

Projekt: Bodenburgallee / 23/1129 DPH 1

Baugrund

S-Nr. Schicht	Tiefe [m]	Dicke [m]	q_c [MN/m ²]	$c_{u,k}$ [kN/m ²]	$q_{s,k}$ [MN/m ²]	$q_{b,k} (0,1)$ [MN/m ²]	Bezeichnung
1	0,0 - 1,6	1,6	0,00	0	0,000	0,000	nicht tragfähig
2	1,6 - 3,0	1,4	7,50	0	0,075	2,625	Sand
3	3,0 - 7,5	4,5	5,00	0	0,050	1,750	Sand
4	7,5 - 10,5	3,0	9,00	0	0,090	3,150	Sand
5	10,5 - 11,0	0,5	12,00	0	0,120	4,200	Sand
6	11,0 - 13,6	2,6	20,00	0	0,150	7,000	Sand
7	13,6 - 14,0	0,4	24,00	0	0,150	8,400	Sand

Pfahlgeometrie

Pfahlbezeichnung: Stahlrohrrammpfahl mit Innenrammung

Schaftdurchmesser: 32,4 cm

Spitzendurchmesser: 32,4 cm

Minimale Pfahlänge: 10,5 m

Maximale Pfahlänge: 12,5 m

Schaftumfang: 1,02 m

Fußfläche: 0,08 m²

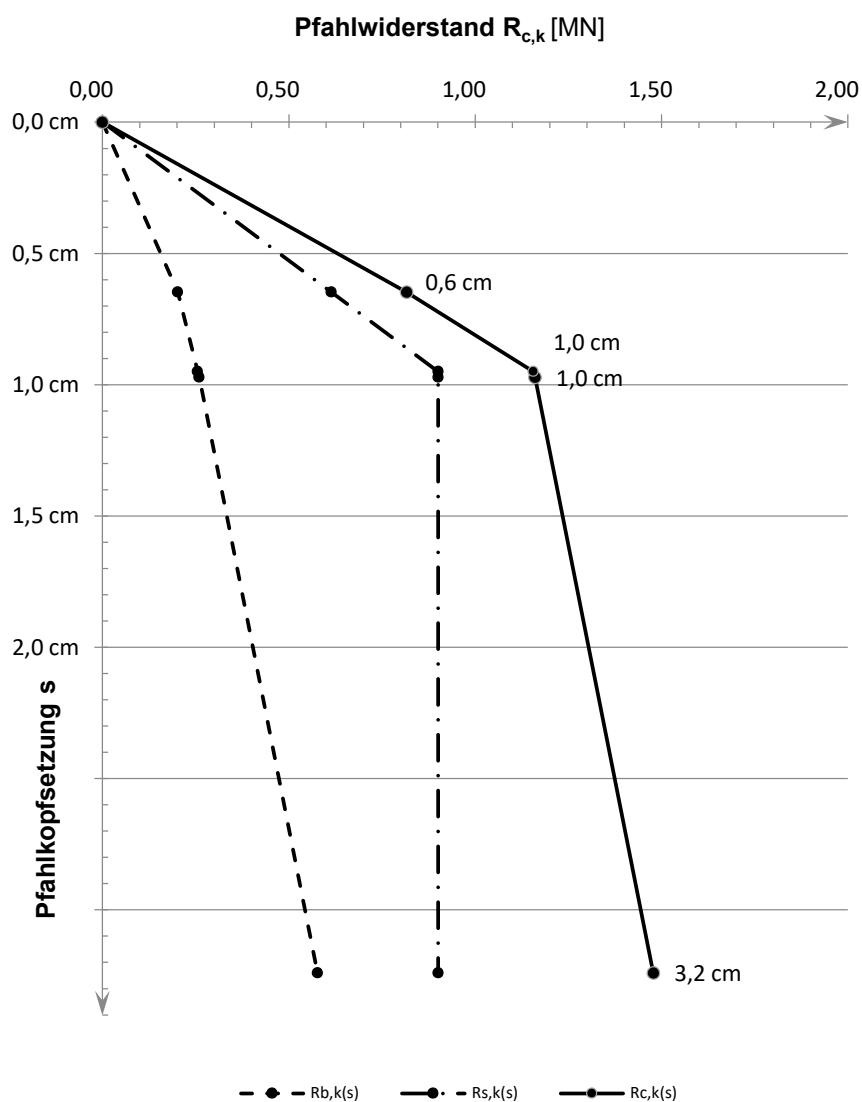
Pfahlwiderstände R_{1k} (längenabhängig)

Pfahlänge [m]	$R_{c,k}$ [MN]	$R_{s,k}$ [MN]	$R_{b,k}$ [MN]
10,5	0,957	0,611	0,346
11,0	1,249	0,672	0,577
11,5	1,325	0,748	0,577
12,0	1,402	0,824	0,577
12,5	1,478	0,901	0,577

Pfahlwiderstände (setzungsabhängig)

Die Berechnung erfolgt für eine Pfahllänge von 12,5 m

Bezogene Setzung	Pfahlkopfsetzung [cm]	$R_{s,k(s)}$ [MN]	$R_{b,k(s)}$ [MN]	$R_{c,k(s)}$ [MN]
$s/D = 0,02$	0,6 cm	0,614	0,202	0,816
s_{sg}	1,0 cm	0,901	0,256	1,157
$s/D = 0,03$	1,0 cm	0,901	0,260	1,161
$s/D = 0,10$	3,2 cm	0,901	0,577	1,478

Widerstandsetzungslinie

Projekt: Bodenburgallee / 23/1129 DPH 2

Baugrund

S-Nr. Schicht	Tiefe [m]		Dicke [m]	q_c [MN/m ²]	$c_{u,k}$ [kN/m ²]	$q_{s,k}$ [MN/m ²]	$q_{b,k (0,1)}$ [MN/m ²]	Bezeichnung
1	0,0	- 1,6	1,6	0,00	0	0,000	0,000	nicht tragfähig
2	1,6	- 6,7	5,1	7,00	0	0,070	2,450	Sand
3	6,7	- 8,0	1,3	8,00	0	0,080	2,800	Sand
4	8,0	- 8,4	0,4	15,00	0	0,150	5,250	Sand
5	8,4	- 9,1	0,7	19,00	0	0,150	6,650	Sand
6	9,1	- 9,5	0,4	10,00	0	0,100	3,500	Sand
7	9,5	- 10,5	1,0	14,00	0	0,140	4,900	Sand
8	10,5	- 12,5	2,0	16,00	0	0,150	5,600	Sand
9	12,5	- 13,5	1,0	22,00	0	0,150	7,700	Sand
10	13,5	- 14,0	0,5	25,00	0	0,150	8,750	Sand

Pfahlgeometrie

Pfahlbezeichnung: Stahlrohrrammpfahl mit Innenrammung

Schaftdurchmesser: 27,3 cm

Spitzendurchmesser: 27,3 cm

Minimale Pfahllänge: 10,5 m

Maximale Pfahllänge: 12,5 m

Schaftumfang: 0,86 m

Fußfläche: 0,06 m²

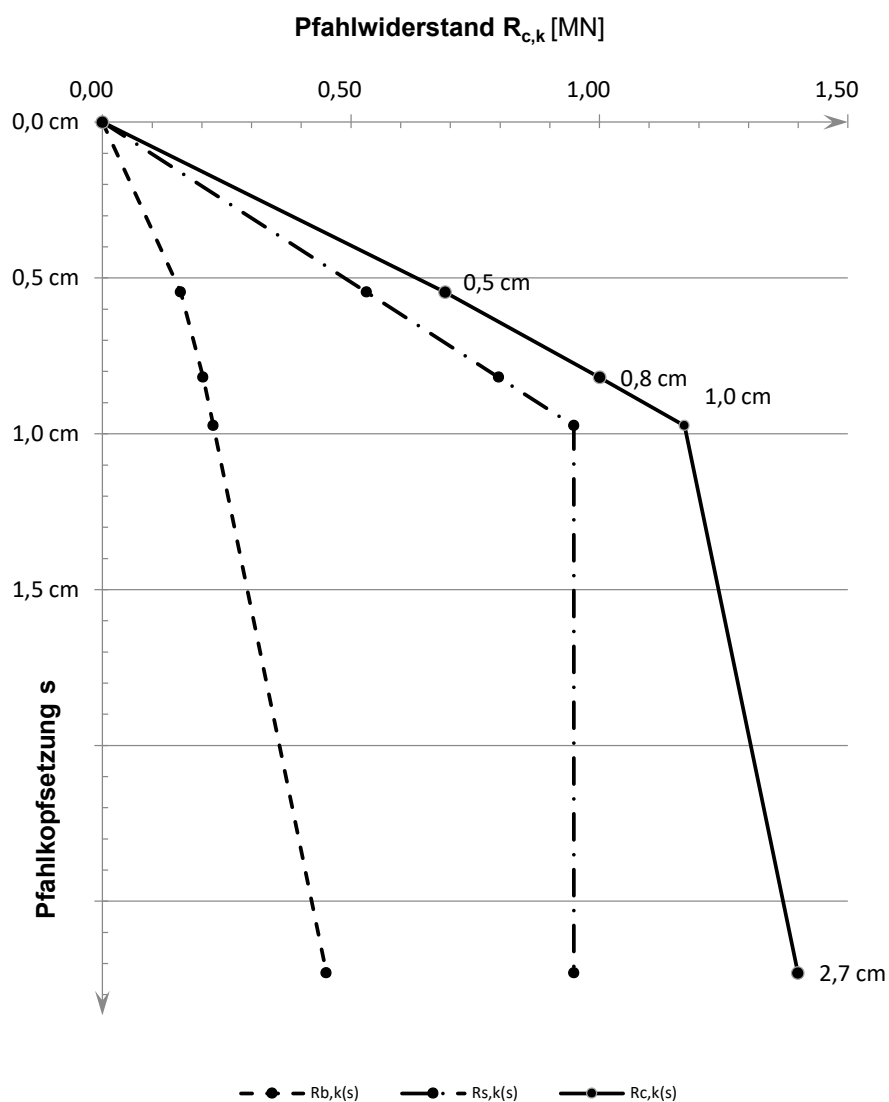
Pfahlwiderstände R_{1k} (längenabhängig)

Pfahllänge [m]	$R_{c,k}$ [MN]	$R_{s,k}$ [MN]	$R_{b,k}$ [MN]
10,5	1,019	0,691	0,328
11,0	1,083	0,756	0,328
11,5	1,148	0,820	0,328
12,0	1,212	0,884	0,328
12,5	1,399	0,949	0,451

Pfahlwiderstände (setzungsabhängig)

Die Berechnung erfolgt für eine Pfahllänge von 12,5 m

Bezogene Setzung	Pfahlkopfsetzung [cm]	$R_{s,k(s)}$ [MN]	$R_{b,k(s)}$ [MN]	$R_{c,k(s)}$ [MN]
$s/D = 0,02$	0,5 cm	0,532	0,158	0,689
$s/D = 0,03$	0,8 cm	0,797	0,203	1,000
s_{sg}	1,0 cm	0,949	0,223	1,172
$s/D = 0,10$	2,7 cm	0,949	0,451	1,399

Widerstandsetzungslinie

Projekt: Bodenburgallee / 23/1129 DPH 2

Baugrund

S-Nr. Schicht	Tiefe [m]	Dicke [m]	q_c [MN/m ²]	$c_{u,k}$ [kN/m ²]	$q_{s,k}$ [MN/m ²]	$q_{b,k} (0,1)$ [MN/m ²]	Bezeichnung
1	0,0 - 1,6	1,6	0,00	0	0,000	0,000	nicht tragfähig
2	1,6 - 6,7	5,1	7,00	0	0,070	2,450	Sand
3	6,7 - 8,0	1,3	8,00	0	0,080	2,800	Sand
4	8,0 - 8,4	0,4	15,00	0	0,150	5,250	Sand
5	8,4 - 9,1	0,7	19,00	0	0,150	6,650	Sand
6	9,1 - 9,5	0,4	10,00	0	0,100	3,500	Sand
7	9,5 - 10,5	1,0	14,00	0	0,140	4,900	Sand
8	10,5 - 12,5	2,0	16,00	0	0,150	5,600	Sand
9	12,5 - 13,5	1,0	22,00	0	0,150	7,700	Sand
10	13,5 - 14,0	0,5	25,00	0	0,150	8,750	Sand

Pfahlgeometrie

Pfahlbezeichnung: Stahlrohrrammpfahl mit Innenrammung

Schaftdurchmesser: 32,4 cm

Spitzendurchmesser: 32,4 cm

Minimale Pfahlänge: 10,5 m

Maximale Pfahlänge: 12,5 m

Schaftumfang: 1,02 m

Fußfläche: 0,08 m²

Pfahlwiderstände R_{1k} (längenabhängig)

Pfahlänge [m]	$R_{c,k}$ [MN]	$R_{s,k}$ [MN]	$R_{b,k}$ [MN]
10,5	1,282	0,820	0,462
11,0	1,358	0,897	0,462
11,5	1,435	0,973	0,462
12,0	1,511	1,049	0,462
12,5	1,761	1,126	0,635

Pfahlwiderstände (setzungsabhängig)

Die Berechnung erfolgt für eine Pfahllänge von 12,5 m

Bezogene Setzung	Pfahlkopfsetzung [cm]	$R_{s,k(s)}$ [MN]	$R_{b,k(s)}$ [MN]	$R_{c,k(s)}$ [MN]
$s/D = 0,02$	0,6 cm	0,686	0,222	0,909
$s/D = 0,03$	1,0 cm	1,030	0,286	1,315
s_{sg}	1,1 cm	1,126	0,300	1,425
$s/D = 0,10$	3,2 cm	1,126	0,635	1,761

Widerstandsetzungslinie