

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: Umbau und Sanierung Kläranlage (KA) Twistringen

Art: Geotechnisches Gutachten (1. Revision)

Auftraggeber: OOWV Oldenburgisch-Ostfriesischer Wasserverband

Projektnummer: 24.1166

Datum: 06.05.2026

Inhaltsverzeichnis

1	Vorgang und Aufgabenstellung	4
2	Bearbeitungsunterlagen	4
3	Beschreibung der geplanten Baumaßnahmen	5
4	Durchgeführte Untersuchungen (Art und Umfang)	6
5	Laboruntersuchungen	7
5.1	Wassergehalt und Glühverlust	7
5.2	Korngrößenverteilung	8
5.3	Konsistenzgrenze	8
6	Baugrund	9
6.1	Morphologie, Bebauung, Bewuchs	9
6.2	Geologischer Überblick	9
6.3	Ergebnisse der Kleinbohrungen	10
6.4	Ergebnisse der (Schweren) Rammsondierungen	12
6.5	Ergebnisse der Drucksondierung	12
6.6	Ergebnisse der Feldflügelscherversuche	13
6.7	Zusammengefasste Baugrundaufbauten	14
7	Hydrogeologische Angaben	16
7.1	Angetroffene Grundwasserverhältnisse	16
7.2	Schwankungsbereich der Grundwasserstände, Bemessungswasserstand	17
7.3	Betonaggressivität des Grundwassers	17
8	Homogenbereiche	18
8.1	Einteilung des Baugrundes in Homogenbereiche	18
8.2	Ergänzende Hinweise zur bautechnischen Eignung	19
8.3	Ergänzende Angaben zur Wiederverwendung von Aushubböden	19
9	Bodenmechanische Kennwerte	20
10	Beurteilung des Baugrundes	21
11	Gründung des Verteilerbauwerkes und der Gebläsestation	21
11.1	Gründungsempfehlung (Verteilerbauwerk und Gebläsestation)	21
11.2	Pfahlsysteme	22
11.2.1	Teilverdrängungsschraubbohrpfahl	22
11.2.2	Vollverdrängungsschraubbohrpfahl (System Fundex)	22
11.3	Äußere Tragfähigkeit der Pfähle	23
11.4	Begrenzung der Pfahlwiderstände	24
11.5	Hinweise zur Pfahlgründung	24
11.6	Horizontale Belastung der Pfähle	25

11.7	Ansatz einer vertikalen Pfahlfeder.....	25
11.8	Negative Mantelreibung	26
11.9	Seitendruck auf Pfähle	26
12	Gründung des Fällmitteltanks.....	26
12.1	Gründungsempfehlung (Fällmitteltank)	26
12.2	Bemessung der Sohlplatte (Fällmitteltank).....	28
12.3	Größe der zu erwartenden Setzungen (Fällmitteltank).....	29
13	Hinweise zur Herstellung der Baugruben	29
13.1	Unterfangung nach DIN 4123.....	30
13.2	Unterfangung mittels Hochdruckinjektion	30
13.3	Alternativlösung.....	30
14	Hinweise zur Trockenhaltung der Baugruben (Wasserhaltung)	30
15	Gründung von Rohrleitungen	31
16	Sonstige Hinweise und Empfehlungen.....	32

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	Diagramm der Drucksondierung
Anl. 5	Ergebnisse der Sieb- und Schlämmanalysen
Anl. 6	Ergebnisse der Zustandsgrenzbestimmung
Anl. 7	Ergebnisse der Feldflügelscherversuche
Anl. 8	Ergebnisse der Grundwasseranalyse
Anl. 9	Eigenschaften und Kennwerte der Homogenbereiche
Anl. 10	Nachweise der äußeren Pfahltragfähigkeit

1 Vorgang und Aufgabenstellung

Der Oldenburgisch-Ostfriesische Wasserverband (OOWV), Brake, plant den Umbau und die Sanierung der Kläranlage (KA) Twistringen. Wir wurden gemäß unserem Angebot vom 20.06.2024 beauftragt, Baugrunderkundungen in Form von zehn Kleinbohrungen, einer Drucksondierung, zwei (Schweren) Rammsondierungen und zwei Feldflügelscherversuche auszuführen und auf Grundlage der Ergebnisse ein Geotechnisches Gutachten für den Umbau und die Sanierung der Kläranlage Twistringen zu erstellen. Hierzu haben wir das Geotechnische Gutachten mit Datum vom 22.10.2024 ausgearbeitet.

Zwischenzeitlich wurden die Planungen konkretisiert. Demnach ist nunmehr ein weiteres Bauwerk (Gebläsestation) vorgesehen und die Gründungstiefe des Verteilerbauwerkes soll von vormals 4,0 m auf nur noch 1,9 m unter GOK angehoben werden. Wir wurden beauftragt, das bisherige Gutachten unter Berücksichtigung des zusätzlichen Bauwerkes und der aktuell vorgesehenen Gründungstiefen zu überarbeiten. Das Geotechnische Gutachten vom 22.10.2024 wird durch die vorliegende Ausarbeitung vollständig ersetzt.

2 Bearbeitungsunterlagen

Zur Bearbeitung dieses Geotechnischen Gutachtens haben neben allgemeinen Unterlagen wie Normen, Merkblättern und Richtlinien sowie diversen Kabel- und Leitungsplänen unter anderem zunächst folgende Unterlagen zur Verfügung gestanden:

- U1 Gegenstrom-Rundbecken, GRD, 30/16/3, Kläranlage Twistringen, 2. Nachtragsentwurf; Maßstab 1 : 100 / 1 : 50; Datum: 17.10.1988; erstellt: SCHREIBER-Kläranlagen, Langenhagen
- U2 Gegenstrom-Rundbecken, Stadt Twistringen, Erweiterung der Kläranlage - 2. Nachtragsentwurf; Maßstab 1 : 100 / 1 : 50; Datum: 14.11.1988; erstellt: Planungsgemeinschaft für Ingenieurbau, Hannover
- U3 Lageplan, Kläranlage Twistringen, Betriebsgelände - Projekt: Belebung + Fällmittelstation KA Twistringen, Auftragsnummer: 222570; Maßstab 1 : 250; Datum: 19.08.2003; erstellt: OOWV Oldenburgisch-Ostfriesischer Wasserverband, Brake
- U4 Leitungsplan, Kläranlage Twistringen, Betriebsgelände; Maßstab 1 : 250; Datum: 10.08.2005; erstellt: OOWV Oldenburgisch-Ostfriesischer Wasserverband, Brake
- U5 Lageplan, Kläranlage Twistringen, Betriebsgelände; Maßstab 1 : 250; Datum: 19.08.2003; erstellt: OOWV Oldenburgisch-Ostfriesischer Wasserverband, Brake
- U6 Kampfmittelbeseitigung in Niedersachsen, Ergebnis der beantragten Luftbilddauswertung nach § 3 NUIG, Projekt / Lageort: Twistringen, Grüner Weg 29 (Kläranlage Twistringen); Datum: 04.09.2024; erstellt: Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen, Regionaldirektion Hameln-Hannover, Kampfmittelbeseitigungsdienst
- U7 Ergebniskarte BA-2024-02478; Maßstab 1 : 3.000; Datum: 04.09.2024; erstellt: Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen - Kampfmittelbeseitigungsdienst

Im Nachgang wurden zur Anpassung des Gutachtens (1. Revision) die nachfolgenden Unterlagen und Informationen zur Verfügung gestellt:

- U8 Lageplan OF und 3D Ansicht Rückbau; Maßstab 1 : 200; Datum: 10.03.2026; erstellt: ehp Umweltplanung GmbH, Pinneberg
- U9 Lageplan OF und 3D Ansicht Neubau; Maßstab 1 : 200; Datum: 12.03.2026; erstellt: ehp Umweltplanung GmbH, Pinneberg

U10	Lageplan Rohrleitungen; Maßstab 1 : 100; Datum: 12.03.2026; erstellt: ehp Umweltplanung GmbH, Pinneberg
U11	Belebungsbecken 1, Grundriss und Schnitte; Maßstäbe: 1 : 50 / 1 : 100; Datum: 12.03.2026; erstellt: ehp Umweltplanung GmbH, Pinneberg
U12	Belebungsbecken 2, Grundriss und Schnitt A - A; Maßstäbe: 1 : 50 / 1 : 100; Datum: 12.03.2026; erstellt: ehp Umweltplanung GmbH, Pinneberg
U13	Gebläsestation Variante A, GR, Schnitte und 3D-Ansichten; Maßstäbe 1 : 50; Datum: 09.03.2026; erstellt: ehp Umweltplanung GmbH, Pinneberg
U14	Datei: 40-011-A-203-2-Gebläsestation Fertigteilgarage-Erdung; ohne weitere Angaben
U15	Verteilerbauwerk, Grundriss, Schnitte und 3D-Ansicht, Maßstab: 1 : 50; Datum: 13.03.2026; erstellt: ehp Umweltplanung GmbH, Pinneberg
U16	Verteilerbauwerk Erdung; Maßstab: 1 : 50; Datum: 11.03.2026; erstellt: ehp Umweltplanung GmbH, Pinneberg
U17	Sandfang, Grundriss, Schnitte und 3D-Ansicht; Maßstab 1 : 50; Datum: 05.03.2026; erstellt: ehp Umweltplanung GmbH, Pinneberg
U18	Fällmitteltank, Grundriss, Schnitte und 3D Ansicht; Maßstab: 1 : 50; Datum: 05.03.2026; erstellt: ehp Umweltplanung GmbH, Pinneberg
U19	R + I; Maßstab: ohne; Datum: 13.03.2026; erstellt: ehp Umweltplanung GmbH, Pinneberg
U20	Lageplan Baugrube; Maßstäbe: 1 : 200 / 1 : 50; Datum: 12.03.2026; erstellt: ehp Umweltplanung GmbH, Pinneberg

Weitere Angaben und Informationen zum geplanten Umbau und zur geplanten Sanierung (zum Beispiel Statische Berechnung, etc.) stehen uns aufgrund des derzeitigen Planungsstandes nicht zur Verfügung.

3 Beschreibung der geplanten Baumaßnahmen

Gemäß den vorliegenden Unterlagen handelt es sich um den Umbau und die Sanierung der Kläranlage (KA) Twistringen. Die KA Twistringen befindet sich an der Straße „Grüner Weg“ der Stadt Twistringen im Landkreis Diepholz.

Der geplante Umbau und die Sanierung erstrecken sich über das gesamte Betriebsgelände der bestehenden Kläranlage und umfassen gemäß der vorliegenden Informationen folgende Baumaßnahmen:

- Rohrleitungsbau mit einer Tiefe von ca. 4,50 m unter GOK
- Sanierung Belüfter Belebungsbecken I & II, hierzu Wasserhaltung notwendig
- Neubau Fällmitteltank, ohne Keller (UK-Sohle ca. 0,4 m unter GOK)
- Neubau Verteilerbauwerk, unterkellert (UK-Sohle ca. 1,9 m unter GOK)
- Rückbau Verteilerbauwerk, nach Fertigstellung Neubau inkl. Leitungen
- Neubau Gebläsestation, unterkellert (UK-Sohle ca. 0,9 m unter GOK)

Für die Baumaßnahmen stehen die Auswertungen bezüglich einer Kampfmittelfreiheit zur Verfügung (vgl. Unterlage U6 und U7). Demnach besteht kein Handlungsbedarf im Bereich des geplanten Umbaus und der Sanierung.

4 Durchgeführte Untersuchungen (Art und Umfang)

Zur Erkundung der Bodenverhältnisse im Bereich der geplanten Baumaßnahme wurden durch unser Büro zehn Kleinbohrungen (BS), zwei (Schwere) Rammsondierungen (DPH) und zwei Feldflügelscherversuche (FVT) sowie ergänzend durch die Firma Thade Gerdes GmbH, Norden, eine Drucksondierung (CPT) ausgeführt. Nähere Angaben zur Tiefe, zur Ansatzhöhe und zum Ausführungsdatum der Baugrunderkundungen sind in der Tabelle 1 enthalten. Die Lage und Koordinaten der Ansatzpunkte sind dem Lageplan in Anlage 1 zu entnehmen.

Tabelle 1 Baugrundaufschlüsse

Aufschluss Art	Aufschluss Bezeichnung	Endteufe	Ansatzhöhe bez. auf NHN	Datum
Kleinbohrungen	BS 1	8,0 m	NHN + 49,39 m	24.09.2024
	BS 2	8,0 m	NHN + 49,40 m	24.09.2024
	BS 3	8,0 m	NHN + 49,27 m	23.09.2024
	BS 4	8,0 m	NHN + 49,35 m	25.09.2024
	BS 5	7,4 m	NHN + 49,48 m	23.09.2024
	BS 6	8,0 m	NHN + 49,24 m	25.09.2024
	BS 7	7,7 m	NHN + 49,34 m	23.09.2024
	BS 8	10,0 m	NHN + 49,46 m	23.09.2024
	BS 9	6,0 m	NHN + 49,46 m	24.09.2024
	BS 10	6,0 m	NHN + 49,21 m	24.09.2024
(Schwere) Rammsondierungen	DPH 9	6,0 m	NHN + 49,44 m	25.09.2024
	DPH 10	6,0 m	NHN + 49,21 m	25.09.2024
Feldflügelscherversuche	FVT 5	2,4 m	NHN + 49,51 m	24.09.2024
	FVT 10	2,3 m	NHN + 49,22 m	24.09.2024
Drucksondierung	CPT 1	20,0 m	NHN + 49,49 m	16.10.2024
Mittelwert aus allen Baugrunderkundungen:			NHN + 49,4 m	-

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

Die Kleinbohrungen wurden aufgrund einer Gerätevollauslastung bei der BS 5 in einer Tiefe von rd. $t = 7,4$ m und bei der BS 7 in einer Tiefe von rd. $t = 7,7$ m unter Geländeoberkante (GOK) vorzeitig abgebrochen. Die angestrebten Endtiefen von $t = 8$ m bzw. 10 m unter GOK wurden nur geringfügig bzw. deutlich unterschritten.

Aus den Bohrungen wurden insgesamt 110 gestörte Bodenproben 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.

Während der Kleinbohrungen wurde stellenweise ein Kernverlust beim Ziehen des Bohrstänges verzeichnet. Dieser tritt in der Regel auf, wenn im Erkundungsbereich gröbere Sande

und Kiese oder breiige bzw. sehr weiche bindige Böden anstehen, die sich aufgrund ihrer geringen Haftreibung nicht ausreichend innerhalb des Sondiergestänges verspannen.

Zur *indirekten* Erkundung sowie zur Feststellung der Lagerungsdichte der anstehenden Sande wurde jeweils neben den Ansatzpunkten der Kleinbohrungen BS 9 und BS 10 ergänzend eine (Schwere) Rammsondierung DPH (50 kg Fallgewicht, 50 cm Fallhöhe, 15 cm² Spitzenquerschnitt) ausgeführt. Die Ergebnisse der Rammsondierungen können ebenfalls der Anlage 2 entnommen werden.

Neben den Ansatzpunkten der Kleinbohrungen BS 5 und BS 10 wurde jeweils zusätzlich ein Feldflügelscherversuch ausgeführt (vgl. Anlage 7).

Des Weiteren wurde zur *indirekten* Erkundung sowie zur Feststellung der Lagerungsdichte der anstehenden Sande eine Drucksondierung zwischen den Ansatzpunkten der Kleinbohrungen BS 7 und BS 8 ausgeführt. Das Sondierdiagramm, in dem die Verläufe von Spitzendruck, lokaler Mantelreibung und Bodenindex aufgetragen sind, wurde in der Anlage 4 aufgetragen.

5 Laboruntersuchungen

Aus den Bohrungen wurden insgesamt 110 gestörte Bodenproben entnommen und im Labor vom Gutachter visuell begutachtet. Anhand der Bodenansprache wurde die bautechnische Klassifizierung stichprobenhaft im bodenmechanischen Labor überprüft und bei der Erstellung der Bohrprofile berücksichtigt.

5.1 Wassergehalt und Glühverlust

An ausgewählten Proben wurden der Wassergehalt und der Glühverlust bestimmt. Die ermittelten Wassergehalte und Glühverluste sind in der Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2 Ergebnisse der Wassergehalt- und Glühverlustanalysen

Ansatzpunkt / Probe	Tiefe u. GOK	Bodenart	zugeordnete Konsistenz	Wassergehalt [in %]	Glühverlust [in %]
BS 2/4	2,80 bis 3,20 m	sandige Schluffe	steif bis halbfest	18,4	-
BS 2/7	4,20 bis 5,10 m	Sande	-	14,3	-
BS 7/4	1,25 bis 2,00 m	humose Schluffe	steif	16,9	4,5
BS 7/8	3,75 bis 5,00 m	sandige Schluffe	steif	24,3	-
BS 8/6	2,70 bis 3,30 m	Torf	-	78,7	18,7
BS 8/8	4,30 bis 5,30 m	sandige Schluffe	weich	33,3	-
BS 8/10	5,80 bis 6,50 m	sandige Schluffe	weich	21,6	-
BS 8/11	6,50 bis 7,50 m	schluffige Sande	-	20,6	-
BS 9/8	3,70 bis 4,50 m	schluffige Sande	-	13,3	-
BS 10/4	2,40 bis 2,80 m	humose Schluffe	steif bis halbfest	40,2	-
BS 10/5	2,80 bis 3,50 m	schluffige Sande	-	20,3	-
BS 10/6	3,50 bis 4,75 m	schluffige Sande	-	15,8	-

Die ermittelten Wassergehalte der humosen und sandigen Schluffe (Deckschichten) bestätigen im Grundsatz die bei der visuellen Begutachtung zugeordneten Konsistenzen. Des Weiteren bestätigen die ermittelten Glühverluste die humosen Beimengungen innerhalb der humosen Schluffe und des Torfes (Deckschichten). Die endgültige Zuordnung der Konsistenzen erfolgte nach einer erneuten visuellen Begutachtung der Bodenproben im Labor.

5.2 Korngrößenverteilung

An fünf Bodenproben wurden die Korngrößenverteilungen mit Hilfe von Nasssiebungen und einer Schlämmanalyse bestimmt (vgl. Anlage 5). Die Ergebnisse der ermittelten Korngrößenverteilungen sind in Tabelle 3 enthalten.

Tabelle 3 Ergebnisse der durchgeführten Sieb- und Schlämmanalysen

Ansatzpunkt / Probe	Tiefe u. GOK	Bodenart	Feinkornanteil	Boden- gruppe	Durchlässigkeit (nach Kaubisch)
BS 2/7	4,20 bis 5,10 m	Sande	10,4 %	SU	$1,7 \times 10^{-5}$ m/s
BS 8/11	6,50 bis 7,50 m	schluffige Sande	21,0 %	SU*	$1,3 \times 10^{-6}$ m/s
BS 9/8	3,70 bis 4,50 m	schluffige Sande	17,1 %	SU*	$3,2 \times 10^{-6}$ m/s
BS 10/5	2,80 bis 3,50 m	schluffige Sande	25,0 %	SU*	$5,2 \times 10^{-7}$ m/s
BS 10/6	3,50 bis 4,75 m	schluffige Sande	32,3 %	SU*	$1,1 \times 10^{-7}$ m/s

5.3 Konsistenzgrenze

An einer exemplarischen Bodenprobe wurde die Konsistenzgrenze bestimmt (vgl. Anlage 6). Die Ergebnisse wurden in der Tabelle 4 zusammengefasst.

Tabelle 4 Bestimmung der Konsistenzgrenzen

Ansatzpunkt / Probe	Tiefe u. GOK	Bodenart	Wassergehalt			Plastizitäts- zahl	Konsistenz- zahl
			w _n in %	w _i in %	w _p in %		
BS 10/4	2,40 bis 2,80 m	humose Schluffe	40,2	61,4	34,5	26,9	0,79

Bei der Bestimmung der Zustandsgrenze ergab sich bei der humosen Schluffprobe gemäß der ermittelten Konsistenzzahl eine *steife* Konsistenz. Gemäß Handansprache ist bei der humosen Schluffprobe jedoch von einer *steif bis halbfesten* Zustandsform auszugehen. Erfahrungsgemäß ist dieser Unterschied auf erhöhte organische Bestandteile und die Bodenstruktur des humosen Schluffes zurückzuführen, die einen starken Einfluss auf die Plastizität haben. Die endgültige Zuordnung der Konsistenz erfolgte nach einer erneuten visuellen Begutachtung der Bodenprobe im Labor.

6 Baugrund

6.1 Morphologie, Bebauung, Bewuchs

Das nachfolgend aufgeführte Luftbild verdeutlicht die Situation vor Ort im Bereich des geplanten Bauvorhabens zum Zeitpunkt der Erstellung des Geotechnischen Gutachtens.



Abbildung 1: Luftbild des Planungsbereiches, Kläranlage Twistringen (Quelle: Google Maps)

Wie auf dem abgebildeten Luftbild ersichtlich, befinden sich im Umfeld der Baumaßnahme weitgehend landwirtschaftlich genutzte Flächen. Auf dem Betriebsgelände der Kläranlage Twistringen befinden sich mehrere Bestandsbauwerke. Im südöstlichen Bereich der Kläranlage verläuft eine zweigleisige Bahnstrecke sowie im nördlichen Bereich das Fließgewässer „Delme“. Des Weiteren stehen im südlichen Bereich des Bauvorhabens ein Wohngebiet sowie einzelne Bestandsbauwerke an. Im westlichen Bereich der KA Twistringen befindet sich ein Park sowie ein Teich.

Das umgebende Gelände ist vergleichsweise eben und liegt gemäß den Baugrunderkundungen auf einem Höhenniveau von etwa NHN + 49,5 m bis NHN + 49,2 m.

6.2 Geologischer Überblick

Der Planungsbereich befindet sich im nordwestlichen Niedersachsen, dessen heutiges Landschaftsbild und Böden durch die eiszeitlichen Vorgänge seit dem Pleistozän (380.000 Jahre vor heute) geprägt worden sind.

Drei Kaltzeiten (Elter-, Saale- und Weichselkaltzeit) und zwei Warmzeiten haben Spuren in Niedersachsen hinterlassen, wobei die Spuren der letzten Kaltzeit, der Weichselkaltzeit, von

Nordost kommend, 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 Geschiebeeböden 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 Geschiebeeböden und Lauenburger Schichten können unterschiedlich ausgeprägt sein. Einerseits sind sie abhängig vom Liefergebiet der Gesteine aus Skandinavien, andererseits sind beispielsweise angeschnittene Braunkohlenablagerungen durch Schmelzwasser ausgewaschen und mit den 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 Geschiebeeböden 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 auch von Flugsanden und Lößablagerungen der Weichselzeit. Unter fluviatilen 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 Bodenaustauschen.

6.3 Ergebnisse der Kleinbohrungen

Nach den Ergebnissen der Aufschlüsse liegt im Erkundungsgebiet stark vereinfacht eine zweigeteilte Schichtenfolge aus:

- **Deckschichten** (Auffüllungen / schluffige Sande / humose und sandige Schluffe / Torf)
- **Sanden** (lokal schluffige Sande / bei BS 6: Einlagerung aus sandigem Schluff)

vor. Unterhalb einer 5 cm starken Grasnarbe bzw. einer Schicht aus Pflastersteinen wurden bis in eine Tiefe von rd. $t = 1,7$ bis 7,5 m unter Geländeoberkante (GOK) bzw. bis in eine

Tiefenlage von etwa NHN + 47,6 m bis NHN + 42,0 m wechselhafte **Deckschichten** erkundet. Die Deckschichten setzen sich aus Auffüllungen, schluffigen Sanden, humosen und sandigen Schluffen sowie vereinzelt aus Torf zusammen.

Bei den Auffüllungen handelt es sich um künstlich umgelagerte Sande, Schluffe und Kiese (Schotter). Die Auffüllungen aus Sanden setzen sich aus Feinsanden und Mittelsanden mit jeweils unterschiedlichen Beimengungen aus Mittelsand oder Feinsand sowie Grobsand, (Mittel-)Kies und (ausgeprägten) Humus- und Schluffanteilen zusammen. Die Auffüllungen aus Schluffen weisen (ausgeprägte) Feinsand- und Humusanteile sowie ein Nebengemenge aus Mittelsand, Grobsand und Kies auf. Die Zustandsform der Schluffe ist als *steif* und *steif bis halbfest* zu bewerten. Die Auffüllungen aus Kies (Schotter) weisen Anteile aus Feinsand, Mittelsand, Grobsand und Schluff auf. Innerhalb der Auffüllungen sind ferner auch Bodenfremdstoffe (Klinkerreste, Schlacke, Schotter und Ziegelreste) sowie Schluff- und Torflinsen angetroffen worden. Während der Baugrunderkundung innerhalb der Kleinbohrung BS 9 wurde eine organoleptische Auffälligkeit in Form eines Kohlenwasserstoff-Geruches (KW-Geruch) festgestellt.

Die schluffigen Sande setzen sich aus Feinsanden und Mittelsanden mit jeweils unterschiedlichen Anteilen aus Mittelsand oder Feinsand sowie Grobsand, (Fein-/Mittel-)Kiesen, Humus und (ausgeprägten) Schluffanteilen zusammen. Innerhalb der schluffigen Sande sind ferner auch Grobsandlinsen, Holzreste, humose Linsen, Kieslinsen, Schlufflinsen und Torflinsen angetroffen worden.

Bei den (humosen und sandigen) Schluffen handelt es sich um einen Schluff mit (ausgeprägten) Humus-, Feinsand- und Mittelsandanteilen sowie Beimengungen aus Grobsand und Ton. Die Zustandsform der (humosen und sandigen) Schluffe ist als weitgehend *steif* sowie lokal auch als *weich* und *steif bis halbfest* zu bewerten. Innerhalb der Schluffschichtungen sind partiell auch humose Linsen, Pflanzenreste und Torflinsen erbohrt worden.

Der Torf weist Beimengungen aus Schluff sowie einen *starken, stark bis sehr starken* und *sehr starken* Zersetzungsgrad auf. Innerhalb des Torfes sind ferner auch Sandlinsen erkundet worden.

Den Abschluss der Kleinbohrungen bis in eine Tiefe von ca. $t = 6,0$ bis $10,0$ m unter GOK (entspricht einer Tiefenlage von etwa NHN + 43,2 m bis NHN + 39,5 m) bilden natürlich gewachsene **Sande**. Bei den Sanden handelt es sich um Feinsande und Mittelsande mit jeweils unterschiedlichen Anteilen aus Mittelsand oder Feinsand sowie Grobsand, (Fein-)Kies, Humus und Schluff. Lokal sind ausgeprägte Schluffanteile erbohrt worden, die auf schluffige Sande hindeuten. Innerhalb der Sande sind partiell auch Grobsandlinsen, (humose) Schlufflinsen und Torflinsen festgestellt worden. Innerhalb der Kleinbohrung BS 6 wurde eine Einlagerung aus sandigem Schluff mit einer *halbfesten* Zustandsform erkundet.

Weitere Informationen sind den Bohrprofilen (vgl. Anlage 2) und den Schichtenverzeichnissen (vgl. Anlage 3) zu entnehmen.

6.4 Ergebnisse der (Schweren) Rammsondierungen

Zur Bestimmung der Lagerungsdichte der angetroffenen Sande wurde an den Ansatzpunkten der Kleinbohrungen BS 9 und BS 10 ergänzend jeweils eine (Schwere) Rammsondierung (unterhalb eines vorgeschachteten Bereiches) ausgeführt. Die näherungsweise Zuordnung der Lagerungsdichte zu den ermittelten Schlagzahlen ist in Tabelle 5 enthalten.

Tabelle 5 Zuordnung der Lagerungsdichte von Sanden zu den Schlagzahlen N_{10}

Lagerungsdichte	über Grundwasser		im Grundwasser	
	Bodengruppe SE	Bodengruppe SW	Bodengruppe SE	Bodengruppe SW
locker	$N_{10} < 4$	$N_{10} < 14$	$N_{10} < 3$	< 8
mitteldicht	$N_{10} \geq 4$	$N_{10} \geq 14$	$N_{10} \geq 3$	≥ 8
dicht	$N_{10} \geq 11$	$N_{10} \geq 33$	$N_{10} \geq 7$	> 24
N_{10} = Schlagzahl pro 10 cm Eindringung (DPH)				

Die **Auffüllungen** aus künstlich umgelagerten Sanden und Kiesen (Schotter) befinden sich bis in eine Tiefe von rd. $t = 1,0$ m unter GOK innerhalb eines vorgeschachteten Bereiches, wodurch in diesem Bereich keine Aussage zu deren anstehenden Lagerungsdichte getätigt werden kann. In den darunter anstehenden Bereichen weisen die Auffüllungen eine weitgehend *locker bis mitteldichte* Lagerung auf. Lokal wurden auch Auffüllungen mit einer *lockeren* und *mitteldichten* Lagerung festgestellt.

Die **schluffigen Sande** innerhalb der Deckschichten weisen eine weitgehend *dichte* Lagerungsdichte auf. Bereichsweise wurden auch *mitteldicht* gelagerte, schluffige Sande erkundet.

Im Bereich der natürlich gewachsenen **Sande** wurden weitgehend *mitteldicht bis dichte* Lagerungsdichten erkundet. Lokal stehen die Sande auch in einer *mitteldichten* und *dichten* Lagerung an.

Weitere Informationen können den Rammsondierdiagrammen in der Anlage 2 entnommen werden.

6.5 Ergebnisse der Drucksondierung

Die Ergebnisse der *indirekten* Baugrunderkundung sind in Form einer Sondierkurve für den Spitzendruck, die örtliche Mantelreibung sowie den Bodenindex in der Anlage 4 aufgetragen.

Aus dem Kurvenverlauf für den Spitzenwiderstand ist zu ersehen, dass der unter Kapitel 6.3 beschriebene, anfängliche Schichtenaufbau des Baugrundes grundsätzlich bestätigt wird.

Die anstehenden **Deckschichten** wurden bis in eine Tiefe von rd. $t = 4,8$ m unter Geländeoberkante (GOK) erkundet und weisen Spitzenwiderstände von $q_c < 7,5$ MN/m² sowie einen Bodenindex von < 1 bis 5 % auf.

Bis zur Endtiefe von ca. $t = 20,0$ m unter GOK stehen weitgehend *mitteldicht* gelagerte **Sande** an. Bereichsweise wurden auch *lockere* und *dichte* Lagerungsdichten festgestellt. Die Sande weisen einen weitgehend konstanten Bodenindex von etwa 1 % auf.

Grundsätzlich lassen die Bodenindexwerte eine *indirekte* Beurteilung der Bodenarten zu. Kleine Werte von ca. 1 % weisen auf nichtbindige Böden (Sande oder Kiese) hin. Bei größeren Werten ist von bindigen oder humosen Böden auszugehen.

Anhand der festgestellten Spitzendrücke ist eine Beurteilung der Lagerungsdichte der nichtbindigen Böden möglich. Spitzendrücke von $q_c < 2,5$ MN/m² weisen auf eine *sehr lockere* Lagerung und Spitzendrücke von $q_c < 7,5$ MN/m² auf eine *lockere* Lagerung hin. Böden mit Spitzendrücken von $q_c \geq 7,5$ bis 15 MN/m² sind *mitteldicht* gelagert. Bei Spitzendrücken von $q_c \geq 15$ MN/m² kann von einer *dichten* Lagerung ausgegangen werden. Werte von $q_c \geq 25$ MN/m² lassen hingegen auf eine *sehr dichte* Lagerung schließen.

Anhand der Ergebnisse der Drucksondierung können die Größenordnung der Steifemoduln und der Reibungswinkel der anstehenden Sande in Anlehnung an die frühere DIN 4094 und das Grundbautaschenbuch (Teil 1) zugeordnet werden.

Tabelle 6 Zuordnung - Drucksondierergebnisse, Reibungswinkel und Steifeziffer

Spitzenwiderstand	Reibungswinkel φ'_k	Steifemodul $E_{s,k}$	Lagerungsdichte
0 bis 2,5 MN/m ²	< 30°	< 20 MN/m ²	sehr locker
> 2,5 bis 7,5 MN/m ²	30,0 bis 32,5°	20 bis 30 MN/m ²	locker
> 7,5 bis 15,0 MN/m ²	32,5 bis 35,0°	30 bis 50 MN/m ²	mitteldicht
> 15,0 bis 25,0 MN/m ²	35,0 bis 37,5°	50 bis 70 MN/m ²	dicht
> 25,0 MN/m ²	37,5 bis 40,0°	70 bis 100 MN/m ²	sehr dicht

Für organische oder für bindige Böden ist die Auswertung nach oben aufgeführter Zuordnung auf Grundlage der *indirekten* Erkundung nicht möglich. Diese Böden zeichnen sich durch erhöhte Bodenindexwerte von > 1 % ab. Erfahrungsgemäß lassen Spitzenwiderstände von $q_c < 1$ MN/m² auf eine lediglich *weiche* oder *weich bis steife* Zustandsform bindiger Böden schließen. Werte von $q_c > 1$ bis 2 MN/m² deuten auf eine *steife* und Werte von $q_c > 2$ bis 4 MN/m² auf eine überwiegend *halbfeste* Konsistenz hin.

6.6 Ergebnisse der Feldflügelscherversuche

Neben den Ansatzpunkten der Kleinbohrungen BS 5 und BS 10 wurden im Bereich der Deckschichten aus humosen Schluffen ergänzend Feldflügelscherversuche (FVT) zur Bestimmung der undrained Scherfestigkeiten ausgeführt. Die Messergebnisse sind in der Anlage 7 aufgeführt.

Gemäß DIN EN 1997-2 muss bei der Bestimmung der undrained Scherfestigkeit aus den Versuchsergebnissen ein Korrekturfaktor berücksichtigt werden. Dieser ist anhand von örtlichen Erfahrungen festzulegen und wurde im vorliegenden Fall mit $\mu = 0,8$ angesetzt. Eine

Zusammenstellung der so ermittelten, undrÄnierten Scherfestigkeiten kann der Tabelle 7 entnommen werden.

Tabelle 7 Ergebnisse der Feldflügelscherversuche (inkl. Korrekturfaktor)

Ansatzpunkt	Versuchstiefe unter GOK	Bodenart	Konsistenz	undrÄnierte Scherfestigkeit c_u in [kN/m ²]	undrÄnierte Restscherfestigkeit $c_{u,Res}$ in [kN/m ²]
BS 5	2,4 m	humose Schluffe	weich	62,8	21,4
BS 10	2,3 m	humose Schluffe	steif bis halbfest	58,9	20,1
Hinweis: Anhand der örtlichen Erfahrungswerte wurde ein Korrekturfaktor von 0,8 angesetzt.					

6.7 Zusammengefasste Baugrundaufbauten

Anhand der durchgeführten Baugrunderkundungen im Bereich des Bauvorhabens, können für die im Rahmen dieses Projektes durchzuführenden erdstatischen Berechnungen vier vereinfachte Baugrundaufbauten angegeben werden (vgl. Tabelle 8 bis 11). Die Baugrundaufbauten werden unterschieden zwischen den folgenden Bauwerken:

- Belebungsbecken II „Sanierung Belüfter“
- Belebungsbecken I „Sanierung Belüfter“
- Neubau Verteilerbauwerk und Gebläsestation
- Neubau Fällmitteltank

Tabelle 8 Zusammengefasster Baugrundaufbau - Belebungsbecken II „Sanierung Belüfter“

Ansatzpunkte: BS 1, BS 2 und BS 3				
Tiefe bez. auf GOK min. / max.	Tiefe bez. auf NHN min. / max.	Bodenart	Konsistenz / Lagerungsdichte	Bemerkungen
1,7 / 3,2 m	+ 47,6 / + 46,2 m	Deck- schichten	Auffüllungen: voraussichtlich locker / schluffige Sande: voraussichtlich mitteldicht / humose und sandige Schluffe: steif / steif bis halbfest	- inhomogene Matrix aus (humosen und schluffigen) Auffüllungen, schluffigen Sanden sowie humosen und sandigen Schluffen - Abdeckung aus 5 cm starken Grasnarbe bzw. Pflastersteinen - Auffüllungen: Bodenfremdstoffe (Klinkerreste, Schlacke, Schotter und Ziegelreste) - Lagerungsdichte der Auffüllungen und schluffigen Sande nur subjektiv anhand des Bohrfortschrittes abgeschätzt (ggf. auch locker, mitteldicht oder dicht gelagert)
4,2 / 4,9 m	+ 45,2 / + 44,5 m	Sande	voraussichtlich mitteldicht	- lokal schluffige Sande erkundet - Lagerungsdichte der Sande nur subjektiv anhand des Bohrfortschrittes abgeschätzt (ggf. auch locker, mitteldicht, dicht oder sehr dicht gelagert)
5,7 / 7,4 m	+ 43,5 / + 42,0 m		voraussichtlich dicht	
8,0 m	+ 41,4 / + 41,3 m		voraussichtlich (sehr) dicht	
Hinweis: nur <i>direkte</i> Baugrunderkundungen bis in eine Tiefe von rd. t = 8,0 m unter GOK				

Tabelle 9 Zusammengefasster Baugrundaufbau - Belebungsbecken I „Sanierung Belüfter“

Ansatzpunkte: BS 4, BS 5 und BS 6				
Tiefe bez. auf GOK min. / max.	Tiefe bez. auf NHN min. / max.	Bodenart	Konsistenz / Lagerungsdichte / Zersetzungsgrad	Bemerkungen
3,7 / 5,0 m	+ 45,7 / + 44,4 m	Deck- schichten	Auffüllungen: steif / steif bis halbfest / schluffige Sande: voraussichtlich locker bis mitteldicht / humose und sandige Schluffe: weich / steif / Torf: sehr stark zersetzt	- inhomogene Matrix aus (humosen und schluffigen) Auffüllungen, schluffigen Sanden, humosen und sandigen Schluffen sowie Torf - Abdeckung aus 5 cm starken Grasnarbe bzw. Pflastersteinen - Auffüllungen: Bodenfremdstoffe (Klinkerreste, Schlacke und Schotter) - Lagerungsdichte der schluffigen Sande nur subjektiv anhand des Bohrfortschrittes abgeschätzt (ggf. auch locker, mitteldicht oder dicht gelagert)
4,8 / 5,6 m	+ 44,7 / + 43,6 m	Sande	voraussichtlich mitteldicht	- BS 6: Einlagerung aus sandigen Schluffen (Tiefenlage etwa NHN + 43,6 m bis NHN + 43,4 m, halbfeste Zustandsform) - Lagerungsdichte der Sande nur subjektiv anhand des Bohrfortschrittes abgeschätzt (ggf. auch locker, mitteldicht, dicht oder sehr dicht gelagert)
5,5 / 7,3 m	+ 44,0 / + 42,0 m		voraussichtlich dicht	
7,4 / 8,0 m	+ 42,1 / + 41,2 m		voraussichtlich (sehr) dicht	
Hinweis: nur <i>direkte</i> Baugrunderkundungen bis in eine Tiefe von rd. t = 7,4 bzw. 8,0 m unter GOK				

Tabelle 10 Zusammengefasster Baugrundaufbau - Neubau Verteilerbauwerk und Gebläsest.

Ansatzpunkte: BS 5, BS 7, BS 8 und CPT 1				
Tiefe bez. auf GOK min. / max.	Tiefe bez. auf NHN min. / max.	Bodenart	Konsistenz / Lagerungsdichte / Zersetzungsgrad	Bemerkungen
3,8 / 7,5 m	+ 45,7 / + 42,0 m	Deck- schichten	Auffüllungen: voraussichtlich locker / schluffige Sande: locker bis mitteldicht / humose und sandige Schluffe: weich / steif / Torf: stark / stark bis sehr stark zersetzt	- inhomogene Matrix aus (humosen) Auffüllungen, schluffigen Sanden, humosen und sandigen Schluffen sowie Torf - Abdeckung aus 5 cm starken Grasnarbe - Auffüllungen: Bodenfremdstoffe (Klinkerreste und Schotter) - Lagerungsdichte der Auffüllungen nur subjektiv anhand des Bohrfortschrittes abgeschätzt (ggf. auch mitteldicht oder dicht gelagert)
20,0 m	+ 29,5 m	Sande	mitteldicht	- lokal auch locker und dicht gelagert - vereinzelt auch schluffige Sande erkundet
Hinweis: direkte Baugrunderkundungen bis in eine Tiefe von rd. t = 7,4 bzw. 10,0 m unter GOK				

Tabelle 11 Zusammengefasster Baugrundaufbau - Neubau Fällmitteltank

Ansatzpunkte: BS 9, BS 10, DPH 9 und DPH 10				
Tiefe bez. auf GOK min. / max.	Tiefe bez. auf NHN min. / max.	Bodenart	Konsistenz / Lagerungsdichte	Bemerkungen
4,5 / 4,8 m	+ 45,0 / + 44,5 m	Deck- schichten	Auffüllungen: locker bis mitteldicht / steif / schluffige Sande: mitteldicht bis dicht / (humose) Schluffe: steif bis halbfest	- inhomogene Matrix aus (humosen) Auffüllungen, schluffigen Sanden und (humosen) Schluffen - Abdeckung aus Pflastersteinen - Auffüllungen: Bodenfremdstoffe (Klinkerreste und Schotter) - BS 9: schwacher KW-Geruch innerhalb der Auffüllungen festgestellt - Auffüllungen: lokal auch locker und mitteldicht gelagert - schluffige Sande: lokal auch mitteldicht und dicht gelagert
6,0 m	+ 43,5 / + 43,2 m	Sande	mitteldicht bis dicht	- lokal auch schluffige Sande erkundet - lokal auch dicht gelagert
Hinweis: direkte und indirekte Baugrunderkundungen bis in eine Tiefe von rd. t = 6,0 m unter GOK				

7 Hydrogeologische Angaben

7.1 Angetroffene Grundwasserverhältnisse

Während der Bohrarbeiten im September 2024 wurden im Bereich des Bauvorhabens Wasserstände von rd. 1,9 bis 2,4 m unter Ansatzpunkt festgestellt (vgl. Tabelle 12).

Tabelle 12 Während der Bohrarbeiten festgestellte Wasserstände

Aufschluss	Ansatzhöhe	Wasserstand		Datum
		u. Ansatzpunkt	NHN	
BS 1	NHN + 49,39 m	1,95 m	NHN + 47,44 m	24.09.2024
BS 2	NHN + 49,40 m	2,40 m	NHN + 47,00 m	24.09.2024
BS 3	NHN + 49,27 m	2,05 m	NHN + 47,22 m	23.09.2024
BS 4	NHN + 49,35 m	1,90 m	NHN + 47,45 m	25.09.2024
BS 5	NHN + 49,48 m	1,90 m	NHN + 47,58 m	23.09.2024
BS 6	NHN + 49,24 m	2,00 m	NHN + 47,24 m	25.09.2024
BS 7	NHN + 49,34 m	2,00 m	NHN + 47,34 m	23.09.2024
BS 8	NHN + 49,46 m	1,95 m	NHN + 47,51 m	23.09.2024
BS 9	NHN + 49,46 m	2,10 m	NHN + 47,36 m	24.09.2024
BS 10	NHN + 49,21 m	1,90 m	NHN + 47,31 m	24.09.2024

7.2 Schwankungsbereich der Grundwasserstände, Bemessungswasserstand

Nach den *hydrogeologischen Übersichtskarten des Niedersächsischen Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie* (LBEG) ist der mittlere Grundwasserstand im Bereich des Bauvorhabens auf einer Höhenkote von rd. NHN + 45,0 m bis NHN + 47,5 m zu erwarten. Bei einer gemittelten Geländehöhe im Bereich der Baugrunderkundungen bzw. des umgebenden Geländeniveaus von ungefähr NHN + 49,4 m entspricht dies einem Grundwasserflurabstand von rd. 1,9 bis 4,4 m. Die bei der Durchführung der Kleinbohrungen festgestellten Grundwasserstände stimmen mit den Werten des LBEG überein.

In und nach niederschlagsreichen Perioden muss mit einem temporären Anstieg der Wasserstände - insbesondere aufgrund der wassersperrend wirkenden Deckschichten - gerechnet werden. Das Maß dieses Anstiegs ist im Wesentlichen von den lokalen hydrogeologischen und hydrologischen Randbedingungen abhängig und lässt sich anhand der stichprobenartigen Wasserstandmessungen in den Bohrlöchern nicht abschließend beurteilen. Gleichwohl ist davon auszugehen, dass sich das Wasser in niederschlagsreichen Zeiten auf den praktisch wasserundurchlässigen Deckschichten aufstaut. Zudem wird im Hinblick auf die erforderlichen Erd- und Gründungsarbeiten darauf hingewiesen, dass das Grundwasser innerhalb und unterhalb der Deckschichten jeweils gespannt anstehen kann.

Auf Basis der bisher vorliegenden Erkenntnisse aus den Baugrunderkundungen und den im Übrigen vorliegenden Messwerten, empfehlen wir zunächst einen vorläufigen Bemessungswasserstand (temporäres Stauwasser) bei etwa NHN + 49,4 m bzw. bei mittlerer Geländeoberkante des umgebenden Geländeniveaus anzusetzen.

Im Bereich des Grundwasserleiters unterhalb der wassersperrenden Deckschichten empfehlen wir, den Grundwasserdruckspiegel bei etwa NHN + 48,0 m in Anlehnung an die Grundwasserstände des LBEG anzunehmen.

Für Bauzustände sind ggf. auch geringere Bemessungswasserstände denkbar, sofern diese über eine Wasserhaltung (redundantes System) sichergestellt werden können und deren Auswirkungen auf das Umfeld vertretbar sind bzw. hingenommen werden können.

7.3 Betonaggressivität des Grundwassers

Der Betonangriffsgrad des Grundwassers wurde im Zuge der Baugrunderkundungen nach dem sogenannten Referenzverfahren der DIN 4030 an einer Wasserprobe überprüft. Nach den Ergebnissen (vgl. Anlage 8) ist die Probe als mäßig betonangreifend einzustufen. Dies entspricht der Expositionsklasse XA2.

8 Homogenbereiche

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.

Die Zusammenfassung der erkundeten Baugrundsichten zu Homogenbereichen (in Abhängigkeit von den ausführenden Gewerken) ist der Tabelle 13 zu entnehmen.

Tabelle 13 Zusammenfassung der Bodenschichten zu Homogenbereichen (Voreinstufung)

Bodenschicht	Konsistenz / Lagerungs- dichte	Erdarbeiten DIN 18300		Bohrarbeiten DIN 18301	Ramm- arbeiten DIN 18304
		- Lösen -	- Einbauen -		
Deckschichten (Auffüllungen - Sande/Kiese)	locker / mitteldicht / dicht	Lös-1	Ein-1	Bohr-1	Ramm-1
Deckschichten (Auffüllungen - Schluffe)	steif / steif bis halbfest		Ein-2		
Deckschichten (schluffige Sande)	locker / mitteldicht / dicht	Lös-2	Ein-3	Bohr-2	Ramm-2
Deckschichten (humose und sandige Schluffe)	weich / steif / steif bis halbfest		Ein-4	Bohr-3	Ramm-3
Deckschichten (Torf)	-		Ein-5	Bohr-4	Ramm-4
Sande	locker / mitteldicht / dicht	Lös-3	Ein-6	Bohr-5	Ramm-5

Die nach VOB/C anzugebenden Kennwerte für die Homogenbereiche sind in der Anlage 9 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 13 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 Homogenbereiche (Anlage 9) nicht um charakteristische Bodenkennwerte handelt. Für erdstatische Berechnungen sind die in Kapitel 9 genannten Kennwerte anzusetzen.

8.2 Ergänzende Hinweise zur bautechnischen Eignung

Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass sich in den Auffüllungen (Deckschichten) 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 Deckschichten aus Auffüllungen, schluffigen Sanden, (humosen und sandigen) Schluffen und Torf sowie den lokal angetroffenen, natürlich gewachsenen, schluffigen Sanden wird gesondert hingewiesen.

Die in größeren Tiefen erkundeten Sande stehen lokal ggf. in einer (sehr) dichten Lagerungsdichte an. Durch die gegebenen Randbedingungen kann das Einbringen von Bauteilen und Tragelementen deutlich erschwert werden bzw. ist eine Einbringung nur noch mit Hilfe von ergänzenden Maßnahmen (zum Beispiel Einbringhilfen, Hindernisbeseitigung, etc.) möglich.

8.3 Ergänzende Angaben zur Wiederverwendung von Aushubböden

Die anfallenden Aushubböden sollten im Zuge der Baumaßnahme aus bodenmechanischer Sicht teilweise als Baustoff wiederverwendet werden, soweit dies möglich und sinnvoll ist. Die grundsätzliche Materialeignung von einzelnen Schichtungen ist in der Tabelle 14 dargestellt. Für die konkrete Anwendung im Einzelfall können auch weitere Kriterien bzw. Merkblätter und Richtlinien maßgebend werden (zum Beispiel TL SoB-StB, ZTV SoB-StB, etc.). Die Angaben stellen daher einen groben Anhalt dar.

Tabelle 14 Bodenmechanische Materialeignung der Bodenschichten als Baustoff

Bodenschicht	Boden- gruppe	Eignung als				
		Damm- schüttung	Bauwerks- hinter- füllung	Frost- schutz- material	Trag- schicht- material	Drän- schicht- material
Deckschichten (Auffüllungen - Sande/Kiese)	A	-	-	-	-	-
	A / [SE]	+	+	+	-	+
	A / [SU]	+	+	o	-	-
	A / [SU*]	-	-	-	-	-
	A / [OH]	-	-	-	-	-
	A / [SW]	+	+	+	+	o
	A / [GW]	+	+	+	+	o
Deckschichten (Auffüllungen - Schluffe)	A	-	-	-	-	-
	A / [OU]	-	-	-	-	-
	A / [UL]	-	-	-	-	-
	A / [UM]	-	-	-	-	-
Deckschichten (schluffige Sande)	SU	+	+	o	-	-
	SU*	-	-	-	-	-
Deckschichten (humose und sandige Schluffe)	OU	-	-	-	-	-
	UL	-	-	-	-	-
	UM	-	-	-	-	-

Tabelle 14 Bodenmechanische Materialeignung der Bodenschichten als Baustoff <Fortsetzung>

Bodenschicht	Boden- gruppe	Eignung als				
		Damm- schüttung	Bauwerks- hinter- füllung	Frost- schutz- material	Trag- schicht- material	Drän- schicht- material
Deckschichten (Torf)	HZ	-	-	-	-	-
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.

9 Bodenmechanische Kennwerte

Für die im Rahmen der vorliegenden Baumaßnahme durchzuführenden erdstatischen Berechnungen können die in Tabelle 15 angegebenen bodenmechanischen Kennwerte (charakteristische Werte) zugrunde gelegt werden.

Tabelle 15 Bodenmechanische Kennwerte (charakteristische Werte)

Bodenart	Konsistenz / Lagerungs- dichte	Wichte		Scherparameter			Steife- modul
		γ	γ'	φ'	c'	c_u	E_s
		[kN/m ³]		[°]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[MN/m ²]
Deckschichten (Auffüllungen - Sande/Kiese)	-	18 - 20	9 - 12	keine Zuordnung möglich			
Deckschichten (Auffüllungen - Schluffe)	-	15 - 18	5 - 8				
Deckschichten (schluffige Sande)	locker	18	10	27,5	-	-	5 bis 15
	mitteldicht	19	11	30	-	-	15 bis 40
	dicht	19	11	32,5	-	-	40 bis 60
Deckschichten (humose und sandige Schluffe)	weich	16	6	22,5	2,5	5	2 bis 4
	steif	17	7	22,5	5	10	4 bis 6
	halbfest	18	8	22,5	7,5	15	6 bis 10
Deckschichten (Torf)	-	11 - 12	1 - 2	15	5	10	0,4 bis 1,0
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
	(sehr) dicht	19	11	37,5	-	-	70 bis 100
Füllsande (SE / SW)	mitteldicht (verdichtet)	19	11	32,5	-	-	40 bis 60

Bei den Steifemoduln sind Spannbreiten angegeben. Für die Berechnung der möglichen 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.

10 Beurteilung des Baugrundes

Unterhalb einer 5 cm starken Grasnarbe bzw. einer Schicht aus Pflastersteinen stehen zunächst Deckschichten an. Bei den Deckschichten handelt es sich zum einen um Auffüllungen aus künstlich umgelagerten (humosen und schluffigen) Sanden, künstlich umgelagerten Kiesen (Schotter) und um künstlich umgelagerte (humose und sandige) Schluffe. Des Weiteren handelt es sich bei den Deckschichten um schluffige Sande sowie um (humose und sandige) Schluffe und vereinzelt um Torf. Aufgrund der inhomogenen Zusammensetzung, der Boden-fremdstoffe aus Klinkerresten, Schlacke, Schotter und Ziegelresten, der wechselhaften Mächtigkeiten und Höhenlagen und dem in weiten Teilen stark erhöhtem Setzungspotenzial, sind die Deckschichten zusammenfassend als unzureichender bzw. ungeeigneter Baugrund zu bewerten.

Den Abschluss der Baugrunderkundungen bilden natürlich gewachsene Sande, die eine *mitteldichte*, *dichte* und (*sehr*) *dichte* Lagerungsdichte aufweisen. Lokal wurden ausgeprägte Schluffanteile erkundet, die auf schluffige Sande hindeuten. Die schluffigen Sande weisen im Vergleich zu reinen Sanden (ohne nennenswerte Schluffanteile) ein leicht erhöhtes Setzungspotenzial auf. Insgesamt sind die natürlich entstandenen Sande als tragfähiger Baugrund zu bewerten.

11 Gründung des Verteilerbauwerkes und der Gebläsestation

11.1 Gründungsempfehlung (Verteilerbauwerk und Gebläsestation)

Für die Gründung des Verteilerbauwerkes und der Gebläsestation ist sowohl eine Flachgründung mit einem tiefreichenden Austausch der humosen Deckschichten als auch eine Tiefgründung auf Pfählen als Gründungsvariante denkbar. Diese beiden Varianten werden nachfolgend kurz bewertet:

- Tiefgründung auf Pfählen: Hier sind praktisch keine nennenswerten Setzungen und Setzungsdifferenzen zu erwarten.
- Bodenaustausch: Hierbei ist eine Lastausbreitung unter 45° zu berücksichtigen. Die Deckschichten aus (humosen) Auffüllungen, schluffigen Sanden, humosen und sandigen Schluffen sowie aus Torf müssen möglichst vollständig und somit bis in Tiefen von $t > 4$ m unter GOK ausgetauscht werden. Erfahrungsgemäß dürften die Kosten für einen so tiefreichenden Bodenaustausch (im Hinblick auf die erforderliche Bestandssicherung der Nachbarbebauung, den Wasserhaltungsmaßnahmen

sowie den anfallenden Bodenmassen und den damit einhergehenden Entsorgungskosten) über den Kosten einer Tiefgründung auf Pfählen liegen.

Zusammengefasst sind die Baugrundverhältnisse für eine Flachgründung des Verteilerbauwerkes und der Gebläsestation als ungünstig zu bezeichnen. Eine setzungsarme Flachgründung der beiden Bauwerke kann nur mit einem großflächigen und tiefreichenden Bodenaustausch, der zumeist stark kompressiblen und sehr inhomogenen Deckschichten erreicht werden.

Aufgrund der technischen Vorteile und der voraussichtlich größeren Wirtschaftlichkeit im Vergleich zu einer Flachgründung mit tiefreichendem Bodenaustausch, empfehlen wir für das Verteilerbauwerk und die Gebläsestation eine Tiefgründung auf Pfählen. Gleichwohl ist auch eine Flachgründung mit Bodenaustausch denkbar.

Nachfolgend wird für das Verteilerbauwerk und die Gebläsestation zunächst nur eine Tiefgründung auf Pfählen bewertet. Falls dennoch eine Flachgründung mit einem tiefreichenden Bodenaustausch zur Ausführung kommen soll, bitten wir um Benachrichtigung.

11.2 Pfahlsysteme

Im Hinblick auf die vorhandenen Nachbarbebauungen sollten Ramppfahlsysteme wegen der zu erwartenden Erschütterungen nicht ausgeführt werden. Daher sollte ein erschütterungsfreies bzw. zumindest erschütterungsarmes Pfahlssystem zur Ausführung gelangen. Nachfolgend werden zwei Systeme vorgestellt und hinsichtlich ihrer Eignung für den vorliegenden Fall bewertet.

11.2.1 Teilverdrängungsschraubbohrpfahl

Zur Herstellung dieses Pfahltyps wird das über die ganze Länge mit einer Wendel versehene Bohrrrohr drehend in den Baugrund eingebracht. Unter Verwendung einer wasserdicht abschließenden Fußplatte wird der Boden teilweise beim Abteufen gefördert und teilweise zur Seite verdrängt. Der Bewehrungskorb wird nach Erreichen der Solltiefe eingestellt und der Beton eingebracht. Das Ziehen des Bohrrohres erfolgt wie beim Einbohren rechtsdrehend, die Fußplatte verbleibt im Boden.

11.2.2 Vollverdrängungsschraubbohrpfahl (System Fundex)

Bei der Herstellung des Fundex-Pfahles wird ein Bohrrrohr, welches durch eine Pfahlspitze, auf welcher sich eine Wendel befindet und die das Rohr wasserdicht verschließt, erschütterungsfrei in den Boden hineingedreht. Nach Erreichen der Plantiefe wird der Bewehrungskorb eingestellt, Beton eingefüllt und danach das Rohr gezogen. Die Spitze verbleibt als verbreiteter Fuß im Boden. Ein Durchdringen oder Räumen von nennenswerten Hindernissen (zum Beispiel Steine und Blöcke) ist mit diesem System nicht möglich.

11.3 Äußere Tragfähigkeit der Pfähle

Der Nachweise der zulässigen Pfahlkraft erfolgte mit dem Programm SBI-Pfahl auf der Grundlage der durchgeführten Drucksondierung. Aus den Drucksondierungsergebnissen wurden Erfahrungswerte für die Mantelreibung und den Spitzenwiderstand abgeleitet und der Pfahlwiderstand berechnet. Die Nachweise der äußeren Pfahltragfähigkeit sind in der Anlage 10 aufgeführt.

Die Berechnungen wurden 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.

Die Ergebnisse der Berechnungen sind in den nachfolgenden Tabellen in Abhängigkeit von der Pfahllänge unter Geländeoberkante angegeben. Sofern die Pfähle von derzeitiger GOK lotrecht hergestellt werden, entsprechen die Absetztiefen gleichzeitig der Pfahllänge.

Tabelle 16 Pfahltragfähigkeiten - Teilverdrängungsschraubbohrpfahl

Länge unter GOK	CPT 1	
	$R_{c,k}$ Druck [MN]	
	Ø 42 cm	Ø 52 cm
10,0 m	0,982	1,202
10,5 m	1,032	1,260
11,0 m	1,083	1,317
11,5 m	1,134	1,375
12,0 m	1,184	1,432
12,5 m	1,235	1,490
13,0 m	1,452	1,802
13,5 m	1,541	1,775
14,0 m	1,546	1,876
14,5 m	1,600	1,977
15,0 m	-	2,000

Bei den rot dargestellten Werten wurde die Pfahltragfähigkeit begrenzt (vgl. hierzu Kapitel 11.4).

Tabelle 17 Pfahltragfähigkeiten - Vollverdrängungsschraubbohrpfahl - System FUNDEX

Länge unter GOK	CPT 1	
	$R_{c,k}$ Druck [MN]	
	Ø 38 / 45 cm	Ø 44 / 56 cm
10,0 m	1,464	1,820
10,5 m	1,541	1,908
11,0 m	1,617	1,997
11,5 m	1,693	2,085
12,0 m	1,770	2,173
12,5 m	1,846	2,262
13,0 m	2,000	2,720
13,5 m	-	2,690
14,0 m	-	2,800

Bei den rot dargestellten Werten wurde die Pfahltragfähigkeit begrenzt (vgl. hierzu Kapitel 11.4).

11.4 Begrenzung der Pfahlwiderstände

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:

- Teilverdrängungsschraubbohrpfahl (Ø 42 cm): $R_{c,k,max} \approx 1.600 \text{ kN}$
- Teilverdrängungsschraubbohrpfahl (Ø 52 cm): $R_{c,k,max} \approx 2.000 \text{ kN}$
- Vollverdrängungsschraubbohrpfahl System Fundex (Ø 38/45 cm): $R_{c,k,max} \approx 2.000 \text{ kN}$
- Vollverdrängungsschraubbohrpfahl System Fundex (Ø 44/56 cm): $R_{c,k,max} \approx 2.800 \text{ kN}$

11.5 Hinweise zur Pfahlgründung

Bei der Planung und Ausführung der Pfahlgründung sind die einschlägigen Normen sowie die Empfehlungen des Arbeitsausschusses „Pfähle“ (EA-P) 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 $e \geq 1,5 \text{ m}$ betragen oder aber dem dreifachen Pfahldurchmesser entsprechen.
- Bohrpfahlsysteme lassen sich nahezu erschütterungsfrei einbringen, sodass Schäden an benachbarten Bauwerken nicht zu erwarten sind. Lediglich im unmittelbaren Bereich von baulichen Anlagen (auch empfindliche Leitungen, etc.) muss die Verdrängungswirkung berücksichtigt werden.

- Bei der Bohrpfahlherstellung sollten der Betriebsdruck und/oder das auf das Pfahlrohr aufgebrachte Drehmoment und die Eindringgeschwindigkeit bei dem Bohrpfahlsystem gemessen werden.
- Bei dem Versetzen des Pfahlbohrgerätes ist ein Mindestabstand zum frisch betonierten Pfahl einzuhalten. Dieser sollte mindestens dem zehnfachen Pfahldurchmesser entsprechen, sofern der Nachbarpfahl noch nicht ausgehärtet ist. Dieser Abstand kann unter Umständen verringert werden, sofern vor Ort im Bereich der humosen Deckschichten Scherfestigkeiten in einer Größenordnung von $c_u > 15 \text{ kN/m}^2$ nachgewiesen werden können.
- Die Pfahlherstellung sollte jeweils im Bereich der Ansatzpunkte der Drucksondierungen begonnen werden, um die jeweiligen Eindringwiderstände abzugleichen.
- Mittels Integritätsprüfungen wird die einwandfreie Beschaffenheit von Betonpfählen geprüft. Insbesondere kann festgestellt werden, ob der Betonquerschnitt gleichförmig über die gesamte Länge vorhanden ist. Ferner können Abrisse und Einschnürungen erkannt werden. Näheres hierzu ist den Empfehlungen des Arbeitsausschusses „Pfähle“ (EA-P) enthalten.
- Die unter Kapitel 11.2 aufgeführten Pfahlabsetztiefen sind möglicherweise nicht für alle Geräte und Systeme erreichbar. Es ist vor Baubeginn mit den Anbietern abzuklären, welche Absetztiefen erreichbar sind.
- Probelastungen 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.

11.6 Horizontale Belastung der Pfähle

Nennenswerte Horizontalkräfte sollten im Hinblick auf die anstehenden Weichschichten möglichst über Pfahlblöcke (geneigte Pfähle) aufgenommen werden. Aufgrund der lokal anstehenden stark kompressiblen Deckschichten (insbesondere dem Torf) ist eine durchgängige Bewehrung der Pfähle vorzusehen.

11.7 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 6) können die Federkonstanten für die Pfahlfeder abgeleitet werden. Vereinfacht kann für die vertikale Pfahl-

federkonstante 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.

11.8 Negative Mantelreibung

Es ist zu beachten, dass Flächenlasten (auch Aufschüttungen) infolge der Setzungen der kompressiblen Weichschichten eine Relativbewegung zwischen Pfahl und Boden bewirken. Der Boden hängt sich quasi an den Pfählen auf und belastet diese in vertikaler Richtung zusätzlich. Diese Zusatzbelastung wird als Negative Mantelreibung bezeichnet (siehe auch EA-Pfähle).

Nach den uns vorliegenden Unterlagen sind Randbedingungen, die zu Negativer Mantelreibung führen, derzeit nicht erkennbar. Diese Annahme ist im Rahmen der weiteren Planungen zu prüfen.

11.9 Seitendruck auf Pfähle

Bei nennenswerten - vor allem einseitigen - Auf- oder Anschüttungen, Auflasten oder Gelände-niveaudifferenzen (zum Beispiel bei Anordnung tiefreichender Baugruben) kann Seitendruck auf Pfähle (Horizontalbelastung) entstehen. Infolge der Einwirkung wird hierbei der nicht oder wenig tragfähige Baugrund vertikal belastet und aufgrund dieser Belastung werden auch Kräfte in horizontaler Richtung aktiviert. Diese passiven Horizontalbelastungen werden als Seitendruck bezeichnet und müssen ggf. als Zusatzbelastung bei der Bemessung der Pfähle berücksichtigt werden (siehe auch EA-Pfähle).

Nach den uns vorliegenden Unterlagen sind Randbedingungen, die zu Seitendruck führen, derzeit nicht erkennbar. Diese Annahme ist im Rahmen der weiteren Planungen zu prüfen.

12 Gründung des Fällmitteltanks

12.1 Gründungsempfehlung (Fällmitteltank)

Gemäß den vorliegenden Unterlagen ist für den geplanten Fällmitteltank eine Gründungstiefe von etwa $t = 0,4$ m unter Geländeoberkante (GOK) vorgesehen. Das Bauwerk soll flach auf einer Sohlplatte mit umlaufender Frostschräge gegründet werden. Grundsätzlich sind die im Bereich des Fällmitteltanks angetroffenen Baugrundverhältnisse für eine Flachgründung als ausreichend zu bewerten, sofern ein tiefreichender Bodenaustausch vorgenommen wird.

Bei einer Flachgründung des Bauwerkes muss das statische System so gewählt werden, dass die zu erwartenden Verformungen weitgehend bauwerksverträglich aufgenommen werden können. Hierzu sind Maßnahmen zu ergreifen, die einen möglichst harmonischen Setzungsverlauf erzwingen. Das Setzungspotenzial muss hierbei in der Statischen Berechnung bzw. in der Konstruktion berücksichtigt werden.

Zur Minimierung des Verformungsverhaltens bzw. zur Erhöhung der Tragfähigkeit des anstehenden Untergrundes sind ein Teil der unzureichend tragfähigen Deckschichten aus

Auffüllungen auszutauschen (vgl. Tabelle 11). Im Einzelnen müssen für eine Flachgründung des Bauwerkes mehrere Voraussetzungen erfüllt sein:

- Die oberflächennah anstehenden, lediglich *locker* gelagerten (humosen) Auffüllungen sind im Bereich des Bauwerkes vollflächig bis in eine **Mindesttiefe von rd. $t = 2,0$ m unter GOK** (entspricht einer Tiefenlage von etwa $NHN + 47,4$ m bis $NHN + 47,2$ m) auszuheben und gegen lagenweise verdichteten Füllboden zu ersetzen.
- Beim Bodenaustausch ist ein Lastausbreitungswinkel von 45° zu berücksichtigen (die Bettungsschicht muss um das Maß ihrer Dicke seitlich überstehen). In Bereichen, in denen im Übergang zu bestehenden, baulichen Anlagen eine Lastausbreitung unter 45° nicht sichergestellt werden kann, ist die Verwendung von Magerbeton zu empfehlen.
- Als Austauschboden kann ein frostsicherer Füllsand der Bodengruppen SE und SW nach DIN 18196 verwendet werden. Das Material ist (bei $d \leq 30$ cm) lagenweise einzubauen und zu verdichten (mindestens mitteldichte Lagerung, $D_{Pr} \geq 0,97$ oder vergleichbar). Die Aushubsohle ist aufgrund der unterlagernden (humosen) Schluffe und schluffigen Sande nicht nachzuverdichten. Bei Einhaltung dieser Forderungen kann für den Austauschboden von den in Tabelle 15 angegebenen Kennwerten ausgegangen werden.
- Die bis zur Aushubebene anstehenden Sande können wieder eingebaut werden, sofern diese keine Anteile aus Humus oder Fremdstoffe aufweisen und der Schluffanteil unterhalb von 7 % liegt. Sollten beim Aushub stark schluffig durchsetzte Schichten oder Böden mit Beimengungen aus Humus oder Fremdstoffen angetroffen werden, sind diese zu separieren und für den Wiedereinbau als ungeeignet einzustufen.
- Die erreichte Dichte bzw. die Verdichtung ist durch Feldprüfungen nachzuweisen. Es wird darauf hingewiesen, dass die ausführende Firma für die eigenen Verdichtungsleistungen eine kontinuierliche Selbstkontrolle auszuführen hat (Eigenüberwachung).
- Zur Vermeidung von Aufweicherscheinungen wird empfohlen, mit rückschreitenden Geräten zu arbeiten, die eine glatte Oberfläche hinterlassen. Es ist darauf zu achten, dass die Gründungssohle nach dem Aushub nicht mehr befahren und möglichst wenig betreten wird.
- Vor dem Füllsandeinbau ist eine Abnahme der Baugrubensohle durch den Baugrundgutachter oder einen fachkundigen Vertreter des Bauherrn durchzuführen. Die Baugrubenabnahme ist schriftlich zu protokollieren. Für die Abnahme des fertiggestellten Füllsandeinbaus wird zudem die Ausführung einer gesonderten Verdichtungsprüfung empfohlen (Fremdüberwachung).
- Erhöhte Setzungen und Setzungsdifferenzen müssen aufgrund der verbleibenden (humosen) Schluffe und schluffigen Sande innerhalb der Deckschichten und Sande grundsätzlich hingenommen werden.

- Das Verformungspotenzial ist in der Statischen Berechnung sowie durch konstruktive Maßnahmen zu berücksichtigen. Alle Gründungselemente sind miteinander biegesteif zu verbinden.
- Die Frostsicherheit der Gründung ist zu gewährleisten und die Gründung ist gegen Bodenentzug, etc. zu schützen (siehe DIN 1054). Sofern dies nicht durch andere Maßnahmen gewährleistet wird, ist hierzu eine sogenannte „*Frostschürze*“ anzuordnen. Als „*frostsichere Tiefe*“ kann bei ebenem Gelände von 80 cm ausgegangen werden.

Nach den Baugrundverhältnissen und unter Voraussetzung der zuvor genannten Austausch- bzw. Verdichtungsmaßnahmen kann das geplante Bauwerk „Neubau Fällmitteltank“ grundsätzlich flach auf einer durchgehenden, biegesteifen Sohlplatte gegründet werden.

12.2 Bemessung der Sohlplatte (Fällmitteltank)

Die Bemessung der Sohlplatte kann nach erfolgtem Bodenaustausch nach dem Steifezifferverfahren oder nach dem Bettungsmodulverfahren erfolgen. Die Bemessung sollte vorzugsweise nach dem Steifezifferverfahren vorgenommen werden.

Sofern hilfsweise eine Bemessung nach dem Bettungsmodulverfahren erfolgt, sind in der nachfolgenden Tabelle 18 ein geschätzter (lokaler) Höchstwert der Sohlnormalspannungen und ein zugehöriger Bettungsmodul angegeben.

Tabelle 18 Geschätzte Sohlnormalspannung (max.) und zugeordneter Bettungsmodul

Einbindetiefe $t = 0,4 \text{ m}$	
Sohlnormalspannung (max.)	50 kN/m ²
Bettungsmodul Plattenbereich	5 MN/m ³
Bettungsmodul Randbereich (1 m)	10 MN/m ³

Anmerkung: Die oben angegebene, maximale Sohlnormalspannung stellt keine Grenzwerte für geotechnische Standsicherheitsnachweise dar. Es handelt sich stattdessen um eine abgeschätzte Größenordnung, bis zu der eine annähernd linear-elastische Federsteifigkeit im Sinne des angegebenen Bettungsmoduls angenommen werden kann.

Es ist zu beachten, dass der Bettungsmodul keine Bodenkonstante ist, sondern unter anderem auch von den tatsächlichen Lasten, den geometrischen Randbedingungen sowie der Schichtung und der Steifigkeit des Baugrunds abhängt. Der Bettungsmodul ergibt sich zu:

$$k_{s,M} = \frac{\sigma_0}{s}$$

mit: σ_0 = setzungserzeugende Spannung (charakteristisch)

s = Setzung infolge der Flächenbelastung

Der Zusammenhang zwischen setzungserzeugender Spannung und der sich dabei ergebenden Setzung kann daher zu erheblichen Abweichungen beim Bettungsmodul führen. Der Bettungsmodul wird somit auch deutlich vom jeweils angesetzten Lastschema (belastete und unbelastete Bereiche) beeinflusst. Anhand der berechneten Sohldrücke sind die Größe und

13.1 Unterfangung nach DIN 4123

Eine Unterfangung erfolgt in Abschnitten gemäß DIN 4123 mit einer Breite $b = 1,25$ m. Die einzelnen Abschnitte sind gegeneinander, um mindestens 3,75 m zu versetzen. Dieser Abstand muss auch bei gleichzeitig hergestellten Bauabschnitten eingehalten werden. Die Unterfangungsarbeiten müssen im Trockenen stattfinden. Auch bei strikter Einhaltung der DIN 4123 können Rissbildungen an den bestehenden Bauwerken nicht völlig ausgeschlossen werden.

13.2 Unterfangung mittels Hochdruckinjektion

Mehr Sicherheit bietet das HDI-Verfahren, bei dem Schäden mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht zu erwarten sind. Dieses Verfahren hat sich bewährt, ist allerdings deutlich teurer. Bei dem HDI-Verfahren wird ein Bohrgestänge in den Boden abgeteuft. Nach dem Erreichen der erforderlichen Tiefe wird aus dem rotierenden Bohrkopf mit hohem Druck und großer Geschwindigkeit eine Wasser-Zement-Suspension ausgepresst, durch welche der Boden aufgefräst und mit der Suspension vermischt wird. Dabei entsteht eine weitgehend kreisförmige Betonsäule mit hoher Festigkeit.

13.3 Alternativlösung

Neben einer klassischen Unterfangung kann möglicherweise auch ein abschnittsweiser Aushub im Übergang zum Bestand im Schutz einer partiellen Wasserhaltung ausgeführt werden. Hierbei wird jeweils ein Streifen von rd. 1,25 m vor dem Bestandsfundament ausgehoben und sofort mit Magerbeton - anstatt mit Füllsand - aufgefüllt. Für eine derartige Lösung muss jedoch die Gründungssituation des Bestandsfundamentes vorher bekannt sein. Ferner ist eine Abstimmung und Einweisung des Erdbauers durch den Baugrundgutachter im Vorfeld der Arbeiten erforderlich.

14 Hinweise zur Trockenhaltung der Baugruben (Wasserhaltung)

Das Grundwasser bzw. Schichtenwasser wurde während der Bohrarbeiten in Tiefen zwischen $t = 1,9$ bis 2,4 m unterhalb der Geländeoberkante (GOK) festgestellt. Demnach wird in trockenen Jahreszeiten voraussichtlich keine oder in feuchten Jahreszeiten nur eine kleine Wasserhaltung - insbesondere zur Abführung von anfallendem Oberflächen- und Niederschlagswasser - erforderlich. Diese kann bei Bedarf in Form einer offenen Wasserhaltung bzw. mittels Horizontaldränage ausgeführt werden. Brunnenhaltungen (Spülfilter, etc.) können in den Deckschichten nicht bzw. nur bedingt wirksam betrieben werden.

Wenngleich es sich um eine partiell begrenzte Wasserhaltung mit geringer Abfuhr handelt, ist diese bei der *Unteren Wasserbehörde* melde- oder genehmigungspflichtig.

Im Bereich der oberen Grabenverfüllung bzw. dem oberen Teil der Hauptverfüllung sind ab 0,5 m unter Planum bis Planum nochmals höhere Verdichtungswerte nachzuweisen:

- Proctordichte $D_{Pr} \geq 100 \%$ bei nichtbindigen Böden: Sande (SE / SW) $\rightarrow E_{V2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$
Kiese (GE / GW) $\rightarrow E_{V2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$
- Proctordichte $D_{Pr} \geq 97 \%$ bei bindigen Böden $\rightarrow E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$

Falls der Rohrleitungsbau erst nach den Erd- und Gründungsarbeiten für die geplanten Bauwerke erfolgt, dürfte es bei den örtlichen Gegebenheiten in Teilen möglich sein, die für den Rohrleitungsbau erforderlichen Baugruben unter 45° abgeböschst herzustellen. Steht der Platz für den Ansatz einer Baugrubenböschung im Bereich baulicher Anlagen nicht zur Verfügung oder sind größere Verlegetiefen vorgesehen, so bietet sich der Einsatz von Grabenverbausystemen an. Diese haben den Vorteil, dass eine relativ kurze Ausführungszeit sichergestellt werden kann. Zudem können Verbausysteme mit verhältnismäßig geringem Aufwand an schwierige Baugrundverhältnisse (querende Leitungen, Wurzeln, etc.) angepasst werden. Alternativ können die Baugruben auch mit einer Spundwand (Kanaldielen) eingefasst werden, die später wieder gezogen wird.

Durch die Verlegung eines Rohres ergibt sich in Bezug auf die verdrängte Bodenmasse (Wichte) der Bodenschichten in der Regel kein Mehrgewicht. Lastbedingte Setzungen aus eingebrachten Rohrleitungen sind dementsprechend nicht zu erwarten.

16 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.

Die Eigenschaften des Baugrundes dürfen durch die Arbeitsvorgänge und die eingesetzten Geräte nicht nachteilig verändert werden.

Mittels Kontrollprüfungen ist die Eigenüberwachung der Baufirma stichprobenhaft zu überprüfen. Wir empfehlen die Abnahme der Baugrubensohle durch den Baugrundgutachter oder einen fachkundigen Vertreter des Bauherrn.

Auftragsgemäß wurden keine Untersuchungen zu einer eventuellen Schadstoffbelastung des Bodens nach der neuen Ersatzbaustoffverordnung (EBV) durchgeführt. Es wurde jedoch während der Bohrarbeiten innerhalb der Auffüllungen der Kleinbohrung BS 9 eine organoleptische Auffälligkeit in Form eines bodenfremden Kohlenwasserstoff-Geruches (KW-Geruch) festgestellt. Wir empfehlen daher eine frühzeitige Abstimmung mit der *Bodenschutzbehörde* und der *Unteren Wasserbehörde*, sowie - soweit noch nicht erfolgt - eine Gefährdungsabschätzung des zu entsorgenden Bodenmaterials.

Nach den Baugrundverhältnissen sowie den übrigen Randbedingungen sind die geplanten Baumaßnahmen in die *Geotechnische Kategorie 2* einzustufen.

Oldenburg, 06.05.2026

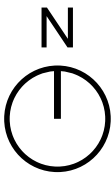


Florian Geesen, M.Eng.

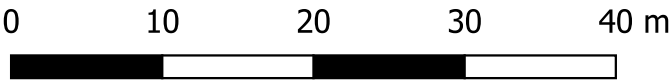


Legende

- Kleinbohrungen (BS)
- Drucksondierungen (CPT)
- Schwere Rammsondierungen (DPH)
- Feldflügelsondierungen (FVT)



EPSG:25832
ETRS89 / UTM zone 32N





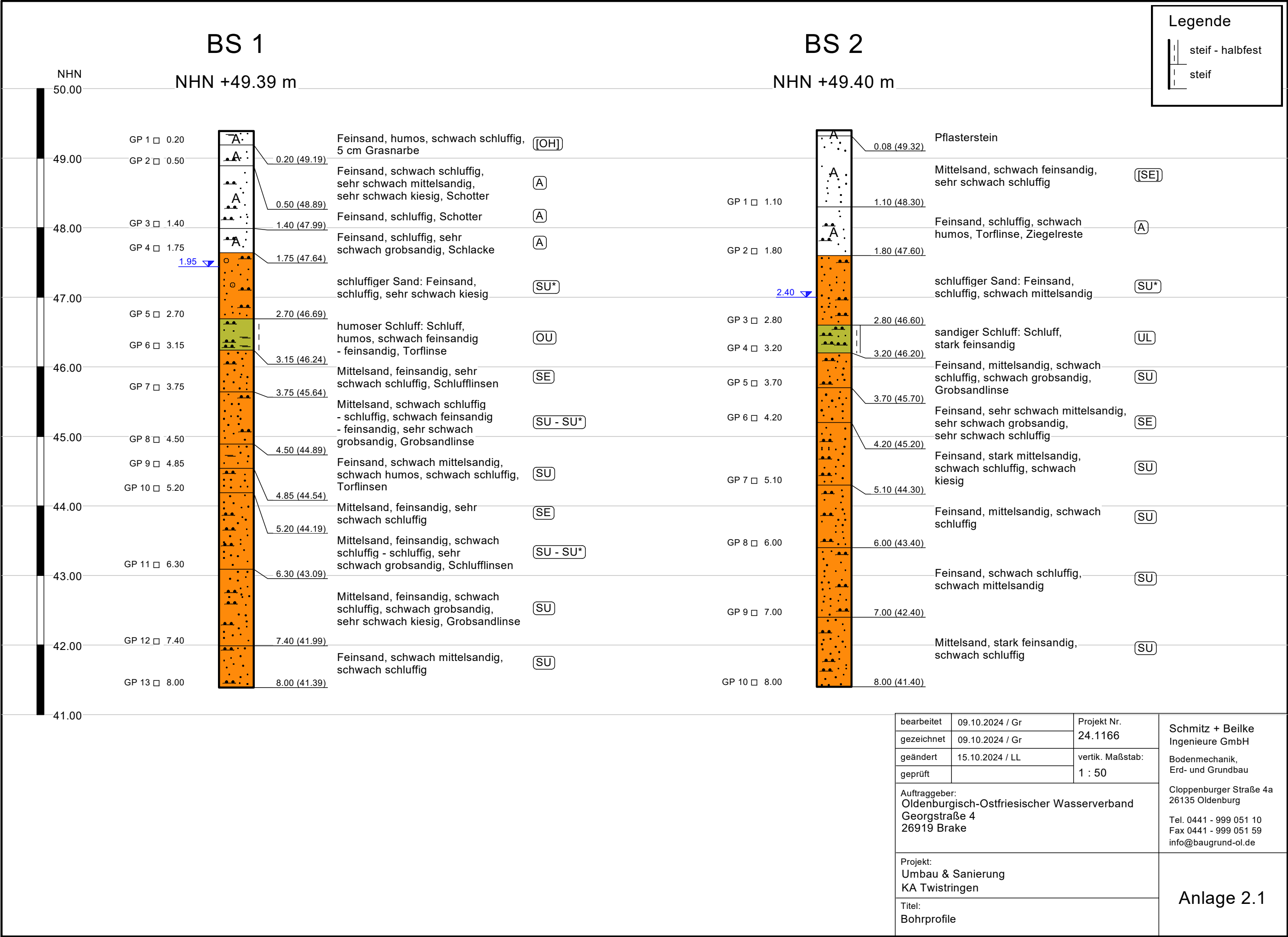
SCHMITZ + BEILKE INGENIEURE
GEOTECHNIK, BODENMECHANIK
ERD- UND GRUNDBAU

GRUPPE
INGENIEURBAU

BÜROGEMEINSCHAFT OLDENBURGER INGENIEURE

Projekt: Umbau & Sanierung KA Twistringen	Auftraggeber: OOWV Georgstraße 4 26919 Brake		Projektnummer: 24.1166	
			Maßstab: 1 : 500	
Plandarstellung: Lageplan der Kleinbohrungen, Druck- und Rammsondierungen	Datum: 29.04.2026	Gezeichnet: DV	Index: b	Anlage: 1.1

Zeichnerische Darstellung der Bohrergebnisse			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
Hauptbodenarten:	Nebenanteile:		
Steine	steinig		
Kies	kiesig		
Grobkies	grobkiesig		
Mittelkies	mittelkiesig		
Feinkies	feinkiesig		
Sand	sandig		
Grobsand	grobsandig		
Mittelsand	mittelsandig		
Feinsand	feinsandig		
Schluff	schluffig		
Ton	tonig		
Torf	humos, organisch		
Auffüllung		A	
Geschiebelehm			
Geschiebemergel			
Klei			
Wasserstand: Grundwasser nach Beendigung der Bohrung Probenarten: GP gestörte Probe SP ungestörte Probe (Sonderprobe)			



BS 3

NHN +49.27 m

BS 4

NHN +49.35 m

NHN
50.00

49.00

GP 1 □ 0.40

GP 2 □ 0.75

48.00

GP 3 □ 1.70

2.05 ▼

47.00

GP 4 □ 2.70

GP 5 □ 3.20

46.00

GP 6 □ 3.55

45.00

GP 7 □ 4.60

44.00

GP 8 □ 5.40

GP 9 □ 5.70

43.00

GP 10 □ 7.00

42.00

GP 11 □ 8.00

41.00

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

Feinsand, humos, schwach schluffig, 5 cm Grasnarbe (OH)

Feinsand, schwach schluffig - schluffig, humos (OH)

Feinsand, schwach mittelsandig, schwach schluffig, Schotter, Klinkerreste (A)

Mittelsand, schwach feinsandig, schwach schluffig, Schlufflinse (SU)

Mittelsand, feinsandig, schwach schluffig, humose Schlufflinse (SU)

schluffiger Sand: Feinsand, schluffig (SU*)

Mittelsand, feinsandig, schwach schluffig, humose Schlufflinsen (SU)

Mittelsand, schwach feinsandig, sehr schwach schluffig - schwach schluffig, sehr schwach grobsandig, humose Schlufflinsen (SE - SU)

Mittelsand, grobsandig, schwach kiesig, sehr schwach feinsandig, sehr schwach schluffig (SE)

Mittelsand, feinsandig, schwach schluffig, schwach grobsandig, sehr schwach feinkiesig (SU)

Mittelsand, feinsandig, schwach schluffig (SU)

Feinsand, schwach schluffig, schwach mittelsandig (SU)

Pflasterstein

Feinsand, mittelsandig, schwach schluffig, schwach kiesig, Schotter (A)

Feinsand, schwach mittelsandig, schwach schluffig, Schotter (A)

Mittelsand, schwach feinsandig, schwach schluffig, schwach grobsandig, Schotter, Schlufflinsen (A)

Feinsand, schwach humos, sehr schwach mittelsandig, sehr schwach grobsandig, schwach schluffig - schluffig (SU - SU*)

schluffiger Sand: Feinsand, schluffig, schwach humos, Torflinsen (SU*)

schluffiger Sand: Mittelsand, schluffig, schwach kiesig, schwach feinsandig, Kieslinsen, Schlufflinsen, teilweise Kernverlust (SU*)

Mittelsand, schwach feinsandig, schwach grobsandig, schwach kiesig, sehr schwach schluffig (SE)

Feinsand, mittelsandig, sehr schwach schluffig - schwach schluffig, Schlufflinsen (SE - SU)

Feinsand, schwach schluffig, schwach mittelsandig (SU)

GP 1 □ 0.60

GP 2 □ 0.85

GP 3 □ 1.60

1.90 ▼

GP 4 □ 2.75

GP 5 □ 3.85

GP 6 □ 5.00

GP 7 □ 5.70

GP 8 □ 6.90

GP 9 □ 8.00

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

bearbeitet	09.10.2024 / Gr	Projekt Nr. 24.1166
gezeichnet	09.10.2024 / Gr	
geändert		vertik. Maßstab:
geprüft		1 : 50
Auftraggeber: Oldenburgisch-Ostfriesischer Wasserverband Georgstraße 4 26919 Brake		
Projekt: Umbau & Sanierung KA Twistringen		
Titel: Bohrprofile		

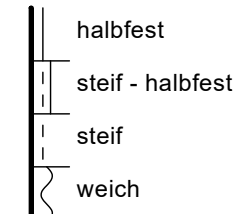
BS 5

NHN +49.48 m

BS 6

NHN +49.24 m

Legende

NHN
50.00

49.00

48.00

47.00

46.00

45.00

44.00

43.00

42.00

41.00

GP 1 □ 0.30
GP 2 □ 0.50
GP 3 □ 0.80

GP 4 □ 2.00

GP 5 □ 3.05
GP 6 □ 3.20

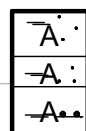
GP 7 □ 3.75

GP 8 □ 4.75

GP 9 □ 5.50

GP 10 □ 6.20

GP 11 □ 7.40



0.30 (49.18)

0.50 (48.98)

0.80 (48.68)

2.00 (47.48)

3.05 (46.43)

3.20 (46.28)

3.75 (45.73)

4.75 (44.73)

5.50 (43.98)

6.20 (43.28)

7.40 (42.08)

Feinsand, humos, mittelsandig,
schwach schluffig, 5 cm Grasnarbe

[OH]

Feinsand, schwach humos, sehr
schwach mittelsandig, schwach
schluffig - schluffig

[SU] - [SU*]

Schluff, humos, schwach feinsandig
- feinsandig, Schotter

[A]

humoser Schluff: Schluff,
schwach humos - humos, sehr
schwach tonig, schwach feinsandig

[OU]

humoser Schluff: Schluff,
humos, schwach feinsandig
- feinsandig, sehr schwach
tonig

[OU]

Torf, schluffig, sehr stark
zersetzt

[HZ]

sandiger Schluff: Schluff,
stark feinsandig, Pflanzenreste

[UL]

Mittelsand, schwach feinsandig,
sehr schwach grobsandig,
sehr schwach schluffig, Schlufflinse

[SE]

Mittelsand, schwach grobsandig,
schwach feinsandig, sehr
schwach schluffig, humose
Schlufflinse

[SE]

Mittelsand, feinsandig, schwach
schluffig

[SU]

Mittelsand, schwach feinsandig,
schwach schluffig, ab 7.40
m Geräteauslastung

[SU]

GP 1 □ 0.35
GP 2 □ 0.60

GP 3 □ 2.00

GP 4 □ 3.70

GP 5 □ 4.10

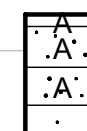
GP 6 □ 5.60

GP 7 □ 5.85

GP 8 □ 6.65

GP 9 □ 7.30

GP 10 □ 8.00



0.08 (49.16)

0.35 (48.89)

0.60 (48.64)

2.00 (47.24)

3.70 (45.54)

4.55 (44.69)

5.60 (43.64)

5.85 (43.39)

6.65 (42.59)

7.30 (41.94)

8.00 (41.24)

Pflasterstein

Mittelsand, sehr schwach feinsandig
- schwach feinsandig

[SE]

Feinsand, schwach mittelsandig,
schluffig, humos, sehr schwach
grobsandig, Klinkerreste

[A]

Schluff, sehr schwach mittelsandig,
feinsandig, schwach humos
- humos, Klinkerreste

[A]

Schluff, schwach humos, schwach
grobsandig, sehr schwach kiesig,
schwach mittelsandig, sehr
schwach feinsandig, Klinkerreste,
Schlacke, von 2.0 m bis 2.7
m Kernverlust

[A]

Mittelsand, sehr schwach schluffig,
schwach feinsandig, Schlufflinse,
von 4.1 m bis 4.55 m Kernverlust

[SE]

Mittelsand, schwach grobsandig,
sehr schwach schluffig, sehr
schwach feinkiesig, Schlufflinse

[SE]

sandiger Schluff: Schluff,
feinsandig, sehr schwach
humos

[UL]

Mittelsand, sehr schwach feinsandig
- schwach feinsandig, sehr
schwach grobsandig - schwach
grobsandig, sehr schwach schluffig,
Schlufflinse

[SE]

Feinsand, mittelsandig, schwach
schluffig

[SU]

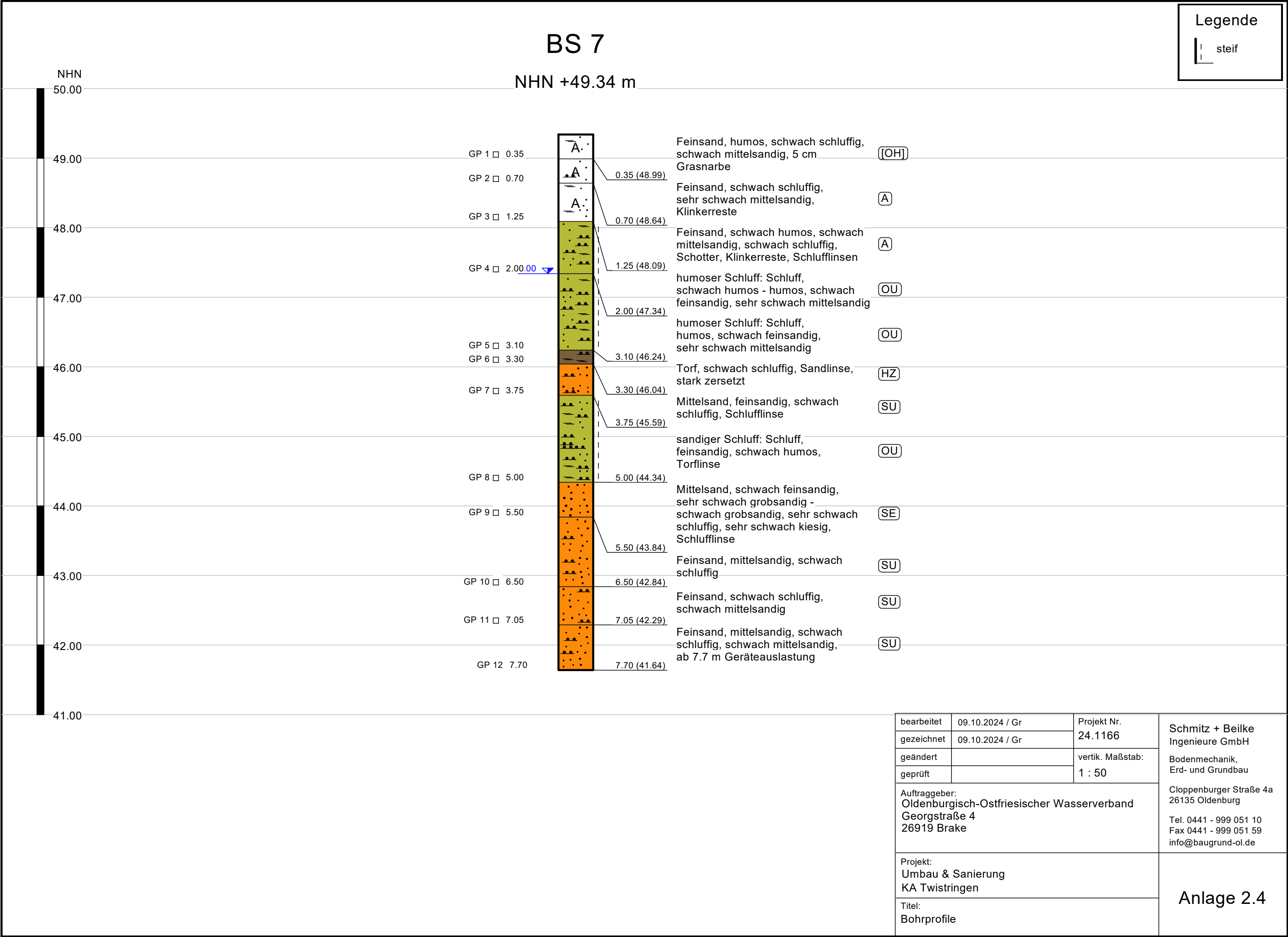
Feinsand, schwach mittelsandig,
schwach schluffig

[SU]

bearbeitet	09.10.2024 / Gr	Projekt Nr.	24.1166
gezeichnet	09.10.2024 / Gr		
geändert		vertik. Maßstab:	1 : 50
geprüft			

Auftraggeber:
Oldenburgisch-Ostfriesischer Wasserverband
Georgstraße 4
26919 BrakeProjekt:
Umbau & Sanierung
KA TwistringenTitel:
BohrprofileSchmitz + Beilke
Ingenieure GmbHBodenmechanik,
Erd- und GrundbauCloppenburg Straße 4a
26135 OldenburgTel. 0441 - 999 051 10
Fax 0441 - 999 051 59
info@baugrund-ol.de

Anlage 2.3

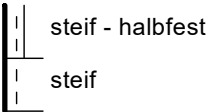


NHN +49.46 m

L weich

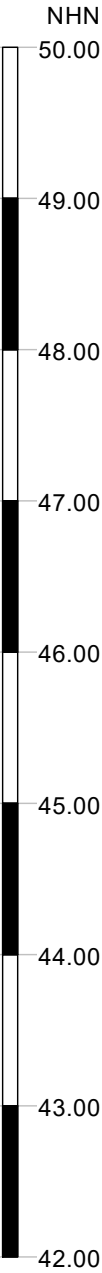


Legende



BS 9

NHN +49.46 m



- GP 1 □ 0.30
- GP 2 □ 0.60
- GP 3 □ 0.90
- GP 4 □ 1.80
- GP 5 □ 2.70
- GP 6 □ 3.15
- GP 7 □ 3.70
- GP 8 □ 4.50
- GP 9 □ 5.35
- GP 10 □ 5.75
- GP 11 □ 6.00



- 0.08 (49.38)
- 0.30 (49.16)
- 0.60 (48.86)
- 0.90 (48.56)
- 1.80 (47.66)
- 2.70 (46.76)
- 3.15 (46.31)
- 3.70 (45.76)
- 4.50 (44.96)
- 5.35 (44.11)
- 5.75 (43.71)
- 6.00 (43.46)

- Pflasterstein
- Kies (Schotter), schwach feinsandig, schwach mittelsandig, sehr schwach schluffig
- Feinsand, schwach schluffig, schwach humos, schwach mittelkiesig, sehr schwach kiesig, sehr schwach mittelsandig, (Schotter anteilig)
- Schluff, feinsandig, humos, sehr schwach mittelsandig, Klinkerreste
- Mittelsand, schwach grobsandig, sehr schwach feinsandig, sehr schwach schluffig, sehr schwach kiesig, (wenig Schotter anteilig)
- Kies (Schotter), mittelsandig, grobsandig, schwacher KW Geruch, teilweise Kernverlust
- Mittelsand, schwach feinsandig, schwach schluffig, sehr schwach kiesig, Klinkerreste
- Schluff, schwach feinsandig
- schluffiger Sand: Feinsand, mittelsandig, schluffig, schwach mittelkiesig, schwach feinkiesig, schwach grobsandig
- Mittelsand, schwach feinsandig, sehr schwach schluffig - schwach schluffig, sehr schwach grobsandig
- schluffiger Sand: Feinsand, schluffig, Grobsandlinse
- Mittelsand, schwach feinsandig, sehr schwach schluffig, sehr schwach grobsandig, sehr schwach kiesig

(A)

(A)

(A)

(A)

(A)

(A)

(UM)

(SU*)

(SE - SU)

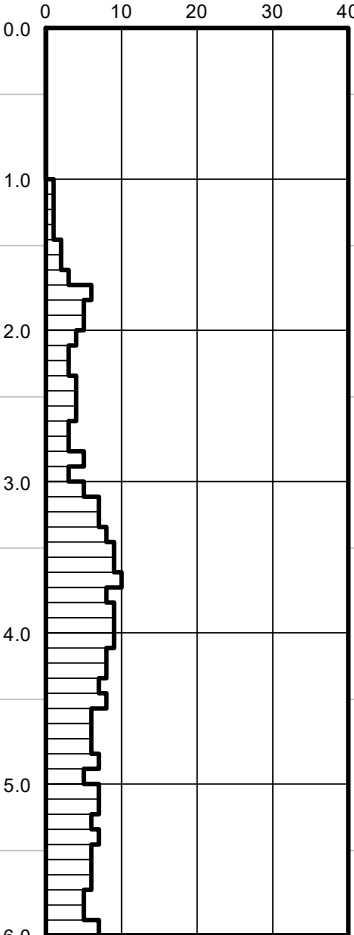
(SU*)

(SE)

DPH 9

NHN +49.44 m

Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N ₁₀
0.10	0
0.20	0
0.30	0
0.40	0
0.50	0
0.60	0
0.70	0
0.80	0
0.90	0
1.00	0
1.10	1
1.20	1
1.30	1
1.40	1
1.50	2
1.60	2
1.70	3
1.80	6
1.90	5
2.00	5
2.10	4
2.20	3
2.30	3
2.40	4
2.50	4
2.60	4
2.70	3
2.80	3
2.90	5
3.00	3
3.10	5
3.20	7
3.30	7
3.40	8
3.50	9
3.60	9
3.70	10
3.80	8
3.90	9
4.00	9
4.10	9
4.20	8
4.30	8
4.40	7
4.50	8
4.60	6
4.70	6
4.80	6
4.90	7
5.00	5
5.10	7
5.20	7
5.30	6
5.40	7
5.50	6
5.60	6
5.70	6
5.80	5
5.90	5
6.00	7

bis 1 m vorgeschachtet

bearbeitet	09.10.2024 / Gr	Projekt Nr.	24.1166	Schmitz + Beilke Ingenieure GmbH
gezeichnet	09.10.2024 / Gr			
geändert	22.10.2024 / LL	vertik. Maßstab:	1 : 50	Bodenmechanik, Erd- und Grundbau
geprüft				
Auftraggeber: Oldenburgisch-Ostfriesischer Wasserverband Georgstraße 4 26919 Brake				Cloppenburg Straße 4a 26135 Oldenburg Tel. 0441 - 999 051 10 Fax 0441 - 999 051 59 info@baugrund-ol.de
Projekt: Umbau & Sanierung KA Twistringen				Anlage 2.6
Titel: Bohrprofile				

Legende

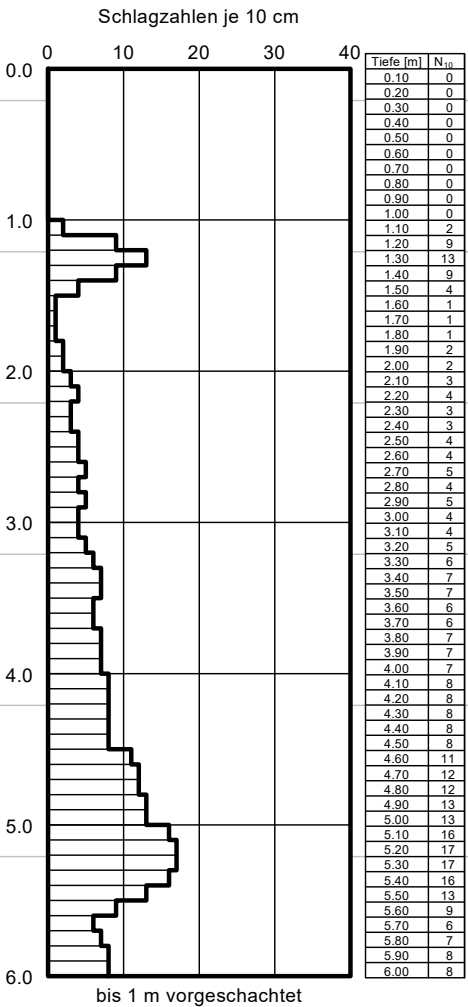
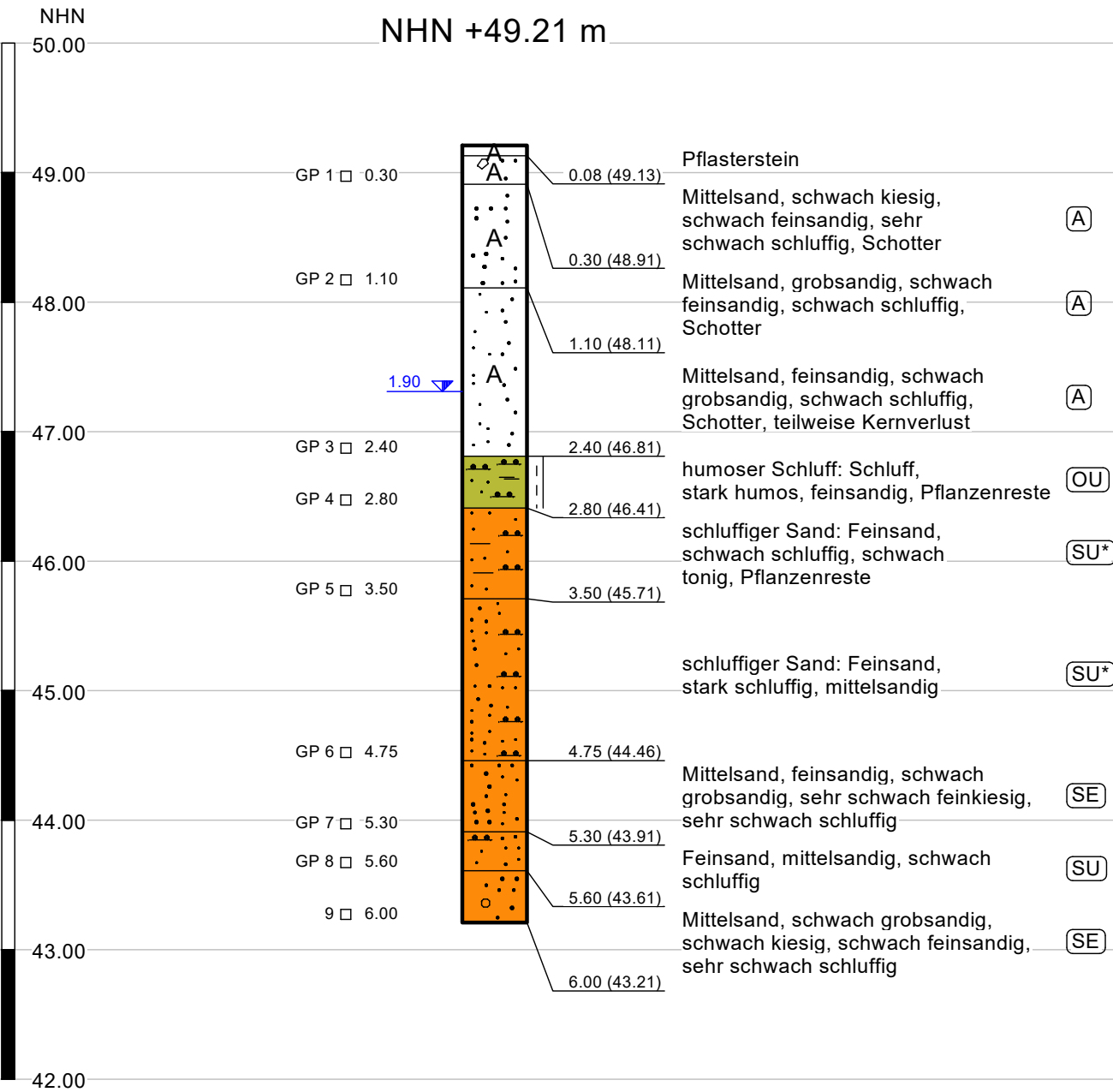
steif - halbfest

BS 10

NHN +49.21 m

DPH 10

NHN +49.21 m



bearbeitet	09.10.2024 / Gr	Projekt Nr. 24.1166	Schmitz + Beilke Ingenieure GmbH Bodenmechanik, Erd- und Grundbau Cloppenburg Straße 4a 26135 Oldenburg Tel. 0441 - 999 051 10 Fax 0441 - 999 051 59 info@baugrund-ol.de
gezeichnet	09.10.2024 / Gr		
geändert	17.10.2024 / LL	vertik. Maßstab: 1 : 50	
geprüft			
Auftraggeber: Oldenburgisch-Ostfriesischer Wasserverband Georgstraße 4 26919 Brake			Anlage 2.7
Projekt: Umbau & Sanierung KA Twistringen			
Titel: Bohrprofile			

Schmitz + Beilke Ingenieure GmbH Cloppenburg Straße 4a 26135 Oldenburg		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Bericht: 24.1166 Anlage: 3.1				
Vorhaben: Umbau und Sanierung KA Twistringen										
Bohrung BS 1 / Blatt: 1						Datum: 24.09.2024				
Höhe: +49.39 mNHN										
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	
0.20	a) Feinsand, humos, schwach schluffig				bis 1.00 m vorgeschnitten	GP	1	0.20		
	b) 5 cm Grasnarbe									
	c)		d)						e) braun	
	f) Auffüllung		g)						h) [OH] i)	
0.50	a) Feinsand, schwach schluffig, sehr schwach mittelsandig, sehr schwach kiesig					GP	2	0.50		
	b) Schotter									
	c)		d)						e) beige	
	f) Auffüllung		g)						h) A i)	
1.40	a) Feinsand, schluffig					GP	3	1.40		
	b) Schotter									
	c)		d) leicht bohrbar						e) grau	
	f) Auffüllung		g)						h) A i)	
1.75	a) Feinsand, schluffig, sehr schwach grobsandig					GP	4	1.75		
	b) Schlacke									
	c)		d) leicht bohrbar						e) grau	
	f) Auffüllung		g)						h) A i)	
2.70	a) Feinsand, schluffig, sehr schwach kiesig				GW (1.95)	GP	5	2.70		
	b)									
	c)		d) mittelschwer bohrbar						e) grau	
	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: 24.1166 Anlage: 3.2				
Vorhaben: Umbau und Sanierung KA Twistringen										
Bohrung BS 1 / Blatt: 2						Datum: 24.09.2024				
Höhe: +49.39 mNHN										
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	
3.15	a) Schluff, humos, schwach feinsandig - feinsandig					GP	6	3.15		
	b) Torflinse									
	c) steif		d) mittelschwer bohrbar						e) graubraun	
	f) humoser Schluff		g)						h) OU i)	
3.75	a) Mittelsand, feinsandig, sehr schwach schluffig					GP	7	3.75		
	b) Schlufflinsen									
	c)		d) mittelschwer bohrbar						e) grau	
	f) Sand		g)						h) SE i)	
4.50	a) Mittelsand, schwach schluffig - schluffig, schwach feinsandig - feinsandig, sehr schwach grobsandig					GP	8	4.50		
	b) Grobsandlinse									
	c)		d) mittelschwer bohrbar						e) beige	
	f) Sand		g)						h) SU-SU* i)	
4.85	a) Feinsand, schwach mittelsandig, schwach humos, schwach schluffig					GP	9	4.85		
	b) Torflinsen									
	c)		d) mittelschwer bohrbar						e) grau - braun	
	f) Sand		g)						h) SU i)	
5.20	a) Mittelsand, feinsandig, sehr schwach schluffig					GP	10	5.20		
	b)									
	c)		d) schwer bohrbar						e) grau	
	f) Sand		g)						h) SE 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: 24.1166 Anlage: 3.3					
Vorhaben: Umbau und Sanierung KA Twistringen											
Bohrung BS 1 / Blatt: 3						Höhe: +49.39 mNHN		Datum: 24.09.2024			
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	
6.30	a) Mittelsand, feinsandig, schwach schluffig - schluffig, sehr schwach grobsandig						GP	11	6.30		
	b) Schlufflinsen										
	c)		d) schwer bohrbar							e) beige - grün	
	f) Sand		g)							h) SU-SU* i)	
7.40	a) Mittelsand, feinsandig, schwach schluffig, schwach grobsandig, sehr schwach kiesig						GP	12	7.40		
	b) Grobsandlinse										
	c)		d) schwer bohrbar							e) hellgrün	
	f) Sand		g)							h) SU i)	
8.00	a) Feinsand, schwach mittelsandig, schwach schluffig						GP	13	8.00		
	b)										
	c)		d) sehr schwer bohrbar							e) beige - grün	
	f) Sand		g)							h) 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)	
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: 24.1166 Anlage: 3.4					
Vorhaben: Umbau und Sanierung KA Twistringen											
Bohrung BS 2 / Blatt: 1						Höhe: +49.40 mNHN		Datum: 24.09.2024			
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	
0.08	a) Pflasterstein										
	b)										
	c)		d)							e) grau	
	f) Auffüllung		g)							h)	
1.10	a) Mittelsand, schwach feinsandig, sehr schwach schluffig				bsi 1.00 m vorgeschachtet		GP	1	1.10		
	b)										
	c)		d)							e) beige	
	f) Auffüllung		g)							h)	
1.80	a) Feinsand, schluffig, schwach humos						GP	2	1.80		
	b) Torflinse, Ziegelreste										
	c)		d) leicht bohrbar							e) grau	
	f) Auffüllung		g)							h)	
2.80	a) Feinsand, schluffig, schwach mittelsandig				GW (2.40)		GP	3	2.80		
	b)										
	c)		d) mittelschwer bohrbar							e) grau	
	f) schluffiger Sand		g)							h)	
3.20	a) Schluff, stark feinsandig						GP	4	3.20		
	b)										
	c) steif - halbfest		d) mittelschwer bohrbar							e) grau	
	f) sandiger Schluff		g)							h)	
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: 24.1166 Anlage: 3.5		
Vorhaben: Umbau und Sanierung KA Twistringen								
Bohrung BS 2 / Blatt: 2						Datum: 24.09.2024		
Höhe: +49.40 mNHN								
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					
3.70	a) Feinsand, mittelsandig, schwach schluffig, schwach grobsandig					GP	5	3.70
	b) Grobsandlinse							
	c)	d) mittelschwer bohrbar	e) grau					
	f) Sand	g)	h) SU					
4.20	a) Feinsand, sehr schwach mittelsandig, sehr schwach grobsandig, sehr schwach schluffig					GP	6	4.20
	b)							
	c)	d) mittelschwer bohrbar	e) grau					
	f) Sand	g)	h) SE					
5.10	a) Feinsand, stark mittelsandig, schwach schluffig, schwach kiesig					GP	7	5.10
	b)							
	c)	d) schwer bohrbar	e) grau					
	f) Sand	g)	h) SU					
6.00	a) Feinsand, mittelsandig, schwach schluffig					GP	8	6.00
	b)							
	c)	d) schwer bohrbar	e) grün					
	f) Sand	g)	h) SU					
7.00	a) Feinsand, schwach schluffig, schwach mittelsandig					GP	9	7.00
	b)							
	c)	d) sehr schwer bohrbar	e) grün					
	f) Sand	g)	h) SU					
1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor								

Schmitz + Beilke Ingenieure GmbH		Schichtenverzeichnis				Bericht: 24.1166		
Cloppenburg Cloppenburger Straße 4a 26135 Oldenburg		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage: 3.6		
Vorhaben: Umbau und Sanierung KA Twistringen								
Bohrung BS 2 / Blatt: 3						Datum: 24.09.2024		
Höhe: +49.40 mNHN								
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					
8.00	a) Mittelsand, stark feinsandig, schwach schluffig					GP	10	8.00
	b)							
	c)	d) sehr schwer bohrbar	e) beige - grün					
	f) Sand	g)	h) SU					
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)					
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)					
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)					
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)					
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)					
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)					
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: 24.1166 Anlage: 3.7					
Vorhaben: Umbau und Sanierung KA Twistringen											
Bohrung BS 3 / Blatt: 1						Höhe: +49.27 mNHN		Datum: 23.09.2024			
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	
0.40	a) Feinsand, humos, schwach schluffig				bis 1.00 m vorgeschnitten		GP	1	0.40		
	b) 5 cm Grasnarbe										
	c)		d)							e) braun	
	f) Auffüllung		g)							h) [OH]	
0.75	a) Feinsand, schwach schluffig - schluffig, humos						GP	2	0.75		
	b)										
	c)		d)							e) braun	
	f) Auffüllung		g)							h) [OH]	
1.70	a) Feinsand, schwach mittelsandig, schwach schluffig						GP	3	1.70		
	b) Schotter, Klinkerreste										
	c)		d) leicht bohrbar							e) grau	
	f) Auffüllung		g)							h) A	
2.70	a) Mittelsand, schwach feinsandig, schwach schluffig				GW (2.05)		GP	4	2.70		
	b) Schlufflinse										
	c)		d) mittelschwer bohrbar							e) grau	
	f) Sand		g)							h) SU	
3.20	a) Mittelsand, feinsandig, schwach schluffig						GP	5	3.20		
	b) humose Schlufflinse										
	c)		d) mittelschwer bohrbar							e) grau	
	f) Sand		g)							h) SU	
1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor											

Schmitz + Beilke Ingenieure GmbH		Schichtenverzeichnis				Bericht: 24.1166		
Cloppenburg Cloppenburger Straße 4a 26135 Oldenburg		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage: 3.8		
Vorhaben: Umbau und Sanierung KA Twistringen								
Bohrung BS 3 / Blatt: 2						Datum: 23.09.2024		
Höhe: +49.27 mNHN								
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					
3.55	a) Feinsand, schluffig					GP	6	3.55
	b)							
	c)	d) mittelschwer bohrbar	e) hellgrau					
	f) schluffiger Sand	g)	h) SU*					
4.60	a) Mittelsand, feinsandig, schwach schluffig					GP	7	4.60
	b) humose Schlufflinsen							
	c)	d) mittelschwer bohrbar	e) grau					
	f) Sand	g)	h) SU					
5.40	a) Mittelsand, schwach feinsandig, sehr schwach schluffig - schwach schluffig, sehr schwach grobsandig					GP	8	5.40
	b) humose Schlufflinsen							
	c)	d) schwer bohrbar	e) grau					
	f) Sand	g)	h) SE - SU					
5.70	a) Mittelsand, grobsandig, schwach kiesig, sehr schwach feinsandig, sehr schwach schluffig					GP	9	5.70
	b)							
	c)	d) schwer bohrbar	e) graugrün					
	f) Sand	g)	h) SE					
7.00	a) Mittelsand, feinsandig, schwach schluffig, schwach grobsandig, sehr schwach feinkiesig					GP	10	7.00
	b)							
	c)	d) sehr schwer bohrbar	e) grün					
	f) Sand	g)	h) SU					
1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor								

Schmitz + Beilke Ingenieure GmbH		Schichtenverzeichnis				Bericht: 24.1166		
Cloppenburger Straße 4a 26135 Oldenburg		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage: 3.9		
Vorhaben: Umbau und Sanierung KA Twistringen								
Bohrung BS 3 / Blatt: 3						Datum: 23.09.2024		
Höhe: +49.27 mNHN								
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					
8.00	a) Mittelsand, feinsandig, schwach schluffig					GP	11	8.00
	b)							
	c)	d) sehr schwer bohrbar	e) beige - grün					
	f) Sand	g)	h) SU					
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)					
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)					
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)					
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)					
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)					
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)					
1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor								

Schmitz + Beilke Ingenieure GmbH		Schichtenverzeichnis				Bericht: 24.1166		
Cloppenburg Cloppenburger Straße 4a 26135 Oldenburg		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage: 3.10		
Vorhaben: Umbau und Sanierung KA Twistringen								
Bohrung BS 4 / Blatt: 1						Datum: 25.09.2024		
Höhe: +49.35 mNHN								
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					
0.08	a) Pflasterstein							
	b)							
	c)	d)	e) grau					
	f) Auffüllung	g)	h)					
0.60	a) Feinsand, mittelsandig, schwach schluffig, schwach kiesig			bis 1.00 m vorgeschachtet		GP	1	0.60
	b) Schotter							
	c)	d)	e) beige					
	f) Auffüllung	g)	h)					
0.85	a) Feinsand, schwach mittelsandig, schwach schluffig					GP	2	0.85
	b) Schotter							
	c)	d)	e) grau - beige					
	f) Auffüllung	g)	h)					
1.60	a) Mittelsand, schwach feinsandig, schwach schluffig, schwach grobsandig					GP	3	1.60
	b) Schotter, Schlufflinsen							
	c)	d)	e) grau					
	f) Auffüllung	g)	h)					
2.75	a) Feinsand, schwach humos, sehr schwach mittelsandig, sehr schwach grobsandig, schwach schluffig - schluffig			GW (1.90)		GP	4	2.75
	b)							
	c)	d) leicht bohrbar	e) grau					
	f) Sand	g)	h)					
					1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor			

Schmitz + Beilke Ingenieure GmbH		Schichtenverzeichnis				Bericht: 24.1166		
Cloppenburg Cloppenburger Straße 4a 26135 Oldenburg		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage: 3.11		
Vorhaben: Umbau und Sanierung KA Twistringen								
Bohrung BS 4 / Blatt: 2						Datum: 25.09.2024		
Höhe: +49.35 mNHN								
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					
3.85	a) Feinsand, schluffig, schwach humos					GP	5	3.85
	b) Torflinsen							
	c)	d) mittelschwer bohrbar	e) grau - braun					
	f) schluffiger Sand	g)	h) SU*					
5.00	a) Mittelsand, schluffig, schwach kiesig, schwach feinsandig			teilweise Kernverlust		GP	6	5.00
	b) Kieslinsen, Schlufflinsen							
	c)	d) mittelschwer bohrbar	e) grau					
	f) schluffiger Sand	g)	h) SU*					
5.70	a) Mittelsand, schwach feinsandig, schwach grobsandig, schwach kiesig, sehr schwach schluffig					GP	7	5.70
	b)							
	c)	d) schwer bohrbar	e) grau					
	f) Sand	g)	h) SE					
6.90	a) Feinsand, mittelsandig, sehr schwach schluffig - schwach schluffig					GP	8	6.90
	b) Schlufflinsen							
	c)	d) sehr schwer bohrbar	e) grau - beige					
	f) Sand	g)	h) SE - SU					
8.00	a) Feinsand, schwach schluffig, schwach mittelsandig					GP	9	8.00
	b)							
	c)	d) sehr schwer bohrbar	e) grün - beige					
	f) Sand	g)	h) SU					
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: 24.1166 Anlage: 3.13		
Vorhaben: Umbau und Sanierung KA Twistringen								
Bohrung BS 5 / Blatt: 2						Datum: 23.09.2024		
Höhe: +49.48 mNHN								
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					
3.20	a) Torf, schluffig					GP	6	3.20
	b) sehr stark zersetzt							
	c)	d) leicht bohrbar	e) braun					
	f) Torf	g)	h) HZ					
3.75	a) Schluff, stark feinsandig					GP	7	3.75
	b) Pflanzenreste							
	c) steif	d) mittelschwer bohrbar	e) grau					
	f) sandiger Schluff	g)	h) UL					
4.75	a) Mittelsand, schwach feinsandig, sehr schwach grobsandig, sehr schwach schluffig					GP	8	4.75
	b) Schlufflinsen							
	c)	d) mittelschwer bohrbar	e) grau					
	f) Sand	g)	h) SE					
5.50	a) Mittelsand, schwach grobsandig, schwach feinsandig, sehr schwach schluffig					GP	9	5.50
	b) humose Schlufflinsen							
	c)	d) schwer bohrbar	e) grau					
	f) Sand	g)	h) SE					
6.20	a) Mittelsand, feinsandig, schwach schluffig					GP	10	6.20
	b)							
	c)	d) sehr schwer bohrbar	e) grün					
	f) Sand	g)	h) SU					
1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor								

Schmitz + Beilke Ingenieure GmbH		Schichtenverzeichnis				Bericht: 24.1166		
Cloppenburg Cloppenburger Straße 4a 26135 Oldenburg		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage: 3.14		
Vorhaben: Umbau und Sanierung KA Twistringen								
Bohrung BS 5 / Blatt: 3						Datum: 23.09.2024		
Höhe: +49.48 mNHN								
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					
7.40	a) Mittelsand, schwach feinsandig, schwach schluffig			ab 7.40 m Geräteauslastung		GP	11	7.40
	b)							
	c)	d) sehr schwer bohrbar	e) grün - beige					
	f) Sand	g)	h) SU					
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)					
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)					
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)					
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)					
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)					
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)					
1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor								

Schmitz + Beilke Ingenieure GmbH		Schichtenverzeichnis				Bericht: 24.1166		
Cloppenburg Cloppenburger Straße 4a 26135 Oldenburg		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage: 3.15		
Vorhaben: Umbau und Sanierung KA Twistringen								
Bohrung BS 6 / Blatt: 1						Datum: 25.09.2024		
Höhe: +49.24 mNHN								
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					
0.08	a) Pflasterstein							
	b)							
	c)	d)	e) beige					
	f) Auffüllung	g)	h)					
0.35	a) Mittelsand, sehr schwach feinsandig - schwach feinsandig			bis 1.00 m vorgeschnitten		GP	1	0.35
	b)							
	c)	d)	e) beige					
	f) Auffüllung	g)	h)					
0.60	a) Feinsand, schwach mittelsandig, schluffig, humos, sehr schwach grobsandig					GP	2	0.60
	b) Klinkerreste							
	c)	d)	e) dunkelgrau					
	f) Auffüllung	g)	h)					
2.00	a) Schluff, sehr schwach mittelsandig, feinsandig, schwach humos - humos			GW (2.00)		GP	3	2.00
	b) Klinkerreste							
	c) steif - halbfest	d) leicht bohrbar	e) dunkelgrau					
	f) Auffüllung	g)	h)					
3.70	a) Schluff, schwach humos, schwach grobsandig, sehr schwach kiesig, schwach mittelsandig, sehr schwach			von 2.00 m bis 2.70 m Kernverlust		GP	4	3.70
	b) feinsandig Klinkerreste, Schlacke							
	c) steif - halbfest	d) mittelschwer bohrbar	e) dunkelgrau					
	f) Auffüllung	g)	h)					
1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor								

Schmitz + Beilke Ingenieure GmbH		Schichtenverzeichnis				Bericht: 24.1166		
Cloppenburg Cloppenburg Straße 4a 26135 Oldenburg		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage: 3.17		
Vorhaben: Umbau und Sanierung KA Twistringen								
Bohrung BS 6 / Blatt: 3						Datum: 25.09.2024		
Höhe: +49.24 mNHN								
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					
8.00	a) Feinsand, schwach mittelsandig, schwach schluffig					GP	10	8.00
	b)							
	c)	d) sehr schwer bohrbar	e) grau - grün					
	f) Sand	g)	h) SU					
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)					
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)					
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)					
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)					
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)					
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)					
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: 24.1166 Anlage: 3.18					
Vorhaben: Umbau und Sanierung KA Twistringen											
Bohrung BS 7 / Blatt: 1						Höhe: +49.34 mNHN		Datum: 23.09.2024			
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	
0.35	a) Feinsand, humos, schwach schluffig, schwach mittelsandig				bis 1.00 m vorgeschnitten		bog	1	0.35		
	b) 5 cm Grasnarbe										
	c)		d)							e) braun	
	f) Auffüllung		g)							h) [OH]	
0.70	a) Feinsand, schwach schluffig, sehr schwach mittelsandig						GP	2	0.70		
	b) Klinkerreste										
	c)		d)							e) beige	
	f) Auffüllung		g)							h) A	
1.25	a) Feinsand, schwach humos, schwach mittelsandig, schwach schluffig						GP	3	1.25		
	b) Schotter, Klinkerreste, Schlufflinsen										
	c)		d) leicht bohrbar							e) grau - braun	
	f) Auffüllung		g)							h) A	
2.00	a) Schluff, schwach humos - humos, schwach feinsandig, sehr schwach mittelsandig				GW (2.00)		bog	4	2.00		
	b)										
	c) steif		d) leicht bohrbar							e) braun	
	f) humoser Schluff		g)							h) OU	
3.10	a) Schluff, humos, schwach feinsandig, sehr schwach mittelsandig						GP	5	3.10		
	b)										
	c) steif		d) leicht bohrbar							e) braun	
	f) humoser Schluff		g)							h) OU	
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: 24.1166 Anlage: 3.19		
Vorhaben: Umbau und Sanierung KA Twistringen								
Bohrung BS 7 / Blatt: 2						Datum: 23.09.2024		
Höhe: +49.34 mNHN								
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					
3.30	a) Torf, schwach schluffig					GP	6	3.30
	b) Sandlinse stark zersetzt							
	c)	d) leicht bohrbar	e) dunkelbraun					
	f) Torf	g)	h) HZ					
3.75	a) Mittelsand, feinsandig, schwach schluffig					GP	7	3.75
	b) Schlufflinse							
	c)	d) mittelschwer bohrbar	e) grau					
	f) Sand	g)	h) SU					
5.00	a) Schluff, feinsandig, schwach humos					GP	8	5.00
	b) Torflinse							
	c) steif	d) mittelschwer bohrbar	e) grau - braun					
	f) sandiger Schluff	g)	h) UL					
5.50	a) Mittelsand, schwach feinsandig, sehr schwach grobsandig - schwach grobsandig, sehr schwach					GP	9	5.50
	b) schluffig, sehr schwach kiesig Schlufflinse							
	c)	d) mittelschwer bohrbar	e) grau - hellgrün					
	f) Sand	g)	h) SE					
6.50	a) Feinsand, mittelsandig, schwach schluffig					GP	10	6.50
	b)							
	c)	d) schwer bohrbar	e) beige - grün					
	f) Sand	g)	h) SU					
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: 24.1166 Anlage: 3.20					
Vorhaben: Umbau und Sanierung KA Twistringen											
Bohrung BS 7 / Blatt: 3						Höhe: +49.34 mNHN		Datum: 23.09.2024			
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	
7.05	a) Feinsand, schwach schluffig, schwach mittelsandig						GP	11	7.05		
	b)										
	c)		d) sehr schwer bohrbar							e) beige - hellgrün	
	f) Sand		g)							h) SU i)	
7.70	a) Feinsand, mittelsandig, schwach schluffig, schwach mittelsandig				ab 7.70 m Geräteauslastung		GP	12	7.70		
	b)										
	c)		d) sehr schwer bohrbar							e) grün	
	f) Sand		g)							h) 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 Cloppenburg Straße 4a 26135 Oldenburg		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Bericht: 24.1166 Anlage: 3.21		
Vorhaben: Umbau und Sanierung KA Twistringen								
Bohrung BS 8 / Blatt: 1						Datum: 23.09.2024		
Höhe: +49.46 mNHN								
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					
0.30	a) Feinsand, humos, schwach schluffig			bis 1.00 m vorgeschnitten		GP	1	0.30
	b) 5 cm Grasnarbe							
	c)	d)	e) braun					
	f) Auffüllung	g)	h) [OH]					
0.65	a) Feinsand, schwach humos - humos, sehr schwach mittelsandig, schwach schluffig					GP	2	0.65
	b) Klinkerreste							
	c)	d)	e) braun					
	f) Auffüllung	g)	h) A					
1.50	a) Feinsand, schwach schluffig, schwach humos, sehr schwach grobsandig					GP	3	1.50
	b)							
	c)	d) leicht bohrbar	e) graubraun					
	f) Auffüllung	g)	h) [OH]					
1.90	a) Feinsand, stark mittelsandig, schwach schluffig					GP	4	1.90
	b) humose Linse, Holzreste							
	c)	d) leicht bohrbar	e) graubeige					
	f) Sand	g)	h) SU					
2.70	a) Feinsand, schwach schluffig - schluffig, schwach mittelsandig, schwach humos			GW (1.95)		GP	5	2.70
	b) Schlufflinsen							
	c)	d) leicht bohrbar	e) dunkelgrau					
	f) Sand	g)	h) SU-SU*					
1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor								

Schmitz + Beilke Ingenieure GmbH		Schichtenverzeichnis				Bericht: 24.1166		
Cloppenburg Cloppenburger Straße 4a 26135 Oldenburg		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage: 3.22		
Vorhaben: Umbau und Sanierung KA Twistringen								
Bohrung BS 8 / Blatt: 2						Datum: 23.09.2024		
Höhe: +49.46 mNHN								
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					
3.30	a) Torf, schwach schluffig					GP	6	3.30
	b) stark zersetzt - sehr stark zersetzt							
	c)	d) leicht bohrbar	e) braun					
	f) Torf	g)	h) HZ					
4.30	a) Feinsand, stark schluffig, sehr schwach mittelsandig					GP	7	4.30
	b) Holzreste, Grobsandlinse							
	c)	d) mittelschwer bohrbar	e) grau					
	f) schluffiger Sand	g)	h) SU*					
5.30	a) Schluff, stark feinsandig, sehr schwach mittelsandig, sehr schwach humos					GP	8	5.30
	b) humose Linse							
	c) weich	d) leicht bohrbar	e) grau					
	f) sandiger Schluff	g)	h) UL					
5.80	a) Feinsand, stark schluffig, sehr schwach mittelsandig					GP	9	5.80
	b)							
	c)	d) mittelschwer bohrbar	e) grau					
	f) schluffiger Sand	g)	h) SU*					
6.50	a) Schluff, mittelsandig, feinsandig, sehr schwach grobsandig					GP	10	6.50
	b)							
	c) weich	d) schwer bohrbar	e) grau					
	f) sandiger Schluff	g)	h) UL					
1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor								

Schmitz + Beilke Ingenieure GmbH		Schichtenverzeichnis				Bericht: 24.1166		
Cloppenburg Cloppenburger Straße 4a 26135 Oldenburg		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage: 3.23		
Vorhaben: Umbau und Sanierung KA Twistringen								
Bohrung BS 8 / Blatt: 3						Datum: 23.09.2024		
Höhe: +49.46 mNHN								
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					
7.50	a) Feinsand, schluffig, mittelsandig					GP	11	7.50
	b)							
	c)	d) schwer bohrbar	e) beige - grün					
	f) schluffiger Sand	g)	h) SU*					
8.50	a) Feinsand, mittelsandig, schwach schluffig					GP	12	8.50
	b)							
	c)	d) schwer bohrbar	e) beige - grün					
	f) Sand	g)	h) SU					
9.50	a) Mittelsand, feinsandig, schwach schluffig					GP	13	9.50
	b)							
	c)	d) schwer bohrbar	e) beige - grün					
	f) Sand	g)	h) SU					
10.00	a) Feinsand, schwach mittelsandig, schwach schluffig					GP	14	10.00
	b)							
	c)	d) sehr schwer bohrbar	e) beige - grün					
	f) Sand	g)	h) SU					
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)					
1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor								

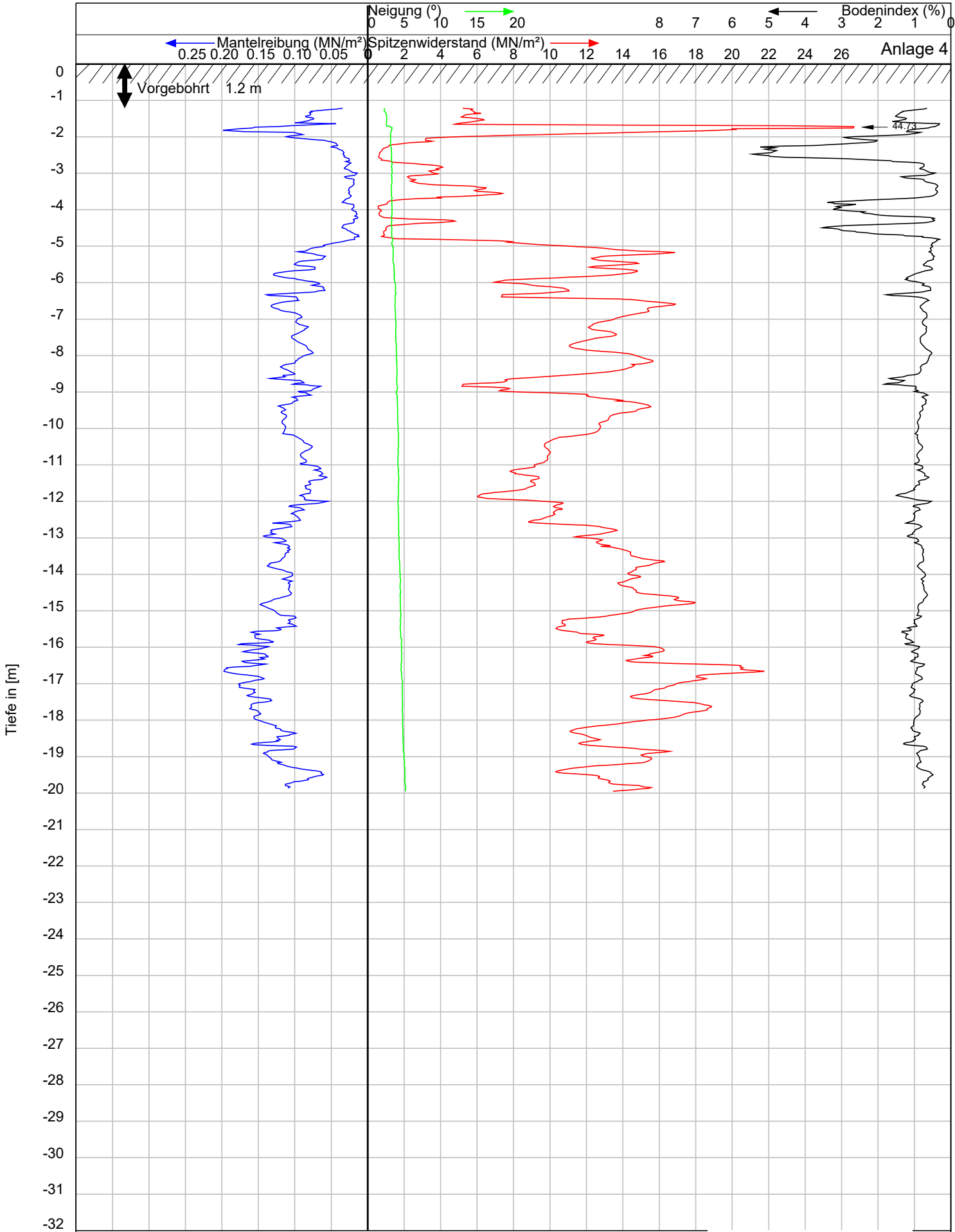
Schmitz + Beilke Ingenieure GmbH		Schichtenverzeichnis				Bericht: 24.1166		
Cloppenburg Cloppenburger Straße 4a 26135 Oldenburg		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage: 3.24		
Vorhaben: Umbau und Sanierung KA Twistringen								
Bohrung BS 9 / Blatt: 1						Datum: 24.09.2024		
Höhe: +49.46 mNHN								
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					
0.08	a) Pflasterstein			bis 1.20 m vorgeschnitten				
	b)							
	c)	d)	e) grau					
	f) Auffüllung	g)	h)					
0.30	a) Kies (Schotter), schwach feinsandig, schwach mittelsandig, sehr schwach schluffig					GP	1	0.30
	b)							
	c)	d)	e) beige					
	f) Auffüllung	g)	h)					
0.60	a) Feinsand, schwach schluffig, schwach humos, schwach mittelkiesig, sehr schwach kiesig, sehr schwach					GP	2	0.60
	b) mittelsandig (Schotter anteilig)							
	c)	d)	e) dunkelgrau					
	f) Auffüllung	g)	h)					
0.90	a) Schluff, feinsandig, humos, sehr schwach mittelsandig					GP	3	0.90
	b) Klinkerreste							
	c) steif	d)	e) braun					
	f) Auffüllung	g)	h)					
1.80	a) Mittelsand, schwach grobsandig, sehr schwach feinsandig, sehr schwach schluffig, sehr schwach					GP	4	1.80
	b) kiesig (wenig Schotter anteilig)							
	c)	d) mittelschwer bohrbar	e) graubraun					
	f) Auffüllung	g)	h)					
1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor								

Schmitz + Beilke Ingenieure GmbH Cloppenburger Straße 4a 26135 Oldenburg		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Bericht: 24.1166 Anlage: 3.25					
Vorhaben: Umbau und Sanierung KA Twistringen											
Bohrung BS 9 / Blatt: 2						Höhe: +49.46 mNHN		Datum: 24.09.2024			
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	
2.70	a) Kies (Schotter), mittelsandig, grobsandig				schwacher KW Geruch, teilweise Kernverlust, GW (2.10)		GP	5	2.70		
	b)										
	c)		d) mittelschwer bohrbar							e) dunkelgrau	
	f) Auffüllung		g)							h) A	
3.15	a) Mittelsand, schwach feinsandig, schwach schluffig, sehr schwach kiesig						GP	6	3.15		
	b) Klinkerreste										
	c)		d) mittelschwer bohrbar							e) bunt	
	f) Auffüllung		g)							h) A	
3.70	a) Schluff, schwach feinsandig						GP	7	3.70		
	b)										
	c) steif - halbfest		d) mittelschwer bohrbar							e) hellgrau	
	f) Schluff		g)							h) UM	
4.50	a) Feinsand, mittelsandig, schluffig, schwach mittelkiesig, schwach feinkiesig, schwach grobsandig						GP	8	4.50		
	b)										
	c)		d) mittelschwer bohrbar							e) grau	
	f) schluffiger Sand		g)							h) SU*	
5.35	a) Mittelsand, schwach feinsandig, sehr schwach schluffig - schwach schluffig, sehr schwach grobsandig						GP	9	5.35		
	b)										
	c)		d) mittelschwer bohrbar							e) grau	
	f) Sand		g)							h) SE - SU	
1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor											

Schmitz + Beilke Ingenieure GmbH		Schichtenverzeichnis				Bericht: 24.1166				
Cloppenburg Cloppenburger Straße 4a 26135 Oldenburg		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Anlage: 3.26				
Vorhaben: Umbau und Sanierung KA Twistringen										
Bohrung BS 9 / Blatt: 3						Datum: 24.09.2024				
Höhe: +49.46 mNHN										
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	
5.75	a) Feinsand, schluffig					GP	10	5.75		
	b) Grobsandlinse									
	c)		d) mittelschwer bohrbar						e) grau	
	f) schluffiger Sand		g)						h) SU* i)	
6.00	a) Mittelsand, schwach feinsandig, sehr schwach schluffig, sehr schwach grobsandig, sehr schwach					GP	11	6.00		
	b) kiesig									
	c)		d) mittelschwer bohrbar						e) beige	
	f) Sand		g)						h) SE 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 Cloppenburg Straße 4a 26135 Oldenburg		Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Bericht: 24.1166 Anlage: 3.27					
Vorhaben: Umbau und Sanierung KA Twistringen											
Bohrung BS 10 / Blatt: 1						Höhe: +49.21 mNHN		Datum: 24.09.2024			
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	
0.08	a) Pflasterstein				bis 1.00 m vorgeschnitten						
	b)										
	c)		d)							e) grau	
	f) Auffüllung		g)							h) i)	
0.30	a) Mittelsand, schwach kiesig, schwach feinsandig, sehr schwach schluffig						GP	1	0.30		
	b) Schotter										
	c)		d)							e) beige	
	f) Auffüllung		g)							h) A i)	
1.10	a) Mittelsand, grobsandig, schwach feinsandig, schwach schluffig						GP	2	1.10		
	b) Schotter										
	c)		d) leicht bohrbar							e) graubraun	
	f) Auffüllung		g)							h) A i)	
2.40	a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, schwach schluffig				GW (1.90) teilweise Kernverlust		GP	3	2.40		
	b) Schotter										
	c)		d) mittelschwer bohrbar							e) graubeige	
	f) Auffüllung		g)							h) A i)	
2.80	a) Schluff, stark humos, feinsandig						GP	4	2.80		
	b) Pflanzenreste										
	c) steif - halbfest		d) leicht bohrbar							e) graubraun	
	f) humoser Schluff		g)							h) OU 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: 24.1166 Anlage: 3.28					
Vorhaben: Umbau und Sanierung KA Twistringen											
Bohrung BS 10 / Blatt: 2						Höhe: +49.21 mNHN		Datum: 24.09.2024			
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	
3.50	a) Feinsand, schwach schluffig, schwach tonig						GP	5	3.50		
	b) Pflanzenreste										
	c)		d) mittelschwer bohrbar							e) grau	
	f) schluffiger Sand		g)							h) SU* i)	
4.75	a) Feinsand, stark schluffig, mittelsandig						GP	6	4.75		
	b)										
	c)		d) mittelschwer bohrbar							e) hellgrau	
	f) schluffiger Sand		g)							h) SU* i)	
5.30	a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, sehr schwach feinkiesig, sehr schwach schluffig						GP	7	5.30		
	b)										
	c)		d) mittelschwer bohrbar							e) beige	
	f) Sand		g)							h) SE i)	
5.60	a) Feinsand, mittelsandig, schwach schluffig						GP	8	5.60		
	b)										
	c)		d) schwer bohrbar							e) beige	
	f) Sand		g)							h) SU i)	
6.00	a) Mittelsand, schwach grobsandig, schwach kiesig, schwach feinsandig, sehr schwach schluffig						GP	9	6.00		
	b)										
	c)		d) schwer bohrbar							e) beige	
	f) Sand		g)							h) SE i)	
1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor											



THADE GERDES GMBH

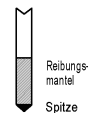
Brunnenbau - Bohrungen
Bohrpfähle - Drucksondierungen

26506 NORDEN/OSTFRIESLAND
Gewerbestr. 23 a - Tel. 04931- 93846-0
Telefax 04931- 93846-9
www.thade-gerdes.de



DRUCKSONDIER-DIAGRAMM

Ort: 27239 Twistringen
Bauvorhaben: KA Twistringen
CPT 1
Auftraggeber: Schmitz & Beilke Ingenieure GmbH
Projekt Nr. 7193
Sond.-Nr. CPT 1
Spizentyp: I-CFXY-10
Seriennr. 211140
Datum: 16-10-2024
Zeit: 10:59



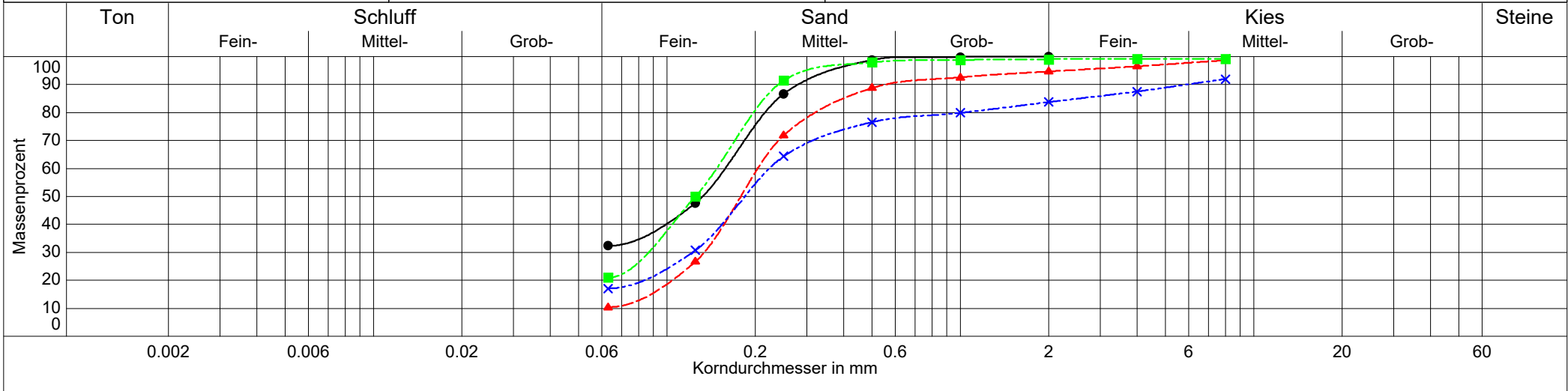
Sondierungsgeschwindigkeit ca. 2 cm/s
Querschnittsfläche 10cm²
Öffnungswinkel 60°
Außendurchmesser 3,56cm
Oberfläche 150cm²
DIN EN ISO 22476-1 2013-10

Sondierlänge: 20,00m

Rechtswert:
Hochwert:

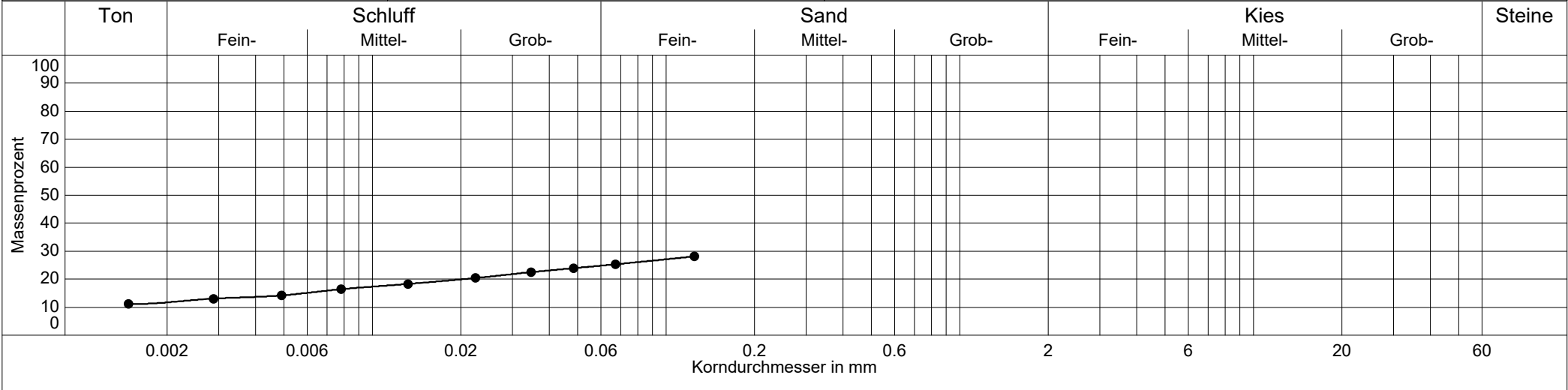
Höhe [mNHN]: 0.0

Schmitz + Beilke Ingenieure GmbH	Kornverteilung DIN EN ISO 17892-4	Projekt : Umbau und Sanierung KA Twistringen
Bodenmechanik, Erd- und Grundbau		Projektnr.: 24.1166
Cloppenburger Straße 4 a		Datum : 15.10.2024
26135 Oldenburg		Anlage : 5.1



Entnahmestelle	BS 10/6	BS 2/7	BS 8/11	BS 9/8	
Entnahmetiefe	3,50 m - 4,75 m	4,20 m - 5,10 m	6,50 m - 7,50 m	3,70 m - 4,50 m	
Bezeichnung	—●— BS 10/6	—▲— BS 2/7	—■— BS 8/11	—×— BS 9/8	
Ungleichförm. Cu	-	-	-	-	
Krümmungszahl Cc	-	-	-	-	
Bodenart	fS,ū,ms	fS,ms̄,u',g'	fS,u,ms	fS,ms,u,mg',fg',gs'	
Bodengruppe	SŪ	SU	SŪ	SŪ	
Anteil < 0.063 mm	32.3 %	10.4 %	21.0 %	17.1 %	
Frostempfindl.klasse	F3	-	F3	F3	
kf nach Hazen	-	-	-	-	
kf nach Kaubisch	1.1E-07 m/s	1.7E-05 m/s	1.3E-06 m/s	3.2E-06 m/s	
kf nach Seiler	-	-	-	-	
kf nach USBR	-	2.0E-05 m/s	-	1.2E-05 m/s	
kf nach Seelheim	-	-	-	-	
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/32.3/67.6/0.0 %	0.0/10.4/84.3/5.3 %	0.0/21.0/78.1/0.9 %	0.0/17.1/66.6/16.3 %	
Wassergehalt	15.8 %	14.3 %	20.6 %	13.3 %	
Keine Angabe der Nebengemengteile unter 5 % Kornfraktion	-	-	-	-	

Schmitz + Beilke Ingenieure GmbH	Kornverteilung DIN EN ISO 17892-4	Projekt : Umbau und Sanierung KA Twistringen
Bodenmechanik, Erd- und Grundbau		Projektnr.: 24.1166
Cloppenburger Straße 4 a		Datum : 16.10.2024
26135 Oldenburg		Anlage : 5.2



Entnahmestelle	BS 10/5			
Entnahmetiefe	2,80 m - 3,50 m			
Bezeichnung	—●— BS 10/5			
Ungleichförm. Cu	-			
Krümmungszahl Cc	-			
Bodenart	fS,u',t'			
Bodengruppe	SÜ			
Anteil < 0.063 mm	25.0 %			
Frostempfindl.klasse	F3			
kf nach Hazen	-			
kf nach Kaubisch	5.2E-07 m/s			
kf nach Seiler	-			
kf nach USBR	4.7E-07 m/s			
kf nach Seelheim	-			
Kornfrakt. T/U/S/G	11.7/13.3/75.0/0.0 %			
Wassergehalt	20.3 %			
Keine Angabe der Nebengemengteile unter 5 % Kornfraktion				

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Umbau und Sanierung KA Twistringen

Bearbeiter: Lasse

Datum: 08.10.2024

Prüfungsnummer: 24.1166

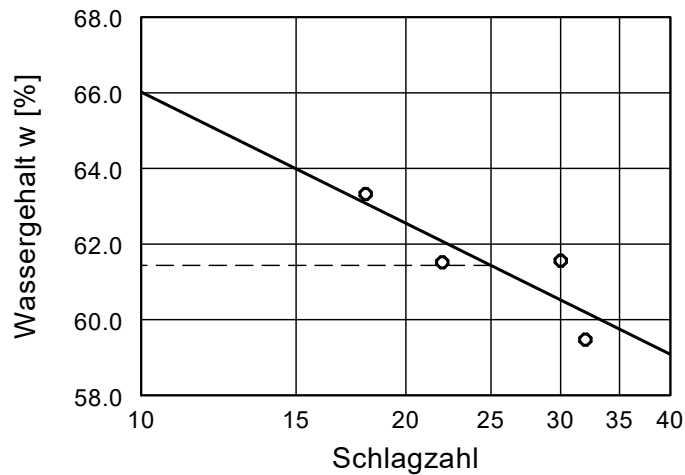
Entnahmestelle: BS 10/4

Tiefe: 2,40 m - 2,80 m

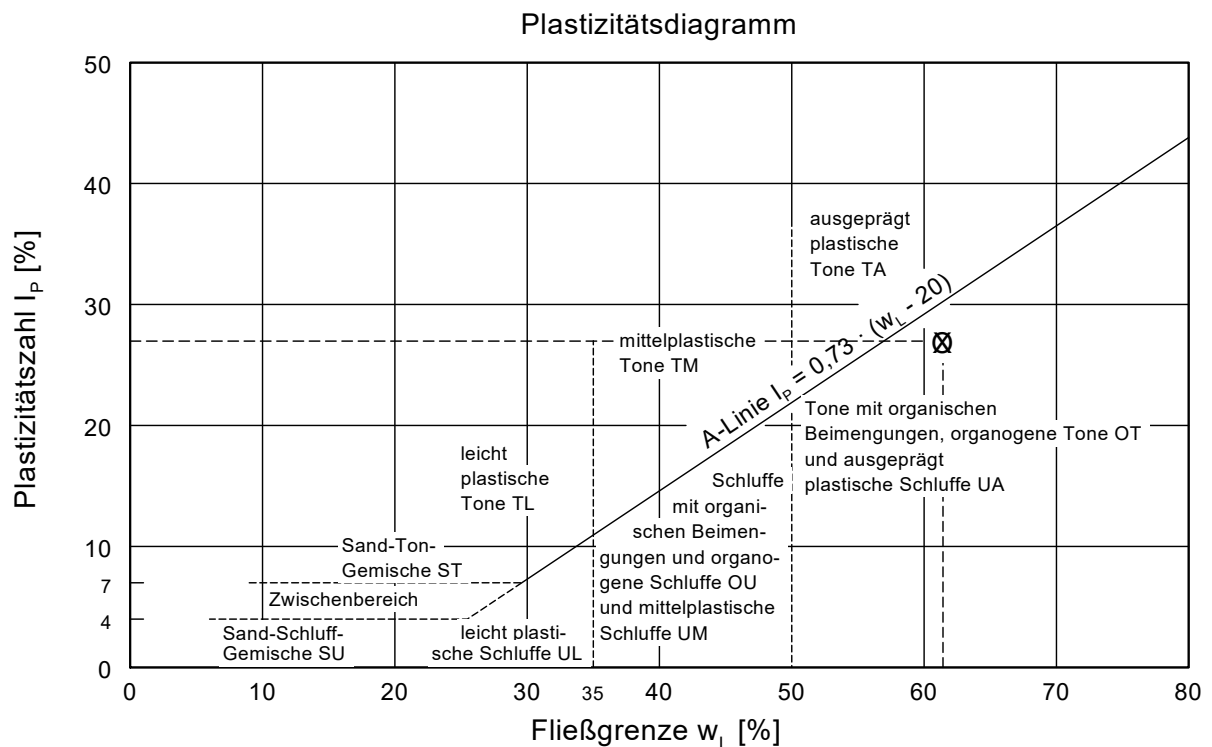
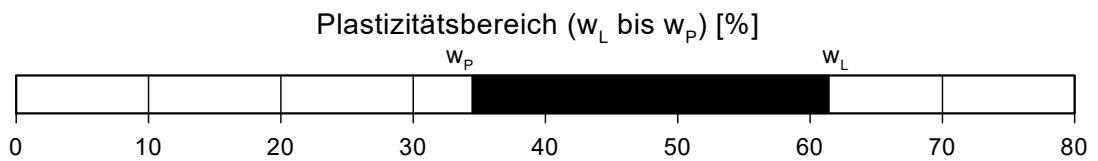
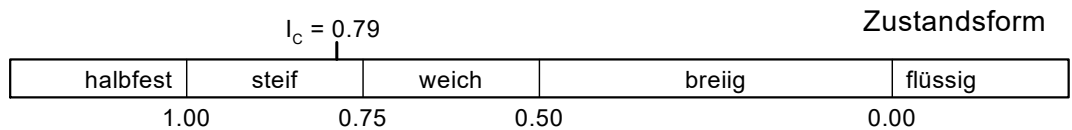
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: humoser Schluff

Probe entnommen am: 24.09.2024



Wassergehalt $w = 40.2 \%$
Fließgrenze $w_L = 61.4 \%$
Ausrollgrenze $w_p = 34.5 \%$
Plastizitätszahl $I_p = 26.9 \%$
Konsistenzzahl $I_c = 0.79$



Projekt: Umbau und Sanierung KA Twistring	Auftraggeber: OOWV Georgstraße 4 26919 Brake	Projektnummer: 24.1166	
Art: Ergebnisse der Feldflügelscherversuche (FVT)		Datum: 10.10.2024	Anlage 7 Blatt 1 von 1

Versuchsanordnung: WS nach DIN EN ISO 22476-9
 Prüfer (ausgeführt von): Gropengießer/Rugullis
 Ausführungsdatum: 24.09.2024

Flügeltyp Nr. A (kleiner Flügel 2024-04):	
Flügelform:	rechteckig
Flügelhöhe:	H = 100,0 mm
Flügeldurchmesser:	D = 50,0 mm
Flügelschaftdurchm.:	d = 13,0 mm
Dicke Flügelbleche	s = 1,5 mm
Flächenverhältnis:	R _a = 0,12

Flügeltyp Nr. B (großer Flügel 2023-05):	
Flügelform:	rechteckig
Flügelhöhe:	H = 150,0 mm
Flügeldurchmesser:	D = 75,0 mm
Flügelschaftdurchm.:	d = 16,0 mm
Dicke Flügelbleche	s = 3,0 mm
Flächenverhältnis:	R _a = 0,13

Anm.: Eingabefelder grau hinterlegt

Versuchsnummer	1	2	3	4
Bohrungsbezeichnung	BS 5	BS 10		
Bodenart	humoser Schluff	humoser Schluff		
Bohrtiefe (Vorbohrung) unter GOK [m]	2,4	2,3		
Einfuhrlänge bis Flügelmitte A [m]	0,2	0,2		
Nummer des verwendeten Flügeltyps	A	A		
externes Reibmoment vor Störung T _{ext} [Nm]	3,97	3,80		
Maximal gem. Drehmoment T _{meas,max} [Nm]	39,94	37,52		
externes Reibmoment nach Störung T _{ext*} [Nm]	2,79	1,86		
gem. Drehmoment nach Störung T _{meas,rv} [Nm]	15,06	13,39		
Korrekturbeiwert μ [-]	0,80	0,80		
Zeit bis zum Abscheren t [sek]	63,00	62,00		
Resultierende Versuchstiefe unter GOK [m]	2,6	2,5		
maximale Flügelscherfestigkeit c _{fv} [kN/m²]	78,51	73,60		
gestörte Flügelscherfestigkeit c _{rv} [kN/m²]	26,78	25,17		
Flügelempfindlichkeit/Sensitivität S _{rv} [-]	2,9	2,9		
Zeitkriterium nach DIN eingehalten?	Ja	Ja		
Flächenverhältnis R _a nach DIN eingehalten?	Ja	Ja		

undränierte Scherfestigkeit c _u [kN/m²]	62,8	58,9		
undrän. Restscherfestigkeit c _{u,Res} [kN/m²]	21,4	20,1		

Hinweise / Bemerkungen zur Versuchsdurchführung:



Laboratorien Dr. Döring Haferwende 21 28357 Bremen

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

26135 OLDENBURG

2. Oktober 2024

PRÜFBERICHT 260924089

Auftragsnr. Auftraggeber: 24.1166
 Projektbezeichnung: Umbau & Sanierung KA Twistringen
 Probenahme: durch Auftraggeber am 23.09.2024
 Probentransport: durch Auftraggeber am 26.09.2024
 Probeneingang: 26.09.2024
 Prüfzeitraum: 26.09.2024 – 02.10.2024
 Probennummer: 163533 / 24
 Probenmaterial: Wasser
 Verpackung: 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. Listen zu den Messunsicherheiten sind auf der Homepage einsehbar. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die angegebenen Prüfgegenstände. Angaben zur Fremdvergabe und Akkreditierung unter Messverfahren. Eine auszugsweise Vervielfältigung dieses Prüfberichts bedarf der schriftlichen Genehmigung durch die Laboratorien Dr. Döring GmbH. Eventuell ausgewiesene Summen einzelner Parameter werden automatisch berechnet. Die Bildung der Summen erfolgt rein numerisch und die hierbei angegebenen Stellen entsprechen nicht der Signifikanz. Bestimmungsgrenzen können matrix- / einwaagebedingt variieren.

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 ¹⁾
	Sulfat	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07 ¹⁾
	kalklös. Kohlensäure	DIN 38404-C10: 2012-12 ¹⁾
	Ammonium	DIN 38406-E5-1: 1983-10 ¹⁾
	Magnesium	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09 ¹⁾
	Eisen	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09 ¹⁾

¹⁾ Laboratorien Dr. Döring GmbH; akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018-03 durch die DAkkS gemäß D-PL-13462-01-00 für den in der Urkundenanlage genannten Umfang

Labornummer		163533			
Probenbezeichnung		BS 7 + 8	Angriffsgrad		
Parameter	Dimension				
pH-Wert bei 20 °C	-	7,4	6,5 - 5,5	< 5,5 - 4,5	< 4,5
kalklösende Kohlensäure	mg/L	< 1,0	15 - 40	> 40 - 100	> 100
Ammonium	mg/L	36	15 - 30	> 30 - 60	> 60
Sulfat	mg/L	8,6	200 - 600	> 600 - 3.000	> 3.000
Magnesium	mg/L	23	300 - 1.000	> 1.000 - 3.000	> 3.000
Eisen	mg/L	1,0			
Angriffsgrad n. DIN 4030	-	XA2	XA1	XA2	XA3

	Deckschichten (Auffüllungen - Sande/Kiese)	Deckschichten (Auffüllungen - Schluffe)	Deckschichten (schluffige Sande)	Deckschichten (humose und sandige Schluffe)	Deckschichten (Torf)	Sande	
Korngrößenverteilung mit Körnungsbändern zu überprüfen nach DIN EN ISO 17892-4 ¹⁾	nicht bestimmt	nicht bestimmt	vgl. Anlage 5	nicht bestimmt	nicht bestimmbar	vgl. Anlage 5	
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke zu überprüfen nach DIN EN ISO 14688-1 ²⁾	Steinanteil < 5 % Blockanteil < 2 %	Steinanteil < 2 % Blockanteil < 1 %	Steinanteil < 2 % Blockanteil < 1 %	Steinanteil < 2 % Blockanteil < 1 %	Steinanteil < 2 % Blockanteil < 1 %	Steinanteil < 2 % Blockanteil < 1 %	
Bodengruppe zu überprüfen nach DIN 18196	A / [SE] / [SU] / [SU*] / [OH] / [SW] / [GW]	A / [OU] / [UL] / [UM]	SU / SU*	OU / UL / UM	HZ	SE / SU / SU*	
Feuchtdichte zu überprüfen nach DIN EN ISO 17892-2 ²⁾	1,7 g/cm³ bis 2,0 g/cm³	1,5 g/cm³ bis 1,9 g/cm³	1,7 g/cm³ bis 1,9 g/cm³	1,5 g/cm³ bis 1,9 g/cm³	1,1 g/cm³ bis 1,3 g/cm³	1,7 g/cm³ bis 1,9 g/cm³	
Kohäsion zu überprüfen nach DIN EN ISO 17892-8 bis -10 ²⁾	-	0 bis 15 kN/m²	-	0 bis 15 kN/m²	-	-	
undränirierte Scherfestigkeit zu überprüfen nach DIN 4094-4 / DIN EN ISO 17892-7 bis -9	-	5 bis 65 kN/m²	-	5 bis 65 kN/m²	-	-	
Sensitivität zu überprüfen nach DIN4094-4	-	-	-	-	-	-	
Konsistenz zu überprüfen nach DIN EN ISO 14688-1	-	steif / steif bis halbfest	-	weich / steif / steif bis halbfest	-	-	
Wassergehalt zu überprüfen nach DIN EN ISO 17892-1	10 % bis 30 %	10 % bis 50 %	10 % bis 25 %	10 % bis 50 %	50 % bis 150 %	10 % bis 30 %	
Plastizitätszahl zu überprüfen nach DIN EN ISO 17892-12	-	0,1 bis 0,5 / leicht bis mittel plastisch	-	0,1 bis 0,5 / leicht bis mittel plastisch	-	-	
Konsistenzzahl zu überprüfen nach DIN EN ISO 17892-12	-	0,75 bis 1,0	-	0,5 bis 1,0	-	-	
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	unbekannt / nur zum Teil bestimmt (voraussichtlich locker / mitteldicht / dicht)	-	locker / mitteldicht / dicht	-	-	locker / mitteldicht / dicht	
Sondierwiderstände CPT (q_c) Ergänzende Angabe zur Lagerungsdichte n. BAW-Merkblatt MEH	keine Angabe (zumeist im Vorschachtbereich der CPT)	-	rd. 1 bis 7 MN/m²	-	-	rd. 5 bis 21 MN/m²	
Organischer Anteil zu überprüfen nach DIN 18128	0 % bis 6 % nicht bis mittel organisch	2 % bis 20 % schwach bis mittel organisch	0 % bis 2 % nicht bis schwach organisch	0 % bis 15 % nicht bis mittel organisch	15 % bis 50 % mittel bis stark organisch	0 % bis 2 % nicht bis schwach organisch	
Benennung und Beschreibung organischer Böden zu überprüfen nach DIN EN ISO 14688-1	lokal (schwache) humose Beimengungen	(schwache) humose Beimengungen	lokal schwache humose Beimengungen / vereinzelt humose Linsen	lokal humose Beimengungen / vereinzelt humose Linsen	Torf mit Faserresten	vereinzelt humose Schlufflinsen	
Kalkgehalt zu überprüfen nach DIN 18129	-	-	-	-	-	-	
Abrasivität zu überprüfen nach NF P18-579 ³⁾	schwach bis mittel abrasiv	nicht bis kaum abrasiv	schwach bis mittel abrasiv	nicht bis kaum abrasiv	nicht bis kaum abrasiv	schwach bis mittel abrasiv	
Sulfatgehalt (wasserlöslich) zu überprüfen nach DIN 18129	-	-	-	-	-	-	
Bemerkungen	Abdeckung durch 5 cm Grasnarbe bzw. Pflastersteine / Bodenfremdstoffe (Klinkerreste, Schlacke, Schotter, Ziegelreste)	Bodenfremdstoffe (Klinkerreste, Schlacke, Schotter)	-	-	-	lokal schluffige Sande erkundet / BS 6: Einlagerung aus sandigen Schluffen	

- 1) Steine und Blöcke sind in den Korngrößenverteilungen nicht enthalten
- 2) auf Basis der Genese und der Petrographie nach eigenen Erfahrungswerten abgeschätzt
- 3) nach Thuro, K.; Käsling, H. (2010): "Bestimmung der Gesteinsabrasivität - Versuchstechniken und Anwendung" abgeschätzt



Eigenschaften und Kennwerte der Homogenbereiche

Umbau und Sanierung Kläranlage (KA) Twistringen

Anlage 9

Projektnummer: 24.1166
Datum: 22.10.2024

Projekt: OOWV Umbau und Sanierung KA Twistringen / 24.1166

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 - 5,0	5,0	0,00	0	0,000	0,000	nicht tragfähig
2	5,0 - 10,0	5,0	12,00	0	0,115	2,400	Sand
3	10,0 - 13,0	3,0	8,00	0	0,077	1,600	Sand
4	13,0 - 15,0	2,0	14,00	0	0,134	2,800	Sand
5	15,0 - 16,0	1,0	11,00	0	0,106	2,200	Sand
6	16,0 - 18,0	2,0	17,00	0	0,144	3,200	Sand
7	18,0 - 20,0	2,0	13,00	0	0,125	2,600	Sand

Pfahlgeometrie

Pfahlbezeichnung: Teilverdrängungsschraubbohrpfahl

Schaftdurchmesser: 42 cm

Spitzendurchmesser: 42 cm

Minimale Pfahllänge: 10,0 m

Maximale Pfahllänge: 15,0 m

Schaftumfang: 1,32 m

Fußfläche: 0,14 m²

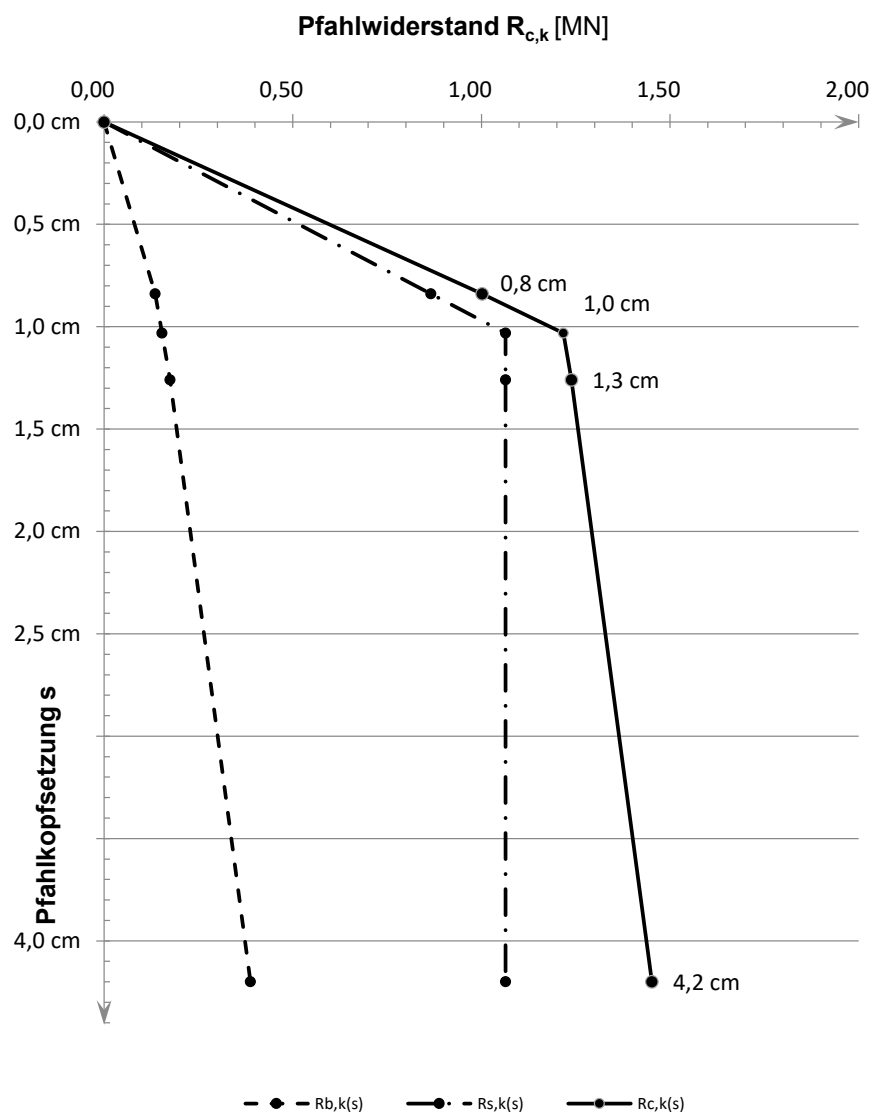
Pfahlwiderstände R_{1k} (längenabhängig)

Pfahllänge [m]	$R_{c,k}$ [MN]	$R_{s,k}$ [MN]	$R_{b,k}$ [MN]
10,0	0,982	0,760	0,222
10,5	1,032	0,811	0,222
11,0	1,083	0,861	0,222
11,5	1,134	0,912	0,222
12,0	1,184	0,963	0,222
12,5	1,235	1,013	0,222
13,0	1,452	1,064	0,388
13,5	1,541	1,153	0,388
14,0	1,546	1,241	0,305
14,5	1,635	1,330	0,305

Pfahlwiderstände (setzungsabhängig)

Die Berechnung erfolgt für eine Pfahllänge von 13,0 m

Bezogene Setzung	Pfahlkopfsetzung [cm]	$R_{s,k(s)}$ [MN]	$R_{b,k(s)}$ [MN]	$R_{c,k(s)}$ [MN]
$s/D = 0,02$	0,8 cm	0,866	0,136	1,002
s_{sg}	1,0 cm	1,064	0,154	1,218
$s/D = 0,03$	1,3 cm	1,064	0,175	1,239
$s/D = 0,10$	4,2 cm	1,064	0,388	1,452

Widerstandsetzungsline

Projekt: OOWV Umbau und Sanierung KA Twistringen / 24.1166

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 - 5,0	5,0	0,00	0	0,000	0,000	nicht tragfähig
2	5,0 - 10,0	5,0	12,00	0	0,106	2,400	Sand
3	10,0 - 13,0	3,0	8,00	0	0,070	1,600	Sand
4	13,0 - 15,0	2,0	14,00	0	0,123	2,800	Sand
5	15,0 - 16,0	1,0	11,00	0	0,097	2,200	Sand
6	16,0 - 18,0	2,0	17,00	0	0,132	3,200	Sand
7	18,0 - 20,0	2,0	13,00	0	0,114	2,600	Sand

Pfahlgeometrie

Pfahlbezeichnung: Teilverdrängungsschraubbohrpfahl

Schaftdurchmesser: 52 cm

Spitzendurchmesser: 52 cm

Minimale Pfahllänge: 10,0 m

Maximale Pfahllänge: 15,0 m

Schaftumfang: 1,63 m

Fußfläche: 0,21 m²

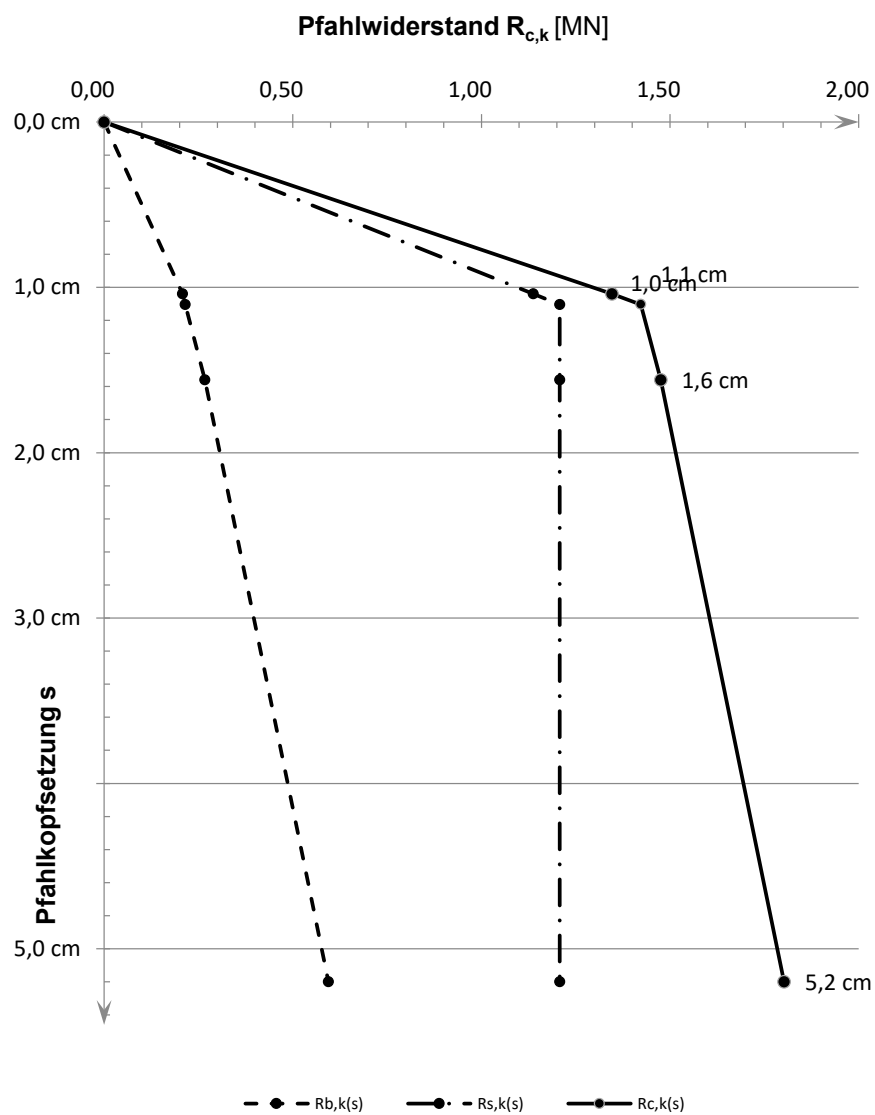
Pfahlwiderstände R_{1k} (längenabhängig)

Pfahllänge [m]	$R_{c,k}$ [MN]	$R_{s,k}$ [MN]	$R_{b,k}$ [MN]
10,0	1,202	0,863	0,340
10,5	1,260	0,920	0,340
11,0	1,317	0,978	0,340
11,5	1,375	1,035	0,340
12,0	1,432	1,093	0,340
12,5	1,490	1,150	0,340
13,0	1,802	1,208	0,595
13,5	1,775	1,308	0,467
14,0	1,876	1,409	0,467
14,5	1,977	1,509	0,467
15,0	2,077	1,610	0,467

Pfahlwiderstände (setzungsabhängig)

Die Berechnung erfolgt für eine Pfahllänge von 13,0 m

Bezogene Setzung	Pfahlkopfsetzung [cm]	$R_{s,k(s)}$ [MN]	$R_{b,k(s)}$ [MN]	$R_{c,k(s)}$ [MN]
$s/D = 0,02$	1,0 cm	1,138	0,208	1,346
s_{sg}	1,1 cm	1,208	0,215	1,423
$s/D = 0,03$	1,6 cm	1,208	0,268	1,475
$s/D = 0,10$	5,2 cm	1,208	0,595	1,802

Widerstandsetzungsline

Projekt: OOWV Umbau und Sanierung KA Twistringen / 24.1166

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 - 5,0	5,0	0,00	0	0,000	0,000	nicht tragfähig
2	5,0 - 10,0	5,0	12,00	0	0,192	3,000	Sand
3	10,0 - 13,0	3,0	8,00	0	0,128	2,000	Sand
4	13,0 - 15,0	2,0	14,00	0	0,224	3,500	Sand
5	15,0 - 16,0	1,0	11,00	0	0,176	2,750	Sand
6	16,0 - 18,0	2,0	17,00	0	0,240	4,250	Sand
7	18,0 - 20,0	2,0	13,00	0	0,208	3,250	Sand

Pfahlgeometrie

Pfahlbezeichnung: Vollverdrängungsbohrpfahl - System "Fundex"

Schaftdurchmesser: 38 cm

Spitzendurchmesser: 45 cm

Minimale Pfahllänge: 10,0 m

Maximale Pfahllänge: 15,0 m

Schaftumfang: 1,19 m

Fußfläche: 0,16 m²

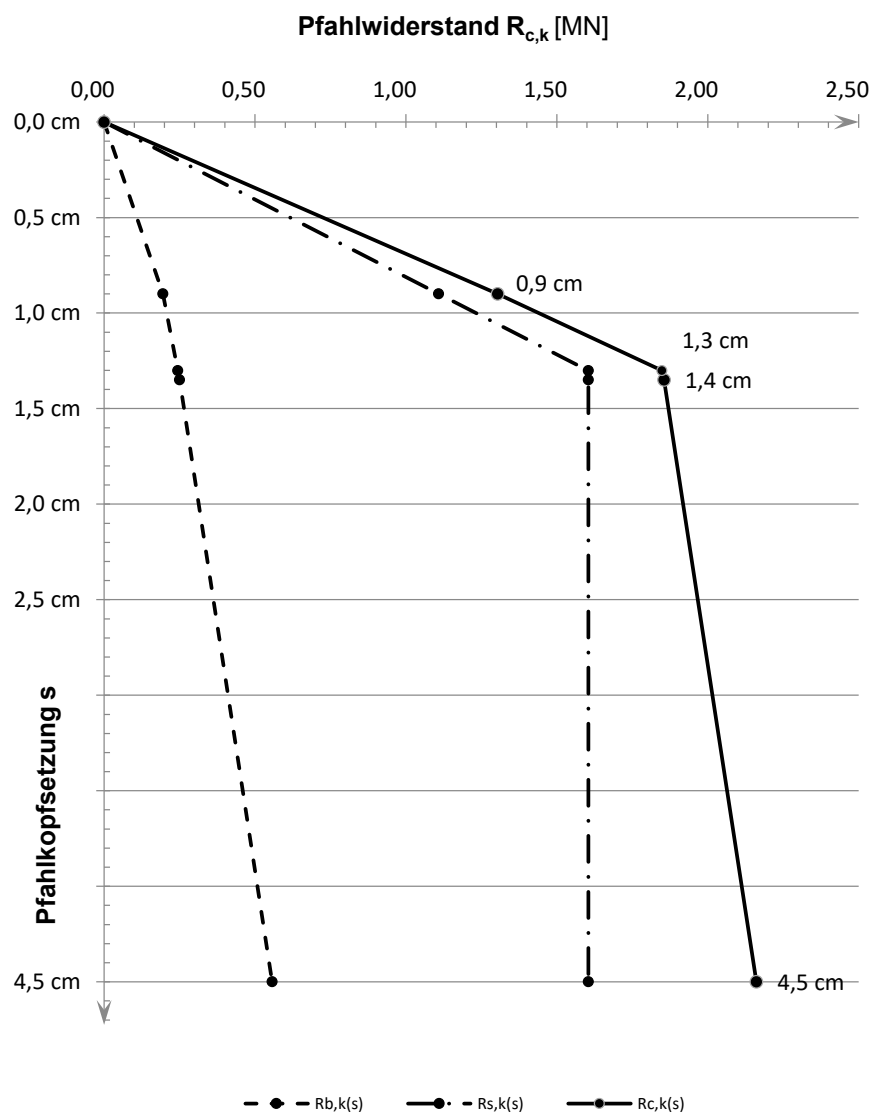
Pfahlwiderstände R_{1k} (längenabhängig)

Pfahllänge [m]	$R_{c,k}$ [MN]	$R_{s,k}$ [MN]	$R_{b,k}$ [MN]
10,0	1,464	1,146	0,318
10,5	1,541	1,222	0,318
11,0	1,617	1,299	0,318
11,5	1,693	1,375	0,318
12,0	1,770	1,452	0,318
12,5	1,846	1,528	0,318
13,0	2,161	1,604	0,557

Pfahlwiderstände (setzungsabhängig)

Die Berechnung erfolgt für eine Pfahllänge von 13,0 m

Bezogene Setzung	Pfahlkopfsetzung [cm]	$R_{s,k(s)}$ [MN]	$R_{b,k(s)}$ [MN]	$R_{c,k(s)}$ [MN]
$s/D = 0,02$	0,9 cm	1,109	0,195	1,304
s_{sg}	1,3 cm	1,604	0,245	1,849
$s/D = 0,03$	1,4 cm	1,604	0,250	1,855
$s/D = 0,10$	4,5 cm	1,604	0,557	2,161

Widerstandsetzungsline

Projekt: OOWV Umbau und Sanierung KA Twistringen / 24.1166

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 - 5,0	5,0	0,00	0	0,000	0,000	nicht tragfähig
2	5,0 - 10,0	5,0	12,00	0	0,192	3,000	Sand
3	10,0 - 13,0	3,0	8,00	0	0,128	2,000	Sand
4	13,0 - 15,0	2,0	14,00	0	0,224	3,500	Sand
5	15,0 - 16,0	1,0	11,00	0	0,176	2,750	Sand
6	16,0 - 18,0	2,0	17,00	0	0,240	4,250	Sand
7	18,0 - 20,0	2,0	13,00	0	0,208	3,250	Sand

Pfahlgeometrie

Pfahlbezeichnung: Vollverdrängungsbohrpfahl - System "Fundex"

Schaftdurchmesser: 44 cm

Spitzendurchmesser: 56 cm

Minimale Pfahllänge: 10,0 m

Maximale Pfahllänge: 15,0 m

Schaftumfang: 1,38 m

Fußfläche: 0,25 m²

Pfahlwiderstände R_{1k} (längenabhängig)

Pfahllänge [m]	$R_{c,k}$ [MN]	$R_{s,k}$ [MN]	$R_{b,k}$ [MN]
10,0	1,820	1,327	0,493
10,5	1,908	1,415	0,493
11,0	1,997	1,504	0,493
11,5	2,085	1,592	0,493
12,0	2,173	1,681	0,493
12,5	2,262	1,769	0,493
13,0	2,720	1,858	0,862
13,5	2,690	2,013	0,677
14,0	2,845	2,167	0,677

Pfahlwiderstände (setzungsabhängig)

Die Berechnung erfolgt für eine Pfahllänge von 13,0 m

Bezogene Setzung	Pfahlkopfsetzung [cm]	$R_{s,k(s)}$ [MN]	$R_{b,k(s)}$ [MN]	$R_{c,k(s)}$ [MN]
$s/D = 0,02$	1,1 cm	1,456	0,302	1,758
s_{sg}	1,4 cm	1,858	0,349	2,207
$s/D = 0,03$	1,7 cm	1,858	0,388	2,246
$s/D = 0,10$	5,6 cm	1,858	0,862	2,720

Widerstandsetzungsline