

GRUNDBAUINGENIEURE STEINFELD UND PARTNER

BERATENDE INGENIEURE mbB

Anleger für verflüssigte Gase (AvG) in Stade-Bützfleth und Umbau Südhafen

2. Bericht

Baugrundbeurteilung und geotechnische
Angaben für den Aus-, Um- und Neubau
von 1,5 km Straße und 2 Querungen des HWS-Deiches

Hamburg, den 17. Mai 2021 - Auftr.-Nr. 023908+/1



Inhaltsverzeichnis

	<u>Seite</u>
1. Veranlassung.....	1
2. Unterlagen.....	2
3. Baugelände, vorhandene und geplante Bebauung	2
3.1 Baugelände und vorhandene Bebauung	2
3.2 Geplante Bebauung	3
4. Baugrund.....	4
4.1 Baugrundaufschluss.....	4
4.2 Baugrundaufbau	5
4.2.1 Genereller Baugrundaufbau	5
4.2.2 Baugrundaufbau innerhalb des Deichquerschnittes (BS 1 bis BS 10, DS 1b, DS 2).....	6
4.2.3 Baugrundaufbau am wasserseitigen Deichfuß (Altaufschlüsse).....	7
5. Wasserstände und Wasser im Baugrund.....	8
5.1 Tidewasserstände der Elbe	8
5.2 Wasserstände im Baugrund	8
5.3 Bemessungswasserstände	9
5.4 Wasserqualität	9
6. Bodenkennwerte	10
6.1 Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen	10
6.1.1 Wassergehalt	10
6.1.2 Glühverlust.....	10
6.1.3 Korngrößenverteilung	11
6.2 Bodenkennwerte und Bodengruppen	11
6.3 Homogenbereiche.....	12

Seite

7.	Geotechnische Angaben	13
7.1	Geotechnische Angaben zur Straßengründung	13
7.2	Isolinienpläne (Weichschichtendicke und Weichschichtenunterkante)	14
7.3	Ergebnisse der Setzungs- und Konsolidationsberechnungen	15
7.4	Hinweise zur Planung und Bauausführung	16
7.5	Auswirkungen der Baumaßnahme auf Nachbarbauwerke / HWS-Deich	18
7.6	Zustandsfeststellung	20
8.	Zusammenfassung	20

Anlagenverzeichnis

023908/17	Übersichtsplan, M 1: 20.000
023908/18	Lageplan, M 1: 2.500
023908/19.1 und 19.2	Bohrprofile und Drucksondierungen, M 1: 100
023908/20.1 bis 20.5	Kornverteilungen
023908/21.1 bis 21.5	Homogenbereiche
023908/22.1	Isolinienplan Weichschichtendicke
023908/22.2	Isolinienplan Weichschichtenunterkante
023908/23.1 und 23.2	Ergebnisse Standsicherheitsberechnungen HWS-Deich



Hanseatic Energy Hub GmbH
c/o Niedersachsen Port GmbH & Co. KG
Niederlassung Cuxhaven
Am Schleusenpriel 2
27472 Cuxhaven

Reimersbrücke 5
20457 Hamburg
Telefon: 040 389139-0
Telefax: 040 3809170
www.steinfeld-und-partner.de
Steuer-Nr.: 48/661/00263
USt-IdNr.: DE 117943142
DNV GL Zertifiziertes Management-
System mit dem Standard SCC**: 2011

Auftragsnummer

023908+/1

17. Mai 2021
- Ks/EI -

Anleger für verflüssigte Gase (AvG) in Stade-Bützfleth
und Umbau Südhafen

hier: Baugrundbeurteilung und geotechnische Angaben für den Aus-, Um- und
Neubau von 1,5 km Straße und 2 Querungen des HWS-Deiches

Auftrag vom 14.12.2020
Anlagen: 023908/17 bis 23 (s. Anlagenverzeichnis)

2. Bericht

1. Veranlassung

Die Hanseatic Energy Hub GmbH plant den Neubau des Tanker Liegeplatzes für verflüssigte Gase (AvG) in Stade-Bützfleth und die Umgestaltung des Südhafens. Als Grundlage für das im Vorwege erforderliche Planfeststellungsverfahren liegt unser 1. Bericht für die konstruktiven Bauwerken auf der Basis vorliegender Altaufschlüsse zum Baugrund vor, mit entsprechenden Vorabangaben zum Baugrund und zu den Gründungsempfehlungen (Unterlage U 2.5).

Der vorliegende 2. Bericht enthält die Baugrundbeurteilung und die geotechnischen Angaben für den Aus-, Um- und Neubau von 1,5 km Straße sowie für die 2 Querungen des HWS-Deiches. Die parallel geplante Deichbaumaßnahme (Deichaufhöhung und Deichverbeiterung) ist im



Einzelnen nicht Bestandteil dieses geotechnischen Berichtes. Die Auswirkungen der Geländeaufhöhungen und der innerhalb des HWS-Deiches verlaufenden Straße auf die Standsicherheit des HWS-Deiches sind an einem Berechnungsbeispiel enthalten.

2. Unterlagen

Für die Bearbeitung stehen uns die nachfolgend genannten Unterlagen zur Verfügung.

Von der Niedersachsen Ports GmbH & Co. KG, Niederlassung Cuxhaven:

U 2.1 Lageplan Deich, Schnitte, Blatt-Nr.: Anlage 5.4, M 1:1.000 / 1:250 und aktualisierte Unterlagen mit Stand vom 05.05.2021, aufgestellt am 26.10.2020, Eingang am 09.03. und am 06.05.2021

Von der Fugro Germany Land GmbH, Lilienthal:

U 2.2 Sondierdiagramme von 2 Drucksondierungen (DS 1 und DS 2) nach DIN 4094-1, Drucksondierungen ausgeführt am 21.09.2020, Eingang am 25.09.2020

Von der Knut Rösch GmbH, Hamburg:

U 2.3 Schichtenverzeichnisse, 89 gestört entnommene Bodenproben und 40 Umweltproben (Gläser) aus 10 Kleinbohrungen (BS 1 bis BS 10) nach DIN EN ISO 22475-1 bis in eine Tiefe von rd. 15,0 m unter Ansatzpunkt, Kleinbohrungen ausgeführt im Zeitraum vom 21.09. bis 24.09.2020, Eingang am 28.09.2020

Eigene Archivunterlagen:

U 2.4 Neubau eines Schiffsanlegers und eines Kühlwassersystems im Zuge des geplanten Industriekraftwerkes auf dem DOW-Gelände in Stade, Auftr.-Nr. 017974, 1. Bericht vom 19.04.2012: „Baugrundbeurteilung und Gründungsempfehlung“

U 2.5 Anleger für verflüssigte Gase (AvG) und Umbau Südhafen in Stade-Bützfleth, Auftr.-Nr. 023908, 1. Bericht vom 19.04.2021: „Vorabangaben zum Baugrund und zu den Gründungsempfehlungen im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens“

3. Baugelände, vorhandene und geplante Bebauung

3.1 Baugelände und vorhandene Bebauung

Das Baugelände befindet sich in Stade-Bützfleth am Westufer der Elbe und ist dem beiliegenden Lage- und Übersichtsplan in den Anlagen 023908/17 und 18 zu entnehmen.

Die Deichkronenoberkante des vorhandenen HWS-Deiches liegt im geplanten Baubereich gemäß den Schnitten A bis E des Lageplanes (Unterlage U 2.1) zwischen rd. NHN +7,8 m und rd. NHN +8,2 m. Nach der Höheneinmessung der Bohr- und Sondieransatzpunkte



(Unterlage U 2.3) ergeben sich Höhen der Deichkronenoberkante zwischen rd. NHN +6,6 m (BS 8) und rd. NHN +8,3 m (DS 2). Das Deichvorland liegt überwiegend auf Höhen zwischen rd. NHN +2,0 m und rd. NHN +4,4 m.

Die Geometrie und die Querschnittsabmessungen des bestehenden HWS-Deiches sind in der Unterlage U 2.1 dargestellt.

3.2 Geplante Bebauung

Die Geometrie und die Querschnittsabmessungen des geplanten HWS-Deiches, der Straße sowie der 2 Querungen des HWS-Deiches sind in der Unterlage U 2.1 dargestellt.

Entsprechend Unterlage U 2.1 ist eine wasserseitige Deichverbreiterung und Deicherhöhung auf überwiegend NHN +9,3 m geplant. Nach Angabe von Niedersachsen Ports vom 21.04.2021 ist aktuell eine Deicherhöhung auf überwiegend NHN +9,8 m geplant. Die Planunterlage wurde von Niedersachsen Ports mit Stand vom 05.05.2021 (U 2.1) überarbeitet. Für den westlich abzweigenden Deichbereich läuft die geplante Deicherhöhung im Gefälle auf rd. NHN +8,5 m aus.

Mit der neu geplanten Deichgeometrie ergibt sich eine Erhöhung der Deichkronenoberkante von im Mittel etwa 1,8 m und eine Geländeaufhöhung im wasserseitigen, mit 1 : 4 geneigten Böschungsbereich von im Mittel etwa 2,5 m. Im wasserseitigen Böschungsbereich mit geplanter Straße beträgt die maximale Geländeaufhöhung etwa 4,0 m (s. Schnitt A + 0,5 m).

Der Aus-, Um- und Neubau von etwa 1,5 km Straße sowie die 2 Querungen des HWS-Deiches sind wie folgt vorgesehen:

Die zukünftige Straße wird im Anschluss an die aufgeständerte Anlegerplattform von Norden beginnend zunächst auf die zukünftige Deichkronenoberkante (NHN +9,8 m, nördlich Schnitt B) zulaufen. Die 1. Deichquerung nördlich von Schnitt B verschwenkt bis in Höhe von Schnitt C auf die Binnenseite des HWS-Deiches. Entsprechend der binnenseitig geplanten Straßenoberkante von maximal NHN +3,6 m ergibt sich ab Schnitt C in



Richtung Süden und dann nach Westen abzweigend (Schnitt E) eine binnenseitige Geländeaufhöhung von ca. 0,6 m.

Die 2. Deichquerung verläuft östlich von Schnitt D. Die wasserseitig des HWS-Deiches bis auf NHN +4,0 m geplante Geländeaufhöhung für einen 3,5 m breiten Weg entspricht einer wasserseitigen Geländeaufhöhung von maximal ca. 2,4 m. Östlich von Schnitt E wird der neue Weg dann binnenseitig des HWS-Deiches parallel zur neu geplanten Straße verlaufen.

Eine genauere Straßenplanung, z. B. mit Angaben zum geplanten Straßenoberbau, liegt aktuell noch nicht vor. Für unsere Setzungsabschätzungen im Straßenbereich können wir angabegemäß von einer SLW 33 Verkehrsbelastung ausgehen. Entsprechend wird für die Setzungsabschätzungen eine setzungswirksame Verkehrslast von $p_v = 10 \text{ kN/m}^2$ berücksichtigt.

4. Baugrund

4.1 Baugrundaufschluss

Zur Erkundung des Baugrundes wurden im Zeitraum vom 21. bis zum 24.09.2020 10 Kleinbohrungen (BS 1 bis BS 10) nach DIN EN ISO 22475-1 bis in eine Tiefe von rd. 15 m (BS 1 bis BS 3) unter Geländeoberkante (GOK) sowie zwei Drucksondierungen (DS 1b und DS 2) nach DIN EN ISO 22476-1 bis in Tiefen zwischen rd. 33,5 m (DS 2) und rd. 42,2 m (DS 1b) unter GOK ausgeführt.

Die Drucksondierungen (DS 1 und DS 1a) mussten hindernisbedingt in einer Tiefe von rd. 8,4 m bzw. rd. 9,0 m unter GOK vorzeitig abgebrochen und in versetzter Lage (DS 1b) neu ausgeführt werden.

Die Lage der Ansatzpunkte der v. g. Aufschlüsse geht aus dem Lageplan in Anlage 023908/18 hervor.



Die Ergebnisse der Bohrungen sind nach unserer manuellen und visuellen Bodenprobenbewertung und nach den Tiefenangaben in den Schichtenverzeichnissen des Bohrunternehmers (Unterlage U 2.3) in den beiliegenden Anlagen 023908/19.1 und 19.2 als höhengerechte Bohrprofile dargestellt. In den Bohrprofilardarstellungen sind unsere Bodenprobenbewertung und die Laborversuchsergebnisse eingearbeitet worden.

Die Ergebnisse der Drucksondierungen sind als höhengerecht aufgetragene Diagramme in der Anlage 023908/19.1 dargestellt. Aufgetragen sind dabei über die Sondiertiefe der Spitzenwiderstand q_c (MN/m²) und die Mantelreibung τ_m (MN/m²) sowie das daraus abgeleitete Reibungsverhältnis $R_f = 100 \cdot \tau_m / q_c$.

Im Zuge der Bohrarbeiten wurden parallel auch 40 Glasproben zur orientierenden Schadstoffuntersuchung des Bodens nach TR LAGA Boden (2004) und DepV entnommen. Diese Bodenproben mit Stand vom September 2020 lagern noch in unserem Labor und sollten vom für die Schadstoffuntersuchungen beauftragten Ingenieurbüro abgeholt werden.

4.2 Baugrundaufbau

4.2.1 Genereller Baugrundaufbau

Der generelle Baugrundaufbau lässt sich wie folgt zusammenfassen (von oben nach unten):

- Auffüllung aus Klei (teilweise als Außenabdichtung des HWS-Deiches)
- Auffüllung aus Sanden (Deichkern)
- gewachsene organische Weichschichten aus Klei, z. T. mit Sandeinlagerungen bzw. Klei und Sande in Wechsellagerung, mit Ausnahme der BS 4 bis BS 6 (kein Klei)
- Sande bis zu den Bohrendtiefen, in den tiefer reichenden Drucksondierungen mit eingelagerten bindigen Schichten in geringen Schichtdicken.



4.2.2 Baugrundaufbau innerhalb des Deichquerschnittes (BS 1 bis BS 10, DS 1b, DS 2)

Innerhalb des HWS-Deiches wurde ein sehr unregelmäßiger Schichtenaufbau festgestellt.

Nach den Ergebnissen der BS 1 bis BS 10, DS 1b und DS 2 (Unterlage U 2.2 und U 2.3) wurden innerhalb des Deichquerschnittes unter Ansatzpunkt zwischen rd. 4,3 m (BS 7) und rd. 7,5 m (BS 1) dicke Auffüllungen aus Klei und Sand erkundet.

Ab der Deichoberkante wurde mit Ausnahme der BS 1 und der BS 10 (sandige Auffüllung) planmäßig eine Kleiabdichtung (Auffüllung aus Klei) eingebaut. Die Schichtdicken der planmäßigen äußeren Kleiabdichtung vermuten wir anhand der Aufschlussresultate zwischen rd. 1,2 m und rd. 1,9 m. Unterhalb der Kleiabdichtung wurden bereichsweise entweder weitere Auffüllungen aus Klei bis maximal rd. 3,8 m (BS 2) unter Deichoberkante oder Sandauffüllungen (Deichkernbereich) erkundet. Die Konsistenz der Kleiabdichtung ist überwiegend weich bis steif und vereinzelt steif. An einigen Bodenproben konnte keine Konsistenz ermittelt werden (zerbohrte Proben).

Eine eindeutige Schichtabgrenzung zwischen der planmäßigen äußeren Kleiabdichtung und der darunter bereichsweise folgenden weiteren Auffüllung aus Klei sowie zwischen den Sandauffüllungen und den darunter anstehenden gewachsenen Sanden ist anhand der Bodenproben nicht möglich gewesen.

Entsprechend den Drucksondierergebnissen ergibt sich für die Sandauffüllungen (Deichkernbereich) teilweise eine sehr lockere bzw. lockere Lagerungsdichte und teilweise eine mitteldichte Lagerung.

Unterhalb der Auffüllungen aus Klei und aus Sand wurde überwiegend eine Weichschicht aus Klei in sehr unterschiedlichen Schichtdicken zwischen rd. 2,2 m (BS 2) und rd. 8,6 m (BS 8) erkundet. Die Schichtunterkanten des Kleis liegen in Tiefen zwischen rd. NHN -1,6 m (BS 2) und rd. NHN -8,4 m (BS 8), wobei in der BS 8 die Schichtunterkante bei der Bohrendtiefe noch nicht erkundet wurde. In den Kleinbohrungen BS 4 bis BS 6 wurde kein gewachsener Klei erkundet. Hier folgen unterhalb der Auffüllungen gewachsene Sande bis zu den Bohrendtiefen.



Die Weichschichtendicke und die Weichschichtenunterkante sind in den beiliegenden Isolinienplänen auf den Anlagen 023908/22.1 und 22.2 dargestellt. In den Isolinienplänen ist der Schichtenverlauf zwischen den Bohr- und Sondierpunkten generalisiert und interpoliert berücksichtigt. Mit Abweichungen vom dargestellten interpolierten Verlauf zwischen den Bohr- und Sondierpunkten ist zu rechnen.

Unterhalb der kompakten Kleischicht bzw. unterhalb der Auffüllungen folgen gewachsene Sande, häufig mit unterschiedlich vielen eingelagerten Kleistreifen oder in Wechselagerung mit Klei (z. B. BS 7). Die Sande bestehen aus überwiegend Fein- und Mittelsanden, teilweise mit humosen und schluffigen Bestandteilen.

Die gewachsenen Sande weisen gemäß den Drucksondierergebnissen zunächst eine lockere Lagerungsdichte und mit zunehmender Tiefe eine mitteldichte, dichte und sehr dichte Lagerung auf. Die Sande wurden auch in den tiefer reichenden Drucksondierertiefen noch nicht durchteuft (s. Anlage 023908/19.1).

4.2.3 Baugrundaufbau am wasserseitigen Deichfuß (Altaufschlüsse)

Nach den Ergebnissen der Altaufschlüsse BS 1,alt bis BS 8,alt (Unterlage U 2.4) wurden am wasserseitigen Deichfuß unter Bohransatzpunkt zunächst zwischen rd. 1,6 m (BS 7,alt) und rd. 3,3 m (BS 1,alt) dicke Auffüllungen aus Klei und lokal unterhalb einer Deckschicht aus Klei auch aus Sand (BS 1,alt und BS 2,alt) erbohrt. In den Kleinbohrungen BS 2,alt bis BS 8,alt werden die Auffüllungen bis in Tiefen zwischen rd. NHN +0,1 m (BS 7,alt) und rd. NHN -1,7 m (BS 3,alt) von kompakten Kleischichten unterlagert.

Unterhalb der kompakten Kleischichten bzw. unterhalb der Auffüllungen (BS 1,alt) folgen Sande mit unterschiedlich vielen eingelagerten Kleistreifen in Schichtdicken von maximal rd. 0,8 m (BS 6,alt). In der Kleinbohrung BS 7,alt wurde in einer Tiefenlage zwischen rd. NHN -8,0 m und rd. NHN -10,5 m eine kompakte Kleischicht in den Sanden erkundet. Die kleistreifigen Sande wurden bis zur Bohrendtiefe von rd. 18,0 m unter Ansatzpunkt, entsprechend bis maximal rd. NHN -15,0 m (BS 3,alt), nicht durchteuft.



5. Wasserstände und Wasser im Baugrund

5.1 Tidewasserstände der Elbe

Gemäß Unterlage U 2.5 und den Angaben vom NLWKN, Betriebsstelle Stade, gelten für den Pegel Stadersand folgende Tidewasserstände der Elbe:

HHT _{hw}	NHN +6,07 m (03.01.1976)
M _T _{hw}	NHN +1,74 m
M _T _{nw}	NHN -1,29 m
NNT _{nw}	NHN -3,46 m.

5.2 Wasserstände im Baugrund

Nach Beendigung der Bohrarbeiten wurden in den landseitig ausgeführten Altaufschlüssen (B 19,alt bis B 22,alt und BS 3,alt bis BS 8,alt) Grundwasserstände zwischen rd. NHN -0,8 m (B 20,alt) und rd. NHN +1,3 m (B 21,alt) gemessen, wobei es sich um nicht ausgepegelte Grundwasserstände handelt. Es ist davon auszugehen, dass es sich bei dem in den Kleinbohrungen BS 1,alt und BS 2,alt nach Bohrende gemessenen Wasserstand in einer Höhe von rd. NHN +1,9 m (BS 1,alt) bzw. rd. NHN +2,2 m (BS 2,alt) um eine Überlagerung aus dem Grundwasserdruckniveau und Stauwasser handelt.

Während bzw. nach Beendigung der Bohrarbeiten wurden in den aktuell ausgeführten Bohrungen (BS 1 bis BS 10) Grundwasserstände zwischen rd. NHN -2,8 m (BS 1) und rd. NHN +3,8 m (BS 5) gemessen, wobei es sich um nicht ausgepegelte Grundwasserstände handelt.

Aktuelle Ergebnisse von ausgepegelten Grundwasserstandsmessungen aus landseitigen Grundwassermessstellen liegen in den Unterlagen mit den Altaufschlüssen (U 2.4) nicht vor. Grundwasserstandsmessungen mittels von elektronischen Pegelschreibern sind im Rahmen der im Jahre 2022 geplanten Haupterkundung geplant.

Der Grundwasserstand bzw. das entsprechend gespannte Grundwasserdruckniveau in den unterhalb der wasserundurchlässigen organischen Weichschichten anstehenden Sanden korrespondiert in Abhängigkeit vom Abstand zur Uferlinie zeitlich phasenverschoben und



unterschiedlich stark gedämpft mit den Tidewasserständen der Elbe. Für das mittlere Grundwasserdruckniveau kann erfahrungsgemäß zunächst von etwa NHN +0,5 m ausgegangen werden.

5.3 Bemessungswasserstände

Für den HWS-Deich ist im Bereich Stade-Bützfleth nach Angabe vom Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN), Betriebsstelle Stade, aktuell ein Sturmflutbemessungswasserstand von NN +7,5 m zu berücksichtigen. Diese Angabe haben wir aus den Daten der E-Mail vom 20.04.2021 ermittelt (aktuelle Bestickfestsetzung für die Elbdeiche im Verbandsgebiet des Deichverbandes Kehdingen-Oste).

Das Druckniveau des in den Sanden unterhalb der organischen Weichschichten gespannt anstehenden Grundwassers ist vom Tidewasserstand der Elbe abhängig. Unter Berücksichtigung eines Sturmflutwasserstandes von z. B. NHN +6,0 m (HHThw: NHN +6,07 m) empfehlen wir von einem maximalen Grundwasserdruckniveau von zunächst etwa NHN +4,0 m auszugehen.

In den sandigen Deichauffüllungen oberhalb der gering wasserdurchlässigen, wasserstauenden Weichschicht aus Klei kann sich Stauwasser bilden. Die Höhe dieser Stauwasserstände ist vor allem von der Intensität und Dauer der Niederschläge, den Versickerungsmöglichkeiten, der Höhenlage des Wasserstauers (Klei) abhängig. Örtliche Stauwasserstände bis nahe der vorhandenen Deichoberkante sind daher bei extremen Niederschlagsereignissen möglich.

5.4 Wasserqualität

Zur Beurteilung der Beton- und Stahlaggressivität des Wassers wurden aus den landseitig ausgeführten Altbohrungen B 20 und B 21 (Unterlage U 2.4) zwei Wasserproben entnommen und auf Betonaggressivität gemäß DIN 4030, Teil 1, und auf Korrosionswahrscheinlichkeit von Stählen gemäß DIN 50929, Teil 3, analysiert.



Danach wurden die Wasserproben als schwach betonangreifend beurteilt (Expositions-kategorie XA1). Die Wahrscheinlichkeit für Flächenkorrosion und für Mulden- und Lochkorrosion wird generell als sehr gering bzw. gering eingestuft.

6. Bodenkennwerte

6.1 Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen

6.1.1 Wassergehalt

Zur allgemeinen und vergleichenden Beurteilung der Weichschichten wurde in unserem Labor an ausgewählten Bodenproben der Wassergehalt nach DIN 18121, Teil 1, bestimmt. Die Einzelwerte der ermittelten Wassergehalte sind auf den Anlagen 023908/19.1 und 19.2 rechts neben den Bohrprofilen, den Probeentnahmetiefen zugeordnet, eingetragen. Es ergeben sich folgende Grenz- und Mittelwerte:

Tabelle 1 Wassergehalte

Bodenart	Versuchsanzahl	Wassergehalt w [%]		
		min.	mittl.	max.
Klei, aufgefüllt	8	24,9	38,5	61,9
Klei	4	45,2	55,3	63,9

6.1.2 Glühverlust

Zur Ermittlung des organischen Anteiles wurde an ausgewählten Bodenproben aus dem aufgefüllten Klei der Glühverlust nach DIN 18128 mit folgenden Ergebnissen bestimmt:

Tabelle 2 Glühverluste

Bodenart	Versuchsanzahl	Glühverlust Vgl (%)		
		min.	mittl.	max.
Klei, aufgefüllt	7	0,4	1,3	1,6



Die Einzelwerte sind auf den Anlagen 023908/19.1 und 19.2, den Probeentnahmetiefen zugeordnet, links neben der Bezeichnung der Bodenart angegeben.

Die ermittelten Glühverluste wurden bei der Benennung der Bodenarten nach DIN 4022, Teil 1, berücksichtigt. Bei einem Massenanteil zwischen $V_{gl} = 2\%$ und 5% erfolgt gemäß DIN 4022 eine Einstufung in schwach humose Böden.

6.1.3 Korngrößenverteilung

An insgesamt 11 Bodenproben wurde die Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4 bestimmt. Die ermittelten Korngrößenverteilungen sind bei der Benennung der Bodenarten in den Bohrprofilen auf den Anlagen 023908/19.1 und 19.2 berücksichtigt worden und in Form von Körnungslinien auf den Anlagen 023908/20.1 bis 20.5 dargestellt.

6.2 Bodenkennwerte und Bodengruppen

Nach unserer visuellen und manuellen Beurteilung der Bodenproben, den Ergebnissen der bodenmechanischen Laboruntersuchungen gemäß Abschn. 6.1 sowie nach uns vorliegenden Versuchsergebnissen an vergleichbaren Bodenarten sind in erdstatischen Berechnungen die in Tabelle 3 angegebenen Bodenkennwerte als charakteristische Werte anzusetzen. In Tabelle 3 sind ferner die den einzelnen Bodenarten zuzuordnenden Bodengruppen nach DIN 18196 angegeben.

**Tabelle 3** Charakteristische Bodenkennwerte, Bodengruppen

Bodenart	Wichte γ/γ' [kN/m ³]	Scherfestigkeit			Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m ²]	Boden- gruppe nach DIN 18196
		φ'_k [°]	c'_k [kN/m ²]	$c_{u,k}$ [kN/m ²]		
Auffüllungen aus Sand mit humosen Bestandteilen	18/10	30	0	-	10 - 15	[SE, SI, SW, OH, SU]
Klei, z. T. aufgefüllt, $w < 60\%$	16/6	17,5	10	20	3,0 - 4,0	OU, OT, UM, SU*, ST*
Klei, $60\% \leq w \leq 100\%$	15/5	17,5	7,5	17,5	2,0 - 3,0	OU, OT, UM, TM, TA, SU*, ST*
Sande mit organischen Einlagerungen und Wechselagerung aus Klei und Sand	18/10	27,5 bis 30	5 bis 0	-	5 - 15	SE, SI, SW, OU
Sande - mitteldicht gelagert - dicht und sehr dicht gelagert	19/11	35 37,5	0 0	-	≥ 60 ≥ 100	SE, SI, SW

6.3 Homogenbereiche

Unter Berücksichtigung der geplanten Erdbauarbeiten werden die folgenden Homogenbereiche H 1 bis H 5 unter Beachtung der DIN 18300:2019-09 (Erdarbeiten), DIN 18301:2019-09 (Bohrarbeiten) und DIN 18304:2019-09 (Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten) festgelegt:

Homogenbereich H 1	Auffüllungen aus Sand
Homogenbereich H 2	Klei, z. T. aufgefüllt, $w < 60\%$
Homogenbereich H 3	Klei, $60\% \leq w \leq 100\%$
Homogenbereich H 4	Sande mit organischen Einlagerungen und Wechselagerung aus Klei und Sand
Homogenbereich H 5	Sande



Die für die Homogenbereiche H 1 bis H 5 geltenden bodenmechanischen Eigenschaften sind in den Anlagen 023908/21.1 bis 21.5 zusammengestellt.

Bei der Abschätzung der Bandbreite der bodenmechanischen Eigenschaften der einzelnen Homogenbereiche in den Anlagen 023908/21.1 bis 21.5 wurden die bodenmechanischen Laborversuchsergebnisse gemäß Abschn. 6.1 sowie uns vorliegende Erfahrungswerte vergleichbarer Böden herangezogen. Aufgrund natürlicher geogen bedingter Unregelmäßigkeiten sind jedoch Abweichungen davon möglich.

7. Geotechnische Angaben

7.1 Geotechnische Angaben zur Straßengründung

Für die 1,5 km Straße und die 2 Querungen des HWS-Deiches sind im Zusammenhang mit der geänderten Deichgeometrie auf der Wasserseite und teilweise auf der Binnenseite des HWS-Deiches entsprechende Geländeaufhöhungen vorgesehen, die in Abs. 3.2 genauer beschrieben werden.

Für die Gründung und die spätere Unterhaltung der Straße, einschließlich der 2 Querungen des HWS-Deiches sowie für ggf. vorgesehene Leitungen sind die aus den Geländeaufhöhungen resultierenden, langfristig zu erwartenden Setzungen (s. Abs. 7.3) im Zuge der Erdbau- und der Straßenplanung zu berücksichtigen. Wir gehen nach Fertigstellung von langfristig zulässigen Restsetzungen von $s \leq 7$ cm für die geplanten Straßen und die ggf. vorgesehenen Leitungen aus.

Um die nach Straßenfertigstellung infolge der Geländeaufhöhungen langfristig zu erwartenden Restsetzungen auf $s \leq 7$ cm zu begrenzen, empfehlen wir im Zuge der planmäßigen Geländeaufhöhungen, in den Teilbereichen der Straße mit Geländeaufhöhungen von $h > 1,5$ m, eine geringfügige Sandüberschüttung zur Setzungsvorwegnahme einzubauen. Bezogen auf die geplanten Straßenoberkanten kann zunächst von einer ca. 1 m hohen Sandüberschüttung und von einer ca. 4 monatigen Liegezeit der Sandüberschüttung ausgegangen werden. Zugehörigen Setzungsmessungen und Auswertungen sind einzuplanen. Setzungsbeschleunigende Maßnahmen (Vertikaldränagen) sind nicht erforderlich.



In den Teilbereichen der Straße mit Geländeaufhöhungen von $h < 1,5$ m ist vor Ausführung des Straßenoberbaues zumindest eine entsprechende Liegezeit der Geländeaufhöhung mit zugehörigen Setzungsmessungen und Auswertungen einzuplanen.

Genauere Angaben zur v. g. vorlaufenden Baugrundverbesserung sind im Rahmen der weiteren Planung zu erarbeiten.

An alle einzubauenden Sande sind folgende Anforderungen zu stellen:

- Schluffgehalt ≤ 5 Gew. - %
- Ungleichförmigkeit $c_u \geq 2$
- Z0 gemäß LAGA.

Unter Berücksichtigung der vorgesehenen Verkehrsbelastung (SLW 33) empfehlen wir folgende erforderliche Verformungsmoduli für den Straßenunterbau / Straßenoberbau:

- Oberkante Planum $E_{v2} \geq 45$ kN/m²
- Oberkante Tragschicht $E_{v2} \geq 120$ kN/m².

In Teilbereichen der geplanten Straße, in denen keine bzw. sehr geringe Geländeaufhöhungen geplant sind (z. B. Deichbinnenseite, Schnitt D), wird wegen des auf dem Planum erforderlichen Verformungsmoduls von $E_{v2} \geq 45$ kN/m² im Falle von anstehenden Kleiauffüllungen ein Bodenaustausch (Sand) von ca. 0,5 m erforderlich.

7.2 Isolinienpläne (Weichschichtendicke und Weichschichtenunterkante)

Die summierte Weichschichtendicke und die auf mNHN bezogene Weichschichtenunterkante sind in den beiliegenden Isolinienplänen in den Anlagen 023908/22.1 und 22.2 dargestellt.

Diese Pläne veranschaulichen die im geplanten Bauflächenbereich sehr wechselhaften Baugrundverhältnisse bzw. Weichschichtendicken und können als eine Grundlage für die Erdbauplanungen der Straßen- und der Deichbaumaßnahme dienen.



In den Isolinienplänen ist der Schichtenverlauf zwischen den Bohr- und Sondierpunkten generalisiert und interpoliert berücksichtigt. Mit Abweichungen vom dargestellten interpolierten Verlauf zwischen den Bohr- und Sondierpunkten ist zu rechnen.

7.3 Ergebnisse der Setzungs- und Konsolidationsberechnungen

Den Setzungsabschätzungen für die Straßenbaumaßnahme einschließlich der Deichquerungen liegen folgende Randbedingungen zu Grunde:

- Baugrundsichtung und Bodenkennwerte gemäß Abschn. 4 und 6.2
- setzungswirksame Geländeaufhöhungen entsprechend Abschn. 3.2, im Mittel ca. 2,5 m bis 3 m
- im Straßenbereich setzungswirksame Verkehrslast von $p = 10 \text{ kN/m}^2$.

Unter Berücksichtigung von durchgeführten Setzungsrechnungen werden die ohne Baugrundverbesserungsmaßnahmen zu erwartenden Setzungen in der folgenden Bandbreite abgeschätzt:

- Setzungen ohne Baugrundverbesserung: $5 \text{ cm} \leq \text{ca. } s \leq 15 \text{ cm}$.

Dabei ist zu beachten, dass diese Bandbreite entsprechende Inhomogenitäten des Baugrundes (z. B. unterschiedliche Schichtarten, Schichtdicken, Steifemoduli) berücksichtigen. Des Weiteren lassen sich aus der Bandbreiten keine genaueren örtlichen Zuordnungen von punktuellen Einzelsetzungen ableiten, da eine nur begrenzte Anzahl von punktuellen Baugrundaufschlüssen zugrunde liegt. Die Baugrundsichtung variiert erfahrungsgemäß in geringer Entfernung von vorhandenen Ansatzpunkten.

Es handelt sich um Gesamtsetzungen, die sich unter Berücksichtigung der anstehenden Bodenschichten zeitlich etwa wie folgt einstellen werden:

- 15 % Sofortsetzung
- 60 % Primärsetzung (Konsolidierung)
- 25 % Sekundärsetzung (Kriechen).



Die Primär- und insbesondere die Sekundärsetzungen treten ohne setzungsbeschleunigende Maßnahmen zeitlich stark verzögert erst innerhalb eines relativ großen Zeitraumes (Jahre bis Jahrzehnte) auf.

Für die in Abschn. 3.2 angegebenen Geländeaufhöhungen ist nach einer Liegezeit der ca. 1 m hohen bauzeitlichen Sandüberschüttung von zunächst angenommen ca. $T = 4$ Monaten in den Straßenteilbereichen gemäß Abs. 7.1 auch ohne setzungsbeschleunigende Vertikaldränagen eine ausreichende Konsolidierung der Weichschichten zu erwarten, um die langfristigen Restsetzungen für die geplante Straße und die ggf. vorgesehenen Leitungen auf $s \leq 7$ cm zu begrenzen.

Infolge der geplanten binnenseitigen Deichverschiebung und -erhöhung (s. Schnitt A) ist unmittelbar im Anschluss an die mit Stahlrohren aufgeständerte Anlegerplattform (Tiefgründung) mit Deichsetzungen von ca. $s \leq 10$ cm zu rechnen. Für die Dimensionierung einer in diesem Übergangsbereich zu empfehlenden Schleppplatte ist in Abhängigkeit vom geplanten Bauablauf (z. B. Zeitpunkt der Baugrundverbesserung) zunächst von Setzungsdifferenzen von etwa $\Delta s = 10$ cm auszugehen. Eine Überprüfung und ggf. Verifizierung der anzusetzenden Setzungsdifferenz ist im Zuge der weiteren Planung erforderlich.

Wir empfehlen, die genaueren Deichsetzungen außerhalb der geplanten Straßenbereiche im Zuge der weiteren Planung für die Deichbaumaßnahme gesondert zu untersuchen.

7.4 Hinweise zur Planung und Bauausführung

Im Zusammenhang mit den Schnittstellen zur parallel laufenden HWS-Deichbaumaßnahme sind die „Empfehlungen für die Ausführung von Küstenschutzwerken EAK 2002“ des Fachausschusses für Küstenschutzwerke der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e. V. (DGGT) und der Hafentechnischen Gesellschaft e. V. (HTG) sind zu beachten.

Folgende Hinweise zur Planung und Bauausführung der Straßenbaumaßnahme einschließlich der Deichquerungen sind zu beachten:



Für die Dimensionierung der innerhalb des HWS-Deiches im Anschluss an die aufgeständerte Anlegerplattform zu empfehlenden Schleppplatte sind vom Tragwerksplaner die in Abs. 7.3 angegebenen Setzungsdifferenzen zu berücksichtigen. Die Schleppplattenlänge sollte mindestens $L = 10$ m betragen. Als Auflager auf dem HWS-Deichkörper empfehlen wir die Ausführung eines Stahlbetonfundamentes. Der Bemessungswert des Sohlwiderstandes ($\sigma_{R,d}$ nach EC 7) ist auf einen grundbruchsicheren Wert von zu begrenzen. Hierzu ist im Rahmen der weiteren Planung eine Abstimmung zwischen dem Tragwerksplaner und dem Sachverständigen für Geotechnik erforderlich.

Für die im Straßenbereich einschließlich der Deichquerungen erforderlichen Einbausande empfehlen wir, die zu erreichende mindestens mitteldichte Lagerung der Einbausande mittels Sondierungen mit der leichten Rammsonde (DPL-5) nach ehemaliger DIN 4094-3 im Rahmen einer Eigen- und Fremdüberwachung nachweisen zu lassen. Dabei sind unter einer rd. 0,4 m dicken Störzone Schlagzahlen von mindestens $N_{10} \geq 10$ zu erreichen.

Die Teilbereiche mit sandigen Aushubsohlen sind in mehreren Verdichtungsübergängen kreuzweise nachzuverdichten. Dabei ist eine mindestens mitteldichte Lagerung zu erreichen.

Sofern an der planmäßigen Aushubsohle / Planum für Teilbereiche der geplanten Straße bodenmechanisch nicht geeignete Böden (z. B. Kleiauffüllungen, Klei) vorhanden sind, empfehlen wir einen mind. 0,5 m dicken Bodenaustausch. Dabei ist beim Bodenaustausch ein Lastausbreitungswinkel von 45° nach außen zu berücksichtigen. Als Austauschsand ist ein bodenmechanisch geeigneter Sand (Schluffgehalt ≤ 5 Gewichts-%, Ungleichförmigkeit $C_U \geq 2$) zu verwenden. Die Austauschsande sind lagenweise einzubauen und dabei auf eine mindestens mitteldichte Lagerung zu verdichten.

Nach länger anhaltenden, ergiebigen Niederschlägen können Stauwasserstände in sandigen Auffüllungen oberhalb der gering wasserdurchlässigen Weichschichten bis nahe der Geländeoberkante vorhanden sein. Während der Bauzeit ist dann in Höhe der Aushubsohle eine offene Wasserhaltung (Dränageleitungen mit Pumpensämpfen) zur Fassung und



Ableitung von Stau-, Sicker- und Niederschlagswasser nach Bedarf einzubauen und zu betreiben.

Für die Planung und die Bauausführung der geplanten Verkehrsflächen sind die Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen RStO 12, Ausgabe 2012 (Korrekturen Juni 2020) zu beachten und die darin angegebenen Verformungsmoduli E_{v2} für das Planum und die Tragschichten anhand von statischen Plattendruckversuchen nach DIN 18134 nachzuweisen. Der Prüfumfang ergibt sich gemäß den Angaben in den Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau (ZTVE-StB 09) und in den Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Tragschichten im Straßenbau (ZTVT-StB 95/02).

7.5 Auswirkungen der Baumaßnahme auf Nachbarbauwerke / HWS-Deich

Im Zuge des Baues der 1,5 km Straße einschließlich der Deichquerungen soll gleichzeitig eine Anpassung der Deichgeometrie (Deichaufhöhung und Deichverbeiterung) erfolgen.

Um die Auswirkungen der Straßenbaumaßnahmen einschließlich der Geländeaufhöhungen und der Verkehrslast auf die Standsicherheit des HWS-Deiches zu prüfen, haben wir für den Schnitt A (s. Unterlage U 2.1) beispielhaft Berechnungen zur Geländebruchsicherheit unter folgenden Randbedingungen durchgeführt:

- Berechnungen mit dem EDV-Programm Stability, Version 13.01 (2019) der Fa. GGU Software, Braunschweig
- Berechnungen nach DIN 4084 auf der Grundlage des EC 7 (GEO 3) mit den Teilsicherheiten für die außergewöhnlichen Bemessungssituationen (BS-A) einer Sturmflut (1. Berechnung) und eines ablaufenden Sturmfluthochwassers (2. Berechnung)
- Sturmflutbemessungswassersstand auf NHN +7,5 m
- Böschungs- und Straßengeometrie gemäß Schnitt A (Unterlage U 2.1) und mit aktualisierter Deichkronenoberkante von NHN +9,8 m
- charakteristische Bodenkennwerte gemäß Abs. 6.2
- Ansatz einer Verkehrslast im Straßenbereich von $p = 10 \text{ kN/m}^2$.



Die zwei Standsicherheitsberechnungen haben einen maximalen Ausnutzungsgrad von $\mu = 0,77$ (Sturmflut, 1. Berechnung) bzw. $\mu = 0,70$ (ablaufendes Sturmfluthochwasser, 2. Berechnung) ergeben. Dieser Ausnutzungsgrad liegt unterhalb des zulässigen Wertes von $\mu = 1,0$, womit eine ausreichende Standsicherheit des HWS-Deiches gegeben ist.

Die Berechnungsergebnisse zur Standsicherheit des HWS-Deiches sind in den beiliegenden Anlagen 023908/23.1 und 23.2 mit dem ungünstigsten Gleitkreis und zusammen mit den Berechnungsgrundlagen dargestellt.

Die geplanten Unterwasserböschungen für den neuen Anleger haben aufgrund des großen Abstandes zum HWS-Deich keine negativen Auswirkungen auf die Standsicherheit des HWS-Deiches.

Aufgrund der Setzungen aus den geplanten Geländeaufhöhungen wird negative Mantelreibung (Q_{neg}) auf die nahe gelegenen Stahlpfähle der im Deichvorland vorgesehenen Verladeplattform aus Stahlbeton, bis zur Unterkante der Weichschicht zusätzlich zu berücksichtigen sein. Für eine genauere Abgrenzung der betroffenen Stahlpfähle sind im Rahmen der weiteren Planung detaillierte Setzungsberechnungen erforderlich.

Die negative Mantelreibung auf die Stahlrohre berechnet sich wie folgt:

$$Q_{\text{neg}} = \sum d_i \cdot \tau_{\text{nk},i} \cdot \pi \cdot D \text{ (kN)}$$

mit d_i = Dicke der einzelnen Bodenschichten (m)

$\tau_{\text{nk},i}$ = charakteristischer Wert der negativen Mantelreibung der Bodenschichten

D = Pfahldurchmesser

Der charakteristische Wert der negativen Mantelreibung τ_{nk} ist nach dem Ansatz von BURLAND (s. DIN 1054: 2005-01, Abs. 8.3.3) mit $\tau_{\text{nk}} = K_0 \cdot \gamma' \cdot z \cdot \tan \varphi'_k$ zu ermitteln, wobei der rechnerische Wert auf maximal $\tau_{\text{nk}} = 10 \text{ kN/m}^2$ in den Weichschichten und $\tau_{\text{nk}} = 30 \text{ kN/m}^2$ in den Sanden zu beschränken ist. Der Erdruehdrukbeiwert K_0 ist mit



$K_0 = 1 - \sin \varphi'_k$ anzusetzen. Belastungen aus negativer Mantelreibung sind wie ständige Einwirkungen anzusetzen.

7.6 Zustandsfeststellung

Infolge der geplanten Bauarbeiten, insbesondere infolge der Geländeaufhöhungen sind Geländesetzungen bzw. Mitnahmesetzungen im Bereich benachbarter baulicher Anlagen (z. B. vorhandene binnenseitige Straße, ggf. vorhandene Bestandsleitungen) möglich.

Wir empfehlen an den ggf. relevanten baulichen Anlagen die Durchführung einer Zustandsfeststellung.

8. Zusammenfassung

Der vorliegende 2. Bericht enthält die Baugrundbeurteilung und die geotechnischen Angaben für den Aus-, Um- und Neubau von 1,5 km Straße sowie für die 2 Querungen des HWS-Deiches.

Die Angaben zum Baugrund sind in Abschn. 4, die Angaben zu den Wasserständen bzw. zum Wasser im Baugrund in Abschn. 5 und die charakteristischen Bodenkennwerte in Abschn. 6.2 enthalten.

Um die nach Straßenfertigstellung infolge der Geländeaufhöhungen langfristig zu erwartenden Restsetzungen auf $s \leq 7$ cm zu begrenzen, empfehlen wir im Zuge der planmäßigen Geländeaufhöhungen, in den Teilbereichen der Straße mit Geländeaufhöhungen von $h > 1,5$ m, eine geringfügige Sandüberschüttung zur Setzungsvorwegnahme einzubauen. Bezogen auf die geplanten Straßenoberkanten kann zunächst von einer ca. 1 m hohen Sandüberschüttung und von einer ca. 4 monatigen Liegezeit der Sandüberschüttung ausgegangen werden. Setzungsbeschleunigende Maßnahmen (Vertikaldränagen) sind nicht erforderlich. (s. Abschn. 7.1).

In Abschn. 7.5 wurden die Auswirkungen der geplanten Baumaßnahmen auf die Standsicherheit des HWS-Deiches untersucht.



AvG in Stade-Bützfleth
1,5 km Straße und 2 Deichquerungen

- 21 -

17. Mai 2021
Auftrags-Nr. 023908+/1

Die weiteren geotechnischen Angaben gemäß Abschn. 7 sind bei der Planung und Bauausführung zu beachten.

Bearbeiter:

Grundbauingenieure
Steinfeld und Partner
Beratende Ingenieure mbB

(Kosack)

Verteiler:

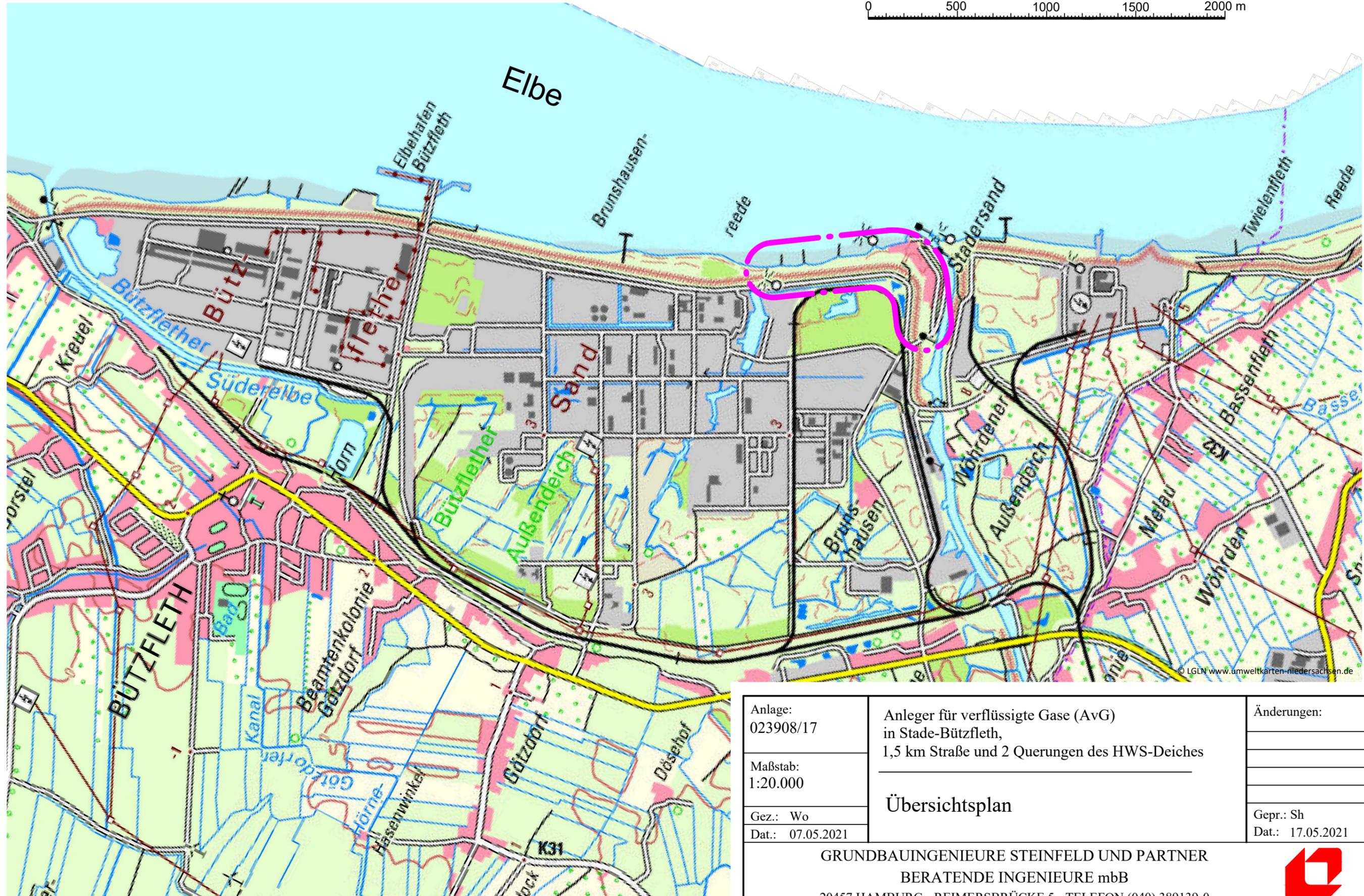
Niedersachsen Ports, Herr A. Schmidt
Ing.-Büro Tiedemann, Herr Tiedemann

1fach +CD-ROM

1fach + CD-ROM



Übersichtsplan M 1:20.000



P:1023000 bis 0239991023908 Stade-Bützleth, Anlagen03 Zeichnungen\2. Bericht1023908 Anlage 17.dwg

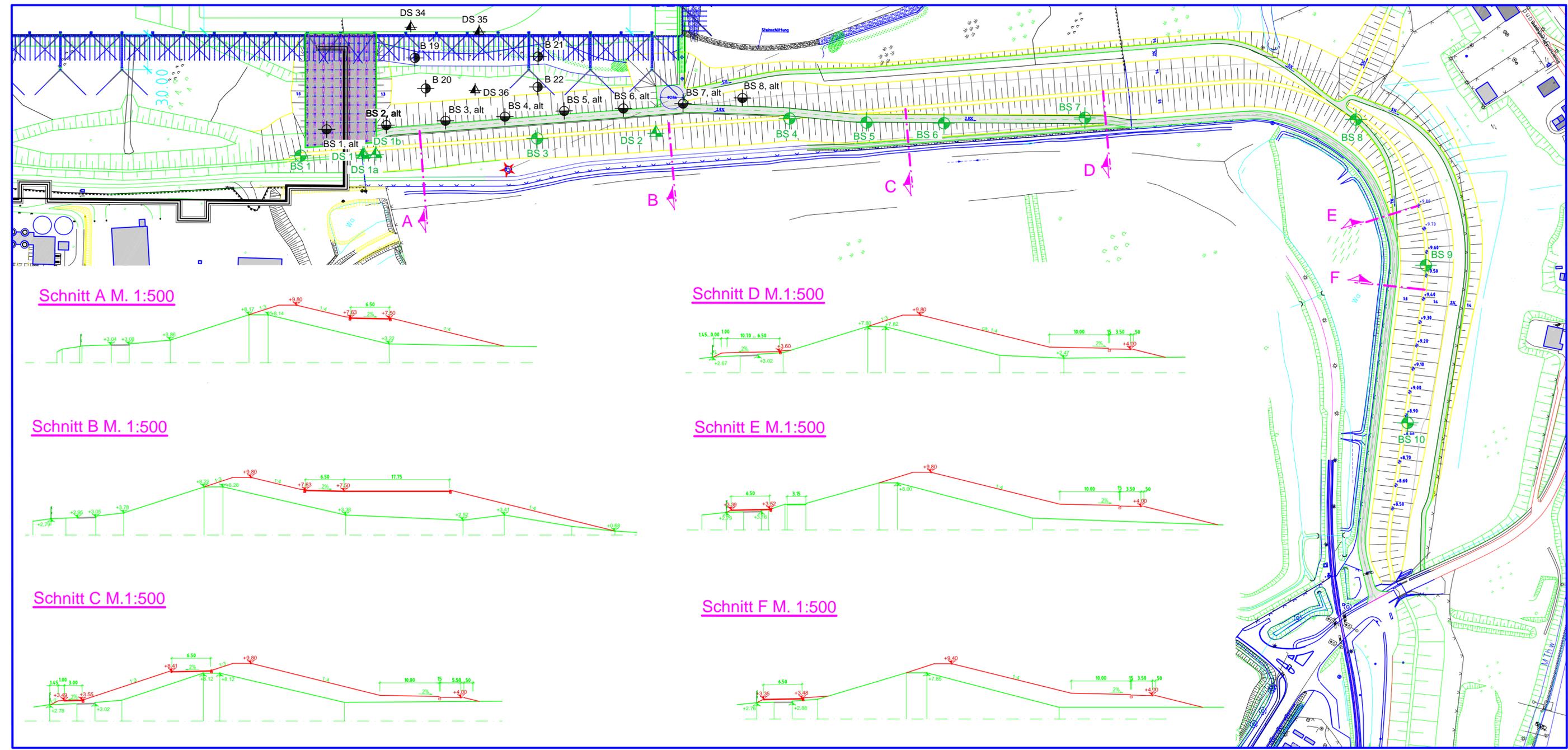
Anlage: 023908/17	Anleger für verflüssigte Gase (AvG) in Stade-Bützleth, 1,5 km Straße und 2 Querungen des HWS-Deiches	Änderungen:
Maßstab: 1:20.000		
Gez.: Wo	Übersichtsplan	Gepr.: Sh
Dat.: 07.05.2021		Dat.: 17.05.2021

GRUNDBAUINGENIEURE STEINFELD UND PARTNER
 BERATENDE INGENIEURE mbB
 20457 HAMBURG - REIMERSBRÜCKE 5 - TELEFON (040) 389139-0

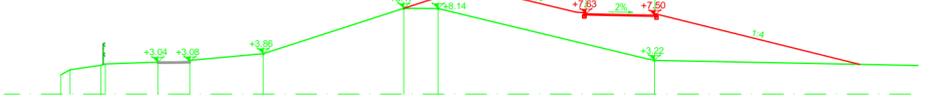




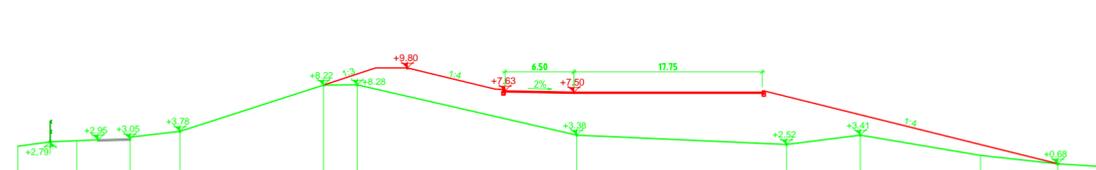
Lageplan M 1:2500



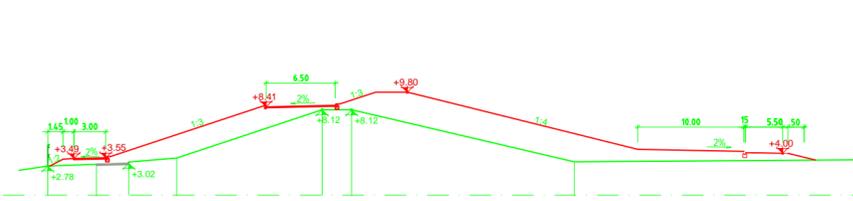
Schnitt A M. 1:500



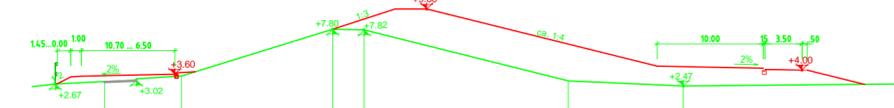
Schnitt B M. 1:500



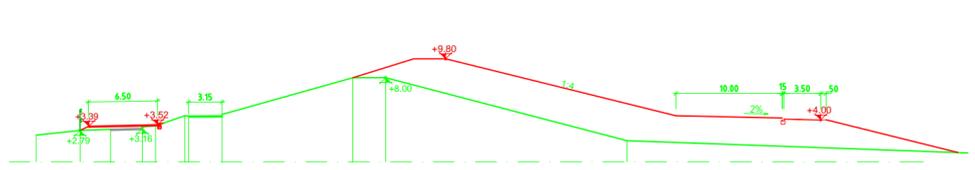
Schnitt C M.1:500



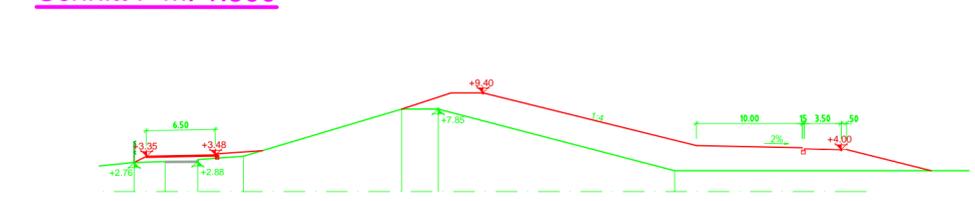
Schnitt D M.1:500



Schnitt E M.1:500



Schnitt F M. 1:500



Gauss-Krüger-Koordinaten:

Aufschlüsse	Position X	Position Y
Kleinbohrungen		
BS 1	32534129,82	5943177,17
BS 2	32534184,62	5943093,60
BS 3	32534240,15	5943010,42
BS 4	32534358,96	5942833,36
BS 5	32534387,77	5942775,08
BS 6	32534419,23	5942717,93
BS 7	32534481,23	5942616,59
BS 8	32534591,73	5942416,69
BS 9	32534512,55	5942304,72
BS 10	32534388,26	5942252,67
Drucksondierungen		
DS 1	32534155,76	5943131,43
DS 1a	32534156,26	5943130,60
DS 1b	32534161,80	5943122,27
DS 2	32534292,96	5942925,31

Legende:

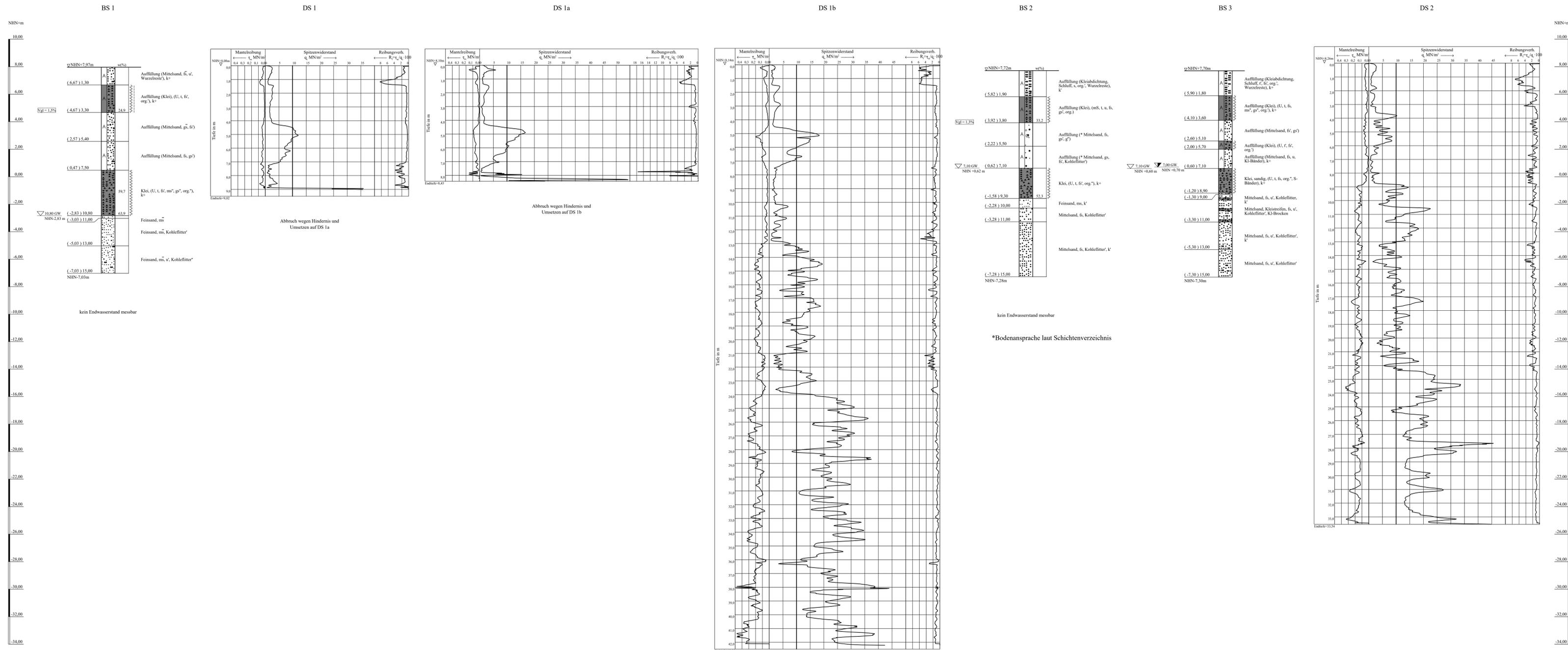
- BS 1 bis BS 10: Kleinbohrungen
- DS 1, DS 1a, DS 1b und DS 2: Drucksondierungen
- Altaufschlüsse

Plangrundlage: Anlage 1.1, Auszug aus dem Gesamtlageplan, Stand vom 5.5.2021 von der Niedersachsen Ports GmbH & Co. KG - Niederlassung Cuxhaven

Anlage: 023908/ 18	Anleger für verflüssigte Gase (AvG) in Stade-Bützfleth	Änderungen:
Maßstab: 1:2500	Lageplan Deichbereich und Schnitte A-A bis C-C	Gepr.: Sh
Gez.: Sh Dat.: 17.05.2021		Dat.: 17.05.2021
GRUNDBAUINGENIEURE STEINFELD UND PARTNER BERATENDE INGENIEURE mbB 20457 HAMBURG - REIMERSBRÜCKE 5 - TELEFON (040) 389139-0		

Bohrprofile und Drucksondierungen M 1:100

Kleinbohrungen ausgeführt von der Knut Rösch GmbH, Norderstedt, im Zeitraum vom 21.09.2020 bis zum 24.09.2020
 Drucksondierungen ausgeführt von der Fugro Germany Land GmbH, Lilienthal, am 21.09.2020



ZEICHENERKLÄRUNG (S. DIN 4023)

UNTERSUCHUNGSTILLEN
 BS Kleinbohrung

PROBLENNAMEN UND GRUNDWASSER
 Grundwasser angebohrt
 Grundwasser nach Bohrende

BOHRSAMEN		A	A
Auffüllung		G	g
Kies	kiesig	K	K
Klei		F	org.
Kleinstreifen		S	s
Mulde	organisch	U	u
Sand	sandig	T	t
Schluff	schluffig		
Ton	tonig		

KORNGRÖßENBEREICH
 f fein
 m mittel
 g grob

KALKGEHALT
 KONSISTENZ
 wch weich sw Schwach af | steif k' schwach kalkhaltig

NEBENSAMEN
 - schwach (< 15%)
 - stark (20-40%)
 - sehr schwach, sehr stark

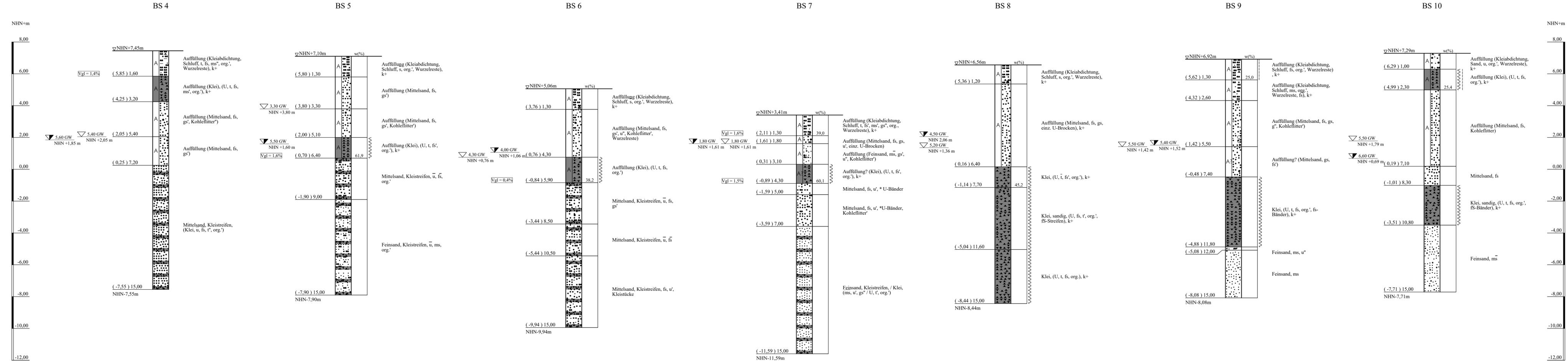
Lageplan sh. Anlage 023908/18

Anlage: 023908/19.1	Anleger für verflüssigte Gase (AvG) in Stade Bützfleth, 1,5 km Straße und 2 Querungen des HWS-Deiches	Änderungen:
Maßstab: 1:100	Bohrprofile BS 1, BS 2 und BS 3 Drucksondierungen DS 1, DS 1a, DS 1b und DS 2	1388mm x 580mm
Gest.: Wo		Gepr.: Sh
Dat.: 07.05.2021		Dat.: 17.05.2021

GRÜNDBAUINGENIEURE STEINFELD UND PARTNER
 BERATENDE INGENIEURE mbB
 20457 HAMBURG - REIMERSBRÜCKE 5 - TELEFON (040) 389139-0

Bohrprofile M 1:100

Kleinbohrungen ausgeführt von der Knut Rösch GmbH, Norderstedt, im Zeitraum vom 21.09.2020 bis zum 24.09.2020



*Bodenansprache laut Schichtenverzeichnis

ZEICHENERKLÄRUNG (S. DIN 4023)

UNTERSUCHUNGSSTELLEN
 ⊕ BS Kleinbohrung
 ▽ Grundwasser angebohrt
 ▽ Grundwasser nach Bohrende

BODENARTEN

Auffüllung	A
Auffüllung?	A?
Kies	G g
Klei	Klei
Kleistreifen	Kl Str
Mudde	F org.
Sand	S s
Schluff	U u
Ton	T t

KORNGRÖßENBEREICH

f	fein
m	mittel
g	grob

KALKGEHALT
 k⁺ kalkhaltig

KONSISTENZ
 wch ≲ weich stf | steif

NEBENTEILE

-	schwach (< 15%)
+	stark (30-40%)
++	sehr schwach; sehr stark

Lageplan sh. Anlage 023908/18

Anlage: 023908/19.2	Anleger für verflüssigte Gase (AvG) in Stade Bützfleth, 1,5 km Straße und 2 Querungen des HWS-Deiches	Änderungen:
Maßstab: 1:100	Bohrprofile BS 4, BS 5, BS 6, BS 7, BS 8, BS 9 und BS 10	
Gez.: Wo		Gepr.: Sh
Dat.: 07.05.2021		Dat.: 17.05.2021



Copyright © By IDAT GmbH 1994 - 2020 - P-023908 bis 023999/023908-Stade-Bützfleth, Anlegers 03 Zeichnungen 02, Bereich IDAT 023908 Anlage 19.2.bsp



Korngrößenverteilung

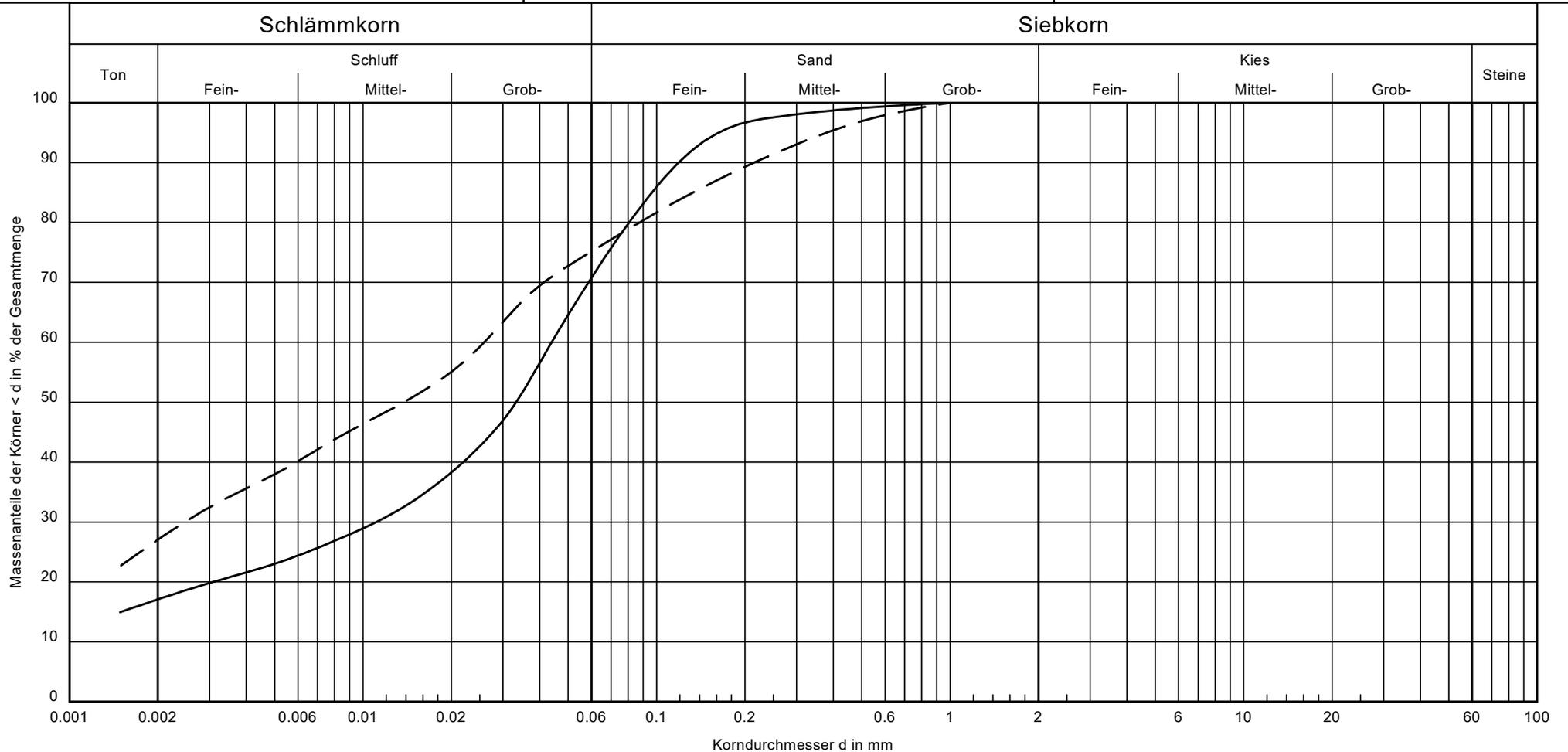
DIN EN ISO 17892-4

Auftragsnummer : 023908

Bauvorhaben : Stade-Bützfleth, Anleger

Datum : 12.10.20

Gez. : Ak



Entnahmestelle:	BS 4	BS 7
Tiefe: [m]	1,60	1,30
Labornummer:	10	9
Geologische Bez.:	Kleiabdichtung (Auffüllung)	Kleiabdichtung (Auffüllung)
Bodenart:	U, t, fs, ms"	U, t, fs', ms', gs"
Arbeitsweise:	Sieb-Schlämmanalyse	Sieb-Schlämmanalyse
Signatur	_____	_____

Anlage:
023908/20.1



Korngrößenverteilung

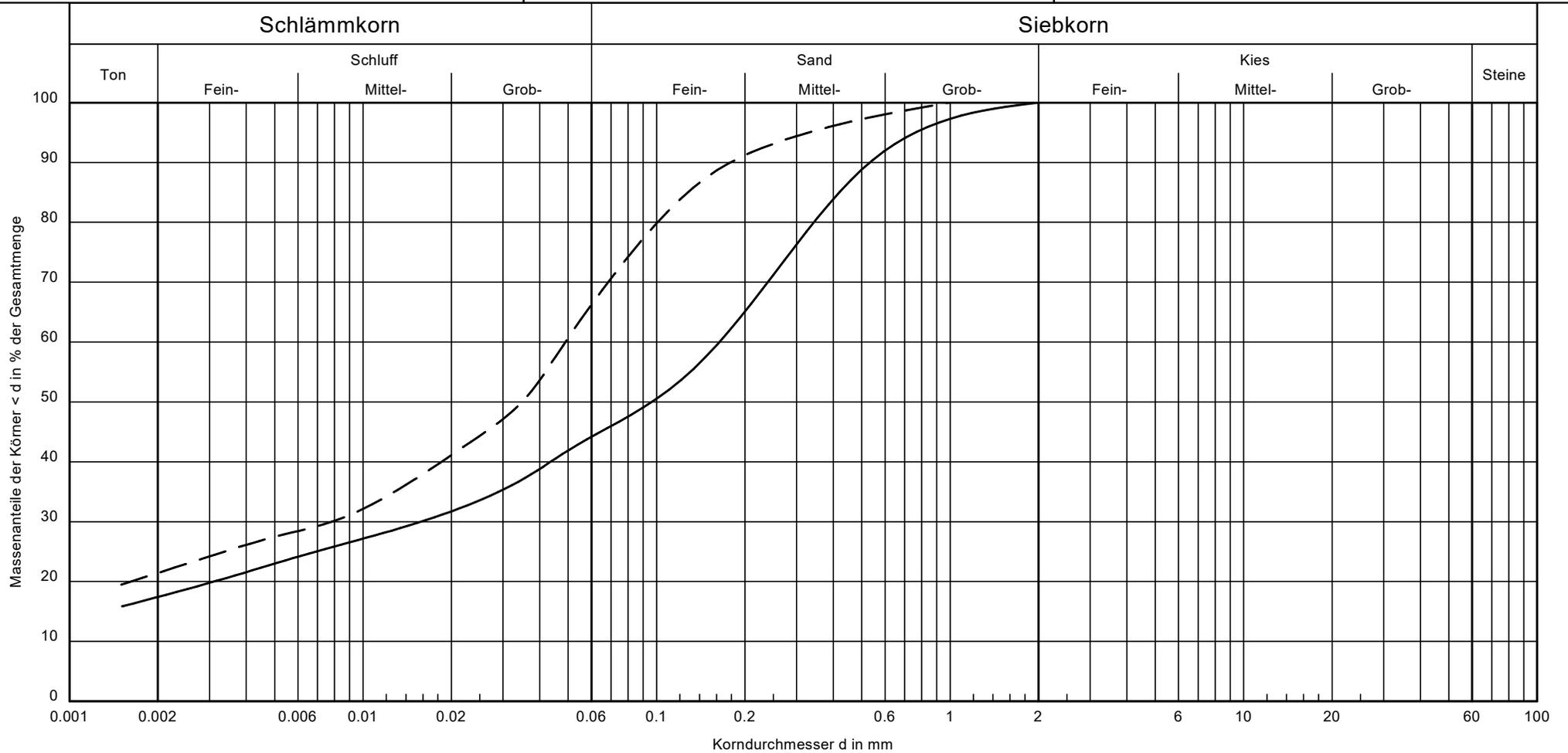
DIN EN ISO 17892-4

Auftragsnummer : 023908

Bauvorhaben : Stade-Bützfleth, Anleger

Datum : 12.10.20

Gez. : Ak



Entnahmestelle:	BS 2	BS 3
Tiefe: [m]	3,80	3,60
Labornummer:	11	7
Geologische Bez.:	Klei (Auff.)	Klei (Auff.)
Bodenart:	mS, fs, t, u, gs'	U, t, fs, ms', gs''
Arbeitsweise:	Sieb-Schlämmanalyse	Sieb-Schlämmanalyse
Signatur	—————	—————

Anlage:
023908/20.2



Korngrößenverteilung

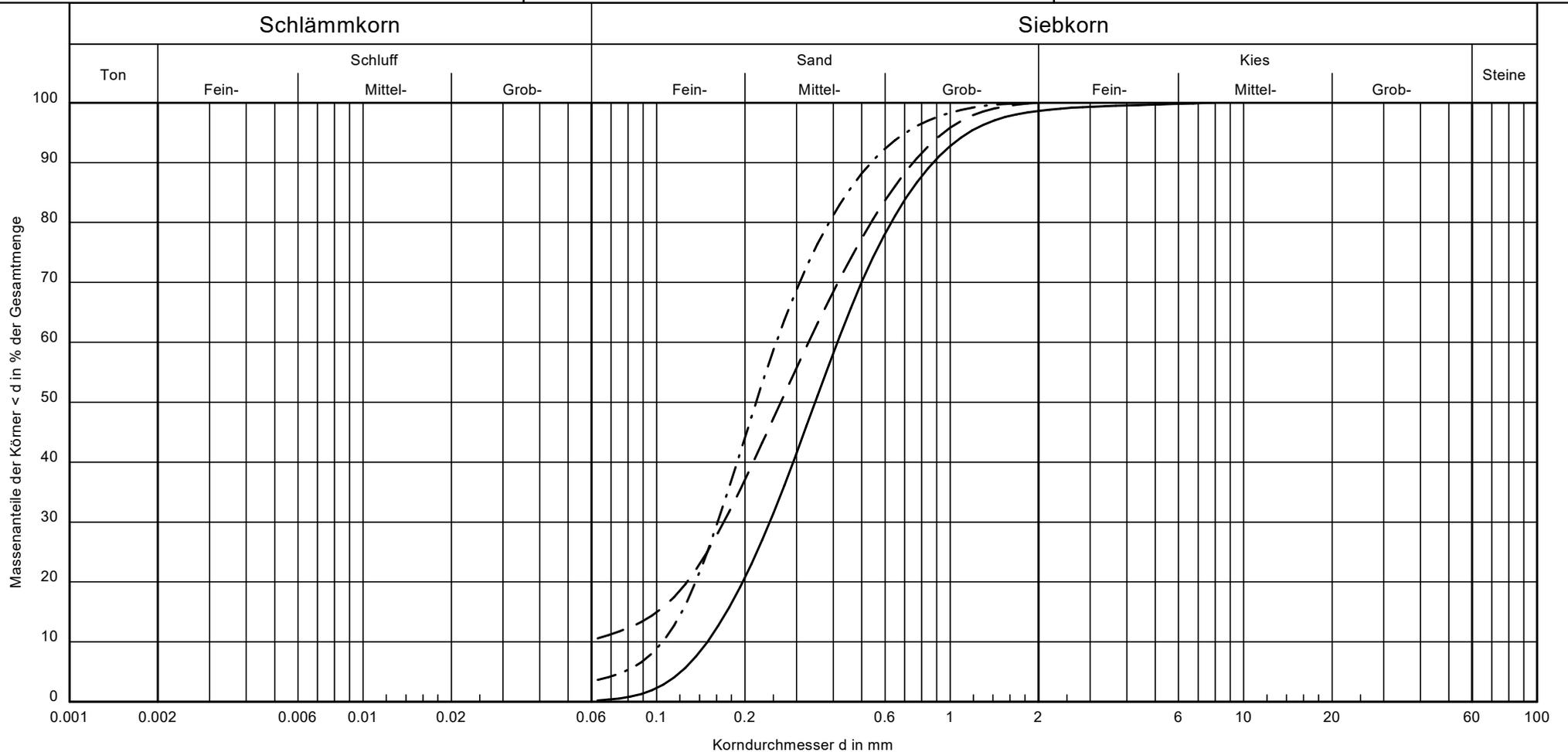
DIN EN ISO 17892-4

Auftragsnummer : 023908

Bauvorhaben : Stade-Bützfleth, Anleger

Datum : 08.10.20

Gez. : Ak



Entnahmestelle:	BS 2	BS 7	BS 7
Tiefe: [m]	5,50	1,80	3,10
Labornummer:	1	4	2
Geologische Bez.:	Sand (Auffüllung)	Sand (Auffüllung)	Sand (Auffüllung)
Bodenart:	mS, fs, gs, g"	mS, fs, gs, u'	fs, mS, gs', u"
Arbeitsweise:	Naßsiebung	Naßsiebung	Naßsiebung
Signatur	—————	-----	- . - . - .

Anlage:
023908/20.3



Korngrößenverteilung

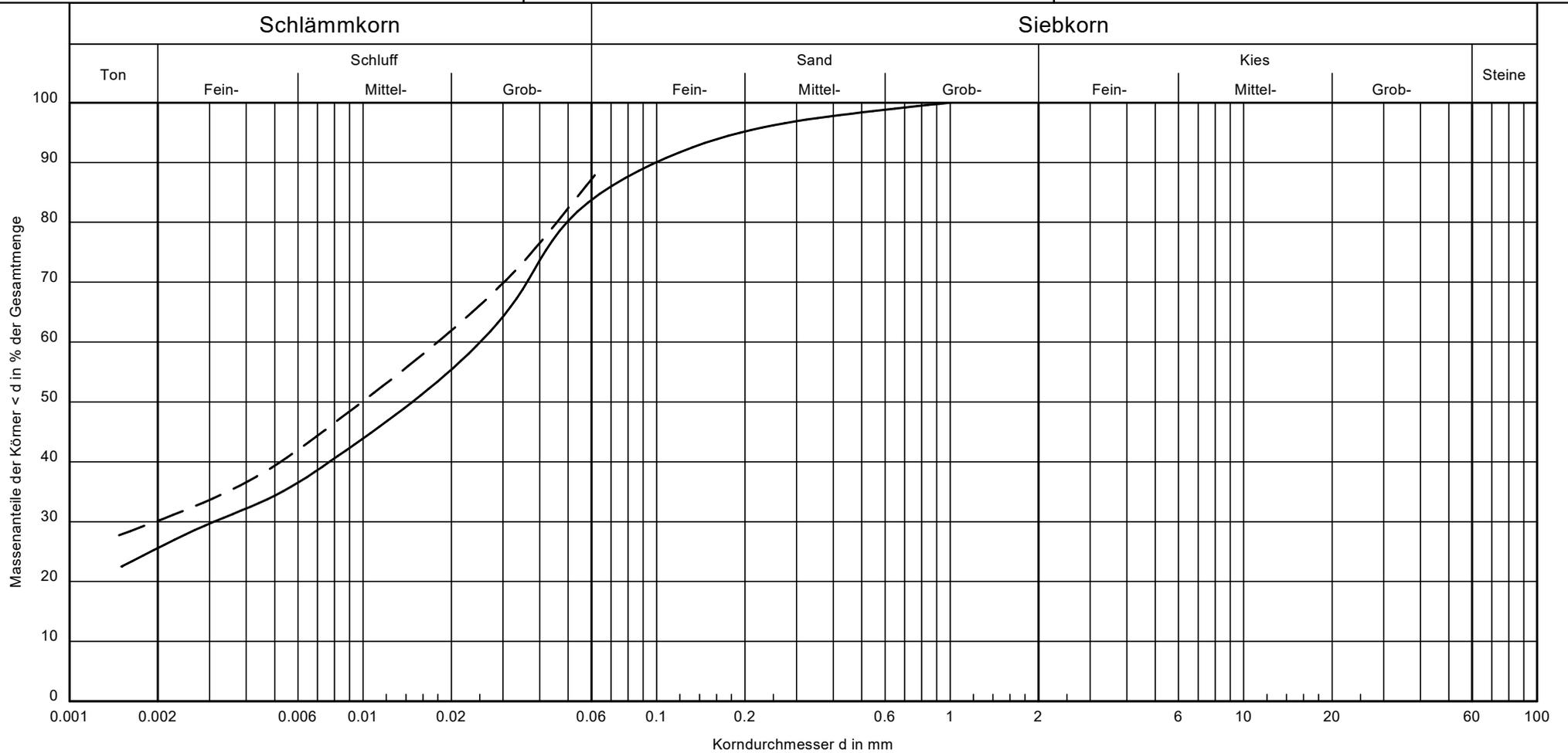
DIN EN ISO 17892-4

Auftragsnummer : 023908

Bauvorhaben : Stade-Bützfleth, Anleger

Datum : 12.10.20

Gez. : Mo



Entnahmestelle:	BS 1	BS 8
Tiefe: [m]	10,80	7,70
Labornummer:	6	8
Geologische Bez.:	Klei	Klei
Bodenart:	U, t, fs', ms'', gs''	U, t, fs'
Arbeitsweise:	Sieb-Schlämmanalyse	Schlämmanalyse
Signatur	—————	—————

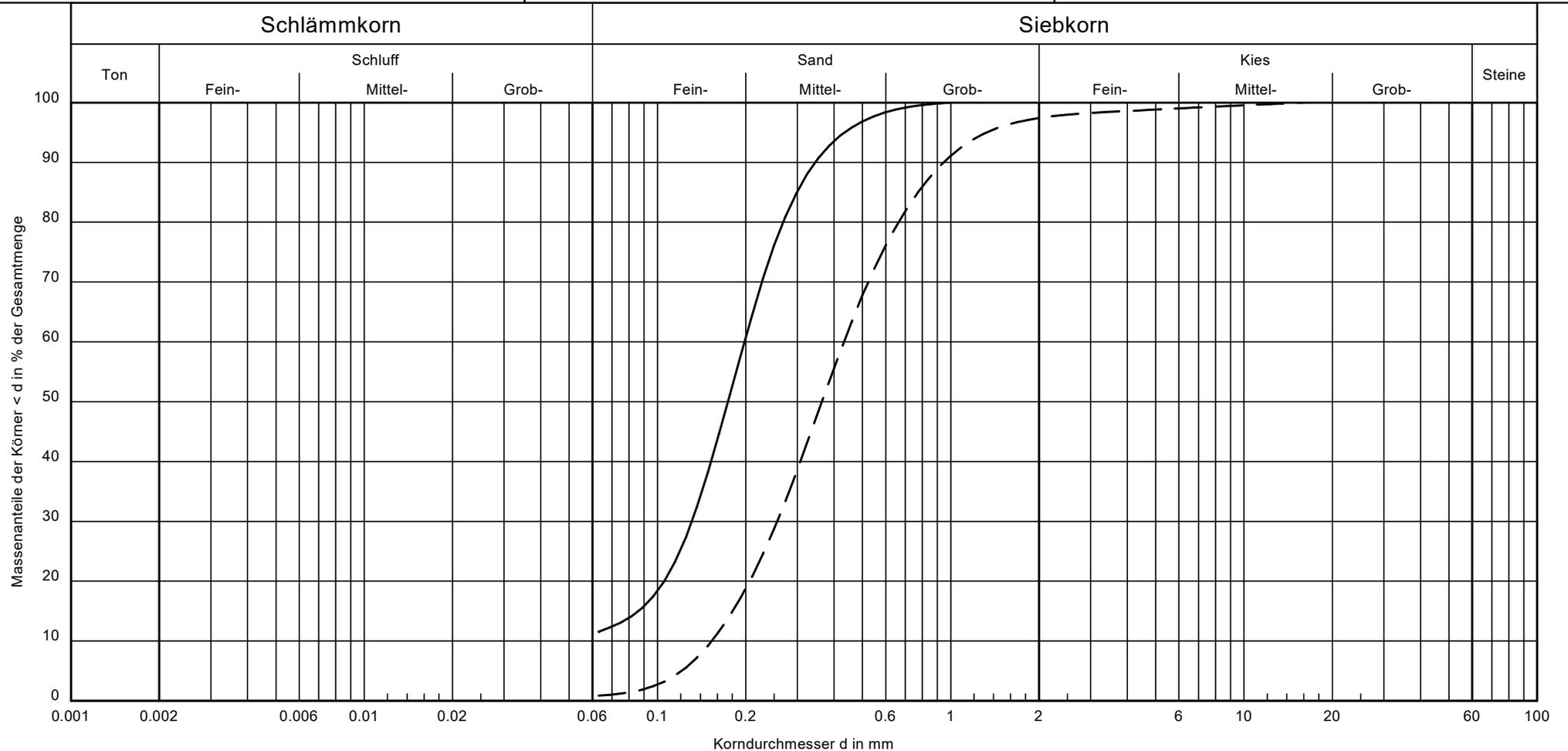
Anlage:
023908/20.4



Korngrößenverteilung

DIN EN ISO 17892-4

Auftragsnummer : 023908
Bauvorhaben : Stade-Bützfleth, Anleger
Datum : 08.10.20
Gez. : Mo



Entnahmestelle:	BS 7	BS 9
Tiefe: [m]	11,00	4,00
Labornummer:	5	3
Geologische Bez.:	Sand	Sand
Bodenart:	fS, m _s , u', gs"	mS, fs, gs, g"
Arbeitsweise:	Naßsiebung	Naßsiebung
Signatur	—————	-----

Anlage:
023908/20.5



Anleger für verflüssigte Gase, Umbau Südhafen
in Stade-Bützfleth

Anlage 023908/21.1

Homogenbereich H 1 – Auffüllungen aus Sand

		Projektrelevante Angaben
1	Ortsübliche Bezeichnung	Auffüllung, Sande mit humosen Bestandteilen
2	Bodengruppe nach DIN 18196	[SE], [SI], [SW], [OH], [SU]
3	Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4	T/U/S/G = 0-10/0-40/0-100/0-20 (Gew.-%)
4	Massenanteil Steine	< 10 %
5	Dichte / Wichte nach DIN 18125-1	$\gamma = 17 - 19 \text{ kN/m}^3$
6	Kohäsion nach DIN 18137	--
7	Undränierete Scherfestigkeit nach DIN 18137	--
8	Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1	--
9	Konsistenz nach DIN EN ISO 14688-1	--
10	Konsistenzzahl nach DIN 18122-1	--
11	Plastizitätszahl nach DIN 18122-1	--
12	Lagerungsdichte	locker, locker bis mitteldicht, mitteldicht
13	Kalkgehalt nach DIN 18129	0 – 5 %
14	Organischer Anteil nach DIN 18128	$V_{gl} < 15 \%$
15	Abrasivität (geschätzt)	g ering bis mittel

Hinweis: DIN 18300 – Erdarbeiten

DIN 18301 – Bohrarbeiten

DIN 18304 – Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten

DIN 18311 – Nassbaggerarbeiten



Anleger für verflüssigte Gase, Umbau Südhafen
in Stade-Bützfleth

Anlage 023908/21.4

Homogenbereich H 4 – Sande, org. Einlagerungen / Wechsellagerung Klei und Sand

		Projektrelevante Angaben
1	Ortsübliche Bezeichnung	Sande mit organischen Einlagerungen und Wechsellagerung aus Klei und Sand
2	Bodengruppe nach DIN 18196	SE, SI, SW, OU, SU*
3	Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4	T/U/S/G = 0-40/0-60/20-100/0-10 (Gew.-%)
4	Massenanteil Steine	< 10 %
5	Dichte / Wichte nach DIN 18125-1	$\gamma = 15 - 18 \text{ kN/m}^3$
6	Kohäsion nach DIN 18137	$c' = 0 \text{ kN/m}^2$ bis 15 kN/m^2
7	Undrained Scherfestigkeit nach DIN 18137	$c_u = 0 - 30 \text{ kN/m}^2$
8	Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1	Kleianteile: $w \leq 100 \%$
9	Konsistenz nach DIN EN ISO 14688-1	Kleianteile: weich (vereinzelt weich bis steif)
10	Konsistenzzahl nach DIN 18122-1	Kleianteile: $0,40 < I_c < 0,80$
11	Plastizitätszahl nach DIN 18122-1	Kleianteile: $0,15 < I_p < 0,85$
12	Lagerungsdichte	Sandanteile: sehr locker, locker, mitteldicht
13	Kalkgehalt nach DIN 18129	0 – 5 %
14	Organischer Anteil nach DIN 18128	$5 \% \leq V_{gl} \leq 30 \%$
15	Abrasivität (geschätzt)	g ering bis mittel

Hinweis: DIN 18300 – Erdarbeiten
DIN 18301 – Bohrarbeiten
DIN 18304 – Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten
DIN 18311 – Nassbaggerarbeiten



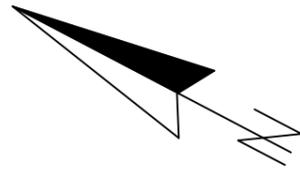
Anleger für verflüssigte Gase, Umbau Südhafen
in Stade-Bützfleth

Anlage 023908/21.5

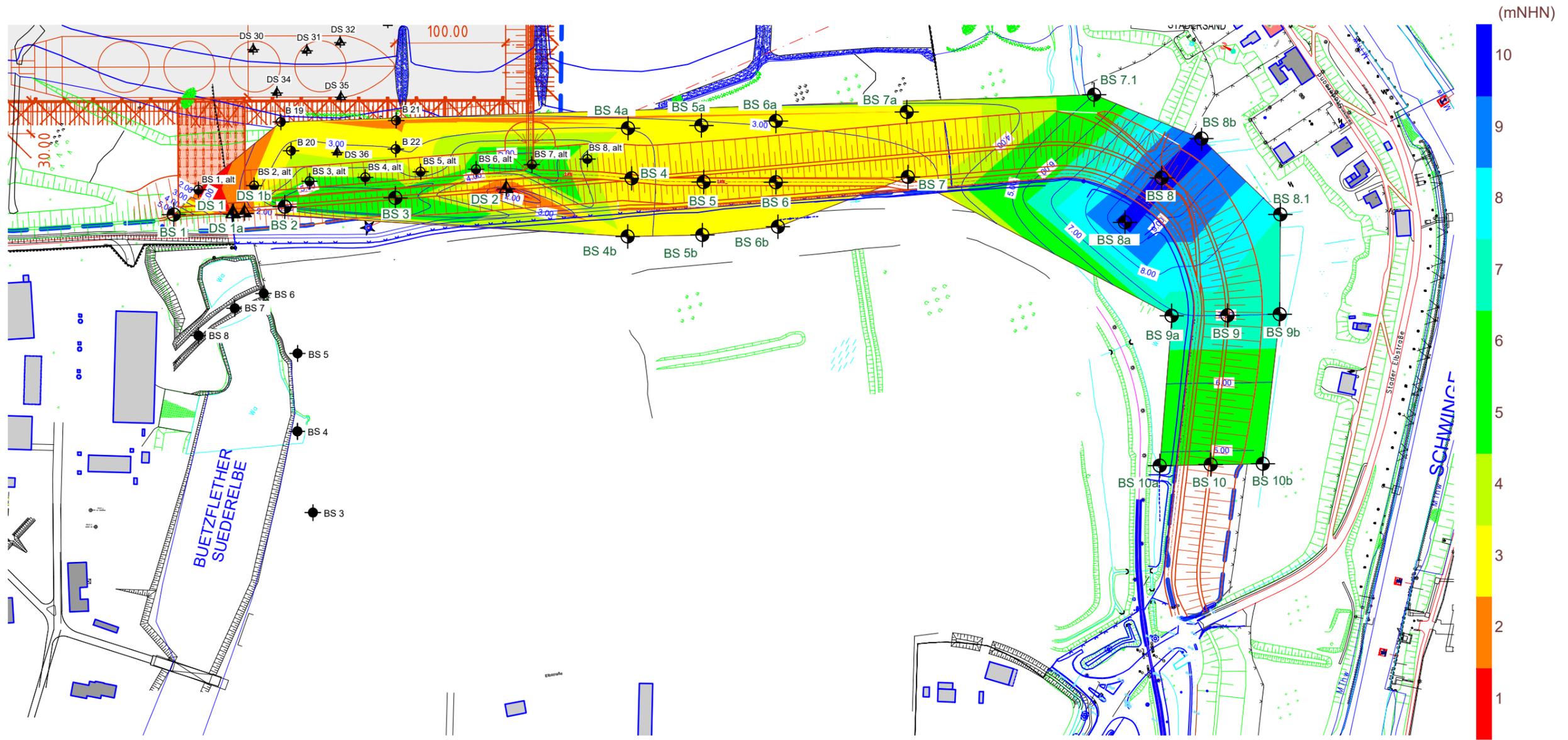
Homogenbereich H 5 – Sande

		Projektrelevante Angaben
1	Ortsübliche Bezeichnung	Sande
2	Bodengruppe nach DIN 18196	SE, SI, SW
3	Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4	T/U/S/G = 0-5/0-15/20-100/0-100 (Gew.-%)
4	Massenanteil Steine (geschätzt)	< 20 %, z. T. bis zu 60 % möglich
5	Dichte / Wichte nach DIN 18125-1	$\gamma = 17 - 19 \text{ kN/m}^3$
6	Kohäsion nach DIN 18137	--
7	Undrained Scherfestigkeit nach DIN 18137	--
8	Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1	--
9	Konsistenz nach DIN EN ISO 14688-1	--
10	Konsistenzzahl nach DIN 18122-1	--
11	Plastizitätszahl nach DIN 18122-1	--
12	Lagerungsdichte	mitteldicht bis sehr dicht
13	Kalkgehalt nach DIN 18129	0 – 5 %
14	Organischer Anteil nach DIN 18128	$0 \% \leq V_{gl} \leq 5 \%$
15	Abrasivität (geschätzt)	mittel bis sehr hoch

Hinweis: DIN 18300 – Erdarbeiten
DIN 18301 – Bohrarbeiten
DIN 18304 – Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten
DIN 18311 – Nassbaggerarbeiten

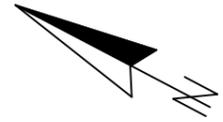


Isolinienplan M 1:4000

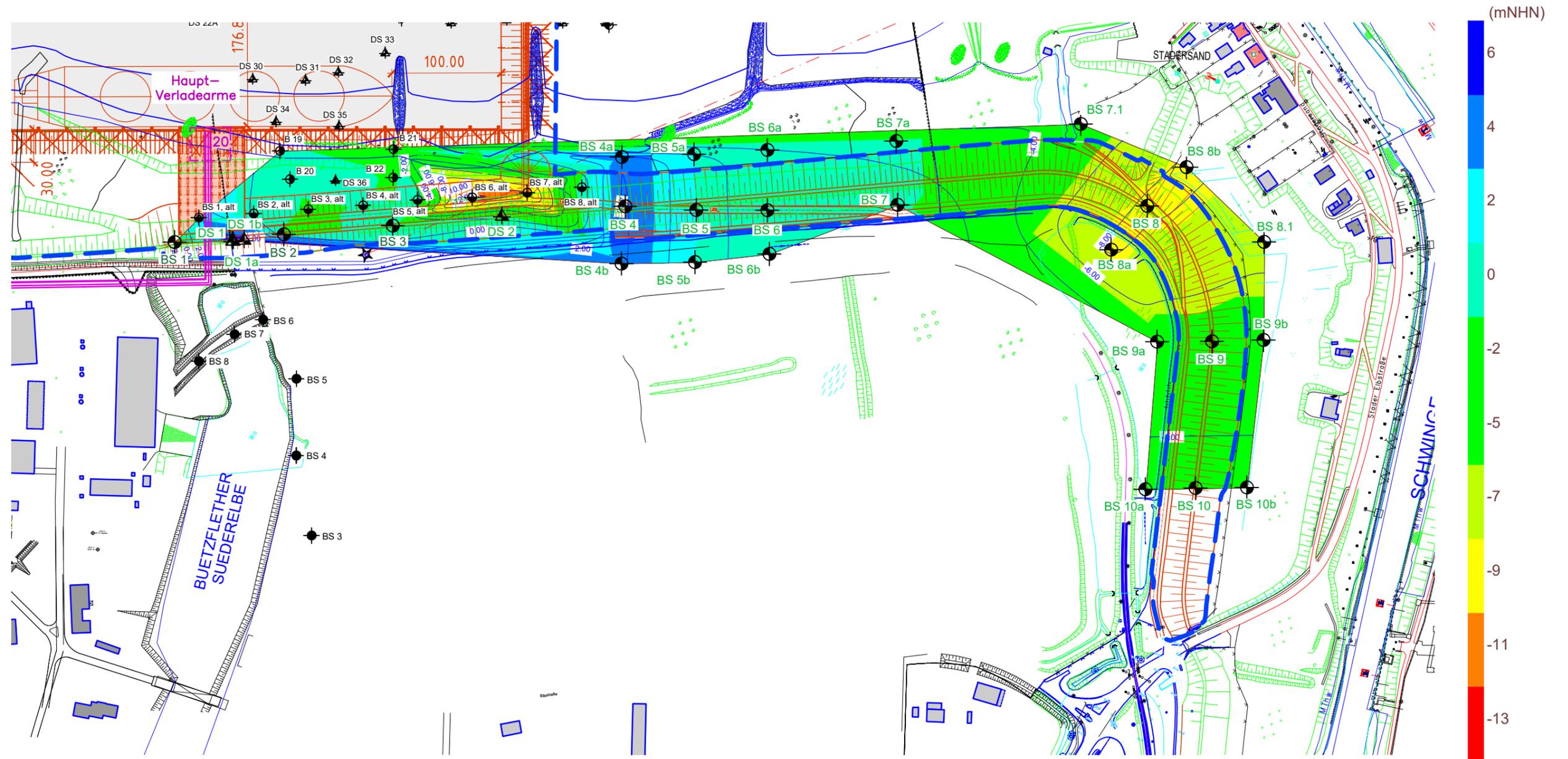


Anlage: 023908/ 22.1	Anleger für verflüssigte Gase (AvG) in Stade-Bützfleth	Änderungen:
Maßstab: 1:4000		
Gez.: Sh	Isolinienplan Deichbereich Weichschichtendicke (m)	Gepr.: Sh Dat.: 17.05.2021
Dat.: 17.05.2021		
GRUNDBAUINGENIEURE STEINFELD UND PARTNER BERATENDE INGENIEURE mbB 20457 HAMBURG - REIMERSBRÜCKE 5 - TELEFON (040) 389139-0		





Isolinienplan M 1:4000



Anlage:
023908/ 22.2

Maßstab:
1:4000

Gez.: Sh
Dat.: 17.05.2021

Anleger für verflüssigte Gase (AvG)
in Stade-Bützfleth

Isolinienplan Deichbereich
Unterkante Weichschicht (mNHN)

Änderungen:

Gepr.: Sh
Dat.: 17.05.2021

GRUNDBAUINGENIEURE STEINFELD UND PARTNER
BERATENDE INGENIEURE mbB
20457 HAMBURG - REIMERSBRÜCKE 5 - TELEFON (040) 389139-0



Schnitt A-A

Grundlage: BS 2

1. Berechnung

Boden	$\varphi_{,k}$ [°]	$c_{,k}$ [kN/m ²]	$\gamma_{,k}$ [kN/m ³]	Bezeichnung
	0.00	20.00	18.00	Kleiabdeckung
	0.00	20.00	16.00	Auffüllung (Klei)
	32.50	0.00	19.00	Sand
	0.00	20.00	0.00	Klei
	35.00	0.00	19.00	Sand, mitteldicht gelagert

HWS-Deich, 1. Berechnung

Norm: EC 7

Ungünstigster Gleitkreis:

$\mu_{max} = 0.77$

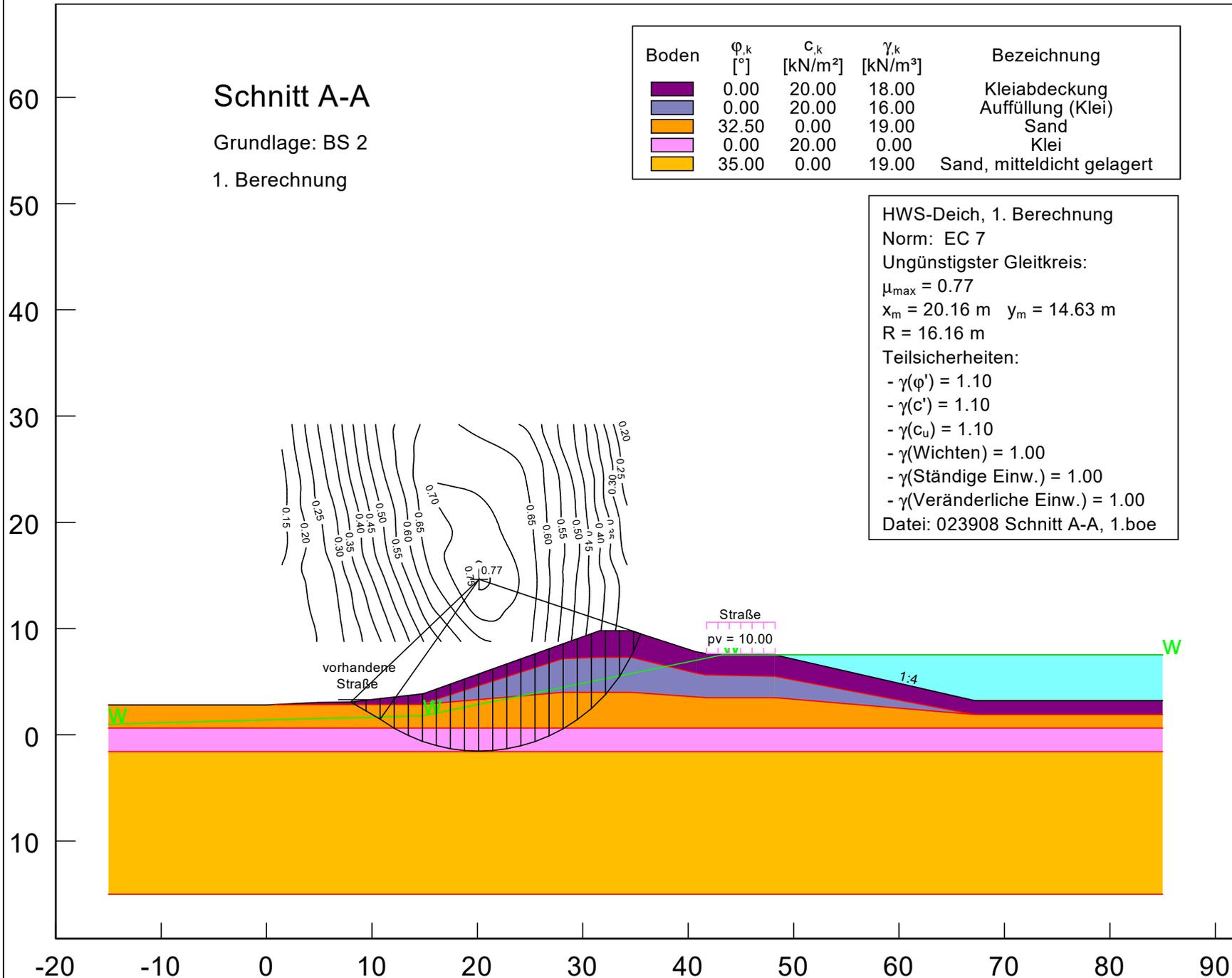
$x_m = 20.16$ m $y_m = 14.63$ m

$R = 16.16$ m

Teilsicherheiten:

- $\gamma(\varphi') = 1.10$
- $\gamma(c') = 1.10$
- $\gamma(c_u) = 1.10$
- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.00$

Datei: 023908 Schnitt A-A, 1.boe



Grundbauingenieure
Steinfeld und Partner mbB
Reimersbrücke 5
20457 Hamburg
Tel.: 040 / 38 91 39 - 0

Anleger für verflüssigte Gase (AVG)
in Stade-Bützfleth, HWS-Deich,
1. Berechnung, Sturmflut
Geländebruchsicherheit nach DIN 4084, BS-A

Anlage: 023908/23.1
M 1:500
Datum: 17.05.2021

Grundbauingenieure
Steinfeld und Partner mbB
Reimersbrücke 5
20457 Hamburg
Tel.: 040 / 38 91 39 - 0

Anleger für verflüssigte Gase (AVG)
in Stade-Bützfleth, HWS-Deich,
2. Berechnung, ablaufende Sturmflut, BS-A
Geländebruchsicherheit nach DIN 4084

Anlage: 023908/23.2
M 1:500
Datum: 17.05.2021

Schnitt A-A
2. Berechnung
Grundlage: BS 2

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	0.00	20.00	18.00	Kleiabdeckung
	0.00	20.00	16.00	Auffüllung (Klei)
	32.50	0.00	17.00	Sand
	0.00	20.00	0.00	Klei
	35.00	0.00	19.00	Sand, mitteldicht gelagert

HWS-Deich, 2. Berechnung
Norm: EC 7
Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.70$
 $x_m = 57.56 \text{ m}$ $y_m = 15.16 \text{ m}$
 $R = 16.69 \text{ m}$
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\varphi') = 1.10$
- $\gamma(c') = 1.10$
- $\gamma(c_u) = 1.10$
- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.00$
Datei: 023908 Schnitt A-A, 2.boe

