

Umsetzung Generalplan Küstenschutz Machbarkeitsstudie Stadtstrecke

**Generelle Beurteilung der Tragfähigkeit des Baugrundes und
der Gründungsmöglichkeiten für die baulichen Maßnahmen**

Geotechnischer Bericht

im Auftrag des

**Bremischer Deichverband am linken Weserufer
Warturmer Heerstraße 125
28197 Bremen**

vom 08.09.2014

Az.: 11870-101

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1	Vorgang und Aufgabenstellung	1
2	Unterlagen	2
4	Baumaßnahme	4
5	Baugrund- und Grundwasserverhältnisse	6
5.1	Geologischer Überblick	6
5.2	Vorkenntnisse zum Baugrundaufbau und Baugrunderkundung	6
5.3	Ergebnisse der ergänzenden Bohrsondierungen (Unterlage U 1.1)	8
5.4	Ergebnisse der schweren Rammsondierungen (Unterlagen U 1.1 und U 1.2)	8
5.5	Daten zum Grundwasser	9
5.5.1	Allgemeines	9
5.5.2	Archivdaten zum Grundwasser	9
5.5.3	Messungen während der jüngeren Baugrunderkundungsmaßnahmen	10
5.5.4	Gewässerwasserstände	11
6	Bodenmechanische Laboruntersuchungen	12
6.1	Umfang der Untersuchungen	12
6.2	Auffüllungen	12
6.2.1	Sandige Auffüllungen	12
6.2.2	Bindige Auffüllungen	13
6.2.3	Auffüllungen aus Bauschutt	14
6.3	Niederungsböden	14
6.4	Wesersande	15
7	Vereinfachter Baugrundaufbau und charakteristische Werte der Bodenkenngrößen	16
8	Bautechnische Klassifikationen der angetroffenen Bodenarten	26
9	Zusammenfassende Baugrundbeschreibung	27
9.1	Baugrundaufbau	27
9.2	Grundwassersituation	28
10	Generelle Beurteilung des Baugrunds im Hinblick auf bauliche Maßnahmen zum Zweck des Hochwasserschutzes	30
11	Weitere Hinweise zur Planung	31

11.1	Umgang mit potentieller Bodenverunreinigung	31
11.2	Geotechnische Kategorie	31
12	Schlussbemerkung	32

Bremischer Deichverband am linken Weserufer
Warturmer Heerstraße 125
28197 Bremen

Ihr Zeichen
Fr. Ellerhausen
Ihre Nachricht vom
April 2014
Unser Zeichen
11870-101
Durchwahl
-2336
Datum
08.09.2014

Umsetzung Generalplan Küstenschutz Machbarkeitsstudie Stadtstrecke

Generelle Beurteilung der Tragfähigkeit des Baugrundes und der Gründungsmöglichkeiten für die baulichen Maßnahmen

1 Vorgang und Aufgabenstellung

Der *Bremische Deichverband am linken Weserufer (Deichverband)*, Bremen beabsichtigt die Durchführung von Deichbaumaßnahmen zur Umsetzung des *Generalplans Küstenschutz* am linksseitigen Weserufer im etwa 2,8 km langen Deichabschnitt zwischen der *Eisenbahnbrücke* und dem Wohngebiet *Am Damacker am Werdersee* (Anlage 1). Hierzu soll zunächst eine Machbarkeitsstudie erstellt werden in der unterschiedliche Varianten zur Erreichung der Hochwasserschutzziele beurteilt werden. Die Machbarkeitsstudie wird von der *Grontmij GmbH*, Niederlassung *Stade* und der *WES GmbH*, Niederlassung *Oyten* erstellt.

Das *Institut für Geotechnik der Hochschule Bremen* wurde vom Deichverband mit der geotechnischen Begleitung der Machbarkeitsstudie beauftragt.

In einem ersten Schritt soll dafür eine generelle Baugrund- und Situationsbeurteilung für die Hochwasserschutz-Baumaßnahme mit einer Darstellung der Gründungsmöglichkeiten für bauliche Maßnahmen zum Hochwasserschutz im Rahmen der Vorplanung auf der Grundlage von geotechnischen Archivdaten und einer Baugrunderkundung- und -untersuchung zu deren Ergänzung erstellt werden.

Wegen der Dringlichkeit des Projektes wurden wir vom Deichverband gebeten, für den Abschnitt zwischen Deichkm. 4+200 und Deichkm. 5+200 die charakteristischen Werte der Bodenkenngrößen für erdstatische Berechnungen vorab in einem 1. Geotechnischen Bericht anzugeben (Az.: 11870-201, vom 20.08.2014).

Der vorliegende Bericht enthält nunmehr die Darstellung der Ergebnisse der Baugrunderkundung- und -untersuchung unter Einbeziehung geotechnischer Archivdaten sowie die Baugrund- und Situationsbeurteilung für die Hochwasserschutz-Baumaßnahme für die gesamte Deichstrecke.

2 **Unterlagen**

Diesem Bericht liegen die folgenden Unterlagen zugrunde:

U 1 Baugrunderkundung, geotechnische Berichte und geotechnische Archivdaten

- U 1.1 *Worpsweder Baugrundgesellschaft für Bodenuntersuchungen mbH, Worpswede*
Ergebnisse von 21 Bohrsondierungen und 9 Rammsondierungen, durchgeführt im Juli/Juni 2014
- U 1.2 *Grundbaulabor Bremen Ingenieurgesellschaft für Geotechnik mbH*
Deichstandsicherheit, Stadtstrecke Kleine Weser, 28197 Bremen
Objekt-Nr. 11 10089
 - U 1.2.1 Geotechnischer Bericht Nr. 1
vom 20.02.2011
 - U 1.2.2 Geotechnischer Bericht Nr. 2
vom 15.08.2012
- U 1.3 *Geologischer Dienst für Bremen, Bremen*
Lageplan, Schichtenverzeichnisse und Bodenprofile von Aufschlüssen im Umfeld der Baumaßnahme, vom Deichverband als PDF-Datei per E-mail am 15.04.2014 erhalten

U 2 Karten

- U 2.1 *Kataster und Vermessungsverwaltung der Freien Hansestadt Bremen*
Baugrundkarte Bremen
 - U 2.1.1 Teil A: Baugrund-Typen
Maßstab 1 : 10.000, herausgegeben im Jahre 1981
 - U 2.1.2 Teil C: Oberfläche der Lauenburger Schichten
Maßstab 1 : 25.000, herausgegeben im Jahre 1980
 - U 2.1.3 Teil E: Grundwasserverhältnisse im oberen Grundwasserleiter
Maßstab 1 : 25.000, herausgegeben im Jahre 1980

U 3 Richtlinien und Empfehlungen für den Deichbau

- U 3.1 *Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e. V.*
DVWK-Merkblatt 210/1986 Flußdeiche aus dem Jahr 1986
- U 3.2 *Normenausschuß Wasserwesen im Deutschen Institut für Normung e. V.*
DIN 19712, Flußdeiche, November 1997
- U 3.3 *Kuratorium für Forschung im Küsteningenieurwesen*
Die Küste, Empfehlungen für die Ausführung von Küstenschutzwerken
(EAK 2002), Heft 65, aktualisierte Ausgabe 2007
- U 3.4 *Bundesanstalt für Wasserbau (BAW)*
BAW-Merkblatt Standsicherheit von Dämmen an Bundeswasserstraßen (MSD)
Ausgabe 2011
- U 3.5 *Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA)*
Deiche an Fließgewässern, Teil 1, Planung, Bau und Betrieb, DWA 2011

4 Baumaßnahme

Der *Bremische Deichverband am linken Weserufer (Deichverband)*, Bremen, beabsichtigt die Durchführung von Deichbaumaßnahmen zur Umsetzung des *Generalplans Küstenschutz* am linksseitigen Weserufer im etwa 2,8 m langen Deichabschnitt zwischen der *Eisenbahnbrücke* (etwa Deichkilometer 4+200¹) und dem Wohngebiet *Am Dammacker* (etwa bei Deichkilometer 7+000) am *Werdersee* (Anlage 1).

Der Deichabschnitt liegt in den *Bremer Stadtteilen Neustadt* und *Buntentor* und am Ufer der Gewässer *Weser*, *Kleine Weser* und *Werdersee*, er dient dem Hochwasserschutz gegenüber Tidehochwasserständen der *Unterweser* sowie gegenüber den Hochwasserständen der *Mittelweser* bei einem (planmäßigen) Abfluss des *Mittelweserhochwassers* durch den *Werdersee* und die *Kleine Weser*.

Die Bereiche hinter dem Deich sind nahezu durchgängig städtisch verdichtet bebaut oder industriell genutzt. In der Deichstrecke liegen die folgenden Brücken

- Eisenbahnbrücke etwa bei Deichkilometer 4+200,
- Stephanibrücke etwa bei Deichkilometer 4+300,
- Bürgermeister-Smidt-Brücke etwa bei Deichkilometer 4+600,
- Wehrbrücke etwa bei Deichkilometer 5+200,
- Wilhelm-Kaisen-Brücke, etwa bei Deichkilometer 5+500,
- Deichschart-Brücke etwa bei Deichkilometer 6+300,

deren Widerlager Bestandteil des Hochwasserschutzes sind. Des Weiteren ist das Ufer örtlich durch Stützbauwerke eingefasst.

Die Deichkrone liegt nach den Angaben im Lageplan und nach den Ergebnissen des Nivellements der Erkundungspunkte zwischen + rd. 7,8 mNN und + rd. 8,6 mNN, der Bemessungswasserstand beträgt nach Angaben des *Deichverbandes* + 7,5 mNN.

Zu den baulichen Varianten der vom *Deichverband* zur Umsetzung der Hochwasserschutzziele in Erwägung gezogenen werden liegen uns keine Planungsdaten vor.

¹ Die in diesem Bericht verwendeten Angaben zur Deichkilometrierung beziehen sich gemäß einer Vorgabe des Deichverbandes auf die Zuordnung der Achse der Eisenbahnbrücke zum Deichkilometer 4+200.

Unterlage U 1.2 enthält Untersuchungen zur Standsicherheit ausgewählter Deichquerschnitte für ein Hochwasser mit dem Bemessungswasserstand. Nach den Ergebnissen der Standsicherheitsuntersuchungen werden die nach den heute gültigen technischen Regelungen (Unterlagen U 3) erforderlichen kalkulatorischen Standsicherheiten (Ausnutzungsgrade) für die betrachteten Deichquerschnitte teilweise nicht erreicht. Ziel der baulichen Maßnahmen zur Umsetzung des Generalplans Küstenschutz ist deshalb auch das Erreichen von nach den heute gültigen technischen Regelungen hinreichenden rechnerischen Standsicherheiten über die gesamte Deichstrecke.

5 Baugrund- und Grundwasserverhältnisse

5.1 Geologischer Überblick

Der Deichabschnitt liegt im Niederungsgebiet der *Weser* dessen Baugrundaufbau hier von Niederungsböden (organische, sandige Schluffe und/oder Tone als *Niederungsböden*) über den Terrassensanden des *Weserurstromtals* (Schmelzwassersande der *Saale-Kaltzeit*) und den eiszeitlich vorbelasteten *Lauenburger Schichten* (*Elster-Kaltzeit*) geprägt wird.

Die Oberfläche der eiszeitlich vorbelasteten Formation (*Pleistozän*) ist gemäß der Baugrundkarte ab Tiefen zwischen - rd. 10 mNN und - rd. 15 mNN mit teils rolligem, teils bindigem Charakter zu erwarten (obere rd. 3 m).

Zur Erschließung der landseitigen Flächen und zum Zweck des Hochwasserschutzes wurden über den Niederungsböden seit Beginn der Erschließung der Neustadt (um 1600) in den letzten Jahrhunderten Auffüllungen mit mehreren Metern Dicke aufgebaut.

Über bindigen Auffüllungen und den gering wasserdurchlässigen Niederungsböden können sich bei entsprechender Morphologie und je nach Häufigkeit und Intensität der Niederschläge differenzierte Stauwasserstände bilden, die von den örtlichen Drainage- und Vorflutverhältnissen beeinflusst werden. Den eigentlichen Grundwasserleiter bilden die Sande unter den Niederungsböden, in denen das Grundwasser unter den Niederungsböden gespannt ist.

5.2 Vorkenntnisse zum Baugrundaufbau und Baugrunderkundung

Gemäß der Abstimmung zwischen dem *Deichverband* und dem *Senator für Bau, Umwelt und Verkehr (SBUuV)* der *Freien Hansestadt Bremen* sollen bei der geotechnischen Bearbeitung der Machbarkeitsstudie Querschnitte in einem Abstand von etwa 200 m betrachtet werden, ergänzend werden Angaben zum Baugrundaufbau im Bereich der Brückenwiderlager benötigt.

Zur Beschreibung des Baugrundaufbaus im Bereich der *Stadtstrecke* stehen zunächst die Ergebnisse der für die Ausarbeitung der Unterlagen U 1.2 durchgeführten Aufschlüsse (Bohr- und Rammsondierungen) zur Verfügung, ergänzend werden Archivdaten des *Geologischen Dienstes für Bremen* (Unterlage U 1.3) herangezogen. Die Aufschlüsse aus Unterlage U 1.2 werden nachfolgenden entsprechend ihrer ursprünglichen Benennung ergänzt durch einen Quellenverweis (GLB-2011-xxx), die Aufschlüsse aus Unterlage U 1.3 werden mit der Archivnummer (e. g. 2918/10/2349) des *Geologischen Dienstes für Bremen* bezeichnet.

Zur weiteren Erkundung der Baugrundverhältnisse und des Deichaufbaus wurden insgesamt 21 Bohrsondierungen (BS) gemäß DIN EN ISO 22475-1:2007-01 mit Entnahme gestörter Proben bis in Tiefen von rd. 12 m (Deichkrone) und rd. rd. 6 m (Deichfuß und Landseite) unter Geländeoberkante (GOK) durchgeführt (Unterlage U 1.1) Zur Ermittlung der Lagerungsdichte nicht bindiger Böden wurden von der Deichkrone aus 9 schwere Rammsondierungen (DPH) gemäß DIN EN ISO 22476 2:2005 durchgeführt (Endtiefe 12 m unter GOK).

Die Bezeichnung der ergänzenden Aufschlüsse besteht aus der Aufschlussart (BS oder DPH), der Station des Untersuchungsquerschnitts und ihrer Lage im Deichquerschnitt (Landseite LS, Deichkrone DK, Deichfuß DF; e. g. BS-4+200DF).

Die Ansatzpunkte entsprechen der Geländeoberkante, sie wurden von der Bohrunternehmung auf Höhenbezugspunkte (Kanaldeckel) einnivelliert und von dort auf NN bezogen. Nach diesem Sondierpunktnivellement und den Angaben in den Unterlagen U 1.2 liegt die Geländeoberkante

- im Bereich der Deichkrone zwischen + rd. 8 mNN und + rd. 8,6 mNN
- und am Deichfuß zwischen + rd. 4 mNN und + rd. 4,3 mNN.

Landseitig wurde eine Bohrsondierung (BS-6+600LS) durchgeführt, nach dem Ergebniss des Nivellements liegt die GOK im Bereich dieses Erkundungspunktes bei + rd. 4,85 mNN.

Die Ergebnisse der Bohrsondierungen sind auf den Anlagen 3.1 bis 3.20 als Bohrprofile und die Ergebnisse der Rammsondierungen als Ramm Schlagdiagramme (Rammschläge n_{10} je 10 cm Sondeneindringung) im Höhenmaßstab 1:100 zusammen mit den für die Untersuchungsquerschnitte relevanten Aufschlüssen aus den Unterlagen U 1.2 und U 1.3 aufgetragen.

Die Ergebnisse von binnendeichs gelegenen Aufschlüsse sind auf den Anlagen links von den Ergebnissen der Aufschlüsse im Bereich der Deichkrone aufgetragen, die Ergebnisse außendeichs gelegener Aufschlüsse (Deichfuß oder im Bereich der Gewässersohlen) rechts davon.

Die ungefähre Lage der Erkundungspunkte ist in dem Lageplan auf den Anlagen 2.1 bis 2.3 dargestellt.

Die Bohrsondierungen im Deichfußbereich mussten wegen Hindernissen überwiegend mehrfach angesetzt werden (bis zu fünffach), die Bohrsondierung BS-4+800DF wurde nach mehrmaligem Ansetzen wegen Auslastung der Sondiereinheit in rd. 2,5 m Tiefe unter GOK beendet.

5.3 Ergebnisse der ergänzenden Bohrsondierungen (Unterlage U 1.1)

Unter der GOK wurden überwiegend zunächst bis rd. 5,8 m dicke heterogene Auffüllungen als Abfolge aus bindigen Böden (überwiegend tonige Schluffe und schluffige Tone mit wechselnden Sandanteilen), aus Sand und aus bauschuttdominierten (s. u.) Zonen erbohrt. Die Auffüllungen sind überwiegend bauschutthaltig (Ziegel- und Mörtelreste, Betonbruch, Schotter Schlacke), oberflächlich humos und durchwurzelt. Örtlich wurde auch nur eine der Auffüllungstypen angetroffen.

Die Schichtung der Auffüllungen ist wechselhaft, die örtliche Schichtenfolge ist den jeweiligen Bohrprofilen zu entnehmen.

Die Basistiefe der Auffüllungen wurde mit den Aufschlüssen in der Deichkrone zwischen + rd. 2,2 mNN und + rd. 4,9 mNN erbohrt, mit den Aufschlüssen im Bereich des Deichfusses zwischen + rd. 1,3 mNN und + rd. 4,3 mNN (soweit die Auffüllungsbasis hier erreicht wurde) und mit dem landseitigen Aufschluss bei rd. 2,9 mNN.

Darunter folgen bis zur Endteufe der Bohrsondierungen rd. 12 m Tiefe unter GOK die gewachsenen *Wesersande*, hier überwiegend als schwach bis stark grobsandige Mittelsande mit geringfügigen Kies- und Schluffbeimengungen.

Örtlich wurden zwischen den Auffüllungen und den Wesersanden gewachsene Niederungsböden als tonige, sandige Schluffe und schluffige Tone mit Schichtdicken zwischen rd. 0,3 m und rd. 3 m erbohrt.

5.4 Ergebnisse der schweren Rammsondierungen (Unterlagen U 1.1 und U 1.2)

Die Interpretation der Rammdaten erfolgt in Anlehnung an die entsprechenden Darstellungen des Handbuchs Eurocode 7, Band 2, Anhang G, unter Berücksichtigung eigener Erfahrung. Die Messwerte der obersten rd. 0,3 m Sondierstrecke ab GOK sind als Sondeneindringwiderstand nicht repräsentativ und werden deshalb nicht bewertet.

Die anhand der örtlichen Rammsondiermesswerte (Schlagzahlen n_{10}) den nichtbindigen Böden zugewiesenen Lagerungsdichten sind in den Angaben zum vereinfachten Baugrundaufbau für die einzelnen Untersuchungsquerschnitte angegeben (Ziffer 7).

5.5 Daten zum Grundwasser

5.5.1 Allgemeines

Bei den hier angetroffenen Baugrundverhältnissen bilden sich grundsätzlich zwei Grundwasserstockwerke aus:

- In den nichtbindigen Böden über den gering wasserdurchlässigen Schluffen und Tonen bilden sich in Abhängigkeit von saisonalen Niederschlags-, Drainage- und Vorflutverhältnissen Stauwasserstände.
- Den eigentlichen Grundwasserleiter bilden die *Wesersande* unter den Niederungsböden, in denen das Wasser gespannt ist.

Das Grundwasserregime im Bereich der Deichstrecke wird von den Wasserständen der angrenzenden Gewässer (*Weser, Kleine Weser* und *Werdersee*) beeinflusst; dort wo das Grundwasserregime durch die Tidewasserstände der Weser beeinflusst wird sind die periodischen Schwankungen der entspannten Grundwasserspiegeldruckhöhen gegenüber den Weserwasserständen phasenverschoben und gedämpft.

5.5.2 Archivdaten zum Grundwasser

Nach den Angaben in der *Baugrundkarte Bremen* (Unterlage U 2.1) ist im landseitigen Umfeld der Deichstrecke unterhalb der *Wehrbrücke* mit einem Anstiegspotential des entspannten Grundwasserspiegels (GW-Anstiegspotential) bis etwa + 1,5 mNN und oberhalb der *Wilhelm-Kaisen-Brücke* bis etwa + 3,5 mNN zu rechnen (Anlage 4), zwischen der *Wehr-* und der *Wilhelm-Kaisen-Brücke* nimmt das GW-Anstiegspotential von + 1,5 mNN auf etwa + 3,5 mNN zu.

Gemäß den langjährigen Beobachtungen an den vom *Bremer Senator für Umwelt, Bau und Verkehr* im Umfeld der Deichstrecke eingerichteten Grundwassermessstellen wurde in den letzten Dekaden (1960 bis 2002) die in Tabelle 5.1 angegebenen Extremwerte der entspannten Grundwasserspiegelhöhen gemessen.

Tabelle 5.1 Extremwerte der entspannten Grundwasserspiegelhöhen (Pegelmessungen)

Messstelle	Lage	Niedrigstwasserstand (NNW)		Höchstwasserstand (HHW)	
	Entfernung zur Deichstrecke	GWS	Datum	GWS	Datum
GMS-209 Hohentorstraße	etwa 90 m	- 1,28 mNN	03/1985	+ 1,15 mNN	03/2002
GMS-76 Große Krankenstraße	etwa 300 m	+ 0,04 mNN	01/1977	+ 1,85 mNN	02/1994
GMS-44 Buntentorsteinweg	etwa 190 m	+ 0,79 mNN	08/1984	+ 2,47 mNN	02/1994
vGMS-49	etwa 150 m	+ 0,96 mNN	12/1975	+ 3,27 mNN	03/1994

5.5.3 Messungen während der jüngeren Baugrunderkundungsmaßnahmen

Während der Bohrsondierarbeiten wurde das Grundwasser in den unverrohrten Bohrsondierlöchern unterhalb und im Bereich der Staustufe (bei Deichkm. 5+200) zwischen rd. 0,2 mNN und rd. 1,2 mNN und oberhalb davon (ab Deichkm. 5+400) überwiegend zwischen rd. 2,1 mNN und rd. 3,6 mNN sowie örtlich bei rd. 1,14 mNN eingemessen.

Eine Differenzierung zwischen Stauwasser auf und in gespanntes Grundwasser unterhalb der Niederungsböden ist in den unverrohrten Bohrsondierlöchern nicht sicher möglich.

Gemäß den Angaben in Unterlage U 1.2.1 wurde der obere Grundwasserhorizont (Stauwasser) in den Bohrsondierlöchern GLB-2011-BS-1 bis GLB-2011-BS-21 erkundungszeitlich zwischen + rd. 1,34 mNN und + rd. 4 mNN eingemessen.

Nach Unterlage U 1.2.2 wurde in der zu einem temporären Pegel ausgebauten Bohrsondierung GLB-2011-BS-26 mit einer Filterstrecke oberhalb der bindigen Böden (oberer Grundwasserhorizont) eine Ruhewasserspiegelhöhe bei + rd. 2,27 mNN festgestellt. In den ebenfalls zu temporären Pegeln ausgebauten Bohrsondierungen GLB-2011-BS-23 bis GLB-2011-BS-25 mit Filterstrecken in den Sanden unterhalb der bindigen Böden (unterer Grundwasserhorizont) wurden Ruhewasserspiegelhöhen zwischen + rd. 1,49 mNN und + rd. 2,30 mNN gemessen.

5.5.4 Gewässerwasserstände

An dem Weserpegel *Große Weserbrücke (Wilhelm-Kaisen-Brücke)* etwa in der Mitte der Deichstrecke wurden im Beobachtungszeitraum von 1950 bis 2013 folgende Extrem- und Mittelwasserstände gemessen:

HHThw	+ 5,43 mNN	(01/1994)
MThw	+ 2,52 mNN	
Mw	+ 0,51 mNN	
MTnw	- 1,58 mNN	
NTnw	- 3,12 mNN	(01/1996)

Der mittlere Tidenhub beträgt rd. 4 m.

Höhere *Weserwasserstände* als oben angegeben sind aus den Jahren vor 1950 bekannt (u. a. bis + 7,81 mNN im Jahr 1881), diese Beobachtungen sind jedoch wegen der zwischenzeitlich erfolgten Baumaßnahmen entlang der Flusslaufes (Deichbau, Neubau von Sturmflutwehren und von Sperrwerken, Vertiefungsmaßnahmen etc.), die die hydraulische Gesamtsituation grundsätzlich verändert haben, nicht mehr relevant.

Oberhalb der Wehrbrücke ist der Wasserstand der *Kleinen Weser* bei + rd. 3,9 mNN geregelt (Oberkante des Wehrs bei Normalstau: + 3,85 mNN), bei Sturmfluten wird das Wehr regelhaft überströmt, der Wasserstand der *Kleinen Weser* und des *Werdersees* entspricht während der Überflutungsphase in etwa dem Tidewasserstand der *Weser*.

Der Bemessungswasserstand für die Deichstrecke beträgt gemäß Unterlage U 1.2.1 im Mittel + 7,5 mNN.

6 Bodenmechanische Laboruntersuchungen

6.1 Umfang der Untersuchungen

Aus den beim Bohrsondieren im August 2014 angetroffenen Bodenschichten wurden gestörte Proben entnommen, die uns zur Beurteilung und zur Untersuchung zur Verfügung standen. Die Proben wurden zunächst nach den visuellen und manuellen Methoden entsprechend DIN EN ISO 14688-1:2003-01 bodenmechanisch angesprochen. An ausgewählten Proben wurden im Labor klassifizierende Laborversuche entsprechend den derzeit eingeführten Normen und technischen Richtlinien durchgeführt.

Proben aus den zuvor durchgeführten Aufschlüssen standen uns nicht zur Verfügung, die in den Unterlagen U 1.2 enthaltenen Ergebnisse bodenmechanischer Laboruntersuchungen sind als Anhang A beigefügt. Die nachfolgenden Ergebnisdarstellungen beziehen sich auf die Ergebnisse unserer Untersuchungen.

Zur Kennzeichnung und Beschreibung von Böden dient ihre Korngrößenverteilung. Sie wurde von charakteristischen Bodenproben durch Sieb- und Schlämmanalysen ermittelt.

Zur Konsistenzbeurteilung und Klassifizierung der bindigen Böden (bindige Auffüllungen und Niederungsböden) wurden die Dichte, der Wassergehalt sowie der Anteil an organischen Beimengungen (Glühverlust) ausgewählter Proben ermittelt.

Die Versuchsergebnisse der Laboruntersuchungen sind tabellarisch auf den Anlagen 5.1 zusammengestellt. Die Korngrößenverteilungen als Körnungslinien finden sich auf den Anlagen 5.2.

In den Ergebnisdarstellungen der Laboruntersuchung wird die Station der Bohrsondierungsposition vereinfacht angegeben, e. g. BS-5+0DK für BS-5+000DK.

6.2 Auffüllungen

6.2.1 Sandige Auffüllungen

Gemäß den Ergebnissen der Probenansprache im Labor handelt es sich bei den Proben aus den sanddominierten Auffüllungen überwiegend um mittelsandige bis stark mittelsandige Feinsande, feinsandige Mittelsande sowie um grobsandige bis stark grobsandige Mittelsande mit wechselnden Anteilen der jeweils anderen Sandfraktionen sowie mit geringen Kiesanteilen und wechselnden Schluffanteilen (überwiegend schwach schluffig, teils schluffig, vereinzelt schluffarm²). Eine Probe wurde als kiesiger feinsandiger Mittelsand angesprochen.

Die Proben enthalten überwiegend Bauschutt (überwiegend Ziegel- und Mörtelreste, teils Schotter und Betonbruch) mit wechselnden Anteilen (teils etwa die Hälfte der Probenmenge) und vereinzelt Pflanzenreste.

² Dies entspricht einem Schlämkkornanteil (Korndurchmesser $D < 0,063$ mm) von weniger als 5 M.-%.

Die an ausgewählten Proben ermittelten Körnungslinien zeigen kornanalytisch enggestufte Sande in der Bandbreite von teils schwach grobsandigen, mittelsandigen Feinsanden bis zu teils schwach kiesigen, schwach feinsandigen, grobsandigen Mittelsanden mit Partikelanteilen in Kieskorngroße in der Bandbreite rd. 1 M.-% bis rd. 10 M.-%. Der Schlämmkornanteil (Korndurchmesser $d \leq 0,063$ mm) liegt zwischen rd. 5 M.-% und rd. 20 M.-%.

Die für Proben mit einem Schlämmkornanteil < 10 M.-% (BS-4+9DK/0,3m und BS-5+0DK/3m) ermittelten Ungleichförmigkeitszahlen betragen $C_U = 2,57$ und $C_U = 2,48$, die Krümmungszahlen $C_C = 0,93$ und $C_C = 0,87$.

Die sandigen Auffüllungen enthalten örtlich humosen Anteile, nach den Ansprachekriterien der DIN 4022 wurden diese Proben als überwiegend als *schwach humos*, teils als *humos* angesprochen, gemäß der heute gültigen DIN 14688 sind sie überwiegend als *nicht organischer mineralischer Boden* und teils als *schwach organischer* ($V_{Gl} < 6$ M.-%) mineralischer Boden einzustufen.

6.2.2 Bindige Auffüllungen

Bei den Proben aus den bindigen Auffüllungen handelt es sich gemäß den Ergebnissen der Probenansprache überwiegend um schwach tonigen bis tonigen Schluff, teils um schwach schluffigen bis schluffigen Ton, jeweils mit wechselnden Sand- sowie vereinzelt auch Kiesanteilen (Bauschuttartikel).

Die Proben enthalten überwiegend Bauschutt (s. o.) sowie humose Beimengungen.

Nach den Ergebnissen der an ausgewählten Proben ermittelten Korngrößenverteilungen handelt es sich rein kornanalytisch um Böden in der Bandbreite toniger, sandiger Schluff bis schwach toniger, schluffiger, kiesiger Sand. Der Feinstkornanteil (Korndurchmesser $d < 0,002$ mm) variiert von rd. 8 M.-% bis rd. 22 M.-%, der Grobkornanteil (Korndurchmesser $d > 0,063$ mm) von rd. 25 M.-% bis rd. 67 M.-%. Bei den Materialanteilen in Kieskorngroße handelt es sich zumeist um Bauschuttreste (s. o.).

Bei den Laboruntersuchungen zur Konsistenzbeurteilung wurden für die bindigen Proben aus den Auffüllungen die folgenden Bandbreiten der Versuchswerte ermittelt:

Schluffe	Dichte	ρ	=	1,88 t/m ³ bis 2,21 t/m ³
	Wassergehalt	w	=	0,08 bis 0,27
	Glühverlust	V_{Gl}	=	3,0 M.-% bis 5,5 M.-%
Tone	Dichte	ρ	=	1,95 t/m ³ bis 2,15 t/m ³
	Wassergehalt	w	=	0,28 bis 0,17
	Glühverlust	V_{Gl}	=	3,9 M.-% bis 7,9 M.-%

Die untersuchten Proben sind demnach nach bisheriger Norm DIN 4022 als *schwach humos* bis *humos* einzustufen, nach heute gültiger Norm DIN 14688 als *schwach organischer* ($V_{Gl} < 6$ M.-%) bis *mittel organischer* (6 M.-% $\leq V_{Gl} < 20$ M.-%) mineralischer Boden.

Soweit die Untersuchungsergebnisse geeignet sind, wird im Zusammenhang mit der manuellen Bodenansprache im Labor überwiegend auf eine Konsistenz von weich bis zu steif, teils auf eine steife bis halbfeste Konsistenz der bindigen Auffüllungen geschlossen.

6.2.3 Auffüllungen aus Bauschutt

Die als Bauschutt angesprochenen Proben bestehen überwiegend aus Ziegel- und Mörtelresten, teils aus Schotter, teils aus Betonbruch mit wechselnden Anteilen bindiger und nichtbindiger Böden. Vereinzelt enthalten die Proben auch Holz.

Die Partikelgröße des Bauschuttmaterials liegt überwiegend in der Bandbreite von Grobsand und Kies, Korngrößenverteilungen der bauschuttdominierten Proben wurden mangels hinreichender Probenmengen nicht ermittelt.

6.3 Niederungsböden

Nach den Ergebnissen der Probenansprache handelt es sich bei den Proben aus den Niederungsböden überwiegend um humose, schluffig Tone, teils um humose, tonige Schluffe mit wechselnden Sandanteilen.

Nach den Ergebnissen der an ausgewählten Proben ermittelten Korngrößenverteilungen handelt es sich rein kornanalytisch um Böden in der Bandbreite von schwach sandigen, tonigen Schluffen bis zu schwach tonigen, schluffigen Sanden. Der Feinstkornanteil (Korndurchmesser $d < 0,002$ mm) variiert von rd. 10 M.-% bis rd. 34 M.-%, der Grobkornanteil (Korndurchmesser $d > 0,063$ mm) von rd. 14 M.-% bis rd. 32 M.-%.

Bei den Laboruntersuchungen zur Konsistenzbeurteilung wurden die folgenden Bandbreiten der Versuchswerte ermittelt:

Schluffe	Dichte	ρ	=	1,90 t/m ³ bis 2,22 t/m ³
	Wassergehalt	w	=	0,32 bis 0,14
Tone	Dichte	ρ	=	1,93 t/m ³ bis 2,17 t/m ³
	Wassergehalt	w	=	0,31 bis 0,19
	Glühverlust	V_{Gl}	=	3,7 M.-% bis 6,2 M.-%

Entsprechend ihrem Anteil an organischen Beimengungen sind die untersuchten Tonproben nach den Kriterien der DIN 14688 als *schwach organischer* ($V_{Gl} < 6$ M.-%) bis *mittel organischer* (6 M.-% $\leq V_{Gl} < 20$ M.-%) mineralischer Boden zu bezeichnen und nach bisheriger Norm DIN 4022 als *humos* einzustufen.

Im Zusammenhang mit der manuellen Bodenansprache im Labor wird für die untersuchten Proben überwiegend auf eine Konsistenz von weich bis zu steif, teils auf eine breiige bis weiche Konsistenz geschlossen.

6.4 Wesersande

Nach den Ergebnissen der Probenansprache handelt es sich bei den Proben aus den *Wesersanden* überwiegend um grobsandige bis stark grobsandige Mittelsande sowie um grobsandige bis stark grobsandige Mittelsande, teils um feinsandige Mittelsande mit wechselnden Anteilen der jeweils anderen Sandfraktionen und wechselnden Schluffanteilen (überwiegend schluffarm, vereinzelt schwach schluffig), eine Probe wurde als kiesiger grobsandiger Mittelsand angesprochen. Die Proben enthalten teilweise Ton/ Schluff Agglomerationen, die aus örtlichen Ton/Schluff-Bändern oder -Linsen stammen.

Die Körnungslinien zeigen ein Körnungsband von schwach grobsandigen, feinsandigen Mittelsanden bis zu schwach kiesigen, stark grobsandigen Mittelsanden. Der Schlämmkornanteil (Korndurchmesser $d < 0,063$ mm) liegt zwischen rd. 1 M.-% und rd. 3 M.-%, der Kiesanteil (Korndurchmesser $d > 2$ mm) beträgt bis zu rd. 9 M.-%.

Die zugehörigen Ungleichförmigkeitszahlen liegen in der Bandbreite von $C_U = 1,93$ bis $C_U = 3,17$, die Krümmungszahlen in der Bandbreite von $C_C = 0,86$ bis $C_C = 1,14$.

Die Wesersandproben enthalten keine nennenswerten humosen Anteile. Sie sind demnach nach bisheriger Norm DIN 4022 *nicht humos* und nach DIN 14688 als *nicht organischer* Boden einzustufen.

7 Vereinfachter Baugrundaufbau und charakteristische Werte der Bodenkenngrößen

Auf der Grundlage der Baugrunderkundungs- und -untersuchungsergebnisse in Verbindung mit unserer und allgemeiner Erfahrung werden für erdstatische Untersuchungen nach dem Sicherheitskonzept entsprechend DIN 1054:2005-01 im Rahmen der Machbarkeitsstudie für die Vorplanung in Tabelle 7.1 bis 7.17 charakteristische Werte der Bodenkenngrößen für die in den Untersuchungsquerschnitten anstehenden Bodenschichten zusammen mit einem vereinfachten Baugrundaufbau angegeben.

Der vereinfachte Baugrundaufbau orientiert sich aus geotechnischer Sicht in der Hauptsache an den örtlichen Aufschlussresultaten im Bereich der Deichkrone, da diese hier tendenziell die jeweils ungünstigeren Verhältnisse repräsentieren. Oberflächennahe Schichten des Wege/Straßenaufbaus (Mineralgemisch, Schotter, Bauschutt etc.) werden in den Darstellungen des vereinfachten Baugrundaufbaus nicht berücksichtigt.

Tabelle 7.1 Deichkm. 4+200 (Eisenbahnbrücke)
Vereinfachter Baugrundaufbau und charakteristische Werte der Bodenkenngrößen für erdstatische Untersuchungen gemäß DIN 1054:2005-01 (Baugrundmodell)

Bodenart	Lagerungsdichte bzw. Konsistenz	Schichtunterkante bei	Wichte	Steifemodul	Reibungswinkel	Kohäsion	Anfangsscherfestigkeit
			γ/γ'	$E_{s,k}$	φ'_k	c'_k	$c'_{u,k}$
		mNN	kN/m ³	MN/m ²	°	kN/m ²	kN/m ²
Auffüllungen (tw. bauschutthaltig)							
– Sand	locker bis mitteldicht	3,4	18/10	40 bis 80	32,5	0	0
– Schluff/Ton	weich bis steif	1,2	19/9	1 bis 2 ²⁾	22,5	5 bis 8	10 bis 20
Sand	mitteldicht	-3,4 ¹⁾	19/11	60 bis 120	35	0	0

¹⁾ Erkundungsendtiefe unter der Deichkrone

²⁾ nicht für die seitliche Bettung von Pfählen anzusetzen

Tabelle 7.2 Deichkm. 4+300 (Stephanibrücke)
Vereinfachter Baugrundaufbau und charakteristische Werte der Bodenkenngrößen für erdstatische Untersuchungen gemäß DIN 1054:2005-01 (Baugrundmodell)

Bodenart	Lagerungs- dichte bzw. Konsistenz	Schichtunter- kante bei	Wichte	Steife- modul	Reibungs- winkel	Kohäsion	Anfangs- scher- festigkeit
			γ/γ'	$E_{s,k}$	φ'_k	c'_k	$c'_{u,k}$
		mNN	kN/m ³	MN/m ²	°	kN/m ²	kN/m ²
Auffüllungen (tw. bauschutthaltig)							
– Sand	locker bis mitteldicht	7,3	18/10	30 bis 60	32,5	0	0
– Schluff/Ton	weich bis steif	3,4	19/9	1 bis 2 ²⁾	22,5	5 bis 8	10 bis 20
Schluff	weich bis steif	2,0	19/9	1 bis 2 ²⁾	22,5	5 bis 8	10 bis 20
Sand	locker bis mitteldicht	0,3	18/10	40 bis 80	33	0	0
Ton	weich	-0,5	19/9	1 bis 2 ²⁾	20	2,5 bis 5	7,5 bis 15
Sand	mitteldicht bis dicht	-4 ¹⁾	19/11	80 bis 160	35	0	0

1) Erkundungsendtiefe unter der Deichkrone

2) nicht für die seitliche Bettung von Pfählen anzusetzen

Tabelle 7.3 Deichkm. 4+400
Vereinfachter Baugrundaufbau und charakteristische Werte der Bodenkenngrößen für erdstatische Untersuchungen gemäß DIN 1054:2005-01 (Baugrundmodell)

Bodenart	Lagerungs- dichte bzw. Konsistenz	Schicht- unterkante bei	Wichte	Steife- modul	Reibungs- winkel	Kohäsion	Anfangs- scher- festigkeit
			γ/γ'	$E_{s,k}$	φ'_k	c'_k	$c'_{u,k}$
		mNN	kN/m ³	MN/m ²	°	kN/m ²	kN/m ²
Auffüllungen (tw. bauschutthaltig)							
– Sand	locker	7,1	18/10	30 bis 60	32	0	0
– Schluff, tonig	weich bis steif	4,6	19/9	1 bis 2 ²⁾	22,5	5 bis 8	10 bis 20
– Sand	locker bis mitteldicht	1,2	18/10	40 bis 80	33	0	0
Sand	locker bis mitteldicht	-3	18/10	40 bis 80	33	0	0
	mitteldicht	-7,1 ¹⁾	19/11	60 bis 120	35	0	0

1) Erkundungsendtiefe unter der Deichkrone

2) nicht für die seitliche Bettung von Pfählen anzusetzen

Tabelle 7.4 Deichkm. 4+600
Vereinfachter Baugrundaufbau und charakteristische Werte der Bodenkenngrößen für
erdstatische Untersuchungen gemäß DIN 1054:2005-01 (Baugrundmodell)

Bodenart	Lagerungs- dichte bzw. Konsistenz	Schicht- unterkante bei	Wichte	Steife- modul	Reibungs- winkel	Kohäsion	Anfangs- scher- festigkeit
			γ/γ'	$E_{s,k}$	φ'_k	c'_k	$c'_{u,k}$
		mNN	kN/m ³	MN/m ²	°	kN/m ²	kN/m ²
Auffüllungen (tw. bauschutthaltig)							
– Sand	locker bis mitteldicht	3,9	18/10	40 bis 80	32,5	0	0
Schluff	weich bis steif	2,6	19/9	1 bis 2 ²⁾	22,5	5 bis 8	10 bis 20
Sand	locker bis mitteldicht	-1,4	18/10	40 bis 80	33	0	0
	mitteldicht	-3,8 ¹⁾	19/11	60 bis 120	35	0	0

¹⁾ Erkundungsendtiefe unter der Deichkrone

²⁾ nicht für die seitliche Bettung von Pfählen anzusetzen

Tabelle 7.5 Deichkm. 4+800
Vereinfachter Baugrundaufbau und charakteristische Werte der Bodenkenngrößen für
erdstatische Untersuchungen gemäß DIN 1054:2005-01 (Baugrundmodell)

Bodenart	Lagerungs- dichte bzw. Konsistenz	Schicht- unterkante bei	Wichte	Steife- modul	Reibungs- winkel	Kohäsion	Anfangs- scher- festigkeit
			γ/γ'	$E_{s,k}$	φ'_k	c'_k	$c'_{u,k}$
		mNN	kN/m ³	MN/m ²	°	kN/m ²	kN/m ²
Auffüllungen (tw. bauschutthaltig)							
– Sand	locker	3,6	18/10	30 bis 60	32	0	0
– Schluff, sandig / Schluff-Ton	Weich	1,1	19/9	1 bis 2 ²⁾	22,5	5 bis 8	10 bis 20
(Torf)	---	(---)	12/2	0,4 bis 1 ²⁾	15	0 bis 2	5 bis 7,5
Sand	mitteldicht	-3,9 ¹⁾	19/11	60 bis 120	35	0	0

¹⁾ Erkundungsendtiefe unter der Deichkrone

²⁾ nicht für die seitliche Bettung von Pfählen anzusetzen

(...) örtlich, Schichtdicke und Tiefenlage sind erf. anhand der Erkundungsergebnisse örtlich festzulegen.

--- keine Angaben

Tabelle 7.6 Deichkm. 4+900 (Bürgermeister-Smidt-Brücke)
Vereinfachter Baugrundaufbau und charakteristische Werte der Bodenkenngrößen für
erdstatische Untersuchungen gemäß DIN 1054:2005-01 (Baugrundmodell)

Bodenart	Lagerungs- dichte bzw. Konsistenz	Schicht- unterkante bei	Wichte	Steife- modul	Reibungs- winkel	Kohäsion	Anfangs- scher- festigkeit
			γ/γ'	$E_{s,k}$	φ'_k	c'_k	$c'_{u,k}$
		mNN	kN/m ³	MN/m ²	°	kN/m ²	kN/m ²
Auffüllungen (tw. bauschutthaltig)							
– Sand	locker bis mitteldicht	5,4	18/10	30 bis 80	32,5	0	0
– Schluff, tonig	weich bis steif	3,6	19/9	1 bis 2 ²⁾	22,5	5 bis 8	10 bis 20
Schluff	weich bis steif	1,8	19/9	1 bis 2 ²⁾	22,5	5 bis 8	10 bis 20
Sand, örtl. mit Schluff-Bd.	locker bis mitteldicht	0,1	19/11	40 bis 80	33	0	0
Sand	mitteldicht	-4 ¹⁾	19/11	60 bis 120	35	0	0

1) Erkundungsendtiefe unter der Deichkrone

2) nicht für die seitliche Bettung von Pfählen anzusetzen

Tabelle 7.7 Deichkm. 5+000
Vereinfachter Baugrundaufbau und charakteristische Werte der Bodenkenngrößen für
erdstatische Untersuchungen gemäß DIN 1054:2005-01 (Baugrundmodell)

Bodenart	Lagerungs- dichte bzw. Konsistenz	Schicht- unterkante bei	Wichte	Steife- modul	Reibungs- winkel	Kohäsion	Anfangs- scher- festigkeit
			γ/γ'	$E_{s,k}$	φ'_k	c'_k	$c'_{u,k}$
		mNN	kN/m ³	MN/m ²	°	kN/m ²	kN/m ²
Auffüllungen (tw. bauschutthaltig)							
– Sand	locker bis mitteldicht	4,7	18/10	30 bis 80	32,5	0	0
Schluff	weich bis steif	3,4	19/9	1 bis 2 ²⁾	22,5	5 bis 8	10 bis 20
Sand mit Schluff-Bd.	locker	2,7	19/11	30 bis 60	32	0	0
Sand	locker bis mitteldicht	-3,9	19/11	40 bis 120	33	0	0

1) Erkundungsendtiefe unter der Deichkrone

2) nicht für die seitliche Bettung von Pfählen anzusetzen

Tabelle 7.8 Deichkm. 5+200
Vereinfachter Baugrundaufbau und charakteristische Werte der Bodenkenngrößen für
erdstatische Untersuchungen gemäß DIN 1054:2005-01 (Baugrundmodell)

Bodenart	Lagerungs- dichte ³⁾ bzw. Konsistenz	Schicht- unterkante bei	Wichte	Steife- modul	Reibungs- winkel	Kohäsion	Anfangs- scher- festigkeit
			γ/γ'	$E_{s,k}$	φ'_k	c'_k	$c'_{u,k}$
		mNN	kN/m ³	MN/m ²	°	kN/m ²	kN/m ²
Auffüllungen (tw. bauschutthaltig)							
– Schluff, tonig	weich bis steif	5,7	19/9	1 bis 2 ²⁾	22,5	5 bis 8	10 bis 20
– Sand	locker bis mitteldicht	4,7	18/10	40 bis 80	32,5	0	0
Schluff	weich bis steif	3,6	19/9	1 bis 2 ²⁾	22,5	5 bis 8	10 bis 20
Sand, örtl. mit Schluff-Bd.	locker bis mitteldicht	1,3	18/10	40 bis 80	33	0	0
Sand	mitteldicht	-4	19/11	60 bis 120	35	0	0

- 1) Erkundungsendtiefe unter der Deichkrone
 2) nicht für die seitliche Bettung von Pfählen anzusetzen
 3) Einschätzung in Anlehnung an die Ergebnisse der benachbarten Rammsondierungen

Tabelle 7.9 Deichkm. 5+400
Vereinfachter Baugrundaufbau und charakteristische Werte der Bodenkenngrößen für
erdstatische Untersuchungen gemäß DIN 1054:2005-01 (Baugrundmodell)

Bodenart	Lagerungs- dichte bzw. Konsistenz	Schicht- unterkante bei	Wichte	Steife- modul	Reibungs- winkel	Kohäsion	Anfangs- scher- festigkeit
			γ/γ'	$E_{s,k}$	φ'_k	c'_k	$c'_{u,k}$
		mNN	kN/m ³	MN/m ²	°	kN/m ²	kN/m ²
Auffüllungen (tw. bauschutthaltig)							
– Schluff, tonig	weich bis steif	3,6	19/9	1 bis 2 ²⁾	22,5	5 bis 8	10 bis 20
Sand	locker bis mitteldicht	-2	18/10	40 bis 80	33	0	0
	mitteldicht	-4 ¹⁾	19/11	60 bis 120	35	0	0

- 1) Erkundungsendtiefe unter der Deichkrone
 2) nicht für die seitliche Bettung von Pfählen anzusetzen

Tabelle 7.10 Deichkm. 5+500 (Große Weserbrücke) und Deichkm. 5+600
Vereinfachter Baugrundaufbau und charakteristische Werte der Bodenkenngrößen für
erdstatische Untersuchungen gemäß DIN 1054:2005-01 (Baugrundmodell)

Bodenart	Lagerungs- dichte ³⁾ bzw. Konsistenz	Schicht- unterkante bei	Wichte	Steife- modul	Reibungs- winkel	Kohäsion	Anfangs- scher- festigkeit
			γ/γ'	$E_{s,k}$	ϕ'_k	c'_k	$c'_{u,k}$
		mNN	kN/m ³	MN/m ²	°	kN/m ²	kN/m ²
Auffüllungen (tw. bauschutthaltig)							
– Sand	locker	6,7	18/10	30 bis 60	32	0	0
– Ton, schluffig	steif	6,2	19/9	1 bis 2 ²⁾	20	10 bis 15	20 bis 40
– Sand	locker bis mitteldicht	3,8	18/10	40 bis 80	32,5	0	0
Schluff	weich bis steif		19/9	1 bis 2 ²⁾	22,5	5 bis 8	10 bis 20
Sand (örtl. mit T/U-Bd.)	locker bis mitteldicht		18/10	40 bis 80	33	0	0
	mitteldicht	-3,8 ¹⁾	19/11	60 bis 120	35	0	0

1) Erkundungsendtiefe unter der Deichkrone

2) nicht für die seitliche Bettung von Pfählen anzusetzen

3) Einschätzung in Anlehnung an die Ergebnisse der benachbarten Rammsondierungen

Tabelle 7.11 Deichkm. 5+800
Vereinfachter Baugrundaufbau und charakteristische Werte der Bodenkenngrößen für
erdstatische Untersuchungen gemäß DIN 1054:2005-01 (Baugrundmodell)

Bodenart	Lagerungs- dichte bzw. Konsistenz	Schicht- unterkante bei	Wichte	Steife- modul	Reibungs- winkel	Kohäsion	Anfangs- scher- festigkeit
			γ/γ'	$E_{s,k}$	ϕ'_k	c'_k	$c'_{u,k}$
		mNN	kN/m ³	MN/m ²	°	kN/m ²	kN/m ²
Auffüllungen (tw. bauschutthaltig)							
– Sand und Schluff	locker	4,3	18/10	10 bis 20	30	0	0
– Sand	locker	2,6	18/10	30 bis 60	32	0	0
Schluff	weich	2,3	19/9	1 bis 2 ²⁾	22,5	2,5 bis 5	7,5 bis 15
Sand (örtl. mit T/U-Bd.)	locker	-5	18/10	30 bis 30	32	0	0
	mitteldicht bis dicht	-6 ¹⁾	19/11	80 bis 160	37,5	0	0

1) Erkundungsendtiefe unter der Deichkrone (hier Rammsondierung DPH)

2) nicht für die seitliche Bettung von Pfählen anzusetzen

Tabelle 7.12 Deichkm. 6+000
Vereinfachter Baugrundaufbau und charakteristische Werte der Bodenkenngrößen für
erdstatische Untersuchungen gemäß DIN 1054:2005-01 (Baugrundmodell)

Bodenart	Lagerungs- dichte bzw. Konsistenz	Schicht- unterkante bei	Wichte	Steife- modul	Reibungs- winkel	Kohäsion	Anfangs- scher- festigkeit
			γ/γ'	$E_{s,k}$	φ'_k	c'_k	$c'_{u,k}$
		mNN	kN/m ³	MN/m ²	°	kN/m ²	kN/m ²
Auffüllungen (tw. bauschutthaltig)							
– Sand	locker	-1,0	18/10	10 bis 20	30	0	0
– Schluff	breiig bis weich	-1,5	17/7	0,7 bis 1,5 ²⁾	17,5	2,5 bis 5	5 bis 10
Sand	locker	-5	18/10	40 bis 80	32,5	0	0
	mitteldicht bis dicht	-6 ¹⁾	19/11	80 bis 160	37,5	0	0

¹⁾ Erkundungsendtiefe unter der Deichkrone (hier Rammsondierung DPH)

²⁾ nicht für die seitliche Bettung von Pfählen anzusetzen

Tabelle 7.13 Deichkm. 6+200
Vereinfachter Baugrundaufbau und charakteristische Werte der Bodenkenngrößen für
erdstatische Untersuchungen gemäß DIN 1054:2005-01 (Baugrundmodell)

Bodenart	Lagerungs- dichte bzw. Konsistenz	Schicht- unterkante bei	Wichte	Steife- modul	Reibungs- winkel	Kohäsion	Anfangs- scher- festigkeit
			γ/γ'	$E_{s,k}$	φ'_k	c'_k	$c'_{u,k}$
		mNN	kN/m ³	MN/m ²	°	kN/m ²	kN/m ²
Auffüllungen (tw. bauschutthaltig)							
– Schluff (örtl. Sand)	weich bis steif	2,8	19/9	1 bis 2 ²⁾	22,5	2,5 bis 5	7,5 bis 15
Schluff	weich	0,2	19/9	1 bis 2 ²⁾	22,5	2,5 bis 5	7,5 bis 15
Sand	mitteldicht	-3,5	18/10	60 bis 120	35	0	0
	mitteldicht bis dicht	-5,4 ¹⁾	19/11	80 bis 160	37,5	0	0

¹⁾ Erkundungsendtiefe unter der Deichkrone (hier Rammsondierung DPH)

²⁾ nicht für die seitliche Bettung von Pfählen anzusetzen

Tabelle 7.14 Deichkm. 6+400
Vereinfachter Baugrundaufbau und charakteristische Werte der Bodenkenngrößen für
erdstatische Untersuchungen gemäß DIN 1054:2005-01 (Baugrundmodell)

Bodenart	Lagerungs- dichte bzw. Konsistenz	Schicht- unterkante bei	Wichte	Steife- modul	Reibungs- winkel	Kohäsion	Anfangs- scher- festigkeit
			γ/γ'	$E_{s,k}$	φ'_k	c'_k	$c'_{u,k}$
		mNN	kN/m ³	MN/m ²	°	kN/m ²	kN/m ²
Auffüllungen (tw. bauschutthaltig)							
– Schluff	weich bis steif	4,6	19/9	1 bis 2 ²⁾	22,5	2,5 bis 5	7,5 bis 15
Ton	weich	1,4	19/9	1 bis 2 ²⁾	20	2,5 bis 5	7,5 bis 15
Sand	mitteldicht	-2	18/10	60 bis 120	35	0	0
	mitteldicht bis dicht	-3,5 ¹⁾	19/11	80 bis 160	37,5	0	0

¹⁾ Erkundungsendtiefe unter der Deichkrone

²⁾ nicht für die seitliche Bettung von Pfählen anzusetzen

Tabelle 7.15 Deichkm. 6+600 und Deichkm 6+700 (Deichschartbrücke)
Vereinfachter Baugrundaufbau und charakteristische Werte der Bodenkenngrößen für
erdstatische Untersuchungen gemäß DIN 1054:2005-01 (Baugrundmodell)

Bodenart	Lagerungs- dichte bzw. Konsistenz	Schicht- unterkante bei	Wichte	Steife- modul	Reibungs- winkel	Kohäsion	Anfangs- scher- festigkeit
			γ/γ'	$E_{s,k}$	φ'_k	c'_k	$c'_{u,k}$
		mNN	kN/m ³	MN/m ²	°	kN/m ²	kN/m ²
Auffüllungen (tw. bauschutthaltig)							
– Schluff	weich	3,3	19/9	1 bis 2 ²⁾	22,5	2,5 bis 5	7,5 bis 15
Schluff	weich	0,0	19/9	1 bis 2 ²⁾	20	2,5 bis 5	7,5 bis 15
Sand	mitteldicht	-3,5	18/10	60 bis 120	35	0	0
	mitteldicht bis dicht	-6,5 ¹⁾	19/11	80 bis 160	37,5	0	0

¹⁾ Erkundungsendtiefe unter der Deichkrone

²⁾ nicht für die seitliche Bettung von Pfählen anzusetzen

Tabelle 7.16 Deichkm. 6+800
Vereinfachter Baugrundaufbau und charakteristische Werte der Bodenkenngrößen für
erdstatische Untersuchungen gemäß DIN 1054:2005-01 (Baugrundmodell)

Bodenart	Lagerungs- dichte bzw. Konsistenz	Schicht- unterkante bei	Wichte	Steife- modul	Reibungs- winkel	Kohäsion	Anfangs- scher- festigkeit
			γ/γ'	$E_{s, k}$	φ'_k	c'_k	$c'_{u,k}$
		mNN	kN/m ³	MN/m ²	°	kN/m ²	kN/m ²
Auffüllungen (tw. bauschutthaltig)							
– Schluff	weich	3,3	19/9	1 bis 2 ²⁾	22,5	2,5 bis 5	7,5 bis 15
Ton	weich	0,0	19/9	1 bis 2 ²⁾	20	2,5 bis 5	7,5 bis 15
Sand	locker bis mitteldicht	-3,3 ¹⁾	18/10	40 bis 80	33	0	0

¹⁾ Erkundungsendtiefe unter der Deichkrone

²⁾ nicht für die seitliche Bettung von Pfählen anzusetzen

Tabelle 7.17 Deichkm. 7+000
Vereinfachter Baugrundaufbau und charakteristische Werte der Bodenkenngrößen für
erdstatische Untersuchungen gemäß DIN 1054:2005-01 (Baugrundmodell)

Bodenart	Lagerungs- dichte bzw. Konsistenz	Schicht- unterkante bei	Wichte	Steife- modul	Reibungs- winkel	Kohäsion	Anfangs- scher- festigkeit
			γ/γ'	$E_{s, k}$	φ'_k	c'_k	$c'_{u,k}$
		mNN	kN/m ³	MN/m ²	°	kN/m ²	kN/m ²
Auffüllungen (tw. bauschutthaltig)							
– Bauschutt	locker	3,6	18/10	20 bis 40	32,5	0	0
– Schluff	weich	3,6	19/9	1 bis 2 ²⁾	22,5	2,5 bis 5	7,5 bis 15
Sand	locker	-1,5	18/10	30 bis 60	32	0	0
	mitteldicht	-6,5 ¹⁾	19/11	60 bis 120	35	0	0

¹⁾ Erkundungsendtiefe unter der Deichkrone (hier Rammsondierung)

²⁾ nicht für die seitliche Bettung von Pfählen anzusetzen

Für hydrogeologische Untersuchungen können Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte k_{10} zunächst in den abgeschätzten Bandbreiten berücksichtigt werden:

Bodenart	Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte k_{10} in m/s
Auffüllung, bindig	$1 \cdot 10^{-8}$ bis $5 \cdot 10^{-7}$
Auffüllung, sandig	$1 \cdot 10^{-4}$ bis $5 \cdot 10^{-4}$
Sand, lehmgebändert	$1 \cdot 10^{-7}$ bis $5 \cdot 10^{-5}$
Ton und Schluff	$5 \cdot 10^{-10}$ bis $5 \cdot 10^{-9}$
Sand	$1 \cdot 10^{-4}$ bis $1 \cdot 10^{-3}$

Die Durchlässigkeitsorthotropie schluffgebänderter Sande kann schätzungsweise mit einem gegenüber dem vertikalen Wasserdurchlässigkeitsbeiwert rd. 100-fach größeren horizontalen Wasserdurchlässigkeitsbeiwert berücksichtigt werden.

8 Bautechnische Klassifikationen der angetroffenen Bodenarten

Die bautechnischen Klassifikationen der angetroffenen Bodenarten nach den Kriterien der jeweiligen Regelwerke sind in Tabelle 8.1 zusammengestellt.

Tabelle 8.1 Bodengruppen, Bodenklassen und Frostempfindlichkeitsklassen

Bodenart	Bodengruppe nach DIN 18196	Bodenklasse nach DIN 18300	Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE StB-94
Auffüllungen			
- sandig	A, [SU, SU*]		F3
- bindig	A, [TL, UL, UM, SU*]	3	F3
- Bauschutt	A, [GE, GW, GI] ²⁾	3	F1
(Torf) ³⁾	HN, HZ	2	F3
Schluff, Ton	UL, UM TL, TM	4 oder 2 ¹⁾	F3
Wesersand ²⁾	SE, SU	3	F1

() örtlich

¹⁾ bei Wasserzutritt und mechanischer Beanspruchung

²⁾ Einschätzung anhand der Partikelgrößenverteilung der Proben, andere Bodengruppen sind möglich.

³⁾ Einschätzung, Proben standen uns nicht zur Verfügung

Die Einordnung in die Bodengruppen, Boden- und Frostempfindlichkeitsklassen in Tabelle 8.1 wurde anhand der untersuchten Proben und erfahrungsbasiert anhand der Ergebnisse der indirekten Baugrunduntersuchung vorgenommen. Das Vorkommen anderer Bodengruppen und Bodenklassen ist möglich.

9 Zusammenfassende Baugrundbeschreibung

9.1 Baugrundaufbau

Die Baugrundverhältnisse im Bereich der Deichstrecke sind wegen deren Länge (rd. 2,8 km) und wegen der Abstände der Untersuchungsprofile (rd. 200 m) hinsichtlich der Schichtfolgen, -tiefen und -dicken wechselhaft. Nachfolgend wird die Baugrundsituation anhand der Gesamtheit der vorliegenden Daten zusammenfassend beschrieben, die Angaben zur Tiefenlage der Schichtunterkanten und zu den Schichtdicken haben orientieren sich in der Hauptsache an den Ergebnissen der Baugrunderkundung in der Deichachse (entspricht der Deichkrone). Detailangaben zur Baugrundsituation im Bereich der örtlichen Untersuchungsquerschnitte sind den jeweils zugehörigen Bodenprofilen zu entnehmen.

Im Bereich der Deichkrone und landseitig davon stellt sich der Baugrund nach dem vorliegenden Kenntnisstand wie folgt dar:

Unter der GOK stehen zunächst Auffüllungen heterogener Zusammensetzung an, diese bestehen überwiegend aus Abfolgen

- aus bindigen Böden (überwiegend tonige Schluffe und schluffige Tone mit wechselnden Sandanteilen),
- aus Sanden mit wechselhafter Zusammensetzung und wechselhaften Schluffanteilen und
- vereinzelt aus durch bauschutt-dominierten Zonen (überwiegend Ziegel- und Mörtelreste, teils Schotter, Betonbruch und Schlacke) mit nichtbindigem und bindigem Boden als Beimengung.

Die mineralischen Böden enthalten überwiegend Bauschuttreste in wechselndem Umfang und mit unterschiedlicher Zusammensetzung (siehe oben), die Böden nah der GOK enthalten örtlich Wurzel- und Pflanzenreste.

Die Lagerungsdichte der sandigen Auffüllungen variiert zwischen locker und mitteldicht, die Konsistenz der bindigen Zonen zwischen weich bis zu steif bis halbfest.

Die Basis der Auffüllungen wurde im Bereich der Deichachse nach den Ergebnissen der jeweiligen Ansprachen überwiegend in Tiefen zwischen rd. 4,3 m bis rd. 5,6 m unter GOK, örtlich darüber (minimal in rd. 3,3 m Tiefe unter GOK) sowie darunter (maximal in rd. 10,4 m Tiefe unter GOK) angetroffen und liegt demnach zwischen + rd. 5,9 mNN und + rd. 1,5 mNN (überwiegend etwa zwischen + 3 mNN und + 4 mNN). In Bereichen in denen die Auffüllungen mangels auffüllungstypischer Beimengungen nicht erkennbar ist, kann die tatsächliche Auffüllungsbasis auch darunter liegen (die ursprüngliche Geländehöhe zu Beginn der Erschließung ist nicht bekannt), des Weiteren besteht die Möglichkeit, dass Niederungsböden durch Vermengung mit Bauschuttresten während des Bohrsondiervorgangs den Auffüllungen zugeordnet werden.

Den Auffüllungen folgen überwiegend Niederungsböden, örtlich mit Sandzwischenlagen. Die Niederungsböden bestehen teils aus tonigen Schluffen, teils aus schluffigen Tonen mit unterschiedlichen Sandanteilen sowie vereinzelt aus Torf (nicht erbohrt). Vereinzelt liegt zwischen

den Auffüllungen und den Niederungsböden eine Sandschicht, in der Deichachse fehlen die Niederungsböden teilweise oder sind nicht als solche erkennbar (s. o.).

Die Konsistenz der Niederungsböden ist überwiegend weich bis steif, örtlich breiig bis weich.

Die Schichtdicke der Niederungsböden variiert je nach örtlicher Situation von wenigen Dezimetern bis zu mehreren Metern, in der Deichachse liegt ihre Basis zwischen rd. -0,5 mNN und rd. 3,7 mNN.

Unterhalb der Niederungsböden bzw. örtlich direkt unter den Auffüllungen folgen die *Wesersande*. Mit den Aufschlüssen in der Deichachse wurden die Wesersande annähernd durchgängig als schwach bis stark grobsandige Mittelsande mit wechselnden Feinsand- und Kiesanteilen (überwiegend schwach feinsandig und/oder schwach kiesig) angetroffen, die vereinzelt Schluffbeimengungen sowie Ton-Schluff Bänder und -Linsen enthalten. Örtlich enthalten die *Wesersande* auch feinsand-, grobsand- und kiesdominierte Zonen.

Die Bodenprofile der Aufschlüsse in der Deichachse und deren näherem Umfeld sind in den Anlagen 4.1 und 4.2 als Geotechnische Längsprofile zusammengestellt.

Im Bereich des Deichfußes sowie ufer- und wasserseitig davon wurde die folgende Baugrundsituation angetroffen:

Unter der GOK stehen zunächst Auffüllungen heterogener Zusammensetzung an (siehe oben), der Bauschuttanteil ist insbesondere in den ufernahen Bereichen tendenziell höher als in den Auffüllungen unter der Deichkrone.

Örtlich folgen den Auffüllungen Niederungsböden, überwiegend reichen die Auffüllungen bis zu den Wesersanden, die Auffüllungsbasis wurde hier mit den Aufschlüssen teilweise nicht erreicht.

9.2 Grundwassersituation

Nach den vorliegenden Daten ist der Entwurf der baulichen Anlagen für den Hochwasserschutz im Bereich der Stadtstrecke für einen Bemessungswasserstand von NN + rd. 7,5 mNN auszulegen.

Die Anstiegshöhe des entspannten Grundwasserspiegels in der Deichstrecke unterliegt bei einem solchen Gewässerwasserstand in einem stärkerem Maße als sonst dem Einfluss der (*Weser*-)Tide, die wegen des Strömungswiderstands des Baugrunds zu den Gewässern hin vom Grundwasserspiegel phasenverschoben (zeitlich versetzt) und gedämpft abgebildet wird. Die Phasenverschiebung und die Dämpfung, und somit die Anstiegshöhe des Grundwassers, hängen von der Ergiebigkeit des Zustroms, von der Durchströmungsmöglichkeit im Baugrund (Wasserdurchlässigkeit), ggf. von der Unterströmungsmöglichkeit von Bauwerken sowie von der Entfernung zum Gewässerufer ab.

Der im Zusammenhang mit den bisher aufgetretenen Tidehochwasserständen (HHThw + 5,43 mNN) maximale entspannte Grundwasserspiegelanstieg landseitig des Deiches wird von uns anhand der vorliegenden Grundwasserdaten in der Größenordnung von + rd. 4 mNN eingeschätzt (siehe Ziffer 5.5.2).

Zur Einschätzung der Größenordnung des GW-Anstiegspotentials im Zusammenhang mit dem etwa 2 m höheren Bemessungswasserstand (+ 7,5 mNN) können Betrachtungen an vereinfachten hydrogeologischen Modellen durchgeführt werden, die Baugrundverhältnisse sind dabei ungünstig zu variieren (siehe Ziffer 7).

Die Ergebnisse solcher Modellbetrachtungen sind durch Grundwasserstandsmessungen zu verifizieren. Sofern in den Modellen bauliche Maßnahmen zum Hochwasserschutz berücksichtigt werden sind hierfür ergänzende Untersuchungen zur Modellkalibrierung für den „Ist“-Zustand erforderlich. Die Grundwasserstandsmessungen hierfür werden zweckmäßig im Winterhalbjahr mit Messpegeln mit automatischer Datenerfassung und -speicherung durchgeführt, der Umfang der Grundwasserstandsmessungen ist an die Variation der Baugrundverhältnisse und der hydrogeologischen Exposition anzupassen.

10 Generelle Beurteilung des Baugrunds im Hinblick auf bauliche Maßnahmen zum Zweck des Hochwasserschutzes

Planungsdaten zu den baulichen Varianten der vom *Deichverband* zur Umsetzung der Hochwasserschutzziele in Erwägung gezogenen baulichen Maßnahmen liegen uns nicht vor. Die generelle Beurteilung des Baugrunds im Hinblick auf bauliche Maßnahmen zum Hochwasserschutz erfolgt dementsprechend unter Bezug auf nach unserer Erfahrung für ähnliche Aufgabenstellungen zweckmäßige und übliche Bauweisen und Bauwerke.

Die ab Geländeoberkante in wechselhafter Schichtfolge anstehenden teils bindigen, teils nichtbindigen, überwiegend mit Bauschutt versetzten und bereichsweise aus Bauschutt bestehenden Auffüllungen sind als Deichkörper für den Hochwasserfall mit einem Bemessungswasserstand von + 7,5 mNN nach den Ergebnissen der Standsicherheitsberechnungen in Unterlage U 1.2 gemäß den heute gültigen technischen Regelungen für den derzeitigen Deichquerschnitt zwar örtlich nicht hinreichend standsicher, als Basis, respektive als Stützkörper für eine Deichverbreiterung zur Abflachung der örtlich gemäß Unterlage U 1.2.2 zu steilen Böschungen sowie zum Aufbau einer bindigen Deckschicht an der wasserseitigen Deichflanke zur Vermeidung des Wasserzustroms in den Deichkörper hinein (insbesondere durch die nichtbindigen Schichten der Auffüllungen) sind die Auffüllungen bei entsprechender Querschnittsausbildung allerdings grundsätzlich geeignet.

Die Eignung der Auffüllungen als tragfähiger Baugrund für flach gegründete Hochwasserschutzelemente (z. B. mobile HWS-Wände) ist wegen ihrer wechselhaften Zusammensetzung jeweils anhand der durch örtliche Baugrunderkundung festgestellten Gegebenheiten gesondert zu beurteilen.

Die gewachsenen Niederungsböden sind als Gründungsboden für eine Verbreiterung des Deichprofils mit im Deichbau üblichen Böschungsneigungen grundsätzlich hinreichend tragfähig sofern der Aufbau des Bodenmaterials unter Berücksichtigung ihrer Anfangsscherfestigkeit erfolgt. Für die direkte Einleitung nennenswerter Bauwerklasten sind diese Böden nach heutigen Kriterien allerdings ungeeignet.

Bei einer hinreichenden flächenhaften Verbreitung der Niederungsböden können diese im Zusammenhang mit dem Bau von in den *Wesersanden* abgesetzten Hochwasserschutzwänden die Funktion einer horizontalen Abdichtung zur Begrenzung der Hochwasserschutzwand Unterströmung übernehmen. Die hinreichende flächenhafte Verbreitung der Niederungsböden ist dafür durch eine Baugrunderkundung mit einem hierfür adäquaten Aufschlussabstand zu verifizieren.

Die darunter folgenden *Wesersande* mit zunächst mitteldichter, tiefer dichter Lagerungsform sind für die Tiefgründung und Rückverankerung massiver Hochwasserschutzwände (z. B. in Spundwand- oder Betonbauweise) grundsätzlich geeignet. Zur Bemessung von in den *Wesersanden* rückverankerten Hochwasserschutzwänden sind im Rahmen der späteren Objektplanung Drucksondierungen (CPT) in der Spundwandachse, vor der Spundwand und im Bereich der Verankerung durchzuführen.

11 Weitere Hinweise zur Planung

11.1 Umgang mit potentieller Bodenverunreinigung

Hinsichtlich der umweltrechtlichen Aspekte der Verwendung von Aushubmaterial (Wiederverwendung oder Entsorgung) werden in *Bremen* die Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen der *Länderarbeitsgemeinschaft LAGA (20)* herangezogen. Demnach wird Aushubmaterial anhand der Ergebnissen chemischer Analysen den Einbauklassen „Z0“ bis „Z2“ zugeordnet, bei Grenzwertüberschreitung der Klasse „>Z2“ (Entsorgung).

Bodenchemische Analysen wurden nach unserem Kenntnisstand bisher nicht durchgeführt.

Sofern absehbar ist, dass bei den baulichen Maßnahmen Aushubmaterial anfällt, ist für den richtigen Umgang mit den Stoffen und zur Schaffung einer Grundlage für die Abrechnung mit den Erdbauunternehmen rechtzeitig eine sachverständige *LAGA-Klassifikation* und *LAGA- Beurteilung* anhand chemischer Analysen vorzunehmen.

11.2 Geotechnische Kategorie

Seit dem 01.01.2008 liegt mit der verbindlichen Einführung der DIN 1054:2005-01 eine geänderte Vorschriftenlage hinsichtlich der Nachweise für Gründungen vor. Danach ist jedes Objekt zu Planungsbeginn anhand der Schwierigkeit der Baugrundverhältnisse und des Bauwerks in eine geotechnische Kategorie einzuordnen.

Das vorliegende Projekt wird im Hinblick auf seine Bedeutung für den Hochwasserschutz (siehe Ziffer 4) und den Schwierigkeitsgrad der für die Bearbeitung erforderlichen geotechnischen und geohydrologischen Betrachtungen in die Geotechnische Kategorie GK 3 eingestuft.

Für Objekte dieser Kategorie ist eine ingenieurmäßige Bearbeitung der Gründungselemente mit rechnerischen Nachweisen der Tragsicherheit und der Gebrauchstauglichkeit auf der Grundlage geotechnischer Kenntnisse und Erfahrungen durchzuführen. Deren Ergebnisse sind als Teil der Tragwerksplanung in einem „Geotechnischen Entwurfsbericht“ gemäß DIN 1054:2005-01, Abschnitt 4.6, prüffähig darzustellen.

Grundlage dafür ist eine auf das Objekt/die Baumaßnahme abgestimmte Baugrunderkundung- und -untersuchung und deren Darstellung in einem Geotechnischen Bericht mit einer objektspezifischen Gründungsbeurteilung nach den Anforderungen der DIN 4020:2010-12.

12 Schlussbemerkung

Die charakteristischen Werte der Scherfestigkeit der Tabellen 7 wurden auf der Grundlage unserer und allgemeiner Erfahrungen mit den angetroffenen Bodentypen festgelegt.

Aus geotechnischer Sicht ist es zweckmäßig diese Bodenkennwerte durch entsprechende bodenmechanische Laborversuche (Sonderversuche an ungestörten bindigen oder aufbereiteten nicht bindigen Proben) zu verifizieren, um die baulichen Maßnahmen zu optimieren.

Für die weitere Beratung stehen wir gerne zur Verfügung.

i. V.
Dr.-Ing. J. Rogner

i. A.
Dipl.-Ing. C. R. Kramer

Anlagenverzeichnis

1 Lagepläne

1.1 Ortsplan

2 Baugrunderkundung

2.1 bis 2.3

Lageplan der Erkundungspunkte und der übernommenen Aufschlüsse

3 Baugrunderkundungsergebnisse

3.1 bis 3.20

Ergebnisse der Baugrunderkundung

(mit den Bodenprofilen aus den geotechnische Archivdaten)

4 Geotechnisches Längsprofil für den Bereich der Deichkrone

(Zusammenführung der Bodenprofile für den Bereich der Deichkrone)

4.1 von Deichkm. 4+200 bis 5+600

4.2 von Deichkm. 5+800 bis 7+000

5 Grundwasserdaten

Grundwasserdaten - Auszug aus Unterlage U 2.1.3

6 Laboruntersuchung

6.1 Tabellarische Zusammenstellung

6.2 Körnungsbänder

6.3 Körnungslinien

Anhänge

A Bodenmechanische Laboruntersuchung der *GLB GmbH*
Körnungslinien

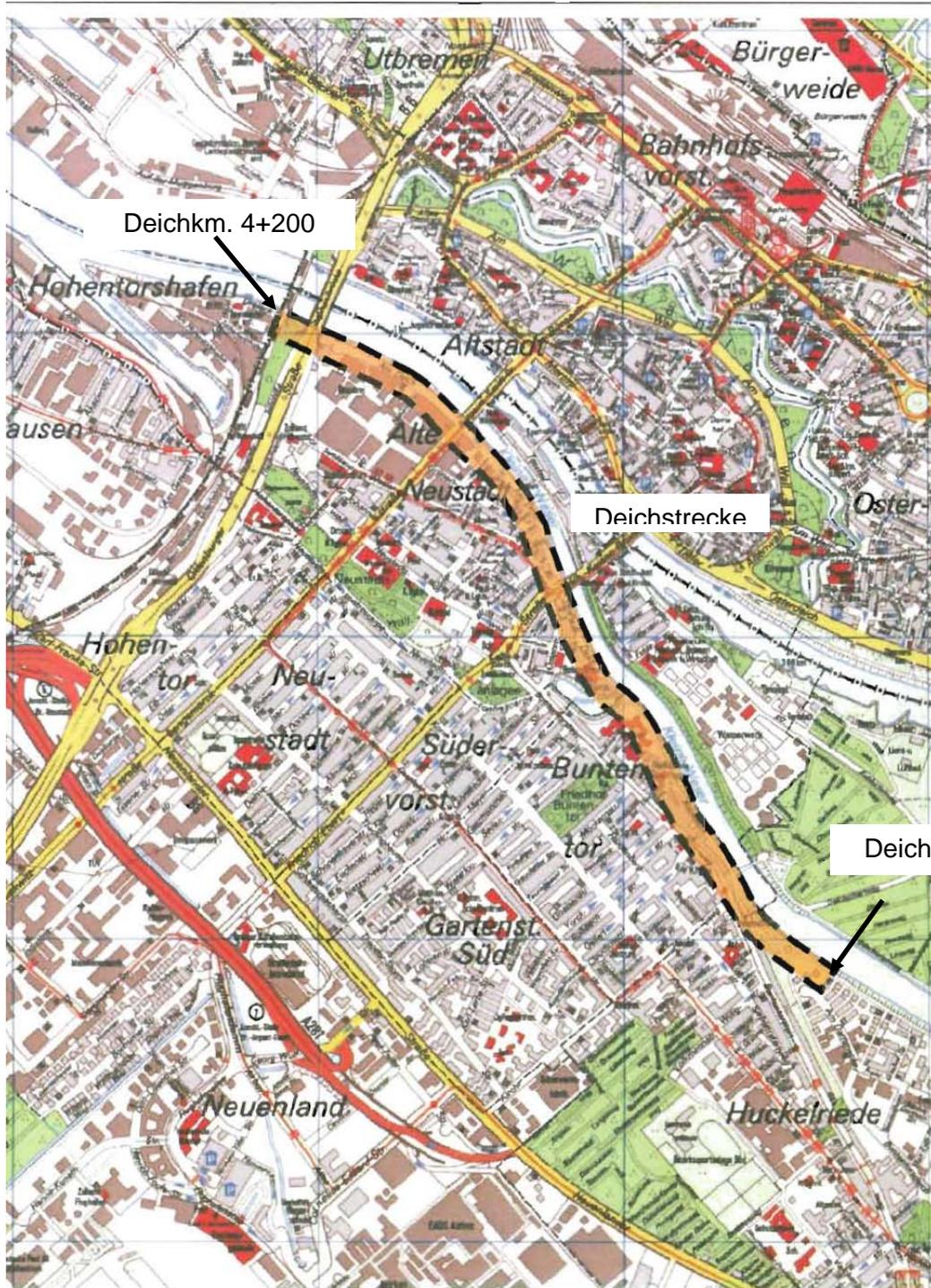
Schichtenverzeichnisse

des Bohrunternehmens werden separat übergeben (1-fach).

Umsetzung Generalplan Küstenschutz Machbarkeitsstudie Stadtstrecke

Generelle Beurteilung der Tragfähigkeit des Baugrunds und der Gründungsmöglichkeiten
für die baulichen Maßnahmen

Ortsplan



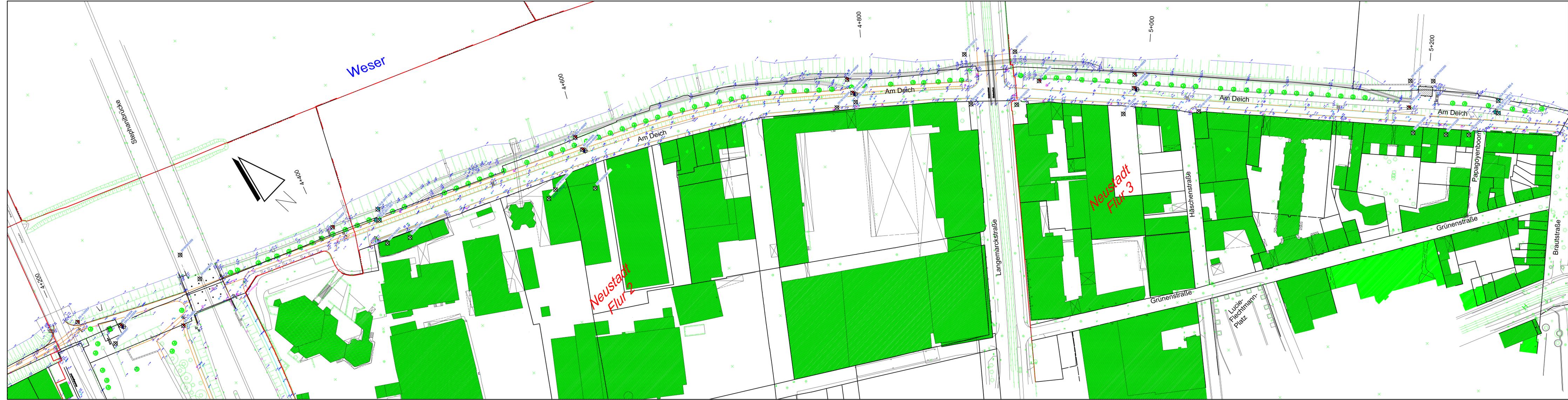
Umsetzung Generalplan Küstenschutz Machbarkeitsstudie Stadtstrecke

Generelle Beurteilung der Tragfähigkeit des Baugrunds
und der Gründungsmöglichkeiten für die baulichen Maßnahmen

Lageplan der Erkundungspunkte und der übernommenen Aufschlüsse

- DPH Schwere Rammsondierung, Grundbaulabor Bremen
- BS Bohrsondierung, Grundbaulabor Bremen
- Archivaufschlüsse
- DPH schwere Rammsondierung
- BS Bohrsondierung

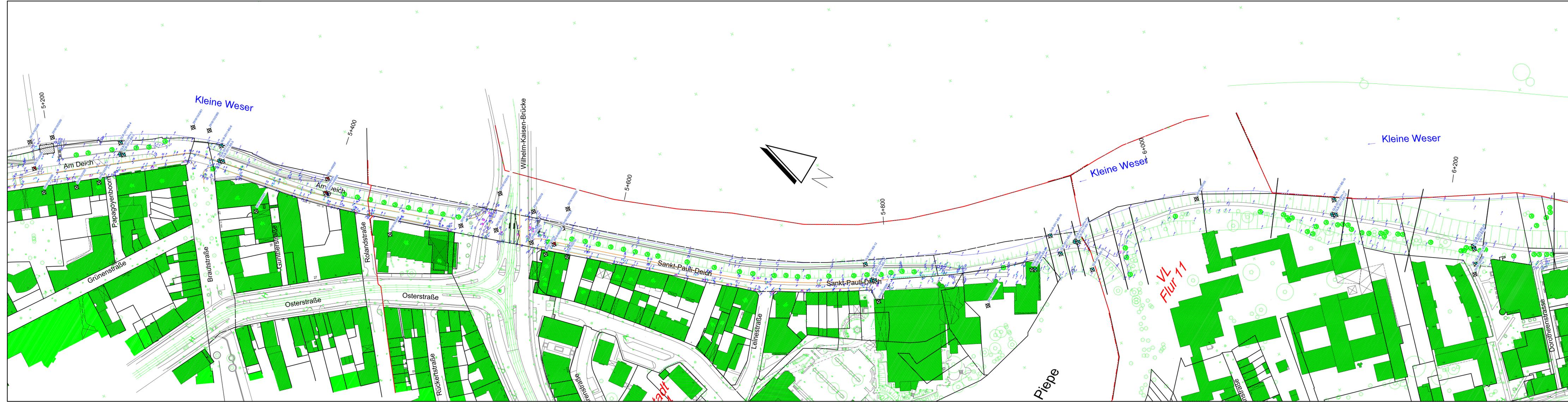
Maßstab 1:1000



Umsetzung Generalplan Küstenschutz Machbarkeitsstudie Stadtstrecke

Generelle Beurteilung der Tragfähigkeit des Baugrunds
und der Gründungsmöglichkeiten für die baulichen Maßnahmen

Lageplan der Erkundungspunkte und der übernommenen Aufschlüsse



- DPH schwere Rammsondierung, Grundbaulabor Bremen
- BS Bohrsondierung, Grundbaulabor Bremen
- Archivaufschlüsse
- DPH schwere Rammsondierung
- BS Bohrsondierung

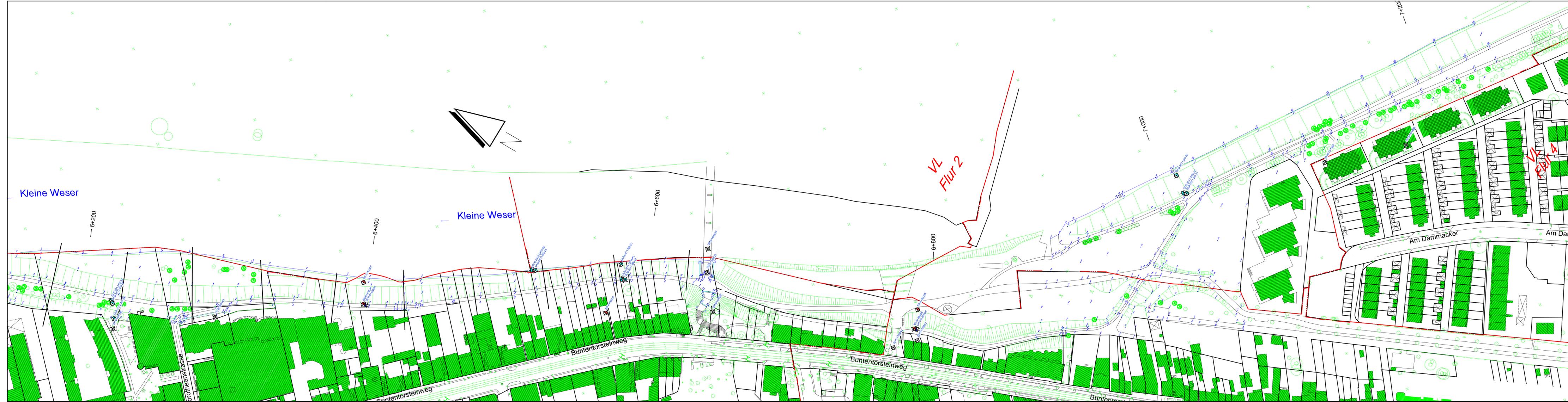
Maßstab 1:1000

Umsetzung Generalplan Küstenschutz Machbarkeitsstudie Stadtstrecke

Generelle Beurteilung der Tragfähigkeit des Baugrunds
und der Gründungsmöglichkeiten für die baulichen Maßnahmen

Lageplan der Erkundungspunkte und der übernommenen Aufschlüsse

- DPH Schwere Rammsondierung, Grundbaulabor Bremen
- BS Bohrsondierung, Grundbaulabor Bremen
- Archivaufschlüsse
- DPH schwere Rammsondierung
- BS Bohrsondierung

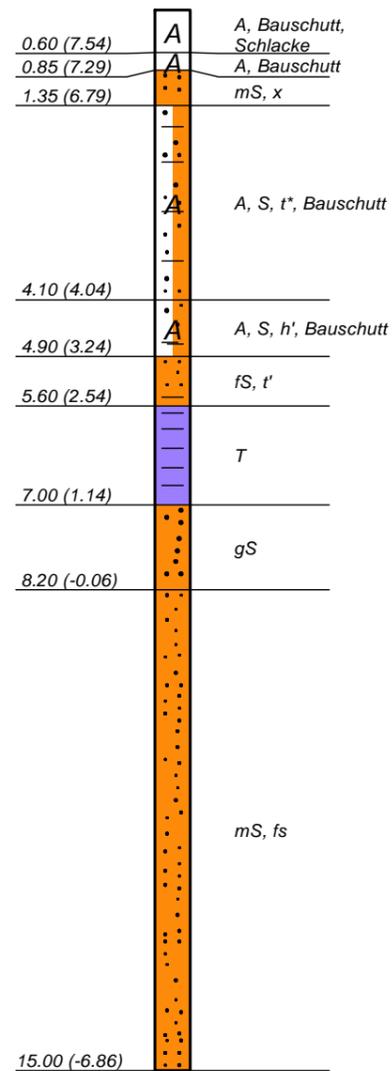


Umsetzung Generalplan Küstenschutz Machbarkeitsstudie Stadtstrecke

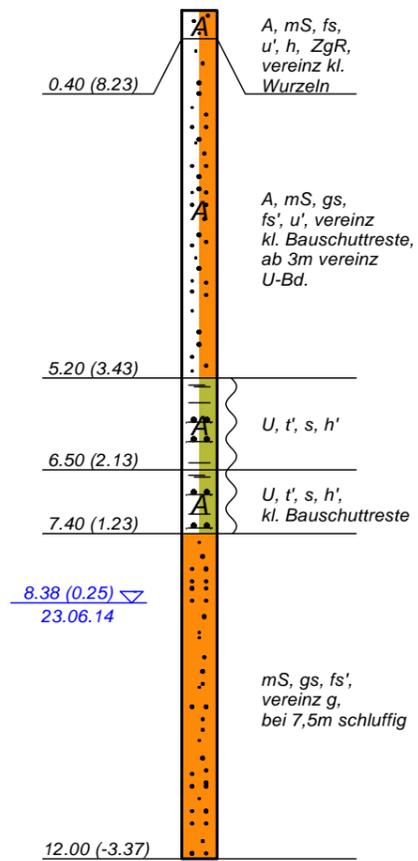
Generelle Beurteilung der Tragfähigkeit des
Baugrunds und der Gründungsmöglichkeiten
für die baulichen Maßnahmen

Ergebnisse der Baugrunderkundung
Deichkilometer 4+200

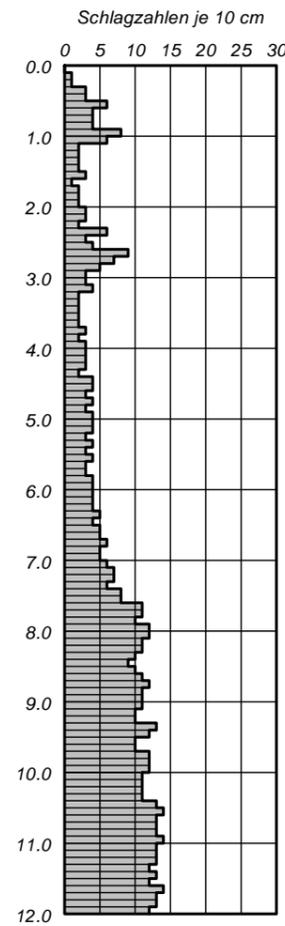
2918/09/0007
NN +8,14 m



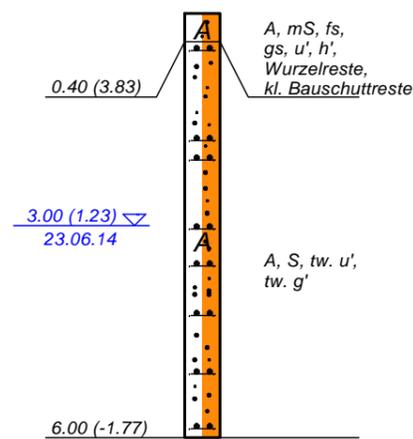
BS-4+200DK
NN +8,63 m



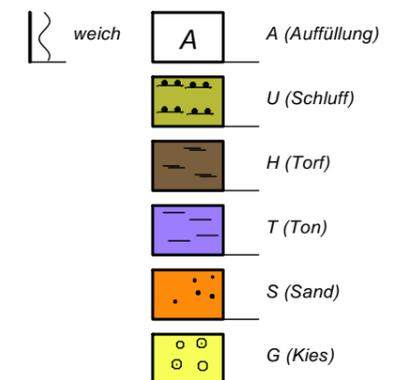
DPH-4+200DK
NN +8,6 m



BS-4+200DF
NN +4,23 m



Legende

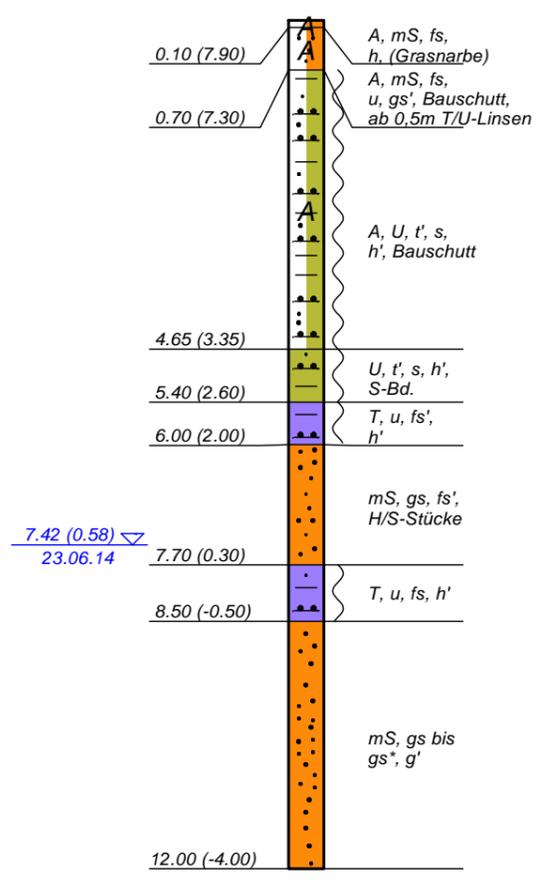


Umsetzung Generalplan Küstenschutz Machbarkeitsstudie Stadtstrecke

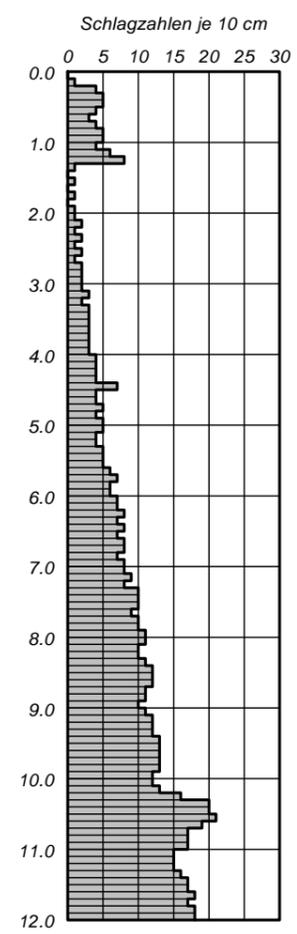
Generelle Beurteilung der Tragfähigkeit des
Baugrunds und der Gründungsmöglichkeiten
für die baulichen Maßnahmen

Ergebnisse der Baugrunderkundung
Deichkilometer 4+300 (Stephanibrücke)

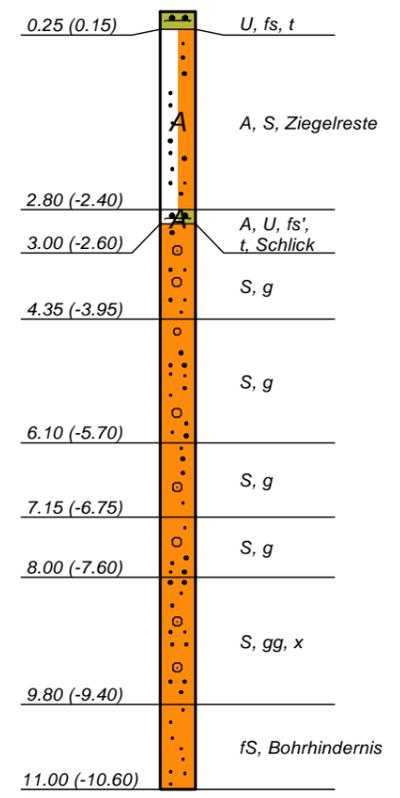
BS-4+300DK
NN +8,00 m



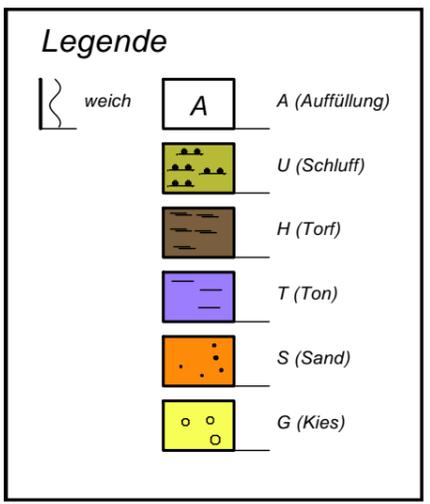
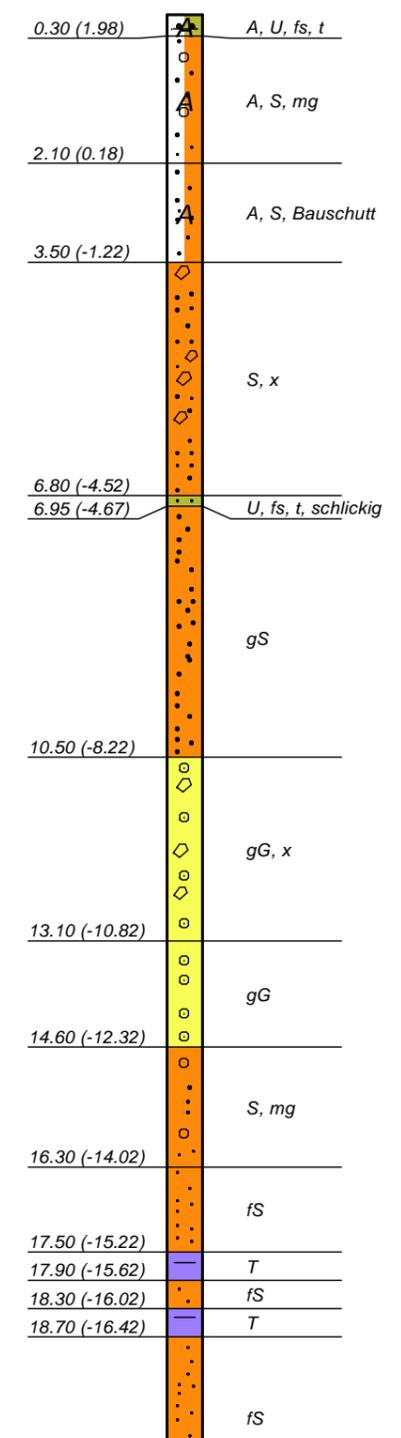
DPH-4+300DK
NN +8,01 m



2918/09/0359
NN +0,40 m



2918/09/0273
NN +2,28 m

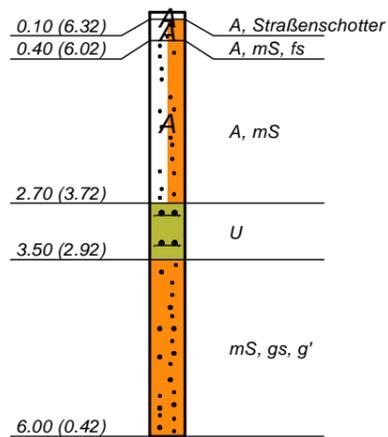


Umsetzung Generalplan Küstenschutz Machbarkeitsstudie Stadtstrecke

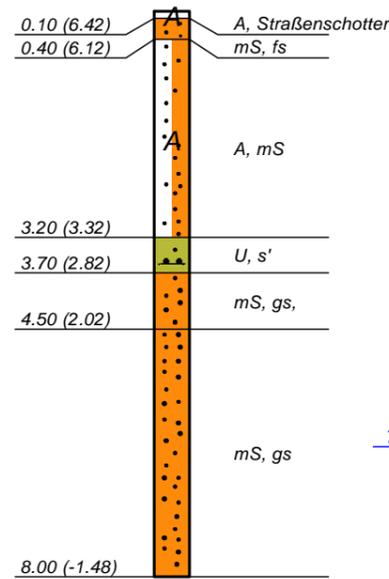
Generelle Beurteilung der Tragfähigkeit des
Baugrunds und der Gründungsmöglichkeiten
für die baulichen Maßnahmen

Ergebnisse der Baugrunderkundung
Deichkilometer 4+400

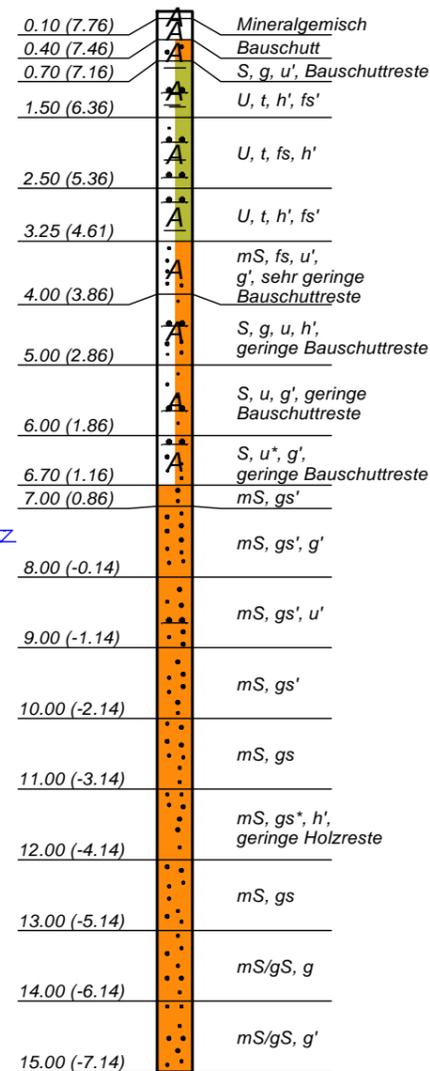
2918/10/2643
NN +6,42 m



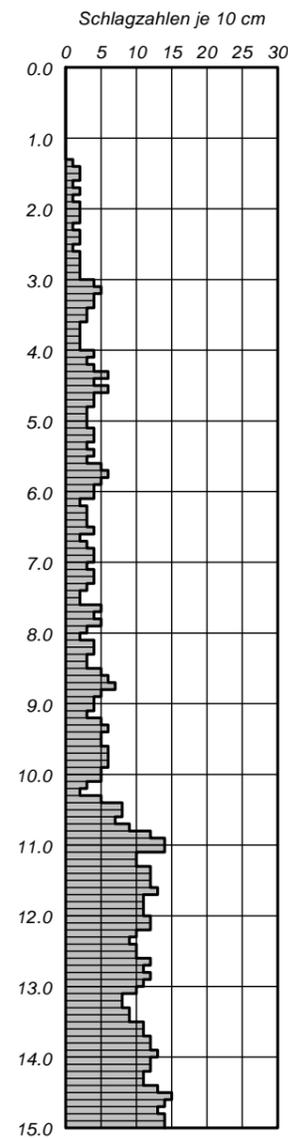
2918/10/2642
NN +6,52 m



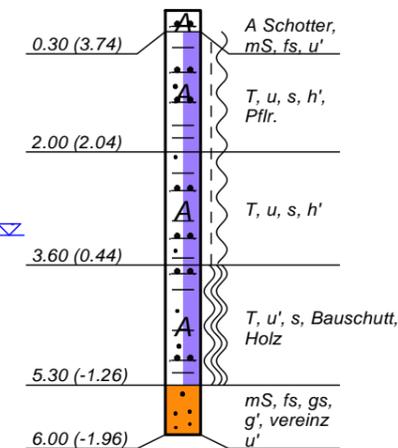
GLB-2011-BS-1
NN +7,86 m



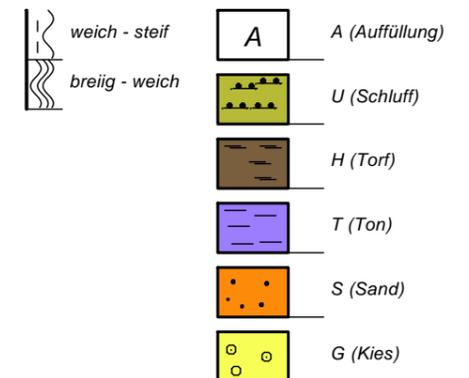
GLB-2011-DPH-1
NN +7,86 m



BS-4+400DF
NN +4,04 m



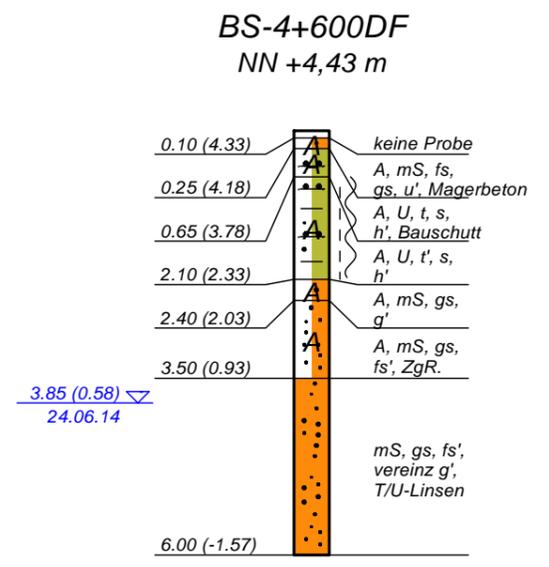
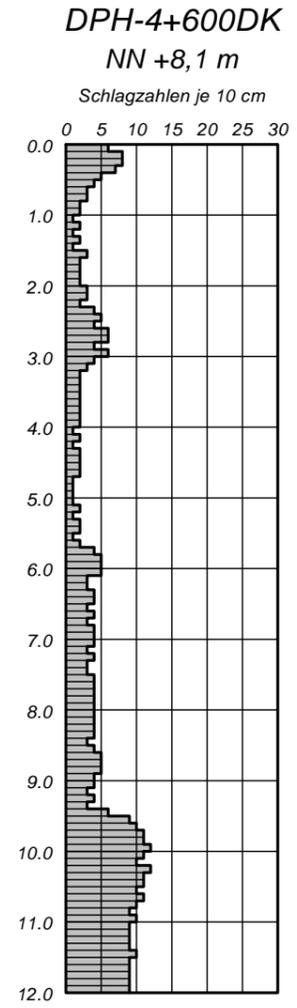
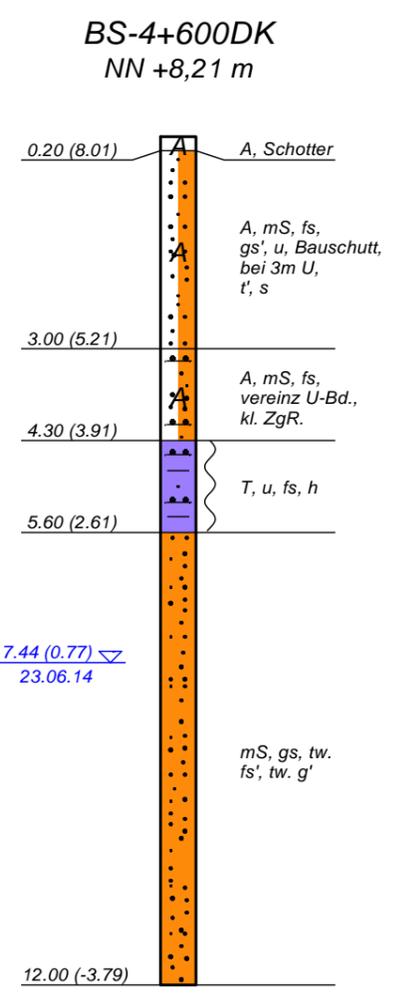
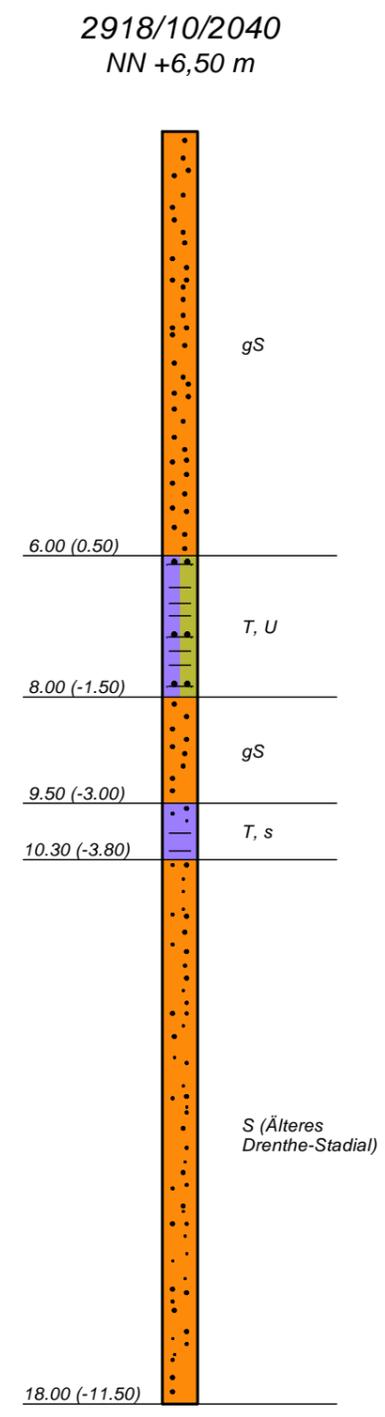
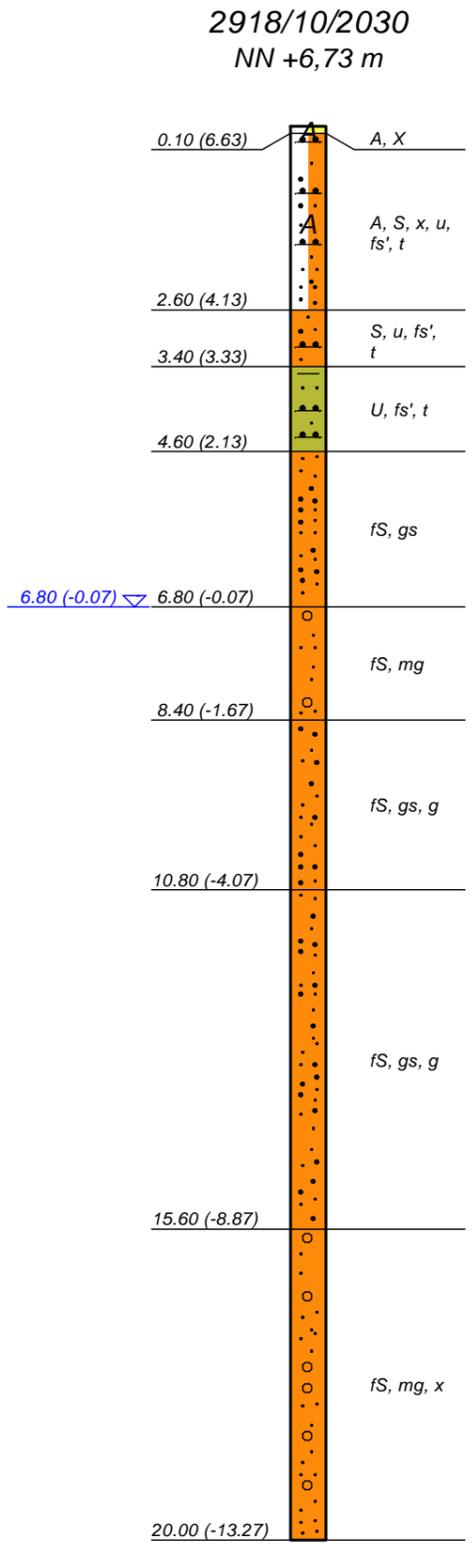
Legende



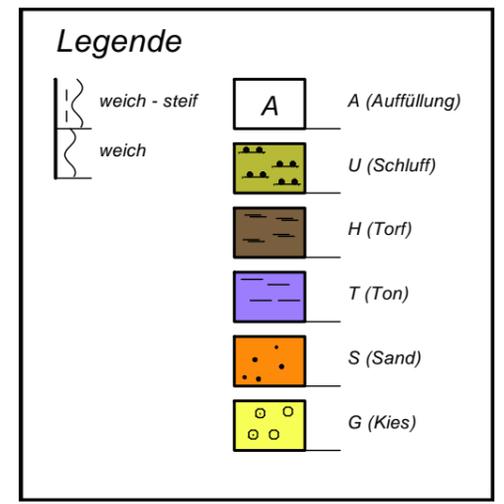
Umsetzung Generalplan Küstenschutz Machbarkeitsstudie Stadtstrecke

Generelle Beurteilung der Tragfähigkeit des
Baugrunds und der Gründungsmöglichkeiten
für die baulichen Maßnahmen

Ergebnisse der Baugrunderkundung
Deichkilometer 4+600



3.85 (0.58) 24.06.14

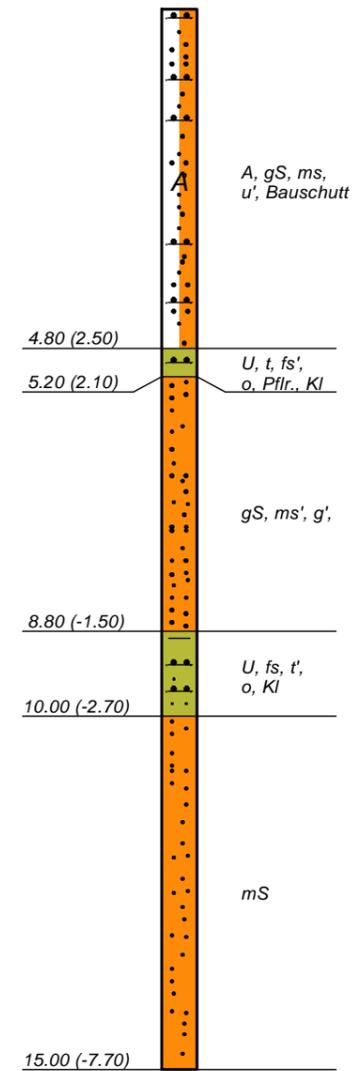


Umsetzung Generalplan Küstenschutz Machbarkeitsstudie Stadtstrecke

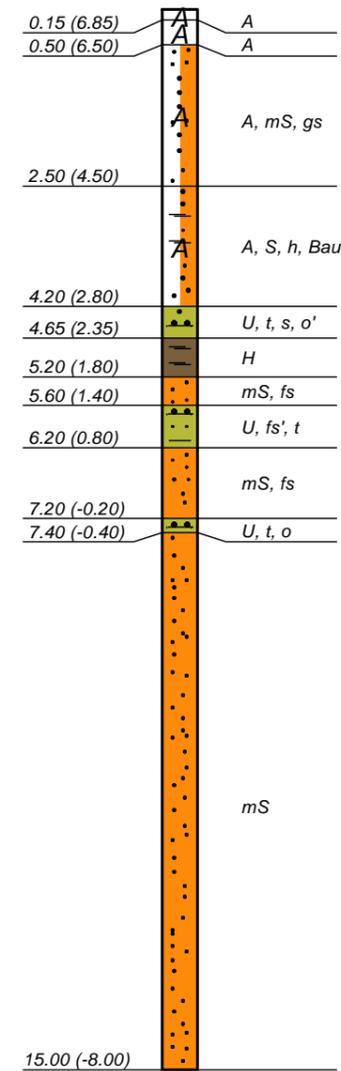
Generelle Beurteilung der Tragfähigkeit des
Baugrunds und der Gründungsmöglichkeiten
für die baulichen Maßnahmen

Ergebnisse der Baugrunderkundung
Deichkilometer 4+800

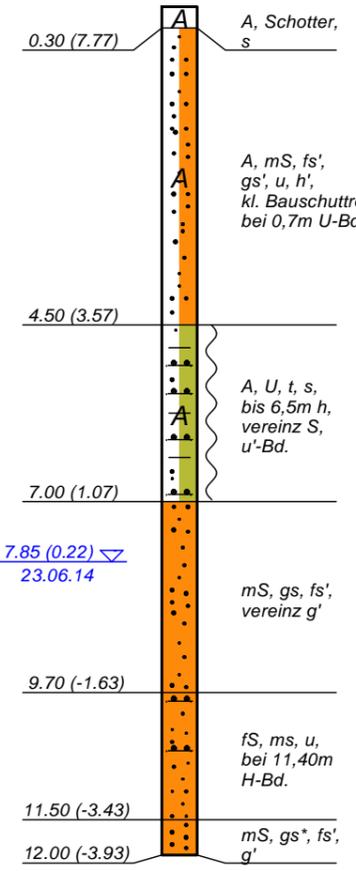
2918/10/2204
NN +7,3 m



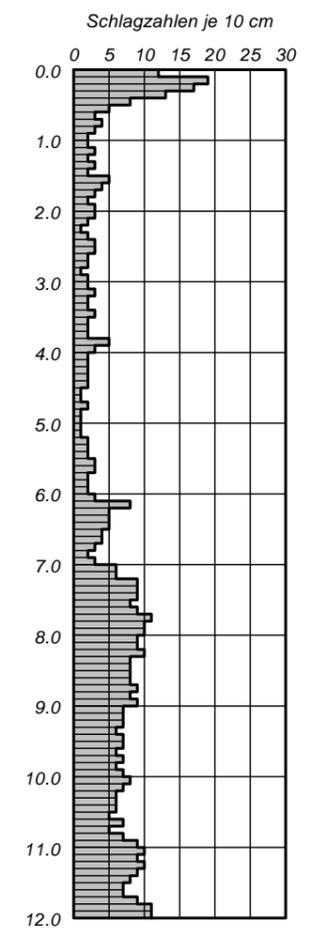
2918/10/2177
NN +7,0 m



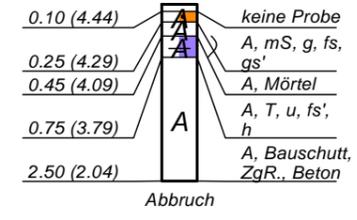
BS-4+800DK
NN +8,07 m



DPH-4+800DK
NN +8,07 m



BS-4+800DF
NN +4,54 m



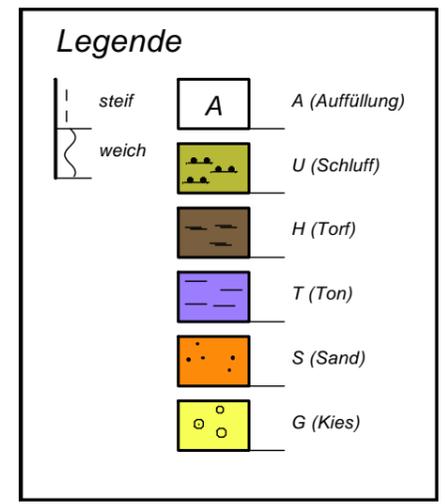
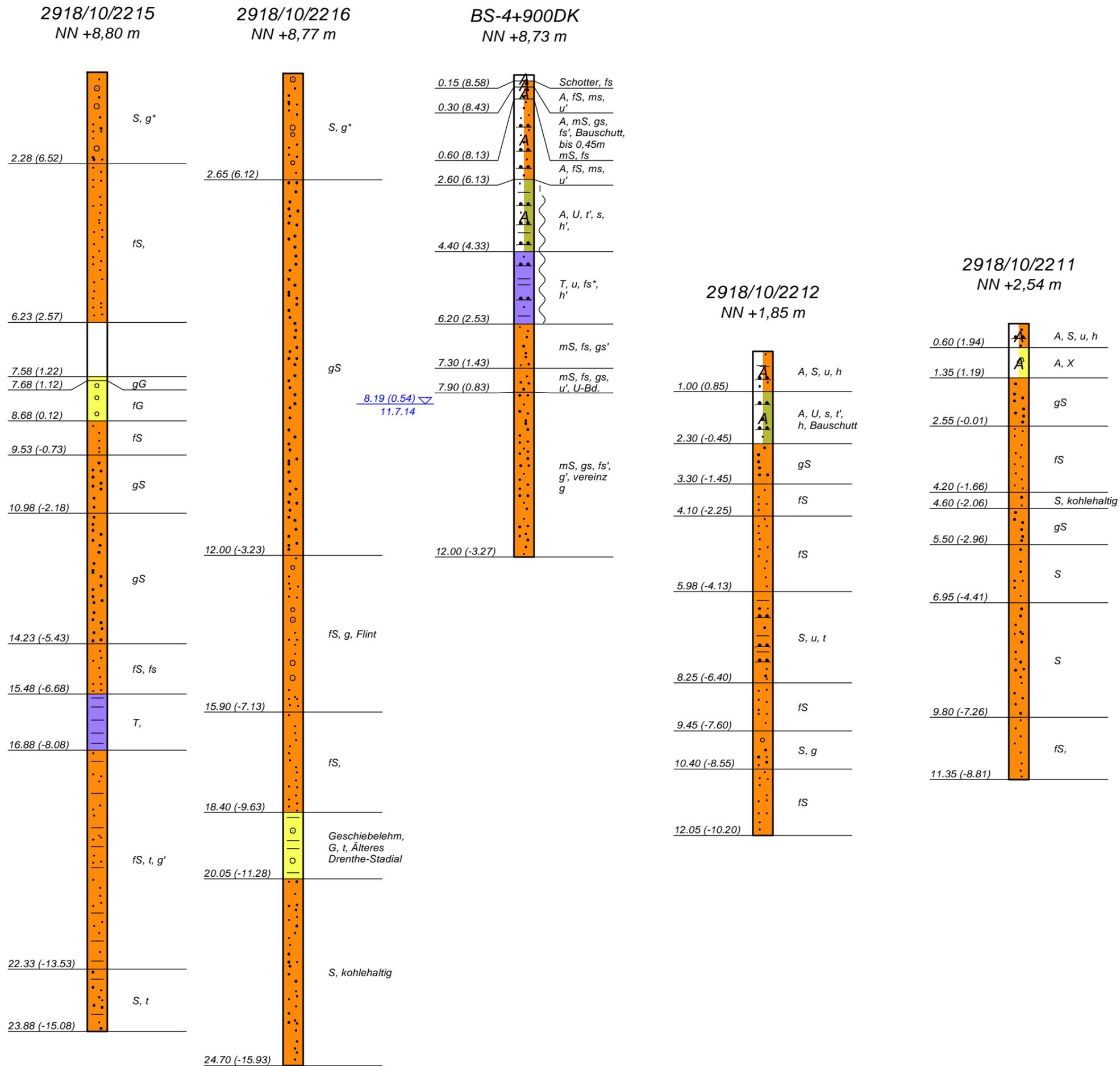
Legende

- weich (soft)
- A (Auffüllung) - A (Fill)
- U (Schluff) - U (Silt)
- H (Torf) - H (Peat)
- T (Ton) - T (Clay)
- S (Sand) - S (Sand)
- G (Kies) - G (Gravel)

Umsetzung Generalplan Küstenschutz Machbarkeitsstudie Stadtstrecke

Generelle Beurteilung der Tragfähigkeit des
Baugrunds und der Gründungsmöglichkeiten
für die baulichen Maßnahmen

Ergebnisse der Baugrunderkundung
Deichkilometer 4+900 (Bgm.-Smidt-Brücke)

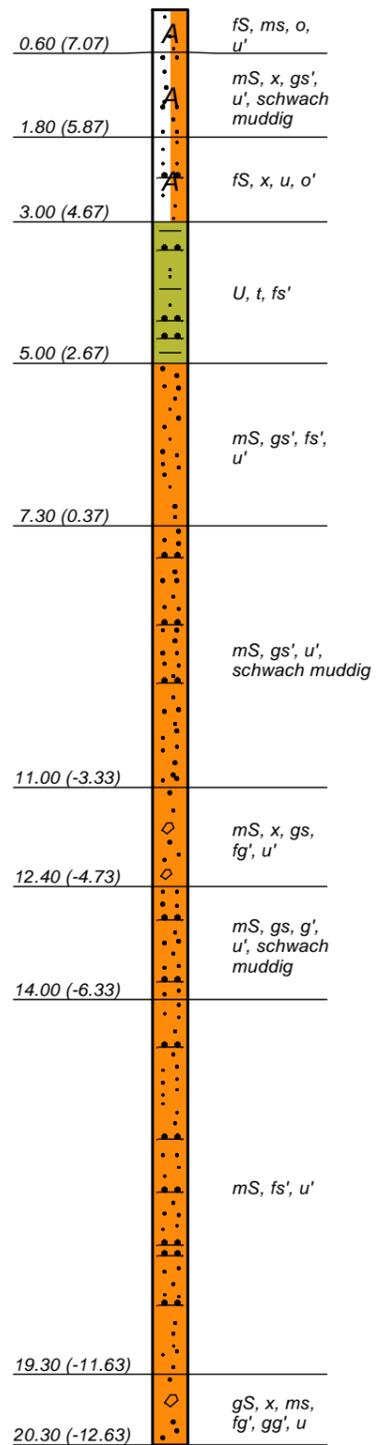


Umsetzung Generalplan Küstenschutz Machbarkeitsstudie Stadtstrecke

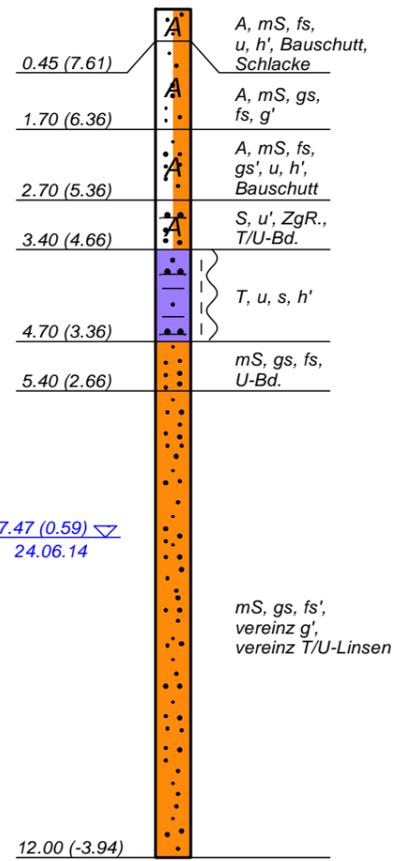
Generelle Beurteilung der Tragfähigkeit des
Baugrunds und der Gründungsmöglichkeiten
für die baulichen Maßnahmen

Ergebnisse der Baugrunderkundung
Deichkilometer 5+000

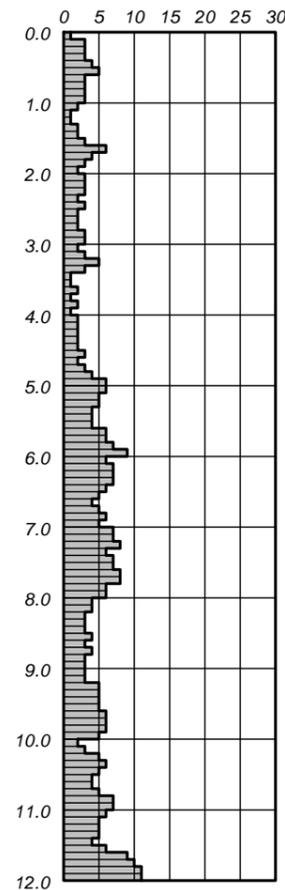
2918/10/4234
NN +7,67 m



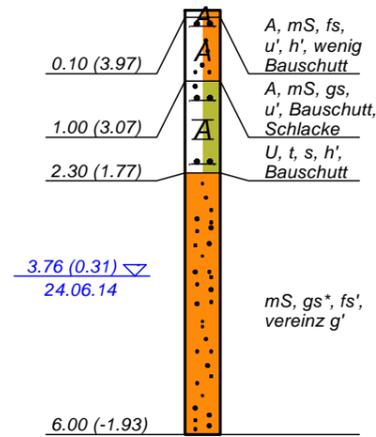
BS-5+000DK
NN +8,06 m



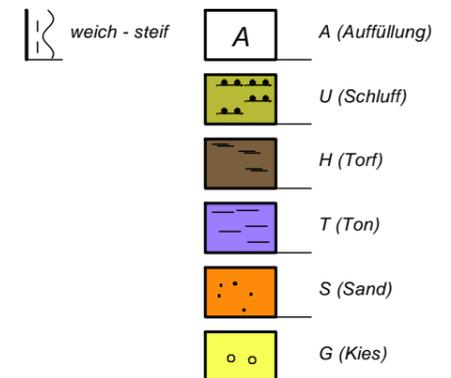
DPH-5+000DK
NN +8,06 m
Schlagzahlen je 10 cm



BS-5+000DF
NN +4,07 m



Legende

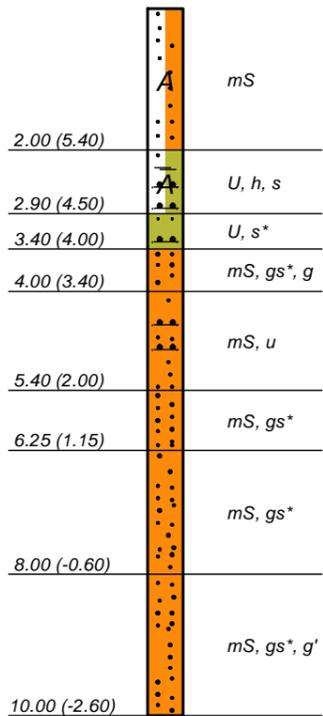


Umsetzung Generalplan Küstenschutz Machbarkeitsstudie Stadtstrecke

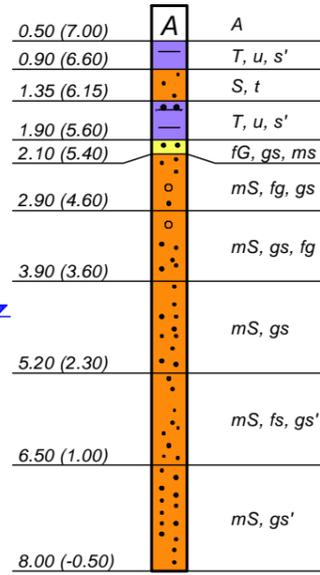
Generelle Beurteilung der Tragfähigkeit des
Baugrunds und der Gründungsmöglichkeiten
für die baulichen Maßnahmen

Ergebnisse der Baugrunderkundung
Deichkilometer 5+200 (Wehrbrücke)

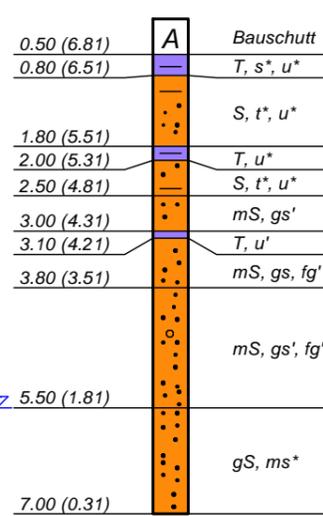
2918/10/2686
NN +7,40 m



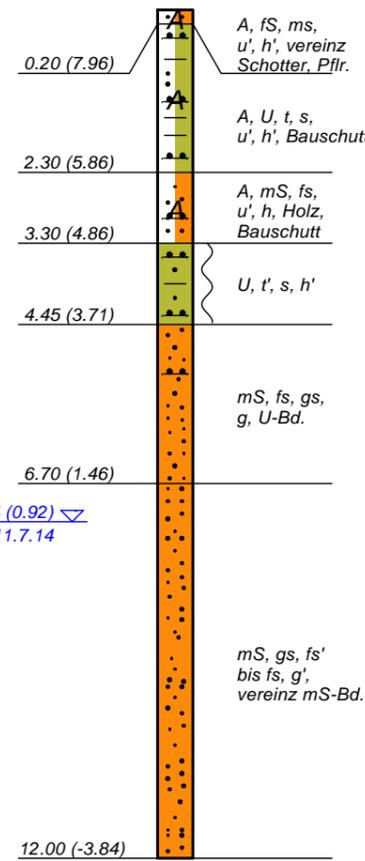
2918/10/2355
NN +7,50 m



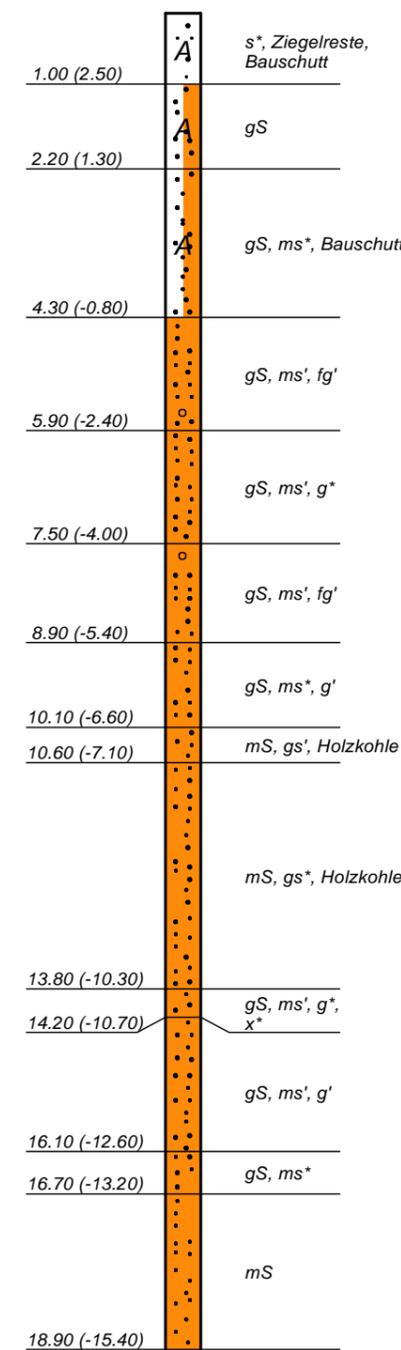
2918/10/2357
NN +7,31 m



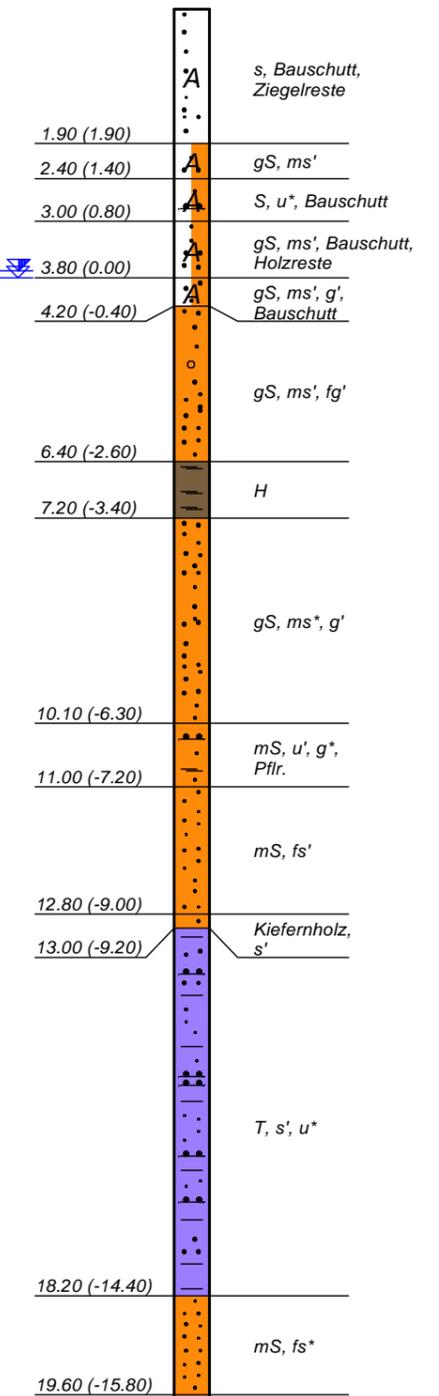
BS-5+200DK
NN +8,16 m



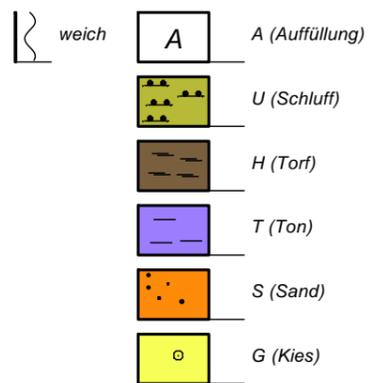
2918/10/2349
NN +3,50 m



2918/10/2350
NN +3,80 m



Legende

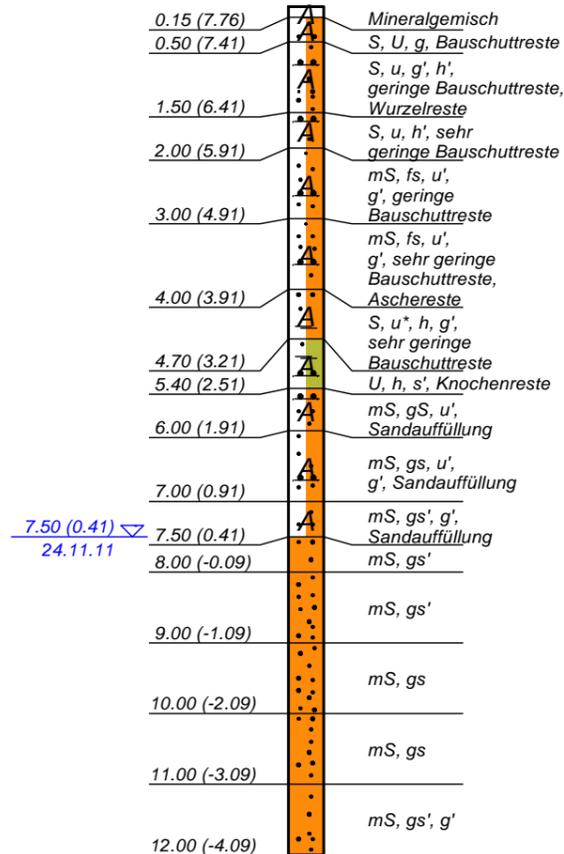


Umsetzung Generalplan Küstenschutz Machbarkeitsstudie Stadtstrecke

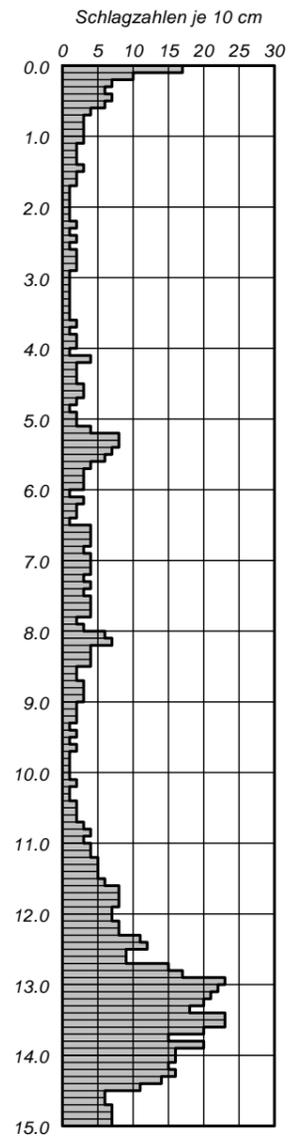
Generelle Beurteilung der Tragfähigkeit des
Baugrunds und der Gründungsmöglichkeiten
für die baulichen Maßnahmen

Ergebnisse der Baugrunderkundung
Deichkilometer 5+300

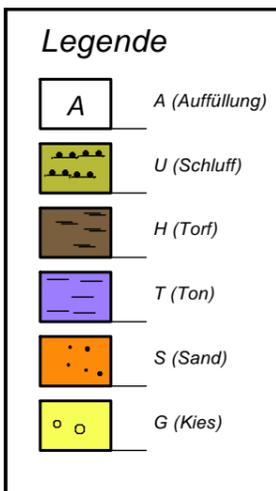
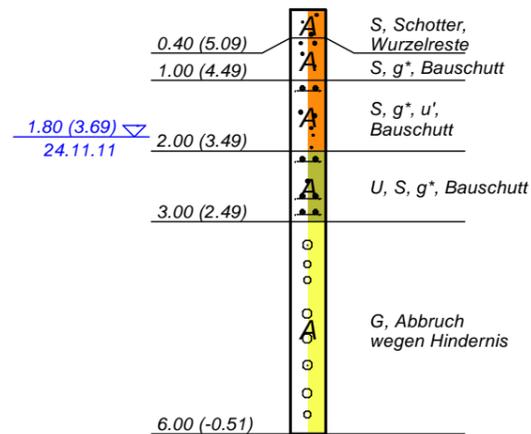
GLB-2011-BS-3
NN +7,91 m



GLB-2011-DPH-3
NN +7,91 m



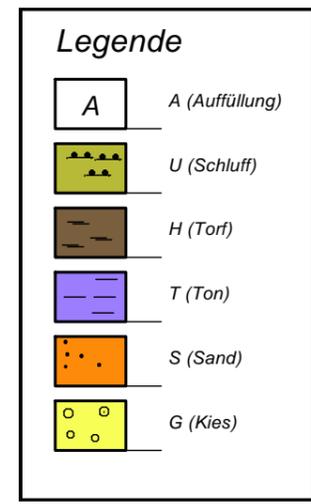
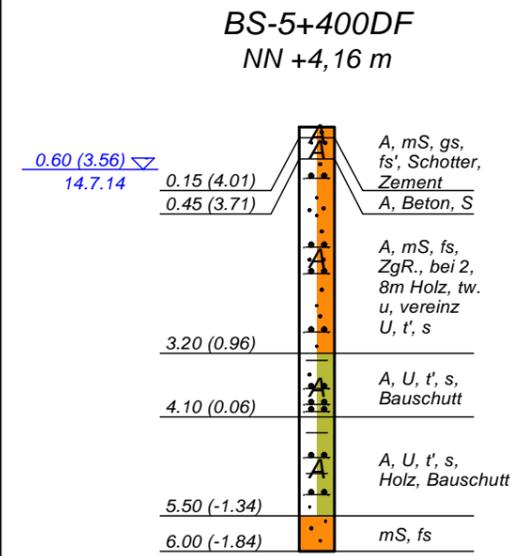
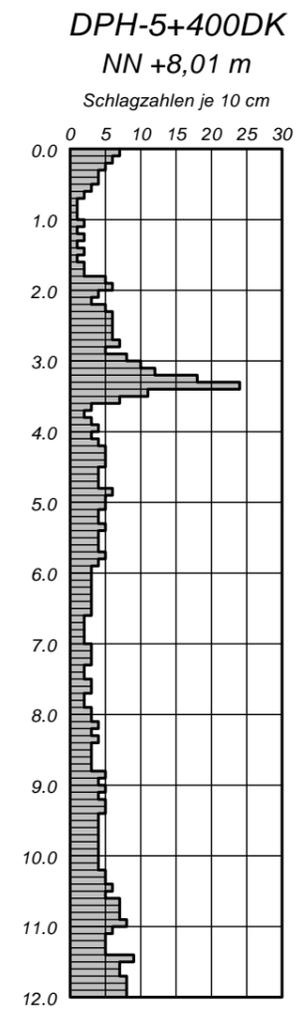
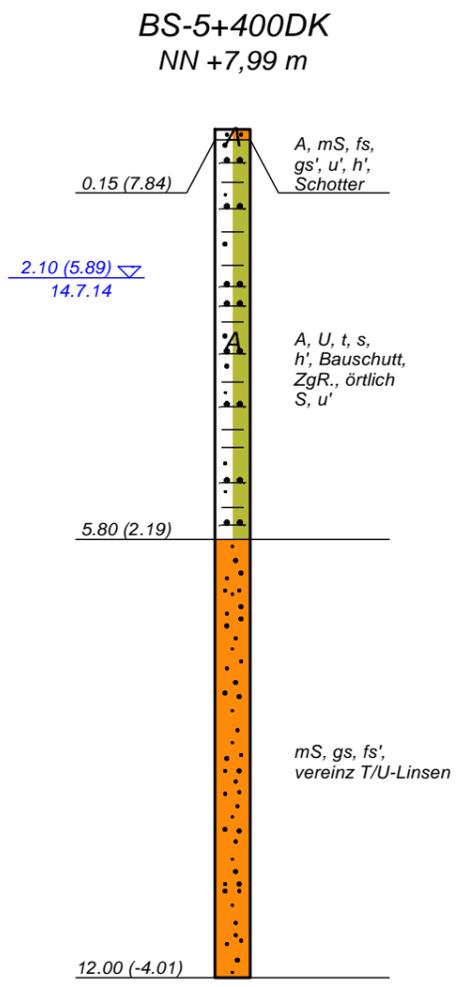
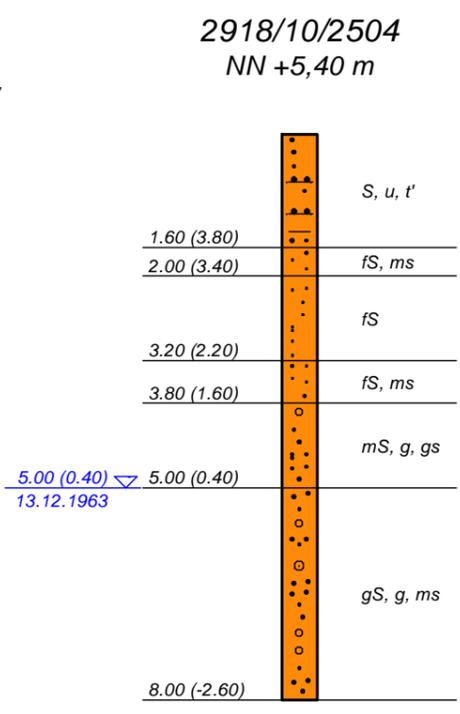
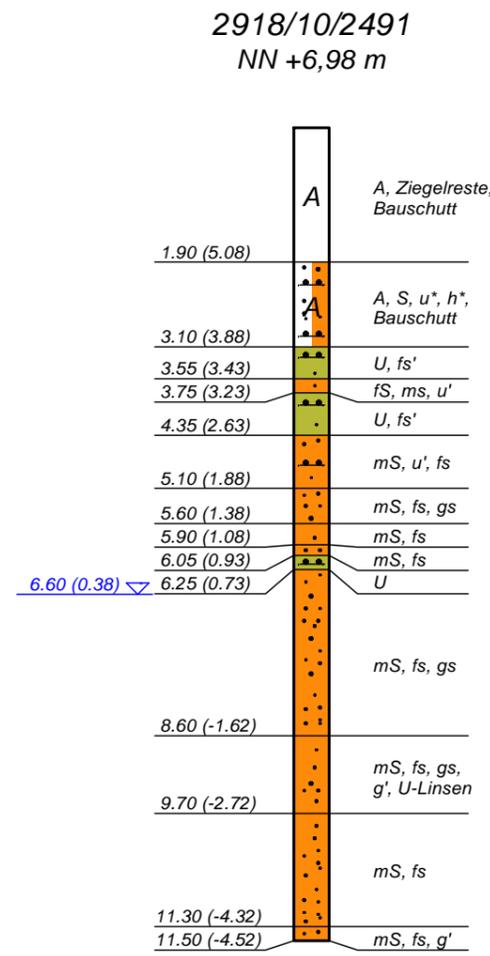
GLB-2011-BS-4
NN +5,49 m



Umsetzung Generalplan Küstenschutz Machbarkeitsstudie Stadtstrecke

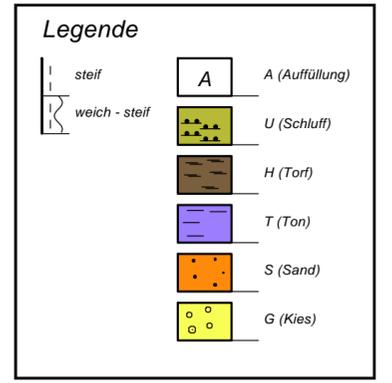
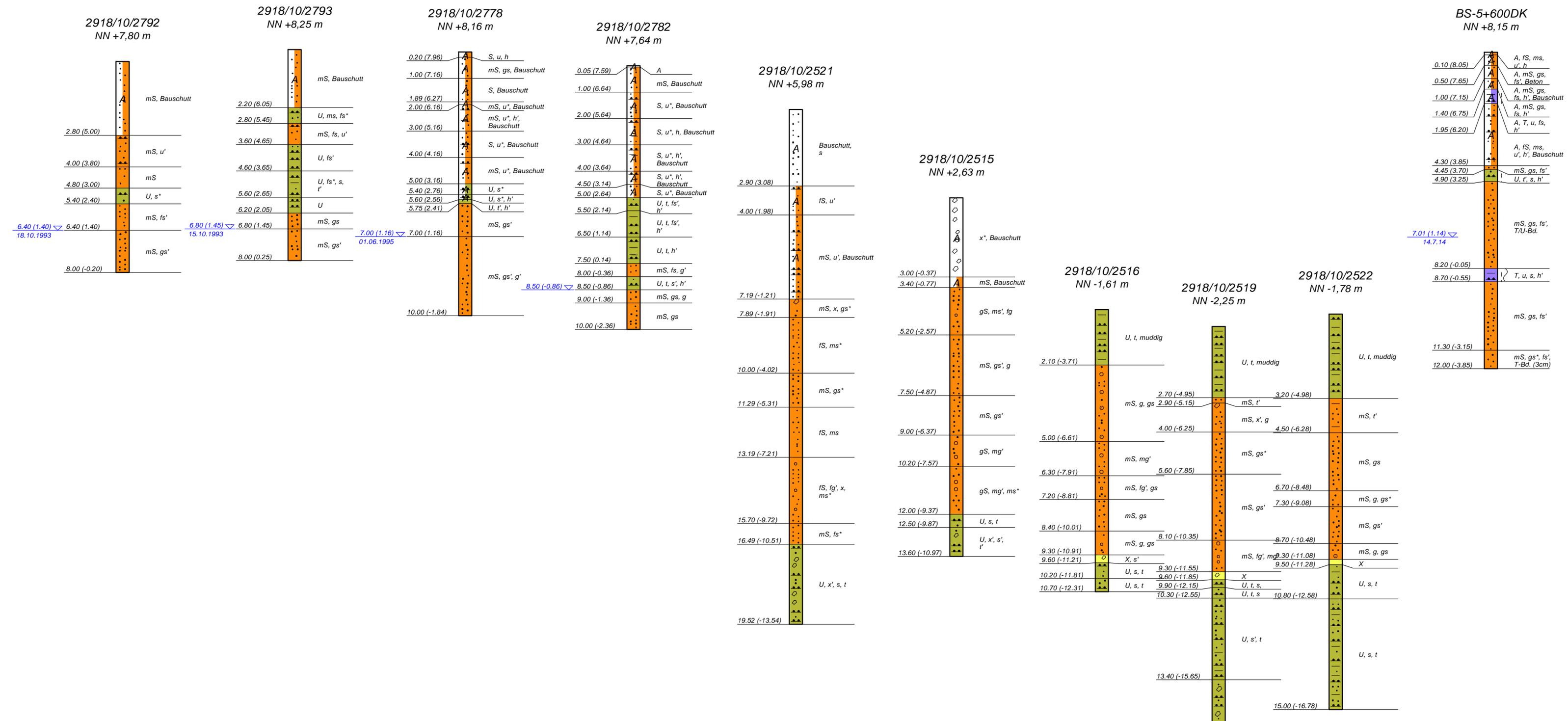
Generelle Beurteilung der Tragfähigkeit des
Baugrunds und der Gründungsmöglichkeiten
für die baulichen Maßnahmen

Ergebnisse der Baugrunderkundung
Deichkilometer 5+400



**Umsetzung Generalplan Küstenschutz
Machbarkeitsstudie Stadtstrecke**
Generelle Beurteilung der Tragfähigkeit des
Baugrunds und der Gründungsmöglichkeiten
für die baulichen Maßnahmen

Ergebnisse der Baugrunderkundung
Deichkilometer 5+500 (Wilhelm-Kaisen-Brücke)
und Deichkilometer 5+600

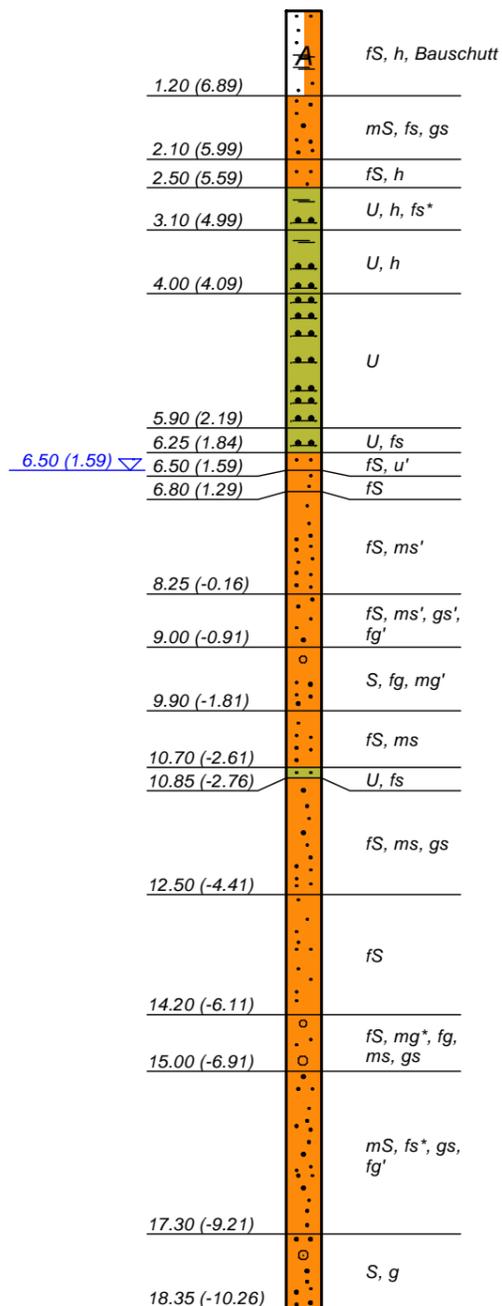


Umsetzung Generalplan Küstenschutz Machbarkeitsstudie Stadtstrecke

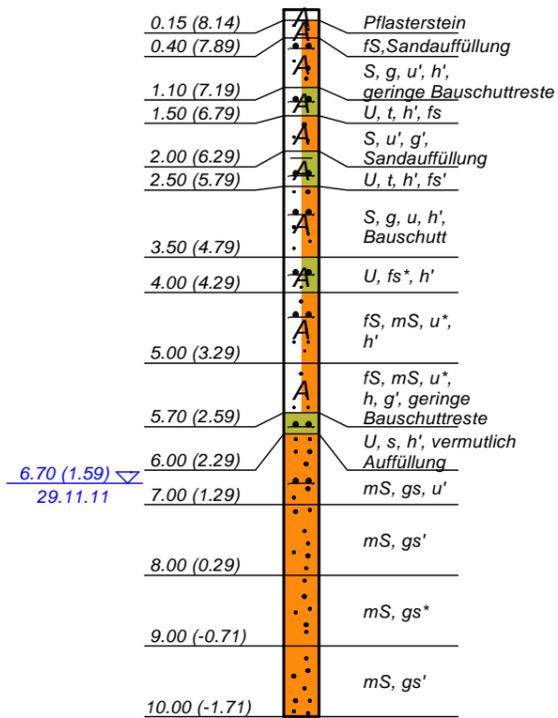
Generelle Beurteilung der Tragfähigkeit des
Baugrunds und der Gründungsmöglichkeiten
für die baulichen Maßnahmen

Ergebnisse der Baugrunderkundung
Deichkilometer 5+800

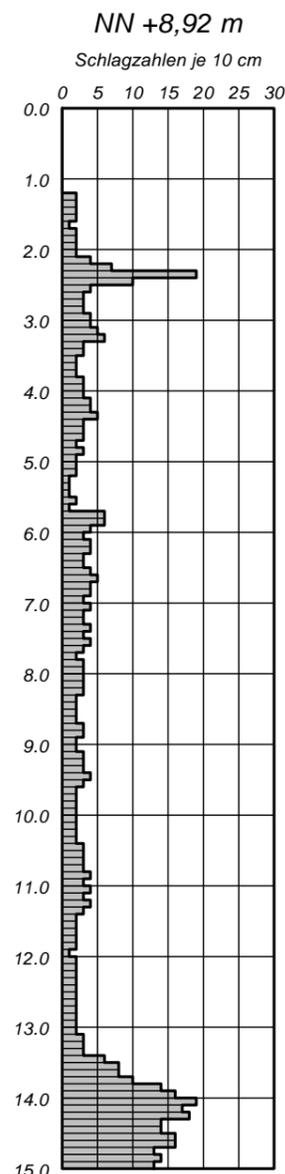
2918/15/0090
NN +8,09 m



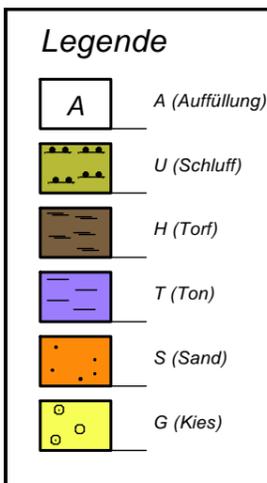
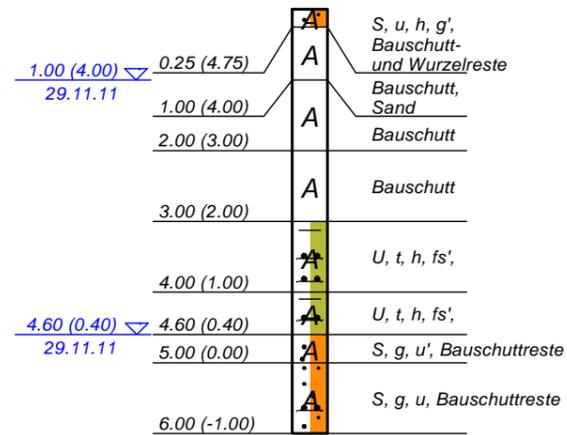
GLB-2011-BS-11
NN +8,29 m



GLB-2011-DPH-11
NN +8,92 m



GLB-2011-BS-12
NN +5,00 m

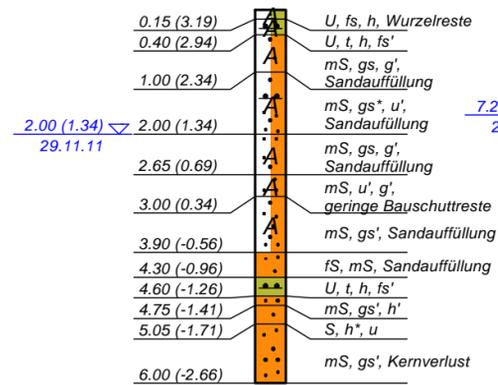


Umsetzung Generalplan Küstenschutz
Machbarkeitsstudie Stadtstrecke

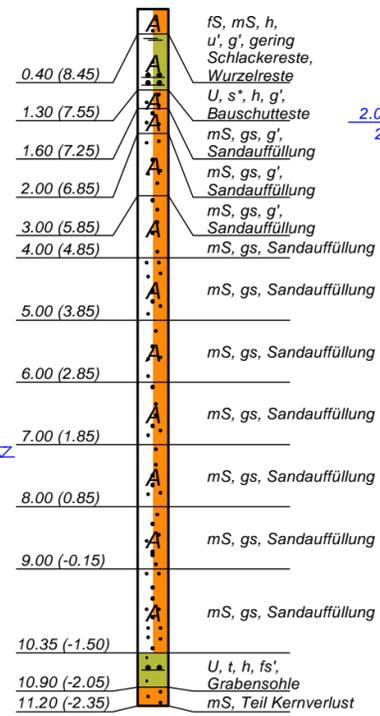
Generelle Beurteilung der Tragfähigkeit des
Baugrunds und der Gründungsmöglichkeiten
für die baulichen Maßnahmen

Ergebnisse der Baugrunderkundung
Deichkilometer 6+000

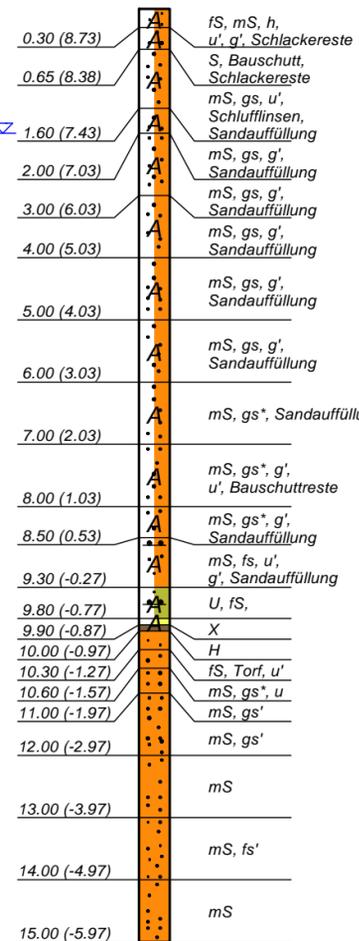
GLB-2011-BS-13
NN +3,34 m



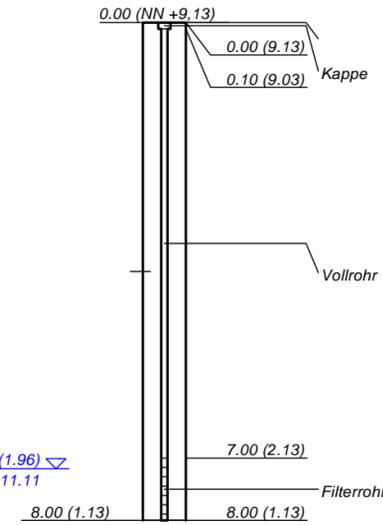
GLB-2011-BS-14
NN +8,85 m



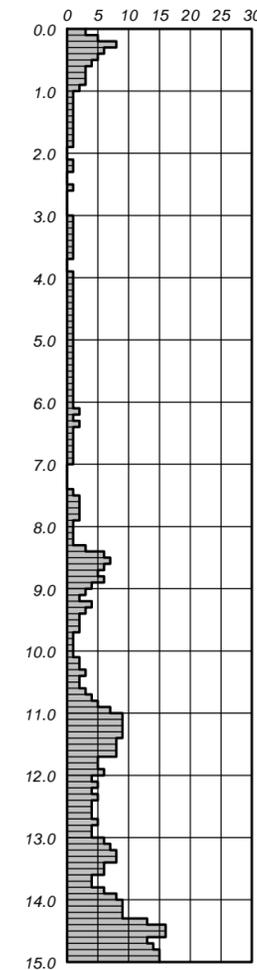
GLB-2011-BS-15
NN +9.03 m



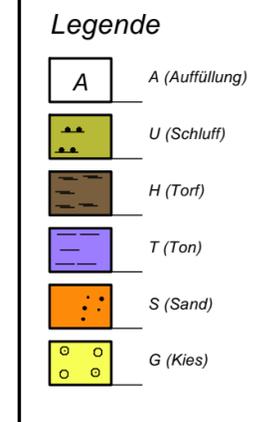
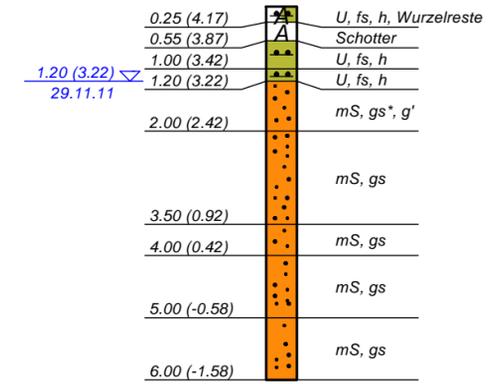
GLB-2011-GWM-BS-15



GLB-2011-DPH-15
NN +9,03 m
Schlagzahlen je 10 cm



GLB-2011-BS-16
NN +4.42 m

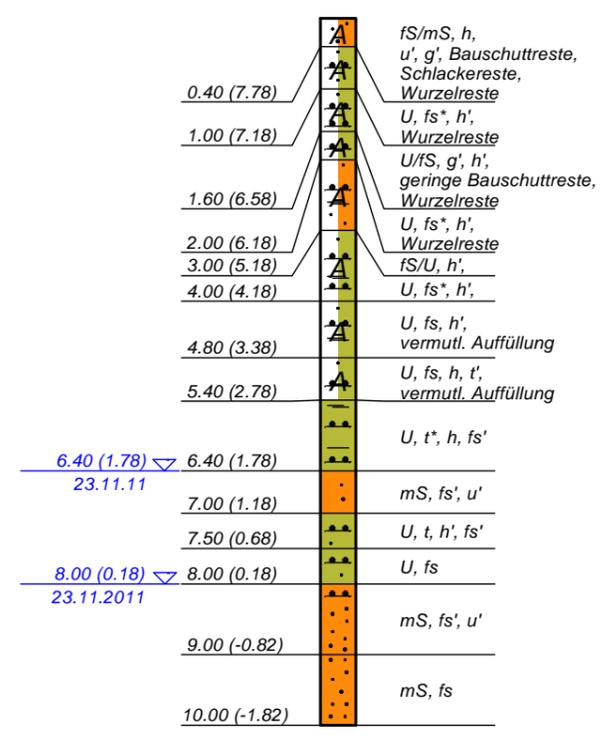


Umsetzung Generalplan Küstenschutz Machbarkeitsstudie Stadtstrecke

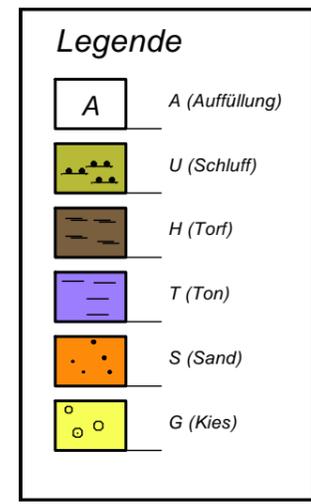
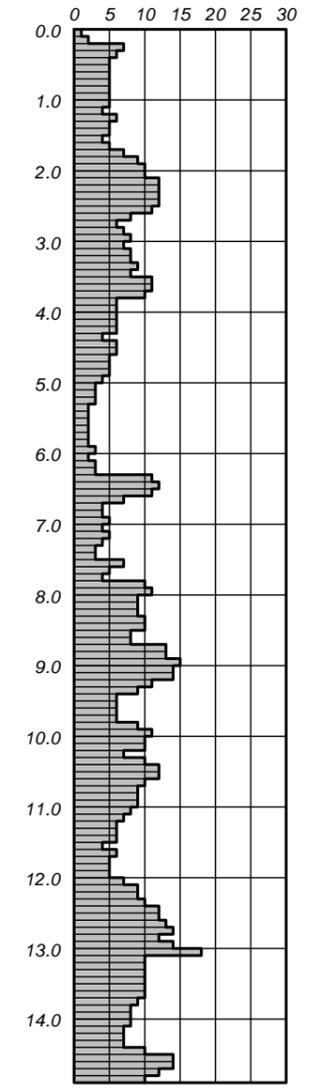
Generelle Beurteilung der Tragfähigkeit des
Baugrunds und der Gründungsmöglichkeiten
für die baulichen Maßnahmen

Ergebnisse der Baugrunderkundung
Deichkilometer 6+200 (West)

GLB-2011-BS-17
NN +8.18 m



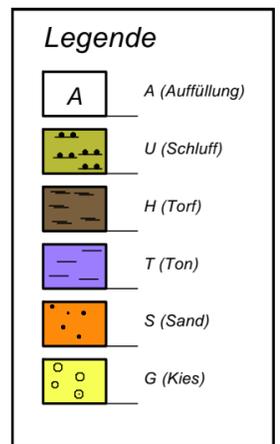
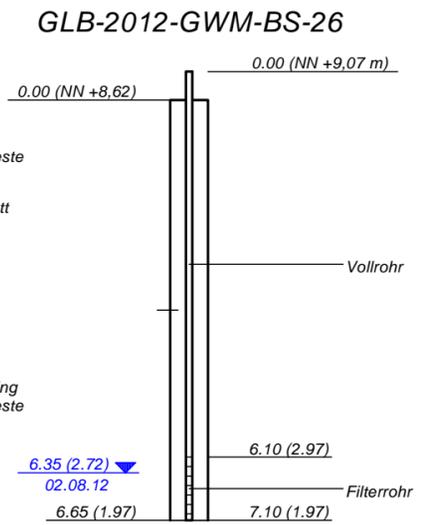
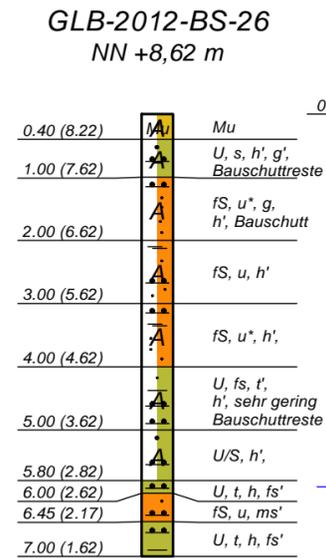
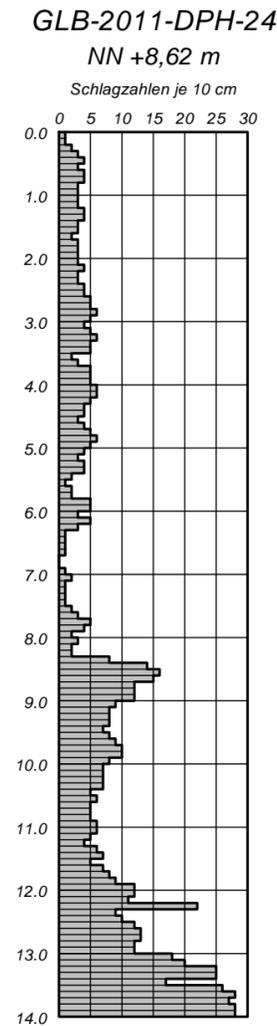
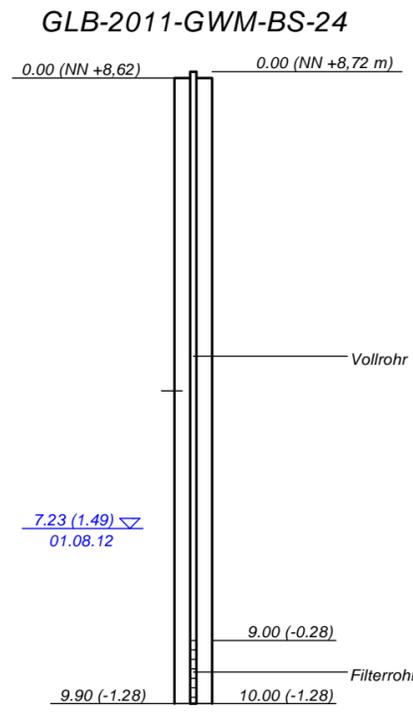
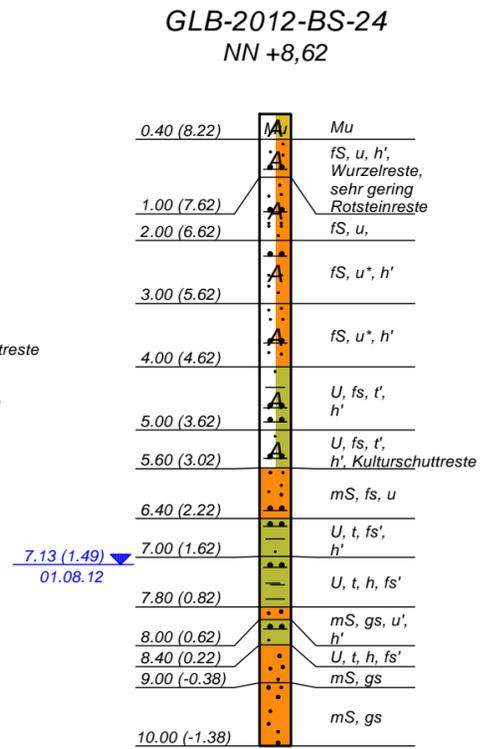
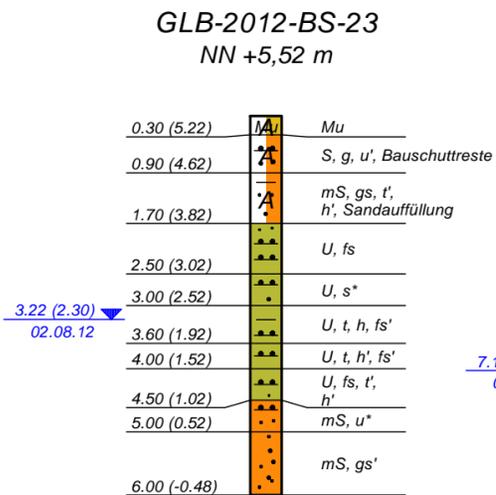
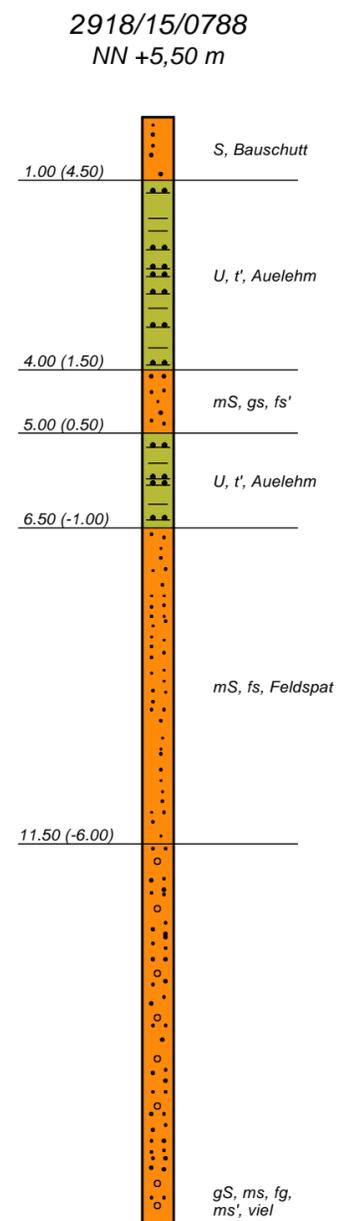
GLB-2011-DPH-17
NN +8,18 m
Schlagzahlen je 10 cm



Umsetzung Generalplan Küstenschutz
Machbarkeitsstudie Stadtstrecke

Generelle Beurteilung der Tragfähigkeit des
Baugrunds und der Gründungsmöglichkeiten
für die baulichen Maßnahmen

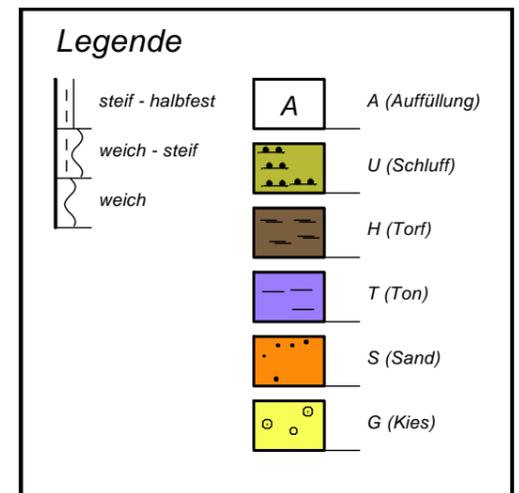
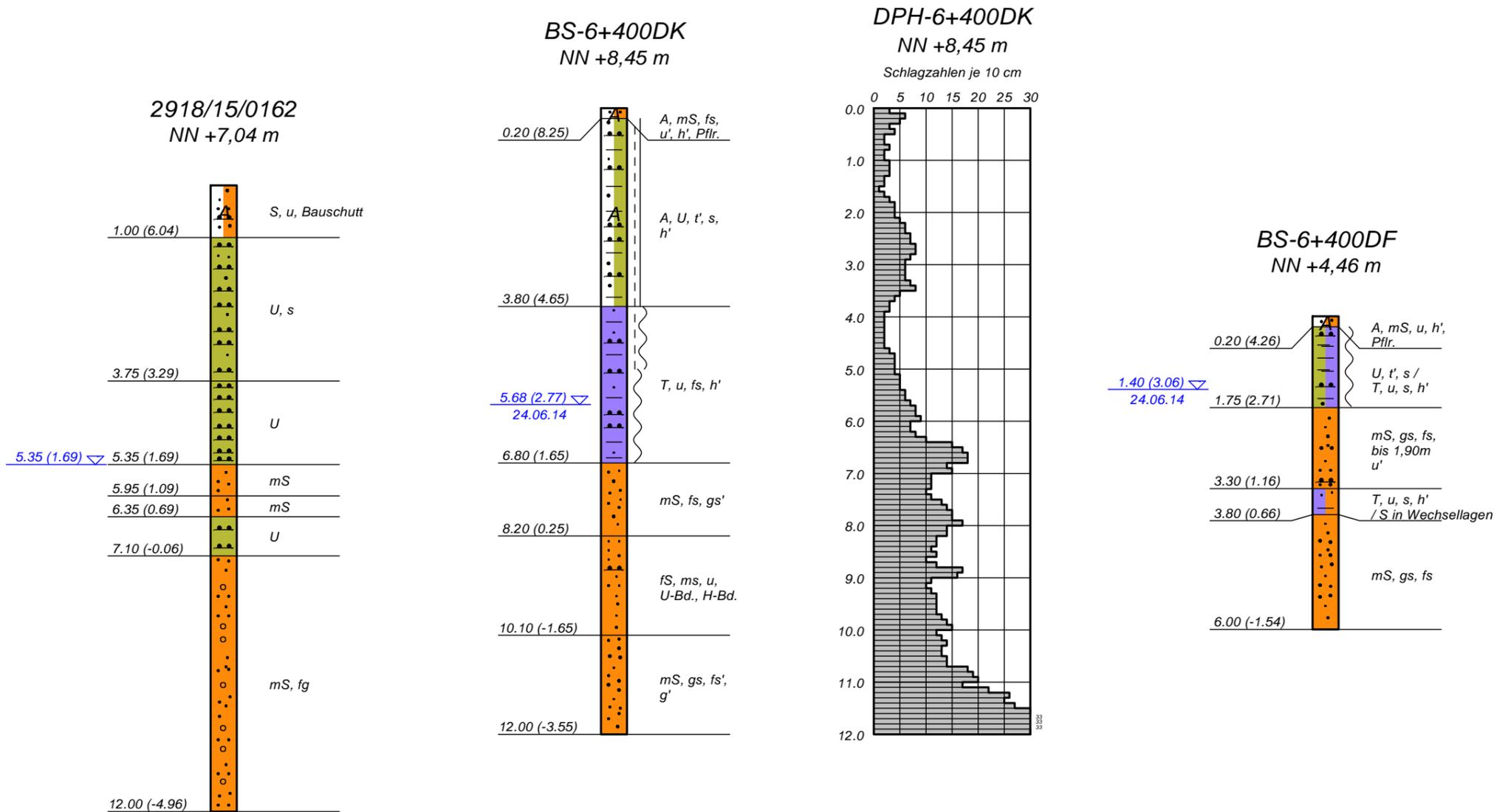
Ergebnisse der Baugrunderkundung
Deichkilometer 6+200 (Ost)



Umsetzung Generalplan Küstenschutz Machbarkeitsstudie Stadtstrecke

Generelle Beurteilung der Tragfähigkeit des
Baugrunds und der Gründungsmöglichkeiten
für die baulichen Maßnahmen

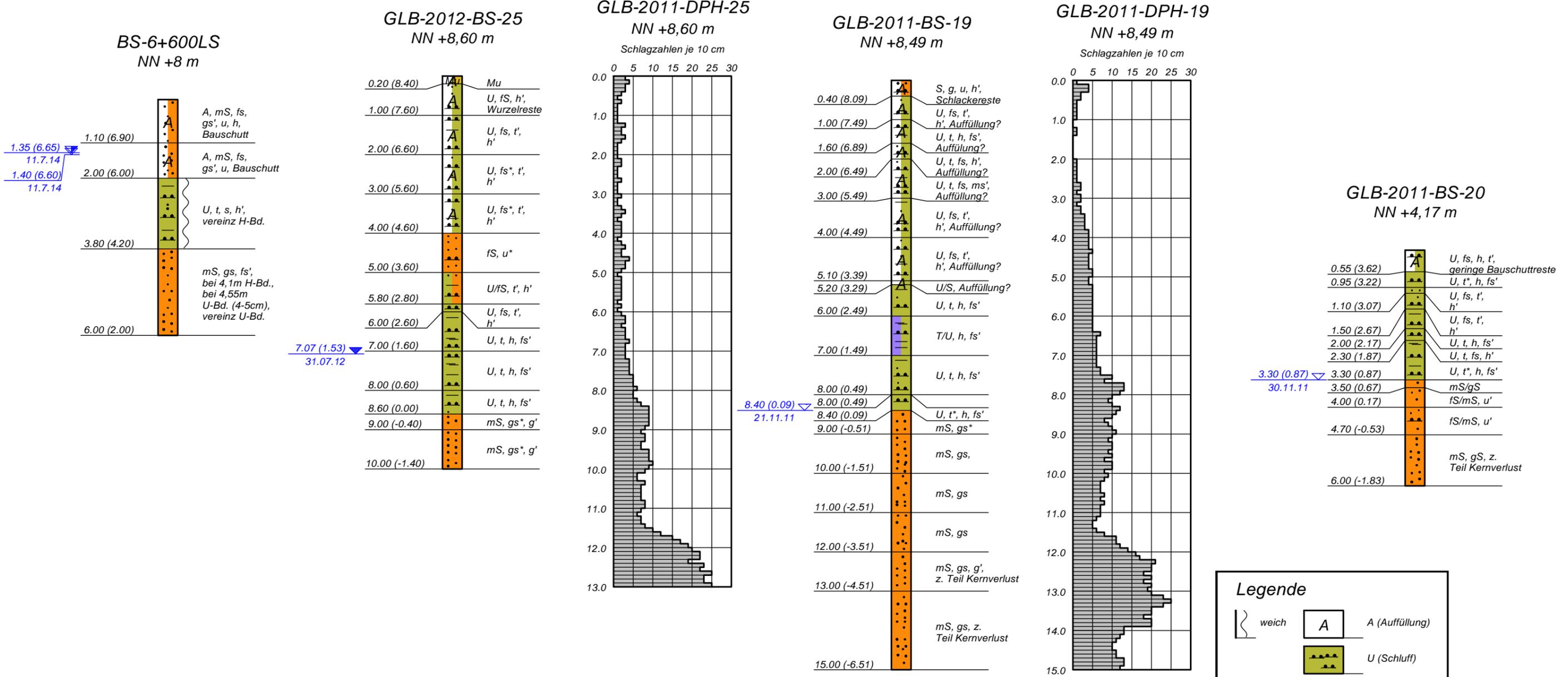
Ergebnisse der Baugrunderkundung
Deichkilometer 6+400



Umsetzung Generalplan Küstenschutz Machbarkeitsstudie Stadtstrecke

Generelle Beurteilung der Tragfähigkeit des
Baugrunds und der Gründungsmöglichkeiten
für die baulichen Maßnahmen

Ergebnisse der Baugrunderkundung
Deichkilometer 6+600

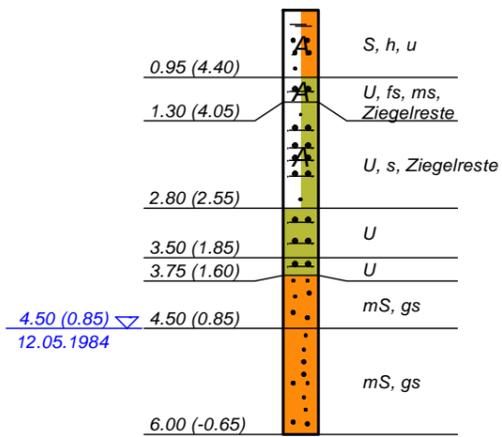


**Umsetzung Generalplan Küstenschutz
Machbarkeitsstudie Stadtstrecke**

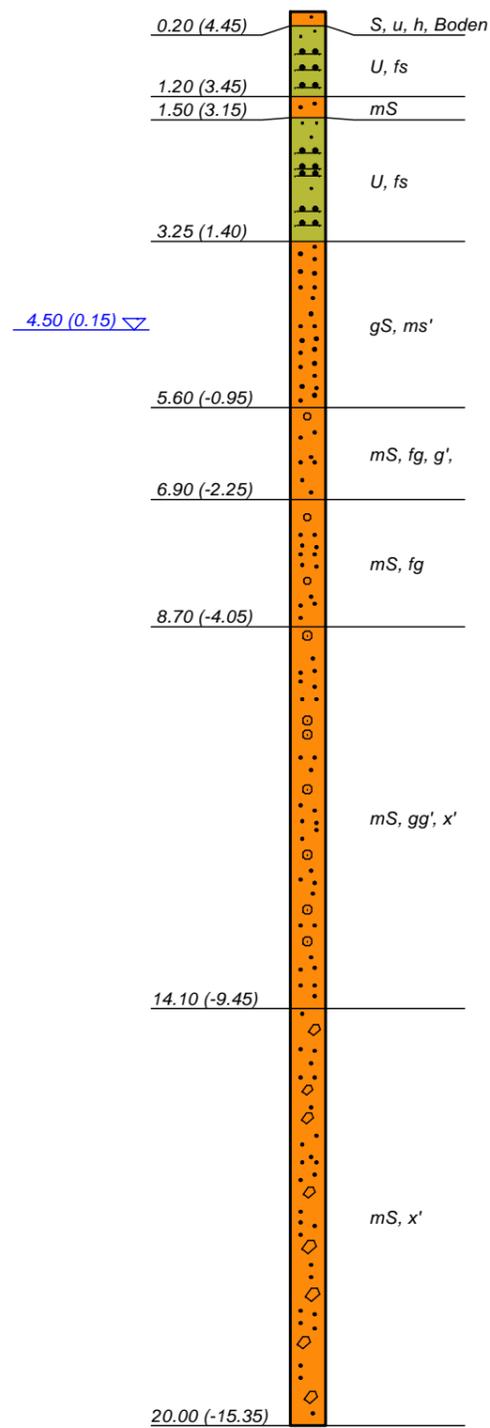
Generelle Beurteilung der Tragfähigkeit des
Baugrunds und der Gründungsmöglichkeiten
für die baulichen Maßnahmen

Ergebnisse der Baugrunderkundung
Deichkilometer 6+700 (Deichschartbrücke)

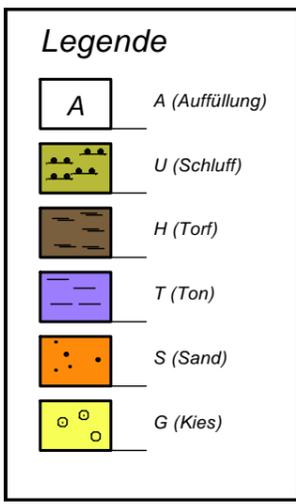
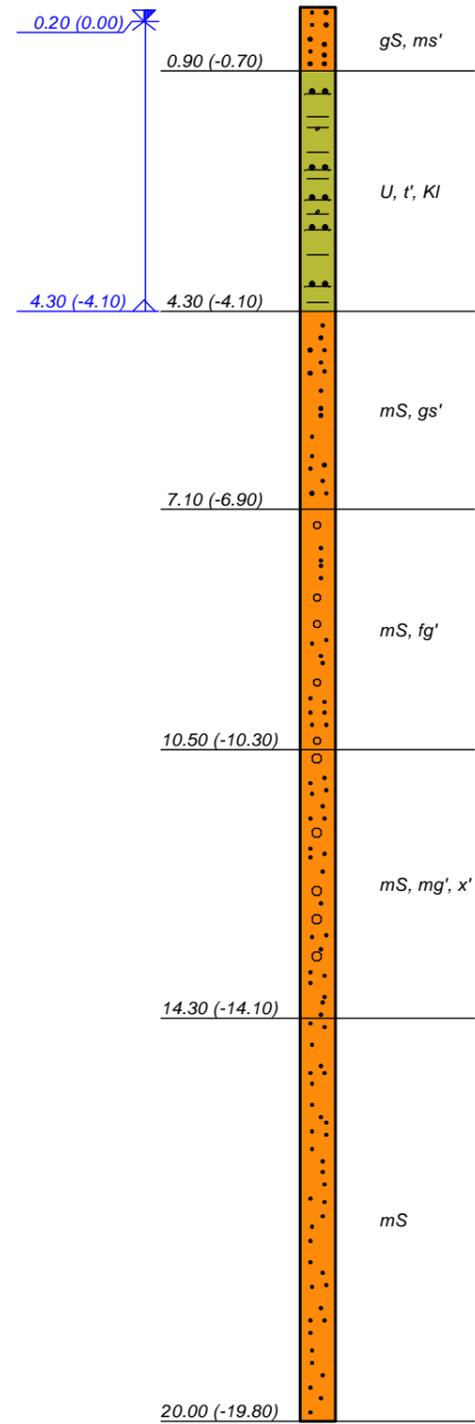
2918/15/0525
NN +5,35 m



2918/15/0526
NN +4,65 m



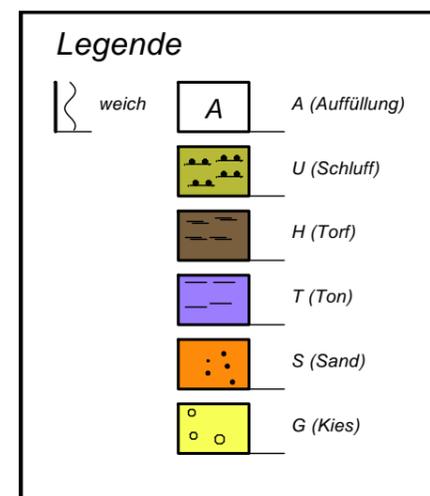
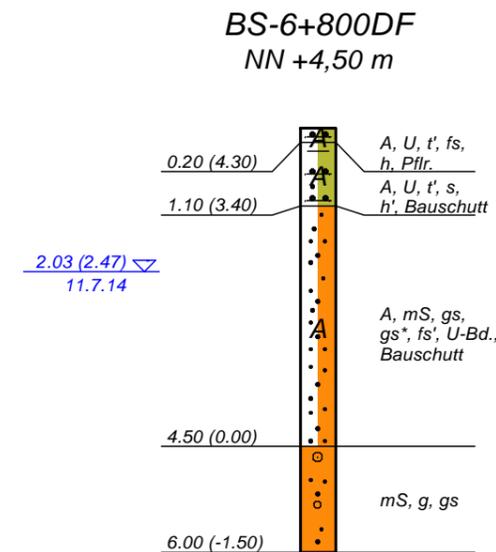
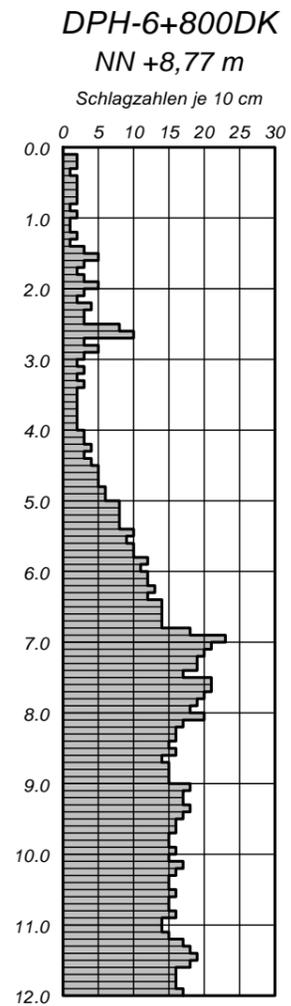
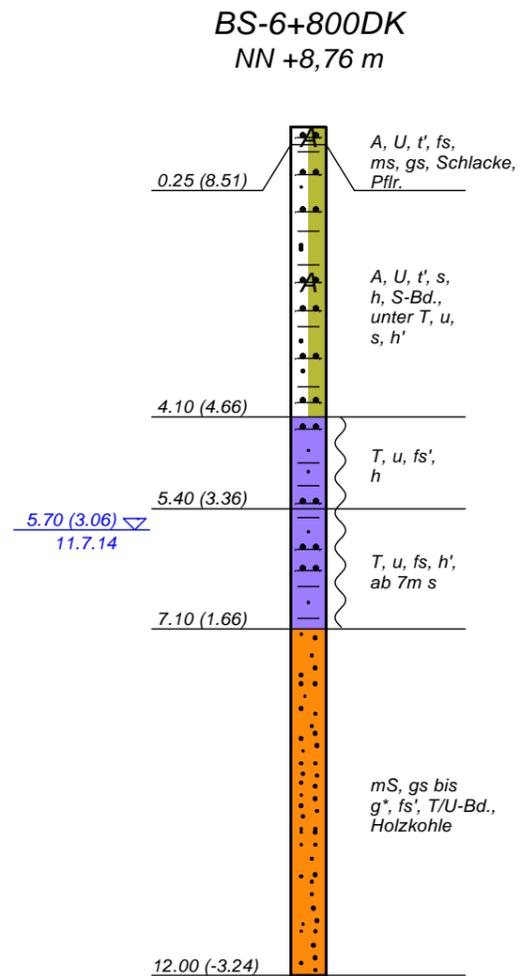
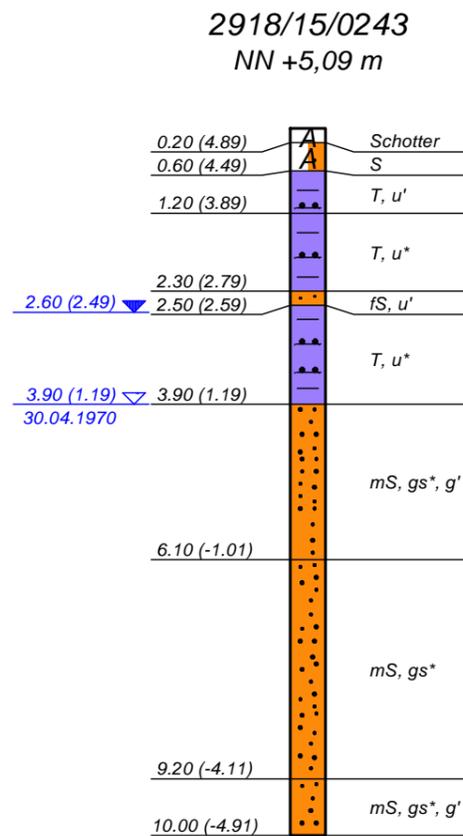
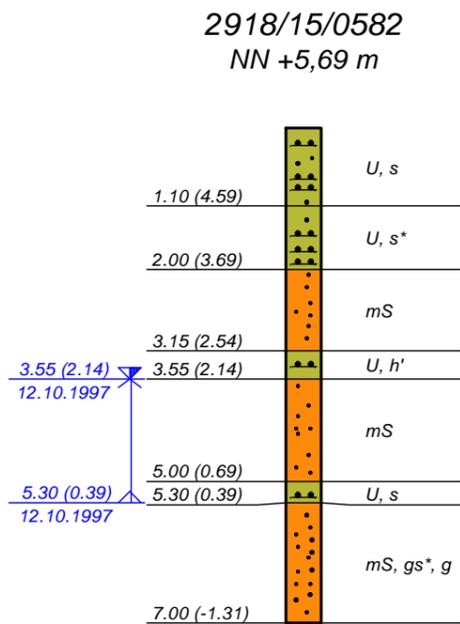
2918/15/0527
NN +0,20 m



Umsetzung Generalplan Küstenschutz Machbarkeitsstudie Stadtstrecke

Generelle Beurteilung der Tragfähigkeit des
Baugrunds und der Gründungsmöglichkeiten
für die baulichen Maßnahmen

Ergebnisse der Baugrunderkundung
Deichkilometer 6+800

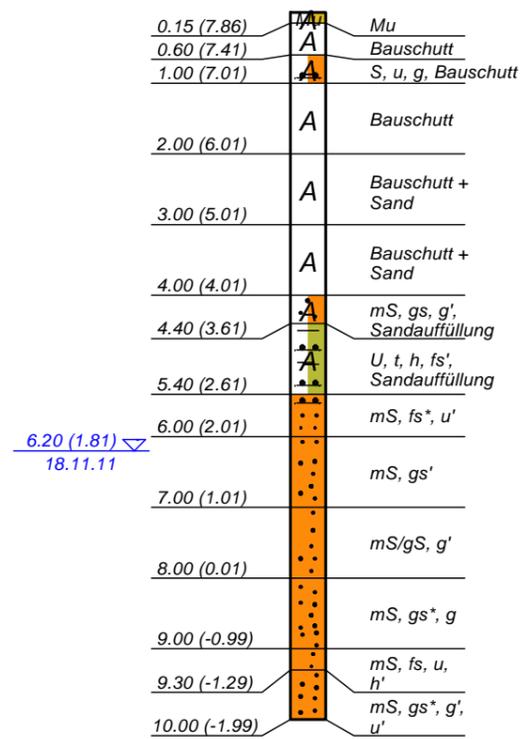


Umsetzung Generalplan Küstenschutz Machbarkeitsstudie Stadtstrecke

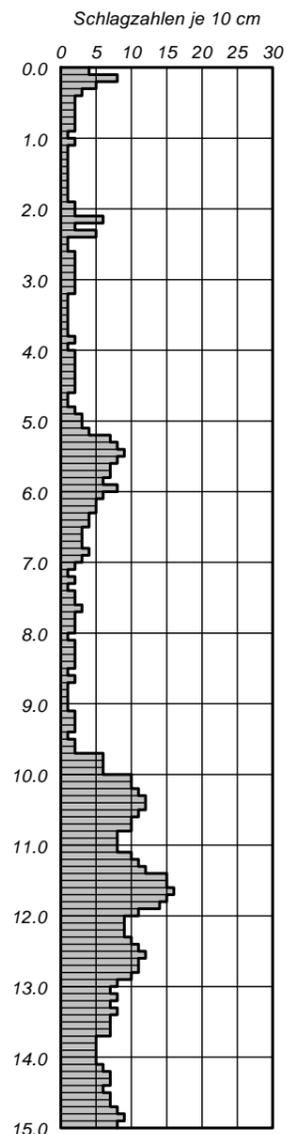
Generelle Beurteilung der Tragfähigkeit des
Baugrunds und der Gründungsmöglichkeiten
für die baulichen Maßnahmen

Ergebnisse der Baugrunderkundung
Deichkilometer 7+000

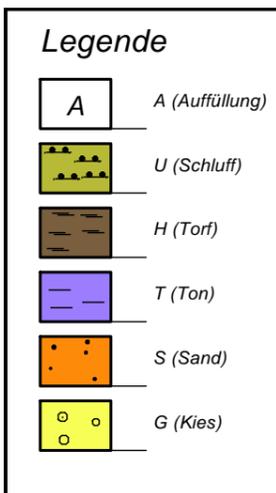
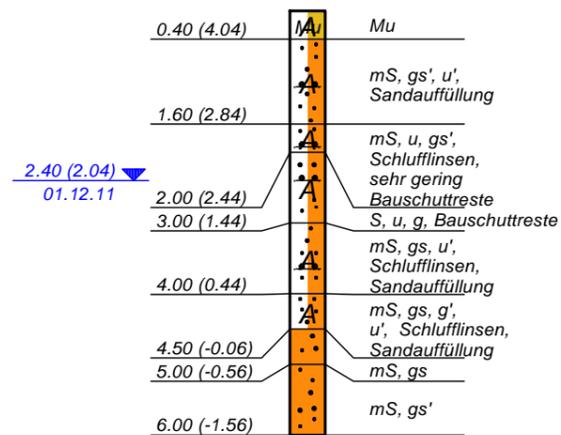
GLB-2011-BS-21
NN +8,01



GLB-2011-DPH-21
NN +8,01 m



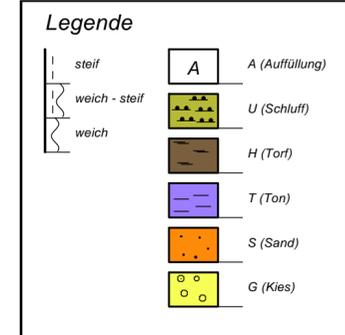
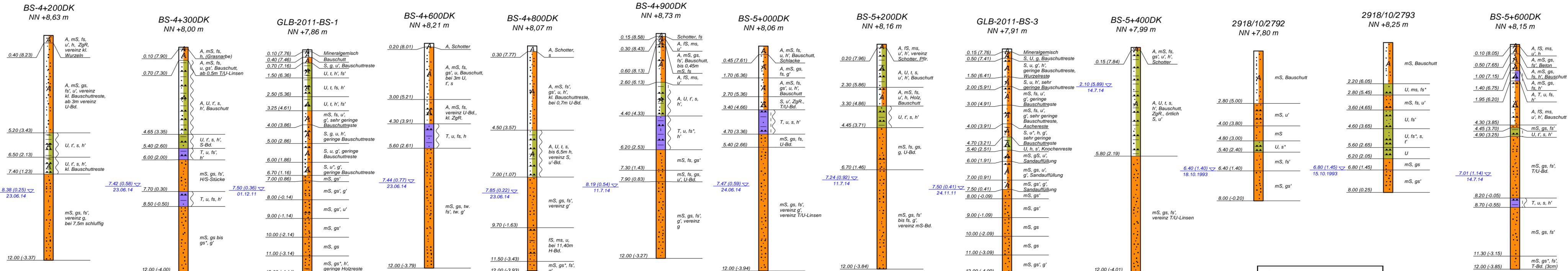
GLB-2011-BS-22
NN +4,44



Umsetzung Generalplan Küstenschutz
Machbarkeitsstudie Stadtstrecke

Generelle Beurteilung der Tragfähigkeit des
Baugrunds und der Gründungsmöglichkeiten
für die baulichen Maßnahmen

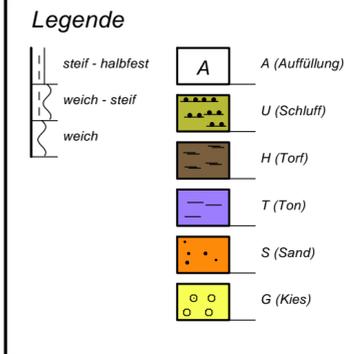
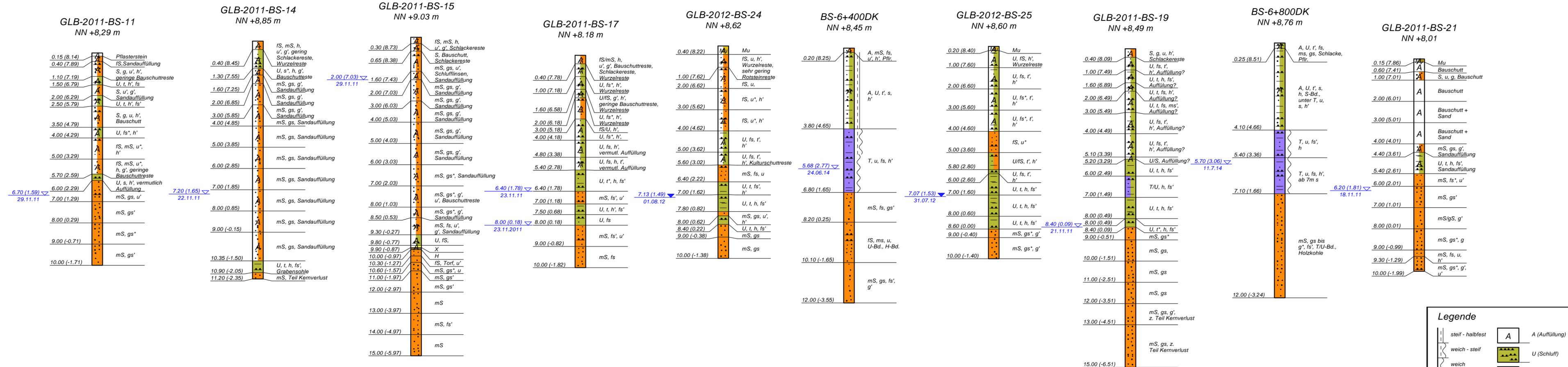
Geotechnisches Längsprofil
für den Bereich der Deichkrone
von Deichkm. 4+200 bis 5+600



Umsetzung Generalplan Küstenschutz
Machbarkeitsstudie Stadtstrecke

Generelle Beurteilung der Tragfähigkeit des
Baugrunds und der Gründungsmöglichkeiten
für die baulichen Maßnahmen

Geotechnisches Längsprofil
für den Bereich der Deichkrone
von Deichkm. 5+800 bis 7+00



Umsetzung Generalplan Küstenschutz Machbarkeitsstudie Stadtstrecke

*Generelle Beurteilung der Tragfähigkeit des Baugrunds und der Gründungsmöglichkeiten
für die baulichen Maßnahmen*

*Grundwasserdaten - Auszug aus Unterlage U 2.1.3
(Baugrundkarte Bremen, Grundwasserverhältnisse im oberen Grundwasserleiter)*



Umsetzung Generalplan Küstenschutz - Machbarkeitsstudie Stadtstrecke

Generelle Beurteilung des Baugrunds und der Gründungsmöglichkeiten für die baulichen Maßnahmen

Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

lfd.- Nr.	Bohrung		Schicht		Entnahmetiefe m	Probenansprache im Labor	Wassergehalt w	Dichte ρ t/ m ³	Trockendichte ρ_d t/ m ³	Glühverlust V_{gl} M.-%	Körnungslinien			Fließgrenze w_L	Ausrollgrenze w_P	Plastizitätszahl I_p	Konsistenzzahl I_c	Flügelondier- widerstand τ_{FS} kN/ m ²	Kalkgehalt V_{Ca}	Wasserdurch- lässigkeitbeiwert k_{10} m/s
	Nr.	Probe	von m	bis m							Siebung	Sedimentation	Kombination							
1	BS-4+2DK	1	0,00	0,40	0,30	mS fs u' h, Wurzeln														
2	BS-4+2DK	2	0,40	5,20	0,80	mS gs fs' u', wenig Bauschutt (+)														
3	BS-4+2DK	3	0,40	5,20	1,50	mS gs fs' u', Bauschutt (++)														
4	BS-4+2DK	4	0,40	5,20	3,00	mS gs fs', Bauschutt, T/U-Bd. (+)														
5	BS-4+2DK	5	0,40	5,20	4,50	U t' s h' (w), Bauschutt (++)	0,209	2,06	1,70	3,2										
6	BS-4+2DK	6	5,20	6,50	6,00	U t' s h' (w)	0,183	2,18	1,85											
7	BS-4+2DK	7	6,50	7,40	7,30	U t' s h' (w), Bauschutt (++)	0,182	2,13	1,80											
8	BS-4+2DK	8	7,40	12,00	8,50	mS gs fs' g'														
9	BS-4+2DK	9	7,40	12,00	10,00	mS gs fs'					.1									
10	BS-4+2DK	10	7,40	12,00	11,50	mS gs fs' g'														
11	BS-4+2DF	1	0,00	0,40	0,30	Bauschutt, mS fs gs' u' h' (++)				5,8										
12	BS-4+2DF	2	0,40	6,00	0,80	Bauschutt (++)														
13	BS-4+2DF	3	0,40	6,00	1,50	Bauschutt (++)														
14	BS-4+2DF	4	0,40	6,00	3,00	Bauschutt, mS fs gs' u' (++)														
15	BS-4+2DF	5	0,40	6,00	4,50	Bauschutt (++)														
16	BS-4+2DF	6	0,40	6,00	5,80	Bauschutt, mS fs gs' u' g' (++)														
17	BS-4+3DK	1	0,00	0,10	0,10	mS fs u' h, Grasnarbe														
18	BS-4+3DK	2	0,10	0,70	0,50	mS fs gs' u, Bauschutt, T/U-Linsen (+)					.1									
19	BS-4+3DK	3	0,70	4,65	1,00	Bauschutt, mS fs u gs (++)														
20	BS-4+3DK	4	0,70	4,65	1,50	U t' s h' (w), Bauschutt (++)	0,192	2,10	1,76											
21	BS-4+3DK	5	0,70	4,65	3,00	U t' s h' (w), Bauschutt (++)	0,166	2,10	1,80			.1								

Umsetzung Generalplan Küstenschutz - Machbarkeitsstudie Stadtstrecke

Generelle Beurteilung des Baugrunds und der Gründungsmöglichkeiten für die baulichen Maßnahmen

Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

lfd.- Nr.	Bohrung		Schicht		Entnahmetiefe m	Probenansprache im Labor	Wassergehalt w	Dichte ρ t/m ³	Trockendichte ρ_d t/m ³	Glühverlust V_{gl} M.-%	Körnungslinien			Fließgrenze w_L	Ausrollgrenze w_P	Plastizitätszahl I_p	Konsistenzzahl I_c	Flügelsondier- widerstand τ_{FS} kN/m ²	Kalkgehalt V_{Ca}	Wasserdurch- lässigkeitbeiwert k_{10} m/s
	Nr.	Probe	von m	bis m							Siebung	Sedimentation	Kombination							
22	BS-4+3DK	6	0,70	4,65	4,00	U t' s' h' (w), Bauschutt (++)	0,248	2,02	1,62	3,9										
23	BS-4+3DK	7	4,65	5,40	5,00	U t' s' h' (w); mS fs u	0,204	2,09	1,73											
24	BS-4+3DK	8	5,40	6,00	5,80	T u fs' h' (w-st)	0,295	1,96	1,51	5,3										
25	BS-4+3DK	9	6,00	7,70	7,50	mS gs fs', H/S-Bd.														
26	BS-4+3DK	10	7,70	8,50	8,20	T u fs h' (w)	0,271	1,98	1,56	4,5										
27	BS-4+3DK	11	8,50	12,00	10,00	mS gs* fs' g'														
28	BS-4+3DK	12	8,50	12,00	11,50	mS gs fs' g'					.1									
29	BS-4+4DF	1	0,00	0,30	0,30	Schotter, mS fs u' (+)														
30	BS-4+4DF	2	0,30	2,00	0,70	T u s h' (w-st), Pfl-R.	0,180	2,13	1,80	3,9										
31	BS-4+4DF	3	0,30	2,00	1,50	T u s h' (w-st)	0,210	2,07	1,71			.1								
32	BS-4+4DF	4	2,00	3,60	3,00	T u s h' (w)	0,269	1,95	1,54											
33	BS-4+4DF	5	3,60	5,30	4,00	T u' s (br-w), Bauschutt (++)	0,243	2,03	1,64											
34	BS-4+4DF	6	3,60	5,30	5,00	T u' s (br-w), Bauschutt, Holz (++)														
35	BS-4+4DF	7	5,30	6,00	5,80	mS fs gs g' u'														
36	BS-4+6DK	1	0,00	0,20	0,20	Bauschutt, mS fs gs u' (++)														
37	BS-4+6DK	2	0,20	3,00	0,70	Bauschutt, mS fs u gs' h' (++)														
38	BS-4+6DK	3	0,20	3,00	1,50	Bauschutt, mS fs u gs' (++)														
39	BS-4+6DK	4	0,20	3,00	3,00	Bauschutt, mS fs gs' u', U t' s (++)														
40	BS-4+6DK	5	3,00	4,30	4,00	mS fs gs' u					.1									
41	BS-4+6DK	6	4,30	5,60	5,00	T u fs h (st)	0,258	1,97	1,57	6,0		.2								
42	BS-4+6DK	7	5,60	12,00	6,50	mS gs fs'														

Umsetzung Generalplan Küstenschutz - Machbarkeitsstudie Stadtstrecke

Generelle Beurteilung des Baugrunds und der Gründungsmöglichkeiten für die baulichen Maßnahmen

Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

lfd.- Nr.	Bohrung		Schicht		Entnahmetiefe m	Probenansprache im Labor	Wassergehalt w	Dichte ρ t/m ³	Trockendichte ρ_d t/m ³	Glühverlust V_{gl} M.-%	Körnungslinien			Fließgrenze w_L	Ausrollgrenze w_P	Plastizitätszahl I_p	Konsistenzzahl I_c	Flügelondier- widerstand τ_{FS} kN/m ²	Kalkgehalt V_{Ca}	Wasserdurch- lässigkeitbeiwert k_{10} m/s
	Nr.	Probe	von m	bis m							Siebung	Sedimentation	Kombination							
43	BS-4+6DK	8	5,60	12,00	8,00	mS gs					.2									
44	BS-4+6DK	9	5,60	12,00	9,50	mS gs fs'														
45	BS-4+6DK	10	5,60	12,00	11,00	mS gs fs'					.2									
46	BS-4+6DK	11	5,60	12,00	11,90	mS gs fs' g'														
47	BS-4+6DF	1	0,00	0,10	-	Keine Probeentnahme														
48	BS-4+6DF	2	0,10	0,25	0,20	Bauschutt (Schotter), mS fs gs u' (++)														
49	BS-4+6DF	3	0,25	0,65	0,50	Bauschutt, mS fs gs' u h' (++)														
50	BS-4+6DF	4	0,65	2,10	0,80	U t' s h' (w-st)	0,170	2,14	1,83			.2								
51	BS-4+6DF	5	0,65	2,10	1,80	U t' s h' (w-st)	0,227	2,03	1,65	4,4										
52	BS-4+6DF	6	2,10	2,40	2,20	mS gs* g'														
53	BS-4+6DF	7	2,40	3,50	3,00	mS gs fs'														
54	BS-4+6DF	8	3,50	6,00	4,80	mS gs fs', T/U-Linsen.														
55	BS-4+6DF	9	3,50	6,00	5,80	mS gs fs' g'														
56	BS-4+8DK	1	0,00	0,30	0,30	Bauschutt, mS fs gs' h' u' (++)														
57	BS-4+8DK	2	0,30	4,50	0,70	Bauschutt, mS fs gs' u' h', U t' s (++)														
58	BS-4+8DK	3	0,30	4,50	1,50	mS gs' fs' u, Bauschutt (++)					.2									
59	BS-4+8DK	4	0,30	4,50	3,00	mS gs' fs' u, Bauschutt (++)														
60	BS-4+8DK	5	0,30	4,50	4,20	mS gs' fs' u, Bauschutt (++)														
61	BS-4+8DK	6	4,50	7,00	4,90	U t s h, mS fs u'														
62	BS-4+8DK	7	4,50	7,00	6,20	U t s h (w), Muscheln (+)	0,420	1,78	1,25	6,7	.2									
63	BS-4+8DK	8	7,00	9,70	7,50	mS gs fs'														

Umsetzung Generalplan Küstenschutz - Machbarkeitsstudie Stadtstrecke

Generelle Beurteilung des Baugrunds und der Gründungsmöglichkeiten für die baulichen Maßnahmen

Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

lfd.- Nr.	Bohrung		Schicht		Entnahmetiefe m	Probenansprache im Labor	Wassergehalt w	Dichte ρ t/ m ³	Trockendichte ρ_d t/ m ³	Glühverlust V_{gl} M.-%	Körnungslinien			Fließgrenze w_L	Ausrollgrenze w_p	Plastizitätszahl I_p	Konsistenzzahl I_c	Flügelondier- widerstand τ_{FS} kN/ m ²	Kalkgehalt V_{Ca}	Wasserdurch- lässigkeitbeiwert k_{10} m/s
	Nr.	Probe	von m	bis m							Siebung	Sedimentation	Kombination							
											s. Anlage Nr. 6.3 /Blatt									
64	BS-4+8DK	9	7,00	9,70	9,00	mS gs fs' g'														
65	BS-4+8DK	10	9,70	11,50	10,00	fS ms* u'														
66	BS-4+8DK	11	11,50	12,00	12,00	mS gs* fs' g'														
67	BS-4+8DF	1	0,00	0,10	-	Keine Probenentnahme														
68	BS-4+8DF	2	0,10	0,25	0,20	mS g fs gs' (+)														
69	BS-4+8DF	3	0,25	0,45	0,40	Bauschutt (++)														
70	BS-4+8DF	4	0,45	0,75	0,60	T u fs' h' (w)	0,278	1,97	1,54	7,3										
71	BS-4+8DF	5	0,75	2,50	1,00	Bauschutt (++)														
72	BS-4+8DF	6	0,75	5,50	1,80	Bauschutt (++)														
73	BS-4+8DF	7	0,75	2,50	2,50	Bauschutt (++)														
74	BS-4+9DK	1	0,00	0,15	0,15	Betonbruch, Schotter (++)														
75	BS-4+9DK	2	0,15	0,30	0,30	fS ms u', wenig Betonbruch (+)					.4									
76	BS-4+9DK	3	0,30	0,60	0,50	mS gs fs', Bauschutt														
77	BS-4+9DK	4	0,60	2,60	0,80	fS ms u'														
78	BS-4+9DK	5	0,60	2,60	1,90	fS ms u'														
79	BS-4+9DK	6	2,60	4,40	3,00	U t' s h' (st), Bauschutt (++)	0,140	2,07	1,82											
80	BS-4+9DK	7	2,60	4,40	4,00	U t' s h' (w), wenig Bauschutt (+)	0,269	1,94	1,53	5,5										
81	BS-4+9DK	8	4,40	6,20	5,00	T u fs* h' (w)	0,231	2,02	1,64											
82	BS-4+9DK	9	4,40	6,20	6,00	T u fs* h' (w-st)	0,201	2,09	1,74											
83	BS-4+9DK	10	6,20	7,30	7,00	mS fs gs'					.4									
84	BS-4+9DK	11	7,30	7,90	7,50	mS fs gs' u', T/U-Bd.														

Umsetzung Generalplan Küstenschutz - Machbarkeitsstudie Stadtstrecke

Generelle Beurteilung des Baugrunds und der Gründungsmöglichkeiten für die baulichen Maßnahmen

Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

lfd.- Nr.	Bohrung		Schicht		Entnahmetiefe m	Probenansprache im Labor	Wassergehalt w	Dichte ρ t/ m ³	Trockendichte ρ_d t/ m ³	Glühverlust V_{gl} M.-%	Körnungslinien			Fließgrenze w_L	Ausrollgrenze w_p	Plastizitätszahl I_p	Konsistenzzahl I_c	Flügelondier- widerstand τ_{FS} kN/ m ²	Kalkgehalt V_{Ca}	Wasserdurch- lässigkeitbeiwert k_{10} m/s
	Nr.	Probe	von m	bis m							Siebung	Sedimentation	Kombination							
85	BS-4+9DK	12	7,90	12,00	9,50	mS gs fs' g'														
86	BS-4+9DK	13	7,90	12,00	11,50	mS gs fs' g'														
87	BS-5+0DK	1	0,00	0,45	0,30	mS fs u' h', Bauschutt (++)														
88	BS-5+0DK	2	0,45	1,70	0,70	mS gs fs g'														
89	BS-5+0DK	3	1,70	2,70	2,10	mS fs gs' g' u' h'					.3									
90	BS-5+0DK	4	2,70	3,40	3,00	mS gs fs u', Bauschutt, T u fs ms (+)														
91	BS-5+0DK	5	3,40	4,70	4,30	T u s' h' (w-st)	0,236	1,98	1,60			.3								
92	BS-5+0DK	6	4,70	5,40	5,20	mS gs fs u'					.3									
93	BS-5+0DK	7	5,40	12,00	6,80	mS gs fs' g', T/U-Linsen														
94	BS-5+0DK	8	5,40	12,00	8,00	mS gs fs'														
95	BS-5+0DK	9	5,40	12,00	9,50	mS gs fs'														
96	BS-5+0DK	10	5,40	12,00	11,50	mS gs fs' g'														
97	BS-5+0DF	1	0,00	0,10	0,10	mS fs u' h', wenig Bauschutt, Pfl-R. (+)														
98	BS-5+0DF	2	0,10	1,00	0,70	Bauschutt, mS gs u' (++)														
99	BS-5+0DF	3	1,00	2,30	1,80	Bauschutt, U t s h', mS gs u', (+)	0,250	2,02	1,62	5,1										
100	BS-5+0DF	4	2,30	6,00	3,00	mS gs* fs' g'														
101	BS-5+0DF	5	2,30	6,00	4,50	mS gs* g'					.3									
102	BS-5+0DF	6	2,30	6,00	5,80	mS gs* fs' g'														
103	BS-5+2DK	1	0,00	0,20	0,20	fS ms u' h', Pfl-R., Bauschutt (++)														
104	BS-5+2DK	2	0,20	2,30	0,70	U t s h', mS fs u' h', Bauschutt (++)														
105	BS-5+2DK	3	0,20	2,30	1,80	mS fs u' h', Bauschutt (++)														

Umsetzung Generalplan Küstenschutz - Machbarkeitsstudie Stadtstrecke

Generelle Beurteilung des Baugrunds und der Gründungsmöglichkeiten für die baulichen Maßnahmen

Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

lfd.- Nr.	Bohrung		Schicht		Entnahmetiefe m	Probenansprache im Labor	Wassergehalt w	Dichte ρ t/m ³	Trockendichte ρ_d t/m ³	Glühverlust V_{gl} M.-%	Körnungslinien			Fließgrenze w_L	Ausrollgrenze w_P	Plastizitätszahl I_p	Konsistenzzahl I_c	Flügelsondier- widerstand τ_{FS} kN/m ²	Kalkgehalt V_{Ca}	Wasserdurch- lässigkeitbeiwert k_{10} m/s
	Nr.	Probe	von m	bis m							Siebung	Sedimentation	Kombination							
106	BS-5+2DK	4	2,30	3,30	3,00	mS fs u' gs' g' h (++)				9,5	.4									
107	BS-5+2DK	5	3,30	4,45	4,00	U t' s h' (w)	0,155	2,22	1,92			.4								
108	BS-5+2DK	6	4,45	6,70	4,60	mS gs fs u' g'														
109	BS-5+2DK	7	4,45	6,70	5,00	mS gs fs u' g'														
110	BS-5+2DK	8	4,45	6,70	6,00	mS gs fs u' g'					.4									
111	BS-5+2DK	9	6,70	12,00	7,50	mS gs* fs' g'														
112	BS-5+2DK	10	6,70	12,00	9,00	mS gs fs' g'														
113	BS-5+2DK	11	6,70	12,00	10,50	mS gs fs' g'														
114	BS-5+2DK	12	6,70	12,00	11,80	mS gs fs' g'					.5									
115	BS-5+4DK	1	0,00	0,15	0,10	mS fs gs' u' h', Bauschutt (++)														
116	BS-5+4DK	2	0,15	5,80	0,70	U t' s h', Bauschutt (st) (++)	0,129	2,07	1,83											
117	BS-5+4DK	3	0,15	5,80	1,50	U t' s h', Bauschutt (st) (++)	0,125	2,09	1,86	3,0		.5								
118	BS-5+4DK	4	0,15	5,80	3,00	mS gs fs' u', Bauschutt (++)														
119	BS-5+4DK	5	0,15	5,80	4,00	Bauschutt (++)														
120	BS-5+4DK	6	0,15	5,80	5,00	Bauschutt (++)														
121	BS-5+4DK	7	5,80	12,00	7,00	mS gs* fs', T/U-Linsen														
122	BS-5+4DK	8	5,80	12,00	9,00	mS gs* fs', T/U-Linsen														
123	BS-5+4DK	9	5,80	12,00	11,00	mS gs* fs' g', T/U-Linsen														
124	BS-5+4DF	1	0,00	0,15	-	mS gs fs', Schotter, Zement (++)														
125	BS-5+4DF	2	0,15	0,45	0,20	mS gs fs', Bauschutt (++)														
126	BS-5+4DF	3	0,45	3,20	0,50	Bauschutt (++)														

Umsetzung Generalplan Küstenschutz - Machbarkeitsstudie Stadtstrecke

Generelle Beurteilung des Baugrunds und der Gründungsmöglichkeiten für die baulichen Maßnahmen

Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

lfd.- Nr.	Bohrung		Schicht		Entnahmetiefe m	Probenansprache im Labor	Wassergehalt w	Dichte ρ t/ m ³	Trockendichte ρ_d t/ m ³	Glühverlust V_{gl} M.-%	Körnungslinien			Fließgrenze w_L	Ausrollgrenze w_p	Plastizitätszahl I_p	Konsistenzzahl I_c	Flügelondier- widerstand τ_{FS} kN/ m ²	Kalkgehalt V_{Ca}	Wasserdurch- lässigkeitbeiwert k_{10} m/s
	Nr.	Probe	von m	bis m							Siebung	Sedimentation	Kombination							
						s. Anlage Nr. 6.3 .Blatt														
127	BS-5+4DF	4	0,45	3,20	1,50	Bauschutt (Ziegel), S u* t' (++)														
128	BS-5+4DF	5	0,45	3,20	3,00	U t' s h', Holz, wenig Bauschutt (+)														
129	BS-5+4DF	6	3,20	4,10	3,80	U t' s h', Bauschutt, Holz (+)	0,258	2,08	1,66											
130	BS-5+4DF	7	4,10	5,50	5,00	U s h , Bauschutt (+)														
131	BS-5+4DF	8	4,10	5,50	5,50	U s h', Bauschutt (+)														
132	BS-5+4DF	9	5,50	6,00	-	Kernverlust														
133	BS-5+6DK	1	0,00	0,10	0,10	fS ms u' h , Pfl-R.														
134	BS-5+6DK	2	0,10	0,50	0,50	mS gs fs', Betonbruch (++)														
135	BS-5+6DK	3	0,50	1,00	0,80	mS gs fs' h', Bauschutt (++)														
136	BS-5+6DK	4	1,00	1,40	1,30	mS gs fs' h', Bauschutt (++)														
137	BS-5+6DK	5	1,40	1,95	1,80	T u fs h' (st)	0,170	2,14	1,83	4,3										
138	BS-5+6DK	6	1,95	4,30	3,00	fS ms* u' h', wenig Bauschutt (++)														
139	BS-5+6DK	7	1,95	4,30	4,10	fS ms* u' h', Bauschutt (++)														
140	BS-5+6DK	8	4,30	4,45	4,40	mS gs fs'														
141	BS-5+6DK	9	4,45	4,90	4,80	U t' s h' (st)	0,141	2,21	1,94											
142	BS-5+6DK	10	4,90	8,20	6,30	mS gs fs'														
143	BS-5+6DK	11	4,90	8,20	8,00	mS gs fs', T/U-Bd.														
144	BS-5+6DK	12	8,20	8,70	8,60	T u s h' (w-st)	0,186	2,17	1,83			.5								
145	BS-5+6DK	13	8,70	11,30	9,80	mS gs fs'														
146	BS-5+6DK	14	11,30	12,00	11,50	mS gs* fs', T/U-Bd.														
147	BS-6+4DK	1	0,00	0,20	0,15	mS fs h' u', Pfl-R.														

Umsetzung Generalplan Küstenschutz - Machbarkeitsstudie Stadtstrecke

Generelle Beurteilung des Baugrunds und der Gründungsmöglichkeiten für die baulichen Maßnahmen

Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

lfd.- Nr.	Bohrung		Schicht		Entnahmetiefe m	Probenansprache im Labor	Wassergehalt w	Dichte ρ t/m ³	Trockendichte ρ_d t/m ³	Glühverlust V_{gl} M.-%	Körnungslinien			Fließgrenze w_L	Ausrollgrenze w_p	Plastizitätszahl I_p	Konsistenzzahl I_c	Flügelsondier- widerstand τ_{FS} kN/m ²	Kalkgehalt V_{Ca}	Wasserdurch- lässigkeitbeiwert k_{10} m/s
	Nr.	Probe	von m	bis m							Siebung	Sedimentation	Kombination							
148	BS-6+4DK	2	0,20	3,80	0,70	U t' s h' (st-hf)	0,135	2,07	1,83	4,9										
149	BS-6+4DK	3	0,20	3,80	2,00	U t' s h' (st-hf)	0,128	1,88	1,67											
150	BS-6+4DK	4	0,20	3,80	3,50	U t' s h' (st-hf)	0,077	2,01	1,87			.3								
151	BS-6+4DK	5	3,80	6,80	5,00	T u fs h' (w-st)	0,190	2,10	1,77	3,8										
152	BS-6+4DK	6	3,80	6,80	6,30	T u fs ms h' (w)	0,292	1,93	1,50											
153	BS-6+4DK	7	6,80	8,20	7,50	mS fs gs'					.3									
154	BS-6+4DK	8	8,20	1,00	8,30	fS ms u, H-Bd., T/U-Bd.'														
155	BS-6+4DK	9	8,20	10,00	9,80	fS ms u, H-Bd., T/U-Bd.														
156	BS-6+4DK	10	10,00	12,00	11,50	mS gs fs' g'														
157	BS-6+4DF	1	0,00	0,20	0,20	mS fs u h', Pfl-R.														
158	BS-6+4DF	2	0,20	1,75	0,70	U t' s h' (w)	0,214	2,11	1,74			.4								
159	BS-6+4DF	3	0,20	1,75	1,50	T u fs h' (w-st)	0,306	1,98	1,52											
160	BS-6+4DF	4	1,75	3,00	2,80	mS gs fs														
161	BS-6+4DF	5	3,00	3,80	3,50	T u fs h', fS ms u	0,255	2,02	1,61	3,7										
162	BS-6+4DF	6	3,80	6,00	4,80	mS gs fs														
163	BS-6+4DF	7	3,80	6,00	5,80	mS gs fs														
164	BS-6+6LS	1	0,00	1,10	0,30	mS h u fs gs', wenig Bauschutt (+)				11,4										
165	BS-6+6LS	2	0,00	1,10	0,90	mS h u fs gs', Bauschutt (+)														
166	BS-6+6LS	3	1,10	2,00	1,80	mS u fs gs'														
167	BS-6+6LS	4	2,00	3,80	2,80	T u fs' h' (w-st)	0,324	1,90	1,43			.5								
168	BS-6+6LS	5	2,00	3,80	3,60	T u h fs' (w), H-Bd.	0,616	1,58	0,98	10,4										

Umsetzung Generalplan Küstenschutz - Machbarkeitsstudie Stadtstrecke

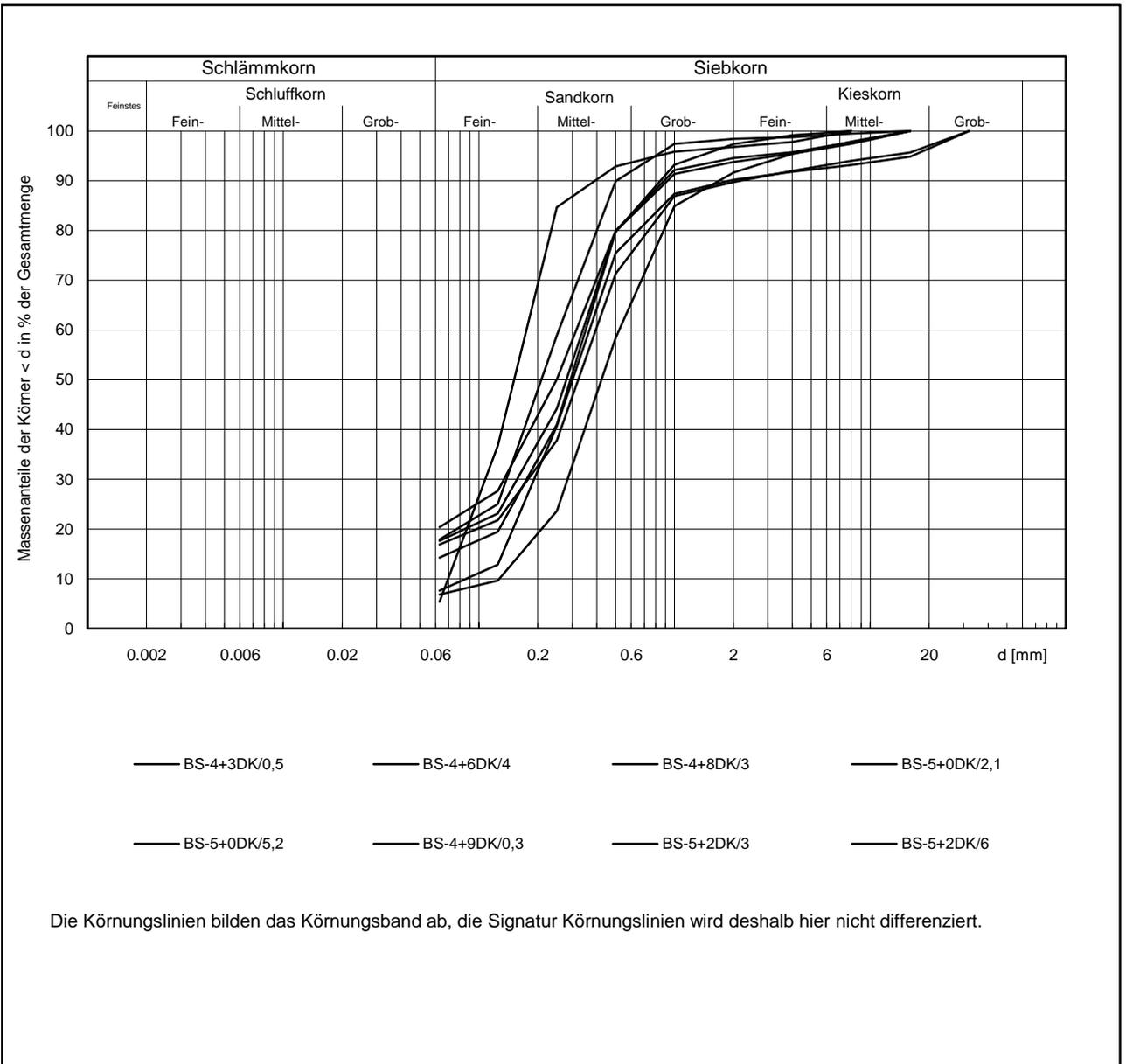
Generelle Beurteilung des Baugrunds und der Gründungsmöglichkeiten für die baulichen Maßnahmen

Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

lfd.- Nr.	Bohrung		Schicht		Entnahmetiefe m	Probenansprache im Labor	Wassergehalt w	Dichte ρ t/ m ³	Trockendichte ρ_d t/ m ³	Glühverlust V_{gl} M.-%	Körnungslinien			Fließgrenze w_L	Ausrollgrenze w_p	Plastizitätszahl I_p	Konsistenzzahl I_c	Flügelondier- widerstand τ_{FS} kN/ m ²	Kalkgehalt V_{Ca}	Wasserdurch- lässigkeitbeiwert k_{10} m/s
	Nr.	Probe	von m	bis m							Siebung Sedimentation Kombination	Fließgrenze w_L	Ausrollgrenze w_p							
169	BS-6+6LS	6	3,80	6,00	4,80	mS gs fs', H/U-Bd.														
170	BS-6+6LS	7	3,80	6,00	5,80	mS gs fs', T/U-Bd.														
171	BS-6+8DK	1	0,00	0,25	0,20	U fs ms h t' gs', vereinz. g, Pfl-R.														
172	BS-6+8DK	2	0,25	4,10	0,80	U fs ms t' gs' h'	0,134	2,21	1,95			.5								
173	BS-6+8DK	3	0,25	4,10	1,50	U fs ms t' gs' h' (w-st)	0,169	2,17	1,86	3,7		.5								
174	BS-6+8DK	4	0,25	4,10	3,00	U fs ms t' gs' h', mS gs fs' u'	0,134	2,16	1,91											
175	BS-6+8DK	5	0,25	4,10	3,80	T u fs ms' h' (w-st)	0,218	2,08	1,71			.6								
176	BS-6+8DK	6	4,10	5,40	5,00	T u h fs' (st)	0,249	2,00	1,61	6,2		.6								
177	BS-6+8DK	7	5,40	7,10	6,50	T u fs h' (w-st)	0,254	1,94	1,55											
178	BS-6+8DK	8	7,10	12,00	8,00	mS gs* fs'														
179	BS-6+8DK	9	7,10	12,00	9,50	mS gs* fs'														
180	BS-6+8DK	10	7,10	12,00	11,50	mS gs fs', T/U-Linsen														
181	BS-6+8DF	1	0,00	0,20	0,20	U h fs t' (st), Pfl-R.	0,287	1,75	1,36	10,0										
182	BS-6+8DF	2	0,20	1,10	0,70	U fs ms t' gs' h', Bauschutt (++)														
183	BS-6+8DF	3	1,10	4,50	1,50	U fs h ms' t', mS gs fs'														
184	BS-6+8DF	4	1,10	4,50	3,00	U fs h ms' t', mS gs* fs' g'														
185	BS-6+8DF	5	1,10	4,50	4,30	U fs h ms' t', mS gs fs', wenig Bauschutt (+)														
186	BS-6+8DF	6	4,50	6,00	5,00	mS g gs														
187	BS-6+8DF	7	4,50	6,00	5,90	mS g gs														

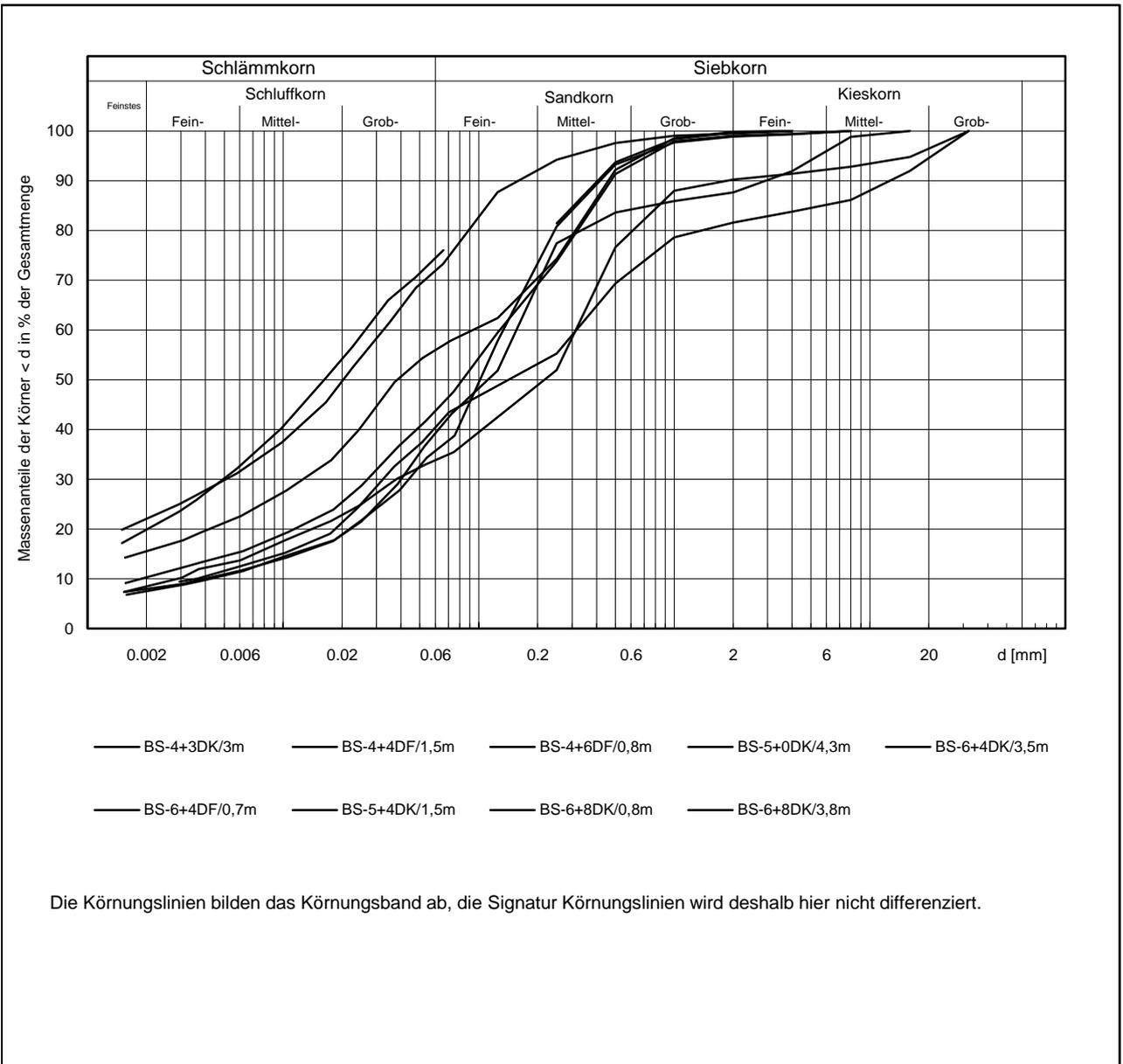
Umsetzung Generalplan Küstenschutz Machbarkeitsstudie Stadtstrecke

*Generelle Beurteilung des Baugrunds und der Gründungsmöglichkeiten
für die baulichen Maßnahmen
Körnungsbänder
Körnungsbänder der sandigen Auffüllungen*



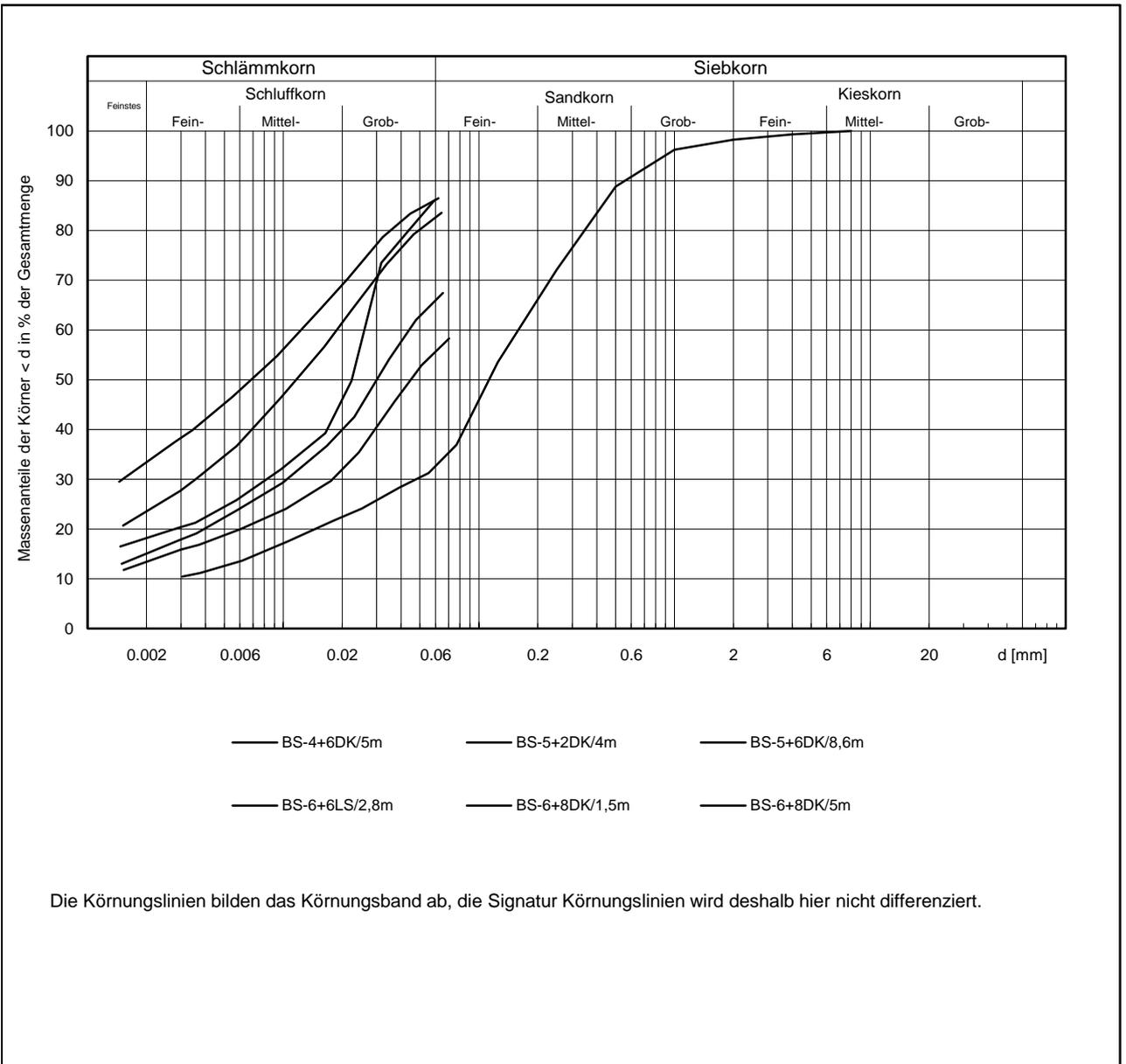
Umsetzung Generalplan Küstenschutz Machbarkeitsstudie Stadtstrecke

Generelle Beurteilung des Baugrunds und der Gründungsmöglichkeiten
für die baulichen Maßnahmen
Körnungsbänder
Körnungsbänder der bindigen Auffüllungen



Umsetzung Generalplan Küstenschutz Machbarkeitsstudie Stadtstrecke

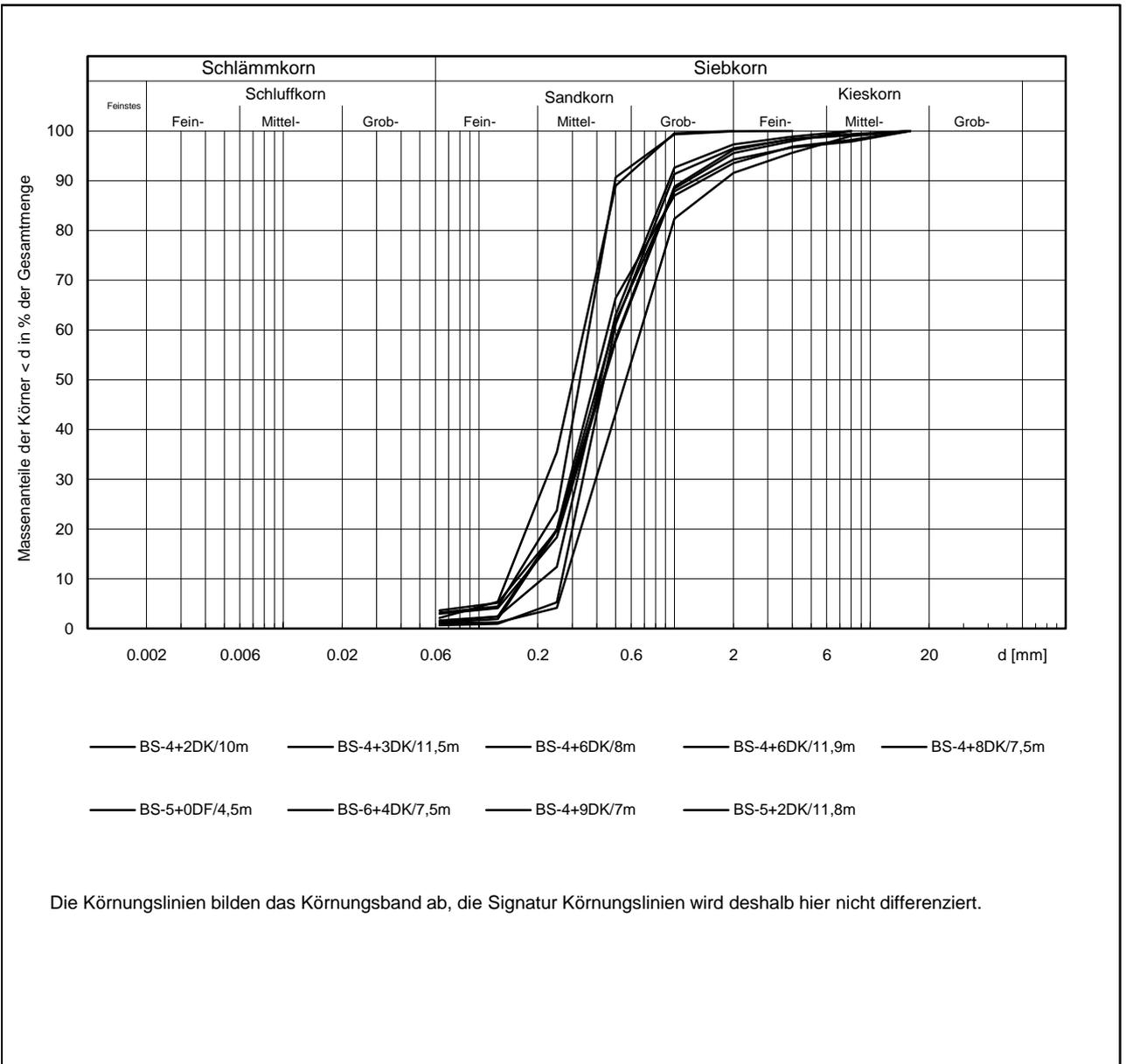
*Generelle Beurteilung des Baugrunds und der Gründungsmöglichkeiten
für die baulichen Maßnahmen
Körnungsbänder
Körnungsband der Niederungsböden*



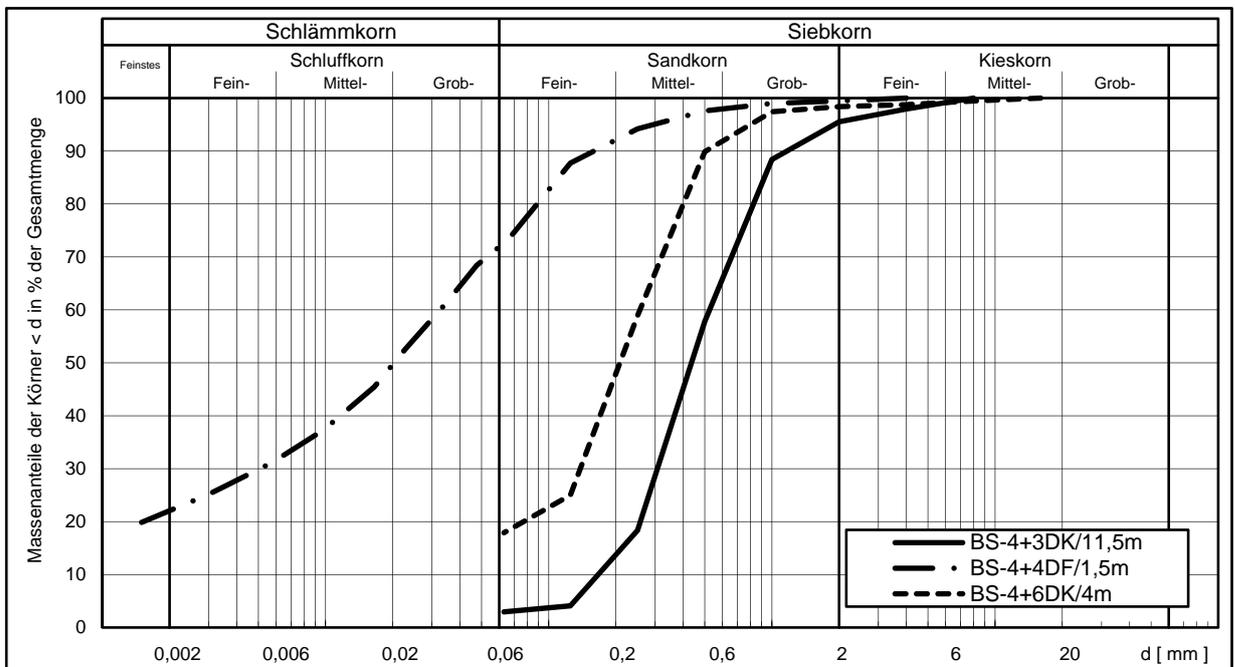
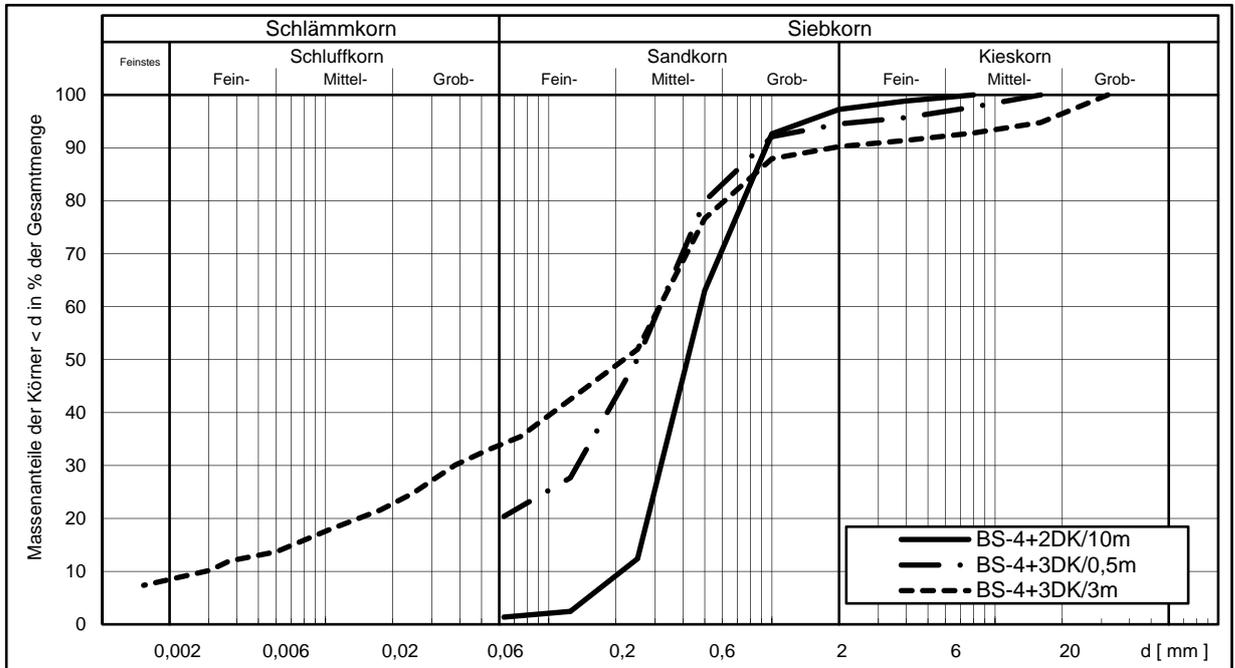
Umsetzung Generalplan Küstenschutz Machbarkeitsstudie Stadtstrecke

Generelle Beurteilung des Baugrunds und der Gründungsmöglichkeiten
für die baulichen Maßnahmen

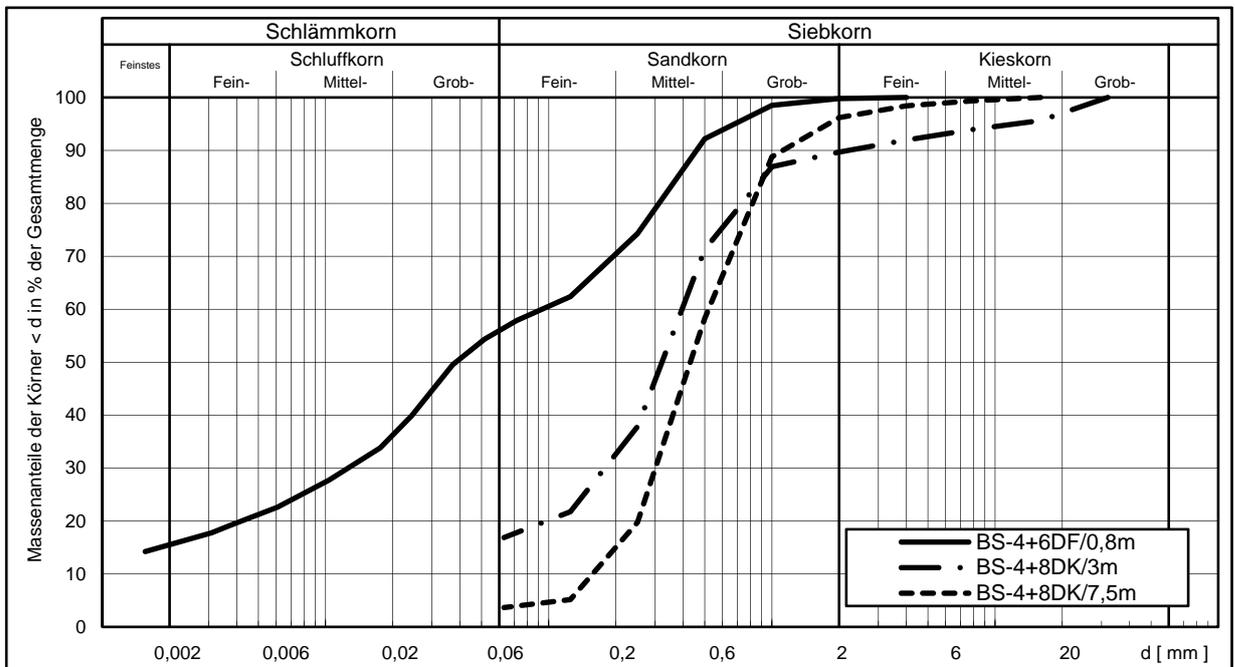
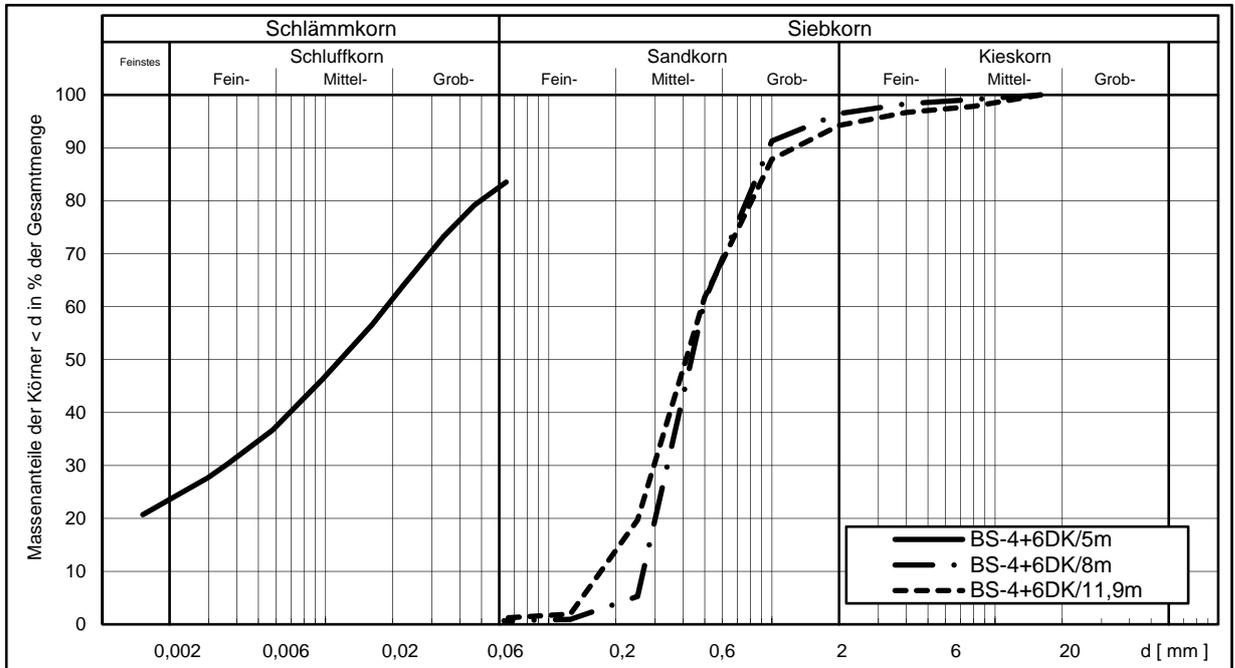
Körnungsänder
Körnungsband der Wesersande



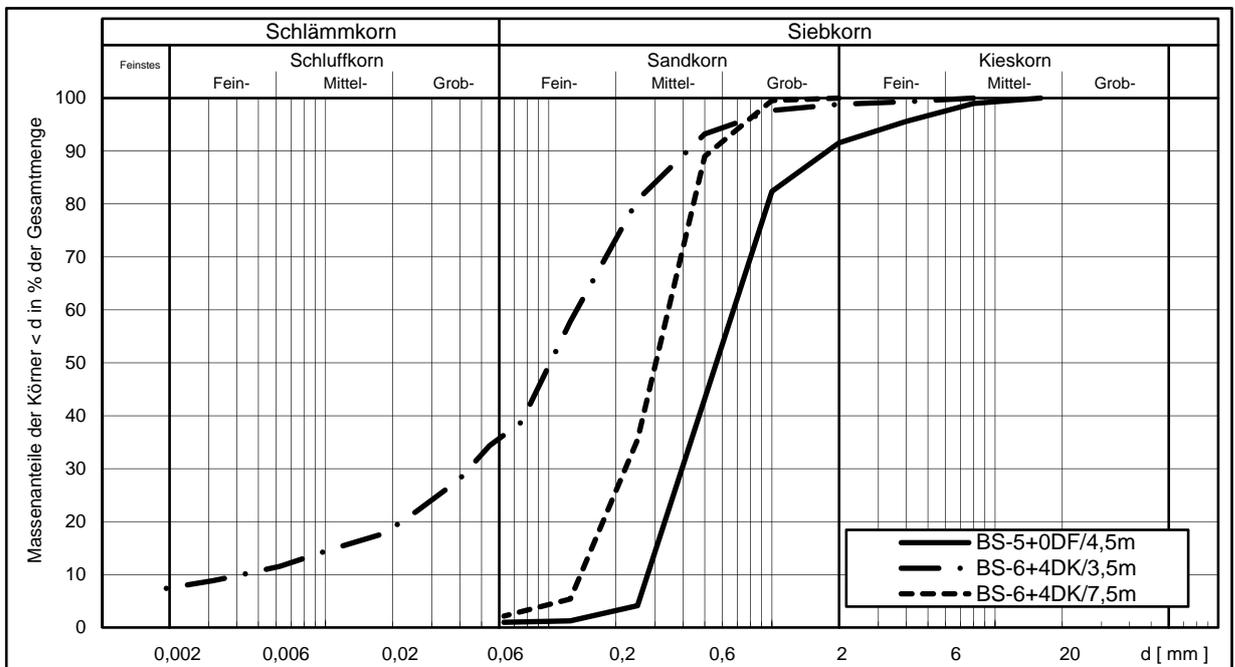
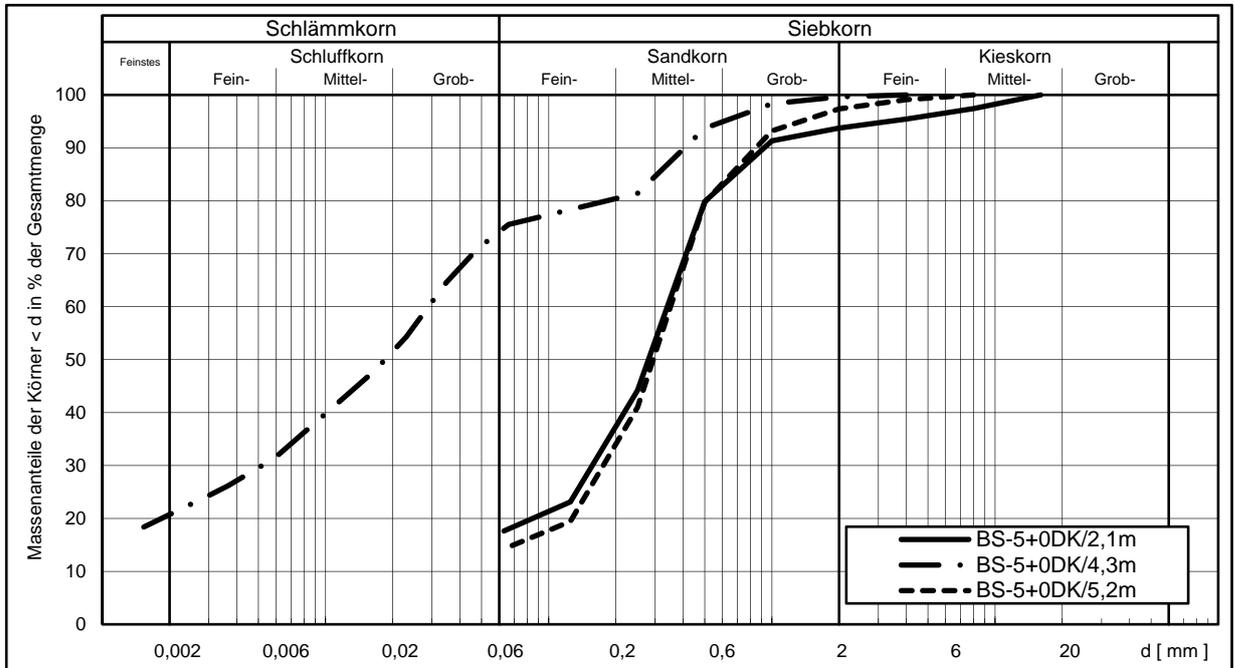
Umsetzung Generalplan Küstenschutz - Machbarkeitsstudie Stadtstrecke
 Generelle Beurteilung des Baugrunds und der Gründungsmöglichkeiten
 für die baulichen Maßnahmen
 Körnungslinien



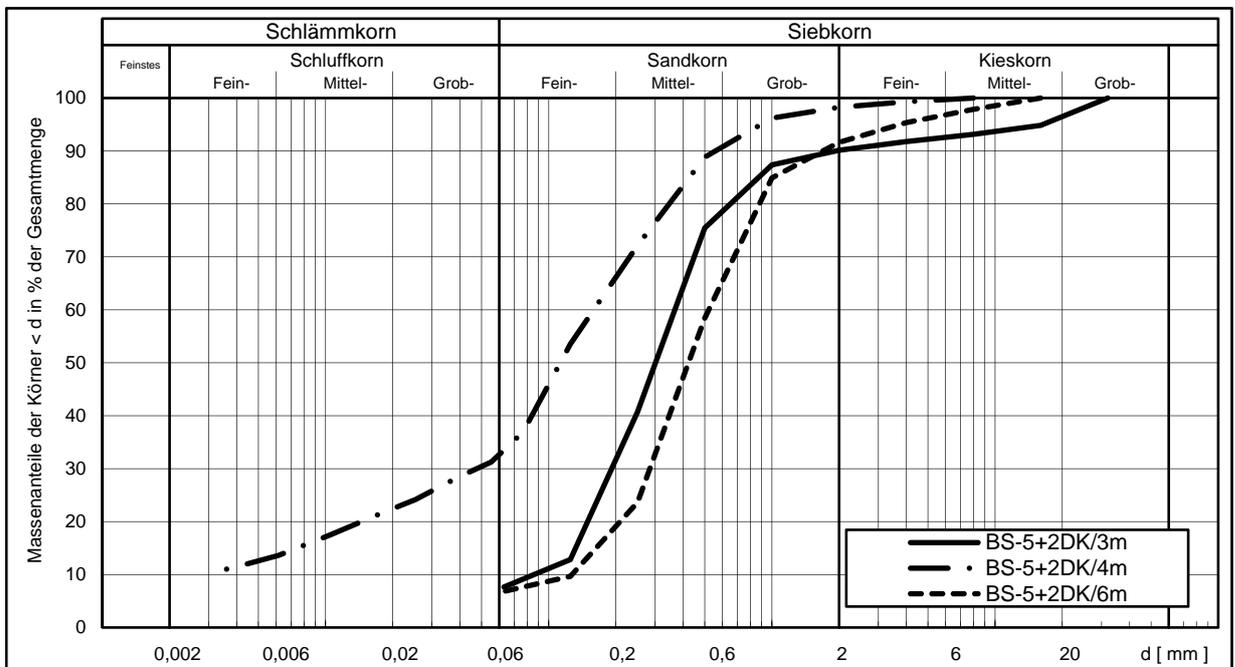
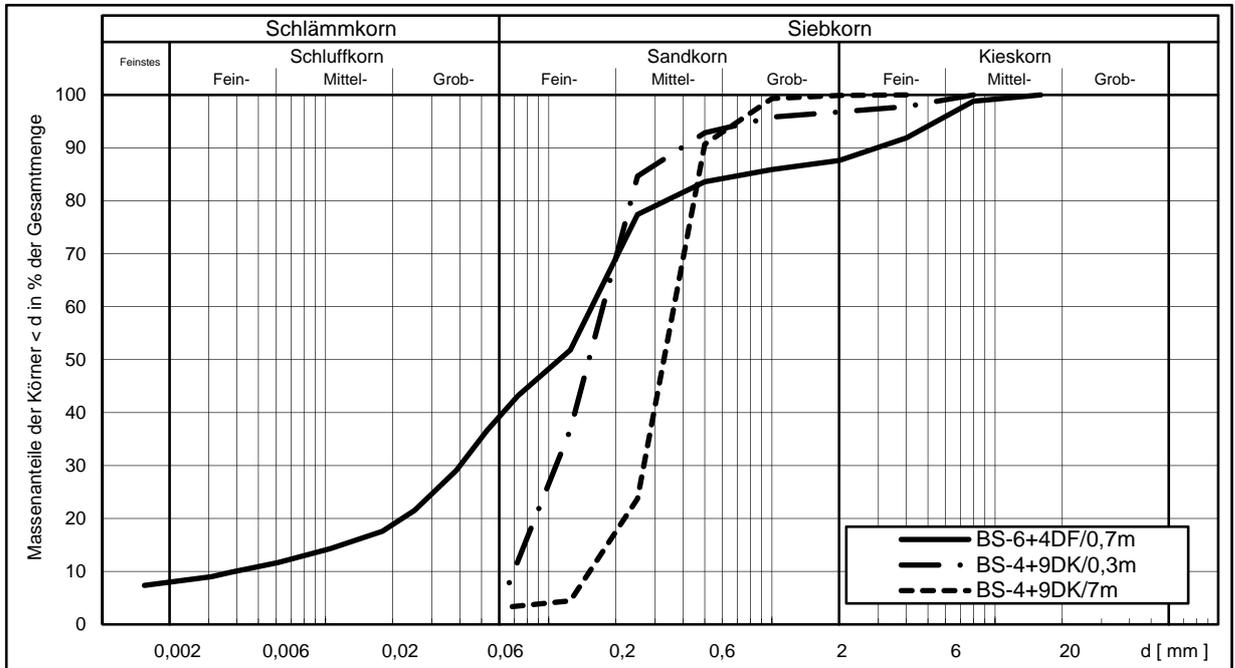
Umsetzung Generalplan Küstenschutz - Machbarkeitsstudie Stadtstrecke
 Generelle Beurteilung des Baugrunds und der Gründungsmöglichkeiten
 für die baulichen Maßnahmen
 Körnungslinien



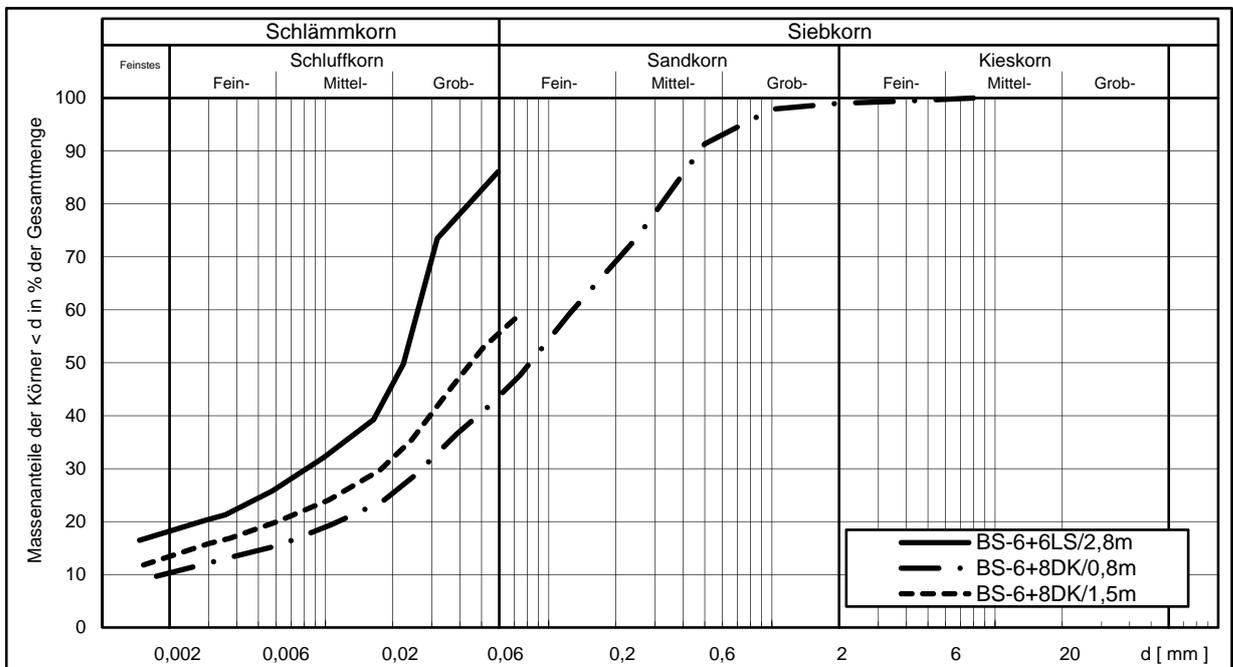
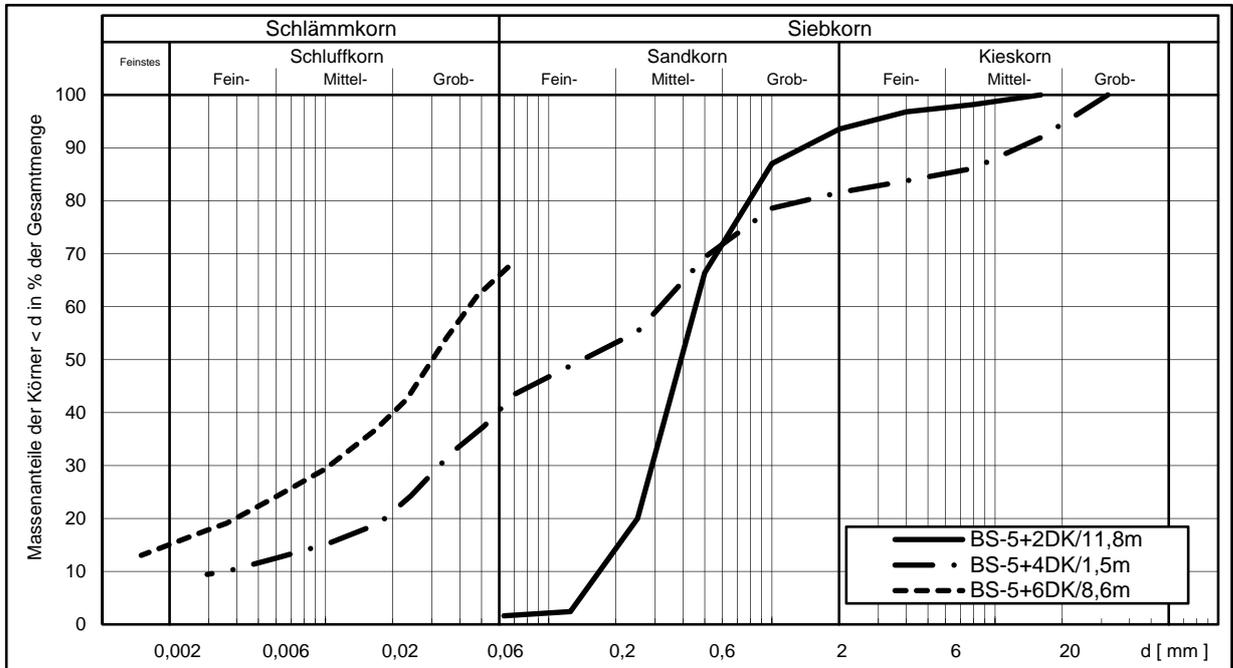
Umsetzung Generalplan Küstenschutz - Machbarkeitsstudie Stadtstrecke
 Generelle Beurteilung des Baugrunds und der Gründungsmöglichkeiten
 für die baulichen Maßnahmen
 Körnungslinien



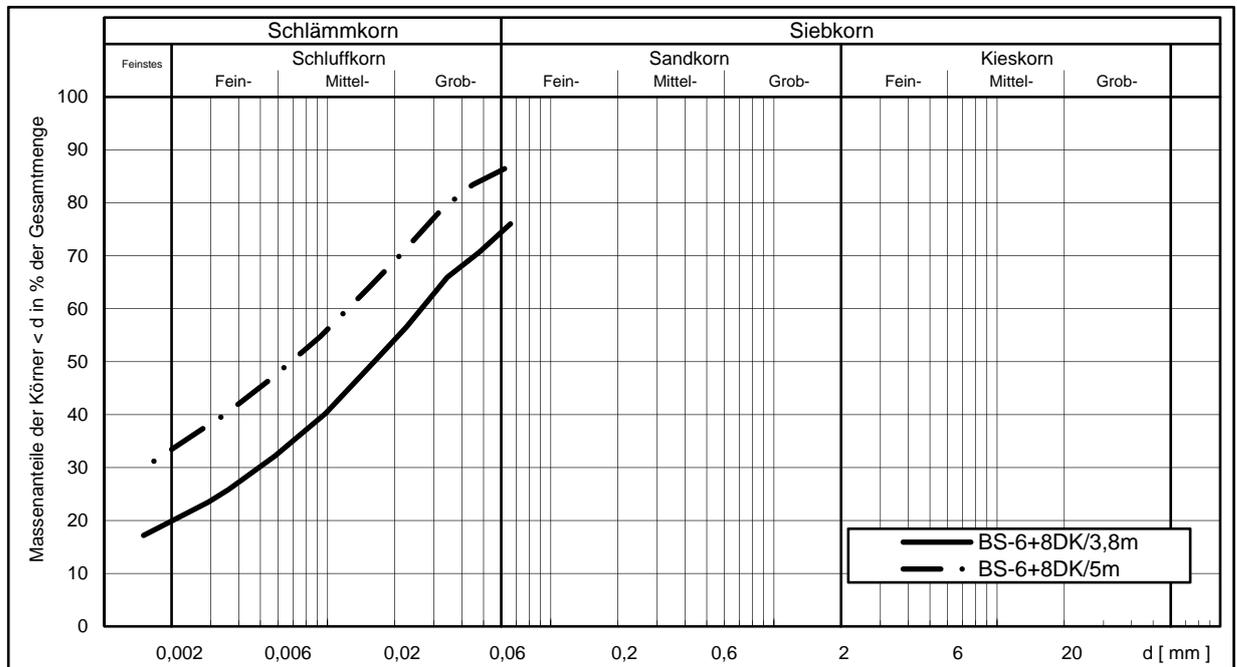
Umsetzung Generalplan Küstenschutz - Machbarkeitsstudie Stadtstrecke
 Generelle Beurteilung des Baugrunds und der Gründungsmöglichkeiten
 für die baulichen Maßnahmen
 Körnungslinien



Umsetzung Generalplan Küstenschutz - Machbarkeitsstudie Stadtstrecke
 Generelle Beurteilung des Baugrunds und der Gründungsmöglichkeiten
 für die baulichen Maßnahmen
 Körnungslinien



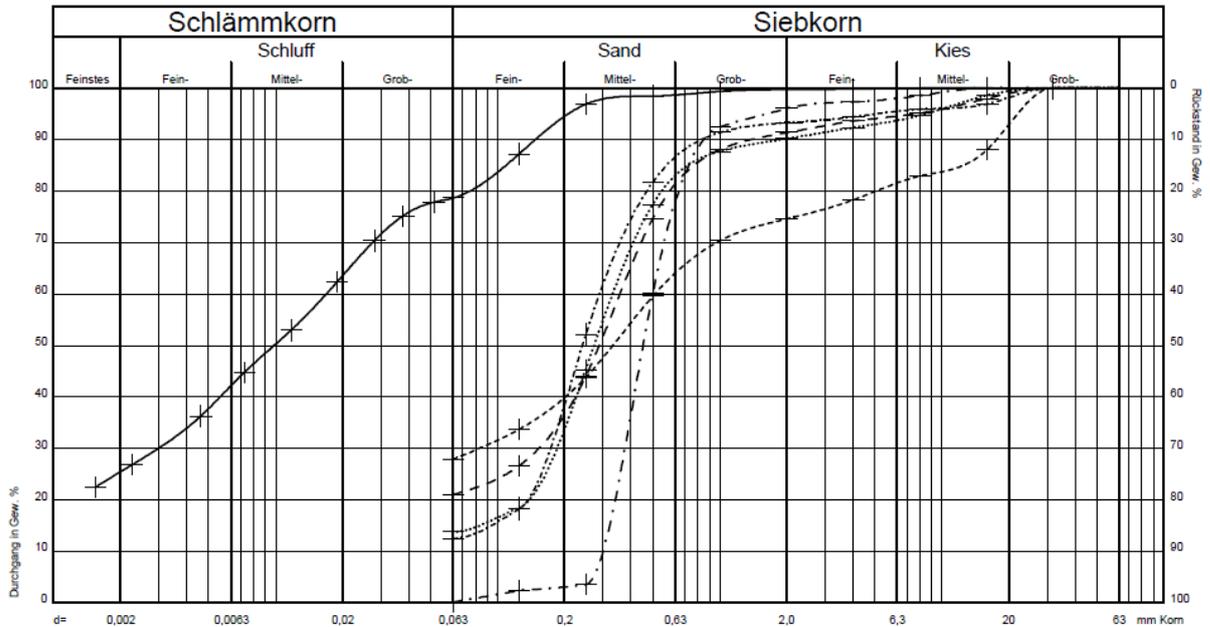
Umsetzung Generalplan Küstenschutz - Machbarkeitsstudie Stadtstrecke
 Generelle Beurteilung des Baugrunds und der Gründungsmöglichkeiten
 für die baulichen Maßnahmen
 Körnungslinien



Umsetzung Generalplan Küstenschutz Machbarkeitsstudie Stadtstrecke

Generelle Beurteilung der Tragfähigkeit des Baugrunds und der Gründungsmöglichkeiten
für die baulichen Maßnahmen

Korngrößenverteilungen aus Unterlage U 1.2



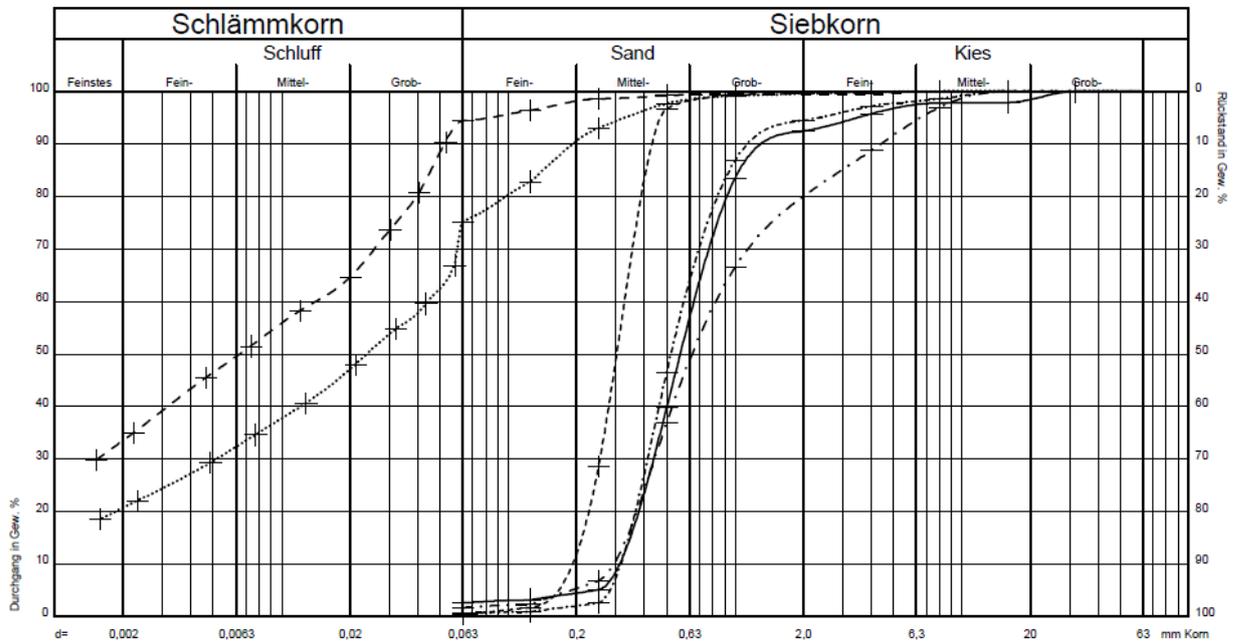
Nr.	Signat.	Bohrung	Tiefe [m]	Bodenart	BE	BG	F	U	S	G	Uf	Art
5	—	1	1,50 - 2,50	Schluff, tonig, feinsandig, humos		UM	25	54	21	0		n + s
8	----	1	4,00 - 5,00	Sand, schluffig, kiesig, Bauschuttreste		SU*		28	47	25		n
25	-----	3	2,00 - 3,00	Mittelsand, feinsandig, schw. schluffig, schw. grobsandig, schw. kiesig, sehr gering Bauschuttreste		SU		12	81	7		n
26	3	3,00 - 4,00	Mittelsand, feinsandig, schw. schluffig, schw. grobsandig, schw. kiesig, sehr gering Bauschuttreste		SU		14	76	10		n
99	---	9	3,00 - 4,00	Mittelsand, schluffig, feinsandig, schw. grobsandig, schw. kiesig, gering Bauschuttreste		SU*		21	70	9		n
162	- - -	14	9,00 - 10,35	Mittelsand, grobsandig		SE		0	96	4	1,7	t

Deichstrecke

Umsetzung Generalplan Küstenschutz Machbarkeitsstudie Stadtstrecke

Generelle Beurteilung der Tragfähigkeit des Baugrunds und der Gründungsmöglichkeiten
für die baulichen Maßnahmen

Korngrößenverteilungen aus Unterlage U 1.2



Nr.	Signat.	Bohrung	Tiefe [m]	Bodenart	BE	BG	F	U	S	G	Uf	Art
174	—	15	7,00 - 8,00	Mittelsand, stark grobsandig, schw. kiesig, sehr gering Bauschuttreste		SE			3	89	8	2,1 n
185	----	15	13,00 - 14,00	Mittelsand, schwach feinsandig		SE			0	100	0	1,7 n
191	- · - · - ·	16	1,20 - 2,00	Mittelsand, stark grobsandig, schw. kiesig		SE			1	93	6	1,9 n
225	·····	19	2,00 - 3,00	Schluff, tonig, feinsandig, schw. mittelsandig, humos		UM	21	55	24	0		n + s
230	- - -	19	6,00 - 7,00	Ton + Schluff, schwach sandig, humos		OT	33	62	5	0		n + s
261	- · -	21	8,00 - 9,00	Mittelsand, stark grobsandig, kiesig		SE			2	78	20	2,8 n