



**GEO - UND UMWELTECHNIK**  
**INGENIEUR-GESELLSCHAFT MBH**

**BERATENDE INGENIEURE**

2019/131 - Hk/Ki/Gi - 23.03.2020

**BBI Geo- und Umwelttechnik**  
**Ingenieur-Gesellschaft mbH**  
**Beratende Ingenieure**

Lübecker Str. 1 · 22087 Hamburg  
Tel. +49-40-229 468-0 · Fax -40  
E-Mail [info@b-b-i.de](mailto:info@b-b-i.de)  
[www.b-b-i.de](http://www.b-b-i.de)

**RAHMENVERTRAG NR.: 92251993**  
**FÜR GEOTECHNISCHE LEISTUNGEN**  
**LEISTUNGSANFRAGE LA 3373**

**LEISTUNGEN:**

**ESTW WESTERLAND**

**OBJEKT:**

**GLEISVERLÄNGERUNG (GL 128)**

**KM 235,9+88 – KM 236,0+79 (STRECKE 1210)**

**WEICHENVERBINDUNG (W18 - W19)**

**KM 236,9+10 – KM 237.0+47 (STRECKE 1210)**

**Gutachten**  
**Beratung**  
**Planung**  
**Bauüberwachung**  
**Baugrunddynamik**  
**Umwelttechnik**

**Geschäftsleitung**

Dr.-Ing. Franjo Böckmann<sup>1</sup>  
Dr. rer. nat. Götz Hirschberg<sup>1</sup>  
Dr.-Ing. Fabian Kirsch<sup>1,2</sup>  
Dr.-Ing. Olaf Stahlhut<sup>1</sup>

**Partner**

Dipl.-Ing. Peter Bahnßen<sup>1</sup> (Senior)  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Sascha Henke<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Mitglieder der Hamburgischen  
Ingenieurkammer-Bau

<sup>2</sup> Anerkannter Prüfsachverständiger für  
den Erd- und Grundbau.

Verband Beratender Ingenieure

Zertifiziert gemäß:  
DIN EN ISO 9001: 2008



SCC (Safety Certificate Contractors)



**Geotechnischer Bericht**

**Auftraggeber:**

DB Netz AG  
Regionalbereich Nord  
I.NG-N-P(2)  
Hammerbrookstraße 44  
20097 Hamburg





## INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. VERANLASSUNG .....	1
2. UNTERLAGEN .....	1
2.1 Planunterlagen .....	1
2.2 Richtlinien .....	2
2.3 Normen .....	2
3. TRASSENVERLAUF UND BAUGELÄNDE .....	5
4. UNTERSUCHUNGSPROGRAMM .....	5
5. UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE .....	6
5.1 Gleisverlängerung Gl 128 .....	6
5.2 Weicheneinbau W18 - W19 .....	6
6. BODENMECHANISCHE LABORVERSUCHE .....	7
6.1 Kornverteilung .....	7
6.2 Wassergehalt .....	8
6.3 Glühverlust .....	8
6.4 Baugrundkennwerte für erdstatische Berechnungen .....	8
7. GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE .....	10
7.1 Grundwasserstände .....	10
7.2 Bemessungswasserstände .....	10
7.3 Hochwassergefährdung .....	10
7.4 Versickerung .....	11
8. GEOTECHNISCHE EINORDNUNG .....	11
8.1 Erdbebeneinwirkung .....	11
8.2 Geotechnische Kategorie .....	11
8.3 Frosteinwirkungszone .....	11
9. GRÜNDUNGSEMPFEHLUNGEN .....	12
9.1 Abzusichernder Tragbereich nach Ril 836 .....	12
9.2 Festlegung des hydrologischen Falls nach Ril 836 .....	12
	...



9.3 Grundlagen für die Bewertung der Erfordernis von Schutzschichten.....	13
9.3.1 Frostsicherer Aufbau nach Ril 836.....	13
9.3.2 Planumsschutzschicht (PSS) nach Ril 836.....	14
9.4 Bodenaustauschmaßnahmen.....	14
9.4.1 Organische und weiche bindige Böden .....	14
9.4.2 Auffüllung .....	15
9.4.3 Sande .....	
9.5 Filter- / Trennstabilität.....	15
9.6 Wasserempfindlichkeit .....	16
9.7 Tragfähigkeitswerte für den Neubau .....	16
9.8 Empfehlung für das Tragschichtsystem .....	16
9.9 Entwässerung des Gleises.....	17
9.10 Baugrubenverbau .....	18
9.11 Wasserhaltung .....	19
10.    HOMOGENBEREICHE .....	19
10.1 Gewerke .....	19
10.2 Sonstige Hinweise .....	20
11.    ORIENTIERENDE SCHADSTOFFUNTERSUCHUNG .....	21
11.1 Organoleptische Bodenansprache .....	21
11.2 Untersuchungsumfang.....	21
11.3 Ergebnisse und Bewertung.....	22
11.3.1 Boden (Gleisverlängerung) .....	22
11.3.2 Altschotter (Weichenverbindung) .....	22
11.4 Fazit der orientierenden Schadstofferkundung .....	23
12.    ERGÄNZENDE GEOTECHNISCHE HINWEISE .....	25
ANLAGENVERZEICHNIS .....	26

## 1. VERANLASSUNG

Im Zuge des Rahmenvertrages Nr. 1000/EBO/92251993 für Geotechnische Leistungen wurde die BBI Geo- und Umwelttechnik Ingenieur-Gesellschaft mbH, Hamburg, seitens der DB Netz AG, Hamburg im Rahmen der Leistungsanfrage LA 3373 mit Geotechnischen Untersuchungen beauftragt [U 1], [U 2], [U 3].

Der hier vorliegende Geotechnische Bericht behandelt die geplanten Oberbau- und Tiefbaumaßnahmen zur Einrichtung einer Gleisverlängerung (Gl 128) von km 235,9+88 bis km 236,0+79 und einer Weichenverbindung (W18 - W19) von km 236,9+10 bis km 237,0+47 auf der Strecke 1210 Elmshorn - Westerland.

## 2. UNTERLAGEN

Nachfolgende Planunterlagen, Normen und Regelwerke liegen dem vorliegenden Bericht zugrunde.

### 2.1 Planunterlagen

- [U 1] Leistungsanfrage Nr.: 2486, Anfrage über Geotechnischen Leistungen gem. Ril 836.1002, DB Netz AG, 29.05.2019.
- [U 2] Bestellung 0016 / CD6 / 28703772, DB Netz AG - Regionalbereich Nord, 02.07.2019.
- [U 3] Bestellung 0016 / CD6 / 28703805, DB Netz AG - Regionalbereich Nord, 02.07.2019.
- [U 4] Ivl-Pläne: Ivl 1210 LV bis LX
- [U 5] GRE - Gauff Rail Engineering GmbH & Co. KG: Entwurfsplanung (Erläuterungsbericht) Bf Westerland (2. Baustufe), Anpassung der Infrastruktur, in den Bf Morsum und Bf Keitum, Stellwerksbereiche ESTW-Z Husum / ESTW-A Keitum, 1210 Elmshorn – Westerland, 02.08.2019.
- [U 6] GRE - Gauff Rail Engineering GmbH & Co. KG: ESTW Westerland Bau- grunduntersuchung - Anforderungsprofil, Benötigte Ergebnisse der Geotechnischen Untersuchungen, o. D.
- [U 7] GRE - Gauff Rail Engineering GmbH & Co. KG; Oberbau/Tiefbau, Lageplan, 07/2019.
- [U 8] Überprüfung der Fläche auf Kampfmittelbelastung: Kampfmittelräumdienst Schleswig-Holstein, 07.10.2019

...

- [U 9] Markert Baugrunduntersuchung, Eckernförde: Schichtenverzeichnisse, 11/2019.
- [U 10] Baugrund Wolter, Lewitzrand: Schichtenverzeichnisse, 12/2019.
- [U 11] Landesamt für Vermessung und Geoinformation Schleswig-Holstein: Wasserschutzgebiete - Fachdaten der Insel Sylt, Grips- Geografisches Informations- und Planungssystem, o. D.

## **2.2 Richtlinien**

- [U 12] Ril 836 – Erdbauwerke und sonstige geotechnische Bauwerke planen, bauen und instand halten, 5. Aktualisierung, 07/2018.
- [U 13] Ril 880.4010 - Bautechnik, Verwertung von Altschotter, 02/2003.
- [U 14] EG-Hochwasserrichtlinie (2007/60/EG), Hochwassergefahrenkarte Küstenhochwasser mit mittlerer Wahrscheinlichkeit (HW<sub>100</sub>) - Flussgebietseinheit: Eider, Land Schleswig-Holstein, Der Minister für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume, 30.11.2013.
- [U 15] Mitteilung der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall 20, Anforderung an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen: Teil II: Technische Regeln für die Verwertung, 1.2 Bodenmaterial (TR Boden), 05.11.2004.
- [U 16] Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV), 12.07.1999.
- [U 17] Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV), Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, 15.01.2013.
- [U 18] Anforderungen an die Verwertung von Gleisschotter (Altschotter) und von Bodenaushub aus dem Unterbau von Bahnstrecken, Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz, 22.11.2018.

## **2.3 Normen**

- |                   |                                                                                                                                                         |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DIN 1054:2010-12  | Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1                                                           |
| DIN 18319:2016-09 | VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Rohrvortriebsarbeiten. |

DIN 4017:2006-03	Baugrund – Berechnung des Grundbruchwiderstandes von Flachgründungen - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1
DIN 4019, 2015-05	Baugrund - Setzungsberechnungen
DIN 4020:2010-12	Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2
DIN 4085:2011-05	Baugrund - Berechnung des Erddrucks
DIN 4094:1990-12	Baugrund - Erkundung durch Sondierungen
DIN 4124:2012-01	Baugruben und Gräben - Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten
DIN 18123:2011-04	Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung der Korngrößenverteilung
DIN 18128:2002-12	Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung des Glühverlustes
DIN 18196:2011-05	Erd- und Grundbau - Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke
DIN EN 1997-1:2009-09	Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln; Deutsche Fassung EN 1997-1:2004 + AC:2009 Hinweis: Die neuere Ausgabe 2014-03 der DIN EN 1997-1 ist zum Zeitpunkt des vorliegenden Berichtes bauaufsichtlich noch nicht eingeführt. Nach deren bauaufsichtlicher Einführung ist die Ausgabe 2014-03 zugrunde zu legen.
DIN EN 1997-1/NA:2010-12	Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln

DIN EN 1997-2:2010-10	Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds; Deutsche Fassung EN 1997-2:2007 + AC:2010
DIN EN 1997-2/NA:2010-12	Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds
DIN EN ISO 14688-1:2018-05	Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden - Teil 1: Benennung und Beschreibung (ISO 14688-1:2017); Deutsche Fassung EN ISO 14688-1:2018
DIN EN ISO 14688-2:2018-05	Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden - Teil 2: Grundlagen für Bodenklassifizierungen (ISO 14688-1:2017); Deutsche Fassung EN ISO 14688-1:2018
DIN EN ISO 17892-1:2015-03	Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben - Teil 1: Bestimmung des Wassergehalts (ISO 17892-1:2014); Deutsche Fassung EN ISO 17892-1:2014
DIN EN ISO 17892-4:2017-04	Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenproben - Teil 4: Bestimmung der Korngrößenverteilung

### **3. TRASSENVERLAUF UND BAUGELÄNDE**

In dem Streckenabschnitt 1210 Elmshorn - Westerland sind gemäß den zur Verfügung stehenden Planungsunterlagen [U 5], [U 6] und [U 7] der Neubau einer Gleisverlängerung (Gl 108) von km 235,9+88 bis km 236,0+79 und einer Weichenverbindung (W18-W19) von km 236,9+10 bis km 237,0+47 geplant.

Die Lagepläne in Anlage 1.1 bis 1.2, die auf der Unterlage [U 7] basieren, zeigen die Lage und den Verlauf der geplanten Neubauten.

### **4. UNTERSUCHUNGSPROGRAMM**

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse in Bereich des Weicheneinbaus und der Streckenverlängerung wurden im November und Dezember 2019 insgesamt 4 Sondierbohrungen bis in Tiefen von maximal 8,0 m ausgeführt. Darüber hinaus wurde zur Überprüfung der Lagerungsdichte der rolligen Böden neben den Sondierbohrungen (BS) jeweils eine schwere Rammsondierung (DPH) bis in Tiefen von bis zu 8,0 m durchgeführt. Die Ansatzpunkte aller Sondierungen wurden vorgeschachtet. Aus diesem Grund beginnen die Messungen der Schlagzahlen erst ab einer Tiefe von 1,2 m.

Die Aufschlussarbeiten wurden durch die Fa. Markert Baugrunduntersuchung, Eckernförde und die Fa. Baugrund Wolter, Lewitzrand durchgeführt.

Die fachtechnische stichprobenartige Überwachung der Aufschlussarbeiten oblag unserem Ingenieurbüro.

Die Aufschlusspunkte wurden vom Bohrunternehmen lage- und höhenmäßig nach Anweisung des Auftraggebers auf Schienenoberkante bezogen eingemessen. Die genaue Lage der Aufschlusspunkte geht aus dem Lageplan der Anlage 1.1 bis 1.2 hervor. Die Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse sind in Form von höhengerecht ausgerichteten Bohrprofilen (BS) und Sondierdiagrammen (DPH) in Anlage 2.1 bis Anlage 2.2 aufgetragen.

Den Bohrprofilen liegen die Schichtenverzeichnisse der Bohrunternehmer [U 9], [U 10] zugrunde, die von uns nach DIN 4022 überarbeitet und ergänzt wurden.

Da die untersuchte Fläche gem. Überprüfung auf Kampfmittelbelastung des Kampfmittelräumdienst Schleswig-Holstein NUIG [U 8] keine Kampfmittelverdachtsfläche ist, wurden die Sondierungen ohne die Begleitung eines Feuerwerkers gem. § 20 SprengG durchgeführt.

## **5. UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE**

### **5.1 Gleisverlängerung Gl 128**

An dem Standort der geplanten Gleisverlängerung Gl 128 von km 235,9+88 bis km 236,0+79 wurden die Sondierbohrungen BS 5 und BS 5a sowie die dazugehörigen schweren Rammsondierung ausgeführt (Anlage 2.1).

Eine sandige Auffüllung mit Schotter- und Ziegelbeimengungen wurde bis in eine Tiefe von bis zu 1,2 m (BS 5a) erschlossen. Darunter folgt in der Sondierung BS 5a bis 2,2 m ein stark organischer Marschboden von weicher Konsistenz.

Unterhalb der Auffüllung bzw. dem Marschboden sind Fein- bis Mittelsande bis zu den Endteufen in 5 m Tiefe vorhanden.

Der unterhalb des Marschbodens anstehende Sand im Bereich der Sondierung BS 5a ist gemäß den ausgeführten schweren Rammsondierungen entsprechend der festgestellten Schlagzahlen vorwiegend mitteldicht gelagert. Der gewachsene Sand im Bereich der Sondierung BS 5 ist vorwiegend dicht gelagert.

### **5.2 Weicheneinbau W18 - W19**

An dem Standort des geplanten Weicheneinbaus W18 bis W19 von km 236,9+10 bis km 237,0+47 wurden die Sondierbohrungen BS 27 und BS 28 sowie die dazugehörigen schweren Rammsondierung ausgeführt (Anlage 2.2).

Eine organische, lehmige Auffüllung ist im Aufschluss BS 27 bis 0,7 m unter Geländeoberkante vorhanden. Dagegen besteht die Auffüllung der Sondierung BS 28 aus Sand, der stark mit Schotter versetzt ist. In der Sondierung BS 28 wurde darüber hinaus eine geringmächtige Schluffmudde-Schicht erkundet (0,7 m - 1,4 m).

Anschließend folgt bis 4,5 m (BS 28) bzw. 7,0 m (BS 27) ein schluffiger Feinsand bzw. Lehmsand, der z. T. mit Schlufflinsen und -bändern durchsetzt ist. Darunter folgt bis zur Endteufe ein sandig-toniger Lehm, der eine steife Konsistenz aufweist.

Die Sande weisen im oberen Bereich bis etwa 2,0 m eine sehr lockere bis lockere Lagerung auf. Darunter lassen die Schlagzahlen auf vorwiegend mitteldicht gelagerte Sande schließen.

## 6. BODENMECHANISCHE LABORVERSUCHE

Aus den im Rahmen der Untergrunderkundung angetroffenen Bodenschichten wurden repräsentative Bodenproben ausgewählt und in unserem bodenmechanischen Labor untersucht. Die Bodenansprache erfolgte nach DIN 4022.

Unter Berücksichtigung der geplanten Baumaßnahme und der vorhandenen Unterlagen wurden die folgenden bodenmechanischen Laborversuche durchgeführt:

- Bestimmen der Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4:2017-04
- Bestimmen des Wassergehaltes nach DIN EN ISO 17892-1:2015-03
- Bestimmen des Glühverlusts nach DIN 18128:2002-12

Die ausgeführten bodenmechanischen Laborversuche sind in der Anlage 3 tabellarisch zusammengefasst.

### 6.1. Kornverteilung

Zur Bodenklassifizierung wurden diverse Korngrößenverteilungen ermittelt (Anlage 4.1 bis 4.4). Die in Kapitel 5 dieses Berichtes beschriebenen Böden weisen folgende granulometrische Zusammensetzung auf:

Die erbohrten grobkörnigen Sande im Bereich der Streckenverlängerung weisen eine Ungleichförmigkeitszahl von  $C_u = 4,4$  bis  $5,6$  auf (vgl. Anlage 4.1). Es handelt sich demnach um enggestufte Sande (SE), in denen alle Sandfraktionen (fS bis gS) sowie Fein- und Mittelkiese vertreten sind.

Der schluffhaltige, schwach kiesige Sand der BS 5/5 ist in der Anlage 4.2 dargestellt und ist granulometrisch als gemischtkörniger Sand (SU) anzusprechen.

Der feinkörnige Lehm, der im Bereich des geplanten Weicheneinbaus festgestellt wurde, ist in der Kornverteilung in der Anlage 4.3 dargestellt. Der Schluffgehalt liegt bei  $> 60 \%$  und der Sandgehalt bei rd.  $30 \%$ , was der Bodengruppe UL entspricht. Das Ergebnis der Kornverteilung stammt aus einer Bodenprobe der Bohrsondierung BS 26 und wird aufgrund der benachbarten Lage und ähnlichen Beschaffenheit zur Bewertung dieses Bodens herangezogen.

Die Kornverteilung des Lehmsands ist in der Anlage 4.4 dargestellt. Es handelt sich um eine Mischung aller Hauptkorngrößen wobei der Sandanteil mit  $> 60 \%$  dominiert. Diese Bodenart wurde im Bereich des Weicheneinbaus granulometrisch untersucht. Der Boden wird in die Bodengruppe SU\* eingestuft.

## **6.2. Wassergehalt**

Die Konsistenz von bindigen Böden ist, zusätzlich zu dem Gehalt an Feinkorn, abhängig von der aktuellen Bodenfeuchte. Deshalb wurde im Rahmen von insgesamt sieben Versuchen zur Wassergehaltsbestimmung gemäß DIN EN ISO 17892 der Porenwassergehalt des Bodens bestimmt (Anlage 3).

Der Lehm weist einen Wassergehalt von 19,1 % auf, was die in situ festgestellte steife Konsistenz bestätigt.

Der Lehmsand ist wasserführend, was sich in einem Wassergehalt von 20,4 % (BS 27/3) widerspiegelt. Gemäß der Kornverteilung (siehe Abschnitt 6.1) ist dieser Boden korngestützt, weshalb keine Konsistenz festgelegt wird.

Der Marschboden weist einen Wassergehalt von 67,8 % auf. Er ist somit von weicher Konsistenz.

## **6.3. Glühverlust**

An der Probe des Marschbodens wurde der Glühverlust gem. DIN 18128 ermittelt, um daraus den Gehalt an organischer Substanz in der Trockenmasse abzuleiten (Anlage 5). Dieser Parameter fließt in die Bestimmung der Bodenart ein. Die Laborergebnisse sind in dem Prüfbericht der Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Pinneberg in Anlage 5 zusammengestellt.

Repräsentativ für die Marsch wurde ein Gehalt an organischer Substanz von 5,3 Massen-% ermittelt, was einem humosen Boden entspricht.

## **6.4. Baugrundkennwerte für erdstatische Berechnungen**

Auf der Grundlage der Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse, der Laboruntersuchungen sowie unter Berücksichtigung von Erfahrungen mit vergleichbaren Böden können den angetroffenen Bodenschichten nachfolgende charakteristische Kennwerte gemäß DIN EN 1997-1 zugeordnet werden. Die Bodengruppen entsprechen der Klassifikation nach DIN 18196. In Tabelle 1 sind die Baugrundkennwerte für die angetroffenen Bodenschichten aufgelistet.

**Tabelle 1: Baugrundkennwerte der angetroffenen Böden**

Bodenschicht (Bodengruppe)	Wichte*	Scherfestigkeit		undrained Scherfestig- keit	Durchläss- sigkeit	Steifezahl
	$\gamma / \gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'_k$ [°]	$c'_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$k_f$ [m/s]	$E_{sk}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
Auffüllung, sandig (A) [SE, SU, SW]	18/11	27,5	0	-	$1 \times 10^{-6}$ - $1 \times 10^{-4}$	10
Auffüllung, bindig (A) [UL, UM, UA]	17/11	22,5	0	-	$1 \times 10^{-8}$ - $1 \times 10^{-4}$	-
Lehm (L) steif, [SU, SU*, UL, UM]	21/11	30	10	40	$5 \times 10^{-9}$ - $5 \times 10^{-7}$	25
Organische Böden, Mudde, Torf [F, HZ, OU, OH]	13/3	15	0	15	$1 \times 10^{-11}$ - $1 \times 10^{-8}$	0,5 - 1,5
Marsch (M), weich-steif [OT, OU, UA, UM]	18/10	22,5	5	10	$1 \text{ } \zeta 10^{-6}$ - $1 \text{ } \zeta 10^{-10}$	3 - 5
Lehmsande, (L/S), mind. mitteldicht, [SU, SU*]	20/11	30	0	–	$1 \text{ } \zeta 10^{-4}$ - $1 \text{ } \zeta 10^{-7}$	40
Sande (S), mitteldicht, [SE, SI, SW, SU, SU*]	20/11	32,5	0	–	$1 \text{ } \zeta 10^{-3}$ - $1 \text{ } \zeta 10^{-6}$	40
Sande (S), dicht, [SE, SI, SW, SU, SU*]	20/11	35	0	–	$1 \text{ } \zeta 10^{-3}$ - $1 \text{ } \zeta 10^{-6}$	60

\*Für Auftriebsnachweise sind die unteren charakteristischen Werte anzusetzen. Die unteren charakteristischen Werte ergeben sich durch eine Reduzierung der o. g. Werte um 2 kN/m<sup>3</sup> ( $\gamma$ ) bzw. um 1 kN/m<sup>3</sup> ( $\gamma'$ ).

## 7. GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE

### 7.1 Grundwasserstände

Die beim Niederbringen der Sondierbohrungen im Dezember 2019 angetroffenen Grundwasserstände sind neben den Profilsäulen auf der Anlage 2.1 bis 2.2 aufgetragen. Bei den geloteten Messwerten handelt es sich um nicht ausgepegelte Wasserstände im offenen Sondierloch.

Der Grundwasserspiegel wurde in allen Sondierbohrungen in einer Tiefe von 1,1 m (BS 5) bis 2,0 m (BS 27) unter Ansatzpunkt angetroffen. Die nach Beendigung der Sondierarbeiten geloteten Wasserstände liegen in der gleichen Tiefe bzw. sind im Dezimeterbereich abgefallen (z. B. BS 27 und BS 28).

Damit liegen die Endwasserstände bei -1,4 m SO (BS 5) bzw. -2,29 m SO (BS 27).

### 7.2 Bemessungswasserstände

Auf der Basis der angetroffenen Grundwasserverhältnisse werden unter Einbeziehung eines Sicherheitszuschlages für das anstehende Grundwasser Bemessungswasserstände empfohlen, die in der Tabelle 2 aufgeführt sind. Die dort aufgeführte Abkürzung GOK bezieht sich auf einen Bemessungswasserstand für den Bau- bzw. Endzustand in Höhe der aktuellen Geländeoberkante.

**Tabelle 2: Bau- und Endzustand der Bemessungswasserstände**

Objekt	Bohrpunkt [BS]	km	Höhe Ansatzpunkt [m SO]	Wasserstand [m SO]	Bemessungswasserstand	
					Bauzeitlich [m SO; GOK]	Endzustand [m SO; GOK]
Gleisverlängerung	5a	236.0+40	-0,32	-1,56	-0,9	GOK
	5	236.0+70	-0,30	-1,42		
Weicheneinbau W18 - W19	27	236.9+60	-0,19	-2,29	-1,0	GOK
	28	236.9+60	-0,18	-2,28		

### 7.3 Hochwassergefährdung

Eine Recherche zu Hochwassergefährdungszonen der Flussgebietseinheit Eider ergab, dass die untersuchten Abschnitte innerhalb der Landesschutzdeiche lokalisiert sind und deshalb in keiner Hochwassergefährdungszone HW<sub>100</sub> für das Küstenhochwasser liegen [U 14].

## 7.4 Versickerung

Eine dauerhafte Versickerung ist nur in den Bereichen möglich, in denen die anstehenden Böden eine ausreichend große Durchlässigkeit (näherungsweise ca.  $k_f \approx 10^{-3}$  bis  $10^{-6}$  m/s) aufweisen und ein ausreichend großer Flurabstand zur Grundwasseroberfläche vorhanden ist.

Während der Untergrunderkundung wurden im Bereich der Gleisverlängerung (BS 5) sowie des Weicheneinbaus (BS 28) oberflächennah Marschböden erkundet, die lediglich eine geringe Durchlässigkeit aufweisen und zur Versickerung in der Regel nicht geeignet sind. In dem Streckenabschnitt, in dem der Weicheneinbau geplant ist, wurde zudem Lehm Boden unterhalb der Sandschichten erkundet. Auch diese Böden sind für eine Versickerung nicht geeignet.

Weiterhin wurde in den beiden Bereichen das Grundwasser bei rd. -1 m SO angetroffen, weshalb eine Versickerung von Niederschlagswasser in den tieferen Untergrund nicht möglich ist.

Es ist demnach davon auszugehen, dass eine Versickerung in den beiden Planabschnitten nicht oder nur sehr eingeschränkt ist.

## 8. GEOTECHNISCHE EINORDNUNG

### 8.1 Erdbebeneinwirkung

Die Baumaßnahme befindet sich gemäß der Karte der Erdbebenzonen nach DIN EN 1998-1/NA:2011-01 in keiner Erdbebenzone, sodass keine Maßnahmen gegen Erdbebeneinwirkung vorzusehen sind.

### 8.2 Geotechnische Kategorie

Das Bauvorhaben ist gemäß DIN 1054:2010-12 in die Geotechnische Kategorie GK 2 einzustufen.

### 8.3 Frosteinwirkungszone

Die gesamte RV-Trasse befindet sich innerhalb der **Frosteinwirkungszone I** (Frosteinwirkungsgebiet gemäß RIL 836.4101A04).

## 9. GRÜNDUNGSEMPFEHLUNGEN

Für beide Maßnahmen sind die Anforderungen an das Tragschichtsystem in dem Bericht [U 5], Abschnitt 3.1.2 auf Basis der Ril 836 [U 12] bereits konkretisiert. Die Entwurfsgeschwindigkeit richtet sich in beiden Fällen an der bereits vorgegebenen Streckengeschwindigkeit von  $v \leq 50$  km/h. Die Gleisbelastung beträgt  $\leq 30.000$  Lt/d. Diese Rahmenbedingungen sind dem Erläuterungsbericht des Büros GRE - Gauff Rail Engineering GmbH & Co. KG entnommen und bereits in die dortige Bewertung eingeflossen [U 5].

Unabhängig davon werden folgend auf Basis der Erkenntnisse der Baugrunderkundungen im November und Dezember 2019 sowie unter Zugrundelegung der Ril 836 die Erfordernisse für die beiden Streckenabschnitte zusammengestellt.

### 9.1 Abzusichernder Tragbereich nach Ril 836

Mit dem abzusichernden Tragbereich ist die Tiefe unter Schienenoberkante definiert, bis zu der besondere Anforderungen an die Verdichtung und die Tragfähigkeit gestellt werden. Gemäß Ril 836.4101A01 sind im abzusichernden Tragbereich bei Berücksichtigung der Streckenkategorie (Neubau, Schotteroberbau, Entwurfsgeschwindigkeit  $v \leq 80$  km/h) mindestens weiche Böden (mit  $I_c \geq 0,6$ ) bzw. mindestens locker gelagerte Böden (mit  $D > 0,2$ ) erforderlich. Der abzusichernde Tragbereich beträgt 1,5 m SO bei einer Entwurfsgeschwindigkeit  $v \leq 80$  km/h gemäß Ril 836.4101A01, Tabelle 1.

### 9.2 Festlegung des hydrologischen Falls nach Ril 836

Gemäß Ril 836.4101A05 ist für den Fall, dass keine Werte von Plattendruckversuchen vorliegen, die Bemessung unter Berücksichtigung des Berechnungsmoduls  $E_H$  möglich. Um diesen zu ermitteln, ist der hydrologische Fall nach Ril 836.4101A05 zu ermitteln.

In den untersuchten Streckenabschnitten wurden keine Plattendruckversuche ausgeführt und es ergibt sich unter Berücksichtigung der festgestellten Baugrund- und Grundwasserverhältnisse folgende Einordnung:

- Gleisverlängerung Gl 128, km 235,9+88 bis km 236,0+79: Hydrologischer Fall 2 aufgrund des bereichsweise festgestellten Marschbodens im abzusichernden Tragbereich, bei dem davon auszugehen ist, dass zumindest eine zeitweilige Durchfeuchtung bis 1,5 m unter SO entsteht. Weiterhin ist mit einem schlechten Wasserabfluss im abzusichernden Tragbereich zu rechnen (siehe Abschnitt 7.4). Obwohl in dem Aufschluss BS 5 lokal gut versickerungsfähige Sande festgestellt wurden, wird auf der sicheren Seite liegend dennoch der hydrologische Fall 2 für den gesamten Streckenabschnitt zu Grunde gelegt.

...

- Weicheneinbau W18-W19, km 236,9+10 bis km 237,0+47: Hydrologischer Fall 2 aufgrund der unterhalb der z. T. bindigen Auffüllung anstehenden schluffigen Lehmsande und organischen Weichschichten (Mudde) im abzusichernden Tragbereich. Auch hier ist davon auszugehen, dass zumindest eine zeitweilige Durchfeuchtung bis 1,5 m unter SO entsteht. Mit einer unzureichenden Versickerung im abzusichernden Tragbereich ist zu rechnen (siehe Abschnitt 7.4).

### 9.3 Grundlagen für die Bewertung der Erfordernis von Schutzschichten

Die Anforderungen an die Gründung von Gleisen bzw. Weichen sind in der Ril 836 geregelt. Zunächst ist zu prüfen, ob es sich bei der geplanten Maßnahme um einen Neubau oder eine Verbesserung (ehemals: Ertüchtigung / Instandhaltung) handelt. Darauf aufbauend ist auf Basis der Baugrunduntersuchungen zu klären, inwieweit eine Schutzschicht bestehend aus Planumsschutzschicht (PSS) und Frostschutzschicht (FSS) einzubauen ist, bzw. ob ggf. Möglichkeiten / Gründe vorliegen, die einen Verzicht dieser Schutzschicht rechtfertigen. Weiterhin sind die anstehenden Böden dahingehend zu bewerten, inwieweit aufgrund einer geringen Tragfähigkeit der Böden weitergehende Maßnahmen, wie z. B. Bodenverbesserungsmaßnahmen o. ä. notwendig sind. In Abhängigkeit der Einstufung der Strecke (Streckenategorie) erfolgt dann die Definition der Anforderungen an die Schutzschicht und das Planum.

Im vorliegenden Fall der Gleisverlängerungen handelt es sich um einen Neubau.

Die Weichenverbindung W18-W19 wird in bestehenden Gleisanlagen angeschlossen. Da für den Bereich der Weichenverbindung keine dynamischen Plattendruckversuche oder systematische Schottererschürfen zur Ermittlung der Schotter- und Mischzonestärke stattfanden, können keinerlei Aussagen über den Zustand der Bestandsanlagen getroffen werden. Folgend wird die Weichenverbindung ebenfalls als Neubau behandelt. Davon abweichende Planung und Ausführung ist mit dem Planungsverantwortlichen abzustimmen.

#### 9.3.1 Frostsicherer Aufbau nach Ril 836

Neben den geforderten Verformungsmoduln ist gemäß Ril 836.4101A02, Tabelle 3 auch der frostsichere Aufbau zu gewährleisten. Im vorliegenden Fall mit einer Einstufung in die Frosteinwirkungszone I und einer maximalen Geschwindigkeit von  $v \leq 80$  km/h sind folgende Anforderungen an den frostsicheren Aufbau gestellt:

Für die gemischtkörnigen Böden [SU] der Frostempfindlichkeitsklasse F 2 ist ein frostsicherer Aufbau von mindestens **50 cm** sicherzustellen (Böden siehe Anlage 4.2). Für die Lehm Böden [UL] sowie Lehmsande [SU\*] der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 ist

...

ein frostsicherer Aufbau von mindestens **60 cm** sicherzustellen (Böden siehe Anlage 4.3 und Anlage 4.4).

Die enggestuften grobkörnigen Sande [SE] werden der Frostempfindlichkeitsklasse F 1 zugeordnet und haben keine gesonderten Anforderungen gemäß Ril 836.4101A02 zu erfüllen (Böden siehe Anlage 4.1).

### **9.3.2 Planumsschutzschicht (PSS) nach Ril 836**

Für die vorliegende Strecke ist für die geplante Maßnahme gemäß Ril 836 von einem Neubau auszugehen, die Anforderungen an eine Verbesserung greifen entsprechend nicht.

Nach Ril 836, Modul 836.4101 ist bei einem Neubau der Einbau von Schutzschichten als Regel vorzusehen. Dementsprechend ist gemäß Ril 836.4101A02, Tabelle 1 für die Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F 1 und F2 eine Schutzschichtdicke von **25 cm** vorzusehen. Für die Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 beträgt die Schutzschichtdicke (PSS) **30 cm**.

Unter Berücksichtigung der Ril 836.4101A03, ist unter Zugrundelegung der Randbedingung  $v \leq 80 \text{ km/h}$  die Regelschutzschichtausbildung unabhängig vom Baugrund festzulegen. Gemäß Ril 836.4101A03 ist demnach eine Schutzschicht (PSS) aus KG 1- bzw. KG 2- Material einzubauen. Hinsichtlich der Baustoffgemische und Böden für die zu erstellende FSS sind die Vorgaben der TL SoB-StB 04 (0/8 bis 0/63; GW. GI) zu beachten.

## **9.4 Bodenaustauschmaßnahmen**

### **9.4.1 Organische und weiche bindige Böden**

Im Abschnitt der Gleisverlängerung und des Weicheneinbaus wurden z. T. (BS 5a und BS 28) oberflächennah setzungsempfindliche Sedimente in Form von Mudde und weichen bindigen Böden (Marsch) erkundet. Teilweise sind diese Böden auch mit einer bindigen Auffüllung überdeckt. Die vorgenannten Böden haben überwiegend eine weiche Konsistenz und sind infolgedessen nicht geeignet, die geplanten statischen und dynamischen Lasten verformungsarm aufzunehmen. Der Austausch oben aufgeführten Böden ist grundsätzlich erforderlich.

Die Austauschtiefe richtet sich nach den Ergebnissen der Baugrunduntersuchungen (Anlage 2.1 und 2.2). Der Austausch muss mindestens die gesamte Breite des Bahnkörpers erfassen. Zusätzlich ist eine Druckausbreitung von  $45^\circ$  zu berücksichtigen.

Mechanische und hydraulische Verbesserungsverfahren gemäß Ril 836.4202 Absatz 4, bei denen durch Verdichten, durch Einbringen von Bodenmaterial oder durch Entzug von Porenwasser das Tragverhalten eines definierten Bodenvolumens erhöht wird, sind in den vorliegenden gering tragfähigen Bereichen nicht geeignet. Weiterhin ist für die organischen Böden eine Bodenbehandlungen mit hydraulischen Bindemitteln ausgeschlossen.

Hinweis: Sofern in Planumshöhe bindige und gemischtkörnige Böden, die eine Konsistenzzahl von  $I_c \leq 0,6$  aufweisen, festgestellt werden, ist eine qualifizierte Bodenverbesserung auszuführen. Die Bodenbehandlung mit Bindemitteln ist in der Ril 836.401A07 geregelt. Ergänzend hierzu ist das Merkblatt über Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen mit Bindemitteln (FGSV 551) zu berücksichtigen. Gegenwärtig wurden diese Böden in Planumshöhe nicht erkundet.

#### **9.4.2 Auffüllung**

Die sandige Auffüllung hat teilweise humose sowie grobe Beimengungen in Form von Schotter-, und Ziegelresten. Aufgefüllte Böden, die deutliche Anteile an Pflanzen- und Wurzelresten sowie humose Bestandteile enthalten, sind für die Abtragung von Lasten ungeeignet. Es wird empfohlen, die aufgefüllten Böden mit humosen Beimengungen über 1 % Anteil vollständig auszutauschen (siehe BS 5 und BS 5a). Eine eventuell unterhalb dieser Böden vorkommende sandige Auffüllung ist nachzuverdichten bzw. auszuheben und mit lagenweiser Verdichtung wieder einzubauen. Entsprechende Aushub- und Austauschebenen sind durch einen Baugrundsachverständigen abzunehmen.

#### **9.4.3 Sande**

Sandige Aushubebenen sind mit einem entsprechenden Verdichtungsgerät (z. B. Walzenzug, schwere Rüttelplatte mit steuerbarem Energieeinsatz) nachzuverdichten. Der erforderliche Verdichtungsgrad gemäß Abschnitt 9.7 ist nachzuweisen.

#### **9.5 Filter- / Trennstabilität**

Der Nachweis der Filterstabilität kann gemäß Ril 836.4101A06 erfolgen. Im vorliegenden Fall befinden sich unterhalb der Auffüllung bzw. der organischen Weichschichten (Mudde/Marsch) in der Regel nichtbindige Böden (grobkörnige Sande) und gemischtkörnige Böden (Lehmsand, schluffiger Sand), sodass der Nachweis gegenüber Kontakterosion nach Ril 836.4101A06 unter Ansatz folgender Beziehung erfolgen kann:

$$D_{15, \text{vorh}} \leq D_{15, \text{zul}} = 4 \cdot d_{85}$$

Die Filterstabilität von Böden gegenüber dem Gleisschotter gilt entsprechend als nachgewiesen, wenn der Korndurchmesser  $d_{85}$  [mm] bei 85% Siebdurchgang  $> 10$  mm beträgt. Demnach sind die Böden, die im untersuchten Streckenabschnitt unterhalb der Auffüllung bzw. organischen Weichschichten erkundet wurden, wie folgt zu bewerten:

- grobkörnige Sande [SE] (Anlage 4.1) - Kriterium nicht erfüllt,
- gemischtkörnige Böden [SU, SU\*] (Anlage 4.2 und 4.4) - Kriterium nicht erfüllt,
- feinkörniger Lehm Boden [UL] (Anlage 4.3) - Kriterium nicht erfüllt.

Sofern der geplante Schotterkörper direkt auf den gewachsenen Böden aufgebaut wird, ist das Kriterium der Filter- und Trennstabilität nicht erfüllt und es sind Maßnahmen zur Erhöhung der Filterstabilität, wie z. B. die Anordnung eines Geotextils oder einer zusätzlichen Filterschicht erforderlich.

## 9.6 Wasserempfindlichkeit

Die aufgefüllten und gewachsenen Sande mit jeweils schwach schluffigen Beimengungen (SE, SU) sind nicht wasserempfindlich. Schluffige Böden (SU\*, UL) sind als wasserempfindlich und aufweichungsgefährdet einzustufen.

## 9.7 Tragfähigkeitswerte für den Neubau

Bei einer planmäßigen Geschwindigkeit von  $v \leq 80$  km/h sind nach Ril 836, Modul 4101A02, Tabelle 3 bei einem Neubau für die Oberbauart „Schotter“ in Höhe der Unterkante Schotter bzw. OFTS (Oberfläche Tragschicht / Schutzschicht) unabhängig von der Frosteinwirkungszone folgende Tragfähigkeitswerte nachzuweisen:

- $E_{v2}$  (statischer Plattendruckversuch)  $\geq 45$  MN/m<sup>2</sup>
- $E_{vd}$  (dynamischer Plattendruckversuch)  $\geq 25$  MN/m<sup>2</sup>.

Der Nachweis bzw. die Ermittlung der Tragfähigkeit sollte entsprechend mit den genannten Verfahren erfolgen. Alternativ kann, soweit keine messtechnische Ermittlung erfolgen kann, der Berechnungsmodul  $E_H$  hinzugezogen werden. Das Berechnungsmodul  $E_H$  gibt die wahrscheinliche Tragfähigkeit eines Bodens im Jahresverlauf an und entspricht einer minimalen Frühjahrstragfähigkeit.

## 9.8 Empfehlung für das Tragschichtsystem

Zusammengefasst ergibt sich auf Basis der zuvor zusammengefassten Erkenntnisse folgende Empfehlung der Tabelle 3 für das Tragschichtsystem in den untersuchten Streckenabschnitten. Die Ausführungen der Ril 836 [U 12] sind zusätzlich bei der Planung und Ausführung zwingend zu beachten.

**Tabelle 3: Empfehlungen für das neue Tragschichtsystem**

Ob- jekt	km-Ab- schnitt	Bohr- punkt [BS]	Abzusi. Tragb. [m SO]	PSS / Mächtigkeit / Kornge- misch bzw. alternative Maßnahmen	Begründung
Gleisverlängerung Gl 128	235,9+88 bis 236,0+79	5, 5a	-1,5	<p>Bodenaustausch der organi- schen Weichschichten und hu- mos-schluffiger Auffüllung</p> <p>Für SE, SW in Gründungs- ebene kein FSS, PSS, <math>d_T = 25</math> cm, KG 1 bzw. KG 2 gem. TL SoB-StB 04</p> <p>Berücksichtigung zusätzlicher Maßnahmen zur Gewährlei- stung der Filterstabilität</p>	nicht vorhandene Filter- stabilität, teilweise nicht tragfähige Weichschich- ten (Marsch) auf Pla- numshöhe
Weicheneinbau W18-W19	236,9+10 bis 237,0+47	27, 28	-1,5	<p>Bodenaustausch der organi- schen Weichschichten und bindiger Auffüllung</p> <p>PSS, <math>d_T = 30</math> cm, KG 1 bzw. KG 2 gem. TL SoB-StB 04</p> <p>Für SU in Gründungsebene (BS 28): FSS, <math>d_T = 50</math> cm</p> <p>Für SU* in Gründungsebene (BS 27): FSS, <math>d_T = 60</math> cm</p> <p>Berücksichtigung zusätzlicher Maßnahmen zur Gewährlei- stung der Filterstabilität</p>	nicht vorhandene Filter- stabilität, fehlende Frost- sicherheit, teilweise nicht tragfähige Weichschich- ten (Mudde) auf Pla- numshöhe, oberflächen- nah anstehende wasser- empfindliche Lehmsande

## 9.9 Entwässerung des Gleises

Im untersuchten Gleisabschnitt stehen bis zur maximalen Aufschlusstiefe vorwiegend schlecht versickerungsfähige Böden an und es ist -wie in Tab. 2 dargestellt- von einem Bemessungswasserstand in Höhe der derzeitigen Geländeoberkante auszugehen. Für derartige Verhältnisse ist üblicherweise eine Tiefenentwässerung (TE) vorzusehen.

Da auftragsgemäß keine Gleisbegehung stattfand, kann über eventuell vorhandene Abwasserschächte keine Aussage getroffen werden, die auf das Vorhandensein einer bestehenden Tiefenentwässerung schließen lassen.

Es wird demnach dringend empfohlen, dass im Vorfeld der Baumaßnahmen eine Bestandsaufnahme erfolgt, in deren Rahmen ein Vorhandensein von Entwässerungsanlagen geprüft wird. Falls vorhanden wird empfohlen, die Funktionstüchtigkeit der Entwässerungsanlage festzustellen.

Um eine sichere Ableitung des Oberflächenwassers zu einer ggf. vorgesehenen Tiefenentwässerung zu gewährleisten, empfehlen wir die Oberfläche-Tragschicht (OFTS) mit einem Gefälle von  $\geq 5\%$  in Richtung auf die TE einzubauen. Es ist darauf zu achten, die OFTS seitlich soweit zu führen, dass ein ungehinderter Abfluss von Niederschlagswasser von der PSS in Richtung TE möglich ist.

Eine Recherche zu möglichen Wasserschutzgebieten ergab, dass die untersuchten Gleisabschnitte nicht im Einflussbereich des Wasserschutzgebietes „List auf Sylt“ liegen [U 11]. Dementsprechend sind bei der Auslegung der Entwässerung vorrangig die technischen Empfehlungen der Ril 836.4601 bis 4603 zu beachten.

#### **9.10 Baugrubenverbau**

Im untersuchten Bereich wird für den Einbau von FSS/PSS und Schotter ein temporärer Geländesprung von etwa 0,3 m bis 1,0 m unter SO erforderlich. Zur Herstellung der Neubauten kann hierzu eine geböschte Baugrube gem. DIN 4124 ausgeführt werden, sofern nicht andere, derzeit nicht erkennbare Zwänge dem entgegenstehen.

Wo im Zuge des in Abschnitt 9.4 erwähnten Bodenaustausches eine Aushubtiefe von  $> 1,25$  m erfolgt, wird die Ausführung eines vertikalen Grabenverbaus im Schutz von Verbaukästen oder gleichwertigen Verbausystemen empfohlen. Es ist im Vorfeld statisch zu prüfen, inwieweit eine Innenaussteifung des Verbaus zur Ausführung kommen muss.

Gleiches gilt, wenn bestehende Gleisanlagen in unmittelbarer Nähe zu den geplanten Neubauten vorhanden sind (z. B. Weicheneinbau). Dann wird eine Sicherung dieser angrenzenden Gleisanlagen erforderlich. Dies ist im Rahmen der Planung final zu prüfen.

Nach dem derzeitigen Planungsstand und den o. g. Angaben liegt die Aushubsohle des Bodenaustauschs unterhalb des angetroffenen Grundwassers (siehe Abschnitt 7.2), so dass eine Wasserhaltung erforderlich wird. Die Ausführung hierzu in Abschnitt 9.11 sind zu beachten.

Der Verbau ist nach statischen Erfordernissen zu bemessen. Im Übrigen sind bei der Bemessung die Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben (EAB) sowie die Vorgaben der DIN 4124 zu berücksichtigen.

### **9.11 Wasserhaltung**

Während der Bauzeit wird ein Grundwasseranschnitt erwartet. Die erkundeten Wasserstände sind in den Anlage 2.1 und 2.2 sowie in Tabelle 2 angegeben. In den Bereichen, in denen Erdbaumaßnahmen sowie eventuell ein Bodenaustausch erfolgt, sind Wasserfassungen und –ableitungen erforderlich. Dieses Wasser muss mittels einer Entwässerungsanlage gefasst und abgeleitet werden, damit die anstehenden Böden nicht durchfeuchten und aufweichen.

Bei in Gründungsebene anstehendem Grundwasser ist in Ergänzung zur offenen Tagwasserhaltung zusätzlich eine temporäre Absenkung mittels Vakuumlanzen vorzusehen. Das Grundwasser ist dabei bis ca. 0,5 m unterhalb der Gründungssohle der Neubauten abzusenken. Um die Reichweite der Grundwasserabsenkung räumlich zu begrenzen, sollte nach Möglichkeit eine abschnittsweise Herstellung des Planums angestrebt werden. Für die Wasserhaltung sind hydraulische Berechnungen zur Dimensionierung und zur Überprüfung der Auswirkungen durchzuführen.

Für die Dauer der Bauzeit sollte insbesondere in der niederschlagsreichen Periode zusätzlich eine Tagwasserhaltung vorgehalten werden, mit der eventuell auftretendes, kurzzeitiges Niederschlagswasser schnell gefasst werden kann. Eine Versickerung von Niederschlagswasser in den Untergrund ist bei dem hoch anstehenden Grundwasser und den z. T. vorhandenen feinkörnigen Böden nicht ohne weiteres möglich.

Sofern bei der Ausführung kein Grundwasser angetroffen wird, ist eine offene Wasserhaltung mittels Flächendränage ( $d = 0,20 \text{ m}$ ) und Pumpensümpfen ausreichend.

Es ist vorab mit den genehmigenden Behörden zu klären, ob die potentiellen Wassermengen gefasst werden können und inwieweit Möglichkeiten einer Einleitung des geförderten Grundwassers vorhanden sind.

## **10. HOMOGENBEREICHE**

### **10.1 Gewerke**

Für eine Ausschreibung nach der VOB, Teil C, Ausgabe 2016 ist auf Grundlage der uns vorliegenden Informationen zum geplanten Bauwerk eine Einteilung der Baugrundschichten in Homogenbereiche für die folgenden Gewerke/Leistungsbereiche vorzunehmen:

...

- Erdarbeiten nach DIN 18300
- Verbauarbeiten nach DIN 18303

Die in diesem Bericht zusammengestellten Angaben zu den Homogenbereichen basieren sowohl auf den Ergebnissen der durchgeführten, stichpunktartigen Baugrunderkundungen, als auch auf den Ergebnissen der durchgeführten Laborversuche sowie auf Erfahrungswerten.

Die erforderlichen Kennwerte für diese Homogenbereiche sind in den Tabellen der Anlage 6 in ihren zu erwartenden Bandbreiten angegeben. Zudem ist jeweils die Norm, nach der eine ggf. gewünschte Prüfung erfolgen soll, in dieser Tabelle mit aufgeführt.

Die zugehörigen Körnungsbänder für die Homogenbereiche sind den Anlage 7.1 bis 7.4 zu entnehmen.

Bei der Baugrubenherstellung fallen die Arbeiten für das Lösen, Laden und Entsorgen des Bodens an. Diese Arbeiten sind dem Gewerk Erdarbeiten (DIN 18300) zuzuordnen. Es gelten bis zur Aushubsohle die Kennwerte der Homogenbereiche E1 bis E4 in der Tabelle auf Anlage 6. Die Bodenprofile der Anlage 2.1 und 2.2 sind hinzuzuziehen, um die im Aushubbereich vorkommen Böden räumlich in ihrer potentiellen Verteilung für jedes Objekt zu identifizieren. Die DIN 18303 Verbauarbeiten verweist hinsichtlich der Homogenbereiche auf die DIN 18300 und bedarf entsprechend keiner separaten Homogenbereichsfestlegung.

## **10.2 Sonstige Hinweise**

Die Lagerungsdichte ist für bindige und gemischtkörnige Böden nicht bestimmbar und konnte folglich nicht angegeben werden.

Gleiches gilt für nichtbindige Böden hinsichtlich der je nach VOB-Norm ggf. erforderlichen Parameter Kohäsion, undrainede Scherfestigkeit, Konsistenz, Konsistenzzahl sowie Plastizitätszahl, welche an rolligen Böden nicht bestimmt werden können.

Ebenso kann für die organischen Böden neben der Konsistenz, Konsistenzzahl sowie Plastizitätszahl auch die Lagerungsdichte nicht bestimmt werden.

Sollten weitere Gewerke als die, die bisher bekannt sind, erforderlich werden, müssen ggf. weitere Kennwerte und Eigenschaften des Baugrundes bestimmt werden, um die dafür erforderlichen Homogenbereiche zu beschreiben.

Da es sich um punktuelle Untergrundaufschlüsse handelt, sind Abweichungen von der tatsächlich vorgefundenen Bodenschichtung nicht auszuschließen.

## 11. ORIENTIERENDE SCHADSTOFFUNTERSUCHUNG

Eine orientierende Schadstoffuntersuchung mit chemischen Laboranalysen erfolgte anhand von Bodenmischproben, die differenziert nach Lage und Bodenart aus Einzelproben der angetroffenen Bodenschichten im Tiefenbereich der geplanten Aushubzone der Gleisverlängerung zusammengestellt wurden. Weiterhin wurde im Bereich des geplanten Weicheneinbaus der vorhandene Altschotter chemisch untersucht.

### 11.1 Organoleptische Bodenansprache

Die während der Aufschlussarbeiten gewonnenen Einzelbodenproben aus dem Bereich der Gleisverlängerung zeigen mit Ausnahme von sporadisch vorkommenden mineralischen Fremd Beimengungen in der Auffüllung (Ziegel- und Plastikreste) im Wesentlichen **keine organoleptischen Auffälligkeiten** im Hinblick auf Farbe, Geruch, Konsistenz und/oder sonstige anthropogene Fremdanteile, die auf signifikante Schadstoffbelastungen schließen lassen. Deshalb wurden abstimmungsgemäß keine Bodeneinzelproben untersucht.

Gleiches gilt für die Schottereinzelprobe der geplanten Weichenverbindung. Diese weist keinerlei erkennbare Fremd Beimengung auf und besteht übergeordnet aus Altschotter dem untergeordnet Bodenmaterial anhaftet.

### 11.2 Untersuchungsumfang

Die während der Bohrkampagnen im November und Dezember 2019 gewonnenen Bodenmischproben (MP 1 bis MP 3) wurden dem Labor der Gesellschaft für Bioanalytik Hamburg mbH (GBA), Pinneberg zur Durchführung der chemischen Analytik übergeben. Die Parameterauswahl erfolgte auf Basis des Parameterumfangs gemäß LAGA M20 - TR Boden, Tabelle II. 1.2-4 und II. 1.2-5 im Feststoff und Eluat [U 15]. Die daraus erfolgte Einstufung für die Bodenmischproben kann für die im Rahmen des Bauvorhabens zur Verbringung bzw. zur Entsorgung anfallenden Aushubböden orientierend herangezogen werden.

Die Altschotterprobe wurde dem Labor DB Engineering & Consulting GmbH Umweltservice, Brandenburg-Kirchmöser übergeben und gemäß Altschotterrichtlinie Ril 880.4010 [U 13] analysiert. Weiterhin wurden in der Altschotterprobe die Gehalte von 13 bahntypischen Herbiziden sowie dem Glyphosat- Abbauprodukt AMPA untersucht. Diese Analysebefunde werden den Grenzwerten des Erlasses „Anforderungen an die Verwertung von Gleisschotter (Altschotter) und von Bodenaushub aus dem Unterbau von Bahnstrecken“ [U 18] gegenübergestellt.

Die Analyseergebnisse der Boden- und Altschotterproben sind in der Anlage 5 tabellarisch zusammengefasst.

### 11.3 Ergebnisse und Bewertung

Nachfolgend werden die Ergebnisse der orientierenden Schadstoffbeurteilung der im Aushubbereich vorkommenden Auffüllung sowie des Altschottermaterials vorgestellt. Es handelt sich vorliegend um eine orientierende Untersuchung. Sie ersetzt nicht die für die Entsorgung notwendige Deklarationsuntersuchung gem. LAGA M20 [U 15].

#### 11.3.1 Boden (Gleisverlängerung)

Abfallcharakterisierend für den zu entsorgenden Aushub aus der deutlich **humosen Auffüllung** wurde die Mischprobe **MP 1** aus dem Material von 0,0 m bis in eine Tiefe von 0,35 m zusammengestellt. Diese Bodenschicht ist stark durchwurzelt und stark mit Ziegelresten und Plastik versetzt. Aufgrund der Fremdbestandteile ist von einer Verwertung nach der BBodSchV [U 16] nicht auszugehen. Deshalb wurde die Bodenmischprobe nach LAGA M 20 [U 15] eingestuft. In der Mischprobe MP 1 wurde ein Gehalt an TOC von 2 Masse-% festgestellt, was einer Einstufung in den LAGA-Zuordnungswert **Z 2** entspricht. Weiterhin ist der Parameter Kupfer erhöht (Z 1.1).

Die darunter vorkommende **sandige Auffüllung** wurde durch die Mischprobe **MP 2** mit Anteilen aus 0,35 m bis 1,2 m Tiefe zusammengestellt. Die Analysebefunde weisen eine Überschreitung des Parameters TOC von 0,52 Masse-% auf. Demnach wird der Boden in den LAGA-Zuordnungswert **Z 1.1** eingestuft.

Der **gewachsene Sand** wurde abfallcharakterisierend in der Mischprobe **MP 3** für den Tiefenbereich 1,2 m bis 5,0 m untersucht. Alle untersuchten Parameter sind unauffällig und der Aushubboden entspricht dem LAGA-Zuordnungswert **Z 0**.

#### 11.3.2 Altschotter (Weichenverbindung)

Im Zuge des geplanten Neubaus der Weichenverbindung wird Altschotter für die Entsorgung anfallen. Aus diesem Grund wurde an dem Aufschluss BS 25 eine Beprobung des Schotters von 0,0 m bis 0,7 m Tiefe durch einen Schotterschurf ausgeführt. Nach den Anforderungen des Auftraggebers wurde gem. der Technischen Mitteilung TM 2012-049 eine Anpassung des Siebschnittes für die Altschotteranalytik von 22,4 mm auf 31,5 mm von dem Chemischen Labor vorgenommen.

In der **Altschotterprobe BS 28** wurde ein Gehalt des Summenparameters PAK von 3,9 mg/kg sowie ein Gehalt an Zink von 650 mg/kg festgestellt. Demnach wird gem. LAGA M 20 der Schotter in den LAGA- Zuordnungswert **Z 2** eingestuft.

Unter Zugrundelegung des Erlasses [U 18] werden die Befunde von 13 bahntypischen Herbizide sowie dem Abbauprodukt AMPA eingestuft. Demnach sind die Parameter Glyphosat mit einem Gehalt von 0,3 µg/l und AMPA mit einem Gehalt 0,53 µg/l unterhalb des Grenzwertes für eine Zuordnung in die Klasse **Z 2** von 10 µg/l. Gleiches

...

gilt für die restlichen Einzelherbizide, die ohne den Gehalt an Glyphosat und AMPA, bewertet werden. Hierbei ist der **Z 2**- Grenzwert von 0,4 µg/l bei keinem gemessenen Herbizid überschritten. Alle Herbizide sind unterhalb der Bestimmungsgrenze außer Ethidimuron mit einem Gehalt von 0,07 µg/l.

Nach den Vorgaben des Erlasses ist **Altschotter** aus Vorsorgegründen grundsätzlich in den LAGA- Zuordnungswert **Z 2** einzustufen. Da keine Überschreitungen bei den Herbiziden festgestellt wurden bleibt es bei dieser orientierenden Einstufung.

#### 11.4 Fazit der orientierenden Schadstofferkundung

Im Überblick ergeben die vorliegenden Laborergebnisse der untersuchten Bodenschichten orientierend folgende Einstufungen gemäß der LAGA-Richtlinie:

**Tabelle 2: Zuordnung der Böden in Einbauklassen gem. LAGA M 20**

Probe [MP]	Zusammenstellung der Probe	Generalisierte Teufe [m]	Bodenart/Aushubmaterial	Maßgeblicher Parameter	Deklaration
MP 1	BS 5, BS 5a	0,0 - 0,35	humose Auffüllung	TOC	<b>Z 2</b>
MP 2	BS 5, BS 5a	0,0 - 1,2	sandige Auffüllung	TOC	Z 1.1
MP 3	BS 5, BS 5a	1,2 - 5,0	gewachsener Sand	-	Z 0
BS 28	BS 28	0,0 - 0,7	Altschotter	PAK, Zink, Glyphosat, AMPA, Ethidimuron	<b>Z 2</b>

**Hinweise:** Aufgrund eines aktuell erhöhten Aufkommens von mineralischem Abfall wird das Aushubmaterial mit Zuordnungs-kategorie Z 1.2 und Z 2 zurzeit unter Umständen auf eine Deponie verbracht, wo es nur als DK 0- Material (z. T. DK I) angenommen wird. Dann wird für Z 2- Material eine Erweiterung der Deklarationsanalyse nach dem Parameterumfang der DepV verlangt. Ob dies im Zuge des Bodenmanagements notwendig wird, ist im Vorwege der Deklarationsuntersuchungen mit dem zuständigen Entsorgungsunternehmen zu klären. Es sollte in jedem Fall der Einheitspreis für die Abfuhr von DK 0- und DK I- Boden abgefragt werden.

Da es sich lediglich um eine orientierende Schadstofferkundung für die Kostenschätzung im Zuge der Ausschreibungen handelt, sind für die tatsächliche Abfuhr erneute Deklarationsanalysen notwendig. Weiterhin handelt es sich um Stichproben, so dass deren punktuellen Schadstoffgehalte nicht repräsentativ für z. B. ein Haufwerk aus der Gesamtfläche sind.

Böden der Einbauklasse 0 (Z 0) können bei bodenmechanischer Eignung einer uneingeschränkten Wiederverwertung zugeführt werden. Für Böden der Einbauklasse 1 (Z

...

1.1 u. Z 1.2) gelten Vorgaben für einen eingeschränkten offenen Einbau, bei hydrologisch entsprechenden Randbedingungen (ausreichende Deckschicht von mindestens 2 m oberhalb des Grundwasserleiters). Für Böden der Einbauklasse 2 (Z 2) gelten Vorgaben für einen eingeschränkten Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen wie z. B. Abdichtung mit bindigen Böden ( $k_f$ -Wert  $< 1 \times 10^{-8}$  m/s) bzw. waserundurchlässige Versiegelungen. Für einen möglichen Einbau sind jedoch neben der Schadstoffdeklaration die entsprechenden bodenmechanischen Eigenschaften (Kornaufbau, Verdichtungseigenschaften etc.) für den vorgesehenen Zweck zu erfüllen.

Vor Beginn der geplanten Baumaßnahme bzw. baubegleitend im Zuge der Erdarbeiten sind daher für die relevanten Böden weitere Deklarationsanalysen gem. den in Tab. II 1.2-2 und 1.2-3 der LAGA M 20 Teil II genannten Analysenumfängen durchzuführen, deren Befunde von den Entsorgern benötigt werden. Hierbei sollte in Anlehnung an die LAGA üblicherweise in Chargen von je ca. 500 m<sup>3</sup> Auffüllungsboden (ca. 900 t) eine Deklarationsuntersuchung erfolgen. Bei einer Überschreitung der Z 2-Zuordnungswerte sind die Proben einer Erweiterungsanalytik nach DepV [U 17] zu unterziehen. Für die gewachsenen Böden kann die Chargenmenge pro Deklarationsuntersuchung in Abstimmung mit den Überwachungsbehörden ggf. erhöht werden.

Die Vorgaben der LAGA M 20 gelten nicht für die Beurteilung von Oberboden mit hohem Humusgehalten. Sollten derartige Böden lokal angetroffen werden, bestehen Möglichkeiten für die Verwertung von Oberboden z. B. im Auf- und Einbringen auf oder in eine durchwurzelbare Bodenschicht oder in der Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht. Dabei sind die Anforderungen nach § 12 der BBodSchV [U 16] sowie ergänzende Bestimmungen der BBodSchV bzgl. Vorsorge-, Prüf- und Maßnahmewerte zu beachten.

Um die Mengen an zu entsorgenden Böden gering zu halten und eine möglichst sortenreine Trennung im Hinblick auf das Aushubmaterial in wiederverwertbare mineralische Böden zu erreichen, wird die Durchführung der Erdarbeiten unter Begleitung eines Baugrundsachverständigen empfohlen. Dies gilt insbesondere zur räumlichen Abgrenzung der Auffüllungszone gegenüber den unbelasteten Böden sowie der einzelnen Deklarationsfelder.

## 12. ERGÄNZENDE GEOTECHNISCHE HINWEISE

Es wird allgemeinen darauf hingewiesen, dass Baugrundaufschlüsse immer nur einen stichprobenartigen Aufschluss im Bereich des Standortes liefern. Sollte sich während der Aushub- oder Bohrarbeiten die Bodensituation anderes darstellen als hier beschrieben, müssen die Aussagen und Empfehlungen dieses Gutachtens entsprechend verifiziert werden.

Die Ril 836 [U 12] ist für die weitere Planung und Herstellung der Neubauten zu beachten.

**BBI Geo- und Umwelttechnik**



i. A.

M.Sc. Geow. S. Gilberg



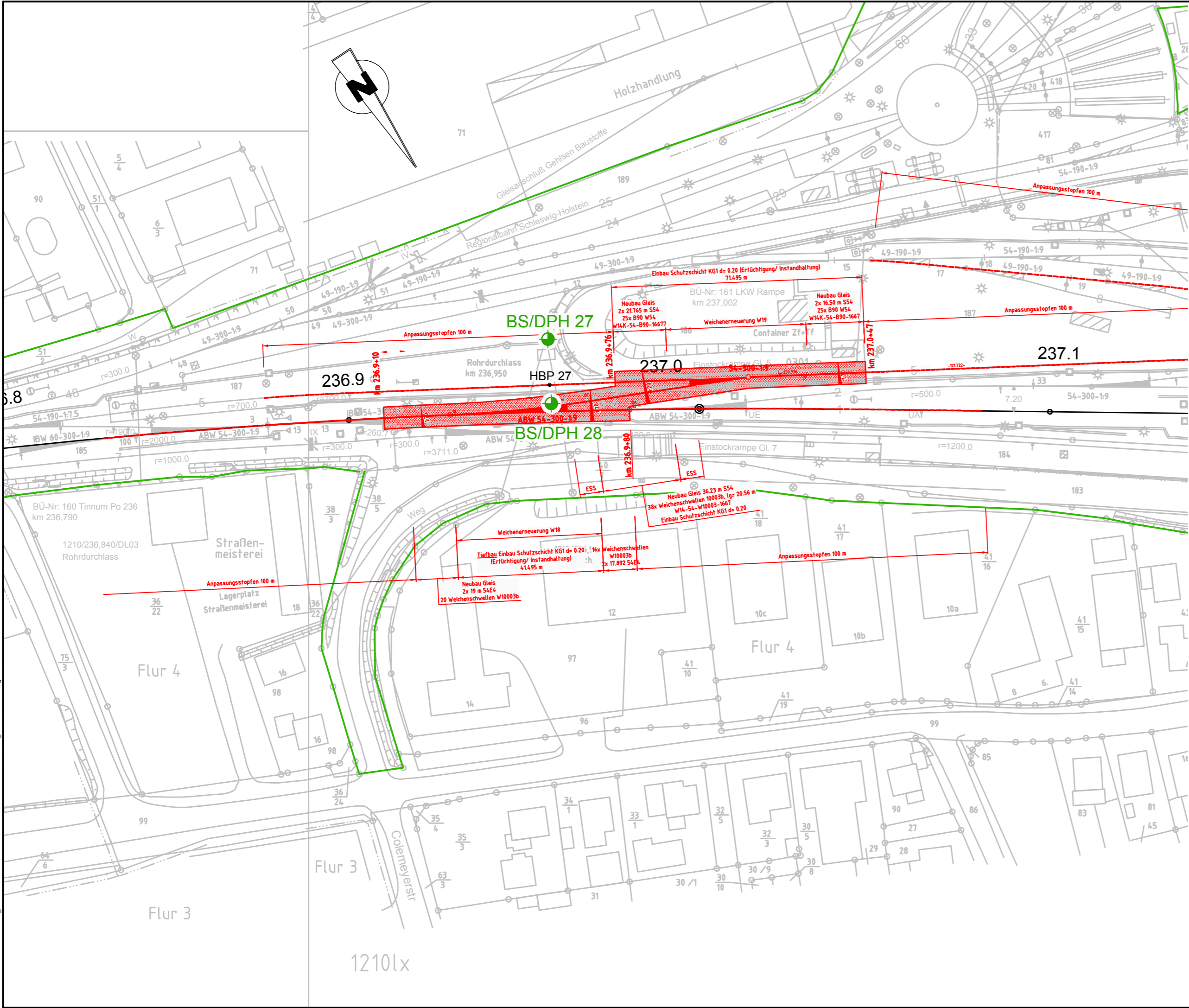


## **ANLAGENVERZEICHNIS**

Anlage 1	Lage der Untergрундаufschlüsse M. 1: 1000
Anlage 2	Ergebnisse der Untergрундаufschlüsse M. d. H. 1: 100
Anlage 3	Zusammenstellung der Laborergebnisse
Anlage 4	Körnungslinien
Anlage 5	Laborberichte der Boden- und Schotteruntersuchungen
Anlage 6	Einteilung und Kennwerte für die Homogenbereiche
Anlage 7	Körnungsbänder



C:\Users\jenko\Documents\02\_BBI\_BUR\homeoffice\2019-131\_DB\_Westland\LO1GG11-13\_Gleise+Weicheng.dwg 04.03.2020




Legende:

- BS/DPH Sondierbohrung + Schwere Rammsondierung
- HBP Höhenbezugspunkt

Allgemeine Zeichenerklärung	
Allgemein	
	vorhandene Anlagen
	Neubau
	Rückbau
Oberbau	
	Einbau Tragschicht KG1
	Planum/ Tragschicht mit Neigung 1:20

**Plangrundlage:**  
Oberbau/Tiefbau, Lageplan, km 233.8+30 bis km 237.3+51, Plan-Nr.: EP\_1210\_VA\_OB 002, Anlage: 7.6.2, Blatt-Nr.: 2 von 3,  
Entwurfsplanung, Planstand: 07/2019, Maßstab 1 : 500, Planverfasser: Gauff Rail Engineering, Martin-Hoffmann-Straße 18, 12435 Berlin,  
Tel.: 030 / 24749-0

Planverfasser:		Projekt Nr.: 2019/131	
 GEO- UND UMWELTTECHNIK INGENIEUR-GESELLSCHAFT MBH  BERATENDE INGENIEURE		Anlagen Nr.: 1.2	
		Zeichnungsnr.: L01GG11-12.dwg	
BBi LÜBECKER STR. 1 22087 HAMBURG TEL. 040 / 229 468 - 0 FAX 040 / 229 468 40			

Bauvorhaben:				
LA 3373 - ESTW Westerland				
Strecke 1210				
LAGEPLAN WEICHENEINBAU (W18-W19) VON				
KM 236,9+10 BIS KM 237,0+47				
LAGE DER UNTERGRUNDAUFSCHLÜSSE				

Datum:	Blattgröße:	Gezeichnet:	Geprüft:	Maßstab:
23.03.2020	550 X 297	So	Gi	1 : 1000

Legende DPH

sehr locker

locker

mitteldicht

dicht

sehr dicht

Legende

weich

T (Ton)

U (Schluff)

fS (Feinsand)

mS (Mittelsand)

gS (Grobsand)

S (Sand)

fG (Feinkies)

mG (Mittelkies)

G (Kies)

H (Torf, Humus)

Mu

Mutterboden

A

Auffüllung

F

Mudde

Lg

Geschiebelehm

L

Lehm

Kl

Klei

o

(org. Beimengung)

Beimengungen werden mit kleinen Buchstaben angegeben.

Anteil der Beimengung : ' = schwach , ¯ = stark

Beispiel : U, ¯s, t' = schwach toniger, stark sandiger Schluff

■ 5,2 Sonderprobe aus 5,2 m Tiefe unter Gelände

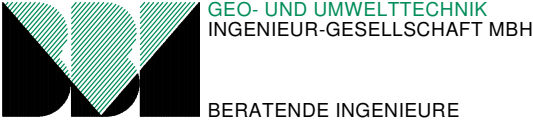
▽ 6.00 (1.21) Grundwasser am 01.01.2019 in 6,00 m (1.21 mNN)  
(01.01.2019) Tiefe unter Gelände angebohrt

▽ 7.00 (0.21) Grundwasserstand nach Beendigung der Bohrung  
(01.01.2019)

▽ 6.50 (0.71) Ruhewasserstand in einem ausgebauten Bohrloch  
(01.01.2019)

Zusatz : r. = Reste, st. = Stücke, str. = Streifen,  
wssf. = wasserführend, wssh. = wasserhaltig,  
kalkh. = kalkhaltig, zers. = zersetzt

Planverfasser:



BBi LÜBECKER STR. 1 22087 HAMBURG TEL. 040 / 229 468 - 0 FAX 040 / 229 468 40

Projekt Nr.:

2019/131

Anlagen Nr.:

2.1

Zeichnungs-Nr.:

U01GG21.BOP

Bauvorhaben:

LA 3373 - ESTW Westerland  
Strecke 1210

ERGEBNISSE DER UNTERGRUNDAUFSCHLÜSSE  
GLEISVERLÄNGERUNG (GL 128) VON KM 235,9+88 BIS KM 236,0+79

Datum:

23.03.2020

Blattgröße:

550 X 297

Gezeichnet:

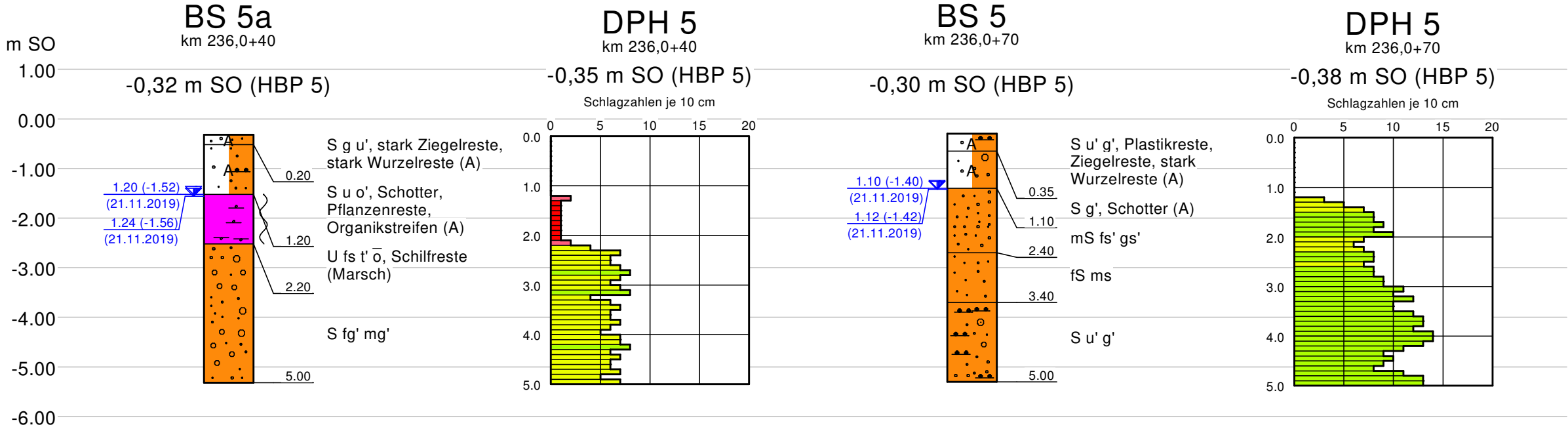
So

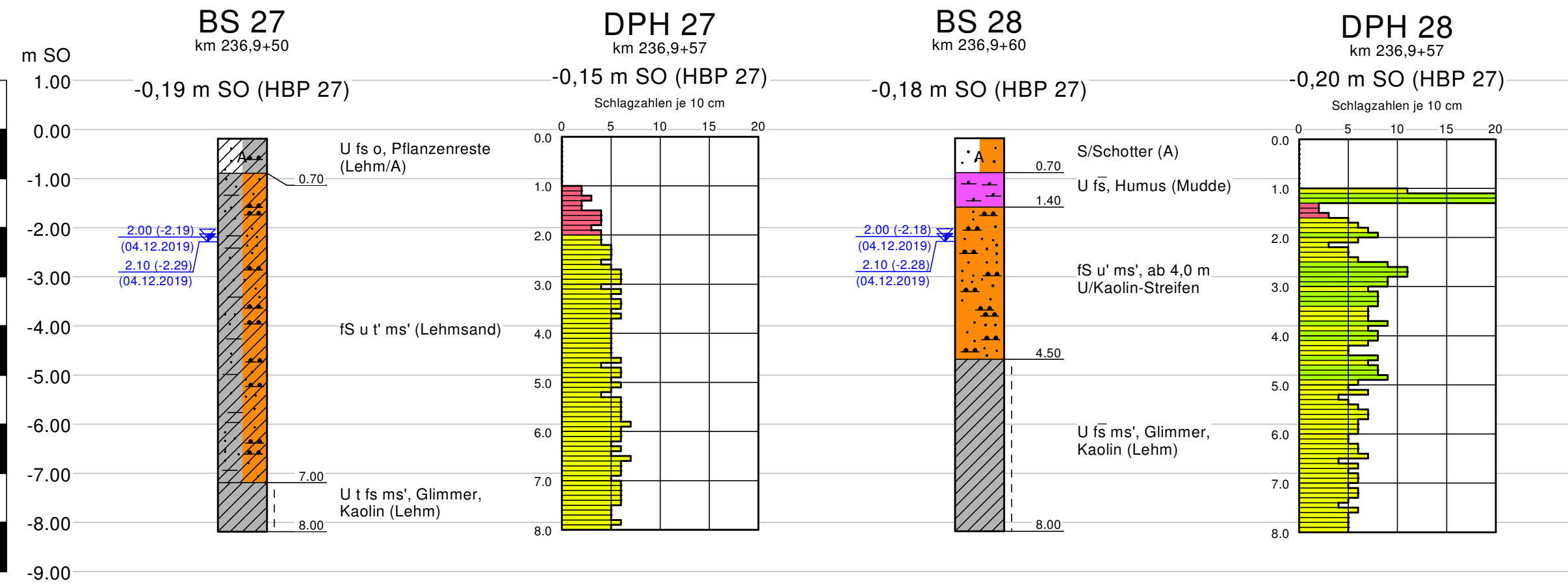
Geprüft:

Gi

Maßstab:

d. H. 1 : 100





Legende DPH

sehr locker

locker

mitteldicht

dicht

sehr dicht

Legende

steif

T (Ton)

U (Schluff)

fS (Feinsand)

mS (Mittelsand)

gS (Grobsand)

S (Sand)

fG (Feinkies)

mG (Mittelkies)

G (Kies)

H (Torf, Humus)

Mu (Mutterboden)

A (Auffüllung)

F (Mudde)

Lg (Geschiebelehm)

L (Lehm)

Kl (Klei)

o (org. Beimengung)

Beimengungen werden mit kleinen Buchstaben angegeben.  
Anteil der Beimengung : ' = schwach , ¯ = stark  
Beispiel : U, ¯s, t' = schwach toniger, stark sandiger Schluff  
■ 5,2 Sonderprobe aus 5,2 m Tiefe unter Gelände  
▽ 6.00 (1.21) Grundwasser am 01.01.2019 in 6,00 m (1.21 mNN)  
(01.01.2019) Tiefe unter Gelände angebohrt  
▽ 7.00 (0.21) Grundwasserstand nach Beendigung der Bohrung  
(01.01.2019)  
▽ 6.50 (0.71) Ruhewasserstand in einem ausgebauten Bohrloch  
(01.01.2019)  
Zusatz : r. = Reste, st. = Stücke, str. = Streifen,  
wssf. = wasserführend, wssh. = wasserhaltig,  
kalkh. = kalkhaltig, zers. = zersetzt

Planverfasser:		Projekt Nr.: 2019/131		
<div><div><div><div></div><div>GEO- UND UMWELTTECHNIK INGENIEUR-GESELLSCHAFT MBH</div></div><div><div>BERATENDE INGENIEURE</div><div>BBI LÜBECKER STR. 1 22087 HAMBURG TEL. 040 / 229 468 - 0 FAX 040 / 229 468 40</div></div></div></div>		Anlagen Nr.: 2.2		
		Zeichnungs-Nr.: U02GG22.BOP		
Bauvorhaben:  LA 3373 - ESTW Westerland Strecke 1210  ERGEBNISSE DER UNTERGRUNDAUFSCHLÜSSE WEICHENBAU (W18-W19) VON KM 236,9+10 BIS KM 237,0+47				
Datum: 23.03.2020	Blattgröße: 550 X 297	Gezeichnet: So	Geprüft: Gi	Maßstab: d. H. 1 : 100

## ZUSAMMENSTELLUNG DER VERSUCHSERGEBNISSE



Entnahmestelle		BS 5/5	BS 5a/3	BS 5a/4	BS 5a/6	BS 26/6*	BS 27/3		
Bodenbezeichnung		S	M	S	S	L	L/S		
Entnahmetiefe unter Gelände	m	4,2	2,0	2,3	5,0	6,3	2,3		
Entnahmeart		gestört	gestört	gestört	gestört	gestört	gestört		
Wassergehalt [ w ]	%		67,8			19,1	20,4		
Fließgrenze [ w <sub>L</sub> ]	%								
Ausrollgrenze [ w <sub>P</sub> ]	%								
Plastizitätszahl [ I <sub>P</sub> ]	%								
Konsistenzzahl [ I <sub>C</sub> ]									
Feuchtwichte [ γ ]	kN/m <sup>3</sup>								
Trockenwichte [ γ <sub>d</sub> ]	kN/m <sup>3</sup>								
Kornwichte [ γ <sub>s</sub> ]	kN/m <sup>3</sup>								
Porenanteil [ n ]	%								
Durchlässigkeit [ k <sub>f</sub> ]	m/s								
Kornverteilung	s. Anlage	4.2		4.1	4.1	4.3	4.4		
Rohtongehalt	%								
Glühverlust [ V <sub>gl</sub> ]	%		5,3						
Kalkgehalt [ V <sub>Ca</sub> ]	%								
Scherfestigkeit	s. Anlage								
Zylinderdruckfestigkeit	s. Anlage								
Steifemodul	s. Anlage								



GEO- UND UMWELTECHNIK  
INGENIEUR-GESELLSCHAFT MBH

BERATENDE INGENIEURE

BBI LÜBECKER STR. 1 22087 HAMBURG TEL. 040 / 229 468 - 0 FAX 040 / 229 468 40

Bearbeiter: Mo

Datum: 10.12.19

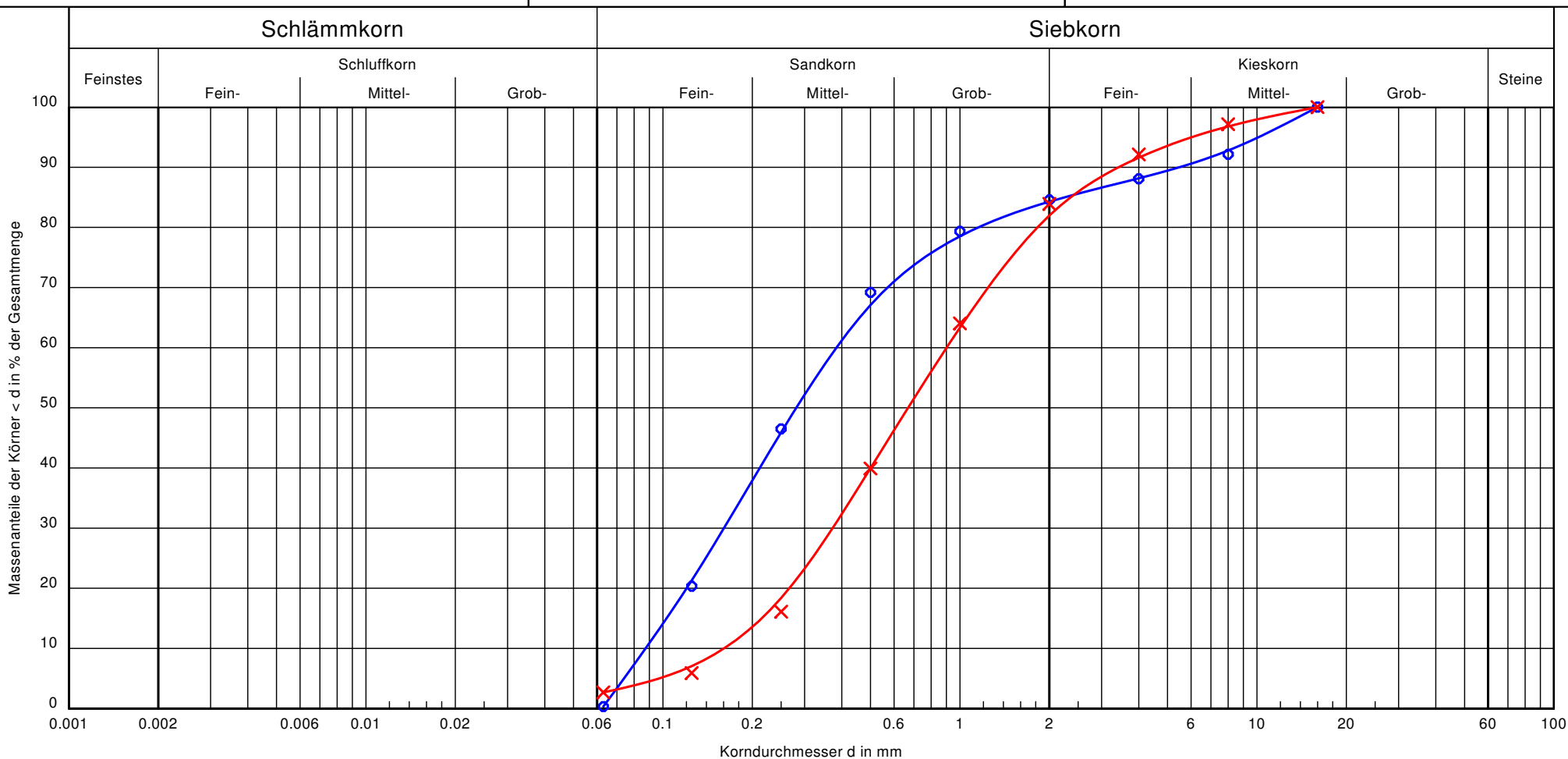
# Körnungslinie

## LA 3373 - Westerland

### Gleisverlängerung & Weicheneinbau

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Trocken- und Nasssiebung



Signatur			Bemerkungen: enggestufte grobkörnige Sande (SE)	Projekt-Nr.: 2019/131 Anlage: 4.1
Bodenart:	S, fg', mg'	S, fg', mg'		
Tiefe:	2,3 m	5,0 m		
Cu/Cc:	4.4/0.8	5.6/1.0		
Entnahmestelle:	BS 5a/4	BS 5a/6		
Entnahmedatum:	21.11.2019	21.11.2019		



GEO- UND UMWELTECHNIK  
INGENIEUR-GESELLSCHAFT MBH

BERATENDE INGENIEURE

BBI LÜBECKER STR. 1 22087 HAMBURG TEL. 040 / 229 468 - 0 FAX 040 / 229 468 40

Bearbeiter: Mo

Datum: 10.12.19

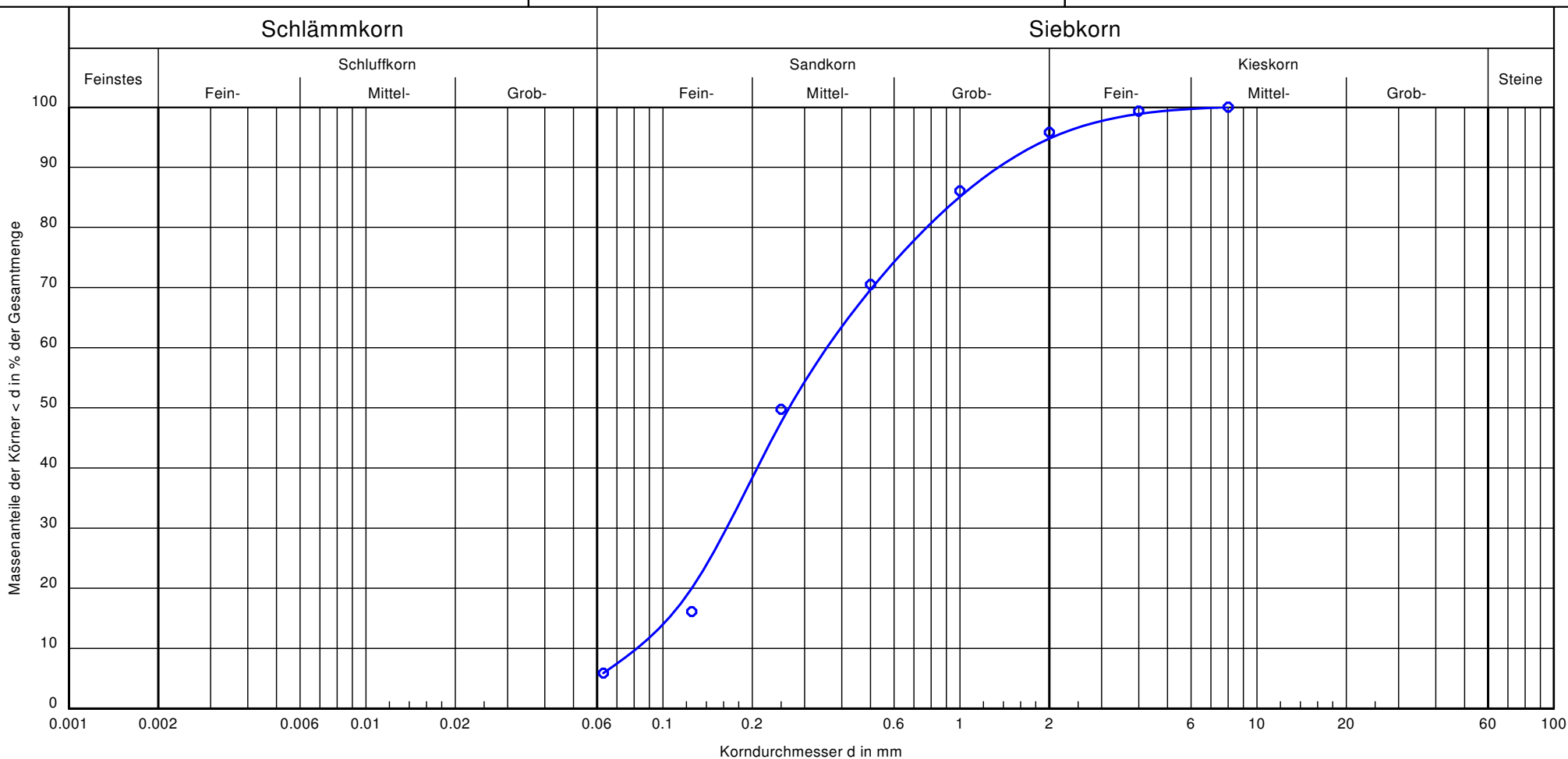
# Körnungslinie

## LA 3373 - Westerland

### Streckenverlängerung & Weicheneinbau

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Nasssiebung



Signatur		Bemerkungen: Gemischtkörniger Boden (SU)	Projekt-Nr.: 2019/131 Anlage: 4.2
Bodenart:	S, g', u'		
Tiefe:	4,2 m		
Cu/Cc:	4.4/0.9		
Entnahmestelle:	BS 5/5		
Entnahmedatum:	21.11.2019		



GEO-UND UMWELTECHNIK  
INGENIEUR-GESELLSCHAFT MBH

BERATENDE INGENIEURE

BBI LÜBECKER STR. 1 22087 HAMBURG TEL. 040 / 229 468 - 0 FAX 040 / 229 468 40

Bearbeiter: Mo

Datum: 10.12.19

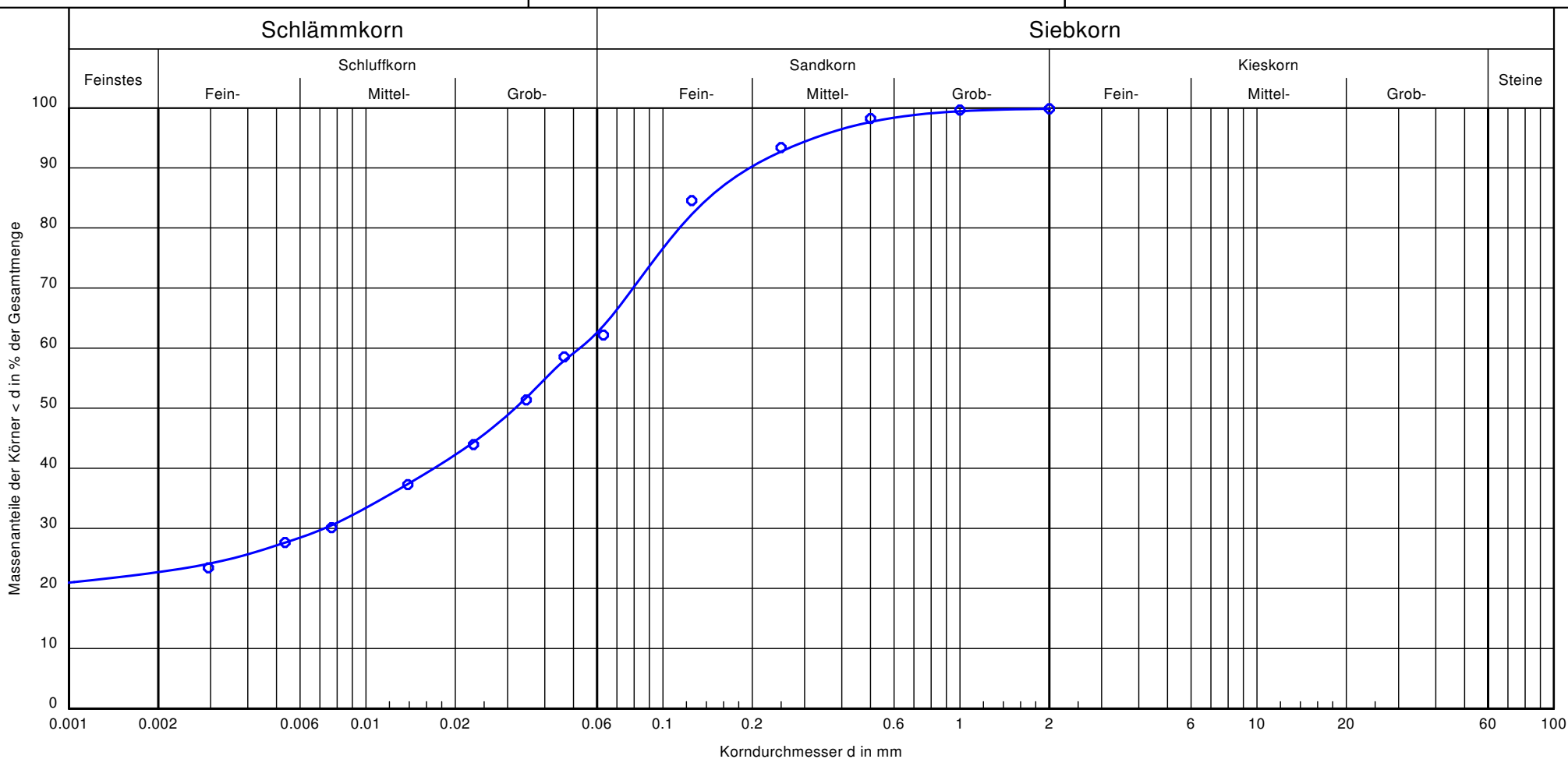
# Körnungslinie


## LA 3373 - Westerland

### Gleisverlängerung & Weicheneinbau

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Kombinierte Analyse



Signatur	
Bodenart:	U, t, fs, ms' (Lehm)
Tiefe:	6,3 m
Cu/Cc:	-/-
Entnahmestelle:	BS 26/6
Entnahmedatum:	03.12.2019

Bemerkungen:

Feinkörniger Boden (UL)

Projekt-Nr.:  
2019/131  
Anlage:  
4.3



GEO- UND UMWELTECHNIK  
INGENIEUR-GESELLSCHAFT MBH

BERATENDE INGENIEURE

BBI LÜBECKER STR. 1 22087 HAMBURG TEL. 040 / 229 468 - 0 FAX 040 / 229 468 40

Bearbeiter: Mo

Datum: 10.12.19

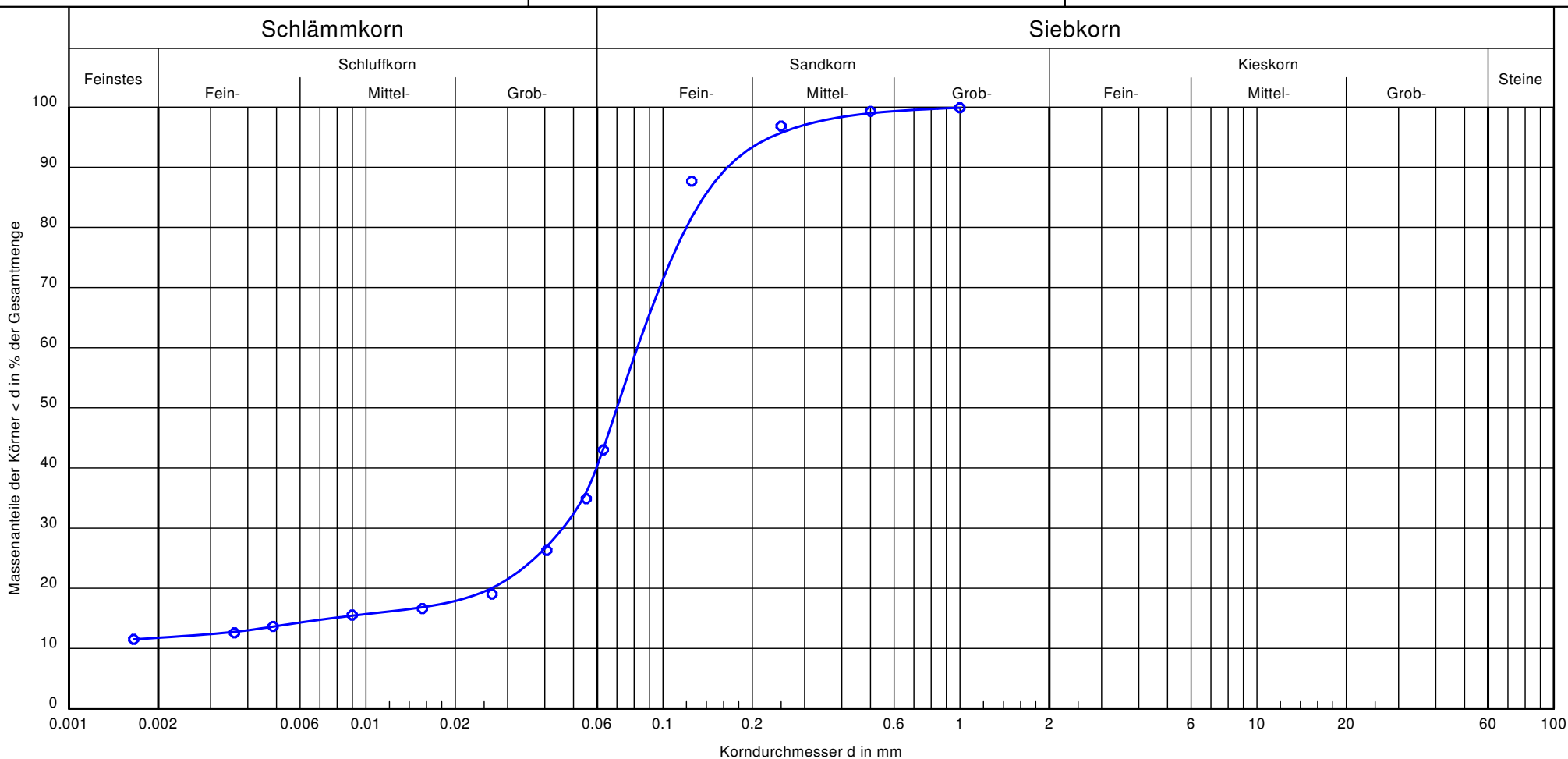
# Körnungslinie


## LA 3373 - Westerland

### Gleisverlängerung & Weicheneinbau

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Kombinierte Analyse



Signatur		Bemerkungen: Gemischtkörniger Boden (SU*)	Projekt-Nr.: 2019/131 Anlage: 4.4
Bodenart:	fS, u, t', ms' (Lehmsand)		
Tiefe:	2,3 m		
Cu/Cc:	-/-		
Entnahmestelle:	BS 27/3		
Entnahmedatum:	03.12.2019		



# **ANLAGE 5**

## **Laborberichte der Boden- und Schotteruntersuchung**

GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH · Flensburger Straße 15 · 25421 Pinneberg

BBI Geo- und Umwelttechnik  
Ingenieur-Gesellschaft mbH  
Frau Gilberg

ISO 14001  
ISO 45001  
zertifiziert




Lübecker Str. 1

22087 Hamburg

## Prüfbericht-Nr.: 2019P531107 / 1

<b>Auftraggeber</b>	BBI Geo- und Umwelttechnik Ingenieur-Gesellschaft mbH
<b>Eingangsdatum</b>	27.11.2019
<b>Projekt</b>	2019/131 DB Westerland
<b>Material</b>	Boden
<b>Kennzeichnung</b>	siehe Tabelle
<b>Auftrag</b>	2019/131
<b>Verpackung</b>	Weckglas
<b>Probenmenge</b>	ca. 600 g
<b>Auftragsnummer</b>	19520794
<b>Probenahme</b>	durch den Auftraggeber
<b>Probentransport</b>	GBA
<b>Labor</b>	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
<b>Prüfbeginn / -ende</b>	27.11.2019 - 06.12.2019
<b>Methoden</b>	siehe letzte Seite
<b>Unteraufträge</b>	
<b>Bemerkung</b>	
<b>Probenaufbewahrung</b>	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben bis zwei Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt.

Pinneberg, 06.12.2019



i. A. Dr. Peter Ludwig

Projektbearbeitung

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme übernommen, wenn die Proben nicht durch die GBA oder in ihrem Auftrag genommen wurden. In diesem Fall beziehen sich die Ergebnisse auf die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung der GBA darf der Prüfbericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln der GBA sind in den AGBs einzusehen.

Seite 1 von 3 zu Prüfbericht-Nr.: 2019P531107 / 1

GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH  
Flensburger Str. 15, 25421 Pinneberg  
Telefon +49 (0)4101 7946-0  
Fax +49 (0)4101 7946-26  
E-Mail pinneberg@gba-group.de  
www.gba-group.com

HypoVereinsbank  
IBAN DE45 2003 0000 0050 4043 92  
SWIFT BIC HYVEDEMM300  
Commerzbank Hamburg  
IBAN DE67 2004 0000 0449 6444 00  
SWIFT-BIC COBADEHHXXX

Sitz der Gesellschaft:  
Hamburg  
Handelsregister:  
Hamburg HRB 42774  
USt-Id.Nr. DE 118 554 138  
St.-Nr. 47/723/00196

Geschäftsführer:  
Ralf Murzen,  
Dr. Roland Bernerth,  
Kai Plinke,  
Dr. Dominik Obeloer



Prüfbericht-Nr.: 2019P531107 / 1

2019/131 DB Westerland

**Zuordnung gem. LAGA-Boden (M20, Fassung 2004) / Bodenart "Sand"**

Auftrag		19520794	19520794	19520794
Probe-Nr.		004	005	006
Material		Boden	Boden	Boden
Probenbezeichnung		<b>MP 1</b>	<b>MP 2</b>	<b>MP 3</b>
Probemenge		ca. 600 g	ca. 600 g	ca. 600 g
Probeneingang		27.11.2019	27.11.2019	27.11.2019
<b>Analysenergebnisse</b>	<b>Einheit</b>			
<b>Trockenrückstand</b>	Masse-%	82,9 ---	89,0 ---	87,5 ---
<b>EOX</b>	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
<b>Kohlenwasserstoffe</b>	mg/kg TM	<100 Z0	<100 Z0	<100 Z0
<b>mobiler Anteil bis C22</b>	mg/kg TM	<50 Z0	<50 Z0	<50 Z0
<b>Cyanid ges.</b>	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
<b>Summe BTEX</b>	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
<b>Summe LHKW</b>	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
<b>Summe PAK (EPA)</b>	mg/kg TM	0,419 Z0	0,937 Z0	n.n. Z0
<b>Benzo(a)pyren</b>	mg/kg TM	0,054 Z0	0,091 Z0	<0,050 Z0
<b>PCB Summe 6 Kongenere</b>	mg/kg TM	n.n. Z0	n.n. Z0	n.n. Z0
<b>Aufschluss mit Königswasser</b>		---	---	---
<b>Arsen</b>	mg/kg TM	4,2 Z0	2,6 Z0	<1,0 Z0
<b>Blei</b>	mg/kg TM	13 Z0	6,7 Z0	2,1 Z0
<b>Cadmium</b>	mg/kg TM	<0,10 Z0	<0,10 Z0	<0,10 Z0
<b>Chrom ges.</b>	mg/kg TM	13 Z0	8,5 Z0	4,0 Z0
<b>Kupfer</b>	mg/kg TM	21 Z1	9,2 Z0	6,8 Z0
<b>Nickel</b>	mg/kg TM	6,2 Z0	5,1 Z0	2,7 Z0
<b>Quecksilber</b>	mg/kg TM	<0,10 Z0	<0,10 Z0	<0,10 Z0
<b>Thallium</b>	mg/kg TM	<0,30 Z0	<0,30 Z0	<0,30 Z0
<b>Zink</b>	mg/kg TM	56 Z0	27 Z0	8,6 Z0
<b>TOC</b>	Masse-% TM	2,0 Z2	0,52 Z1(Z0)	0,090 Z0
<b>Eluat</b>				
<b>pH-Wert</b>		8,0 Z0	8,3 Z0	8,0 Z0
<b>Leitfähigkeit</b>	µS/cm	19 Z0	68 Z0	8,1 Z0
<b>Chlorid</b>	mg/L	0,73 Z0	0,69 Z0	<0,60 Z0
<b>Sulfat</b>	mg/L	<1,0 Z0	5,0 Z0	<1,0 Z0
<b>Cyanid ges.</b>	µg/L	<5,0 Z0	<5,0 Z0	<5,0 Z0
<b>Phenolindex</b>	µg/L	<5,0 Z0	<5,0 Z0	<5,0 Z0
<b>Arsen</b>	µg/L	1,2 Z0	1,9 Z0	<0,50 Z0
<b>Blei</b>	µg/L	1,4 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
<b>Cadmium</b>	µg/L	<0,30 Z0	<0,30 Z0	<0,30 Z0
<b>Chrom ges.</b>	µg/L	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
<b>Kupfer</b>	µg/L	2,4 Z0	1,9 Z0	<1,0 Z0
<b>Nickel</b>	µg/L	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
<b>Quecksilber</b>	µg/L	<0,20 Z0	<0,20 Z0	<0,20 Z0
<b>Zink</b>	µg/L	<10 Z0	<10 Z0	<10 Z0

( ) = Zuordnungswert in Klammern gilt nur in besonderen Fällen (siehe LAGA TR Boden)

**Prüfbericht-Nr.: 2019P531107 / 1**
**2019/131 DB Westerland**
**Angewandte Verfahren und Bestimmungsgrenzen (BG)**

Parameter	BG	Einheit	Methode
Trockenrückstand	0,40	Masse-%	DIN ISO 11465: 1996-12 <sup>a</sup> 5
EOX	1,0	mg/kg TM	US-Extr. Cyclo/Hex/Acet; DIN 38414 (S17): 2017-01 <sup>a</sup> 5
Kohlenwasserstoffe	100	mg/kg TM	DIN EN 14039: 2005-01 i.V.m. LAGA KW/04: 2009-12 <sup>a</sup> 5
mobiler Anteil bis C22	50	mg/kg TM	DIN EN ISO 16703: 2011-09 <sup>a</sup> i.V.m. LAGA KW/04: 2009-12 <sup>a</sup> 5
Cyanid ges.	1,0	mg/kg TM	DIN ISO 17380: 2013-10 <sup>a</sup> 5
Summe BTEX	1,0	mg/kg TM	DIN EN ISO 22155: 2016-07 <sup>a</sup> 5
Summe LHKW	1,0	mg/kg TM	DIN EN ISO 22155: 2016-07 <sup>a</sup> 5
Summe PAK (EPA)		mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 5
Benzo(a)pyren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 5
PCB Summe 6 Kongenere		mg/kg TM	DIN EN 15308: 2016-12 <sup>a</sup> 5
Aufschluss mit Königswasser			DIN EN 13657: 2003-01 <sup>a</sup> 5
Arsen	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Blei	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Cadmium	0,10	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Chrom ges.	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Kupfer	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Nickel	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Quecksilber	0,10	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Thallium	0,30	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Zink	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 <sup>a</sup> 5
TOC	0,050	Masse-% TM	DIN EN 13137: 2001-12 (als Einfachbest.) <sup>a</sup> 5
Eluat			DIN EN 12457-4: 2003-01 <sup>a</sup> 5
pH-Wert			DIN EN ISO 10523: 2012-04 <sup>a</sup> 5
Leitfähigkeit		µS/cm	DIN EN 27888: 1993-11 <sup>a</sup> 5
Chlorid	0,60	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 <sup>a</sup> 5
Sulfat	1,0	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 <sup>a</sup> 5
Cyanid ges.	5,0	µg/L	DIN EN ISO 14403-2 (D3): 2012-10 <sup>a</sup> 5
Phenolindex	5,0	µg/L	DIN EN ISO 14402: 1999-12 <sup>a</sup> 5
Arsen	0,50	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Blei	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Cadmium	0,30	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Chrom ges.	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Kupfer	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Nickel	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Quecksilber	0,20	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Zink	10	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> 5



**DB Engineering & Consulting GmbH**

**Umweltservice**

**Umweltlabor (I.TV-O-S(L))**

**Brandenburg-Kirchmöser**



Deutsche  
Akkreditierungsstelle  
D-PL-20573-01-00  
D-IS-20573-01-00

## **Prüfbericht Nr. 20B00542**

Vorgangsbezeichnung: ESTW Westerland (BBI\_2019/131)

Vorgangsnr. I.TV-O-S: 2000347

Auftraggeber: DB Netz AG  
RB Nord  
I.NP-N-M-S  
20079 Hamburg

Probennehmer: BBI Hamburg  
Probenahme außerhalb des o. g. Akkreditierungsbereiches

Prüfungszeitraum: 07.02.2020 - 26.02.2020

Anzahl der Seiten: 3

Berichtersteller: Uta Thon

Brandenburg-Kirchmöser, 26.02.2020

**Dr. Tabea Mettler-Altmann**  
Leiterin Umweltlabor (I.TV-O-S(L))

*Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Bericht genannten Gegenstände. Sofern die Probenahme nicht durch den Umweltservice oder in dessen Auftrag erfolgte, wird für die Richtigkeit der Probenahme keine Verantwortung übernommen. In diesem Fall beziehen sich die Ergebnisse auf die Prüfgegenstände wie erhalten.*

*Dieser Bericht darf ohne schriftliche Genehmigung durch den Umweltservice nicht auszugsweise veröffentlicht werden.*

Bahntechnikerring 70  
14774 Brandenburg-Kirchmöser  
Telefon: +49 3381 812-305  
Fax: +49 3381 812-408

DB Engineering & Consulting GmbH  
Sitz der Gesellschaft: Berlin  
Amtsgericht:  
Berlin-Charlottenburg  
HRB: 56 655

USt.-Id.Nr.: DE 114 139 523

EUREF-Campus 14  
Torgauer Straße 12-15  
10829 Berlin

Aufsichtsrat:  
Frank Miram  
(Vorsitzender)

Geschäftsführung:  
Niko Warbanoff  
(Vorsitzender)  
Andreas Wegerif  
Dr. Ulla Kopp  
Michael Fritz

Deutsche Bank AG Berlin  
IBAN: DE78 1007 0000 0046 0006 00  
BIC: DEUTDE33HAN

Postbank Berlin  
IBAN: DE51 1001 0010 0152 4101 08  
BIC: PBNKDE33

Auftragsnummer			2000347001		
Probennummer			20P01741		
Probenbezeichnung			BS28		
Probenart			Boden		
Entnahmetiefe [m]			0,0 - 0,7		
Probenahmedatum			02.01.2020		
Probeneingang			07.02.2020		
Bemerkung zur Probe			Probenahme für Analyse auf Leichtflüchter nicht normkonform		
Parameter	Dim.	BG		Analysenverfahren	
Farbe			braun	DIN 19747	2009-07
Feuchtigkeit			feucht		
Beschaffenheit			feinkörnig	Königswasseraufschluss: Hausverfahren Digiprep in Anlehnung an DIN ISO 11466 (1997-06 Z)/ DIN EN 13657 (2003-01) Eluat: DIN 38 414 - S 4 (1984-10 Z) / DIN EN 12457-4 (2003-01)	
Sonstige Auffälligkeiten			Steine		
Geruch			ohne		
Bodenart			Sand		
Trockenrückstand	%		92,6	DIN EN 14346	2007-03
Kohlenwasserstoffindex (C10-C40)	mg/kg TS	100	<100	DIN EN 14039 in Verbindung mit LAGA KW 04	2005-01 2009-12
Mobiler KW-Anteil (C10-C22)	mg/kg TS	100	<100	DIN EN 14039 in Verbindung mit LAGA KW 04	2005-01 2009-12
EOX	mg/kg TS	1,0	<1,0	DIN 38414-S 17	2017-01
TOC	%	0,1	0,99	DIN EN 15936	2012-11
BTEX, Summe	mg/kg TS		k.S.	DIN EN ISO 22155	2016-07
Benzol	mg/kg TS	0,2	<0,2	DIN EN ISO 22155	2016-07
Toluol	mg/kg TS	0,2	<0,2	DIN EN ISO 22155	2016-07
Ethylbenzol	mg/kg TS	0,2	<0,2	DIN EN ISO 22155	2016-07
o-Xylol	mg/kg TS	0,2	<0,2	DIN EN ISO 22155	2016-07
m/p-Xylol	mg/kg TS	0,4	<0,4	DIN EN ISO 22155	2016-07
LHKW, Summe	mg/kg TS		k.S.	DIN EN ISO 22155	2016-07
Dichlormethan	mg/kg TS	0,15	<0,15	DIN EN ISO 22155	2016-07
Trichlormethan	mg/kg TS	0,05	<0,05	DIN EN ISO 22155	2016-07
Tetrachlormethan	mg/kg TS	0,05	<0,05	DIN EN ISO 22155	2016-07
Trichlorethen	mg/kg TS	0,05	<0,05	DIN EN ISO 22155	2016-07
Tetrachlorethen	mg/kg TS	0,05	<0,05	DIN EN ISO 22155	2016-07
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	0,05	<0,05	DIN EN ISO 22155	2016-07
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	0,15	<0,15	DIN EN ISO 22155	2016-07
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	0,15	<0,15	DIN EN ISO 22155	2016-07
1,1-Dichlorethan	mg/kg TS	0,15	<0,15	DIN EN ISO 22155	2016-07
1,2-Dichlorethan	mg/kg TS	0,15	<0,15	DIN EN ISO 22155	2016-07
PCB (Ballschmitter), Summe	µg/kg TS		10	DIN EN 15308	2016-12
PCB 28	µg/kg TS	3,0	<3,0	DIN EN 15308	2016-12
PCB 52	µg/kg TS	3,0	<3,0	DIN EN 15308	2016-12
PCB 101	µg/kg TS	3,0	<3,0	DIN EN 15308	2016-12
PCB 138	µg/kg TS	3,0	3,1	DIN EN 15308	2016-12
PCB 153	µg/kg TS	3,0	3,0	DIN EN 15308	2016-12
PCB 180	µg/kg TS	3,0	3,9	DIN EN 15308	2016-12
PAK (EPA), Summe	mg/kg TS		3,9	DIN EN 15527	2008-09
Naphthalin	mg/kg TS	0,10	<0,10	DIN EN 15527	2008-09
Acenaphthylen	mg/kg TS	0,10	<0,10	DIN EN 15527	2008-09
Acenaphthen	mg/kg TS	0,10	<0,10	DIN EN 15527	2008-09
Fluoren	mg/kg TS	0,10	<0,10	DIN EN 15527	2008-09
Phenanthren	mg/kg TS	0,10	0,15	DIN EN 15527	2008-09
Anthracen	mg/kg TS	0,10	0,14	DIN EN 15527	2008-09
Fluoranthen	mg/kg TS	0,10	0,53	DIN EN 15527	2008-09
Pyren	mg/kg TS	0,10	0,43	DIN EN 15527	2008-09
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	0,10	0,31	DIN EN 15527	2008-09
Chrysen	mg/kg TS	0,10	0,45	DIN EN 15527	2008-09
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg TS	0,10	0,59	DIN EN 15527	2008-09
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg TS	0,10	0,38	DIN EN 15527	2008-09
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,10	0,32	DIN EN 15527	2008-09
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	0,10	<0,10	DIN EN 15527	2008-09
Benzo(ghi)perylen	mg/kg TS	0,10	0,29	DIN EN 15527	2008-09
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg TS	0,10	0,32	DIN EN 15527	2008-09

Auftragsnummer			2000347001		
Probennummer			20P01741		
Probenbezeichnung			BS28		
Probenart			Boden		
Entnahmetiefe [m]			0,0 - 0,7		
Probenahmedatum			02.01.2020		
Probeneingang			07.02.2020		
Bemerkung zur Probe			Probenahme für Analyse auf Leichtflüchter nicht normkonform		
Parameter	Dim.	BG		Analysenverfahren	
Cyanid, gesamt	mg/kg TS	0,5	<0,5	DIN EN ISO 11262	2012-04
Arsen	mg/kg TS	3,0	5,3	DIN EN ISO 11885	2009-09
Blei	mg/kg TS	3,0	36,6	DIN EN ISO 11885	2009-09
Cadmium	mg/kg TS	0,30	<0,30	DIN EN ISO 11885	2009-09
Chrom	mg/kg TS	3,00	<3,00	DIN EN ISO 11885	2009-09
Kupfer	mg/kg TS	3,00	16,0	DIN EN ISO 11885	2009-09
Nickel	mg/kg TS	3,00	4,29	DIN EN ISO 11885	2009-09
Quecksilber	mg/kg TS	0,10	<0,10	DIN EN 1483	2007-07
Thallium	mg/kg TS	0,40	<0,40	DIN ISO 20279	2006-01
Zink	mg/kg TS	3,00	650	DIN EN ISO 11885	2009-09
pH-Wert			7,4	DIN EN ISO 10523 (C 5)	2012-04
Elektrische Leitfähigkeit	µS/cm		47	DIN EN 27888	1993-11
Atrazin	µg/l	0,05	<0,05	DIN 38407-F 36	2014-09
Bromacil	µg/l	0,05	<0,05	DIN 38407-F 36	2014-09
Desethylatrazin	µg/l	0,05	<0,05	DIN 38407-F 36	2014-09
2,6-Dichlorbenzamid	µg/l	0,05	<0,05	DIN 38407-F 36	2014-09
Dimefuron	µg/l	0,05	<0,05	DIN 38407-F 36	2014-09
Diuron	µg/l	0,05	<0,05	DIN 38407-F 36	2014-09
Ethidimuron	µg/l	0,05	0,07	DIN 38407-F 36	2014-09
Flazasulfuron	µg/l	0,05	<0,05	DIN 38407-F 36	2014-09
Flumioxazin	µg/l	0,05	<0,05	DIN 38407-F 36	2014-09
Hexazinon	µg/l	0,05	<0,05	DIN 38407-F 36	2014-09
Simazin	µg/l	0,05	<0,05	DIN 38407-F 36	2014-09
Terbuthylazin	µg/l	0,05	<0,05	DIN 38407-F 36	2014-09
Glyphosat	µg/l	0,10	0,30	DIN ISO 16308	2017-09
AMPA	µg/l	0,10	0,53	DIN ISO 16308	2017-09
Phenolindex	mg/l	0,01	<0,01	DIN EN ISO 14402-3	1999-12
Chlorid	mg/l	1,50	<1,50	DIN EN ISO 10304-1	2009-07
Cyanid, gesamt	mg/l	0,005	<0,005	DIN EN ISO 14403-1	2012-10
Sulfat	mg/l	1,50	1,78	DIN EN ISO 10304-1	2009-07
Arsen	mg/l	0,01	<0,01	DIN EN ISO 11885	2009-09
Blei	mg/l	0,02	<0,02	DIN EN ISO 11885	2009-09
Cadmium	mg/l	0,0015	<0,0015	DIN EN ISO 11885	2009-09
Chrom	mg/l	0,01	<0,01	DIN EN ISO 11885	2009-09
Kupfer	mg/l	0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	2009-09
Nickel	mg/l	0,015	<0,015	DIN EN ISO 11885	2009-09
Quecksilber	mg/l	0,0002	<0,0002	DIN EN ISO 12846*	2012-08
Zink	mg/l	0,005	0,007	DIN EN ISO 11885	2009-09

\* Aufschluss mit Kaliumpermanganat/ Hydroxylammoniumchlorid

# Einteilung und Kennwerte für die Homogenbereiche

## Homogenbereiche für das Gewerk Erdbau gem. DIN 18300

Anlage 6

Erdarbeiten DIN 18300						
Nr.	Eigenschaften / Kennwerte	Einheit	E1	E2	E3	E4
	Ergänzend ortsübliche Bezeichnung		Auffüllung	Organische Weichschichten (Torf, Mudde, Marsch)	Sande, schluffig-kiesig <sup>2)</sup>	Lehmsande
1	Korngrößenverteilung nach DIN 18123 mit Körnungsbändern		siehe Anlage 7.1	siehe Anlage 7.2	siehe Anlage 7.3	siehe Anlage 7.4
2a	Massenanteil an Steinen nach DIN EN ISO 14688	[%]	0 - 30	< 10	0 - 40	0 - 30
2b	Massenanteil Blöcke nach DIN EN ISO 14688	[%]	0 - 15	< 5	0 - 25	0 - 15
2c	Massenanteil große Blöcke nach DIN EN ISO 14688	[%]	0 - 5	0 - 2	0 - 10	0 - 5
4	Dichte nach DIN EN ISO 17892-2	[g/cm <sup>3</sup> ]	1,7 – 1,9	1,0 – 1,8	1,8 – 2,1	1,9 – 2,1
6	undräßierte Scherfestigkeit nach DIN 18137-2	[kN/m <sup>2</sup> ]	nicht bestimmbar	0 - 30	nicht bestimmbar	10 – 250
8	Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1	[%]	nicht bestimmbar	20 - 600	nicht bestimmbar	5 bis 30
10	Konsistenzzahl nach DIN 18122-1	[-]	nicht bestimmbar	0,5 - 1,0 <sup>1)</sup>	nicht bestimmbar	nicht bestimmbar
12	Plastizitätszahl DIN 18122-1	[%]	nicht bestimmbar	0,2 - 1,0 <sup>1)</sup>	nicht bestimmbar	nicht bestimmbar
14	Lagerungsdichte ( $I_D$ ): Definition nach DIN EN ISO 14688-2, Bestimmung nach DIN 18126	[-]	sehr locker bis dicht	nicht bestimmbar	sehr locker bis sehr dicht	nicht bestimmbar <sup>3)</sup>
17	Organischer Anteil nach DIN 18128	[%]	< 3	15 - 100	< 2	< 3
20	Bodengruppe nach DIN 18196		A [SE, SI, SW, SU, GE, GW, GI]	F, HZ, OU, OH, OT, UA, UM	SE, SI, SW, SU, SU*, GW, GI	SU, SU*, UL, UM

<sup>1)</sup> Für torfhaltige Böden nicht bestimmbar

<sup>2)</sup> Da grobkörnige und feinkörnige Sande nicht separierbar ist, werden diese in einem Homogenbereich zusammengefasst.

<sup>3)</sup> Die Lehm Böden mit einem sehr hohen Sandgehalt verhalten sich wie rollige Böden und sind sehr locker bis dicht gelagert.



GEO- UND UMWELTECHNIK  
INGENIEUR-GESELLSCHAFT MBH

BERATENDE INGENIEURE

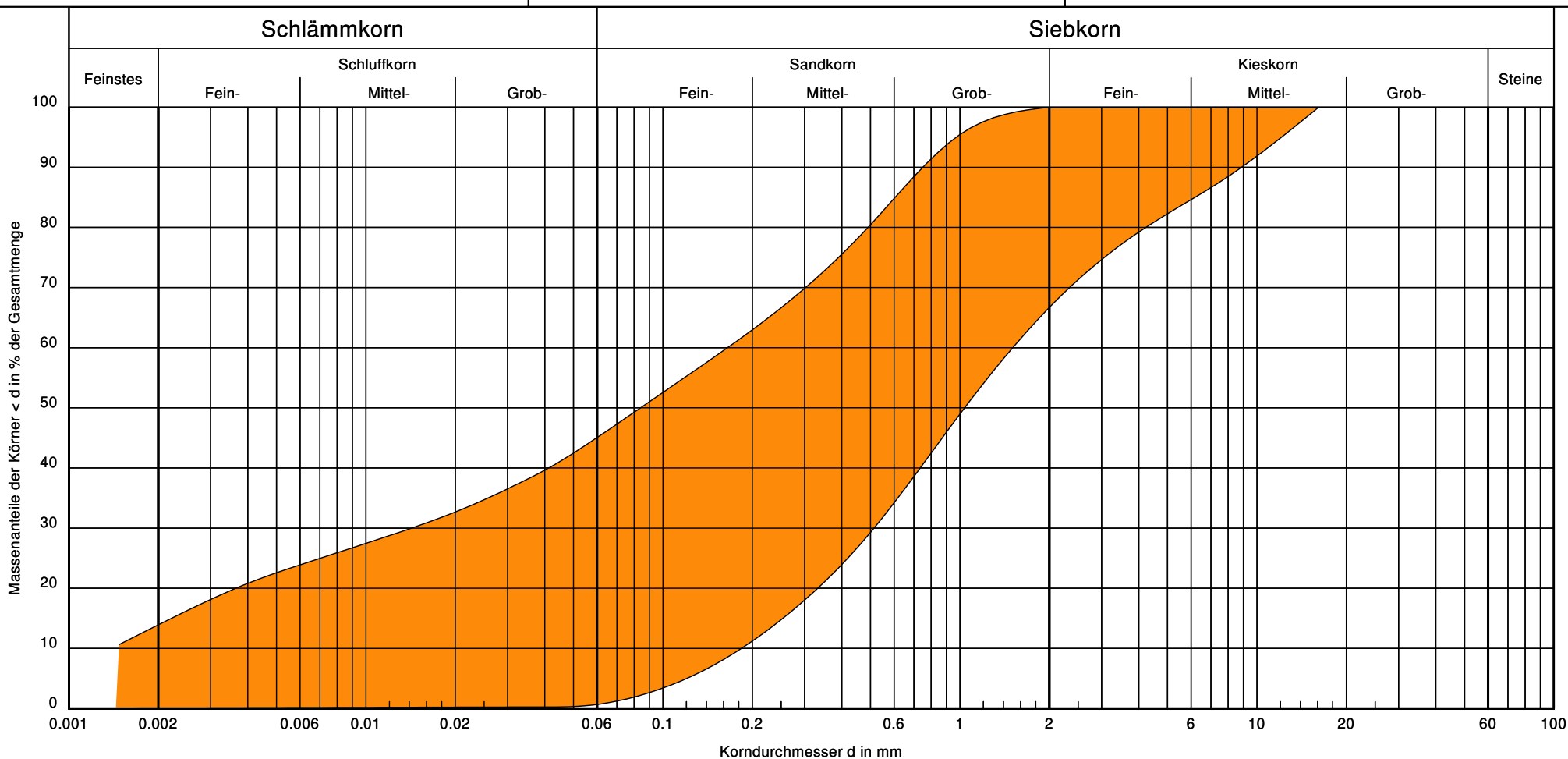
BBI LÜBECKER STR. 1 22087 HAMBURG TEL. 040 / 229 468 - 0 FAX 040 / 229 468 40

Bearbeiter: Gi Datum: 06.02.2020

# Körnungsband

ESTW Westerland

Gleisverlängerung & Weicheneinbau - Homogenbereiche



Signatur	Körnungsband: Auffüllung, sandig-schluffig	Bemerkungen: organische Beimengung z. T. Bauschutt- und Ziegelhaltig z.T. Lagen umgelagerter Lehm	Projekt-Nr.: 2019/131 Anlage: 7.1
Bodenart:			
Tiefe:			
U/Cc:			
Entnahmestelle:			



GEO- UND UMWELTECHNIK  
INGENIEUR-GESELLSCHAFT MBH

BERATENDE INGENIEURE

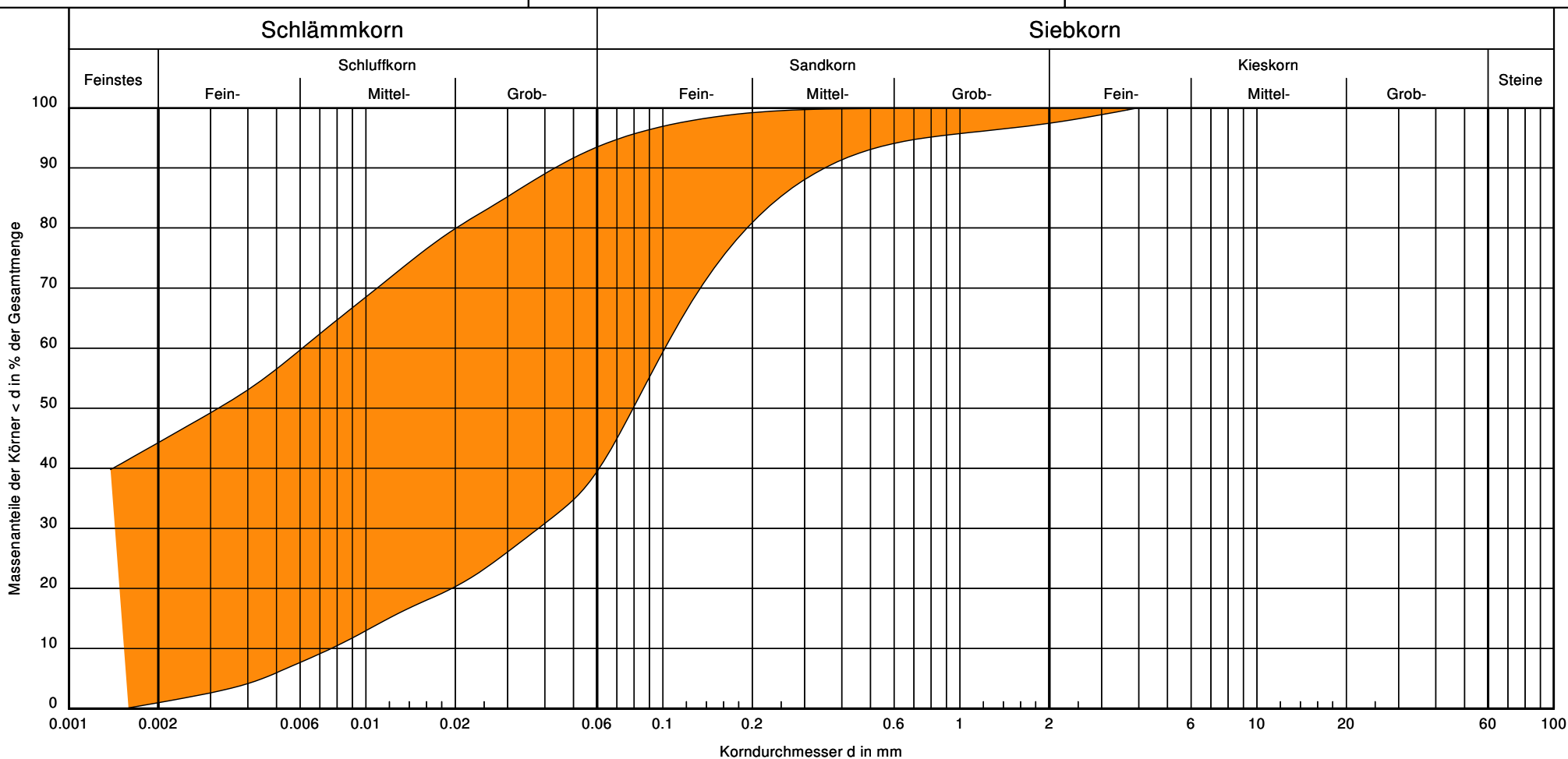
BBI LÜBECKER STR. 1 22087 HAMBURG TEL. 040 / 229 468 - 0 FAX 040 / 229 468 40

Bearbeiter: Gi Datum: 06.02.2020

# Körnungsband

ESTW Westerland

Gleisverlängerung & Weicheneinbau - Homogenbereiche



Signatur
Bodenart:
Tiefe:
U/Cc:
Entnahmestelle:

Körnungsband: Organische Weichschichten (Torf\*, Mudde, Marsch)

Bemerkungen:  
\*Für torfhaltige Böden nicht bestimmbar

Projekt-Nr.:  
2019/131  
Anlage:  
7.2



GEO- UND UMWELTECHNIK  
INGENIEUR-GESELLSCHAFT MBH

BERATENDE INGENIEURE

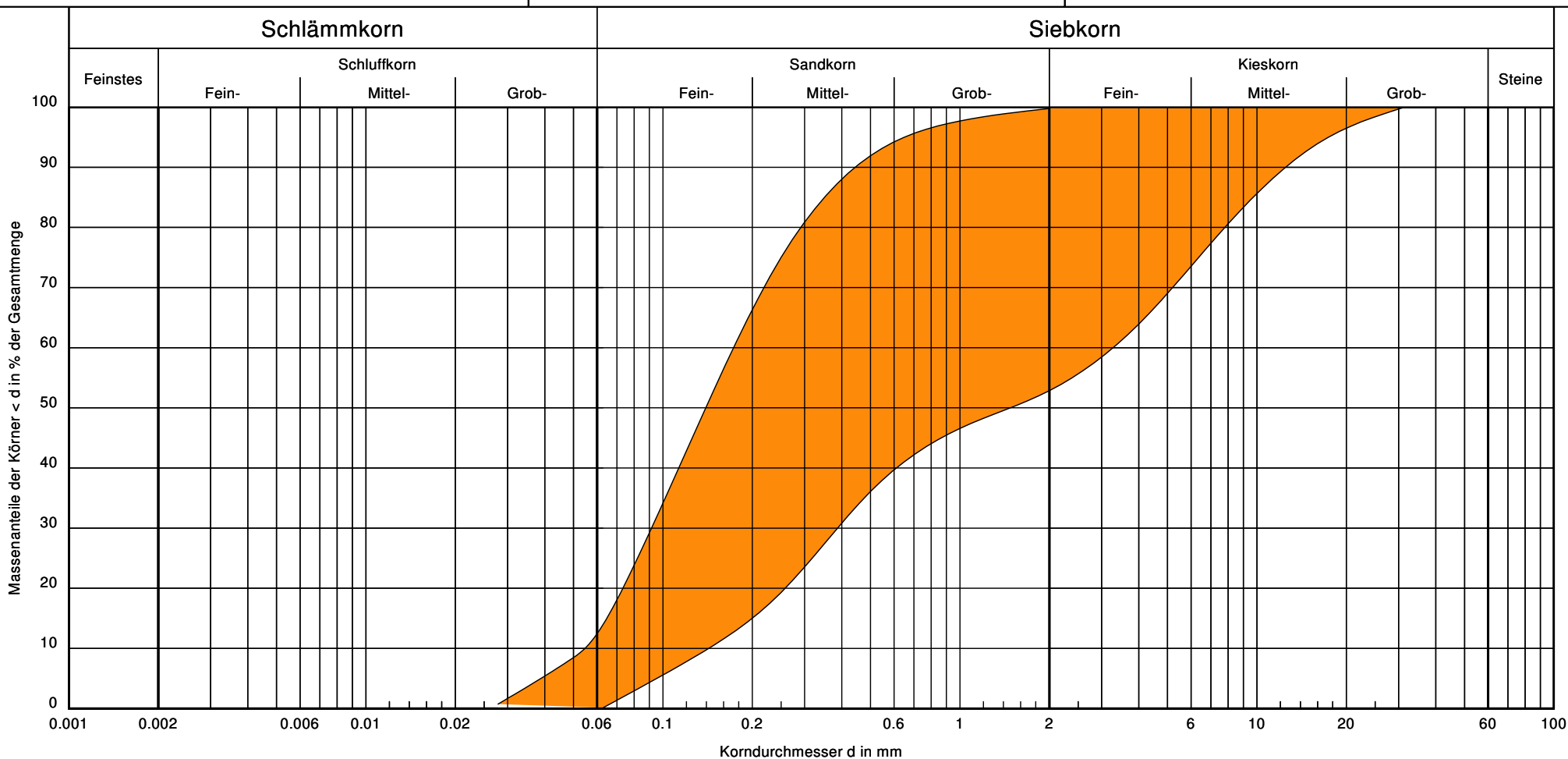
BBI LÜBECKER STR. 1 22087 HAMBURG TEL. 040 / 229 468 - 0 FAX 040 / 229 468 40

Bearbeiter: Gi Datum: 06.02.2020

# Körnungsband

ESTW Westerland

Gleisverlängerung & Weicheneinbau - Homogenbereiche



Körnungsband: Sand, schluffig-kiesig

Bemerkungen:

Projekt-Nr.:  
2019/131  
Anlage:  
7.3



GEO-UND UMWELTECHNIK  
INGENIEUR-GESELLSCHAFT MBH

BERATENDE INGENIEURE

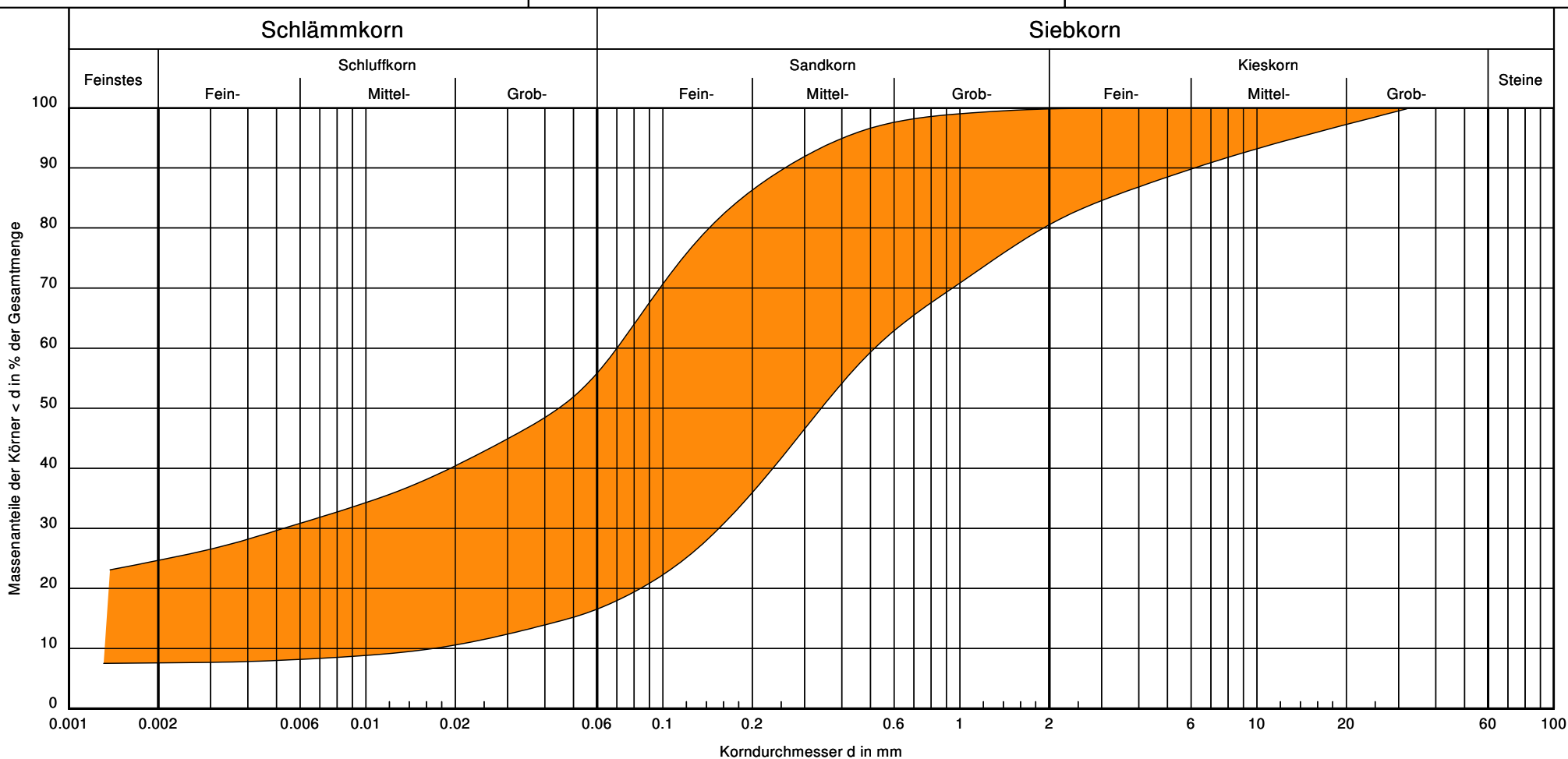
BBI LÜBECKER STR. 1 22087 HAMBURG TEL. 040 / 229 468 - 0 FAX 040 / 229 468 40

Bearbeiter: Gi Datum: 06.02.2020

# Körnungsband

ESTW Westerland

Gleisverlängerung & Weicheneinbau - Homogenbereiche



Signatur	Körnungsband: Lehm Böden (Geschiebelehm, Lehmsande)	Bemerkungen:	Projekt-Nr.: 2019/131 Anlage: 7.4
Bodenart:			
Tiefe:			
U/Cc:			
Entnahmestelle:			