



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

**BERATENDE INGENIEURE**

2019/131 – Hk/Gi – 26.02.2020

**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**  
**BF WESTERLAND**

**OBJEKTE:**  
**4 SIGNALMASTE**  
**KM 235,5+00 – KM 237,4+00 (STRECKE 1210)**

**Geotechnischer Bericht**

**Gutachten**  
**Beratung**  
**Planung**  
**Bauüberwachung**  
**Baugruddynamik**  
**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 Bahnsen<sup>1</sup>  
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)



**Auftraggeber:**

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





## INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. VERANLASSUNG .....	1
2. UNTERLAGEN .....	1
2.1 Planunterlagen .....	1
2.2 Normen .....	2
3. ERRICHTUNG SIGNALMASTE UND BAUGELÄNDE .....	5
4. UNTERSUCHUNGEN .....	5
5. UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE .....	6
5.1 Maststandort km 235,5+00 .....	6
5.2 Maststandort km 236,3+00 .....	6
5.3 Maststandort km 237,1+70 .....	7
5.4 Maststandort km 237,3+65 .....	7
6. BODENMECHANISCHE LABORVERSUCHE .....	7
6.1 Baugrundkennwerte für erdstatische Berechnungen .....	8
7. GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE .....	9
7.1 Grundwasserstände .....	9
7.2 Bemessungswasserstände .....	10
8. GEOTECHNISCHE EINORDNUNGEN .....	10
8.1 Geotechnische Kategorie .....	10
8.2 Erdbebenzone .....	10
9. GRÜNDUNG .....	11
9.1 Beginn tragfähiger Boden und Mindestabsetztiefe .....	11
9.2 Pfahltragfähigkeiten .....	11
9.3 Horizontale Pfahlbettung .....	13
9.4 Ergänzende Hinweise zur Pfahlgründung .....	13
9.5 Bemessungsprofile .....	13
10. SCHADSTOFFUNTERSUCHUNG .....	14

...



11.	HOMOGENBEREICHE .....	15
11.1	Gewerke .....	15
11.2	Sonstige Hinweise .....	15
12.	ERGÄNZENDE HINWEISE .....	15
	ANLAGENVERZEICHNIS .....	17

## 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 Standorte der geplanten Signalmaste auf der Strecke 1210 Elmshorn – Westerland von km 235,5+00 bis km 237,4+00. Der Neubau der Signalmasten stellt eine Teilmaßnahme zur Einrichtung einer neuen Stellwerkstechnik in Planungsgebiet dar.

In dem o. g. Bereich sollen gemäß den uns zur Verfügung gestellten Informationen durch den Auftraggeber vier Signalmaste errichtet werden.

Der hier vorliegende Geotechnische Bericht behandelt diese vier geplanten Signalmastgründungen im oben genannten Streckenabschnitt.

## 2. UNTERLAGEN

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

### 2.1 Planunterlagen

Zur Projektbearbeitung wurden folgende Planunterlagen verwendet:

- [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; Signaltechnischer Lageplan ESTW Westerland, Bf Westerland, Strecke 1210, 02.04.2019.
- [U 7] Überprüfung der Fläche auf Kampfmittelbelastung: Kampfmittelräumdienst Schleswig-Holstein, 07.10.2019.
- [U 8] Markert Baugrunduntersuchung, Eckernförde: Schichtenverzeichnisse, 11/2019.
- [U 9] Baugrund Wolter, Lewitzrand: Schichtenverzeichnisse, 12/2019.
- [U 10] Ril 836 – Erdbauwerke und sonstige geotechnische Bauwerke planen, bauen und instand halten, 5. Aktualisierung, 07/2018.
- [U 11] DB Netz AG, I.NPS 342; S 8240.25.4 t, Einbauanweisung für Rammrohr mit Adapter – große u. kleine Bauform, 08/2016.

## **2.2 Normen**

DIN 1054:2010-12	Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1
DIN 4020:2010-12	Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2
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 1998-1/NA:2011-01	Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbau
DIN EN 12699:2015-07	Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau - Verdrängungspfähle; Deutsche Fassung EN 12699:2015
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 (ISO 17892-4:2016); Deutsche Fassung EN ISO 17892-4:2016



DIN EN ISO 22475-1:2007-01      Geotechnische Erkundung und Untersuchung -  
Probenentnahmeverfahren und Grundwassermes-  
sungen - Teil 1: Technische Grundlagen der Aus-  
führung (ISO 22475-1:2006); Deutsche Fassung  
EN ISO 22475-1:2006

### **3. ERRICHTUNG SIGNALMASTE UND BAUGELÄNDE**

Im Zuge der Einrichtung einer neuen Stellwerkstechnik im Planungsgebiet Bf Westerland soll im Bereich der Strecke 1210 von km 235,5+00 bis km 237,4+00 die Errichtung von Signalmasten erfolgen. Hierbei handelt es sich gemäß der von der DB Netz AG übermittelten Objektliste um 4 Standorte, an denen Signalmaste errichtet werden sollen.

Der Lageplan der Anlage 1.1 bis Anlage 1.2 zeigt den entsprechenden Trassenabschnitt und seine unmittelbare Umgebung. Die Standorte der Signalmaste sind dort verzeichnet. Gemäß der uns zur Verfügung gestellten Entwurfsplanung [U 5] ist die Ausführung von Rammrohrpfählen oder Betonfuß-Monolithen mit kleiner Bauform geplant.

Das Gelände im Bereich der geplanten Maste liegt gemäß den Ansatzpunkten der ausgeführten Untergrundaufschlüsse bezogen auf die jeweilige Schienenoberkante (SO) zwischen ca. -0,08 m SO und etwa -0,30 m SO.

### **4. UNTERSUCHUNGEN**

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse in Bereich der geplanten Signalmaststandorte wurden im November 2019 insgesamt 4 Sondierbohrungen (BS 1, BS 10, BS 34 und BS 37) bis in Tiefen von jeweils 8,0 m ausgeführt. Darüber hinaus wurde zur Überprüfung der Lagerungsdichte der rolligen Böden und Beurteilung der Rammbarkeit neben den Sondierbohrungen jeweils eine schwere Rammsondierung (DPH 1, DPH 10, DPH 34, DPH 37) bis in Tiefen von jeweils 8,0 m durchgeführt. Die Ansatzpunkte aller Sondierungen wurden vorgeschachtet. Aus diesem Grund beginnen die Messungen der Schlagzahlen erst ab einer Tiefe von jeweils 1,1 m.

Die Aufschlussarbeiten wurden durch die Fa. Markert Baugrunduntersuchung, Eckernförde durchgeführt.

Die fachtechnische stichprobenartige Überwachung der Aufschlussarbeiten oblag unserem Ingenieurbüro.

Die Aufschlusspunkte wurden vom Bohrunternehmen lage- und höhenmäßig nach Anweisung des Auftraggebers bezogen auf Schienenoberkante (SO) eingemessen. Die Höhenbezugspunkte sind in den Lageplänen der Anlage 1.1 und 1.2 sowie neben den Bohrprofilen angegeben.

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 der Anlage 2 aufgetragen.

Den Bohrprofilen liegen die Schichtenverzeichnisse des Bohrunternehmers [U 8] zugrunde, die von uns nach der DIN 4022 überarbeitet und ergänzt wurden.

Da die untersuchte Fläche gem. Überprüfung der Fläche auf Kampfmittelbelastung des Kampfmittelräumdienstes Schleswig-Holstein NUIG [U 7] keine Kampfmittelver-dachtsfläche ist, wurden die Sondierungen ohne die Begleitung eines Feuerwerker gem. § 20 SprengG durchgeführt.

## **5. UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE**

### **5.1 Maststandort km 235,5+00**

An dem Maststandort für den Signalmast „Vorsignal Va“ wurden die Sondierbohrung BS 1 und die schwere Rammsondierung DPH 1 bei km 235,5+00 ausgeführt.

In der Sondierbohrung BS 1 wurde bis in eine Tiefe von 1,5 m eine sandige Auffüllung angetroffen. Die Auffüllung weist neben humosen Beimengungen auch schluffige Bestandteile auf.

Unter den aufgefüllten Sanden folgen bis zu der Endteufe von 8 m gewachsene Mittelsande mit schwach feinsandigen Gemengeanteilen.

Die gewachsenen Sande sind gemäß den ausgeführten schweren Rammsondierungen mit Schlagzahlen von  $7 \leq n_{10} \leq 11$  bis in Tiefen von 3,4 m mitteldicht gelagert. Ab den vorgenannten Tiefen wurden bis zur Endteufe Schlagzahlen von  $7 \leq n_{10} \leq 26$  festgestellt was in der Hauptsache einer dichten Lagerung entspricht.

### **5.2 Maststandort km 236,3+00**

An dem Maststandort für den Signalmast „Signal A“ wurden die Sondierbohrung BS 10 und die schwere Rammsondierung DPH 10 bei km 236,3+00 ausgeführt.

In der Sondierbohrung BS 10 reicht die sandige, schwach kiesige Auffüllung bis in eine Tiefe von 0,8 m.

Unter der Auffüllung lagern bis zu der Endteufe von 8 m gewachsene Mittelsande mit feinsandigen und kiesigen Gemengeanteilen.

Die gewachsenen Sande sind gemäß den ausgeführten schweren Rammsondierungen mit Schlagzahlen von  $7 \leq n_{10} \leq 26$  bis zur Endteufe vorwiegend mind. dicht gelagert. Von 2,4 m bis 3,0 m wurde eine mitteldicht gelagerte feinsandige Mittelsandschicht festgestellt.

### **5.3 Maststandort km 237,1+70**

An dem Maststandort für den Signalmast „Signal P1“ wurden die Sondierbohrung BS 34 und die schwere Rammsondierung DPH 34 bei km 237,1+70 ausgeführt.

In der Sondierbohrung BS 34 wurde oberflächennah bis 0,5 m Tiefe eine sandige Auffüllung mit Bauschutt- und Wurzelresten erschlossen. Darunter wurde bis in eine Tiefe von 1,6 m schluffdominater Lehm erkundet. Eine stark organische, schluffige Marschbodenlage mit Schilffresten ist mit ca. 0,15 m Mächtigkeit vorhanden. Darunter stehen gewachsene Mittelsande mit deutlich feinsandiger Komponente bis zur Endteufe von 8 m Tiefe an.

Der Lehm- als auch der Marschboden ist von weich-steifer Konsistenz. Die darunter vorkommenden gewachsenen Sande weisen Schlagzahlen bis zur Endteufe von  $7 \leq n_{10} \leq 16$ . Die festgestellten Schlagzahlen bestätigen eine vorwiegend mindestens dichte Lagerung dieser Sande.

### **5.4 Maststandort km 237,3+65**

An dem Maststandort für den Signalmast „Signal P4“ wurden die Sondierbohrung BS 37 und die schwere Rammsondierung DPH 37 bei km 237,3+65 ausgeführt.

In der Sondierbohrung BS 37 wurde oberflächennah bis 0,4 m Tiefe eine sandige Auffüllung mit Bauschutt- und Wurzelresten erkundet. Bis in eine Tiefe von 1,3 m wurde ein sandiger Lehm Boden aufgeschlossen. Ein stark organischer, schluffig-toniger Marschboden mit Schilffresten ist darunter bis ca. 1,9 m Tiefe vorhanden. Darunter steht bis 8 m Tiefe eine Wechsellagerung aus grobkornführenden Mittelsanden und schluffigen Feinsanden an. Ein stark zersetzter Torf ist von 3,6 m bis 4,3 m Tiefe eingeschaltet.

Bei dem Lehm- sowie der Marschboden wurde eine weich-steife Konsistenz festgestellt. Die darunter vorkommende gewachsene Sande weisen von 2 bis 3 m Tiefe mind. dichte Lagerungsverhältnisse auf. Im Bereich zwischen Marsch- und Torfschicht sinken die Schlagzahlen auf  $n_{10} \leq 5$  ab; die Sande sind demnach in diesem Tiefenbereich mitteldicht gelagert. Unterhalb des Torfs bestätigen die dort festgestellten hohen Schlagzahlen eine vorwiegend mindestens dichte Lagerung der Sande bis zur Endteufe.

## **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 4022-1:1987-09.

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

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

Die ausgeführten bodenmechanischen Laborversuche sind in der Anlage 3 tabellarisch zusammengefasst. Im Einzelnen können die Ergebnisse der durchgeführten Laborversuche den Anlage 4 entnommen werden.

Bei den untersuchten **Sanden** der Bohrsondierung **BS 1** handelt es sich um feinsandigen Mittelsand der schwach grobsandführend ist. In den kiesführenden Sanden der Bohrsondierung **BS 10** besteht ein ausgewogenes Mischverhältnis der drei Sandfraktionen (Anlage 4.1). Die fein- bis mittelsandigen Böden der Bohrsondierungen **BS 34 und BS 37** weisen schluffige Bestandteile auf (Anlage 4.2). Die Ungleichförmigkeitszahlen liegen zwischen  $C_U = 2,0$  und  $C_U = 4,7$  weshalb es sich vorliegend um eng gestufte Sande (SE) handelt. Die Probe BS 34/5 wird jedoch mit einer Ungleichförmigkeitszahl von  $C_U = 11,25$  als weitgestufter Sand (SW) eingestuft.

Der untersuchte **Lehm** aus der Bohrsondierung **BS 34** ist kornanalytisch als schwach schluffig - toniger Sand anzusprechen, vgl. Körnungslinie auf der Anlage 4.3. Demnach handelt es sich um einen lehmigen Sand. Der untersuchte Wassergehalt beträgt 20,2%.

## 6.1 Baugrundkennwerte für erdstatische Berechnungen

Auf der Grundlage der Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse, der Laboruntersuchungen sowie unter Berücksichtigung von Erfahrungen mit vergleichbaren Böden können den einzelnen Bodenschichten nachfolgende Kennwerte zugeordnet werden. Bei den Kennwerten handelt es sich um charakteristische Werte gemäß DIN EN 1997-1:2009-09. Die Bodengruppen nach DIN 18196 sind hinter den jeweiligen Bodenschichten in Klammern angegeben. Ergänzend wurde für die jeweiligen Böden die Rammbarkeit angegeben.

**Tabelle 1: Baugrundkennwerte der angetroffenen Böden**

Bodenschicht [Bodengruppe]	Wichte	Scherfestigkeit		undrÄnierte Scherfes- tigkeit	Steife- zahl	Rammbar- keit
	$\gamma / \gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi'_k$ [°]	$c'_k$ [kN/m <sup>2</sup> ] ]	$c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_{sk}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	[-]
Auffüllung, sandig, z. T. humos (A [SE, SW, SU, SU*])	18/10	27,5	0	-	15	leicht bis mittelschwer
Lehm weich-steif (L [UL, UM])	20/10	27,5	0	30	5 - 10	leicht bis mittelschwer
Marsch, weich-steif (M [OT, OU, UA, UM])	18/10	22,5	5	10	3 - 5	leicht
Torf (H [HZ, HN])	11/1	15	0	5	0,5	leicht bis mittelschwer
Sande, mind. mitteldicht (S [SE, SI, SW, SU, SU*])	20/11	32,5	0	–	40	leicht bis mittelschwer
Sande, mind. dicht (S [SE, SI, SW, SU, SU*])	20/11	35	0	–	60	mittelschwer bis schwer

## 7. GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE

### 7.1 Grundwasserstände

Die beim Niederbringen der Sondierbohrungen im November 2019 angetroffenen Grundwasserstände sind neben den Profilsäulen der Anlage 2 aufgetragen.

In der Bohrsondierung BS 1 wurde in einer Tiefe von 3,44 m unter Gelände in den gewachsenen Sanden Grundwasser angebohrt. Nach Beendigung der Sondierbohrung liegt der gelotete Endwasserstand weiterhin bei 3,44 m unter Ansatzpunkt (- 3,73 m SO). Gleiches gilt für die Bohrsondierung BS 10, wo jedoch der Grundwasseranschnitt in einer Tiefe von 1,35 m unter Ansatzpunkt erfolgte. Der Endzustand wurde in einer Tiefe von 1,37 m gelotet, was - 1,65 m SO entspricht.

In den Sondierbohrungen BS 34 und BS 37 wurde oberhalb des Lehmbodens Stauwasser (sog. Schichtenwasser) in Tiefen von 0,5 m bzw. 0,45 m unter Gelände angetroffen. Die nach Beendigung der Sondierbohrungen geloteten Endwasserstände liegen bei 0,5 m (- 0,61 m SO) bzw. 0,42 m (- 0,52 m SO) unter Gelände.

Bei den geloteten Messwerten handelt es sich nicht um Ruhewasserstände in einem ausgebauten Sondierloch.

## 7.2 Bemessungswasserstände

Für den Maststandort km 235,5+00 (**BS 1**) wird auf der Basis der angetroffenen Grundwasserverhältnisse unter Einbeziehung eines Sicherheitszuschlages für das anstehende Grundwasser ein Bemessungswasserstand von **- 3,50 m SO** empfohlen.

Am Maststandort km 236,3+00 (**BS 10**) wurde innerhalb der gewachsenen Sande Grundwasser angetroffen. Es ist von einem Bemessungswasserstand von **- 1,50 m SO** auszugehen.

An den übrigen Maststandorten (**BS 34 und BS 37**) wurde Stauwasser angetroffen. Auf den bindigen Lehm- und Marschböden ist besonders nach niederschlagsreichen Zeiten mit einem Aufstau des versickernden Niederschlagswassers zu rechnen. Es ist von einem **Bemessungswasserstand bis nahezu an die Geländeoberfläche** auszugehen.

Es wird darauf hingewiesen, dass die oben empfohlenen Bemessungswasserstände auf den Ergebnissen einer Einzelmessung in einem Untergrundaufschluss basieren und deshalb die jahreszeitlichen Schwankungen nicht berücksichtigen. Sie müssen daher nicht zwangsläufig die höchsten zu erwartenden Grundwasserstände widerspiegeln.

# 8. GEOTECHNISCHE EINORDNUNGEN

## 8.1 Geotechnische Kategorie

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

## 8.2 Erdbebenzone

Gemäß DIN EN 1998-1/NA gehört das Planungsgebiet zu keiner Erdbebenzone und zu keiner diesbezüglichen geologischen Untergrundklasse.

## 9. GRÜNDUNG

Gemäß der vorgelegten Unterlagen sind die Signalmaste in kleiner Bauform geplant.

Für die Gründung der Signalmaste wird eine Tiefgründung auf **Rammpfählen** nach DIN EN 12699 empfohlen. Als Rammpfahlgründungen kommen im vorliegenden Fall z. B. **Stahlrohrpfähle** (Rammrohrpfähle) in Frage.

Für die weitere Planung sind die Ausführungen in der Unterlage S 8240.25.4 t [U 11] zu beachten.

### 9.1 Beginn tragfähiger Boden und Mindestabsetztiefe

Die erforderlichen Pfahllängen ergeben sich aus dem Abstand von dem späteren Aufbau (Adapter) bis zum Beginn der tragfähigen Schicht zuzüglich der erforderlichen Einbindelänge in den tragfähigen Baugrund.

Der Pfahl sollte grundsätzlich innerhalb der mindestens mitteldicht gelagerten Sande abgesetzt werden. Die erkundeten bindigen Böden (Lehm- und Marschböden) weisen nicht die erforderliche, mindestens steife Konsistenz auf.

Gemäß den Ausführungen aus der Unterlage S 8240.25.4 t [U 11] beträgt die erforderliche Rammrohrlänge mindestens 3 m.

Die Bemessungsprofile für die einzelnen Signalstandorte sind dem Abschnitt 9.5 zu entnehmen. Diesen Profilen kann dann auch jeweils der Beginn der tragfähigen Schicht (OK Sand, mindestens mitteldicht) entnommen werden.

### 9.2 Pfahltragfähigkeiten

Für die im Schlagrammverfahren eingebrachten Stahlrohrpfähle können für eine Vorbemessung folgende charakteristische Pfahlmantelreibungswerte  $q_{s,k}$  und Pfahlspitzenwiderstandswerte  $q_{b,k}$  in Ansatz gebracht werden. Bei den angegebenen Werten wird ein geschlossener Pfahlfuß (Pfropfen) vorausgesetzt, sodass der Spitzenwiderstand auf die gesamte Pfahlfußfläche inklusive Bodenpfropfen angesetzt werden kann. Sollte auf Grund der Größe des Pfahldurchmessers kein Pfropfen zu erwarten sein, ist Rücksprache mit dem Geotechnischen Sachverständigen zu halten.

Charakteristische Pfahlmantelreibung (Stahlrohrpfähle):

- Sande, mitteldicht  $q_{s,k} = 0,050 \text{ MN/m}^2$
- Sande, dicht  $q_{s,k} = 0,075 \text{ MN/m}^2$

Sowohl der Lehm als auch die Marsch sollten für den Vertikallastabtrag nicht hinzugezogen werden.

Charakteristischer Pfahlspitzenwiderstand (Stahlrohrpfähle):

- Sande, mitteldicht  $q_{b,k} = 2,00 \text{ MN/m}^2 \text{ (s/D= 0,035)}$
- Sande, dicht  $q_{b,k} = 3,80 \text{ MN/m}^2 \text{ (s/D= 0,035)}$

Zur Ermittlung des Bemessungswertes des Pfahlwiderstandes  $R_{c,d}$  ist der charakteristische Pfahlwiderstand  $R_{c,k}$  mit dem **Teilsicherheitsbeiwert für Widerstände** gemäß Tabelle A 2.3 nach DIN 1054 abzumindern. Im vorliegenden Fall gilt folgender **Teilsicherheitsbeiwert** (Pfahlwiderstände für Druckpfähle auf der Grundlage von Erfahrungswerten):

$$\gamma_t = 1,4$$

für die Bemessungssituationen BS-P, BS-T und BS-A.

Darüber hinaus sind bei der Ermittlung der Bemessungslasten die **Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen** zu berücksichtigen. Es gelten die Angaben nach Tabelle A 2.1 der DIN 1054. Die dort aufgeführten Sicherheitsbeiwerte für den Grenzzustand GEO-2 sind in Abhängigkeit von der Beanspruchungsart und der Bemessungssituation unterschiedlich. Daraus folgt der Bemessungswert  $E_d$  der Beanspruchungen und Einwirkungen.

Beim Nachweis ist allgemein folgende Bedingung einzuhalten:

$$E_d \leq R_d$$

Weiterhin wird auf die Ausführungen der Einbauanweisung S 8240.25.4 t [U 11] verwiesen. Darin sind Baugrundverhältnisse angegeben, für die die Pfahllängen bei bekannten Baugrundverhältnissen ohne Nachweis abgeleitet werden können. Es ist durch die Planer unter Berücksichtigung der charakteristischen Kennwerte des Baugrundes (Abschnitt 6.1) sowie der Bemessungsprofile (Abschnitt 9.5) zu prüfen, inwieweit die o. g. Einbauanweisung Anwendung finden kann.

### 9.3 Horizontale Pfahlbettung

Bei den vorliegenden Randbedingungen kann für den Nachweis der horizontalen Pfahlbettung (für Pfähle mit  $D \geq 0,30$  m) näherungsweise folgender **charakteristischer Bettungsmodul** in Ansatz gebracht werden.

$$k_{s,k} = E_{s,k}/D_s \quad [\text{kN/m}^3]$$

Der Anwendungsbereich vorgenannter Formel ist auf eine maximal charakteristische Horizontalverschiebung von  $\leq 2,0$  cm bzw.  $0,03 \times D_s$  begrenzt. Der kleinere Wert ist maßgebend.

Es wird empfohlen, die horizontale Bettung erst ab 1 m unter Geländeoberkante anzusetzen.

### 9.4 Ergänzende Hinweise zur Pfahlgründung

Bei der Pfahlherstellung sind Hindernisse, die aus Blöcken und Steinen bestehen können, nicht auszuschließen. Dies ist bei der Dimensionierung der Rammrohrpfähle zu berücksichtigen.

Bei ordnungsgemäßer Pfahlgründung sind Setzungen gering und liegen erfahrungsgemäß in einer Größenordnung von  $s < 10$  mm.

Bei der Herstellung von Rammpfählen werden gegenüber den Bohrpfahl-Systemen Schwingungen in den Untergrund eingebracht, die sich ausbreiten und im Falle von vorhandenen unterirdischen Leitungen zu Schäden an diesen führen können. Sofern Leitungen, vergleichbare Anlagen oder andere schwingungsanfällige Bauwerke in unmittelbarer Nähe vorhanden sein sollten, sind gegebenenfalls parallel Schwingungsmessungen durchzuführen.

Ein Absetzen des Rammrohrpfahls im Sand direkt über einer Torfschicht ist aufgrund zu geringer Überdeckung nicht zulässig.

### 9.5 Bemessungsprofile

Auf Grundlage der ausgeführten Untergrundaufschlüsse wird für die jeweiligen Maststandorte jeweils ein Bemessungsprofil für eine Rammpfahlgründung festgelegt. Die in der untenstehenden Tabelle 2 in fetter Schriftart dargestellten Böden repräsentieren den Baugrund mit ausreichenden Tragfähigkeitseigenschaften in Sinne der Einbauanweisung für Rammrohr mit Adapter [U 11]. Dabei handelt es sich um mindestens mitteldicht gelagerte Sande (nichtbindige Böden) bzw. um mindestens steifen bindigen

Böden. Der Vollständigkeit halber sind auch Böden aufgeführt, die diesen Anforderungen nicht entsprechen und aus geotechnischer Sicht keine ausreichende Tragfähigkeit besitzen (z. B. organische Weichschicht (Torf/Mudde) vgl. BS 37).

**Tabelle 2: Bemessungsprofile**

Bemessungsprofil	Bodenschicht <sup>1)</sup>	Kote, gemittelt [m SO]
<b>km 235,5+00 (BS 1)</b>	Auffüllung	0,0 bis - 1,5
	<b>Sande, mitteldicht</b>	<b>- 1,5 bis - 3,5</b>
	<b>Sande, dicht</b>	<b>- 3,5 bis - 8,0</b>
<b>km 236,3+00 (BS 10)</b>	Auffüllung	0,0 bis - 1,5
	<b>Sande, dicht</b>	<b>- 1,5 bis - 2,5</b>
	<b>Sande, mitteldicht</b>	<b>- 2,5 bis - 3,0</b>
	<b>Sande, dicht</b>	<b>- 3,0 bis - 8,0</b>
<b>km 237,1+70 (BS 34)</b>	Auffüllung	0,0 bis - 0,5
	Lehm, weich-steif	-0,5 bis - 2,0
	<b>Sande, dicht</b>	<b>- 2,0 bis - 8,0</b>
<b>km 237.3+65 (BS 37)</b>	Auffüllung	0,0 bis - 0,5
	Lehm, weich-steif	-0,5 bis - 1,5
	Marsch, weich-steif	-1,5 bis - 2,0
	Sande, mitteldicht	- 2,0 bis - 3,5
	Torf	- 3,5 bis - 4,5
	<b>Sande, dicht</b>	<b>- 4,5 bis - 8,0</b>
<sup>1)</sup> Die in fetter Markierung hervorgehobenen Schichten sind diese, in denen ein Absetzen des Pfahlfußes möglich ist.		

## 10. SCHADSTOFFUNTERSUCHUNG

Da bei der Gründung der Signalmaste planmäßig kein maßgeblicher Bodenaushub anfällt sowie die organoleptische Ansprache keine Hinweise auf eine signifikante Schadstoffbelastung lieferte, wurde auf eine Orientierende Schadstoffuntersuchung abstimmungsgemäß verzichtet.

## **11. HOMOGENBEREICHE**

### **11.1 Gewerke**

Für eine Ausschreibung nach der VOB, Teil C, Ausgabe 2016 ist auf Grundlage der uns vorliegenden Informationen zur geplanten Gründung eine Einteilung der Baugrundsichten in Homogenbereiche für das folgende Gewerk vorzunehmen:

- Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten nach DIN 18304:2016-09

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 gemäß zuvor genannter Norm erforderlichen Kennwerte sind in der Anlage 5 mit ihren möglichen Bandbreiten für alle maßgebenden Bodenschichten angegeben. Zudem ist darin die Norm/Richtlinie angegeben, nach der eine Überprüfung der jeweiligen Kennwerte durchzuführen ist.

### **11.2 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.

## **12. ERGÄNZENDE HINWEISE**

Grundsätzlich sind im gesamten Baubereich ggf. anstehender Oberboden sowie pflanzliche Bestandteile und größere Steine zu entfernen.

Im Arbeitsbereich vorhandene Versorgungsleitungen sind im Vorwege zu sichern bzw. umzulegen.

Werden zur Herstellung der Pfähle z. B. für Arbeitsebenen im Böschungsbereich Abgrabungen notwendig, so sind diese ggf. durch einen Verbau zu sichern.

Vor Beginn der Baumaßnahme wird die Durchführung eines Beweissicherungsverfahrens an den Nachbarbauwerken wie Bahnanlagen und ggf. Ver- und Entsorgungsleitungen etc. in unmittelbarer Umgebung der Maßnahme empfohlen.

Die durchgeführten Baugrundaufschlüsse stellen naturgemäß nur punktuelle Erkundungen des Untergrundes dar. Sofern im Zuge der weiteren Bautätigkeit davon abweichende Untergrundverhältnisse angetroffen werden, so ist der Geotechnische Sachverständige zu informieren.

#### **BBI Geo- und Umwelttechnik**

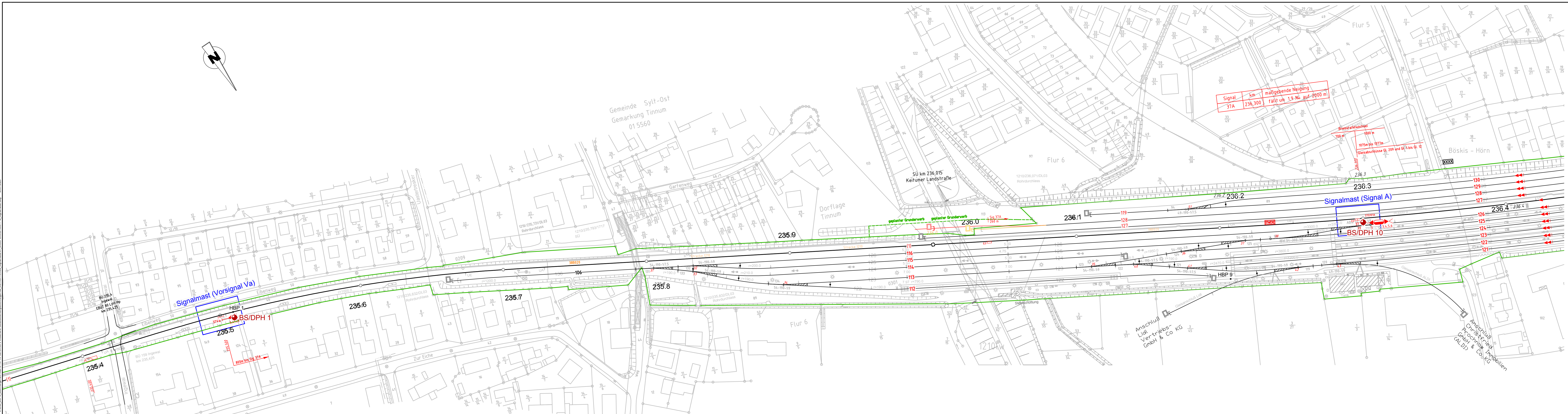


 i. A.   
 Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. S. Henke M.Sc. Geow. S. Gilberg



## **ANLAGENVERZEICHNIS**

Anlage 1	Lageplan der Untergrundaufschlüsse M. 1: 1000
Anlage 2	Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse M. d. H. 1: 100
Anlage 3	Zusammenstellung der Laborergebnisse
Anlage 4	Körnungslinien
Anlage 5	Homogenbereiche



Legende:

**BS/DPH** Sondierbohrung + Schwere Rammsondierung

•HBP                    Höhenbezugspunkt

	Lage Signalmast
--	-----------------

**Plangrundlage:**  
Signalanlageplan ESTW-A Keitum, Bf Westerland (Sylt), km 235,0-km 235,92 / km 235,9 - km 236,750 / km 236,7 - km 237,7 , Blatt 1-3,  
Planstand: 21.06.2019, Entwurfsplanung, Maßstab: 1:1000, Planverfasser: Gauff Rail Engineering, Martin-Hoffmann-Straße 18,  
12435 Berlin, Tel.: 030 / 24749-0

Planverfasser:	Proj...
----------------	---------



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

jekt Nr.:

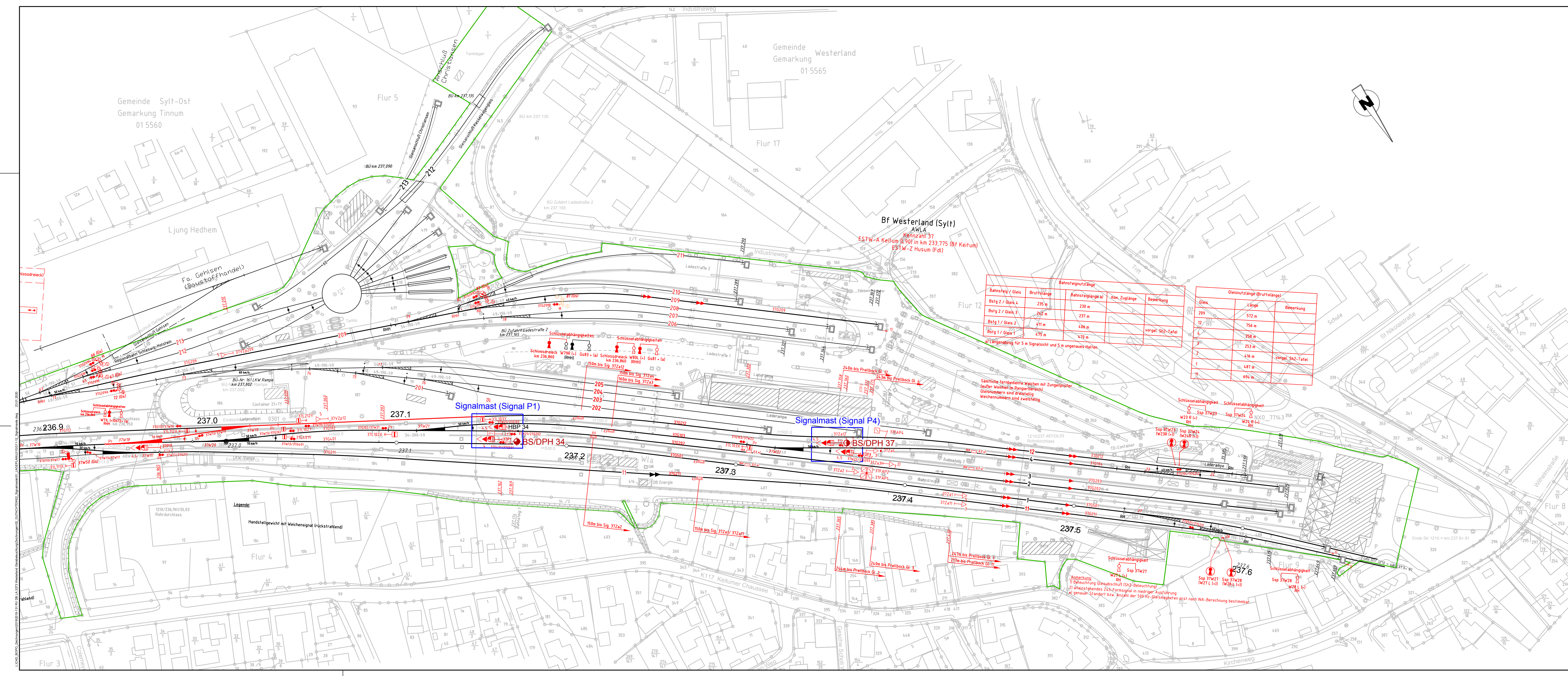
Urgen Nr.:

---

01GG11-12.dwg

Bauvorhaben:  
ESTW Westerland  
LA 3373 - Bf Westerland  
Strecke 1210, km 235,5 - km 237,4  
**LAGEPLAN SIGNALMASTE**  
LAGE DER UNTERGRUNDAUFSCHLÜSSE

Datum:	Blattgröße:	Gezeichnet:	Geprüft:	Maßstab:
26.02.2020	1300 x 297	So	Gi	1 : 1000




**Legende:**

- BS/DPH Sondierbohrung + Schwere Rammsondierung
- HBP Höhenbezugspunkt
- Lage Signalmast

Bahnsignallänge			
Bahnsig. / Gleis	Bruttolänge	Bahnsignallänge	max. Zuglänge
Bahnsig. 2 / Gleis 4	235 m	230 m	
Bahnsig. 2 / Gleis 3	242 m	237 m	
Bahnsig. 1 / Gleis 2	411 m	406 m	
Bahnsig. 1 / Gleis 1	475 m	470 m	

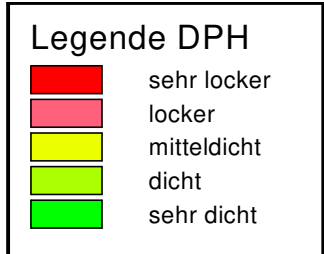
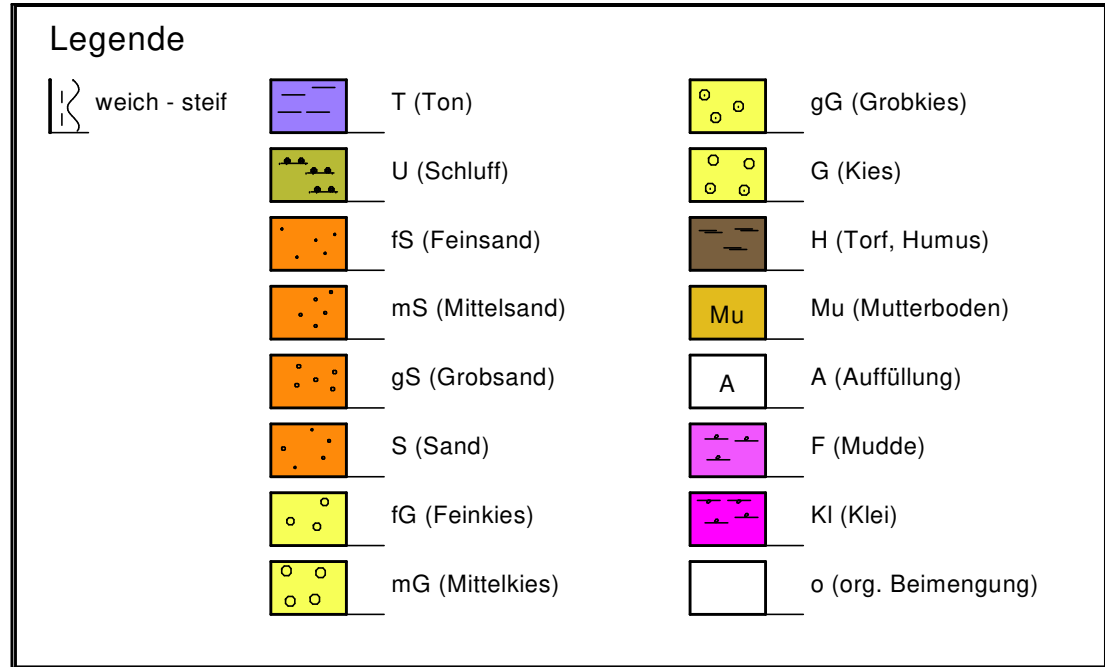
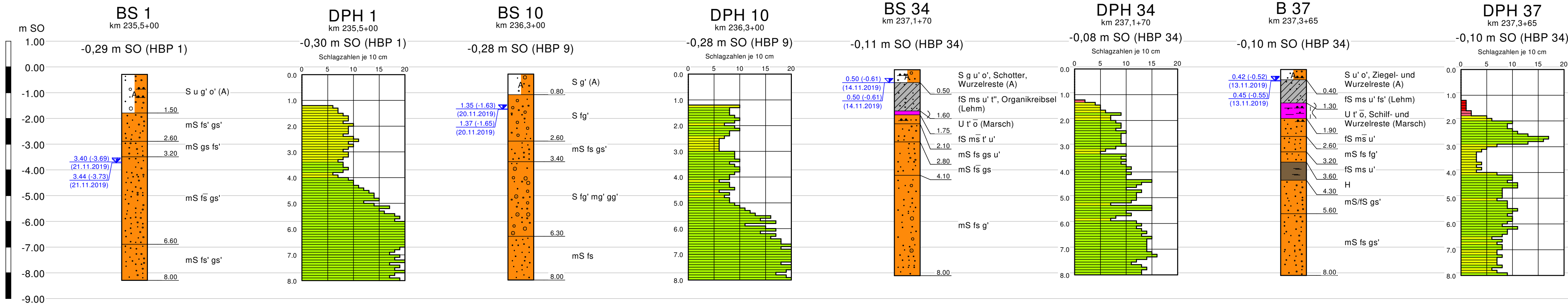
Gleisnutzlänge (Bruttolänge)		
Gleis	Länge	Bemerkung
209	572 m	
12	756 m	
4	258 m	
3	253 m	
2	416 m	vorgel. SN2-Tafel
1	487 m	
11	694 m	

**Planungsgrundlagen:**  
Signalanlageplan ESTW-A Keitum, Bf Westerland (Sylt), km 235,0-km 235,92 / km 235,9 - km 236,75 / km 236,7 - km 237,7. Blatt 1-3, Planstand: 21.06.2019, Entwurfsplanung, Maßstab: 1:1000, Planverfasser: Gauß Rail Engineering, Martin-Hoffmann-Straße 18, 12435 Berlin, Tel.: 030 / 24749-0

Planverfasser:	Projekt Nr.: 2019/131
	Anlagen Nr.: 1.2
BBi LÜBECKER STR. 1 22087 HAMBURG TEL. 040 / 229 468 - 0 FAX 040 / 229 468 40	Zeichnungs-nr.: L01GG11-12.dwg

**Bauvorhaben:**  
ESTW Westerland  
LA 3373 - Bf Westerland  
Strecke 1210, km 235,5 - km 237,4  
**LAGEPLAN SIGNALMASTE**  
**LAGE DER UNTERGRUNDAUFSCHLÜSSE**

Datum:	Blattgröße:	Gezeichnet:	Geprüft:	Maßstab:
26.02.2020	1125 x 400	So	Gi	1 : 1000



Beimengungen werden mit kleinen Buchstaben angegeben.  
Anteil der Beimengung : ' = schwach , '' = stark  
Beispiel : U<sub>s</sub>t' = schwach toniger, stark sandiger Schluff  
■ 5,2 Sonderprobe aus 5,2 m Tiefe unter Gelände  
▽ 6,00 (1.21) (01.01.2019) Grundwasser am 01.01.2019 in 6,00 m (1.21 mNN) Tiefe unter Gelände angebohrt  
▽ 7,00 (0.21) (01.01.2019) Grundwasserstand nach Beendigung der Bohrung  
▽ 6,50 (0.71) (01.01.2019) Ruhewasserstand in einem ausgebauten Bohrloch  
Zusatz : r. = Reste, st. = Stücke, str. = Streifen,  
wssf. = wasserführend, wssh. = wasserhaltig,  
kalkh. = kalkhaltig, zers. = zersetzt

Planverfasser:					Projekt Nr.:
 BERATENDE INGENIEURE BBi LÜBECKER STR. 1 22087 HAMBURG TEL. 040 / 229 468 - 0 FAX 040 / 229 468 40					2019/131
					Anlagen Nr.:
					2
					Zeichnungs-Nr.:
					U01GG02.BOP
Bauvorhaben:					
ESTW Westerland LA 3373 - Bf Westerland Strecke 1210, km 235,5 - km 237,4  SIGNALMASTE ERGEBNISSE DER UNTERGRUNDAUFSCHLÜSSE					
Datum:	Blattgröße:	Gezeichnet:	Geprüft:	Maßstab:	
26.02.2020	890 x 297	So	Gi	d. H. 1 : 100	

## ZUSAMMENSTELLUNG DER VERSUCHSERGEBNISSE



Entnahmestelle		BS 1/2	BS 1/5	BS 10/3	BS 10/6	BS 34/2	BS 34/4	BS 34/5	BS 37/4
Bodenbezeichnung		S	S	S	S	L	S	S	S
Entnahmetiefe unter Gelände	m	2,6	5,5	2,6	5,4	1,6	2,1	2,8	2,6
Entnahmeart		gestört	gestört	gestört	gestört	gestört	gestört	gestört	gestört
Wassergehalt [ w ]	%					20,2			
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	4.1	4.1	4.1	4.1	4.3	4.2	4.2	4.2
Rohtongehalt	%								
Glühverlust [ V <sub>gl</sub> ]	%								
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

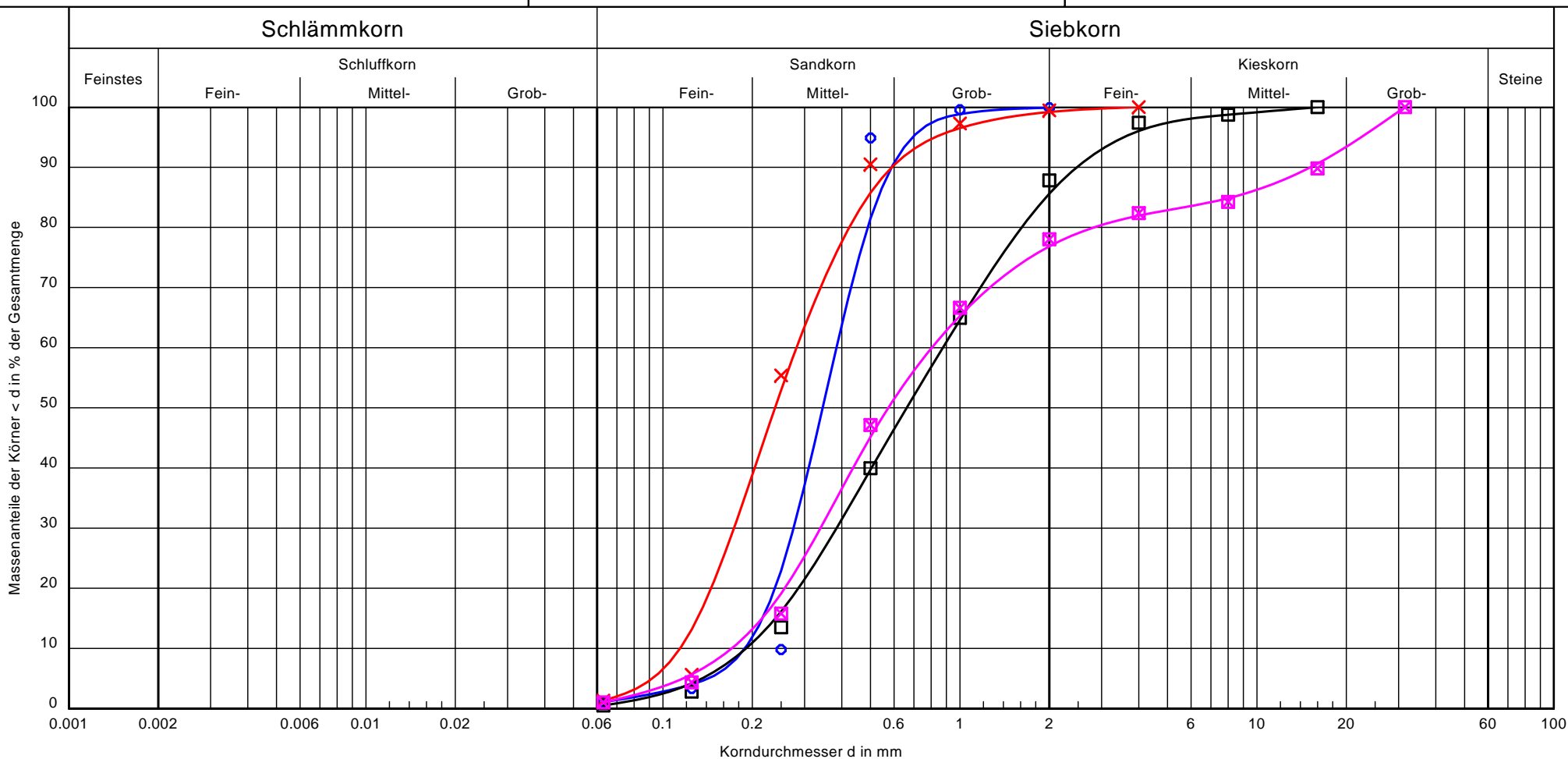
# Körnungslinie

## LA 3373 - Bf Westerland

### Signalmast

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Trockensiebung



Signatur				
Bodenart:	mS, fs', gs'	mS, fs, gs'	S, fg'	S, fg', mg', gg'
Tiefe:	2,6 m	5,5 m	2,6 m	5,4 m
Cu/Cc:	2.0/1.0	2.5/0.9	4.6/0.9	4.7/0.8
Entnahmestelle:	BS 1/2	BS 1/5	BS 10/3	BS 10/6
Entnahmedatum:	21.11.2019	21.11.2019	20.11.2019	20.11.2019

Bemerkungen:

Projekt-Nr.:  
2019/131  
Anlage:  
4.1



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

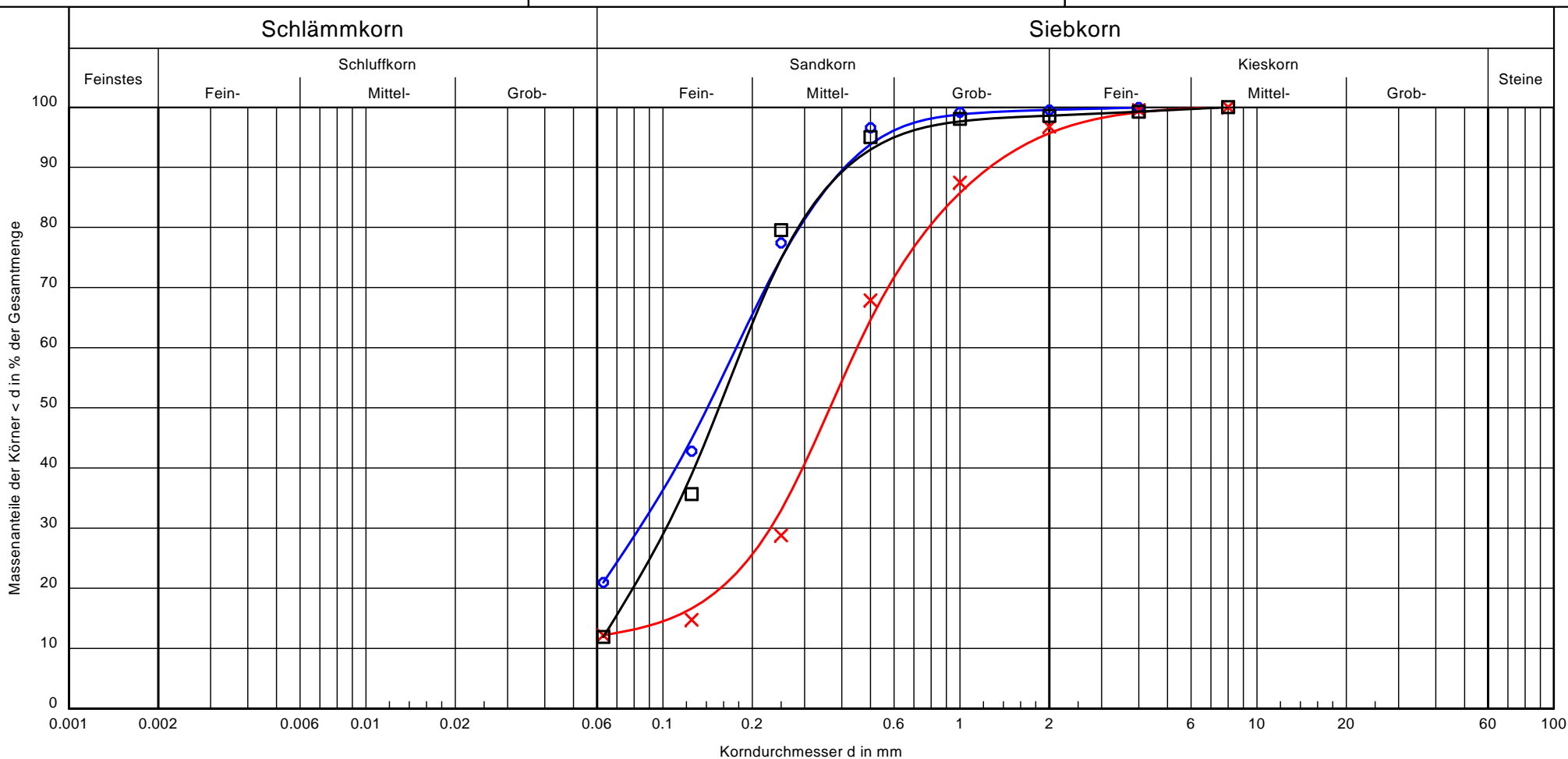
# Körnungslinie

## LA 3373 - Bf Westerland

### Signalmaße

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Nasssiebung



Signatur			
Bodenart:	fS, mS, u	mS, fs, gs, u'	fS, mS, u'
Tiefe:	2,1 m	2,8 m	2,6 m
Cu:	2,2	11,3	3,0
Entnahmestelle:	BS 34/4	BS 34/5	BS 37/4
Entnahmedatum:	14.11.2019	14.11.2019	13.11.2019

Bemerkungen:

Projekt-Nr.:  
2019/131  
Anlage:  
4.2



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: Mo

Datum: 11.12.19

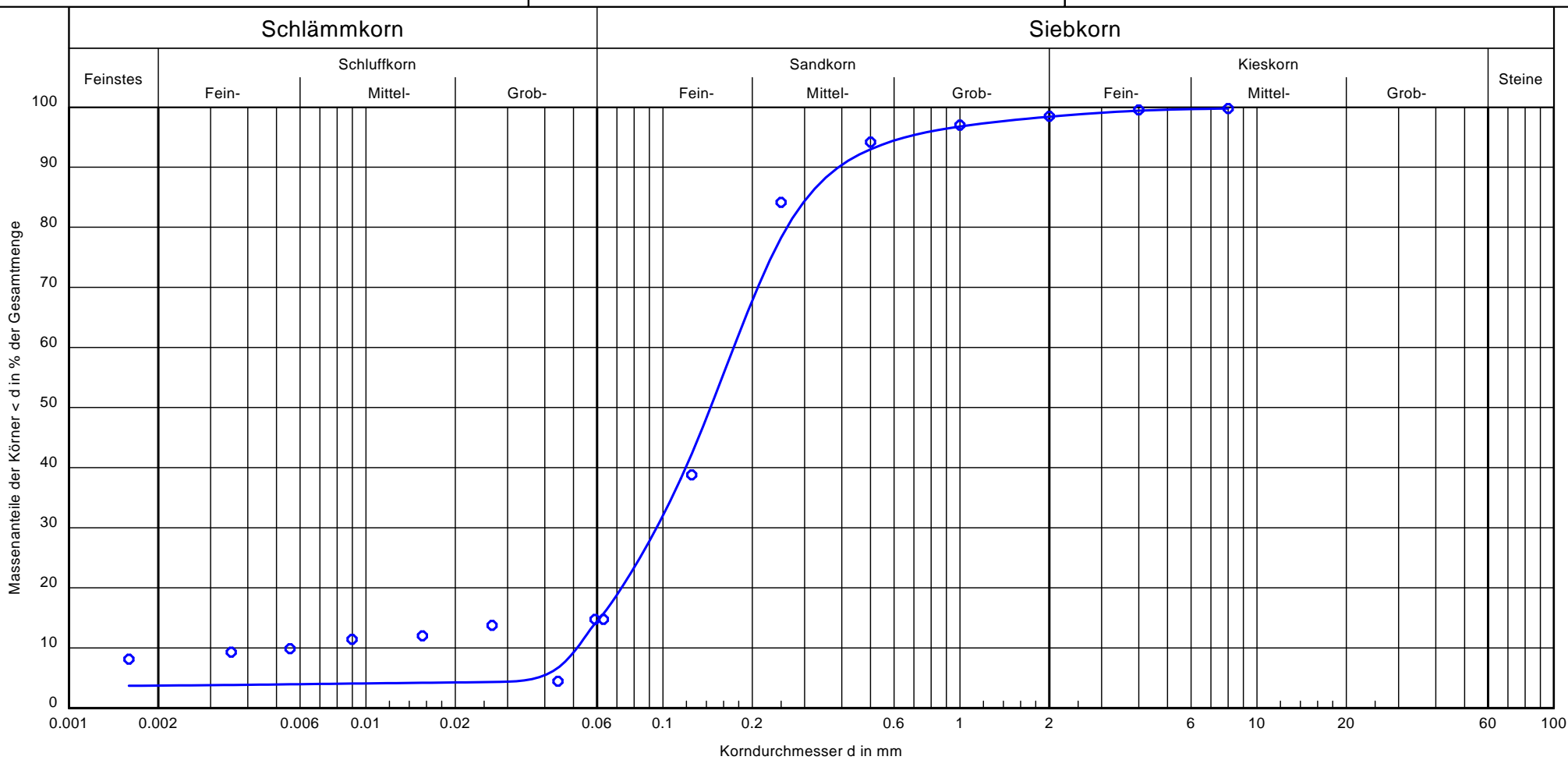
# Körnungslinie

## LA 3373 - Bf Westerland

### Signalmaße

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Kombinierte Analyse



Signatur		Bemerkungen:	Projekt-Nr.: 2019/131 Anlage: 4.3
Bodenart:	fS, ms, u', t' (L)		
Tiefe:	1,6 m		
Cu/Cc:	3.4/1.0		
Entnahmestelle:	BS 34/2		
Entnahmedatum:	14.11.2019		



Bandbreiten der Kennwerte für die Charakterisierung der relevanten Homogenbereiche  
Gewerk Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten nach DIN 18304:2016-09

Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten DIN 18304							
Nr.	Eigenschaften / Kennwerte	Einheit	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5
	Ergänzend ortsübliche Bezeichnung		Auffüllung, sandig -schluffig	Lehm	Marsch	Torf	Sand schluffig- kiesig
1	Korngrößenverteilung nach DIN 18123 mit Körnungsbändern		siehe Anlage 5.1	siehe Anlage 5.2	siehe Anlage 5.3	nicht relevant	siehe Anlage 5.4
2a	Massenanteil an Steinen nach DIN EN ISO 14688	[%]	0 – 30	0 – 40 *	0 – 10 *	0 – 10 *	0 – 30 *
2b	Massenanteil Blöcke nach DIN EN ISO 14688	[%]	0 – 15	0 – 30 *	0 – 5 *	0 – 5 *	0 – 15 *
2c	Masseanteil große Blöcke nach DIN EN ISO 14688	[%]	0 – 5	0 – 5 *	0 – 2 *	0 – 2 *	0 – 5 *
4	Dichte nach DIN EN ISO 17892-2	[g/cm³]	1,7 – 1,9	1,9 – 2,2	1,5 – 1,9	1,0 - 1,2	1,7 – 2,0
5	Kohäsion nach DIN 1837-1, DIN 18137-2 und DIN 18137-3	[kN/m²]	nicht bestimmbar	2 – 40	2 – 40	0 – 10	nicht bestimmbar
6	undräßierte Scherfestigkeit nach DIN 18137-2	[kN/m²]	nicht bestimmbar	5 – 200	5 – 200	0 – 20	nicht bestimmbar
8	Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1	[%]	nicht bestimmbar	5 – 30	5 – 30	30 - 1000	nicht bestimmbar
9	Konsistenz nach DIN EN ISO 14688-1		nicht bestimmbar	weich bis steif	weich bis steif	nicht bestimmbar	nicht bestimmbar
10	Konsistenzzahl nach DIN 18122-1	[-]	nicht bestimmbar	0,5 – 1,25	0,5 – 1,1	nicht bestimmbar	nicht bestimmbar
12	Plastizitätszahl DIN 18122-1	[%]	nicht bestimmbar	5 – 30	5 – 30	nicht bestimmbar	nicht bestimmbar
14	Lagerungsdichte: Definition nach DIN EN ISO 14688-2, Bestimmung nach DIN 18126		sehr locker bis sehr dicht	nicht bestimmbar	nicht bestimmbar	nicht bestimmbar	locker bis sehr dicht
15	Kalkgehalt nach DIN 18129	[%]	0 – 1	0 – 1	0 – 20	0 – 1	0 – 1
17	Organischer Anteil nach DIN 18128	[%]	< 3	< 3	2 - 30	20 – 100	< 3
18	Benennung und Beschreibung organischer Böden nach DIN EN ISO 14688-1		unorganisch bis leicht organisch	unorganisch bis leicht organisch	leicht organisch bis stark organisch	stark organisch	unorganisch bis leicht organisch
19	Abrasivität nach NF P18-579 **		„stark bis extrem abrasiv“	„stark bis extrem abrasiv“	"kaum abrasiv bis schwach abrasiv"	"kaum abrasiv"	„stark bis extrem abrasiv“
20	Bodengruppe nach DIN 18196		A [SE, SI, SW, SU, SU*]	UL, UM	OT, OU, UA, UM	HZ, HN	SE, SI, SW, SU, SU*

\* Im Übergangsbereich bzw. durch Vermengung mit Gerölllagen großer Mächtigkeit sind bereichsweise auch signifikant größere Stein- und Blockmassenanteile nicht auszuschließen.  
\*\* Bei Vorhandensein von Stein- und Geröllhindernissen ist lokal abweichend von extremer Abrasivität der Böden auszugehen



GEO- UND UMWELTECHNIK  
INGENIEUR-GESELLSCHAFT MBH

BERATENDE INGENIEURE

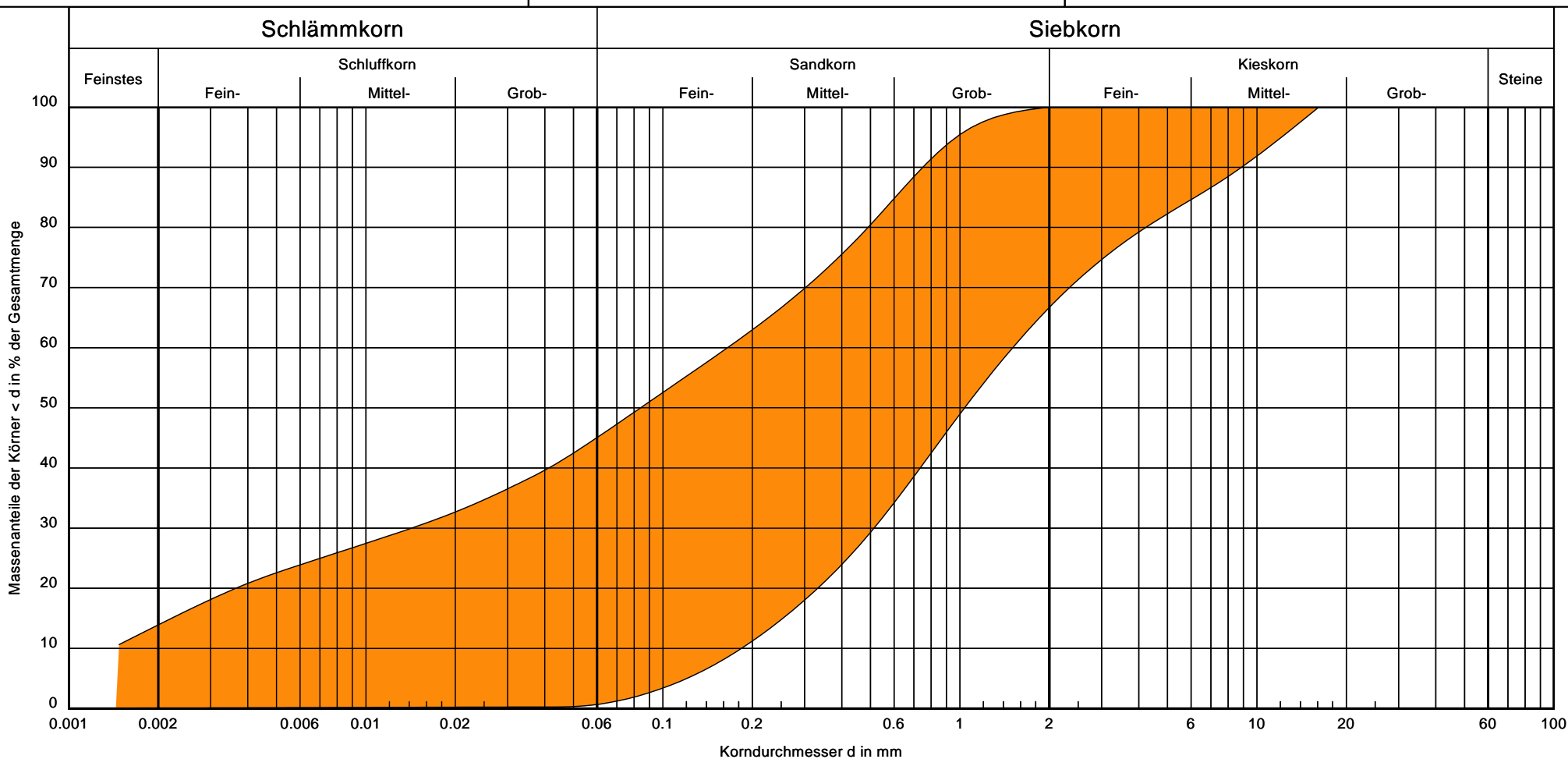
BBI LÜBECKER STR. 1 22087 HAMBURG TEL. 040 / 229 468 - 0 FAX 040 / 229 468 40

Bearbeiter: Gi Datum: 04.12.2019

# Körnungsband

## ESTW Westerland

### Signalmaße - Homogenbereiche



Signatur	Körnungsband: Auffüllung, sandig-schluffig (R1)	Bemerkungen: organische Beimengung z. T. Bauschutthaltig	Projekt-Nr.: 2019/131 Anlage: 5.1
Bodenart:			
Tiefe:			
U/Cc:			
Entnahmestelle:			



GEO-UND UMWELTECHNIK  
INGENIEUR-GESELLSCHAFT MBH

BERATENDE INGENIEURE

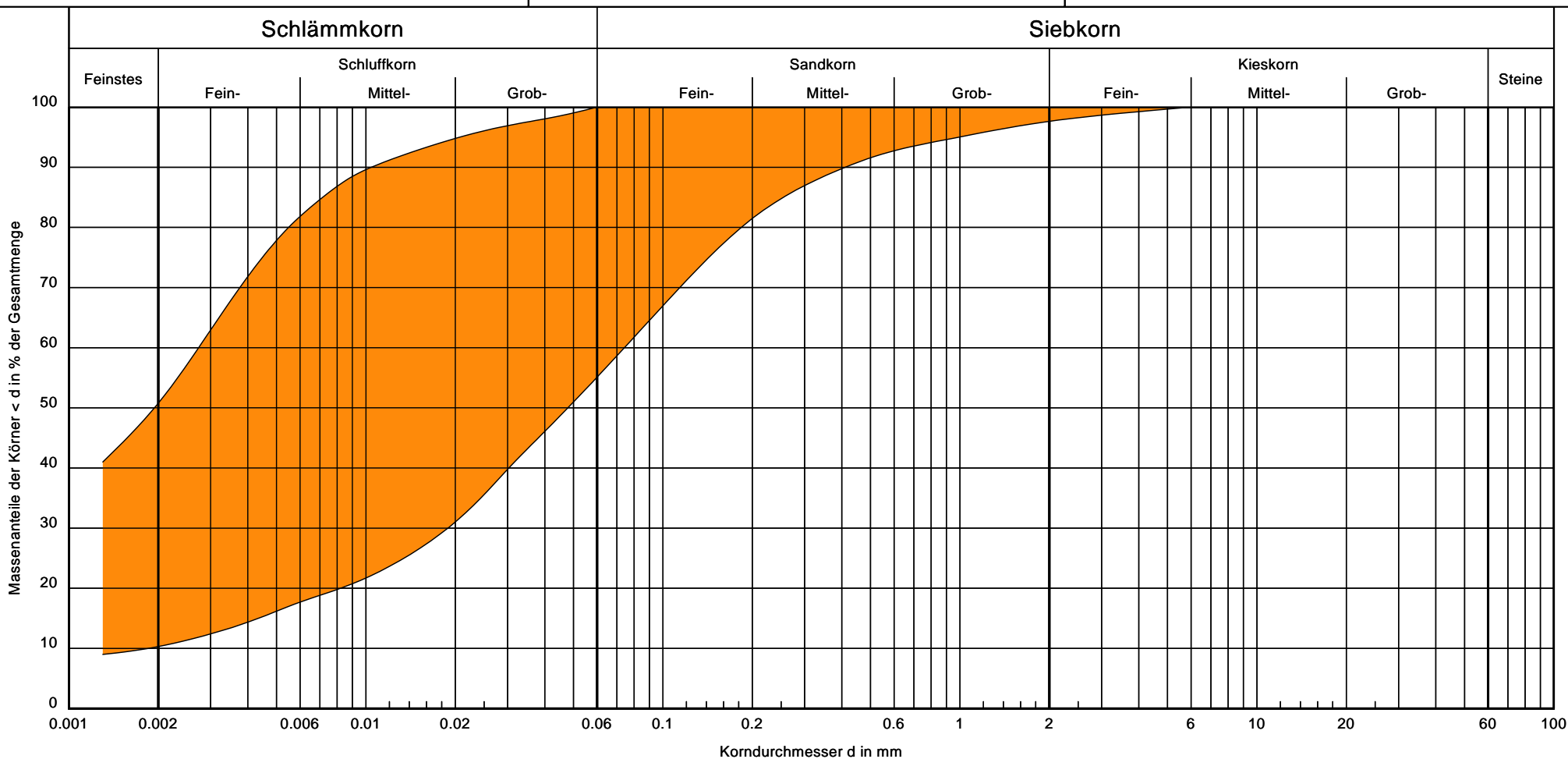
BBI LÜBECKER STR. 1 22087 HAMBURG TEL. 040 / 229 468 - 0 FAX 040 / 229 468 40

Bearbeiter: Gi Datum: 04.12.2019

# Körnungsband

## ESTW Westerland

### Signalmaste - Homogenbereiche



Signatur	Körnungsband: Lehm schluffig-sandig (R 2a & R 2b)	Bemerkungen:	Projekt-Nr.: 2019/131 Anlage: 5.2
Bodenart:			
Tiefe:			
U/Cc:			
Entnahmestelle:			



GEO- UND UMWELTECHNIK  
INGENIEUR-GESELLSCHAFT MBH

BERATENDE INGENIEURE

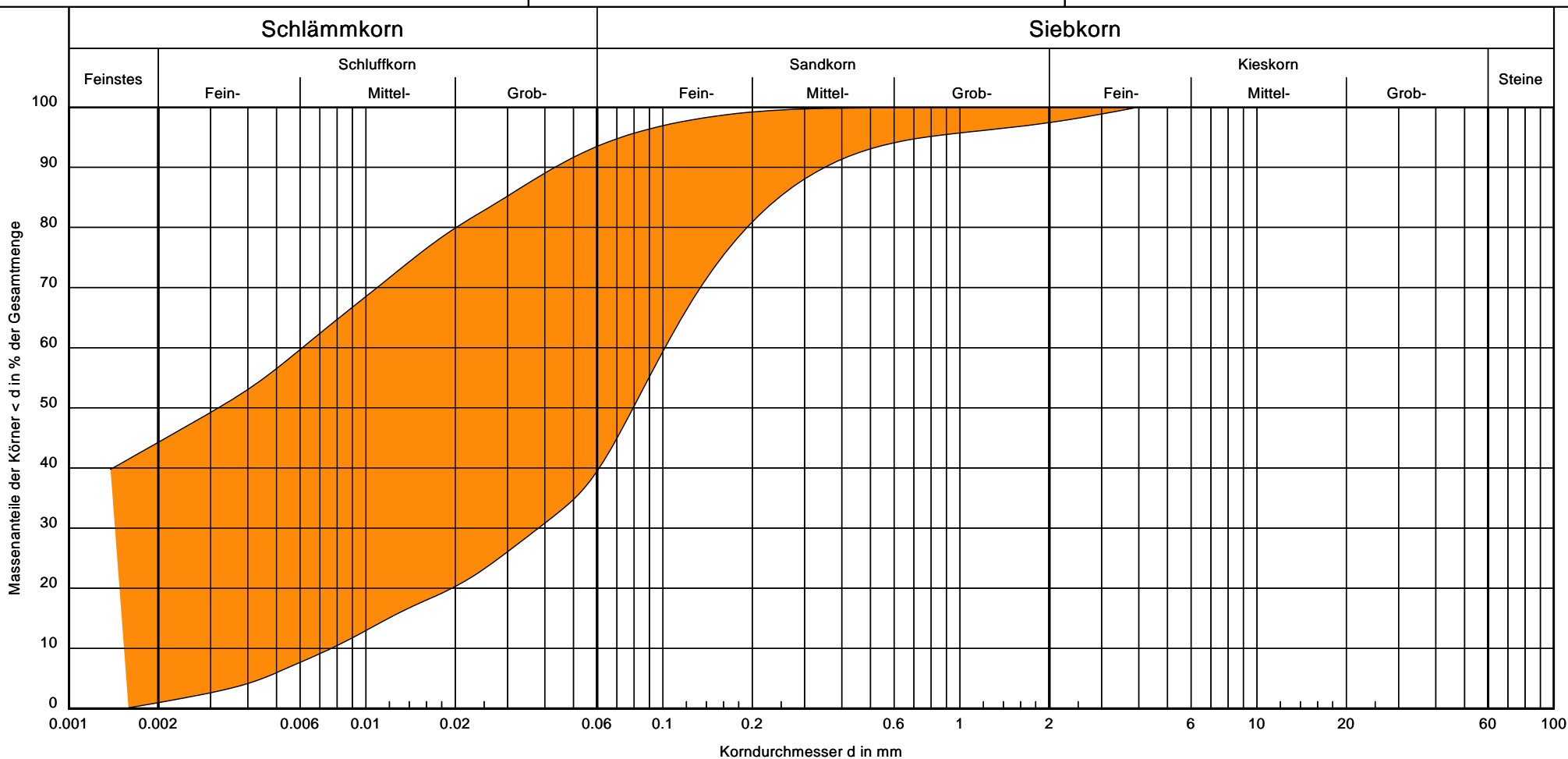
BBI LÜBECKER STR. 1 22087 HAMBURG TEL. 040 / 229 468 - 0 FAX 040 / 229 468 40

Bearbeiter: Gi Datum: 04.12.2019

# Körnungsband

## ESTW Westerland

### Signalmaße - Homogenbereiche



Körnungsband: Marschböden (R 3)

Bemerkungen:

Stark organikhaltig

Projekt-Nr.:  
2019/131  
Anlage:  
5.3



GEO- UND UMWELTECHNIK  
INGENIEUR-GESELLSCHAFT MBH

BERATENDE INGENIEURE

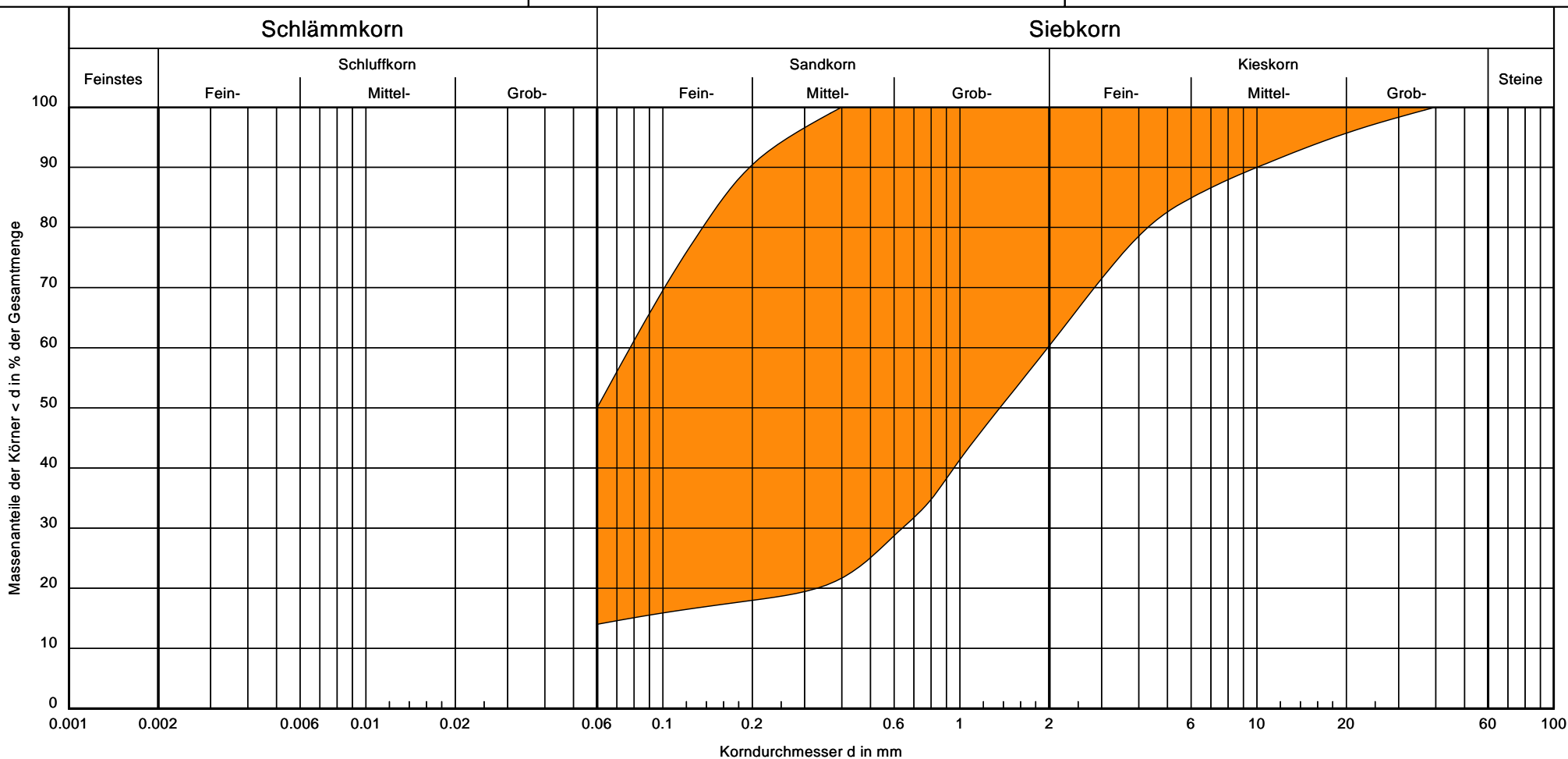
BBI LÜBECKER STR. 1 22087 HAMBURG TEL. 040 / 229 468 - 0 FAX 040 / 229 468 40

Bearbeiter: Gi Datum: 04.12.2019

# Körnungsband

## ESTW Westerland

### Signalmaße - Homogenbereiche



Signatur	Körnungsband: Sand schluffig-kiesig (R 5)	Bemerkungen:	Projekt-Nr.: 2019/131 Anlage: 5.4
Bodenart:			
Tiefe:			
U/Cc:			
Entnahmestelle:			