



Ingenieurgesellschaft  
**von Lieberman**  
» Bauen und Umwelt «

# Geotechnischer Bericht

3. Version

**Borchertring, Schule + Sportplatz**  
**Baugrundbeurteilung für den Neubau von mehreren Wohngebäuden**

32 Seiten, 7 Anlagen

**Auftraggeber:**

**SAGA Siedlungs- Aktien-  
gesellschaft Hamburg**  
z.Hd. [REDACTED]  
Poppenhusenstraße 2  
22305 Hamburg

**Verfasser:**

**von Lieberman GmbH**  
Ruhrstraße 57  
22761 Hamburg  
Tel.: 040 / 500 993-0  
Fax: 040 / 500 993-33

**Geotechnische Erkundungen:**

Joern Thiel Baugrunduntersuchungen GmbH  
TerraV GbR  
Geotechnik Nord GmbH

**Projektbearbeitung:**



**Projektnummer (von Lieberman):**  
**Projektnummer (SAGA):**  
**Bestellnummer:**

19013-02  
2000-9120-747-04  
4700010978

Hamburg, 05.11.2025

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>1</b>
1.1	Veranlassung und Aufgabenstellung .....	1
1.2	Verwendete Planungsunterlagen .....	1
1.3	Geplante Baumaßnahme .....	3
<b>2</b>	<b>Geotechnische Untersuchungen .....</b>	<b>4</b>
2.1	Regionale Geologie .....	4
2.2	Baugrunderkundung .....	4
2.3	Probenahme - Laboruntersuchungen .....	6
<b>3</b>	<b>Baugrundverhältnisse .....</b>	<b>9</b>
3.1	Schichtenfolge .....	9
3.2	Charakteristische Bodenkennwerte .....	10
3.3	Grund- bzw. Stauwasserstände .....	13
3.3.1	Durchlässigkeit der anstehenden Baugrundsichten .....	14
3.3.2	Versickerungsmöglichkeiten in den Untergrund .....	15
3.3.3	Einordnung der Beton- und Stahlaggressivität des Bodens .....	16
<b>4</b>	<b>Gründungsbeurteilung .....</b>	<b>17</b>
4.1	Gründungsempfehlung .....	17
4.2	Spezielle Anforderungen an Teilverdrängungsbohrpfählen .....	18
4.3	Pfahlvorbemessung .....	18
<b>5</b>	<b>Hinweise zur Bauausführung .....</b>	<b>22</b>
5.1	Wasserhaltung während der Bauzeit .....	22
5.2	Baugrubenverbau .....	22
5.3	Erd- und Verdichtungsarbeiten .....	22
5.4	Trockenhaltung des Bauwerks .....	24
5.5	Sumpfgas / Gassicherungsmaßnahmen .....	24
<b>6</b>	<b>Umweltgeologische Untersuchungen .....</b>	<b>25</b>
6.1	Altlastenhinweiskataster .....	25
6.2	Ergebnisse der chemischen Bodenuntersuchungen .....	25
6.3	Kostenschätzung .....	26
6.3.1	Aushubmaterial .....	27
6.3.2	Wiederverfüllung .....	27
<b>7</b>	<b>Schlussbemerkung .....</b>	<b>28</b>

## *Anlagenverzeichnis*

### **Anlage 1**

Übersichtsplan (Maßstab 1:5.000)

### **Anlage 2**

Lageplan der Aufschlusspunkte inkl. Bohrprofile (Maßstab der Höhen der Bohrprofile 1:100)

### **Anlage 3**

Schichtenverzeichnisse der Thiel Baugrunduntersuchung GmbH und TerraV GbR

### **Anlage 4**

Prüfbericht Prüfbericht B 5961 und B 6334 der AMM-GmbH

### **Anlage 5**

Prüfbericht-Nr. 2018P516655/1; 2018P516656; 2019P513743 und 2019P513744 der GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH

### **Anlage 6**

Prüfbericht-Nr. 29081845 der Dr. Döring Laboratorien

### **Anlage 7**

Pfahlvorbemessungen für Teilverdrängungsbohrpfähle der von Lieberman GmbH

## Tabellenverzeichnis

<b>Tabelle 1:</b> Übersicht der durchgeführten Sondierungen .....	5
<b>Tabelle 2:</b> Zusammenstellung der Bodenproben und Entnahmebereiche zur bodenmechanischen Laboruntersuchung .....	6
<b>Tabelle 3:</b> Zusammenstellung der Mischproben und Entnahmebereiche der Einzelproben zur Analytik gem. LAGA (M20, Fassung 2004) und BBodSchV bzw. zur Analyse auf die Beton- und Stahlaggressivität .....	8
<b>Tabelle 4:</b> Ergebnisse der durchgeführten bodenmechanischen Laboruntersuchungen.....	9
<b>Tabelle 5:</b> Merkmale der erkundeten Baugrundsichten.....	10
<b>Tabelle 6:</b> Ansatzwerte für erdstatische Berechnungen / charakteristische Bodenkenwerte .....	11
<b>Tabelle 7:</b> Angaben zu Homogenbereichen .....	12
<b>Tabelle 8:</b> Spezifische Anforderungen an Ersatzboden .....	13
<b>Tabelle 9:</b> Erkundete Grundwasserstände .....	13
<b>Tabelle 10:</b> Empfohlene Bemessungsgrundwasserstände .....	14
<b>Tabelle 11:</b> Beurteilung der Wasserdurchlässigkeit nach DIN 18130, T1 .....	15
<b>Tabelle 12:</b> Einwertung Beton- und Stahlaggressivität des Bodens .....	16
<b>Tabelle 13:</b> Charakteristische Spitzenwiderstände und charakteristische Mantelreibung für Teilverdrängungspfähle anhand CPT 2, 9 und 12 (gem. EA-Pfähle), bei Betrachtung des tragfähigen Geschiebemergels als nicht bindig .....	20
<b>Tabelle 14:</b> Übersicht über die Vorbemessung einzelner Pfähle anhand der CPT 2, 9 und 12 .....	21
<b>Tabelle 15:</b> Aus Pfahlvorbemessung ermittelte Federsteifigkeiten .....	21
<b>Tabelle 16:</b> Zuordnung von Verdichtungsgrad und Verformungsmodul $E_{v2}$ und $E_{vd}$ nach ZTVE-StB 94 und ZTVT-StB 95 .....	23
<b>Tabelle 17:</b> Zuordnung und Einstufung des Bodenmaterials nach LAGA.....	25
<b>Tabelle 18:</b> Zuordnung und Einstufung des Bodenmaterials nach DepV .....	26
<b>Tabelle 19:</b> Zuordnung und Einstufung des Bodenmaterials nach BBodSchV .....	26
<b>Tabelle 20:</b> Preise für die Verwertung / Entsorgung von Bodenaushub .....	26
<b>Tabelle 21:</b> Geschätzte Volumina und Kosten der anfallenden Böden im gesamten Projektgebiet....	27

# 1 Einleitung

## 1.1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Im Rahmen eines Bebauungsplanverfahrens wird die Umnutzung der Schule und des Sportplatzes Borcherring (Flurstücke 1110 + 910) in 22309 Hamburg-Steilshoop für eine Bebauung mit 5-geschossigen Wohngebäuden inklusive einer Tiefgarage geplant. Ein konkreterer Bebauungsplan stand zum Zeitpunkt der Sondierarbeiten nicht fest. Die Lage des Untersuchungsgebiets ist Anlage 1 zu entnehmen.

Auf Grundlage des am 06.02.2014 zwischen der von Lieberman GmbH und der SAGA GWG Gesellschaft für Wohnen und Bauen mbH geschlossenen Rahmenvertrages für Baugrundbegutachtungen wurde die von Lieberman GmbH am 06.08.2018 mit den baugrundtechnischen und umweltgeologischen Untersuchungen für den Neubau der o.g. Wohngebäude beauftragt.

Am 22.05.2019 wurde die von Lieberman GmbH für weiterführende Nachuntersuchungen beauftragt, mit dem Zweck, die geotechnische Situation und die daraus entstehenden Kosten für das Baukonzept besser einschätzen zu können.

In Folge des Aufschlusskonzeptes, sind sowohl für baugrundtechnische als auch für umweltgeologische Zwecke, Raster-Beprobungen durchgeführt worden.

Übergeordnetes Ziel der Untersuchung ist es, für diese Baumaßnahme den anstehenden Baugrund im angenommenen gründungsrelevanten Bereich geotechnisch und umweltgeologisch zu erkunden sowie eine Baugrundbeurteilung mit Gründungsempfehlungen zu erstellen.

## 1.2 Verwendete Planungsunterlagen

Neben den gegenwärtigen gültigen Normen, Richtlinien und Vorschriften für Erd- und Grundbau standen der von Lieberman GmbH für die Ausarbeitung des geotechnischen Berichts folgende Unterlagen zur Verfügung:

- [U1] *Erkundungs- und Sondierungskonzeptpläne der von Lieberman GmbH*
- [U2] *umfassende Leitungspläne in unterschiedlichen Maßstäben*
- [U3] *Bohrdiagramme und Schichtenverzeichnisse der Geländearbeiten der Thiel Baugrunduntersuchung GmbH*
- [U4] *Bohrdiagramme und Schichtenverzeichnisse der Geländearbeiten der TerraV GbR*
- [U5] *Prüfberichte Nr. 2018P516655/1; 2018P516656; 2019P513743 und 2019P513744 der GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Flensburger Str. 15 in 25421 Pinneberg*
- [U6] *Handbuch EC 7-1: Handbuch Eurocode 7 . Geotechnische Bemessung, Band 1 Allgemeine Regeln. 1. Auflage, Beuth Verlag, Berlin, 2011.*
- [U7] *Handbuch EC 7-2: Handbuch Eurocode 7 . Geotechnische Bemessung, Band 2 Erkundung und Untersuchung. 1. Auflage, Beuth Verlag, Berlin, 2011*
- [U8] *DWA-A 138 Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, 04/2005*
- [U9] *Prüfbericht Nr. B 5961 und B 6334 der AMM GmbH, Gessertshausener Straße 3 in 86356 Neusäß*
- [U10] *Prüfbericht Nr. 29081845 der Dr. Döring Laboratorien, Haferwende 12 in 28357 Bremen*

- [U11] *Bohrkataster des Geologischen Landesamtes Hamburg, BUE*

Planänderungen oder neuere Erkenntnisse können Einfluss auf unsere Bewertung haben.

### **1.3 Geplante Baumaßnahme**

Geplant ist die Umnutzung des Schulgeländes, sowie des Sportplatzes im Borcherring. Bis auf eine anzunehmende Geschossanzahl, standen zum Zeitpunkt der Untersuchungen keine genauen Planunterlagen zur Verfügung. Das erweiterte Erkundungskonzept wurde jedoch mit dem Auftraggeber abgestimmt.

Die Baugrundaufschlüsse im August 2018 und Mai/Juni 2019 wurden durch die Ingenieurgesellschaft *von Lieberman GmbH* projektiert, koordiniert und von *Thiel Baugrunduntersuchungen GmbH TerraV GbR* sowie *Geotechnik Nord GmbH* durchgeführt. Bodenmechanische Laboruntersuchungen oblagen der AMM GmbH, Gessertshausener Str. 3, 86356 Neusäß. Chemische Untersuchungen erfolgten durch die GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH, Flensburger Str. 15 in 25421 Pinneberg und durch die Dr. Döring Laboratorien GmbH, Haferwende 21/12, 28357 Bremen.

Der geotechnische Bericht wird im Folgenden mit Stand Juli 2019 vorgelegt. Bei der weiteren Projektentwicklung (Entwurfsoptimierung, Ausschreibung, Ausführungsplanung, Ausführung) sollte das empfohlene Ingenieurmodell überprüft werden. Bei technischem und/oder wirtschaftlichem Erfordernis müssen danach ggf. das Modell und die Parameter modifiziert werden.

## 2 Geotechnische Untersuchungen

### 2.1 Regionale Geologie

Die Geologie des Untersuchungsgebietes wurde überwiegend durch die Saale-Kaltzeit vor ca. 300.000 bis 150.000 sowie der Eem-Warmzeit vor etwa 126.000 Jahren geprägt. Nach dem Abschmelzen des Eisschildes blieben die Gesteinsmassen zurück und werden heute unter dem Begriff glaziale Ablagerung zusammengefasst. Typische Sedimente sind sandige-schluffige, zum Teil kalkhaltige Geschiebelehme und –mergel sowie Schmelzwassersande. Die Eem-Warmzeit ist gekennzeichnet durch einen Meeresspiegelhochstand. Typische Sedimente sind u.a. Torfe. Durch sich wiederholende Vergletscherungs- und Abschmelzvorgänge verschiedener Warm- und Kaltphasen und den damit einhergehenden topographischen Veränderungen treten glaziale Einheiten im Untersuchungsgebiet heterogen auf.

Im Untersuchungsraum sind die obersten Lagen zum Teil durch anthropogene Auffüllungen ersetzt oder überschüttet. Eine klare Abgrenzung zwischen dem eingebrachten Auffüllmaterial und unterliegenden, aufgeschütteten Bodenschichtungen ist nicht immer eindeutig möglich.

Nach DIN EN 1998 (Eurocode 8) liegt der Sportplatz und das Schulgelände im Borcherring in keiner Erdbebenzone. Entsprechend der Karte der Frosteinwirkungen (DIN 4149) ist das Untersuchungsgebiet der Zone 2 zuzuordnen.

### 2.2 Baugrunderkundung

Eine Auskunft zur Kampfmittelsituation im Untersuchungsgebiet lag vor. Gemäß aktueller Gesetzgebung in Hamburg war der Einsatz von Feuerwerkern für die durchgeführten Baugrunderkundungen somit nur in Teilbereichen notwendig.

Folgende Feldarbeiten wurden am 07.08.2018 durchgeführt:

- 5 Kleinrammbohrungen (KRB (BS)) gem. DIN EN ISO 22475, Bohrdurchmesser 36-50 mm, Sondiertiefe bis in max. 9,0 m unter Geländeoberkante (GOK) (Tabelle 1)
- 4 schwere Rammsondierung (DPH) gem. DIN EN ISO 22476, Sondiertiefe bis 9,0 m unter GOK

Folgende erweiternde Feldarbeiten wurden am 16.05., 21.05. und 17.06.2019 durchgeführt:

- 7 Kleinrammbohrungen (KRB (BS)) gem. DIN EN ISO 22475, Bohrdurchmesser 36-50 mm, Sondiertiefe bis in max. 9,0 m unter Geländeoberkante (GOK) (Tabelle 1)
- 5 Drucksondierungen (CPT) gem. DIN 4094-1, Sondiertiefe bis Auslastungsgrenze (Tabelle 1)
- 1 Grundwassermessstelle (GWM) mit digitalem Datenlogger

Nach dem Erreichen der Endteufen aller Bohrungen, Sondierungen und Schürfe wurden alle Ansatzpunkte fach- und sachgerecht wiederverfüllt.

**Tabelle 1:** Übersicht der durchgeführten Sondierungen

Bezeichnung		Tiefe [m]	Ansatz [mNN]
Schule + Sportplatz August 2018	BS 1	9,0	19,5
	BS 2	9,0	19,2
	BS 3	9,0	21,0
	BS 4	9,0	20,6
	BS 5	9,0	23,3
	DPH 1	9,0	19,5
	DPH 2	9,0	19,2
	DPH 3	9,0	21,0
	DPH 5	9,0	23,3
Schule + Sportplatz Mai/Juni 2019	BS 6	9,0	20,8
	BS 7	9,0	20,8
	BS 8	8,5	20,8
	BS 9	9,0	19,7
	BS 10	8,6	18,2
	BS 11	9,0	20,6
	BS 13	9,0	20,3
	CPT 2	1,4	19,4
	CPT 2a	20,0	19,4
	CPT 9	9,3	19,7
	CPT 9a	22,8	19,7
	CPT 12	22,6	20,3
	GWM 3	7,0	19,4

Die Ansatzpunkte und Bezeichnungen der ausgeführten Baugrundaufschlüsse und Rammsondierungen sind in Anlage 2 dargestellt. Alle Erkundungspunkte wurden höhenmäßig eingemessen. Als Höhenbezugspunkte (HBP) diente ein Siel Deckel mit einer Höhe von ~20,7 mNN.

Die Ergebnisse der Kleinrammbohrungen sind in Schichtenverzeichnissen gemäß DIN EN ISO 14688 und 14689 dokumentiert (Feldprotokolle, Anlage 3). Die Bohrprofile gemäß DIN 4023 in Anlage 2 wurden aus den Feldprotokollen und bodenmechanischen Laborergebnissen unter Berücksichtigung der örtlichen geologischen Verhältnisse interpretiert.

## 2.3 Probenahme - Laboruntersuchungen

Das Sondiergut der Kleinrammbohrungen wurden im August 2018 schichtweise insgesamt 21-mal beprobt, im Mai/Juni 2019 folgten weitere 53 Einzelproben, von denen ausgewählte Proben gemäß Tabelle 2 bodenmechanisch vom Labor AMM GmbH untersucht. Die kombinierte Sieb-/Schlamm-Analyse, sowie die Nasssiebung wurde entsprechend der DIN 18123 durchgeführt, die Bestimmung der Zustands- und Konsistenzgrenzen erfolgten gemäß DIN 18122 Teil 1, Wassergehalt gemäß DIN 18121. Zusätzlich wurde der Glühverlust nach DIN 18128 bestimmt.

**Tabelle 2:** Zusammenstellung der Bodenproben und Entnahmebereiche zur bodenmechanischen Laboruntersuchung

Probe	Tiefe unter GOK [m]	Bodenmechanische Laboruntersuchung
BP 1 / 4	3,1 – 4,4	Nasssiebung nach DIN 18123
BP 1 / 6	5,1 – 6,5	Sieb-Schlamm-Analyse nach DIN 18123 Konsistenzgrenzen nach DIN 18122 Wassergehalt nach DIN 18121
BP 2 / 3	2,5 – 4,5	Siebung nass nach DIN 18123
BP 2 / 4	4,5 – 5,6	Sieb-Schlamm-Analyse nach DIN 18123 Konsistenzgrenzen nach DIN 18122 Wassergehalt nach DIN 18121
BP 3 / 4	3,9 – 5,0	Siebung nass nach DIN 18123
BP 4 / 3	2,5 – 4,5	Sieb-Schlamm-Analyse nach DIN 18123 Konsistenzgrenzen nach DIN 18122 Wassergehalt nach DIN 18121
BP 5 / 6	4,7 – 5,6	Sieb-Schlamm-Analyse nach DIN 18123 Konsistenzgrenzen nach DIN 18122 Wassergehalt nach DIN 18121
BP 6 / 7	7,2 – 9,0	Nasssiebung nach DIN 18123
BP 8 / 4	4,2 – 5,9	Nasssiebung nach DIN 18123
BP 9 / 5	3,6 – 4,7	Nasssiebung nach DIN 18123
BP 7 / 6	3,2 – 4,8	Sieb-Schlamm-Analyse nach DIN 18123 Konsistenzgrenzen nach DIN 18122 Wassergehalt nach DIN 18121
BP 8 / 5	5,9 – 6,6	Sieb-Schlamm-Analyse nach DIN 18123 Konsistenzgrenzen nach DIN 18122 Wassergehalt nach DIN 18121
BP 9 / 6	4,7 – 5,9	Sieb-Schlamm-Analyse nach DIN 18123 Konsistenzgrenzen nach DIN 18122 Wassergehalt nach DIN 18121

<b>BP 10 / 4</b>	2,9 – 4,6	Sieb-Schlamm-Analyse nach DIN 18123 Konsistenzgrenzen nach DIN 18122 Wassergehalt nach DIN 18121
<b>BP 10 / 5</b>	4,6 – 5,3	Sieb-Schlamm-Analyse nach DIN 18123 Konsistenzgrenzen nach DIN 18122 Wassergehalt nach DIN 18121
<b>BP 11 / 5</b>	3,6 – 4,6	Sieb-Schlamm-Analyse nach DIN 18123 Konsistenzgrenzen nach DIN 18122 Wassergehalt nach DIN 18121
<b>BP 11 / 6</b>	4,6 – 5,9	Sieb-Schlamm-Analyse nach DIN 18123 Konsistenzgrenzen nach DIN 18122 Wassergehalt nach DIN 18121
<b>BP 13 / 4</b>	3,4 – 4,9	Sieb-Schlamm-Analyse nach DIN 18123 Konsistenzgrenzen nach DIN 18122 Wassergehalt nach DIN 18121
<b>BP 6 / 6</b>	5,6 – 7,2	Glühverlust nach DIN 18128
<b>BP 8 / 6</b>	6,6 – 8,5	Glühverlust nach DIN 18128

Die bodenmechanischen Ergebnisse sind in Tabelle 4 dargestellt und dem Anhang 4 beige-fügt.

Für die abfallrechtliche Bewertung gemäß LAGA TR Boden wurden im August 2018 11 umweltgeologische Einzelproben zu 3 Mischproben und zusammengefasst sowie 1 Bodenprobe gemäß BBodSchV (Wirkungspfad Boden-Mensch) entnommen. Anschließend wurden diese von der GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH chemisch analysiert. Eine weitere Analyse wurde hinsichtlich der Beton- und Stahlaggressivität des Bodens gemäß DIN 16502 durch die Dr. Döring Laboratorien durchgeführt.

In Folge der erweiterten Untersuchungen im Mai/Juni 2019 wurden weitere 12 Einzelproben zu 2 Mischproben zusammengefasst (Tabelle 3). Die Proben wurden von der GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH chemisch analysiert.

**Tabelle 3:** Zusammenstellung der Mischproben und Entnahmebereiche der Einzelproben zur Analytik gem. LAGA (M20, Fassung 2004) und BBodSchV bzw. zur Analyse auf die Beton- und Stahlaggressivität

Mischprobe (LAGA)	Entnahmebereich [m u. GOK]
<b>MP 1</b> (BP 1/1; 2/1; 3/1; 4/1)	0,1 – 2,0
<b>MP 2</b> (BP 1/2; 1/3; 2/2; 3/2; 4/2)	1,5 – 3,0
<b>MP 3</b> (BP 5/3; 5/4)	2,4 – 2,7
<b>EP 1</b> (5/5)	2,7– 4,7
<b>MP 5</b> (6/1; 6/2; 7/1; 7/2)	0,0 – 0,6
<b>MP 6</b> (8/2; 8/3; 9/3; 9/4; 10/4; 11/4; 13/3; 13/4)	1,5 – 4,9
Mischprobe (BBodSchV)	Entnahmebereich [m u. GOK]
<b>EP 2</b> (5/2)	0,2 – 0,5
Mischprobe (Beton- und Stahlaggressivität)	Entnahmebereich [m u. GOK]
<b>MP 4</b> (1/4; 2/3; 3/4)	3,5 – 4,5

Die Entnahmebereiche der einzelnen gestörten Bodenproben können den Schichtenverzeichnissen in der Anlage 3 entnommen werden.

Die Ergebnisse und Einwertung der Analysen sind dem Bericht in der Anlage 5 und 6 beigelegt, die Schlussfolgerungen stehen in Kapitel 6.

## 3 Baugrundverhältnisse

### 3.1 Schichtenfolge

Der erkundete Baugrundaufbau ist nach dem Schichtenverzeichnis und der kornanalytischen und geologischen Klassifizierung der vor Ort entnommenen Bodenproben in Form von Sondierprofilen in der Anlage 2 dargestellt. Feinkörnige Böden wurden gemäß DIN EN ISO 14688-1 (2016) entweder als Schluff oder als Ton beschrieben, die Einteilung in Bodengruppe erfolgte gemäß DIN 18196 anhand der Plastizität. In Tabelle 4 sind die Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche dargestellt.

**Tabelle 4:** Ergebnisse der durchgeführten bodenmechanischen Laboruntersuchungen

Probe	Tiefe u. GOK [m]	Bodengruppe / Bodenart gem. DIN 18196	Zustandsform	Wassergehalt [%]	Glühverlust [%]
BP 1 / 4	3,1 – 4,4	mS, fs*,gs',u' → SU	-	-	-
BP 1 / 6	5,1 – 6,5	S, u*,t' → SU* (ST/SU)	breiig	16,4	-
BP 2 / 3	2,5 – 4,5	mS, fs*,u' → SU	-	-	-
BP 2 / 4	4,5 – 5,6	S, u*, t → SU* (SU)	breiig	16,9	-
BP 3 / 4	3,9 – 5,0	mS, fs*,gs',mg' → SE	-	-	-
BP 4 / 3	2,5 – 4,5	S, u*, t, mg' → SU* (ST)	halbfest	16,6	-
BP 5 / 6	4,7 – 5,6	S, u*, t' → SU* (ST/SU)	weich	15,4	-
BP 6 / 7	7,2 – 9,0	mS, fs*, u', gs' → SU	-	-	-
BP 8 / 4	4,2 – 5,9	mS, fs*, gs' → SE	-	-	-
BP 9 / 5	3,6 – 4,7	mS + fS, u' → SU	-	-	-
BP 7 / 6	3,2 – 4,8	U, s* → U (TL)	steif	11,9	-
BP 8 / 5	5,9 – 6,6	U, fs, ms' → U (OU)	weich	31,4	-
BP 9 / 6	4,7 – 5,9	S, u*, t' → SU*	-	-	-
BP 10 / 4	2,9 – 4,6	U, s* → U (SU)	breiig	14,8	-
BP 10 / 5	4,6 – 5,3	S, u*, t → SU* (ST)	weich	11,9	-
BP 11 / 5	3,6 – 4,6	S, u*, t, mg' → SU* (SU/ST)	weich	16,0	-
BP 11 / 6	4,6 – 5,9	S, u*, t → SU* (SU/ST)	weich	16,6	-
BP 13 / 4	3,4 – 4,9	S, u*, t → SU* (ST)	weich	15,9	-
BP 6 / 6	5,6 – 7,2	H	-	-	20,0
BP 8 / 6	6,6 – 8,5	H	-	-	42,0

Die erkundeten Baugrundsichten sind mit ihren organoleptischen Merkmalen in Tabelle 5 aufgeführt.

**Tabelle 5:** Merkmale der erkundeten Baugrundsichten

	<b>Baugrund- schicht 1</b>	<b>Baugrund- schicht 2</b>	<b>Baugrund- schicht 3</b>	<b>Baugrund- schicht 4</b>	<b>Baugrund- schicht 5</b>
<b>Bezeichnung</b>	Mutterboden + Auffüllung <i>locker /mittel- dicht</i>	Geschiebelehm <i>weich bis steif</i>	Geschiebemer- gel <i>weich bis halb- fest</i>	Sand <i>locker</i>	Torf / Klei (weich)
<b>Auftreten</b>	<i>S, u, g', h</i>	<i>S ,u*,t ,g'</i>	<i>S ,u*,t ,g'</i>	<i>mS,fs,gs'</i>	<i>H,u', s'</i>
<b>Besonderheit</b>	<i>humos, Wur- zelreste,</i>	-	<i>kalkig</i>	-	<i>Schluff- und Sandbänder</i>
<b>Farbe</b>	<i>braun</i>	<i>braun - grau</i>	<i>grau</i>	<i>grau</i>	<i>dunkelbraun</i>
<b>Homogenbereich</b>	<i>B1</i>	<i>B2</i>	<i>B3</i>	<i>B4</i>	<i>B5</i>

### 3.2 Charakteristische Bodenkennwerte

Die zur Beurteilung und Berechnung von Gründungen erforderlichen bodenspezifischen Ansatzwerte wurden nach bekannten Versuchsergebnissen vergleichbarer Bodenarten und unter Berücksichtigung der von uns festgestellten Konsistenzen bzw. Lagerungsdichten ausreichend sicher geschätzt.

Für erdstatische Berechnungen sollen die in Tabelle 6 aufgeführten Ansatzwerte zugrunde gelegt werden. In Kombination mit Tabelle 5 können die Homogenbereiche (Tabelle 7) beschrieben werden.

**Tabelle 6:** Ansatzwerte für erdstatische Berechnungen / charakteristische Bodenkennwerte

Parameter	1. Baugrundschi- cht	2. Baugrundschi- cht		3. Baugrundschi- cht		4. Baugrundschi- cht	5. Baugrundschi- cht
	Mutterboden u. Auffüllung	Geschiebelehm		Geschiebemergel		Schmelz- wasser- sande	Torf / Klei
	1	2a	2b	3a	3b	4	5
Lagerungs- dichte / Konsis- tenzen	locker bis mitteldicht	breiig	halbfest	weich	halbfest	locker	-
Bodengruppe gem. DIN 18196	[OH/SE/SI/S W/SU]	SU/SU*/T L/TM/ST	SU/SU*/T L/TM/ST	SU/SU*/T L/TM/ST	SU/SU*/TL/ TM/ ST	SU/SE	HN
Bodenklasse gem. DIN 18300	1 / 3 / 4	(2) / 4	(2) / 4	(2) / 4	(2) / 4	3	2 / 3
Bodenklasse gem. DIN 18301	BN 1 / BB 3	BB 2/ BB 3/ BN 2	BB 2/ BB 3/ BN 2	BB 2/ BB 3/ BN 2	BB 2/ BB 3/ BN 2	BN 1/ BN 2	BB 3
Frostgefähr- dung <sup>(a)</sup>	F2-F3	F2-F3	F2-F3	F2-F3	F2-F3	F1	F3
Verdichtbar- keitsklassen (ZTVA-StB97)	V 1 – V 3	V 2 - V 3	V 2 - V 3	V 2 - V 3	V 2 - V 3	V 1	V 3
Wichten cal $\gamma_k$ ( $\gamma'_k$ ) [kN/m <sup>3</sup> ]	17 (9)	19 (9)	20 (10)	19 (9)	20 (10)	19 (11)	11 (1)
effektiver Rei- bungswinkel cal $\phi'_k$ [°]	30	22,5	22,5	22,5	27,5	32,5	15
effektive Kohä- sion cal $c'_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	0	0	5	0	5	0	2-5
Steifemodul cal $E_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	10	2	30	10	30	30	1
Durchlässigkeit $k_f$ [m/s] gem. DIN 18130	10 <sup>-3</sup> – 10 <sup>-5</sup> (abhängig vom Fein- korngehalt)	10 <sup>-5</sup> – 10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-5</sup> – 10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-5</sup> – 10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-5</sup> – 10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-2</sup> – 10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup> – 10 <sup>-8</sup>

Alle angegebenen Werte sind Mittelwerte für die Schicht in ihrer Gesamtheit. Lokal können abweichende Werte auftreten, was im Bedarfsfall gesondert zu untersuchen ist.

**Tabelle 7:** Angaben zu Homogenbereichen

Nr.	Kennwerte/ Eigenschaften	Erdarb. DIN 18300	Bohrarb. DIN 18301	Rammarb. DIN 18304	Homogenbereich B1 <i>Baugrunds- schicht 1</i>	Homogenbereich B2 <i>Baugrunds- schicht 2</i>	Homogenbereich B3 <i>Baugrunds- schicht 3</i>	Homogenbereich B4 <i>Baugrunds- schicht 4</i>	Homogenbereich B5 <i>Baugrunds- schicht 5</i>
0	Ortsübliche Bezeichnungen	X	X	X	Oberboden / Auffüllung	Geschiebelehm	Geschiebemergel	Sand	Torf / Klei
1	Korngrößenverteilung mit Körnungsbändern [%]	X	X	X	0-15 / 10-40 / 60-100 / 0-5	5-20 / 20-50 / 40-65 / 0-10	5-20 / 20-55 / 30-65 / 0-5	0-10 / 4-20 / 80-95 / 0-5	0-5 / 10-20 / 60-90 / 0-5
2	Masseanteil an Steine, Blöcke und große Blöcke [%]	X	X	X	0 - 5	0 - 10	0 - 10	0	0
4	Dichte (unter Auftrieb) [kg/m <sup>3</sup> ]	X			1700 (900)	1900 - 2000 (900 - 1000)	1900 - 2000 (900 - 1000)	1900 (1000)	1100 (100)
5	Kohäsion [kN/m <sup>2</sup> ]		X		0	0 - 5	0 - 5	0	2 - 5
6	Undrained Scherfestigkeit [kN/m <sup>2</sup> ]	X	X		0	10 - 200	30 - 200	0	0
8	Wassergehalt [%]	X	X	X	5 - 50	10 - 20	10 - 20	-	20 - 120
9	Plastizitäts- und Konsistenzzahl	X	X	X	-	1,3 – 10,0 0,46 – 1,10	8,1 – 13,0 0,60 - 1,20	-	-
12	Lagerungsdichte	X	X	X	locker - mitteldicht	-	-	locker - mitteldicht	weich
15	Organischer Anteil [%]	X			0 - 10	0	0	0	20 - 45
17	Abrasivität		X		-	-	-	-	-
18	Bodengruppe nach DIN 18196	X	X	X	[OH/SE/SI/SW/SU]	SU/SU*/TL/TM / ST	SU/SU*/TL/TM / ST	SE/SW	HN

Die o.g. Bodenparameter beziehen sich auf die erbohrten Bodenschichten im ungestörten Zustand und gelten für die von uns festgestellten Lagerungsdichten bzw. Konsistenzen. Durch Störungen wie z.B. starke Durchfeuchtungen, Aufweichungen oder Auflockerungen können sich die angegebenen Werte entsprechend verringern. Im wassergesättigten Zustand und unter Grundwasser können die Merkmale der Bodenklasse 2 (fließende Bodenarten) zutreffen.

Für Hinterfüllungen, Arbeitsraumverfüllungen, Geländeauffüllungen, Bodenaustausch o.ä. ist ein geeignetes Bodenmaterial der Verdichtbarkeitsklasse V1 zu verwenden. Ein evtl. einzubauender Ersatzboden hat die Kriterien der Tabelle 8 zu erfüllen. Recyclingmaterial kann, wenn es den Anforderungen entspricht und chemisch unbedenklich ist, verwendet werden.

**Tabelle 8:** Spezifische Anforderungen an Ersatzboden

Bodengruppe nach DIN 18196:	Ersatz- und Füllböden, nichtbindige, grobkörnige Böden GW, GI, GE, SW, SI, SE
Schlammkornanteil ( $d \leq 0.063$ mm)	$\leq 5$ Gew. %
Steinanteil ( $d \geq 63$ mm)	$\leq 10$ Gew. %
Größtkorndurchmesser $d_{\max}$	$\leq 100$ mm, in Abhängigkeit von der Schichtdicke
Glühverlust $V_{GI}$	$\leq 3$ Gew. %
Proctordichte $\rho_{Pr}$	$\geq 1800$ kg/m <sup>3</sup>
Einbau und Verdichtung	lagenweise
Schütthöhe:	je nach Verdichtungsgerät 20 - 40 cm
Wichte erdfeucht $\gamma$	18 - 21 kN/m <sup>3</sup>
Scherwinkel $\phi'$	32,5 - 35°
Kohäsion $c'$	(0 kN/m <sup>2</sup> )
Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	40 - 60
Durchlässigkeit $k_f$ [m/s] gem. DIN 18130	$10^{-3} - 10^{-6}$

Im Bereich vom Planum bis 0,5 m darunter sind  $D_{Pr} \geq 100$  % zu erreichen. Für Hinterfüllungen und unter Gründungssohlen wird generell  $D_{Pr} \geq 100$  % gefordert.

### 3.3 Grund- bzw. Stauwasserstände

Im Untersuchungsraum wurden im Zuge der Bohrarbeiten Schichten- oder Stauwasserspiegel gemäß Tabelle 9 festgestellt. Entsprechend der Übersichtskarte „Grundwassergleichen OBKS 2008“ vom Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung Hamburg, mit Stand 30.07.2015, befindet sich der obere tertiäre Grundwasserleiter auf einer Höhe von ca. 10,0 mNN.

**Tabelle 9:** Erkundete Grundwasserstände

Aufschlusspunkt	Grundwasserstand [m u. GOK (mNN)]
BS 1	3,10 (16,4)
BS 2	2,20 (17,0)
BS 3	4,50 (16,5)
BS 4	-

<b>BS 5</b>	-
<b>BS 6</b>	3,7 (15,7)
<b>BS 7</b>	7,6 (11,8)
<b>BS 8</b>	3,2 (17,1)
<b>BS 9</b>	3,2 (16,5)
<b>BS 10</b>	1,7 (16,5)
<b>BS 11</b>	4,2 (16,4)
<b>BS 13</b>	5,2 (15,1)

Schichten-, Stau- und Grundwasserstände sind stark witterungsabhängig. Nach niederschlagsreichen Wetterperioden sowie nach der Schneeschmelze kann von einem Anstieg des Wasserspiegels, sowie dem Vorhandensein eines oberflächennahen Stauwassers ausgegangen werden. Die Hinweise zur Bauausführung sind diesbezüglich zu beachten.

Quantitative Aussagen zu den tatsächlich auftretenden Grundwasserständen, Grundwasserspiegelschwankungen und Grundwasserfließrichtungen können nur nach Langzeitbeobachtungen von Grundwasserbeobachtungspegeln getroffen werden. Daher wurde im Juni 2019 eine Grundwassermessstelle mit digitalem Datenlogger eingerichtet. Diese führt in regelmäßigen Abständen Wasserstandsmessungen durch. Im weiteren Projektverlauf kann der angenommene Bemessungswasserstand entsprechend angepasst werden.

Wir empfehlen, aufgrund der erkundeten bindigen und wasserundurchlässigen Schichten, von Stauwasser, insbesondere nach Starkregenereignissen, auszugehen. Für Berechnungen kann ein Bemessungsgrundwasserstand von GOK -1,5 m herangezogen werden.

**Tabelle 10:** Empfohlene Bemessungsgrundwasserstände

Bereich	Bemessungsgrundwasserstand	
	m u. GOK	mNN
Schulgelände und Sportplatz	1,5	~17,5

### 3.3.1 Durchlässigkeit der anstehenden Baugrundsichten

Zur Beurteilung der Versickerungseigenschaften wurde aus den ermittelten Kornverteilungskurven der Wasserdurchlässigkeitsbeiwert ( $k_f$ -Wert) für grobkörnige Böden nach Hazen und Beyer bzw. für feinkörnige Böden nach Kaubisch und Seiler ermittelt und gemäß Tabelle 11 die Durchlässigkeit nach DIN 18130 bestimmt.

**Tabelle 11:** Beurteilung der Wasserdurchlässigkeit nach DIN 18130, T1

Durchlässigkeit nach DIN 18130, T1	kr-Werte [m/s]
sehr stark durchlässig	$> 10^{-2}$
stark durchlässig	$10^{-2}$ bis $> 10^{-4}$
durchlässig	$10^{-4}$ bis $> 10^{-6}$
schwach durchlässig	$10^{-6}$ bis $10^{-8}$
sehr schwach durchlässig	$< 10^{-8}$

### 3.3.2 Versickerungsmöglichkeiten in den Untergrund

Gemäß Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 138 (Januar 2002) der „Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.“: "Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser" sollten für Versickerungsanlagen zwei Voraussetzungen erfüllt werden:

- *Lockergesteine müssen eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit aufweisen, wobei der kf-Wert zwischen  $1 \times 10^{-3}$  m/s und  $1 \times 10^{-6}$  m/s liegen sollte.*
- *Die Mächtigkeit des Sickerraums sollte, bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand grundsätzlich mind. 1,00 m betragen, um eine ausreichende Sickerstrecke für eingeleitete Niederschlagsabflüsse zu gewährleisten.*

Die durch Kornverteilungen, Erfahrungswerten und Handspezifizierung ermittelten kf-Werte liegen vereinzelt innerhalb der Grenzwerte des Arbeitsblattes ATV-DVWK-A 138. Der Mindest-Sickerraum von 1,0 m kann nur oberflächennah eingehalten werden. Im Sickerraum ist mit nur wenig lehmigem Boden zu rechnen, weshalb die Versickerung von Regenwasser aus technischer Sicht oberflächennah möglich ist. Bei starken Niederschlägen muss im Plangebiet jedoch mit Stauwasser gerechnet werden.

Wird im weiteren Verlauf durch Grundwassermessungen nachgewiesen, dass die unterlagernden Sande der Baugrundsicht 4 nicht wasserführend sind, könnte ein geeigneter Sickerraum auch hier erreicht werden. Hierzu wurde im Projektgebiet eine Grundwassermessstelle (GWM 3) eingerichtet.

Generell dürfen Versickerungsanlagen nicht in belasteten Böden oder Auffüllungen errichtet werden, um mögliche Schadstoffeinträge in das Grundwasser auszuschließen. Andernfalls ist bei Altstandorten und Auffüllungen der Nachweis zu erbringen, dass sich im hydraulischen Einflussbereich der Versickerungsanlage keine Verunreinigungen befinden. Im Zweifelsfall ist durch eine geeignete Vorerkundung nachzuweisen, dass keine anthropogenen oder geogenen Stoffanreicherungen mit hohem Freisetzungspotenzial in die geplante Maßnahme einbezogen werden. Weiter muss durch geeignete Voruntersuchungen oder Qualitätsprüfungen sichergestellt werden, dass sämtliche in den Sickerraum der Anlage eingebrachten Materialien im Dauerbetrieb der Anlage keine nachteiligen Veränderungen des Sicker- und Grundwassers hervorrufen können.

Der mögliche Sickerraum kann nach LAGA M20 der Zuordnungs-kategorie „Z2“ zugeordnet werden, sodass bei oberflächennaher Versickerung, ein Transport von chemischen Verunreinigungen in das Grundwasser wahrscheinlich stattfindet. Im Bereich des Sportplatzes ist das Eluat jedoch unbelastet, weshalb bei einer Versickerung im westlichen Projektgebiet wahrscheinlich kein Schadstofftransport stattfindet. Eine abschließende Klärung der Versickerungs- und Grundwassersituation kann jedoch nur über die Langzeitmessung der Grundwasser-messstelle GWM 3 erfolgen.

**Die Versickerung von Regenwasser ist aufgrund des hohen Bemessungswasserstandes und der umweltchemischen Einwertung gemäß ATV-DVWK-A 138 nach derzeitigem Stand somit nur im Bereich des Sportplatzes möglich.**

### 3.3.3 Einordnung der Beton- und Stahlaggressivität des Bodens

Im Untersuchungsgebiet konnte kein Grundwasser entnommen werden, daher wurde eine Bodenmischprobe zur Beurteilung der Beton- und Stahlaggressivität ins Labor überstellt. Die Einordnung der ermittelten Werte für Beton- und Stahlaggressivität geschieht anhand DIN 4030-1, beziehungsweise DIN 50929-3. Dem Prüfbericht und dem Einwertungsprotokoll in Anlage 5 sind die Analyseergebnisse zu entnehmen, die Einordnung ist in Tabelle 12 zusammenfassend dargestellt.

**Tabelle 12:** Einwertung Beton- und Stahlaggressivität des Bodens

Proben-Nr.	Untersuchungsobjekt	Einordnung nach DIN 4030-1	Einordnung nach DIN 50929-3
MP 4	Boden	nicht betonangreifend	sehr gering stahlangreifend

## 4 Gründungsbeurteilung

Die für die Bebauung vorgesehene Fläche auf dem Schulgelände und dem Sportplatz im Borchering ist aus ingenieurgeologischer – geotechnischer Sicht als Baustandort geeignet.

Das Baugrundrisiko liegt in den kompressiblen weichen bis breiigen Geschiebe- und Torfschichten.

Bei einer Flachgründung müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

1. Die Gründung muss frostsicher ausgeführt werden
2. Sicherheit vor Grundbruch gemäß DIN 4017
3. Setzungen, die nicht als schädlich für das Bauwerk eingestuft werden

Hierfür ist eine Mindestgründungstiefe von GOK -0,8 m in Norddeutschland erforderlich. Für den Nachweis des relevanten Grenzzustandes GEO-2 (gem. Eurocode 7 Grenzzustand des Versagens des Baugrundes) müssen die aus den charakteristischen Beanspruchungen ermittelten Sohlpressungen unter Berücksichtigung der zugehörigen Teilsicherheitsbeiwerte  $\gamma_{Gr}$  (vgl. EC7:2010-12 und Tab. 2 der DIN 1054:2010-12) kleiner sein als die nachfolgend angegebenen zulässigen Sohlpressungen.

Sollte der Nachweis gegen Grundbruch nicht erbracht werden können oder sollte die erforderliche Bodenaustauschmächtigkeit zur Begrenzung der für das Bauwerk zulässigen Setzungen zu groß werden, so wird aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten anstelle einer Flachgründung eine Tiefgründung auf Pfählen empfohlen.

Für die Anwendung des charakteristischen Pfahlspitzenwiderstandes  $q_{b,k}$  wird folgendes gemäß EA-Pfähle und DIN 1536 vorausgesetzt:

1. Der Pfahlschaft- bzw. Pfahlfußdurchmesser liegt zwischen 0,3 m bis 3,0 m
2. Bohrpfähle sollten mindestens 2,5 m in eine tragfähige Schicht einbinden
3. Die Mächtigkeit der tragfähigen Schicht unterhalb der Pfahlfußfläche soll nicht weniger als drei Pfahlfußdurchmesser, aber mindestens 1,5 m betragen
4. In diesem Bereich  $q_c \geq 7,5 \text{ MN/m}^2$  bzw.  $c_{u,k} \geq 0,1 \text{ MN/m}^2$

Unabhängig von diesen Forderungen wird in der EA-Pfähle empfohlen, dass der Boden in dem Bereich unterhalb der Pfahlfüße Widerstände  $q_c \geq 10,0 \text{ MN/m}^2$  aufweist.

Diese Werte gelten für Einzelpfähle. Ist der Abstand der Pfahlachsen im Bereich der Kraffteintragungslänge  $\leq 2,5 - 3 d$ , so ist die Gruppenwirkung zu beachten.

Sollten im weiteren Planungsverlauf die Voraussetzungen stark von den hier angenommenen Randbedingungen abweichen, so müssen die gemachten Gründungsempfehlungen neu bewertet werden.

### 4.1 Gründungsempfehlung

Der Baugrund besteht bis in eine Tiefe von GOK -1,1 bis -4,0 m aus anthropogener Auffüllung, die eine lockere Lagerung und somit eine schlechte Tragfähigkeit aufweist. Unterhalb der Auffüllung steht eine schluffige, locker gelagerte Sandschicht mit einer Mächtigkeit von 0,8 bis 3,5 m an. Diese wird sowohl in Bereichen des Sportplatzes als auch bei BS 4 und CPT 12 von

Geschiebeeböden unterbrochen. Die anstehenden Sande werden von Geschiebeeböden unterlagert, die eine weiche bis steife Konsistenz aufweisen, welche mit der Tiefe an Tragfähigkeit gewinnt. Lediglich im Zentrum des Projektgebietes, bei BS 6 und BS 8, wurde eine bis zu 2,6 m mächtige, Klei und Torf führende, organische Weichschicht von weicher Konsistenz angetroffen.

Aus den vorliegenden Bohrdaten lässt sich eine zunehmend bessere Lagerung bzw. Konsistenz des Baugrundes in größeren Tiefen zeigen. In der Lastabtragsebene ist jedoch einerseits mit breiigen bis steifen Geschiebeeböden, andererseits mit Sanden, die von stark setzungsanfälligen Torfen unterlagert werden, zu rechnen.

Eine Flachgründung ist nach derzeitigen Kenntnissen nur bei einem tiefreichenden Bodenaustausch durchführbar, wobei sowohl die breiigen bis weichen Geschiebeeböden, als auch die Torfe bis mindestens GOK -8,5 m zu entfernen sind.

Aufgrund der hohen Bodenaustauschmächtigkeit, um die Setzungen zu begrenzen, wird in Bezug auf die Wirtschaftlichkeit **eine Tiefgründung empfohlen**.

Da unterhalb der Schmelzwassersande wieder bindige Geschiebeeböden anstehen, die nach EA-Pfähle als Absetzhorizont für Pfahlgründungen nur bedingt geeignet sind, sind Bohr- und Ramppfähle nicht zu empfehlen. Stattdessen sollten aus geotechnischer und wirtschaftlicher Sicht Teilverdrängungsbohrpfähle zum Einsatz kommen.

## 4.2 Spezielle Anforderungen an Teilverdrängungsbohrpfählen

Neben den Anforderungen an Bohr- und Ramppfähle gemäß EA-Pfähle, ergeben sich bei der Planung und Herstellung von Teilverdrängungspfählen im bindigen Boden weitere Faktoren, die es zu beachten gilt:

- Eine nach EA-Pfähle geforderte min. Einbindetiefe von 2,5 m in den tragfähigen Untergrund ist von ausführender Seite nicht ausreichend. Beim Absetzen im Geschiebemergel sollte die Einbindelänge nicht geringer als 5,0 -6,0 m in den gesamt angetroffenen Mergel gewählt werden.
- Gemäß EA-Pfähle kommt beim gewählten Verfahren ein Erhöhungsfaktor für den Lastabtrag von 1,15 gegenüber Bohr- oder Ramppfählen zum Tragen.
- Sandige Geschiebemergel mit einer steifen bis festen Konsistenz und durchschnittlichem Wassergehalt von max. 12,0 %, können aus geotechnischer Sicht als nicht bindig angesehen werden.
- Der verbesserte Lastabtrag von Teilverdrängungsbohrpfählen wird erst bei  $D_i/D_a > 0,6$  aktiviert. Das Verhältnis von Seelenrohrdurchmesser  $D_i$  zu Außendurchmesser  $D_a$  der Bohrschnecke sollte somit im Bereich von 0,65 - 0,7 liegen.

## 4.3 Pfahlvorbemessung

Charakteristische Grenzwerte für Pfahlspitzenwiderstände  $q_{b,k}$  und charakteristische Bruchwerte für Pfahlmantelreibungen  $q_{s,k}$  für Teilverdrängungsbohrpfähle in den jeweiligen Bodenschichten können Tabelle 13 entnommen werden. Dabei sind die Vorgaben aus EA-Pfähle zu beachten. Gemäß dieser kommt ein Erhöhungsfaktor von 1,15, im Vergleich zum klassischen Bohrfahl, zum Einsatz.

Die Ergebnisse der Pfahlvorbemessungen sind in Tabelle 14 dargestellt und in Anlage 7 beigefügt.

Es wird empfohlen, einen Nachweis gegen Durchstanzen zu führen.

Die angegebenen Werte gelten nur für Einzelpfähle. Ist der Abstand der Pfahlachsen im Bereich der Krafteintragungslänge  $\leq 2,5 - 3 d$ , so ist die Gruppenwirkung zu beachten (Abminderungen etc.).

**Tabelle 13:** Charakteristische Spitzenwiderstände und charakteristische Mantelreibung für Teilverdrängungspfähle anhand CPT 2, 9 und 12 (gem. EA-Pfähle), bei Betrachtung des tragfähigen Geschiebemergels als nicht bindig.

Parameter	Mutterboden u. Auffül- lung nicht bindig	Geschiebelehm bindig		Geschiebemergel bindig		Schmelzwassersande nicht bindig	Torf / Klei nicht bindig
	1 locker	2a breiig	2b halbfest	3a weich	3b halbfest	4 locker	5 -
<b>Baugrundsicht</b>	1 locker	2a breiig	2b halbfest	3a weich	3b halbfest	4 locker	5 -
<b>mittlerer Sondier- widerstand <math>q_{c,k}</math> [MN/m<sup>2</sup>]</b>	8 (min. 2)	-	-	-	12	2 (min. 1)	-
<b>Undrainierte Scher- festigkeit <math>c_{u,k}</math> [kN/m<sup>2</sup>]</b>	-	10	150	30	-	-	5
<b>Pfahlspitzendruck <math>q_{b,k}</math> für Fertigramm- pfähle aus Stahlbeton und Spannbeton [kN/m<sup>2</sup>] <math>s/D_{eq}=0,035</math> <math>s/D_{eq}=0,100</math></b>	587	35	550	105	3280	293	18
	1120	60	850	180	6240	560	30
<b>Pfahlmantelreibung <math>q_{s,k}</math> für Fertigramm- pfähle aus Stahlbeton und Spannbeton [kN/m<sup>2</sup>] <math>S_{sg}</math> <math>S_{sg}=g=0,1D_{eq}</math></b>	8	3	35	10	51	4	2
	11	3	40	10	73	5	2
<b>Pfahlspitzendruck <math>q_{b,k}</math> für Bohrpfähle [kN/m<sup>2</sup>] (*) <math>s/D_s</math> bzw. <math>s/D_b</math> 0,02 0,03 0,10(<math>\cong s_g</math>)</b>	147	35	600	105	1156	73	18
	187	45	700	135	1449	93	23
	427	80	1200	240	3312	213	40
<b>Bruchwert <math>q_{s,k}</math> der Pfahlmantelreibung für Bohrpfähle [kN/m<sup>2</sup>]</b>	15	5	50	15	116	7	3
<b>Spitzendruck <math>q_{b,k}</math> einer Spundwand im Bruchzustand [kN/m<sup>2</sup>]</b>	2400	-	-	-	14400	1200	1200
<b>Mantelreibung <math>q_{s,k}</math> einer Spundwand im Bruchzustand [kN/m<sup>2</sup>]</b>	5,3	2,5	25,0	7,5	32,0	2,7	1,3

**Tabelle 14:** Übersicht über die Vorbemessung einzelner Pfähle anhand der CPT 2, 9 und 12

Pfahlart/ Durchmesser	Teilverdrängungsbohrpfahl D52	Teilverdrängungsbohrpfahl D62
Absetztiefe [mNN] / Pfahllänge [m]	-7,2 24,0	-5,2 22,0
ständige Lasteinwirkung, charakteristisch $E_{G,k}$ [kN]	1000	1000
Setzung (SLS) [cm]	0,79	0,83
Gesamtwiderstand, charakteristisch (Mantelreibung / Spitzenwiderstand); $R_{ULS,k}$ ( $R_{s,k} / R_{b,k}$ ) [kN]	2161,22 (1457,85 / 703,37)	2286,24 (1286,32 / 999,92)
Auslastungsgrad $\mu$	0,99	0,96

Resultierend aus den Vorbemessungen können für die einzelnen Pfähle Federsteifigkeiten zur Bemessung der Gründung angegeben werden. Hierbei kann die Federsteifigkeit der individuellen Pfähle für den Verschiebungs- bzw. Beanspruchungszustand anhand der Widerstands-Setzungslinie ermittelt werden.

Gemäß EA-Pfähle kommt für die Bestimmung der Federsteifigkeit folgende Formel zum Einsatz:

$$c_{p,k,i} = R_{k,i}(\text{SLS}) / S_k$$

*Steifigkeit = charakteristischer Widerstand / Grenzsetzung*

Die für die Teilverdrängungsbohrpfähle anzunehmenden Federsteifigkeiten für die jeweiligen Pfahldurchmesser sind Tabelle 15 zu entnehmen.

**Tabelle 15:** Aus Pfahlvorbemessung ermittelte Federsteifigkeiten

Pfahlart/ Durchmesser	Teilverdrängungsbohrpfahl D52	Teilverdrängungsbohrpfahl D62
Federsteifigkeit $c_{p,k,i}$ [kN/cm]	1403	1411

Die jeweiligen Widerstands-Setzungslinien können Anlage 7 entnommen werden.

Sollte aufgrund geringer Pfahlachsenabstände ( $\leq 2,5 - 3 d$ ), eine Pfahlgruppenwirkung erwartet werden, ist mit einer Beeinflussung der jeweiligen Widerstands-Setzungslinien zu rechnen.

## 5 Hinweise zur Bauausführung

### 5.1 Wasserhaltung während der Bauzeit

Stau- Sickerwasser wurde zum Zeitpunkt der Baugrunduntersuchungen (August 2018, Mai/Juni 2019) im Schnitt bei GOK -3,1 m (~17,0 mNN) angetroffen. Laut dem Grundwasser-gleichenplan 2010 liegen die ermittelten Grundwasserstände bei ca. 10,0 – 11,0 mNN (Stand 08.08.2013).

Ein zusammenhängender Grundwasserstand ist nach Grundwasserflurabstandskarte erst in einer Tiefe von ca. GOK -11,6 m (~10,0 mNN) zu erwarten. Auf Grund der z.T. oberflächen-nahen schlecht durchlässigen Schichten und dem vor Ort gemessenen Wasserständen, wurde der Bemessungswasserstand auf GOK -1,5 m festgelegt. Daher sind für die Herstellung der Baugrube nach jetzigem Stand Wasserhaltungsmaßnahmen notwendig.

Für die Trockenhaltung der Baugrube und Haltung von Stauwässern wird trotzdem eine geschlossene Wasserhaltung mittels wasserdichtem Spundwandverbau in den Geschiebemergel der Baugrundsicht 3 empfohlen. Aufgrund der erkundeten wassergesättigten Sandlinse oberhalb der Gründungssohle ist, nach derzeitigem Stand, andernfalls mit seitlichen Zuflüssen von Wasser in die Baugrube zu rechnen. Innerhalb der Baugrube wird zum Ableiten von Stauwässern ein Graben- bzw. Drainagesystem empfohlen. Die gesammelten Baugrubenwässer werden dabei durch Pumpen abgeleitet. Da der Untergrund sehr unterschiedlich ausgeprägt ist, und die Menge an zufließendem Wasser von den Niederschlagsmengen abhängig ist, können keine verlässlichen Angaben zu tatsächlich auftretenden Wassermengen in der Baugrube gemacht werden. Der Untergrund unterhalb der Arbeitsebene ist bis zu einer Tiefe von 0,5 m unterhalb der Arbeitsebene trocken zu halten.

Wir weisen darauf hin, dass die vorübergehende Fassung und Ableitung von Stauwasser in größeren Mengen i.d.R. behördlichen Genehmigungen bedürfen und diese erfahrungsgemäß rechtzeitig vor Baubeginn beantragt werden sollten. Wir empfehlen im Vorwege einer Grundwasserabsenkung an der betroffenen Nachbarbebauung eine Beweissicherung durchzuführen.

### 5.2 Baugrubenverbau

Im Bereich der geplanten Bebauung kann die Baugrube gemäß den Vorschriften der DIN 4124 (10/2002), DIN 1054, EAU 2004 und EAB (5. Auflage) ohne weitere Maßnahmen angelegt werden. Gemäß Kapitel 5.1 ist aufgrund der Wasserhaltung während der Bauzeit jedoch ein Spundwandverbau empfohlen.

Grundsätzlich ist das gewählte Verbausystem hinsichtlich der Standsicherheit, Tragfähigkeit und dem hydraulischen Grundbruch nachzuweisen. Für die einzubringenden Spundwände können die Werte aus Tabelle 13 zum Einsatz gebracht werden.

### 5.3 Erd- und Verdichtungsarbeiten

Bei der Durchführung des Bodenaustausches kann bei entsprechender Verdichtung der ausgehobene, unbelastete Bereich der Auffüllung und der unterlagernden Sande (Baugrundsicht 4) z.T. wieder verwertet werden. Der Einbau von Austauschboden hat mit optimalem Wassergehalt des Materials unter lagenweiser Verdichtung und weiteren stichprobenhaften Verdichtungs- und Tragfähigkeitsprüfungen zu erfolgen. Bei Bodenaustauschmächtigkeiten d

≥ 0,50 m und in Baugrubenseitenraumverfüllungen ist die Lagerungsdichte der eingebauten und verdichteten Sande zum Beispiel mit Hilfe der Rammsonde DPL gemäß DIN EN ISO 22476-2 und oberflächennah mit dem dynamischen Plattendruckversuch zu überprüfen. Regional üblich ist auch die Verwendung der leichten Rammsonde DPL-5 gemäß der zuvor gültigen DIN 4094-3:2002-01. Mit der DPL-5 sind, um eine mitteldichte Lagerung der Sande nachzuweisen, unterhalb einer oberflächigen Störzone von 30 cm Dicke, Schlagzahlen je 10 cm Eindringung der Sonde von i.M.  $N_{10} \geq 10$  und Kleinstwerte  $N_{10} \geq 7$  zu erzielen. Die Anforderungen an den Austauschboden sind in Tabelle 8 und in Tabelle 16 aufgeführt.

**Tabelle 16:** Zuordnung von Verdichtungsgrad und Verformungsmodul  $E_{v2}$  und  $E_{vd}$  nach ZTVE-StB 94 und ZTVT-StB 95

Bodengruppen nach DIN 18196	Verdichtungsgrad $D_{Pr}$ [%]	Verformungsmodul statischer Platten- druckversuch $E_{v2}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	Verformungsmodul dynamischer Platten- druckversuch $E_{vd}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
Kiese und Sande mit ≤ 7 Gew.-% < 0,063 mm (GW, GI, GT, GU)	≥ 100	≥ 100	≥ 50
	≥ 98	≥ 80	≥ 40
	≥ 97	≥ 70	≥ 35
Enggestufte Kiese und Sande, weitgestufte und intermittierende Sande (GE, SE, SW, SI)	≥ 100	≥ 80	≥ 40
	≥ 98	≥ 70	≥ 35
	≥ 97	≥ 60	≥ 32
Gemischkörnige Kiese und Sande mit 7 – 15 Gew.-%n < 0,063 mm (GU, GT, SU, ST)	≥ 100	≥ 70	≥ 35
	≥ 97	≥ 45	≥ 25
Schluffige und tonige, so- wie gemischkörnige Bö- den mit 15 – 40 Gew.-% < 0,063 mm (U, T, GU*, GT*, SU*, ST*)	≥ 97	≥ 45	≥ 25
	≥ 95	≥ 30	≥ 20

Die Verdichtungsanforderung liegt bei 97% der Proctordichte. Im Bereich vom Planum bis 0,50 m darunter sind  $D_{Pr} \geq 100$  % zu erreichen. Für Hinterfüllungen und unter Gründungssohlen wird generell  $D_{Pr} \geq 100$  % gefordert.

In der angenommenen Gründungsebene (GOK -3,5 m) ist sowohl mit rolligen als auch bindigen Böden zu rechnen. In der Gründungsebene ist durch den Erdaushub in Bereichen mit rolligen Böden (Sanden) mit entsprechenden Erdbaugeräten zwangsweise mit oberflächennahen Auflockerungen zu rechnen. Vor Einbringung der Sauberkeitsschicht ist diese obere Störzone insbesondere im Bereich der Fundamentaufstandsflächen mit einem Oberflächenrüttler zu glätten und vollflächig nachzuverdichten. In Bereichen mit bindigen Gründungsebenen sind oberflächennahe Auflockerungen durch den Erdaushub unwahrscheinlich. Da bindige Böden durch mechanische Beanspruchung zu Aufweichungen neigen, sollte die Aushubfläche vor und während der Einbringung der Sauberkeitsschicht nicht befahren werden und eine Auffüllung daher nur vor Kopf stattfinden.

## 5.4 Trockenhaltung des Bauwerks

Sicker- und Stauwasserstände wurden ab ~ GOK -1,7 m angetroffen. Der Bemessungswasserstand wurde auf ~ GOK -1,5 m festgelegt.

Bei einem geplanten Untergeschoss ist daher gem. DIN 18195-6 gegen drückendes Wasser abzudichten. Wir empfehlen aufgrund der dauerhaften Beanspruchung des Wasserdrucks die Ausführung des Untergeschosses in wasserundurchlässigem Beton als sog. „Weiße Wanne“. Zudem wird eine Abdichtung gegen Spritzwasser und Kapillarwasser gemäß W4.-E empfohlen.

## 5.5 Sumpfgas / Gassicherungsmaßnahmen

Sumpfgas entsteht durch anaeroben Gärung in Sümpfen und Seen. Hierbei werden kohlenwasserstoffreiche biotische Stoffe (pflanzliche und tierische Organismen) unter Abwesenheit von Sauerstoff von Bakterien und Archaeen zersetzt wobei ein Gemisch von Kohlendioxid und Methan entsteht.

In zwei Bohrungen (KRB 6 und 8) des Flurstücks wurden Torfe bzw. organische Weichschichten angetroffen. Im zentralen Projektgebiet bei KRB 8 könnten diese, aufgrund einer Mächtigkeit von 2,6 m, eine Entstehung von Sumpfgas bewirken. Für Neubauvorhaben sind, gemäß der Broschüre „Methan aus Weichschichte, sicheres Bauen bei Bodenluftbelastung“ der Stadt Hamburg, sind ab einer Weichschichtmächtigkeit  $d > 2$  m Gassicherungsmaßnahmen vorzunehmen.

**In Rücksprache mit der Behörde für Umwelt und Energie (BUE) in Hamburg kann, aufgrund des nur kleinräumigen Torfvorkommens in relativ geringer Mächtigkeit, auf weitere Maßnahmen verzichtet werden.**

## 6 Umweltgeologische Untersuchungen

### 6.1 Altlastenhinweiskataster

Für die vorliegenden Flurstücke 1110 + 910 liegen keine Hinweise auf Altlasten oder altlastverdächtige Fläche im Altlasthinweiskataster vor.

### 6.2 Ergebnisse der chemischen Bodenuntersuchungen

Fallen bei Bauvorhaben mineralische Reststoffe als Abfall im Sinne des Kreislaufwirtschaftsgesetzes an, so ist deren Belastung zu überprüfen. Die Deklaration der Stoffe dient als Entscheidungsgrundlage für die Entsorgung (Verwertung bzw. Beseitigung).

Für die Bewertung der Analyse der untersuchten Objekte standen der von Lieberman GmbH die gegenwärtigen gültigen Normen, Richtlinien und Vorschriften zur Verfügung.

#### 6.2.1 Deklarationsanalytik nach LAGA

Die Zuordnung des Bodenmaterials in Einbauklassen erfolgte nach LAGA, Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen, Teil II: Technische Regeln für die Verwertung, Pkt. 1.2 Bodenmaterial (TR Boden), vom 05.11.2004. Für Material, dass nicht bodenartspezifisch zugeordnet werden kann gelten gem. LAGA die Zuordnungswerte Z 0 der Tabelle II.1.2-2, für die Bodenart Sand und die Bodenart Lehm/Schluff die Zuordnungswerte Z 0 der Tabelle II.1.2-3. Die Zuordnung der analysierten Umweltproben ist in Tabelle 17 zu finden, der Prüfbericht, sowie die Analyseergebnisse sind der Anlage 5 zu entnehmen.

**Tabelle 17:** Zuordnung und Einstufung des Bodenmaterials nach LAGA

Proben – Nr.	Untersuchungsobjekt	Zuordnung in Einbauklassen nach LAGA M20	Ausschlaggebende Parameter
MP 1	Grob- und Gemischtkörnige Böden (Schulgelände)	Z 0	-
MP 2	Grob- und Gemischtkörnige Böden (Schulgelände)	Z 0	-
MP 3	Grob- und Gemischtkörnige Böden (Sportplatz)	Z 2 (Z1)	Feststoff: <b>PAK</b> Eluat: -
EP 1	Grob- und Gemischtkörnige Böden (Sportplatz)	Z 0	-
MP 5	Tragschicht Sportplatz	Z 0	-
MP 6	Auffüllung Schulgelände	Z 2	Feststoff: <b>Kupfer</b> , Zink Eluat: Kupfer

Entsprechend den Ergebnissen aus Tabelle 17, müssen bei der Entsorgung bzw. dem Wiedereinbau des Abraummateri als aus der Auffüllung unterhalb des Schulgeländes besondere Entsorgungskriterien berücksichtigt werden. Gemäß einer Einbauklasse von  $\geq Z1.2$  wurde das Material zusätzlich nach Deponieverordnung analysiert und gemäß Dep.-V. Anhang 3, Tab. 2 (2009) eingewertet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 18 dargestellt sowie die detaillierten Analyseberichte der Anlage 5 beigelegt.

**Tabelle 18:** Zuordnung und Einstufung des Bodenmaterials nach DepV

Proben – Nr.	Untersuchungsobjekt	Einwertung nach Dep-V (2009)	Ausschlaggebende Parameter
MP 6	Auffüllung Schulgelände	DK III (DK 0*)	TOC

\* Grundsätzlich stellt TOC alleine kein Ausschlusskriterium für die Verwertung dar. Bei Erfüllung weiterer Parameter gemäß den Fußnoten der DepV kann der Grenzwert für TOC erhöht werden, wodurch eine Einstufung in die Deponieklasse DK 0 resultieren kann

## 6.2.2 Deklarationsanalytik nach BBodSchV

Eine Bewertung der Oberböden gem. BBodSchV hinsichtlich des Wirkungspfades Boden-Mensch dient der Bewertung der untersuchten Böden im Hinblick auf die weitere Nutzung der Böden als Oberflächenbedeckung im Bereich von Wohnbebauung. Die Gegenüberstellung der Analytik-Ergebnisse mit den Prüfwerten nach § 8 Abs. 1 Satz 2 Nr. 1 des Bundes-Bodenschutzgesetzes (Kinderspielflächen) ist in Tabelle 19 aufgeführt.

**Tabelle 19:** Zuordnung und Einstufung des Bodenmaterials nach BBodSchV

Proben – Nr.	Untersuchungsobjekt	Nutzbarkeit für Kinderspielflächen	Ausschlaggebende Parameter
EP 2	Böden bis GOK -0,5 m	Gemäß BBodSchV §4 sind keine weiteren Maßnahmen notwendig	-

Die humosen oberflächennahen Böden können bei einer Umnutzung zur Wohnbebauung vor Ort verbleiben bzw. nach Abtrag für eine Oberflächengestaltung wieder verwendet werden.

## 6.3 Kostenschätzung

Für die Entsorgung von belasteten Böden, sowie der Anschaffung von geeignetem Austauschmaterial fallen verschiedene Kosten an. Als Grundlage der Kostenschätzung wird die angenommene Bodenaushubtiefe von GOK -3,5 m, gemittelt über die gesamte Grundstücksfläche, in Zusammenhang mit den analysierten Schadstoffbelastungen gesetzt.

Die in der Tabelle 20 aufgeführten Preise für die Verwertung bzw. Entsorgung anfallender Böden wurden für die Berechnungen genutzt. Es ist dabei zu beachten, dass die Kosten für die anfallenden Arbeiten noch nicht inkludiert sind. Zudem weisen wir darauf hin, dass die angegebenen Preise auch in kurzer Zeit starken Preisschwankungen unterliegen können.

**Tabelle 20:** Preise für die Verwertung / Entsorgung von Bodenaushub

Zuordnungsklasse / Deponieklasse	Einheitspreis (netto)
LAGA: Z 1, inkl. Transport	30,00 €/t
LAGA: Z 2, inkl. Transport	50,00 €/t
DepV: DK I, inkl. Transport	60,00 €/t
DepV: DK II, inkl. Transport	70,00 €/t
DepV: DK III, inkl. Transport	140,00 €/t

### 6.3.1 Aushubmaterial

Für die anfallenden Kosten der Entsorgung der Böden wurde eine Unterteilung in Belastungsbereiche vorgenommen. Ausgehend von einer Gründungssohle bei GOK -3,5 m werden für die Berechnung des Aushubvolumens die Flächen der Bestandsbauten herausgerechnet, da nach dem Rückbau dieser, voraussichtlich kein weiterer Aushub notwendig wird. Die betrachtete Gesamtfläche beträgt somit ca. 17.883 m<sup>2</sup>.

Die Auffüllung im Bereich des Sportplatzes und Schulgeländes, bis in eine gemittelte Tiefe von GOK - 2,8 m, entspricht einer Einwertung von Z 2. Aus den aktuellen Proben von Mai/Juni 2019 resultiert im Bereich des Schulgeländes die Deponieklasse DK III. Bodenmaterial, welches noch im August 2018 im Sportplatzbereich mit Z 2 eingewertet wurde, konnte im Mai/Juni 2019 nicht angetroffen werden. Eine Nachuntersuchung gemäß Deponieverordnung konnte somit nicht erfolgen, weshalb das Bodenmaterial des Sportplatzbereiches weiterhin mit als Z 2 Boden betrachtet wird. Auf dem Schulgelände wurden zudem, im Bereich der nördlichen Grünflächen, festgestellt, dass die unterlagernde Auffüllung Z 0 Werte aufweist. Entsprechend wurden die unbelasteten Flächen überschlägig von den belasteten Flächen abgezogen. Der unterlagernde, natürlich anstehende Boden im Projektgebiet kann durchgängig als unbelastet angenommen werden.

In Tabelle 21 sind die Aushubvolumina und die entsprechenden Kosten gemäß Tabelle 20 aufgeführt.

**Tabelle 21:** Geschätzte Volumina und Kosten der anfallenden Böden im gesamten Projektgebiet

Belastungsklasse	Geschätztes Aushubvolumen	Aushubmasse	Geschätzte Kosten
Z 0	17.515 m <sup>3</sup>	31.530 t	-
Z 2	2.625 m <sup>3</sup>	4.725 t	236.250 €
DK III (DK 0)	42.450 m <sup>3</sup>	76.410 t	10.697.400 € (4.202.550 €)
Summe	ca. 62.590 m <sup>3</sup>	ca. 112.665 t	ca. 10.933.650 € (4.438.800 €)

Sobald im weiteren Planungsverlauf die Anzahl, Größe und Lokalität der geplanten Wohngebäude bzw. Baugruben bekannt ist, werden die geschätzten Kosten entsprechend der kleineren Flächennutzung voraussichtlich geringer ausfallen.

### 6.3.2 Wiederverfüllung

Die Kosten für einzubringendes Austauschmaterial kann mit 15,00 €/t abgeschätzt werden. Bei einer Tiefgründung fällt dieses nur für die Sauberkeitsschichten und Hinterfüllungen der Baugruben an. Beides kann ohne genauere Planungsangaben von Anzahl, Größe und Lokalität der Baugruben derzeit nicht abgeschätzt werden.

## 7 Schlussbemerkung

Der vorliegende geotechnische Bericht umfasst das Ergebnis der durchgeführten Baugrunduntersuchungen für den Neubau von Wohngebäuden im Borcherring, Flurstück 1110 + 910. Folgende Punkte sind dabei übergeordnet zu beachten:

- Bei einer angenommenen Last von ca. 300 kN/m<sup>2</sup>, wird als Gründungsart eine Tiefgründung mittels Teilverdrängungsbohrpfählen mit Pfahllängen von ca. 24,0 m (1000 kN pro Pfahl) bzw. 22,0 m (D62 / 1000 kN pro Pfahl) empfohlen
- Aufgrund des hohen Bemessungswasserstandes von GOK -1,5 m müssen Wasserhaltungsmaßnahmen beachtet werden. Entsprechend ist während der Bauphase ein wasserdichter Spundwandverbau mit innenliegender offener Wasserhaltung bis in den Geschiebemergel empfohlen
- Das geplante Untergeschoss ist gegen drückendes Wasser aus wasserundurchlässigem Beton als sog. „Weiße Wanne“ herzustellen. Zudem wird eine Abdichtung gegen Spritzwasser und Kapillarwasser empfohlen
- Eine Regenwasserversickerung kann nach derzeitigem Stand nur oberflächennah im Bereich des Sportplatzes stattfinden
- Mittels Langzeitmessungen des Grundwasserstandes anhand der GWM 3 kann der Bemessungswasserstand im weiteren Projektverlauf angepasst werden
- Der anfallende Boden wird voraussichtlich umweltchemischen Belastungen der LAGA-Klasse Z 0, Z 2 sowie DK I entsprechen. Die geschätzten Entsorgungskosten für das gesamte Gebiet (bis GOK -3,5 m) betragen ca. 10.933.650 € (bei DK III) bzw. 4.438.800 € (bei DK 0), können jedoch anteilig für die zu bebauende Fläche heruntergerechnet werden

Prinzipiell sind Abweichungen in Bezug auf Schichtmächtigkeit und -ausbildung zwischen bzw. außerhalb der Aufschlusspunkte nicht auszuschließen. Bei Abweichungen gegenüber den im Bericht angenommenen Bodenverhältnissen und Bauwerken sind die genannten Empfehlungen zu überprüfen. Die Entscheidungen über Notwendigkeit und Realisierung der Empfehlungen, sowie allgemein der weiteren Vorgehensweise bleiben generell den Aufsichts- und Fachbehörden, ggf. in Rücksprache mit dem Bauherrn, vorbehalten. Diese sollten aber letztendlich nicht grundlegend von den hier vorliegenden Empfehlungen abweichen, da sonst anderweitige Umstände maßgebend werden können, die es dann erneut zu untersuchen und beurteilen gilt.

Der Bericht besitzt nur in seiner Gesamtheit Gültigkeit.

Die von Lieberman GmbH ist gerne bereit, beim weiteren Vorgehen beratend zur Seite zu stehen und fachliche Entscheidungshilfen zu geben.

**von Lieberman GmbH**

»Bauen und Umwelt«

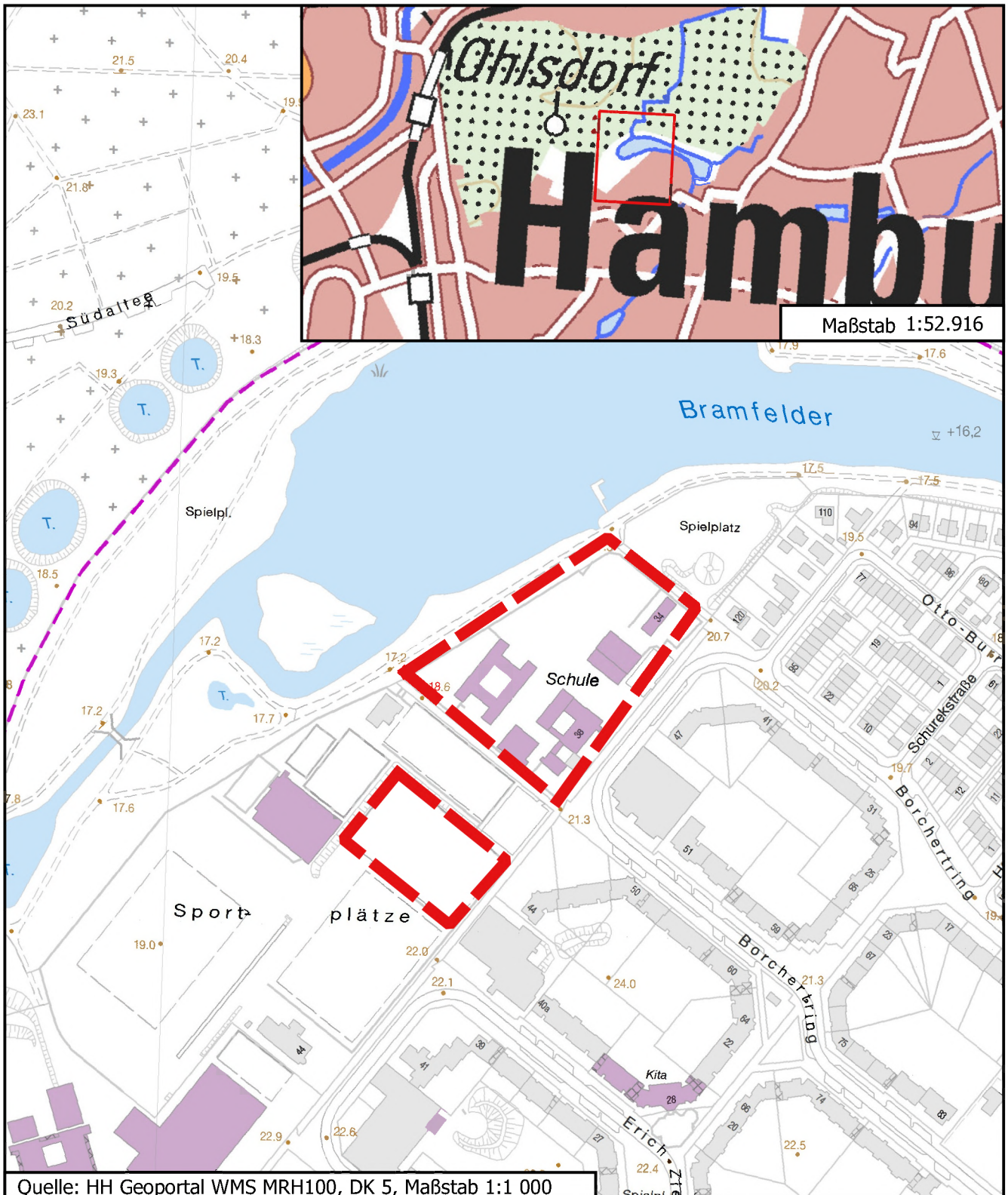


Ingenieurgesellschaft  
**von Lieberman**  
» Bauen und Umwelt «  
von Lieberman GmbH  
Ruhrstraße 57, 22761 Hamburg

## **Anlage 1**

### ***Übersichtsplan (Maßstab 1:5.000)***

[1 Plan] [1 Seite]



## Übersichtskarte

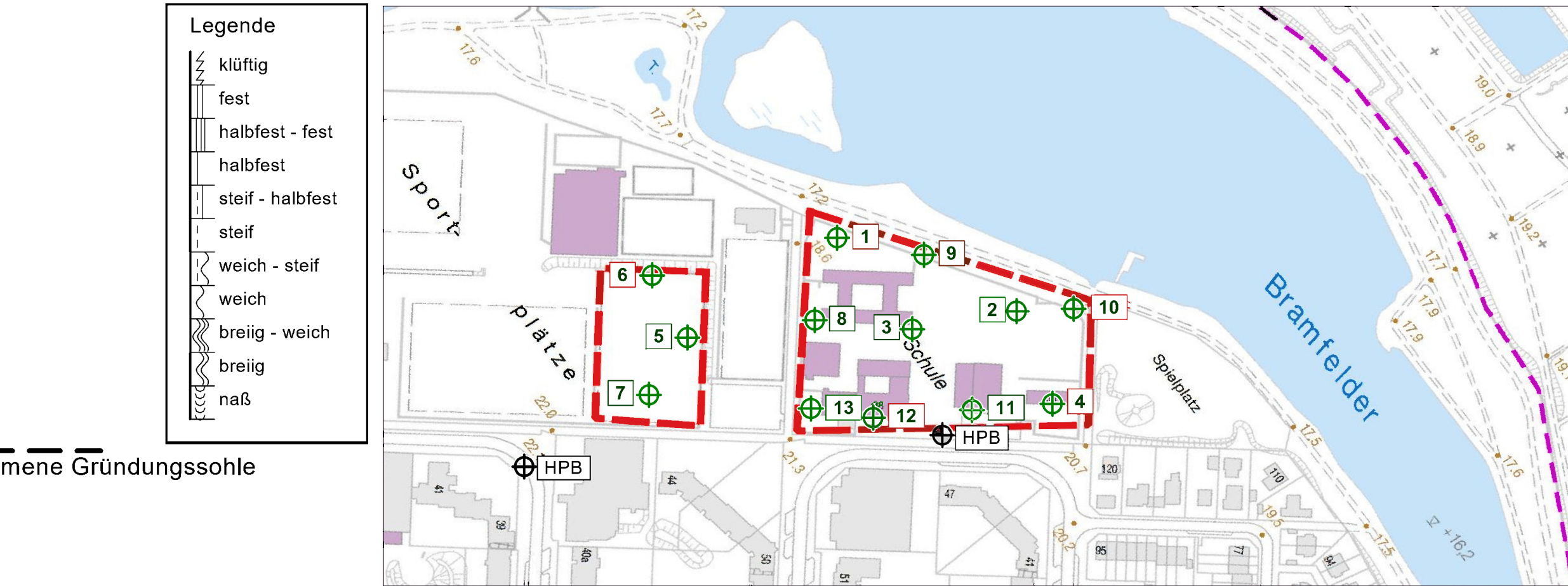
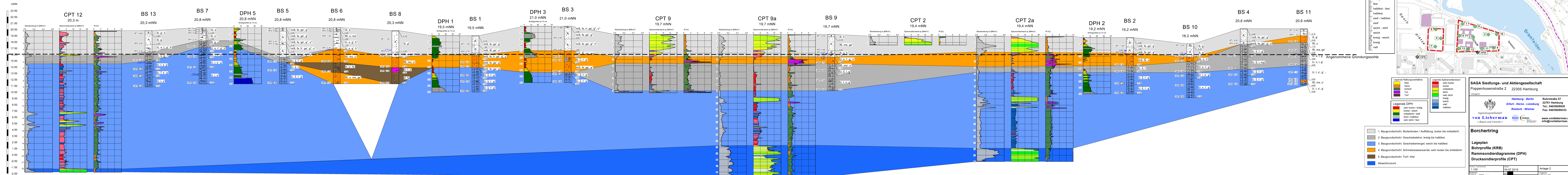
Adresse:

Schule, Sportplatz  
 Borcherring  
 22309 Hamburg

## **Anlage 3**

***Schichtenverzeichnisse der Thiel Baugrunduntersuchung GmbH und TerraV GbR***

[14 Seiten]



**Legende**

klüftig  
fest  
halbfest - fest  
halbfest  
steif - halbsteif  
steif  
weich - steif  
breiig - weich  
breiig  
naß

**Legende Reibungsverhältnis**

Sand  
Schluff  
Ton  
Torf

**Legende DPH**

sehr locker / breiig  
locker / weich  
mitteldicht / steif  
dicht / halbsteif  
sehr dicht / fest

**Legende Spitzwiderstand**

sehr locker  
locke  
mitteldicht  
dicht  
sehr dicht  
breiig  
weich  
steif  
halbsteif

**Legende Baugrunderkennung**

1. Baugrunderkennung: Mutterboden / Auffüllung; locker bis mitteldicht  
2. Baugrunderkennung: Geschiebelehm; breiig bis halbsteif  
3. Baugrunderkennung: Geschiebemergel; weich bis halbsteif  
4. Baugrunderkennung: Schmelzwassersande; sehr locker bis mitteldicht  
5. Baugrunderkennung: Torf / Klei  
Absetzhorizont

**SAGA Siedlungs- und Aktiengesellschaft**  
Poppenhusenstraße 2 22305 Hamburg

**Hamburg - Berlin** Ruhrstraße 57  
**Erfurt - Herne - Lüneburg** 22761 Hamburg  
**Rostock - Wismar** Tel.: 040/5009930  
Fax: 040/50099333

**Ingénieurgesellschaft**  
**von Lieberman**  
» Baun und Umwelt «

**Borchertring**

**Lageplan**  
**Bohrprofile (KRB)**  
**Rammsondierdiagramme (DPH)**  
**Drucksondierprofile (CPT)**

Blattgröße: 2333 x 297 mm  
Datum: 04.07.2019  
Blattgröße: 2333 x 297 mm  
Projekt: Anlage 2  
Projekt: 19013-02

## **Anlage 2**

***Lageplan der Aufschlusspunkte inkl. Bohrprofile (Maßstab der Höhen der Bohrprofile 1:100)***

[1 Plan] [1 Seite]



		<b>Schichtenverzeichnis</b>			BA-Nr.: 18287		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernnten Proben			BN = OK SD = +20.68 mNN		
Vorhaben: Borcherring, Hamburg-Steilshoop							
Bohrung <b>BS 1</b> / Blatt: 1					Höhe: +19.49 mNN		Datum: 08.08.2018
1	2			3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung <sup>1)</sup>				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung <sup>1)</sup>	h) <sup>1)</sup> Gruppe				
0.10	a) Asphalt			gestemmt			
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h)				
1.50	a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, schwach kiesig			erdfeucht	GP	1	1.50
	b)						
	c)	d) leicht zu bohren normal zu bohren	e) braun				
	f) Auffüllung	g)	h)				
2.70	a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, schwach kiesig			erdfeucht	GP	2	2.70
	b)						
	c)	d) normal zu bohren	e) braun				
	f) Auffüllung	g)	h)				
3.10	a) Mittelsand, feinsandig, humos, schwach grobsandig, sehr schwach kiesig, sehr schwach schluffig			erdfeucht	GP	3	3.10
	b)						
	c)	d) normal zu bohren	e) dunkelbraun				
	f) Auffüllung	g)	h)				
4.40	a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, sehr schwach kiesig			nass ab 3,10 m	GP	4	4.40
	b)						
	c)	d) normal zu bohren	e) braun				
	f) Sand	g)	h)				



		<b>Schichtenverzeichnis</b>			BA-Nr.: 18287		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben			BN = OK SD = +20.68 mNN		
Vorhaben: Borcherring, Hamburg-Steilshoop							
Bohrung <b>BS 1</b> / Blatt: 2					Höhe: +19.49 mNN		Datum: 08.08.2018
1	2			3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung <sup>1)</sup>				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung <sup>1)</sup>	h) <sup>1)</sup> Gruppe				
5.10	a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, sehr schwach kiesig, Geschiebemergelstreifen			nass	GP	5	5.10
	b)						
	c)	d) normal zu bohren	e) braun				
	f) Sand	g)	h)				
6.50	a) Sand, stark schluffig, schwach tonig, schwach kiesig			erdfeucht	GP	6	6.50
	b)						
	c) weich - steif	d) normal zu bohren	e) grau				
	f) Geschiebemergel	g)	h)				
7.50	a) Sand, stark schluffig, schwach tonig, schwach kiesig			erdfeucht	GP	7	7.50
	b)						
	c) steif	d) normal zu bohren schwer zu bohren	e) grau				
	f) Geschiebemergel	g)	h)				
9.00	a) Sand, stark schluffig, schwach tonig, schwach kiesig			erdfeucht, Grundwasserstände: 1. Wst. = (3.10), kein Endwasserst., dazu Bohrloch offen bis : (2.83)	GP	8	9.00
	b)						
	c) steif	d) schwer zu bohren	e) grau				
	f) Geschiebemergel	g)	h)				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h)				



		<b>Schichtenverzeichnis</b>				BA-Nr.: 18287				
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				BN = OK SD = +20.68 mNN				
Vorhaben: Borcherring, Hamburg-Steilshoop										
Bohrung <b>BS 2</b> / Blatt: 1						Datum: 08.08.2018				
		Höhe: +19.16 mNN								
1	2				3	4	5	6		
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben				
	b) Ergänzende Bemerkung <sup>1)</sup>					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)		
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang						e) Farbe	
	f) Übliche Benennung		g) Geologische Benennung <sup>1)</sup>						h) <sup>1)</sup> Gruppe	
0.08	a) Pflasterstein				aufgenommen u. wiederverlegt					
	b)									
	c)		d)						e)	
	f)		g)						h)	
1.50	a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, schwach kiesig				erdfeucht	GP	1	1.50		
	b)									
	c)		d) normal zu bohren						e) braun	
	f) Auffüllung		g)						h)	
2.50	a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, schwach kiesig				erdfeucht	GP	2	2.50		
	b)									
	c)		d) normal zu bohren						e) braun	
	f) Auffüllung		g)						h)	
4.50	a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, sehr schwach kiesig				erdfeucht, nass ab 2,70 m	GP	3	4.50		
	b)									
	c)		d) normal zu bohren						e) braun	
	f) Sand		g)						h)	
5.60	a) Sand, stark schluffig, schwach tonig, schwach kiesig				erdfeucht	GP	4	5.60		
	b)									
	c) weich - steif		d) normal zu bohren						e) grau	
	f) Geschiebelehm		g)						h)	



		<b>Schichtenverzeichnis</b>			BA-Nr.: 18287		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben			BN = OK SD = +20.68 mNN		
Vorhaben: Borcherring, Hamburg-Steilshoop							
Bohrung <b>BS 2</b> / Blatt: 2					Höhe: +19.16 mNN		Datum: 08.08.2018
1	2			3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung <sup>1)</sup>				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung <sup>1)</sup>	h) <sup>1)</sup> Gruppe				
7.50	a) Sand, stark schluffig, schwach tonig, schwach kiesig			erdfeucht	GP	5	7.50
	b)						
	c) steif	d) normal zu bohren schwer zu bohren	e) grau				
	f) Geschiebemergel	g)	h)				
9.00	a) Sand, stark schluffig, schwach tonig, schwach kiesig			erdfeucht, Grundwasserstände: 1. Wst. = (2.70), Endwst. : (2.19), dazu Bohrloch offen bis : (3.28)	GP	6	9.00
	b)						
	c) steif	d) normal zu bohren schwer zu bohren	e) grau				
	f) Geschiebemergel	g)	h)				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h)				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h)				
	a)						
	b)						
	c)	d)	e)				
	f)	g)	h)				

<sup>1)</sup> Erläuterung des Symbols "1)" im Prospekt



		<b>Schichtenverzeichnis</b>				BA-Nr.: 18287				
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernnten Proben				BN = OK SD = +20.68 mNN				
Vorhaben: Borcherring, Hamburg-Steilshoop										
Bohrung <b>BS 3</b> / Blatt: 1						Datum: 08.08.2018				
Höhe: +20.95 mNN										
1	2				3	4	5	6		
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben				
	b) Ergänzende Bemerkung <sup>1)</sup>					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)		
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang						e) Farbe	
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung <sup>1)</sup>	h) <sup>1)</sup> Gruppe	i) Kalk- gehalt						
0.20	a) Mittelsand, feinsandig, humos, schwach grobsandig, sehr schwach kiesig, sehr schwach schluffig				erdfeucht	GP	1	0.20		
	b)									
	c)		d) leicht zu bohren						e) dunkelbraun	
	f) Auffüllung	g)	h)	i) O						
2.00	a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, sehr schwach kiesig, Geschiebelehmreste				erdfeucht	GP	2	2.00		
	b)									
	c)		d) normal zu bohren						e) braun	
	f) Auffüllung	g)	h)	i) O						
3.90	a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, sehr schwach kiesig, Ziegelreste, Torfstreifen				erdfeucht	GP	3	3.90		
	b)									
	c)		d) normal zu bohren schwer zu bohren						e) braun	
	f) Auffüllung	g)	h)	i) +						
5.00	a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, sehr schwach kiesig				erdfeucht, nass ab 4,50 m	GP	4	5.00		
	b)									
	c)		d) schwer zu bohren						e) braun	
	f) Sand	g)	h)	i) O						
5.60	a) Sand, stark schluffig, schwach tonig, schwach kiesig, Sandstreifen				erdfeucht	GP	5	5.60		
	b)									
	c) steif		d) schwer zu bohren						e) braun	
	f) Geschiebelehm Sand	g)	h)	i) O						



		<b>Schichtenverzeichnis</b>				BA-Nr.: 18287				
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				BN = OK SD = +20.68 mNN				
Vorhaben: Borcherring, Hamburg-Steilshoop										
Bohrung <b>BS 3</b> / Blatt: 2						Datum: 08.08.2018				
		Höhe: +20.95 mNN								
1	2				3	4	5	6		
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben				
	b) Ergänzende Bemerkung <sup>1)</sup>					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)		
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang						e) Farbe	
	f) Übliche Benennung		g) Geologische Benennung <sup>1)</sup>						h) <sup>1)</sup> Gruppe	
7.40	a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, sehr schwach kiesig				nass ab 5,00 m	GP	6	7.40		
	b)									
	c)		d) schwer zu bohren						e) braun	
	f) Sand		g)						h)	
7.80	a) Sand, stark schluffig, schwach tonig, schwach kiesig				erdfeucht	GP	7	7.80		
	b)									
	c) weich - steif		d) normal zu bohren schwer zu bohren						e) braun	
	f) Geschiebemergel		g)						h)	
9.00	a) Sand, stark schluffig, schwach tonig, schwach kiesig				erdfeucht, Grundwasserstände: 1. Wst. = (4.50), 2. Wst. = (5.00), kein Endwasserst., dazu Bohrloch offen bis : (3.01)	GP	8	9.00		
	b)									
	c) steif		d) schwer zu bohren						e) braun	
	f) Geschiebemergel		g)						h)	
	a)									
	b)									
	c)		d)						e)	
	f)		g)						h)	
	a)									
	b)									
	c)		d)						e)	
	f)		g)						h)	



		<b>Schichtenverzeichnis</b>			BA-Nr.: 18287					
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben			BN = OK SD = +20.68 mNN					
Vorhaben: Borcherring, Hamburg-Steilshoop										
Bohrung <b>BS 4</b> / Blatt: 1					Höhe: +20.62 mNN		Datum: 08.08.2018			
1	2				3	4	5	6		
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben				
	b) Ergänzende Bemerkung <sup>1)</sup>					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)		
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang						e) Farbe	
	f) Übliche Benennung		g) Geologische Benennung <sup>1)</sup>						h) <sup>1)</sup> Gruppe	
0.08	a) Pflasterstein				aufgenommen u. wiederverlegt					
	b)									
	c)		d)						e)	
	f)		g)						h)	
2.00	a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, schwach kiesig, Ziegelreste				erdfeucht	GP	1	2.00		
	b)									
	c)		d) normal zu bohren						e) braun	
	f) Auffüllung		g)						h)	
2.50	a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, schwach kiesig, schwach schluffig, Ziegelreste				erdfeucht	GP	2	2.50		
	b)									
	c)		d) schwer zu bohren						e) grau	
	f) Auffüllung		g)						h)	
4.50	a) Sand, stark schluffig, schwach tonig, schwach kiesig				erdfeucht	GP	3	4.50		
	b)									
	c) weich - steif		d) normal zu bohren schwer zu bohren						e) braun	
	f) Geschiebelehm		g)						h)	
6.50	a) Sand, stark schluffig, schwach tonig, schwach kiesig				erdfeucht	GP	4	6.50		
	b)									
	c) steif		d) normal zu bohren						e) braungrau	
	f) Geschiebelehm		g)						h)	



		<b>Schichtenverzeichnis</b>				BA-Nr.: 18287		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernnten Proben				BN = OK SD = +20.68 mNN		
Vorhaben: Borcherring, Hamburg-Steilshoop								
Bohrung <b>BS 4</b> / Blatt: 2						Datum: 08.08.2018		
Höhe: +20.62 mNN								
1	2			3		4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung <sup>1)</sup>					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung <sup>1)</sup>	h) <sup>1)</sup> Gruppe			i) Kalk-gehalt		
7.50	a) Sand, stark schluffig, schwach tonig, schwach kiesig			erdfeucht		GP	5	7.50
	b)							
	c) steif	d) normal zu bohren	e) grau					
	f) Geschiebemergel	g)	h)					
9.00	a) Sand, stark schluffig, schwach tonig, schwach kiesig			erdfeucht, Grundwasserstände: kein Wasser angetroffen		GP	6	9.00
	b)							
	c) steif	d) normal zu bohren schwer zu bohren	e) grau					
	f) Geschiebemergel	g)	h)					
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)					
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)					
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)					



		<b>Schichtenverzeichnis</b>			BA-Nr.: 18287		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernnten Proben			BN = OK SD = +20.68 mNN		
Vorhaben: Borcherring, Hamburg-Steilshoop							
Bohrung <b>BS 5</b> / Blatt: 1					Höhe: GOK		Datum: 09.08.2018
1	2			3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung <sup>1)</sup>				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung <sup>1)</sup>	h) <sup>1)</sup> Gruppe				
0.20	a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, schwach kiesig, (Grant)			erdfeucht	GP	1	0.20
	b)						
	c)	d) normal zu bohren schwer zu bohren	e) rot				
	f) Auffüllung	g)	h)				
0.60	a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, sehr schwach kiesig			erdfeucht	GP	2	0.60
	b)						
	c)	d) normal zu bohren schwer zu bohren	e) braun				
	f) Auffüllung	g)	h)				
2.40	a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, sehr schwach kiesig, sehr schwach schluffig, Ziegelreste			erdfeucht	GP	3	2.40
	b)						
	c)	d) normal zu bohren schwer zu bohren	e) gelbbraun				
	f) Auffüllung	g)	h)				
2.70	a) Mittelsand, feinsandig, schwach humos, schwach grobsandig, sehr schwach kiesig, sehr schwach			erdfeucht	GP	4	2.70
	b) schluffig						
	c)	d) normal zu bohren schwer zu bohren	e) beigedunkelbraun				
	f) Auffüllung	g)	h)				
4.70	a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, sehr schwach kiesig, sehr schwach schluffig, Ziegelreste			erdfeucht	GP	5	4.70
	b)						
	c)	d) normal zu bohren	e) braungrau				
	f) Auffüllung	g)	h)				



		<b>Schichtenverzeichnis</b>			BA-Nr.: 18287			
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernnten Proben			BN = OK SD = +20.68 mNN			
Vorhaben: Borcherring, Hamburg-Steilshoop								
Bohrung <b>BS 5</b> / Blatt: 2					Höhe: GOK		Datum: 09.08.2018	
1	2			3		4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung <sup>1)</sup>					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung <sup>1)</sup>	h) <sup>1)</sup> Gruppe			i) Kalk-gehalt		
5.60	a) Sand, stark schluffig, schwach tonig, schwach kiesig			erdfeucht		GP	6	5.60
	b)							
	c) steif	d) normal zu bohren	e) braun					
	f) Geschiebelehm	g)	h)					
7.00	a) Sand, stark schluffig, schwach tonig, schwach kiesig			erdfeucht		GP	7	7.00
	b)							
	c) steif	d) normal zu bohren schwer zu bohren	e) grau					
	f) Geschiebemergel	g)	h)					
9.00	a) Sand, stark schluffig, schwach tonig, schwach kiesig			erdfeucht, Grundwasserstände: kein Wasser angetroffen		GP	8	9.00
	b)							
	c) steif	d) normal zu bohren schwer zu bohren	e) grau					
	f) Geschiebemergel	g)	h)					
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)					
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)					



**JOERN THIEL**  
Baugrunduntersuchung GmbH

Georg-Wilhelm-Str.322  
21107 Hamburg  
T 040 3 07 88 04  
F 040 3 07 88 97

## Borchertring

Hamburg - Steilshoop

BA-Nr. : 18287

Bohrung: DPH

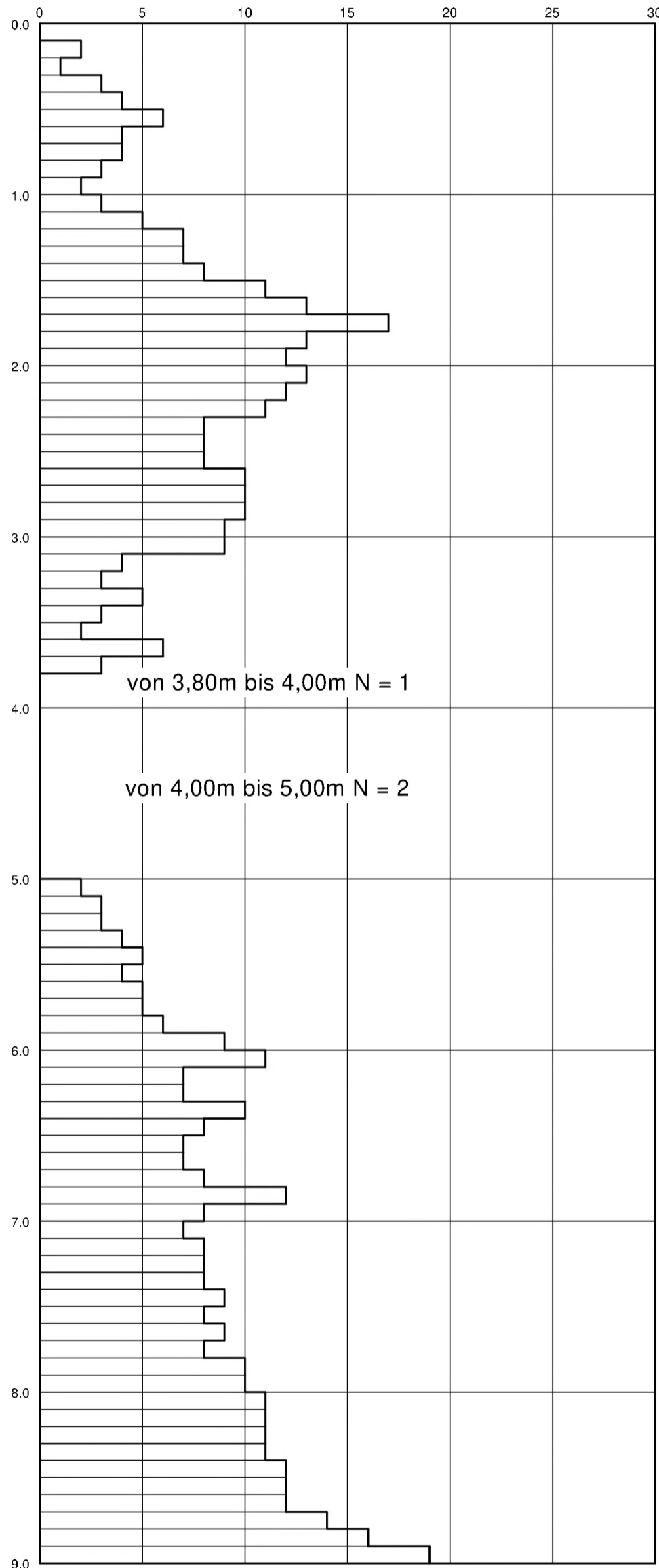
Datum : 09.08.2018

MdH: 1/50

### DPH 2

+19,15 mNN

Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N <sub>10</sub>
0.10	0
0.20	2
0.30	1
0.40	3
0.50	4
0.60	6
0.70	4
0.80	4
0.90	3
1.00	2
1.10	3
1.20	5
1.30	7
1.40	7
1.50	8
1.60	11
1.70	13
1.80	17
1.90	13
2.00	12
2.10	13
2.20	12
2.30	11
2.40	8
2.50	8
2.60	8
2.70	10
2.80	10
2.90	10
3.00	9
3.10	9
3.20	4
3.30	3
3.40	5
3.50	3
3.60	2
3.70	6
3.80	3
3.90	0
4.00	0
4.10	0
4.20	0
4.30	0
4.40	0
4.50	0
4.60	0
4.70	0
4.80	0
4.90	0
5.00	0
5.10	2
5.20	3
5.30	3
5.40	4
5.50	5
5.60	4
5.70	5
5.80	5
5.90	6
6.00	9
6.10	11
6.20	7
6.30	7
6.40	10
6.50	8
6.60	7
6.70	7
6.80	8
6.90	12
7.00	8
7.10	7
7.20	8
7.30	8
7.40	8
7.50	9
7.60	8
7.70	9
7.80	8
7.90	10
8.00	10
8.10	11
8.20	11
8.30	11
8.40	11
8.50	12
8.60	12
8.70	12
8.80	14
8.90	16
9.00	19



**JOERN THIEL**  
Baugrunduntersuchung GmbH

Georg-Wilhelm-Str.322  
21107 Hamburg  
T 040 3 07 88 04  
F 040 3 07 88 97

Borchertring

Hamburg - Steilshoop

BA-Nr. : 18287

Bohrung: DPH

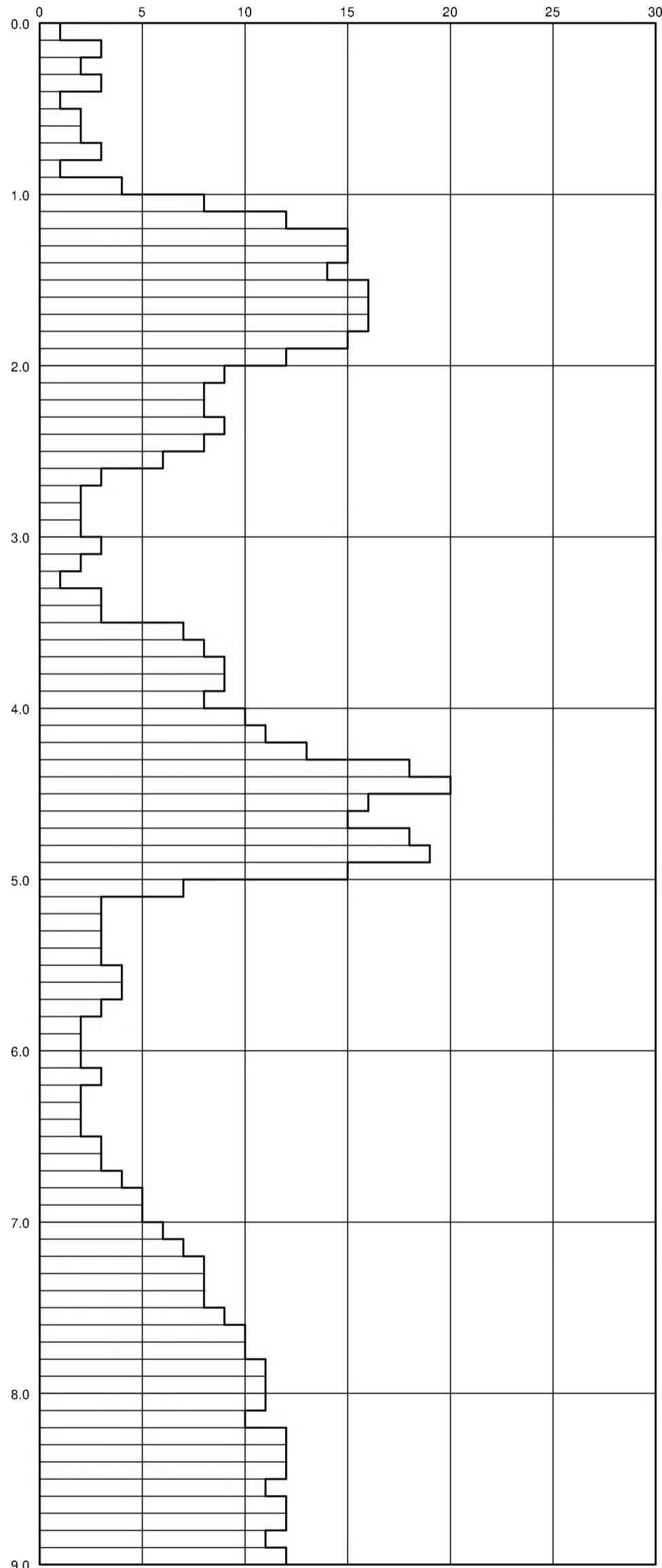
Datum : 09.08.2018

MdH: 1/50

# DPH 3

+20,96 mNN

Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N <sub>10</sub>
0.10	1
0.20	3
0.30	2
0.40	3
0.50	1
0.60	2
0.70	2
0.80	3
0.90	1
1.00	4
1.10	8
1.20	12
1.30	15
1.40	15
1.50	14
1.60	16
1.70	16
1.80	16
1.90	15
2.00	12
2.10	9
2.20	8
2.30	8
2.40	9
2.50	8
2.60	6
2.70	3
2.80	2
2.90	2
3.00	2
3.10	3
3.20	2
3.30	1
3.40	3
3.50	3
3.60	7
3.70	8
3.80	9
3.90	9
4.00	8
4.10	10
4.20	11
4.30	13
4.40	18
4.50	20
4.60	16
4.70	15
4.80	18
4.90	19
5.00	15
5.10	7
5.20	3
5.30	3
5.40	3
5.50	3
5.60	4
5.70	4
5.80	3
5.90	2
6.00	2
6.10	2
6.20	3
6.30	2
6.40	2
6.50	2
6.60	3
6.70	3
6.80	4
6.90	5
7.00	5
7.10	6
7.20	7
7.30	8
7.40	8
7.50	8
7.60	9
7.70	10
7.80	10
7.90	11
8.00	11
8.10	11
8.20	10
8.30	12
8.40	12
8.50	12
8.60	11
8.70	12
8.80	12
8.90	11
9.00	12



**JOERN THIEL**  
Baugrunduntersuchung GmbH

Georg-Wilhelm-Str.322  
21107 Hamburg  
T 040 3 07 88 04  
F 040 3 07 88 97

Borchertring

Hamburg - Steilshoop

BA-Nr. : 18286

Bohrung: DPH

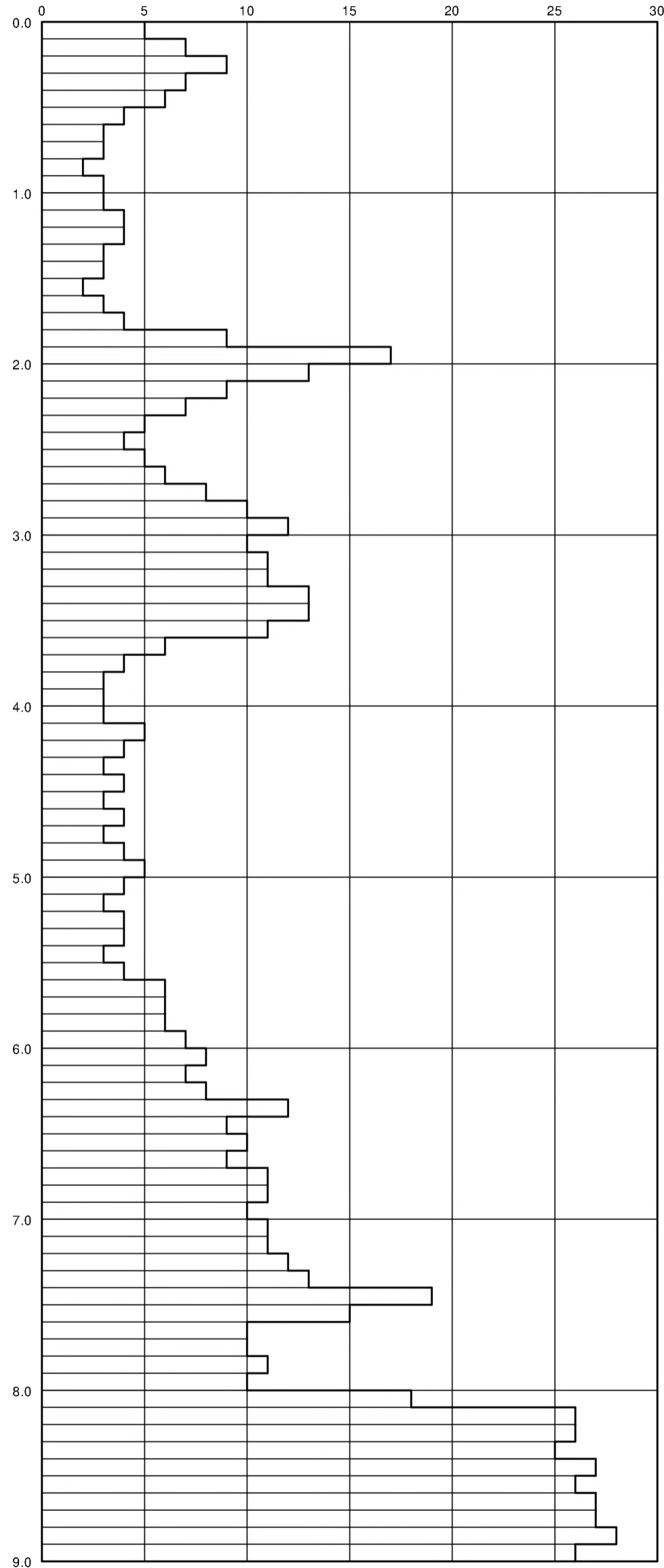
Datum : 09.08.2018

MdH: 1/50

## DPH 5

+0,00 m GOK

Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N <sub>10</sub>
0.10	5
0.20	7
0.30	9
0.40	7
0.50	6
0.60	4
0.70	3
0.80	3
0.90	2
1.00	3
1.10	3
1.20	4
1.30	4
1.40	3
1.50	3
1.60	2
1.70	3
1.80	4
1.90	9
2.00	17
2.10	13
2.20	9
2.30	7
2.40	5
2.50	4
2.60	5
2.70	6
2.80	8
2.90	10
3.00	12
3.10	10
3.20	11
3.30	11
3.40	13
3.50	13
3.60	11
3.70	6
3.80	4
3.90	3
4.00	3
4.10	3
4.20	5
4.30	4
4.40	3
4.50	4
4.60	3
4.70	4
4.80	3
4.90	4
5.00	5
5.10	4
5.20	3
5.30	4
5.40	4
5.50	3
5.60	4
5.70	6
5.80	6
5.90	6
6.00	7
6.10	8
6.20	7
6.30	8
6.40	12
6.50	9
6.60	10
6.70	9
6.80	11
6.90	11
7.00	10
7.10	11
7.20	11
7.30	12
7.40	13
7.50	19
7.60	15
7.70	10
7.80	10
7.90	11
8.00	10
8.10	18
8.20	26
8.30	26
8.40	25
8.50	27
8.60	26
8.70	27
8.80	27
8.90	28
9.00	26



**JOERN THIEL**  
Baugrunduntersuchung GmbH

Georg-Wilhelm-Str.322  
21107 Hamburg  
T 040 3 07 88 04  
F 040 3 07 88 97

## Borchertring

Hamburg - Steilshoop

BA-Nr. : 18287

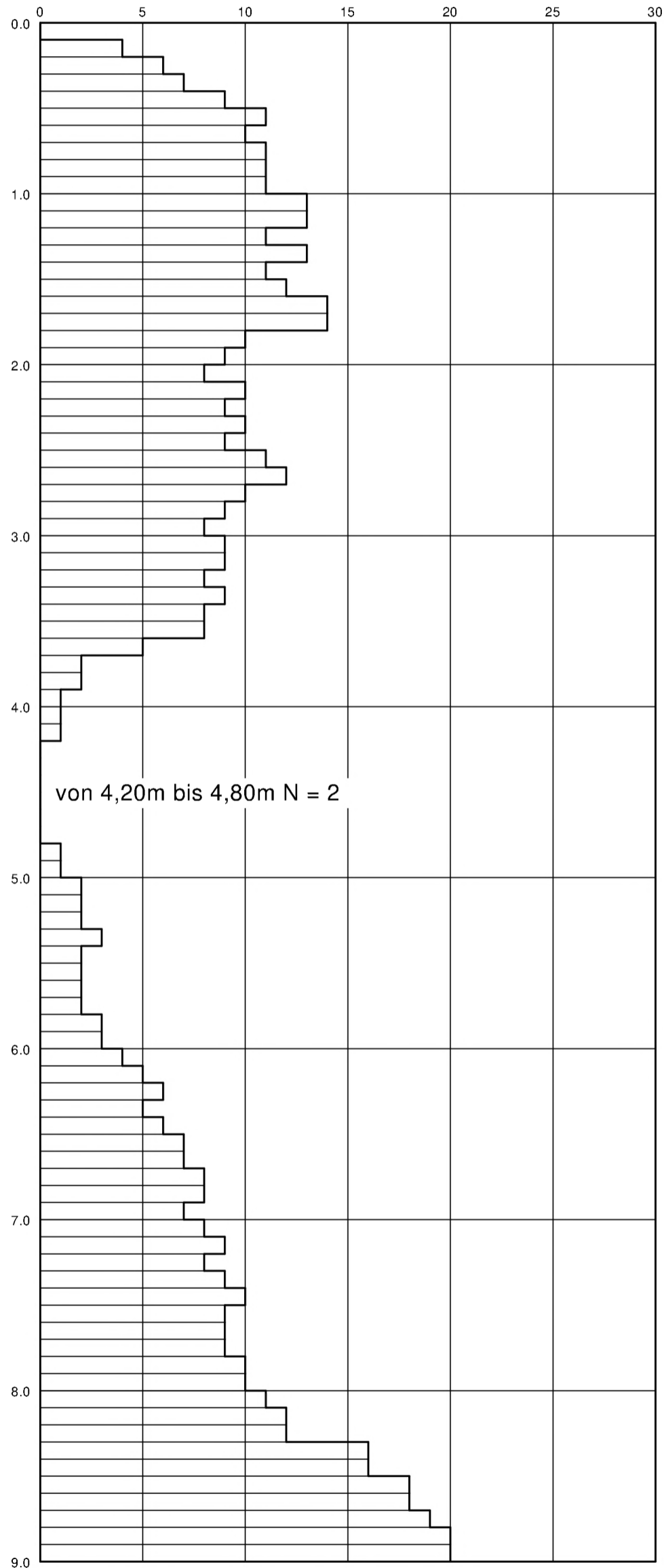
Bohrung: DPH

Datum : 09.08.2018

MdH: 1/50

### DPH 1 +19,50 mNN

Schlagzahlen je 10 cm



Tiefe [m]	N <sub>10</sub>
0.10	0
0.20	4
0.30	6
0.40	7
0.50	9
0.60	11
0.70	10
0.80	11
0.90	11
1.00	11
1.10	13
1.20	13
1.30	11
1.40	13
1.50	11
1.60	12
1.70	14
1.80	14
1.90	10
2.00	9
2.10	8
2.20	10
2.30	9
2.40	10
2.50	9
2.60	11
2.70	12
2.80	10
2.90	9
3.00	8
3.10	9
3.20	9
3.30	8
3.40	9
3.50	8
3.60	8
3.70	5
3.80	2
3.90	2
4.00	1
4.10	1
4.20	1
4.30	0
4.40	0
4.50	0
4.60	0
4.70	0
4.80	0
4.90	1
5.00	1
5.10	2
5.20	2
5.30	2
5.40	3
5.50	2
5.60	2
5.70	2
5.80	2
5.90	3
6.00	3
6.10	4
6.20	5
6.30	6
6.40	5
6.50	6
6.60	7
6.70	7
6.80	8
6.90	8
7.00	7
7.10	8
7.20	9
7.30	8
7.40	9
7.50	10
7.60	9
7.70	9
7.80	9
7.90	10
8.00	10
8.10	11
8.20	12
8.30	12
8.40	16
8.50	16
8.60	18
8.70	18
8.80	19
8.90	20
9.00	20

von 4,20m bis 4,80m N = 2

## **Anlage 4**

***Prüfbericht Prüfbericht B 5961 und B 6334 der AMM-GmbH***


[55 Seiten]

# **AMM GmbH**

Gesellschaft für Altlastenmanagement, Mineralstoffverwertung und Materialprüfung mbH  
Gessertshausener Straße 3, 86356 Neusäß

Tel.: 0821 – 48 688-0  
Fax.: 0821 – 48 688-66  
e-mail: info@ammgmbh.com  
web: www.ammgmbh.com

## **Untersuchungsbericht B 5961**

Auftraggeber:	von Lieberman GmbH
Auftragsnummer:	1
Projektleiter:	
Projektnummer:	15436-42
Probenahmedatum:	nicht bekannt
Probenort:	Borchertring
Probengefäß:	PE-Becher
Zu untersuchende Parameter:	Korngrößenverteilung, Wassergehalt Zustandsgrenzen
Zeitraum der Prüfung:	31.08. – 06.09.2018

<b>AMM GmbH</b>	Untersuchungsbericht: B 5961
<b>Gessertshausener Straße 3</b>	Projekt: Borcherring
<b>86356 Neusäß</b>	Auftraggeber: v. Lieberman GmbH, [REDACTED]
<b>Tel.: 0821-48688-20 / Fax: -66</b>	Datum: 06.09.2018
<b>Wassergehalt</b> DIN 18 121	Bearbeiter: [REDACTED]
	Labornummer: BP 1/6

Schale Nr.  1	Schale u. Probe feucht [g]	= 77.50 g	Schale u. Probe trocken [g]	= 68.90 g
	Schale u. Probe trocken [g]	= 68.90 g	Gewicht Schale [g]	= 17.20 g
	Wassergehalt [g]	= 8.60 g	Probe trocken G [g]	= 51.70 g
			Wassergehalt [%]	= 16.63 %
Schale Nr.  2	Schale u. Probe feucht [g]	= 76.50 g	Schale u. Probe trocken [g]	= 68.00 g
	Schale u. Probe trocken [g]	= 68.00 g	Gewicht Schale [g]	= 15.50 g
	Wassergehalt [g]	= 8.50 g	Probe trocken G [g]	= 52.50 g
			Wassergehalt [%]	= 16.19 %
			Mittel	= 16.41 %

<b>AMM GmbH</b>	Untersuchungsbericht: B 5961
<b>Gessertshausener Straße 3</b>	Projekt: Borcherring
<b>86356 Neusäß</b>	Auftraggeber: v. Lieberman GmbH, [REDACTED]
<b>Tel.: 0821-48688-20 / Fax: -66</b>	Datum: 06.09.2018
<b>Wassergehalt</b> DIN 18 121	Bearbeiter: [REDACTED]
	Labornummer: BP 2/4

Schale Nr.  1	Schale u. Probe feucht [g]	= 72.40 g	Schale u. Probe trocken [g]	= 64.00 g
	Schale u. Probe trocken [g]	= 64.00 g	Gewicht Schale [g]	= 13.90 g
	Wassergehalt [g]	= 8.40 g	Probe trocken G [g]	= 50.10 g
			Wassergehalt [%]	= 16.77 %
Schale Nr.  2	Schale u. Probe feucht [g]	= 77.00 g	Schale u. Probe trocken [g]	= 67.90 g
	Schale u. Probe trocken [g]	= 67.90 g	Gewicht Schale [g]	= 14.30 g
	Wassergehalt [g]	= 9.10 g	Probe trocken G [g]	= 53.60 g
			Wassergehalt [%]	= 16.98 %
			Mittel	= 16.87 %

<b>AMM GmbH</b>	Untersuchungsbericht: B 5961
<b>Gessertshausener Straße 3</b>	Projekt: Borcherring
<b>86356 Neusäß</b>	Auftraggeber: v. Lieberman GmbH, [REDACTED]
<b>Tel.: 0821-48688-20 / Fax: -66</b>	Datum: 06.09.2018
<b>Wassergehalt</b> DIN 18 121	Bearbeiter: [REDACTED]
	Labornummer: BP 4/3

Schale Nr.  1	Schale u. Probe feucht [g]	= 78.20 g	Schale u. Probe trocken [g]	= 71.30 g
	Schale u. Probe trocken [g]	= 71.30 g	Gewicht Schale [g]	= 12.80 g
	Wassergehalt [g]	= 6.90 g	Probe trocken G [g]	= 58.50 g
			Wassergehalt [%]	= 11.79 %
Schale Nr.  2	Schale u. Probe feucht [g]	= 78.10 g	Schale u. Probe trocken [g]	= 71.50 g
	Schale u. Probe trocken [g]	= 71.50 g	Gewicht Schale [g]	= 13.40 g
	Wassergehalt [g]	= 6.60 g	Probe trocken G [g]	= 58.10 g
			Wassergehalt [%]	= 11.36 %
			Mittel	= 11.58 %

<b>AMM GmbH</b>	Untersuchungsbericht: B 5961
<b>Gessertshausener Straße 3</b>	Projekt: Borcherring
<b>86356 Neusäß</b>	Auftraggeber: v. Lieberman GmbH, [REDACTED]
<b>Tel.: 0821-48688-20 / Fax: -66</b>	Datum: 06.09.2018
<b>Wassergehalt</b> DIN 18 121	Bearbeiter: [REDACTED]
	Labornummer: BP 5/6

Schale Nr.  1	Schale u. Probe feucht [g]	= 84.90 g	Schale u. Probe trocken [g]	= 75.60 g
	Schale u. Probe trocken [g]	= 75.60 g	Gewicht Schale [g]	= 15.10 g
	Wassergehalt [g]	= 9.30 g	Probe trocken G [g]	= 60.50 g
			Wassergehalt [%]	= 15.37 %
Schale Nr.  2	Schale u. Probe feucht [g]	= 72.00 g	Schale u. Probe trocken [g]	= 64.30 g
	Schale u. Probe trocken [g]	= 64.30 g	Gewicht Schale [g]	= 14.30 g
	Wassergehalt [g]	= 7.70 g	Probe trocken G [g]	= 50.00 g
			Wassergehalt [%]	= 15.40 %
			Mittel	= 15.39 %

# AMM GmbH

Gessertshausener Straße 3

86356 Neusäß

Tel.: 0821-48688-20 / Fax: -66

## Kornverteilung

DIN 18 123-5

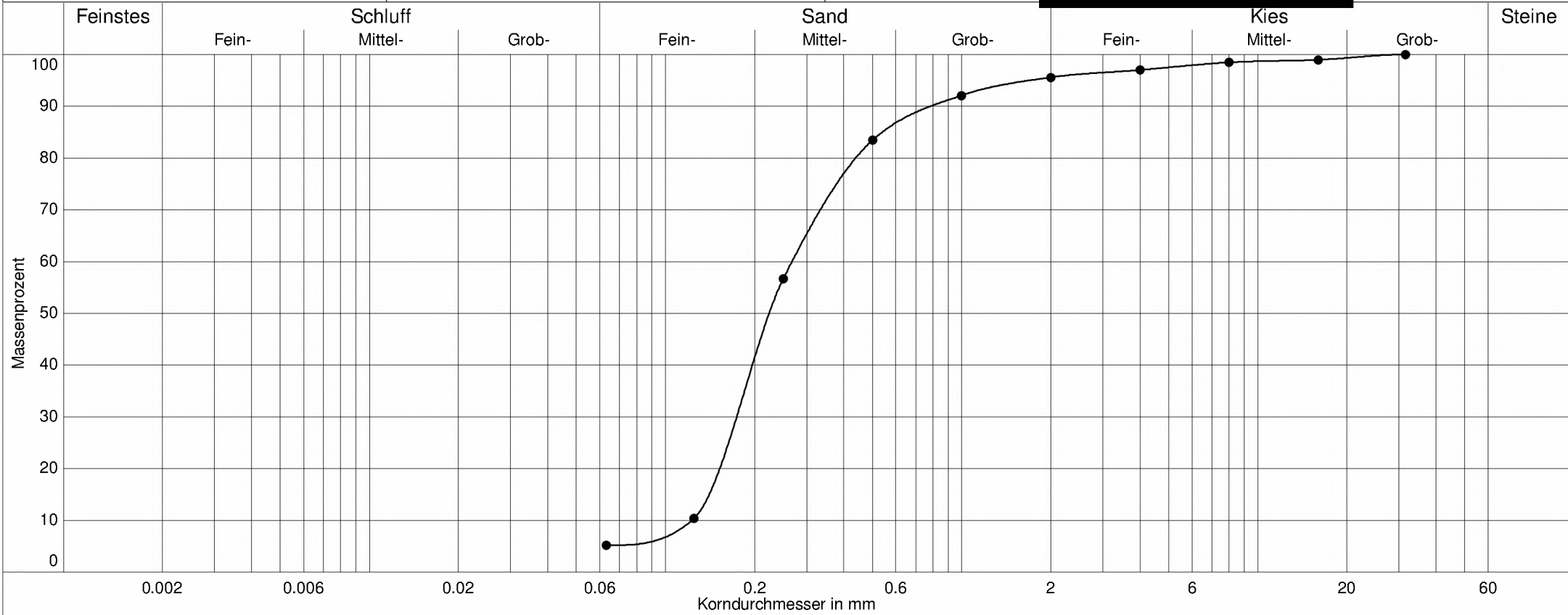
Untersuchungsbericht : B 5961

Projekt : Borcherring

Auftraggeber : v. Lieberman GmbH

Datum : 06.09.2018

Bearbeiter :



Labornummer	—●— BP 1/4		
Ungleichförm. U	2.2		
Krümmungszahl Cc	0.9		
Bodenart	mS,fs,gs,u'		
Bodengruppe	SU		
d10 / d60	0.123/0.268 mm		
Anteil < 0.063 mm	5.2 %		
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/5.2/90.4/4.4 %		
Bodenklasse	3		
kf nach Hazen	1.7E-04 m/s		
kf nach Kaubisch	- (0.063 <= 10%)		
Wassergehalt	-		

## KORNVERTEILUNG

BP 1/4

### SIEBUNG

Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	13.14	0.0	2.000	3.60	95.6
0.063	13.20	5.2	4.000	3.72	97.0
0.125	117.06	10.4	8.000	1.27	98.5
0.250	67.69	56.7	16.0	2.56	99.0
0.500	21.91	83.4	31.5	0.00	100.0
1.000	8.84	92.1	63.0	0.00	100.0

Gesamtgewicht: 252.99 g

# AMM GmbH

Gessertshausener Straße 3

86356 Neusäß

Tel.: 0821-48688-20 / Fax: -66

## Kornverteilung

DIN 18 123-7

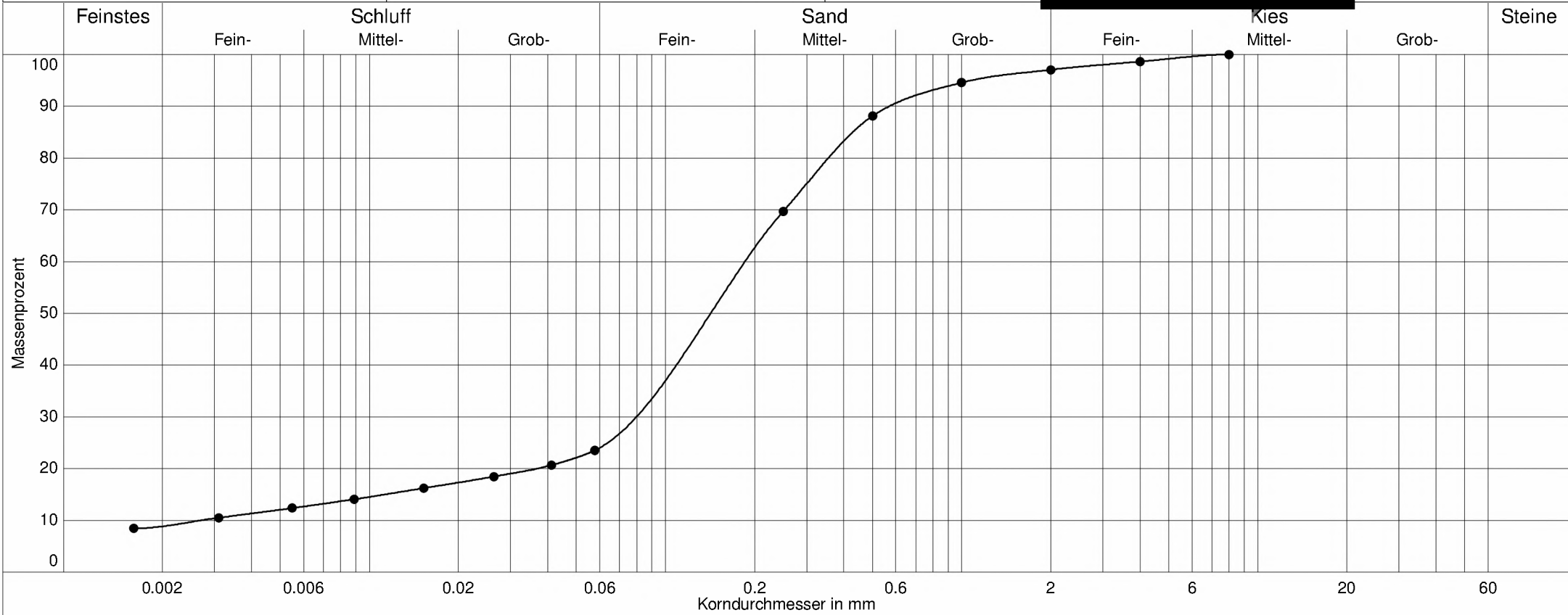
Untersuchungsbericht : B 5961

Projekt : Borcherring

Auftraggeber : v. Lieberman GmbH

Datum : 06.09.2018

Bearbeiter :



Labornummer	—●— BP 1/6			
Ungleichförm. U	68.7			
Krümmungszahl Cc	12.7			
Bodenart	S,u,t'			
Bodengruppe	SÜ			
d10 / d60	0.003/0.185 mm			
Anteil < 0.063 mm	24.8 %			
Kornfrakt. T/U/S/G	8.8/15.9/72.3/2.9 %			
Bodenklasse	4			
kf nach Hazen	- (Cu > 5)			
kf nach Kaubisch	5.6E-07 m/s			
Wassergehalt	16.4 %			

## KORNVERTEILUNG

BP 1/6

### SIEBUNG

Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	23.92	0.0	2.000	0.81	97.1
0.063	0.00	46.2	4.000	0.71	98.6
0.125	12.15	46.2	8.000	0.00	100.0
0.250	9.51	69.7	16.0	0.00	100.0
0.500	3.34	88.1	31.5	0.00	100.0
1.000	1.29	94.6	63.0	0.00	100.0

Gesamtgewicht: 51.73 g

### SCHLÄMMUNG

Durchmesser [mm]	Anteil [%]	Durchmesser [mm]	Anteil [%]
0.0016	8.4	0.0263	18.5
0.0031	10.5	0.0412	20.7
0.0055	12.4	0.0577	23.5
0.0089	14.1	0.0808	26.1
0.0153	16.2		

Probengewicht: 23.30 g

## Kornverteilung

DIN 18 123-5

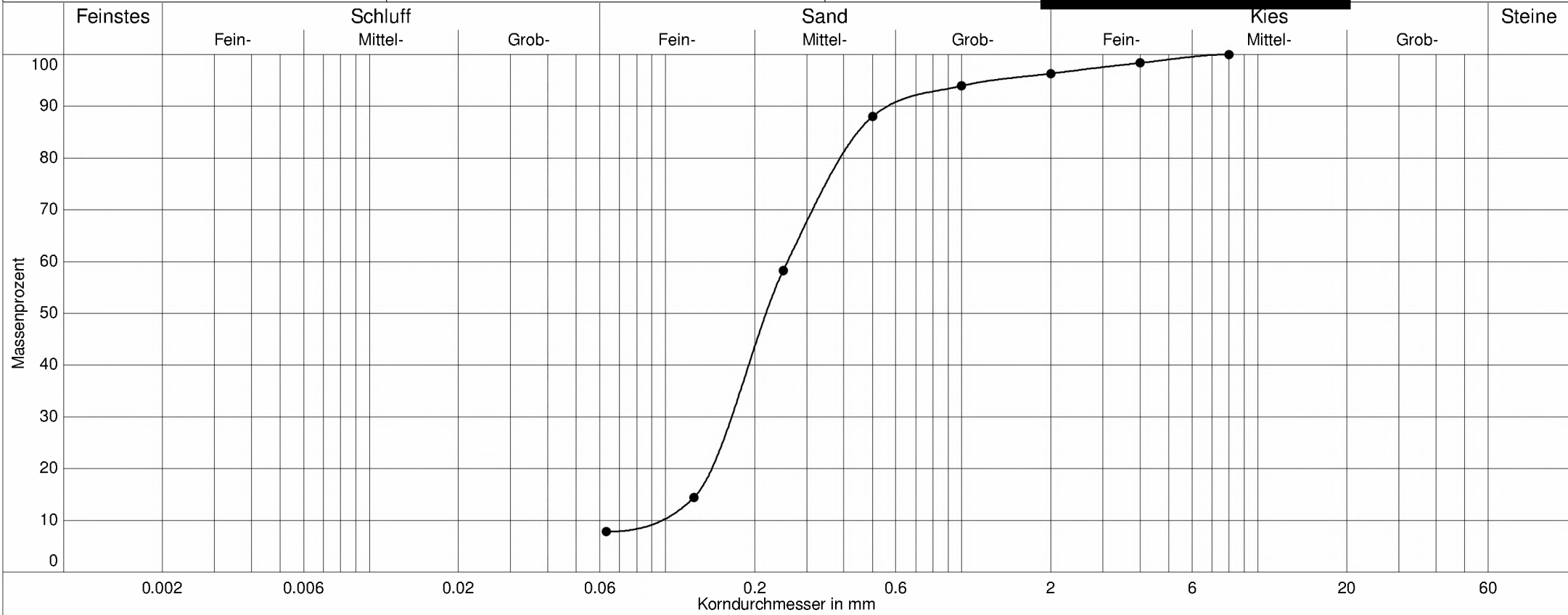
Untersuchungsbericht : B 5961

Projekt : Borcherring

Auftraggeber : v. Lieberman GmbH

Datum : 06.09.2018

Bearbeiter :



Labornummer	—●— BP 2/3		
Ungleichförm. U	2.6		
Krümmungszahl Cc	1.1		
Bodenart	mS,fs,u'		
Bodengruppe	SU		
d10 / d60	0.098/0.258 mm		
Anteil < 0.063 mm	7.8 %		
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/7.8/88.5/3.7 %		
Bodenklasse	3		
kf nach Hazen	1.1E-04 m/s		
kf nach Kaubisch	- (0.063 <= 10%)		
Wassergehalt	-		

# AMM GmbH

U-Bericht: B 5961

BV / Projektnr.: Borcherring

Gessertshausener Straße 3

Auftraggeber: v. Lieberman GmbH

86356 Neusäß

Datum: 06.09.2018

Tel.: 0821-48688-20 / Fax: -66

Bearbeiter:

## KORNVERTEILUNG

BP 2/3

### SIEBUNG

Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	22.10	0.0	2.000	5.80	96.3
0.063	18.75	7.8	4.000	4.60	98.4
0.125	123.96	14.5	8.000	0.00	100.0
0.250	83.99	58.3	16.0	0.00	100.0
0.500	16.75	88.0	31.5	0.00	100.0
1.000	6.74	93.9	63.0	0.00	100.0

Gesamtgewicht: 282.69 g

# AMM GmbH

Gessertshausener Straße 3

86356 Neusäß

Tel.: 0821-48688-20 / Fax: -66

## Kornverteilung

DIN 18 123-7

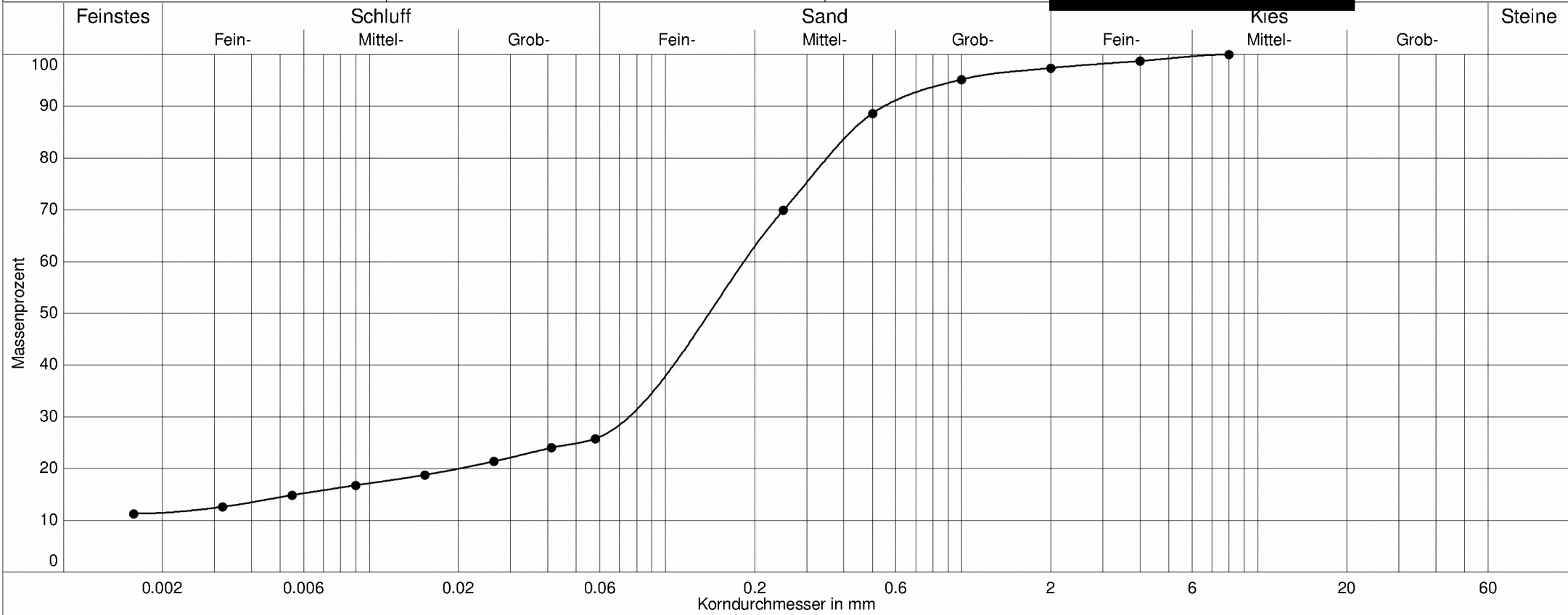
Untersuchungsbericht : B 5961

Projekt : Borcherring

Auftraggeber : v. Lieberman GmbH

Datum : 06.09.2018

Bearbeiter :



Labornummer	—●— BP 2/4			
Ungleichförm. U	-			
Krümmungszahl Cc	-			
Bodenart	S,u,t			
Bodengruppe	SÜ			
d10 / d60	- / 0.184 mm			
Anteil < 0.063 mm	26.7 %			
Kornfrakt. T/U/S/G	11.5/15.3/70.7/2.6 %			
Bodenklasse	4			
kf nach Hazen	-			
kf nach Kaubisch	3.6E-07 m/s			
Wassergehalt	15.9 %			

## KORNVERTEILUNG

BP 2/4

### SIEBUNG

Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	26.78	0.0	2.000	0.79	97.4
0.063	0.00	46.0	4.000	0.73	98.7
0.125	13.90	46.0	8.000	0.00	100.0
0.250	10.89	69.9	16.0	0.00	100.0
0.500	3.82	88.6	31.5	0.00	100.0
1.000	1.29	95.2	63.0	0.00	100.0

Gesamtgewicht: 58.20 g

### SCHLÄMMUNG

Durchmesser [mm]	Anteil [%]	Durchmesser [mm]	Anteil [%]
0.0016	11.3	0.0264	21.4
0.0032	12.6	0.0413	24.0
0.0055	14.9	0.0579	25.8
0.0090	16.8	0.0804	30.5
0.0154	18.8		

Probengewicht: 25.30 g

## Kornverteilung

DIN 18 123-5

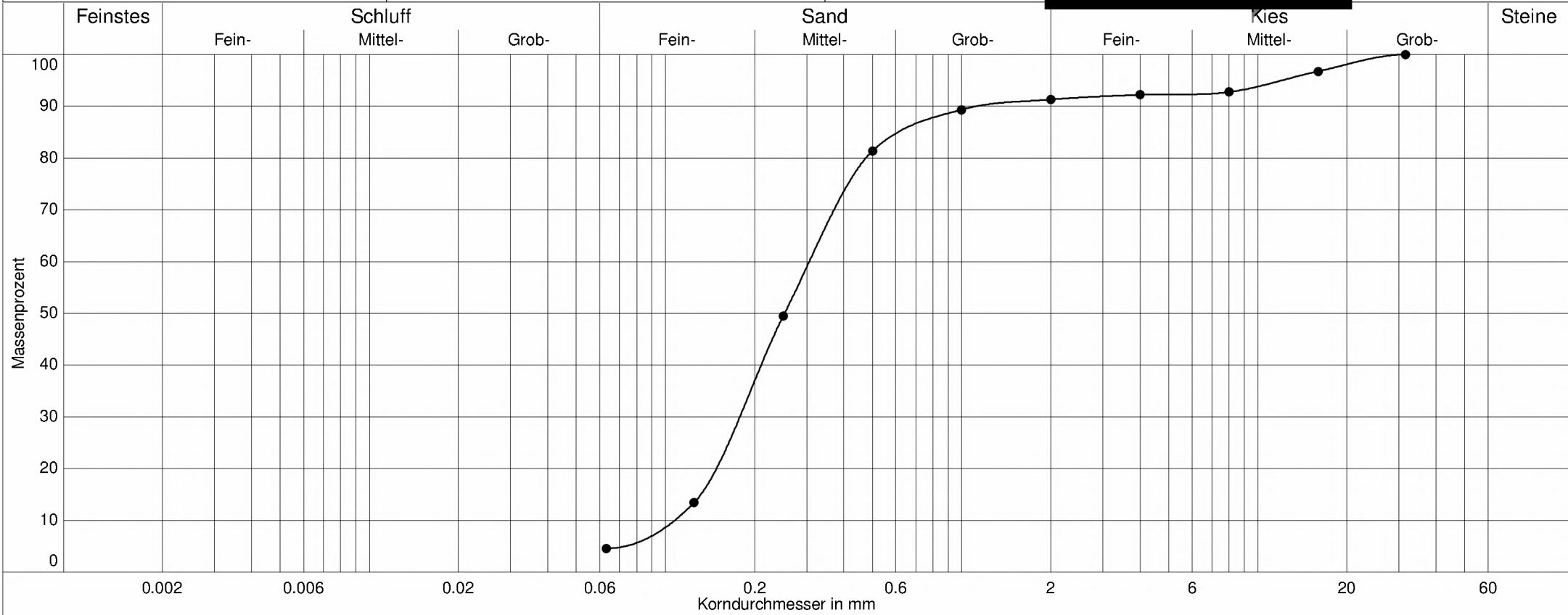
Untersuchungsbericht : B 5961

Projekt : Borcherring

Auftraggeber : v. Lieberman GmbH

Datum : 06.09.2018

Bearbeiter :



Labornummer	—●— BP 3/4		
Ungleichförm. U	2.8		
Krümmungszahl Cc	1.0		
Bodenart	mS,fs,gs',mg'		
Bodengruppe	SE		
d10 / d60	0.108/0.306 mm		
Anteil < 0.063 mm	4.6 %		
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/4.6/86.7/8.7 %		
Bodenklasse	3		
kf nach Hazen	1.3E-04 m/s		
kf nach Kaubisch	- (0.063 <= 10%)		
Wassergehalt	-		

# AMM GmbH

U-Bericht: B 5961

BV / Projektnr.: Borcherring

Gessertshausener Straße 3

Auftraggeber: v. Lieberman GmbH, [REDACTED]

86356 Neusäß

Datum: 06.09.2018

Tel.: 0821-48688-20 / Fax: -66

Bearbeiter: [REDACTED]

## KORNVERTEILUNG

BP 3/4

### SIEBUNG

Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	12.50	0.0	2.000	2.50	91.3
0.063	24.27	4.6	4.000	1.43	92.2
0.125	98.62	13.4	8.000	10.98	92.7
0.250	87.15	49.5	16.0	8.86	96.8
0.500	21.85	81.4	31.5	0.00	100.0
1.000	5.35	89.4	63.0	0.00	100.0

Gesamtgewicht: 273.51 g

# AMM GmbH

Gessertshausener Straße 3

86356 Neusäß

Tel.: 0821-48688-20 / Fax: -66

## Kornverteilung

DIN 18 123-7

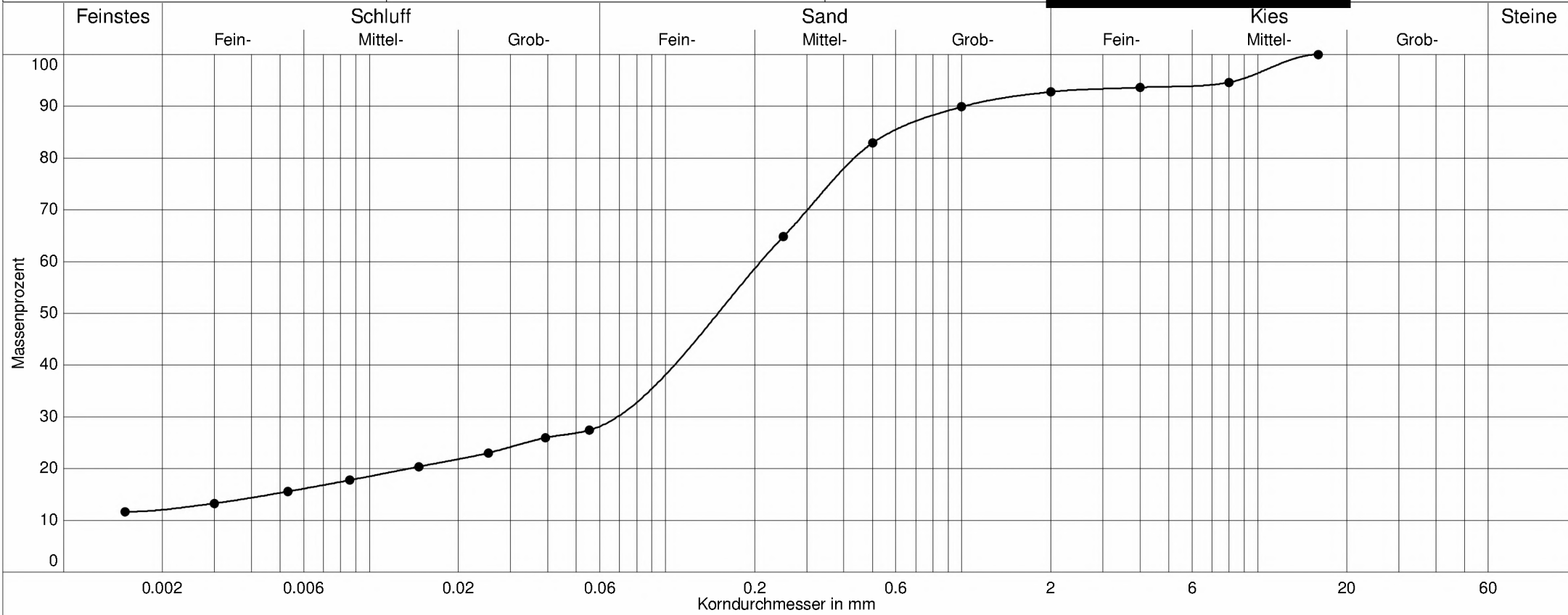
Untersuchungsbericht : B 5961

Projekt : Borcherring

Auftraggeber : v. Lieberman GmbH, [REDACTED]

Datum : 06.09.2018

Bearbeiter : [REDACTED]



Labornummer	—●— BP 4/3			
Ungleichförm. U	-			
Krümmungszahl Cc	-			
Bodenart	S,u,t,mg'			
Bodengruppe	SÜ			
d10 / d60	- / 0.210 mm			
Anteil < 0.063 mm	28.7 %			
Kornfrakt. T/U/S/G	12.0/16.7/64.1/7.2 %			
Bodenklasse	4			
kf nach Hazen	-			
kf nach Kaubisch	2.4E-07 m/s			
Wassergehalt	11.6 %			

## KORNVERTEILUNG

BP 4/3

### SIEBUNG

Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	24.66	0.0	2.000	0.49	92.8
0.063	0.00	43.2	4.000	0.56	93.6
0.125	12.31	43.2	8.000	3.07	94.6
0.250	10.32	64.8	16.0	0.00	100.0
0.500	3.99	82.9	31.5	0.00	100.0
1.000	1.65	89.9	63.0	0.00	100.0

Gesamtgewicht: 57.05 g

### SCHLÄMMUNG

Durchmesser [mm]	Anteil [%]	Durchmesser [mm]	Anteil [%]
0.0015	11.7	0.0252	23.0
0.0030	13.3	0.0394	26.0
0.0053	15.6	0.0554	27.4
0.0086	17.8	0.0779	28.9
0.0147	20.4		

Probengewicht: 23.60 g

## Kornverteilung

DIN 18 123-7

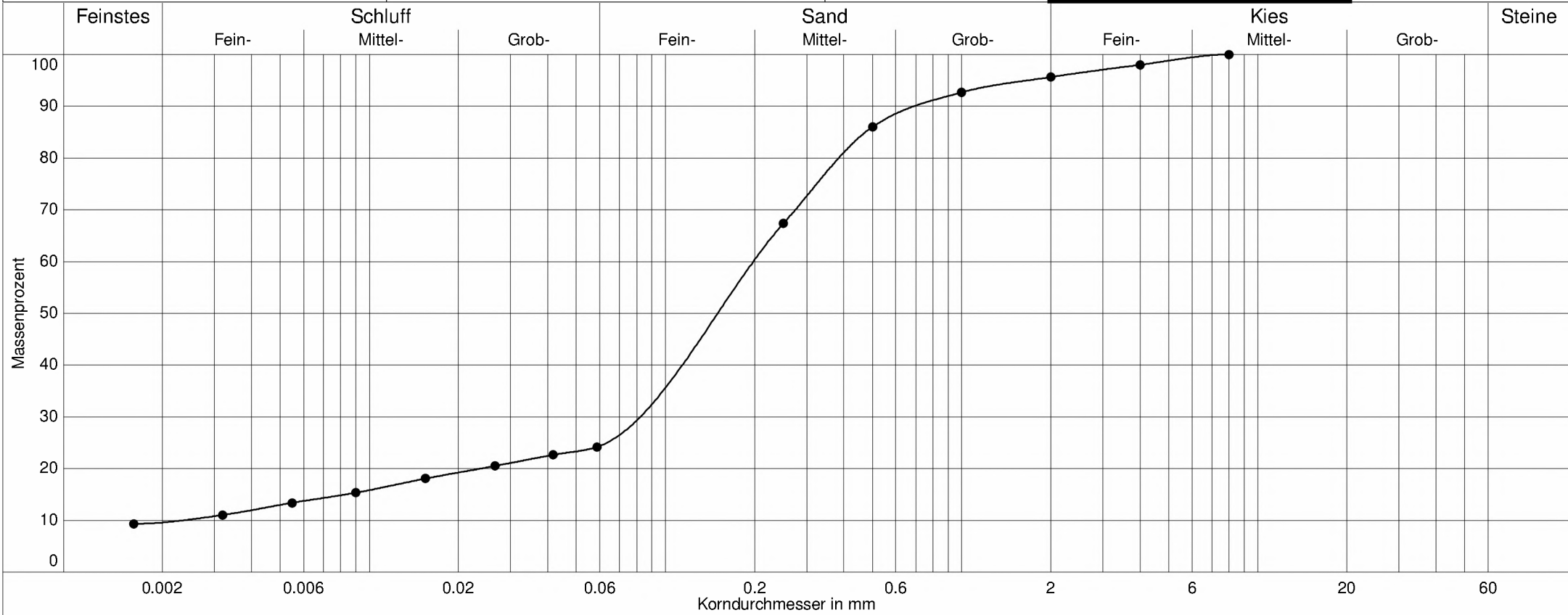
Untersuchungsbericht : B 5961

Projekt : Borcherring

Auftraggeber : v. Lieberman GmbH

Datum : 06.09.2018

Bearbeiter :



Labornummer	—●— BP 5/6		
Ungleichförm. U	84.1		
Krümmungszahl Cc	14.5		
Bodenart	S,u,t'		
Bodengruppe	SÜ		
d10 / d60	0.002/0.198 mm		
Anteil < 0.063 mm	24.9 %		
Kornfrakt. T/U/S/G	9.6/15.3/70.7/4.4 %		
Bodenklasse	4		
kf nach Hazen	- (Cu > 5)		
kf nach Kaubisch	5.4E-07 m/s		
Wassergehalt	14.9 %		

**KORNVERTEILUNG**

BP 5/6

**SIEBUNG**

Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	25.25	0.0	2.000	1.37	95.6
0.063	0.00	43.5	4.000	1.16	98.0
0.125	13.85	43.5	8.000	0.00	100.0
0.250	10.86	67.3	16.0	0.00	100.0
0.500	3.87	86.0	31.5	0.00	100.0
1.000	1.72	92.7	63.0	0.00	100.0

Gesamtgewicht: 58.08 g

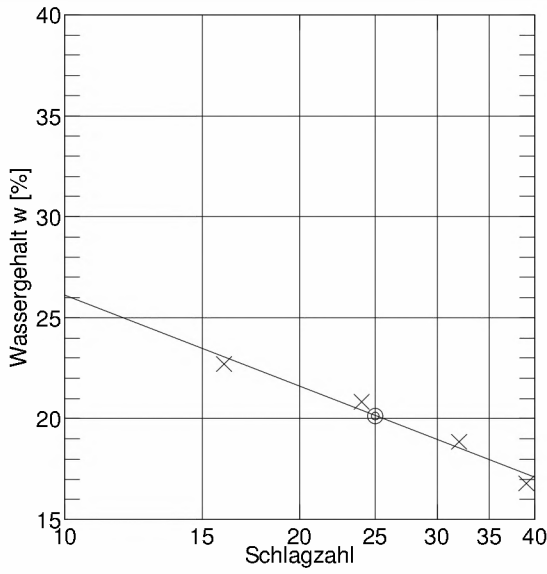
**SCHLÄMMUNG**

Durchmesser [mm]	Anteil [%]	Durchmesser [mm]	Anteil [%]
0.0016	9.3	0.0266	20.5
0.0032	11.0	0.0417	22.7
0.0055	13.4	0.0586	24.2
0.0090	15.3	0.0820	26.9
0.0155	18.1		

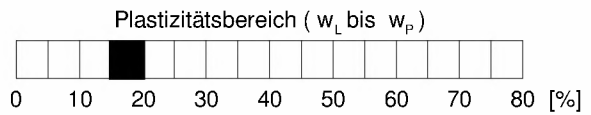
Probengewicht: 22.90 g

<b>AMM GmbH</b>	Untersuchungsbericht: B 5961
<b>Gessertshausener Straße 3</b>	Projekt: Borcherring
<b>86356 Neusäß</b>	Auftraggeber: v. Lieberman GmbH, [REDACTED]
<b>Tel.: 0821-48688-20 / Fax: -66</b>	Probenbezeichnung: BP 1/6
<b>Zustandsgrenzen DIN 18 122</b>	Datum: 06.09.2018
	Bearbeiter: [REDACTED]

Behälter-Nr.	Fließgrenze				Ausrollgrenze			
Zahl der Schläge	16	24	32	39				
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_B$ [g]	10.03	9.66	10.66	9.93	3.96	5.00	4.07	
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_B$ [g]	8.39	8.20	9.15	8.67	3.60	4.51	3.70	
Behälter $m_B$ [g]	1.19	1.20	1.18	1.18	1.18	1.19	1.19	
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]	1.64	1.46	1.50	1.26	0.36	0.49	0.37	
Trockene Probe $m_t$ [g]	7.20	7.01	7.97	7.49	2.41	3.32	2.52	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [%]	22.7	20.9	18.8	16.8	14.9	14.7	14.5	14.7



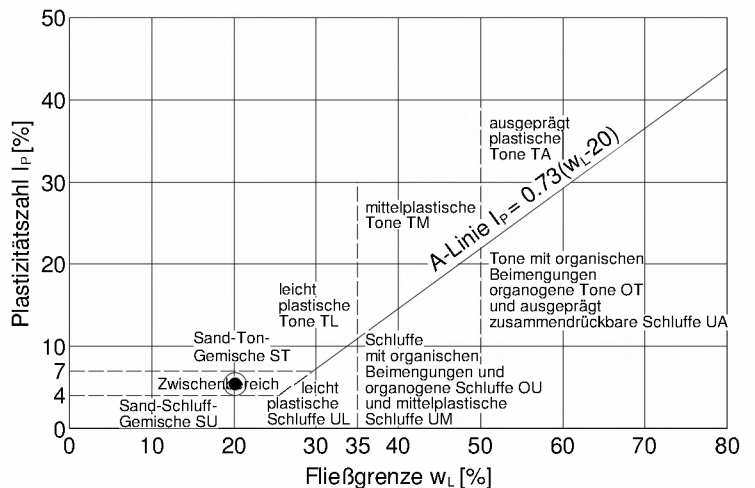
Überkornanteil  $\bar{u} = 12.0 \%$   
 Wassergeh. Überkorn  $w_{\bar{u}} =$   
 Wassergehalt  $w_N = 16.4 \%$ ,  $w_{N\bar{u}} = 18.6 \%$   
 Fließgrenze  $w_L = 20.1 \%$   
 Ausrollgrenze  $w_P = 14.7 \%$



Plastizitätszahl  $I_P = w_L - w_P = 5.4 \%$

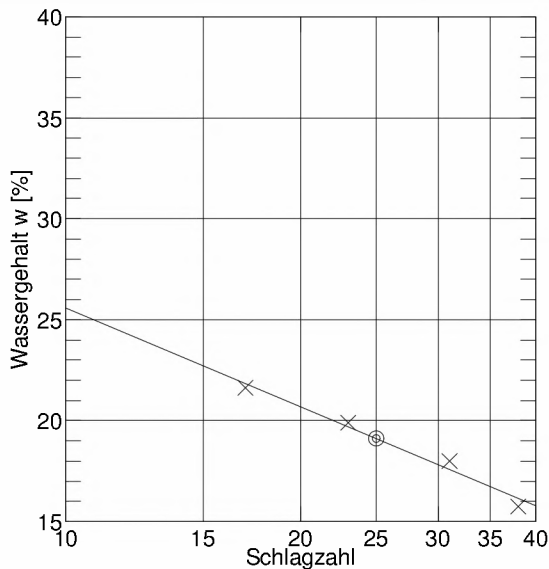
Liquiditätsindex  $I_L = \frac{w_{N\bar{u}} - w_P}{I_P} = 0.722$

Konsistenzzahl  $I_C = \frac{w_L - w_{N\bar{u}}}{I_P} = 0.278$

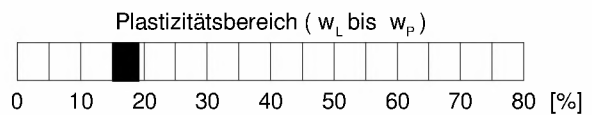


<b>AMM GmbH</b>	Untersuchungsbericht: B 5961
<b>Gessertshausener Straße 3</b>	Projekt: Borcherring
<b>86356 Neusäß</b>	Auftraggeber: v. Lieberman GmbH
<b>Tel.: 0821-48688-20 / Fax: -66</b>	Probenbezeichnung: BP 2/4
<b>Zustandsgrenzen DIN 18 122</b>	Datum: 06.09.2018
	Bearbeiter: [REDACTED]

Behälter-Nr.	Fließgrenze				Ausrollgrenze			
	17	23	31	38				
Zahl der Schläge	17	23	31	38				
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_B$ [g]	9.74	10.27	9.46	9.25	4.59	4.23	4.38	
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_B$ [g]	8.22	8.76	8.20	8.15	4.14	3.83	3.97	
Behälter $m_B$ [g]	1.18	1.19	1.19	1.19	1.18	1.19	1.20	
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]	1.52	1.51	1.26	1.10	0.45	0.40	0.42	
Trockene Probe $m_t$ [g]	7.04	7.58	7.01	6.96	2.96	2.64	2.77	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [%]	21.6	19.9	18.0	15.7	15.0	15.2	15.0	15.1



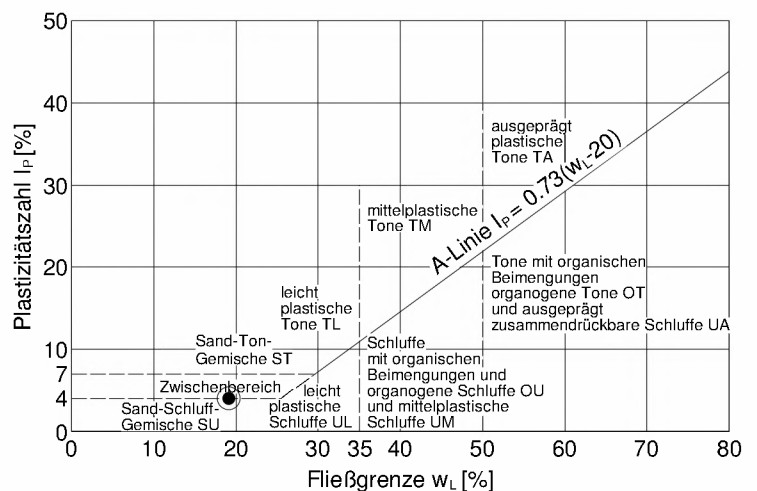
Überkornanteil  $\bar{u} = 9.4 \%$   
 Wassergeh. Überkorn  $w_{\bar{u}} =$   
 Wassergehalt  $w_N = 15.9 \%$ ,  $w_{N\bar{u}} = 17.5 \%$   
 Fließgrenze  $w_L = 19.1 \%$   
 Ausrollgrenze  $w_P = 15.1 \%$



Plastizitätszahl  $I_P = w_L - w_P = 4.0 \%$

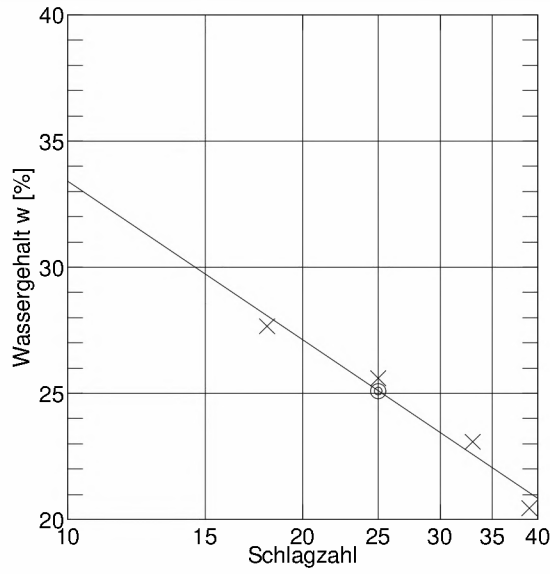
Liquiditätsindex  $I_L = \frac{w_{N\bar{u}} - w_P}{I_P} = 0.600$

Konsistenzzahl  $I_C = \frac{w_L - w_{N\bar{u}}}{I_P} = 0.400$

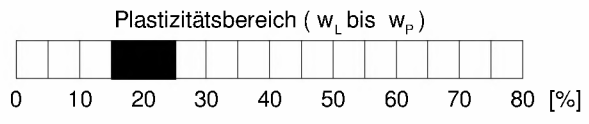


<b>AMM GmbH</b>	Untersuchungsbericht: B 5961
<b>Gessertshausener Straße 3</b>	Projekt: Borcherring
<b>86356 Neusäß</b>	Auftraggeber: v. Lieberman GmbH, [REDACTED]
<b>Tel.: 0821-48688-20 / Fax: -66</b>	Probenbezeichnung: BP 4/3
<b>Zustandsgrenzen DIN 18 122</b>	Datum: 06.09.2018
	Bearbeiter: [REDACTED]

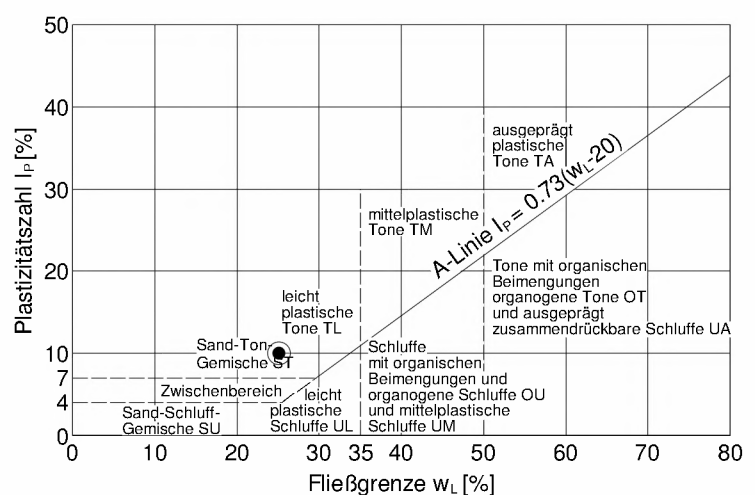
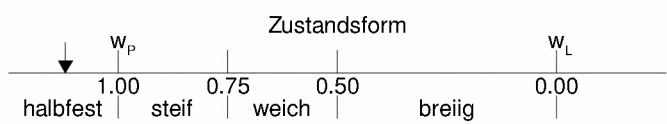
Behälter-Nr.	Fließgrenze				Ausrollgrenze			
Zahl der Schläge	18	25	33	39				
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_B$ [g]	7.49	8.56	7.47	7.45	4.20	3.75	4.18	
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_B$ [g]	6.12	7.06	6.29	6.39	3.80	3.40	3.80	
Behälter $m_B$ [g]	1.20	1.19	1.18	1.19	1.19	1.18	1.19	
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]	1.36	1.50	1.18	1.06	0.40	0.35	0.38	
Trockene Probe $m_t$ [g]	4.93	5.87	5.11	5.20	2.62	2.22	2.61	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [%]	27.7	25.6	23.1	20.5	15.1	15.6	14.6	15.1



Überkornanteil  $\bar{u} = 16.5\%$   
 Wassergeh. Überkorn  $w_{\bar{u}} =$   
 Wassergehalt  $w_N = 11.6\%$ ,  $w_{N\bar{u}} = 13.9\%$   
 Fließgrenze  $w_L = 25.1\%$   
 Ausrollgrenze  $w_P = 15.1\%$

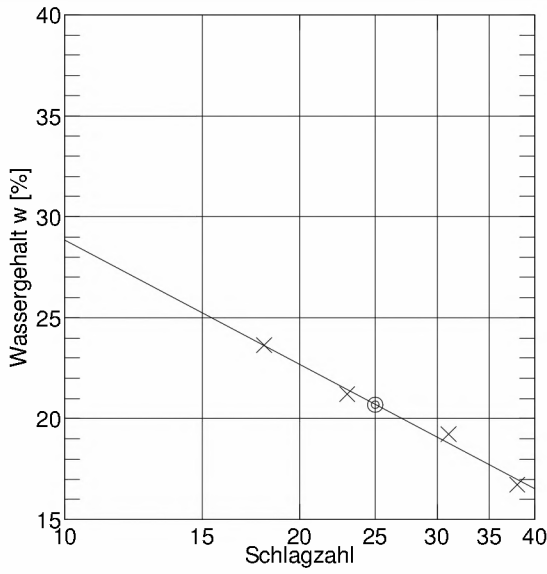


Plastizitätszahl  $I_P = w_L - w_P = 10.0\%$   
 Liquiditätsindex  $I_L = \frac{w_{N\bar{u}} - w_P}{I_P} = -0.120$   
 Konsistenzzahl  $I_C = \frac{w_L - w_{N\bar{u}}}{I_P} = 1.120$

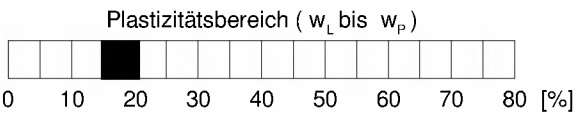


<b>AMM GmbH</b>	Untersuchungsbericht: B 5961
<b>Gessertshausener Straße 3</b>	Projekt: Borcherring
<b>86356 Neusäß</b>	Auftraggeber: v. Lieberman GmbH
<b>Tel.: 0821-48688-20 / Fax: -66</b>	Probenbezeichnung: BP 5/6
<b>Zustandsgrenzen DIN 18 122</b>	Datum: 06.09.2018
	Bearbeiter:

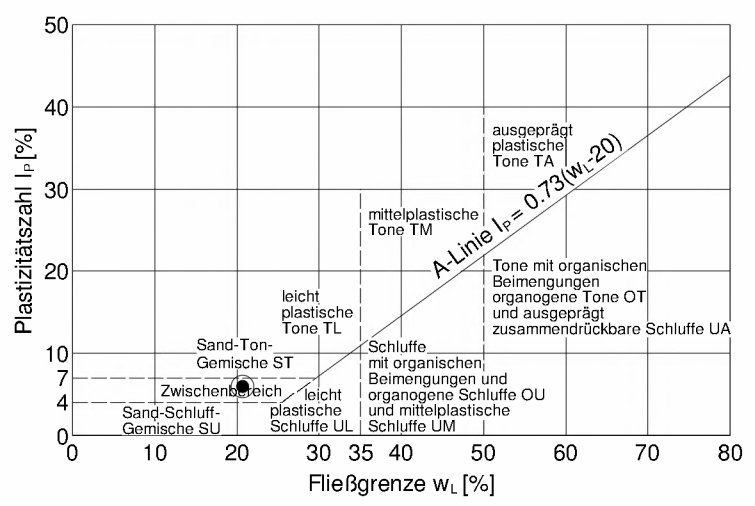
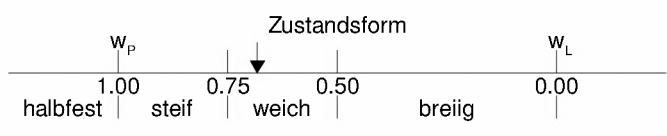
Behälter-Nr.	Fließgrenze				Ausrollgrenze			
	18	23	31	38				
Zahl der Schläge	18	23	31	38				
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_B$ [g]	8.15	8.38	8.52	8.56	4.35	4.11	4.66	
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_B$ [g]	6.82	7.12	7.34	7.50	3.94	3.73	4.22	
Behälter $m_B$ [g]	1.19	1.19	1.19	1.19	1.18	1.18	1.19	
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]	1.33	1.26	1.18	1.06	0.41	0.38	0.44	
Trockene Probe $m_t$ [g]	5.63	5.93	6.15	6.32	2.77	2.55	3.03	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [%]	23.7	21.2	19.2	16.7	14.8	14.9	14.4	14.7



Überkornanteil  $\bar{u} = 10.2 \%$   
 Wassergeh. Überkorn  $w_{\bar{u}} =$   
 Wassergehalt  $w_N = 14.9 \%$ ,  $w_{N\bar{u}} = 16.6 \%$   
 Fließgrenze  $w_L = 20.7 \%$   
 Ausrollgrenze  $w_P = 14.7 \%$



Plastizitätszahl  $I_P = w_L - w_P = 6.0 \%$   
 Liquiditätsindex  $I_L = \frac{w_{N\bar{u}} - w_P}{I_P} = 0.317$   
 Konsistenzzahl  $I_C = \frac{w_L - w_{N\bar{u}}}{I_P} = 0.683$

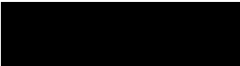


# **AMM GmbH**

Gesellschaft für Altlastenmanagement, Mineralstoffverwertung und Materialprüfung mbH  
Gessertshausener Straße 3, 86356 Neusäß

Tel.: 0821 – 48 688-0  
Fax.: 0821 – 48 688-66  
e-mail: info@ammgmbh.com  
web: www.ammgmbh.com

## **Untersuchungsbericht B 6334**

Auftraggeber:	von Lieberman GmbH
Auftragsnummer:	1
Projektleiter:	
Projektnummer:	19013-02
Probenahmedatum:	Mai 2019
Probenort:	Borchertring
Probengefäß:	PE-Becher
Zu untersuchende Parameter:	Korngrößenverteilung, Zustandsgrenzen Glühverlust
Zeitraum der Prüfung:	11.06. – 18.06.2019

# AMM GmbH

Gessertshausener Straße 3

86356 Neusäß

Tel.:0821-48688-20 / Fax:-66

## Kornverteilung

DIN 18 123-5

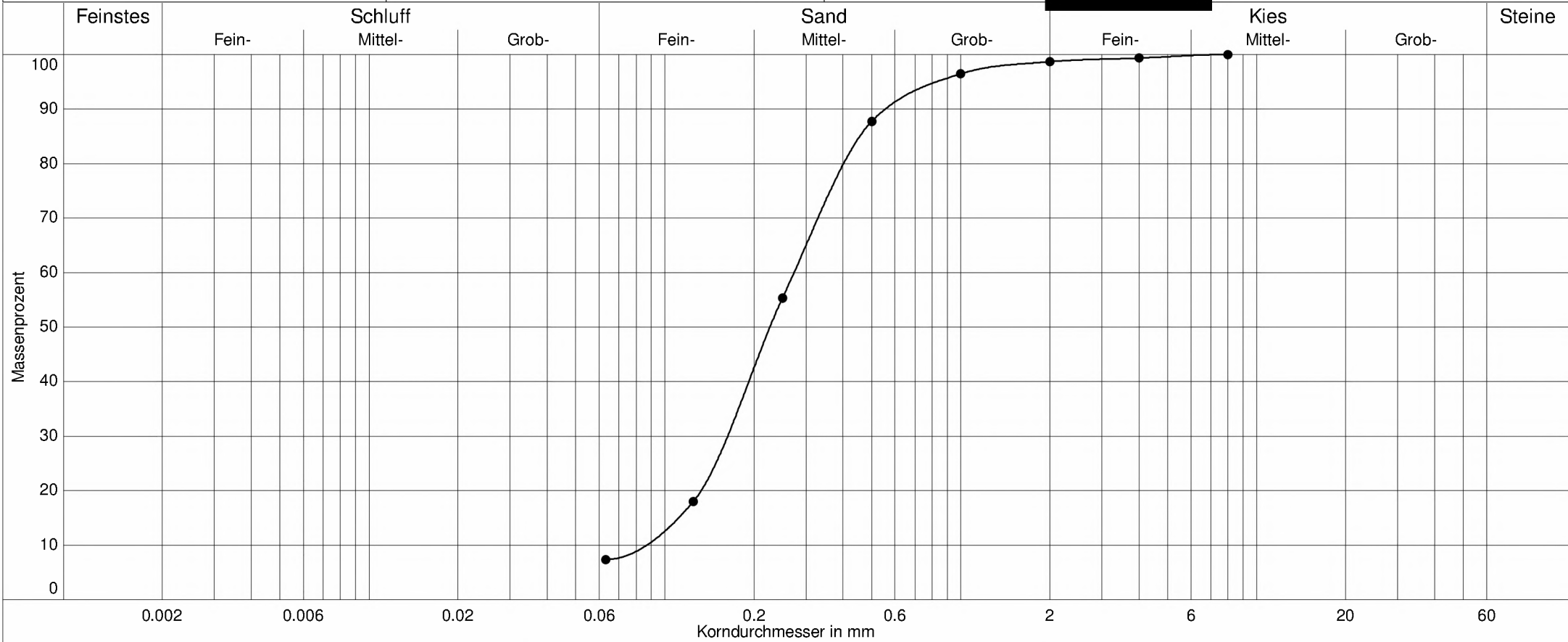
Untersuchungsbericht : B 6334

Projekt : Borchertring

Auftraggeber : v. Lieberman GmbH

Datum : 18.06.2019

Bearbeiter :



Labornummer	—●— BP 6/7		
Ungleichförm. U	3.1		
Krümmungszahl Cc	1.1		
Bodenart	mS, f <sub>s</sub> , u', gs'		
Bodengruppe	SU		
d <sub>10</sub> / d <sub>60</sub>	0.087/0.273 mm		
Anteil < 0.063 mm	7.4 %		
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/7.4/91.3/1.3 %		
Bodenklasse	3		
k <sub>f</sub> nach Hazen	8.8E-05 m/s		
k <sub>f</sub> nach Kaubisch	- (0.063 <= 10%)		

## KORNVERTEILUNG

BP 6/7

### SIEBUNG

Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	11.98	0.0	2.000	1.11	98.7
0.063	17.36	7.4	4.000	1.04	99.4
0.125	60.65	18.1	8.000	0.00	100.0
0.250	52.57	55.4	16.0	0.00	100.0
0.500	14.20	87.7	31.5	0.00	100.0
1.000	3.60	96.5	63.0	0.00	100.0

Gesamtgewicht: 162.51 g

## Kornverteilung

DIN 18 123-7

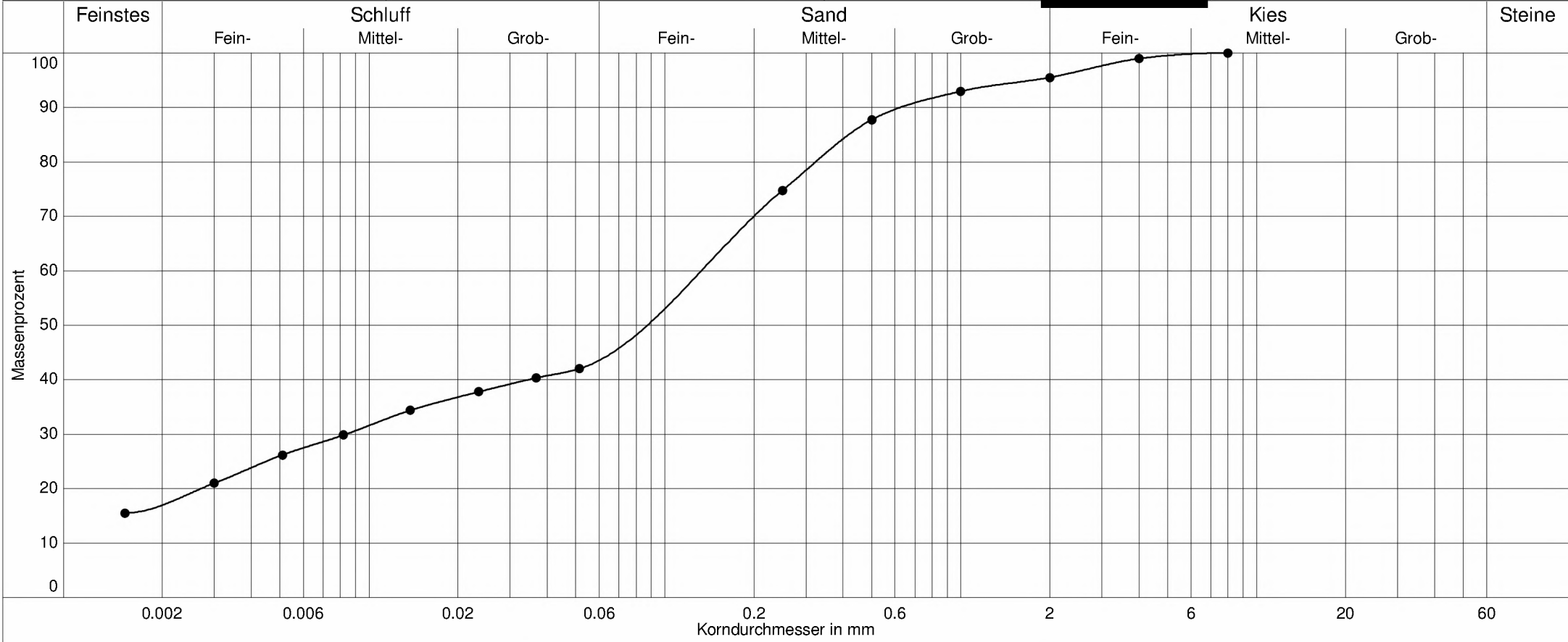
Untersuchungsbericht : B 6334

Projekt : Borchertring

Auftraggeber : v. Lieberman GmbH

Datum : 18.06.2019

Bearbeiter :



Labornummer	—●— BP 7/6		
Ungleichförm. U	-		
Krümmungszahl Cc	-		
Bodenart	U, s̄		
Bodengruppe	U		
d10 / d60	- /0.133 mm		
Anteil < 0.063 mm	44.2 %		
Kornfrakt. T/U/S/G	16.9/27.2/51.3/4.5 %		
Bodenklasse	4		
kf nach Hazen	-		
kf nach Kaubisch	1.2E-08 m/s		

**KORNVERTEILUNG**

BP 7/6

**SIEBUNG**

Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	33.82	0.0	2.000	1.98	95.5
0.063	0.00	58.9	4.000	0.59	99.0
0.125	9.11	58.9	8.000	0.00	100.0
0.250	7.43	74.8	16.0	0.00	100.0
0.500	3.00	87.7	31.5	0.00	100.0
1.000	1.47	93.0	63.0	0.00	100.0

Gesamtgewicht: 57.40 g

**SCHLÄMMUNG**

Durchmesser [mm]	Anteil [%]	Durchmesser [mm]	Anteil [%]
0.0015	15.5	0.0235	37.8
0.0030	21.0	0.0367	40.3
0.0051	26.2	0.0515	42.0
0.0082	29.8	0.0716	45.2
0.0138	34.4		

Probengewicht: 33.10 g

# AMM GmbH

Gessertshausener Straße 3

86356 Neusäß

Tel.:0821-48688-20 / Fax:-66

## Kornverteilung

DIN 18 123-5

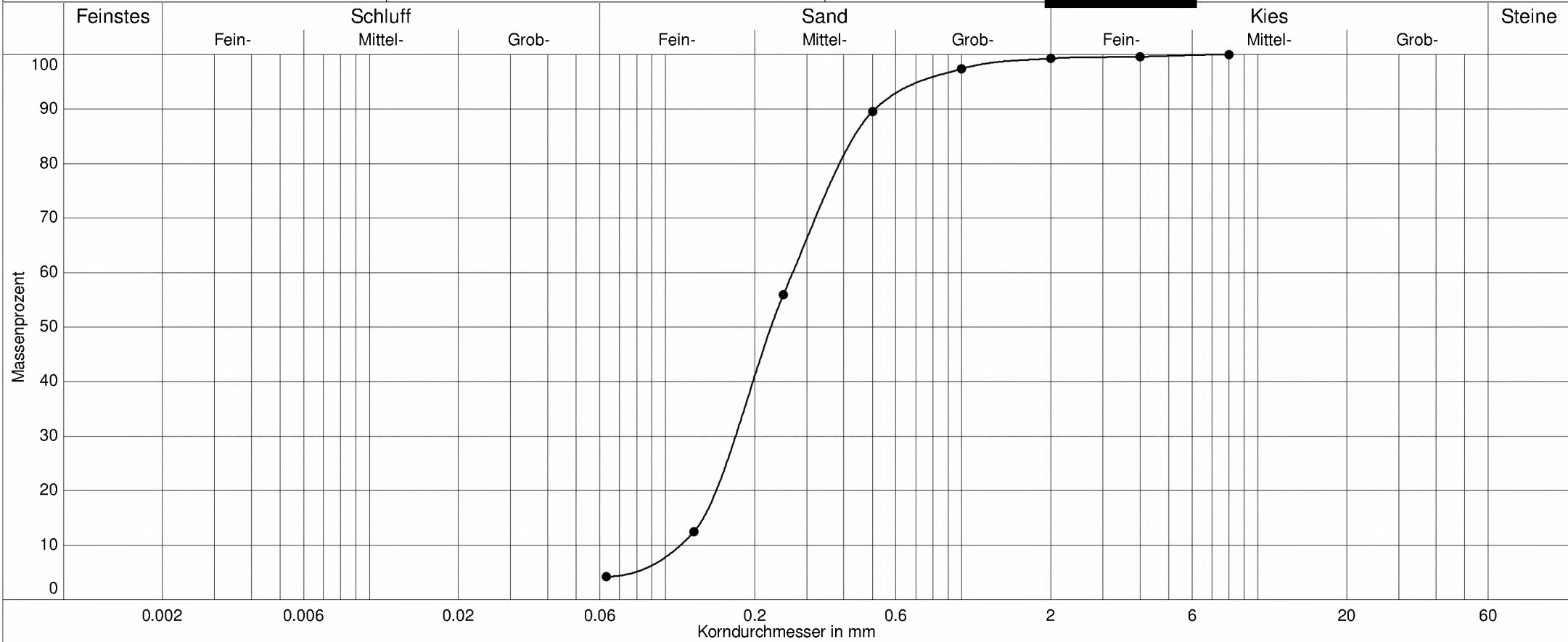
Untersuchungsbericht : B 6334

Projekt : Borchertring

Auftraggeber : v. Lieberman GmbH

Datum : 18.06.2019

Bearbeiter :



Labornummer	—●— BP 8/4		
Ungleichförm. U	2.4		
Krümmungszahl Cc	1.0		
Bodenart	mS,fs,gs'		
Bodengruppe	SE		
d10 / d60	0.112/0.269 mm		
Anteil < 0.063 mm	4.2 %		
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/4.2/95.0/0.7 %		
Bodenklasse	3		
kf nach Hazen	1.5E-04 m/s		
kf nach Kaubisch	- (0.063 <= 10%)		

## KORNVERTEILUNG

BP 8/4

### SIEBUNG

Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	7.67	0.0	2.000	0.61	99.3
0.063	15.03	4.2	4.000	0.71	99.6
0.125	78.67	12.5	8.000	0.00	100.0
0.250	60.99	55.9	16.0	0.00	100.0
0.500	14.24	89.5	31.5	0.00	100.0
1.000	3.43	97.4	63.0	0.00	100.0

Gesamtgewicht: 181.35 g

## Kornverteilung

DIN 18 123-7

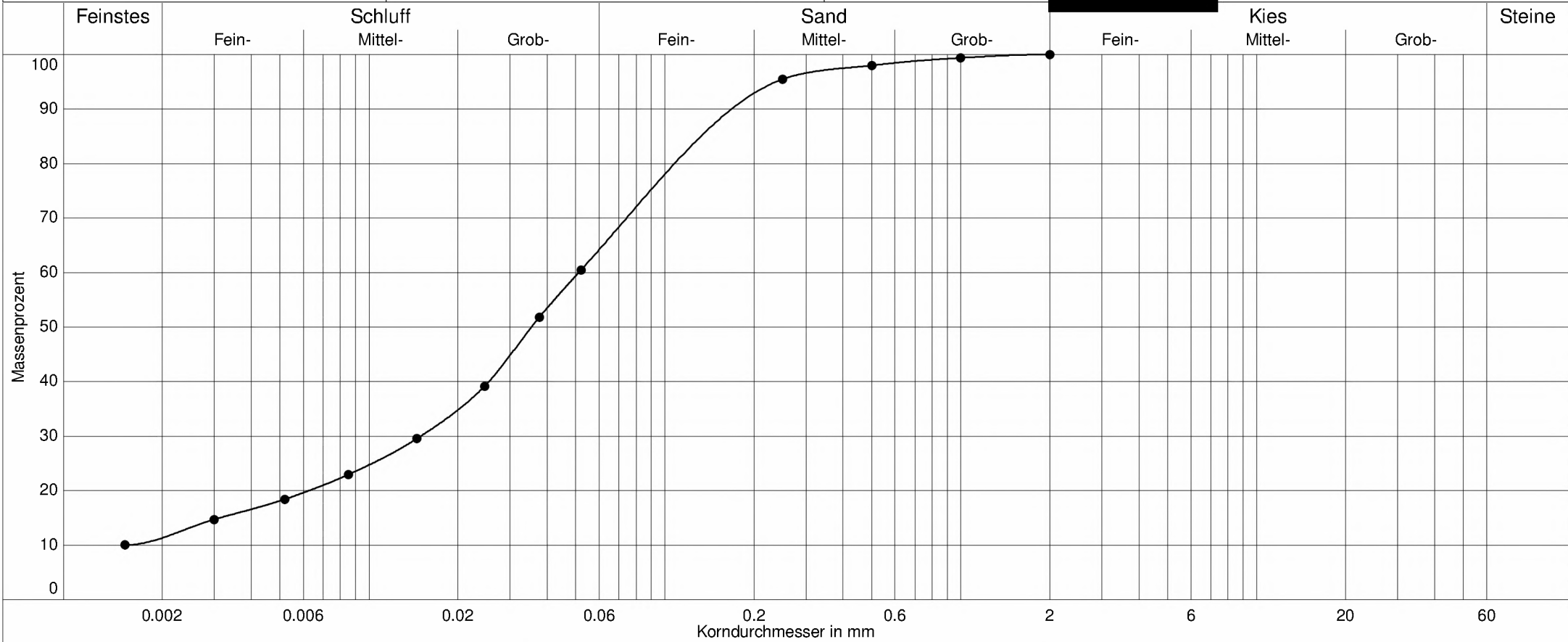
Untersuchungsbericht : B 6334

Projekt : Borchertring

Auftraggeber : v. Lieberman GmbH

Datum : 18.06.2019

Bearbeiter :



Labornummer	—●— BP 8/5		
Ungleichförm. U	-		
Krümmungszahl Cc	-		
Bodenart	U,fs,ms'		
Bodengruppe	U		
d10 / d60	- /0.051 mm		
Anteil < 0.063 mm	65.5 %		
Kornfrakt. T/U/S/G	11.3/54.2/34.5/0.0 %		
Bodenklasse	4		
kf nach Hazen	-		
kf nach Kaubisch	- (0.063 >= 60%)		

## KORNVERTEILUNG

BP 8/5

### SIEBUNG

Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	28.48	0.0	2.000	0.00	100.0
0.063	0.00	90.1	4.000	0.00	100.0
0.125	1.69	90.1	8.000	0.00	100.0
0.250	0.80	95.5	16.0	0.00	100.0
0.500	0.44	98.0	31.5	0.00	100.0
1.000	0.19	99.4	63.0	0.00	100.0

Gesamtgewicht: 31.60 g

### SCHLÄMMUNG

Durchmesser [mm]	Anteil [%]	Durchmesser [mm]	Anteil [%]
0.0015	10.0	0.0246	39.2
0.0030	14.7	0.0377	51.9
0.0052	18.4	0.0521	60.5
0.0085	22.9	0.0724	67.1
0.0145	29.5		

Probengewicht: 28.30 g

# AMM GmbH

Gessertshausener Straße 3

86356 Neusäß

Tel.:0821-48688-20 / Fax:-66

## Kornverteilung

DIN 18 123-5

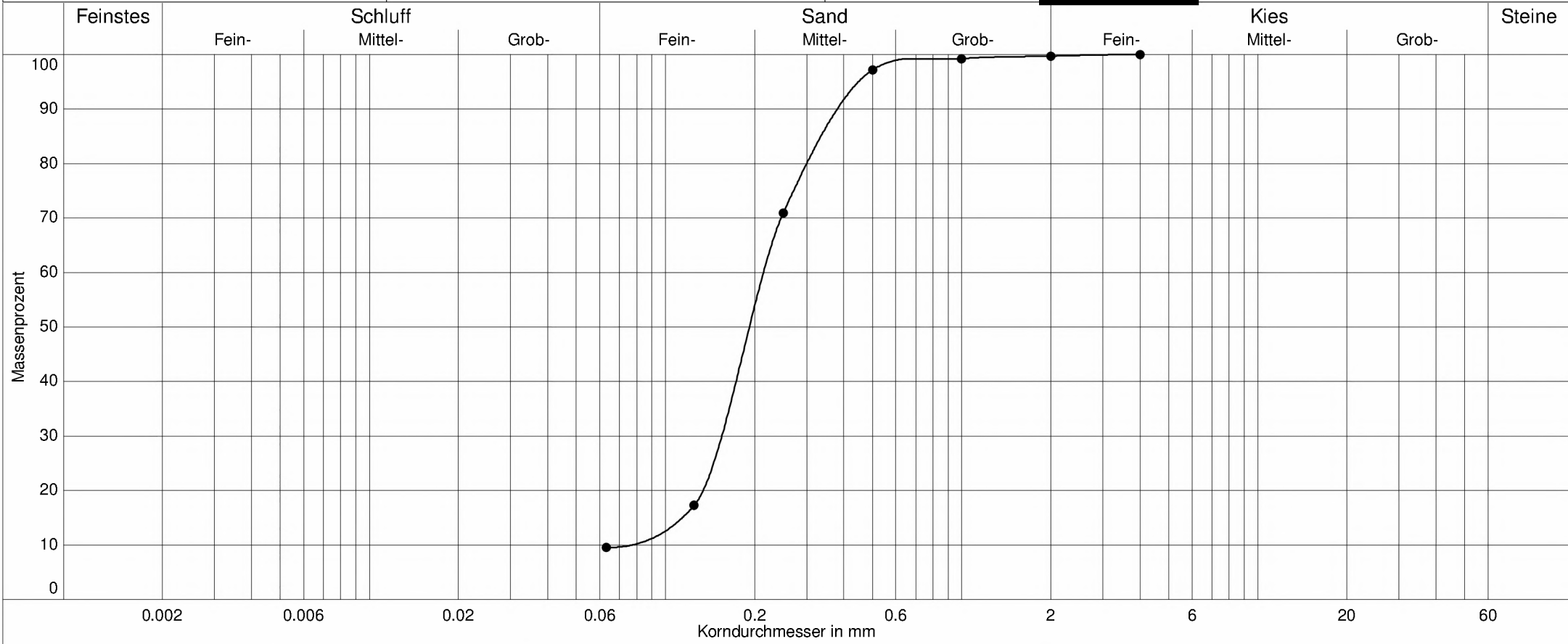
Untersuchungsbericht : B 6334

Projekt : Borchertring

Auftraggeber : v. Lieberman GmbH

Datum : 18.06.2019

Bearbeiter :



Labornummer	—●— BP 9/5		
Ungleichförm. U	2.8		
Krümmungszahl Cc	1.5		
Bodenart	mS+fS,u'		
Bodengruppe	SU		
d10 / d60	0.077/0.214 mm		
Anteil < 0.063 mm	9.5 %		
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/9.5/90.2/0.3 %		
Bodenklasse	3		
kf nach Hazen	6.9E-05 m/s		
kf nach Kaubisch	- (0.063 <= 10%)		

# AMM GmbH

U-Bericht: B 6334

BV / Projektnr.: Borcherring

Gessertshausener Straße 3

Auftraggeber: v. Lieberman GmbH, [REDACTED]

86356 Neusäß

Datum: 18.06.2019

Tel.: 0821-48688-20 / Fax: -66

Bearbeiter: [REDACTED]

## KORNVERTEILUNG

BP 9/5

### SIEBUNG

Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	14.87	0.0	2.000	0.43	99.7
0.063	12.08	9.5	4.000	0.00	100.0
0.125	83.82	17.3	8.000	0.00	100.0
0.250	40.92	71.0	16.0	0.00	100.0
0.500	3.25	97.2	31.5	0.00	100.0
1.000	0.75	99.2	63.0	0.00	100.0

Gesamtgewicht: 156.12 g

## Kornverteilung

DIN 18 123-7

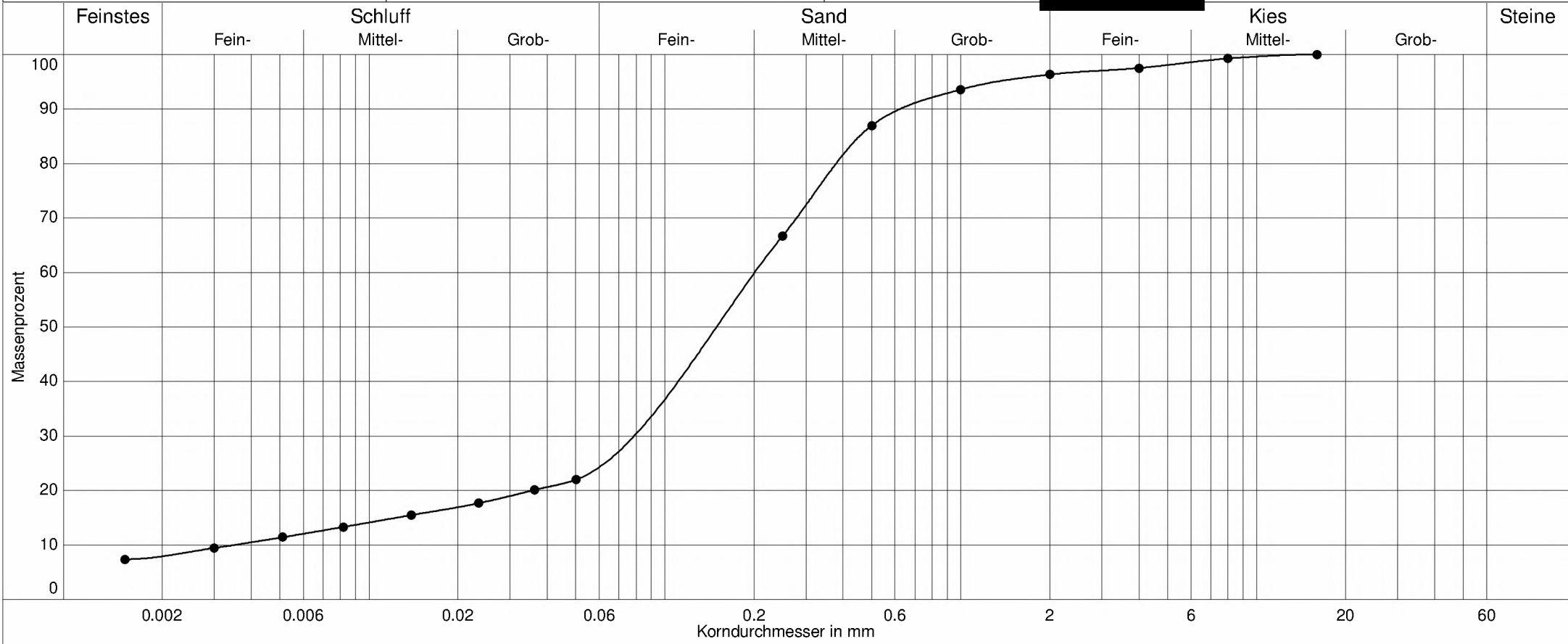
Untersuchungsbericht : B 6334

Projekt : Borcherring

Auftraggeber : v. Lieberman GmbH, [REDACTED]

Datum : 18.06.2019

Bearbeiter : [REDACTED]



Labornummer	—●— BP 9/6			
Ungleichförm. U	57.5			
Krümmungszahl Cc	8.8			
Bodenart	S <sub>u,t</sub>			
Bodengruppe	S <sub>U</sub>			
d <sub>10</sub> / d <sub>60</sub>	0.003/0.201 mm			
Anteil < 0.063 mm	25.1 %			
Kornfrakt. T/U/S/G	7.9/17.2/71.2/3.7 %			
Bodenklasse	4			
k <sub>f</sub> nach Hazen	- (C <sub>u</sub> > 5)			
k <sub>f</sub> nach Kaubisch	5.2E-07 m/s			

## KORNVERTEILUNG

BP 9/6

### SIEBUNG

Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	56.06	0.0	2.000	1.72	96.3
0.063	0.00	38.8	4.000	2.53	97.5
0.125	40.31	38.8	8.000	1.05	99.3
0.250	29.26	66.7	16.0	0.00	100.0
0.500	9.56	87.0	31.5	0.00	100.0
1.000	3.98	93.6	63.0	0.00	100.0

Gesamtgewicht: 144.47 g

### SCHLÄMMUNG

Durchmesser [mm]	Anteil [%]	Durchmesser [mm]	Anteil [%]
0.0015	7.4	0.0235	17.7
0.0030	9.5	0.0362	20.1
0.0051	11.4	0.0501	22.0
0.0082	13.3	0.0692	23.9
0.0139	15.5		

Probengewicht: 48.70 g

## Kornverteilung

DIN 18 123-7

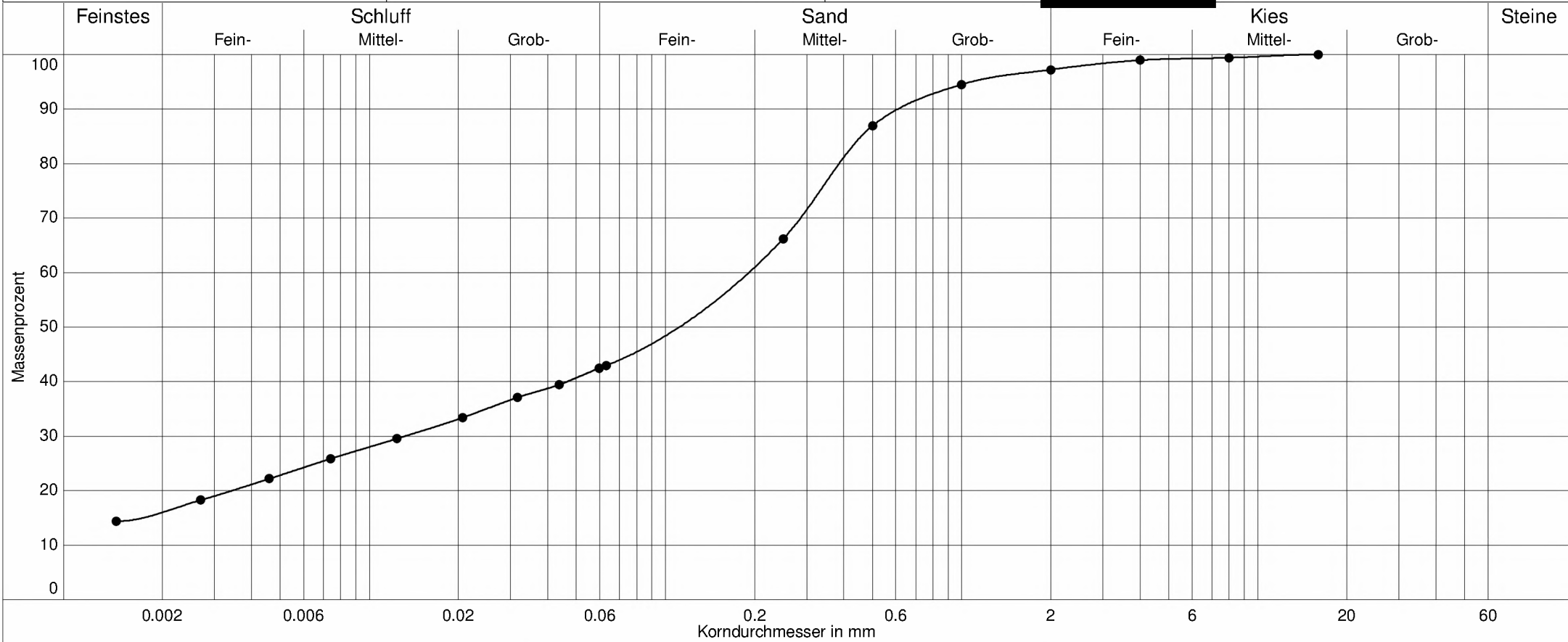
Untersuchungsbericht : B 6334

Projekt : Borchertring

Auftraggeber : v. Lieberman GmbH, [REDACTED]

Datum : 18.06.2019

Bearbeiter : [REDACTED]



Labornummer	—●— BP 10/4			
Ungleichförm. U	-			
Krümmungszahl Cc	-			
Bodenart	U, s̄			
Bodengruppe	U			
d10 / d60	- /0.191 mm			
Anteil < 0.063 mm	42.9 %			
Kornfrakt. T/U/S/G	16.0/26.9/54.3/2.8 %			
Bodenklasse	4			
kf nach Hazen	-			
kf nach Kaubisch	1.5E-08 m/s			

**KORNVERTEILUNG**

BP 10/4

**SIEBUNG**

Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	75.84	0.0	2.000	3.05	97.2
0.063	0.00	42.9	4.000	0.81	99.0
0.125	41.10	42.9	8.000	1.03	99.4
0.250	36.61	66.2	16.0	0.00	100.0
0.500	13.39	86.9	31.5	0.00	100.0
1.000	4.82	94.5	63.0	0.00	100.0

Gesamtgewicht: 176.65 g

**SCHLÄMMUNG**

Durchmesser [mm]	Anteil [%]	Durchmesser [mm]	Anteil [%]
0.0014	14.4	0.0207	33.4
0.0027	18.3	0.0316	37.1
0.0046	22.2	0.0437	39.4
0.0074	25.9	0.0598	42.5
0.0124	29.5		

Probengewicht: 40.80 g

# AMM GmbH

Gessertshausener Straße 3

86356 Neusäß

Tel.:0821-48688-20 / Fax:-66

## Kornverteilung

DIN 18 123-7

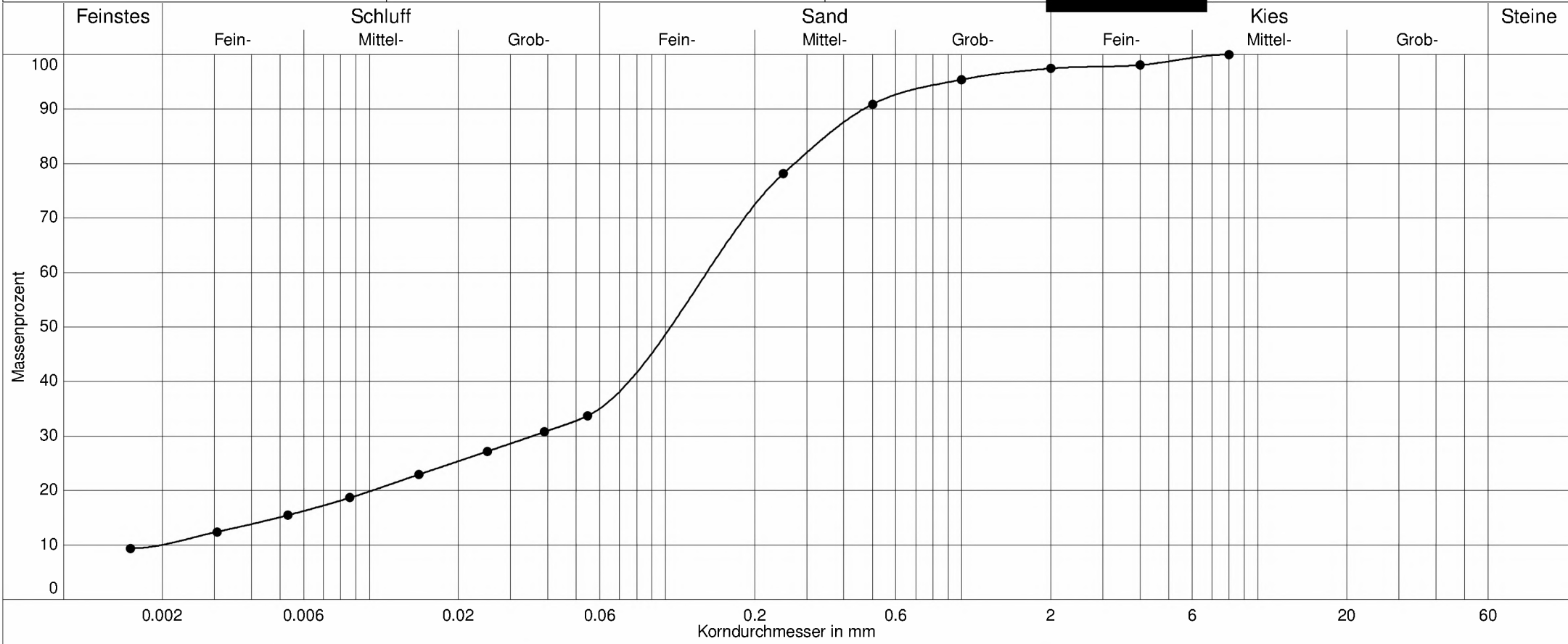
Untersuchungsbericht : B 6334

Projekt : Borchertring

Auftraggeber : v. Lieberman GmbH

Datum : 18.06.2019

Bearbeiter :



Labornummer	—●— BP 10/5		
Ungleichförm. U	69.3		
Krümmungszahl Cc	4.6		
Bodenart	S,ū,t		
Bodengruppe	SŪ		
d10 / d60	0.002/0.138 mm		
Anteil < 0.063 mm	35.9 %		
Kornfrakt. T/U/S/G	10.0/25.9/61.5/2.6 %		
Bodenklasse	4		
kf nach Hazen	- (Cu > 5)		
kf nach Kaubisch	5.6E-08 m/s		

**KORNVERTEILUNG**

BP 10/5

**SIEBUNG**

Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	45.94	0.0	2.000	0.47	97.4
0.063	0.00	61.5	4.000	1.44	98.1
0.125	12.44	61.5	8.000	0.00	100.0
0.250	9.52	78.1	16.0	0.00	100.0
0.500	3.37	90.9	31.5	0.00	100.0
1.000	1.53	95.4	63.0	0.00	100.0

Gesamtgewicht: 74.71 g

**SCHLÄMMUNG**

Durchmesser [mm]	Anteil [%]	Durchmesser [mm]	Anteil [%]
0.0016	9.4	0.0250	27.2
0.0031	12.4	0.0390	30.8
0.0053	15.5	0.0546	33.7
0.0086	18.7	0.0756	38.6
0.0147	22.9		

Probengewicht: 30.00 g

# AMM GmbH

Gessertshausener Straße 3

86356 Neusäß

Tel.:0821-48688-20 / Fax:-66

## Kornverteilung

DIN 18 123-7

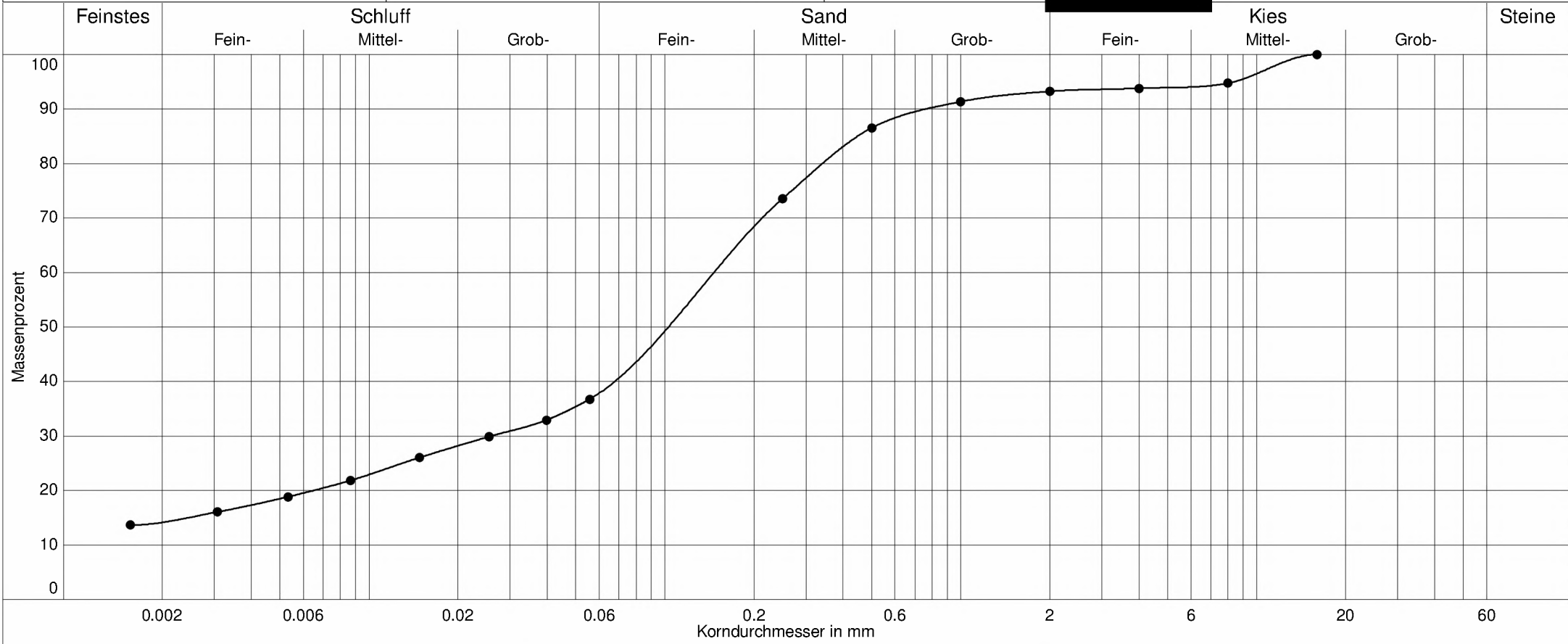
Untersuchungsbericht : B 6334

Projekt : Borcherring

Auftraggeber : v. Lieberman GmbH, [REDACTED]

Datum : 18.06.2019

Bearbeiter : [REDACTED]



Labornummer	—●— BP 11/5			
Ungleichförm. U	-			
Krümmungszahl Cc	-			
Bodenart	S,ü,t,mg'			
Bodengruppe	SÜ			
d10 / d60	- /0.146 mm			
Anteil < 0.063 mm	38.7 %			
Kornfrakt. T/U/S/G	14.1/24.5/54.6/6.8 %			
Bodenklasse	4			
kf nach Hazen	-			
kf nach Kaubisch	3.3E-08 m/s			

**KORNVERTEILUNG**

BP 11/5

**SIEBUNG**

Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	49.80	0.0	2.000	0.49	93.2
0.063	0.00	57.1	4.000	0.81	93.8
0.125	14.36	57.1	8.000	4.59	94.7
0.250	11.32	73.6	16.0	0.00	100.0
0.500	4.20	86.5	31.5	0.00	100.0
1.000	1.66	91.3	63.0	0.00	100.0

Gesamtgewicht: 87.23 g

**SCHLÄMMUNG**

Durchmesser [mm]	Anteil [%]	Durchmesser [mm]	Anteil [%]
0.0016	13.7	0.0254	29.9
0.0031	16.1	0.0398	32.9
0.0053	18.9	0.0557	36.8
0.0087	21.9	0.0776	41.4
0.0148	26.1		

Probengewicht: 23.80 g

# AMM GmbH

Gessertshausener Straße 3

86356 Neusäß

Tel.: 0821-48688-20 / Fax: -66

## Kornverteilung

DIN 18 123-7

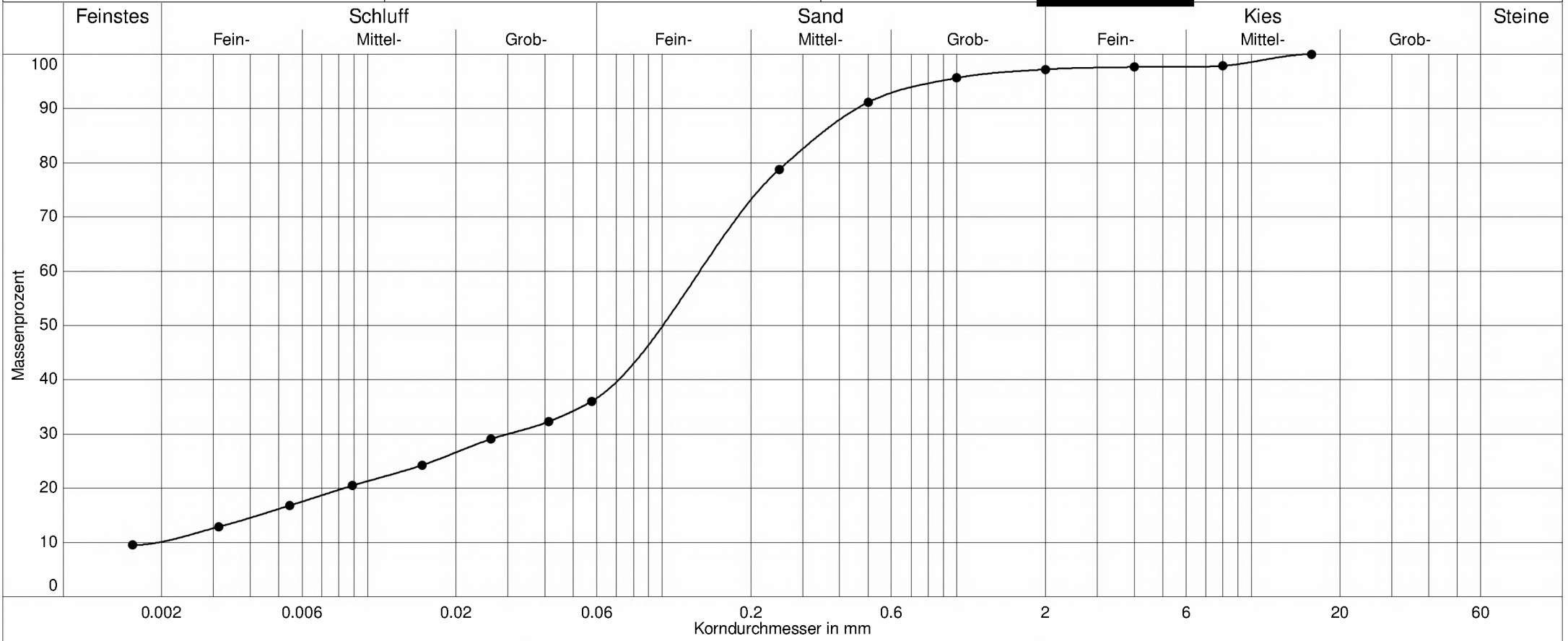
Untersuchungsbericht : B 6334

Projekt : Borchertring

Auftraggeber : v. Lieberman GmbH

Datum : 18.06.2019

Bearbeiter :



Labornummer	—●— BP 11/6			
Ungleichförm. U	68.7			
Krümmungszahl Cc	3.4			
Bodenart	S,ū,t			
Bodengruppe	SŪ			
d10 / d60	0.002/0.134 mm			
Anteil < 0.063 mm	37.4 %			
Kornfrakt. T/U/S/G	10.1/27.3/59.8/2.8 %			
Bodenklasse	4			
kf nach Hazen	- (Cu > 5)			
kf nach Kaubisch	4.2E-08 m/s			

**KORNVERTEILUNG**

BP 11/6

**SIEBUNG**

Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	42.46	0.0	2.000	0.30	97.2
0.063	0.00	62.9	4.000	0.14	97.7
0.125	10.70	62.9	8.000	1.44	97.9
0.250	8.33	78.8	16.0	0.00	100.0
0.500	3.03	91.1	31.5	0.00	100.0
1.000	1.07	95.6	63.0	0.00	100.0

Gesamtgewicht: 67.47 g

**SCHLÄMMUNG**

Durchmesser [mm]	Anteil [%]	Durchmesser [mm]	Anteil [%]
0.0016	9.5	0.0263	29.1
0.0031	12.9	0.0412	32.3
0.0054	16.8	0.0577	36.0
0.0089	20.5	0.0804	41.9
0.0153	24.2		

Probengewicht: 18.70 g

## Kornverteilung

DIN 18 123-7

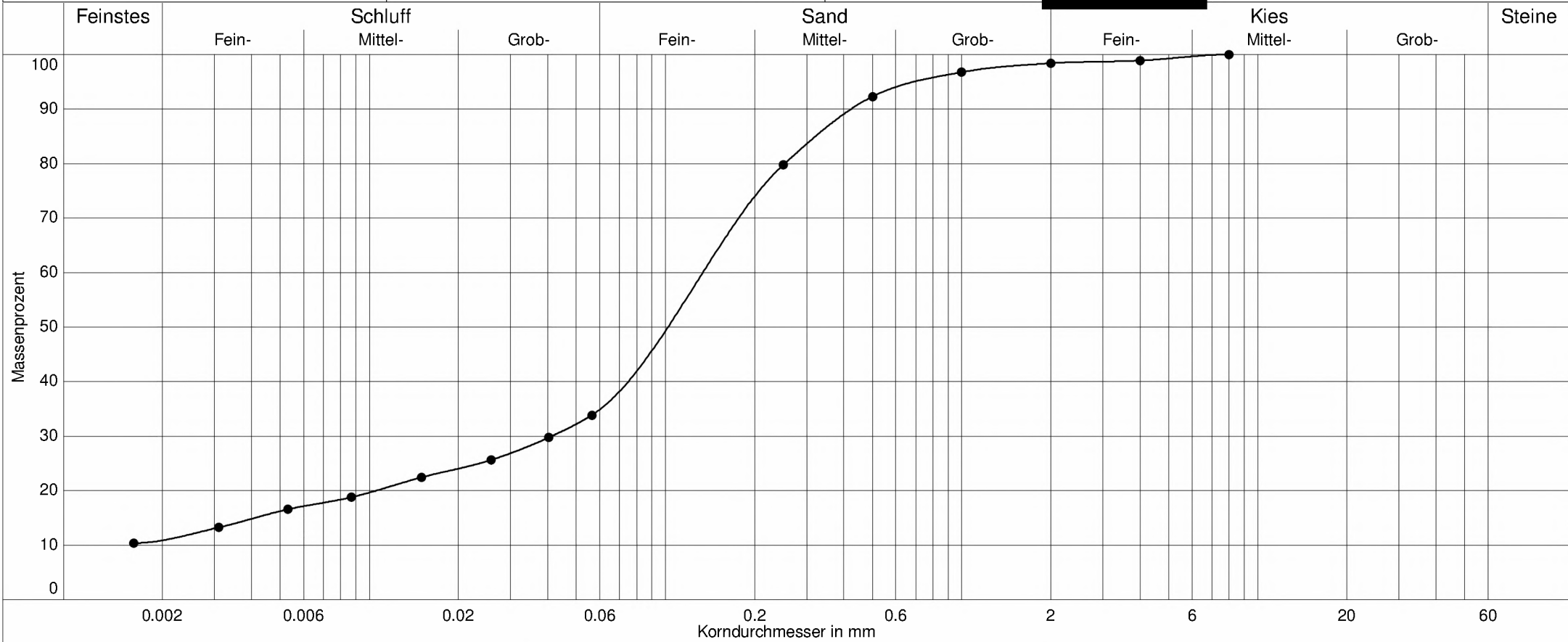
Untersuchungsbericht : B 6334

Projekt : Borchertring

Auftraggeber : v. Lieberman GmbH

Datum : 18.06.2019

Bearbeiter :



Labornummer	—●— BP 13/4		
Ungleichförm. U	-		
Krümmungszahl Cc	-		
Bodenart	S,ū,t		
Bodengruppe	SŪ		
d10 / d60	- /0.134 mm		
Anteil < 0.063 mm	35.8 %		
Kornfrakt. T/U/S/G	10.9/24.9/62.6/1.6 %		
Bodenklasse	4		
kf nach Hazen	-		
kf nach Kaubisch	5.7E-08 m/s		

## KORNVERTEILUNG

BP 13/4

### SIEBUNG

Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	43.14	0.0	2.000	0.33	98.4
0.063	0.00	63.7	4.000	0.75	98.9
0.125	10.89	63.7	8.000	0.00	100.0
0.250	8.47	79.8	16.0	0.00	100.0
0.500	3.03	92.3	31.5	0.00	100.0
1.000	1.11	96.8	63.0	0.00	100.0

Gesamtgewicht: 67.72 g

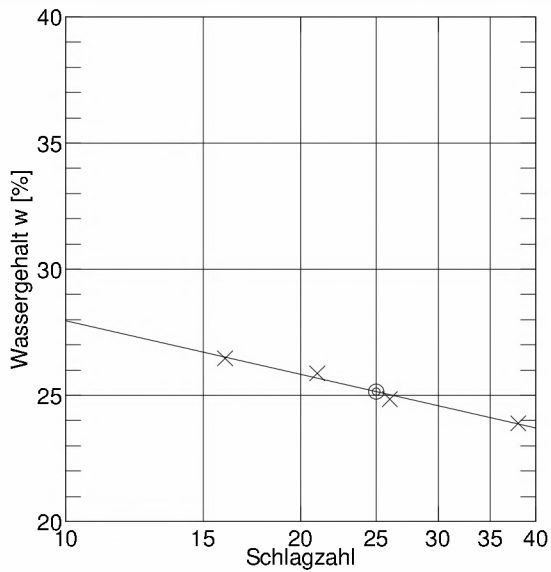
### SCHLÄMMUNG

Durchmesser [mm]	Anteil [%]	Durchmesser [mm]	Anteil [%]
0.0016	10.4	0.0258	25.6
0.0031	13.3	0.0403	29.7
0.0053	16.6	0.0564	33.9
0.0087	18.8	0.0793	36.1
0.0150	22.4		

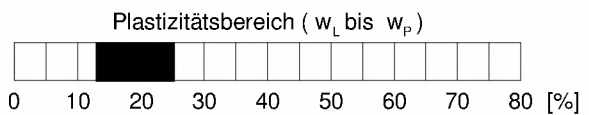
Probengewicht: 22.40 g

<b>AMM GmbH</b>	Untersuchungsbericht: B 6234		
<b>Gessertshausener Straße 3</b>	Projekt:	Borchertring	
<b>86356 Neusäß</b>	Auftraggeber:	v. Lieberman GmbH, [REDACTED]	
<b>Tel.:0821-48688-20 / Fax:-66</b>	Bearbeiter:	[REDACTED]	
<b>Zustandsgrenzen DIN 18 122</b>	Datum:	18.06.2019	
	Probenbezeichnung:	BP 7/6	

Behälter-Nr.		Fließgrenze				Ausrollgrenze			
		16	21	26	38				
Zahl der Schläge		16	21	26	38				
Feuchte Probe + Behälter	$m_f + m_B$ [g]	20.86	13.03	17.43	17.81	4.59	4.68	4.89	
Trockene Probe + Behälter	$m_t + m_B$ [g]	16.74	10.60	14.20	14.60	4.20	4.29	4.45	
Behälter	$m_B$ [g]	1.19	1.18	1.19	1.18	1.19	1.19	1.20	
Wasser	$m_f - m_t = m_w$ [g]	4.12	2.44	3.23	3.21	0.39	0.39	0.44	
Trockene Probe	$m_t$ [g]	15.56	9.41	13.01	13.42	3.01	3.10	3.26	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$	[%]	26.5	25.9	24.8	23.9	12.8	12.4	13.5	12.9



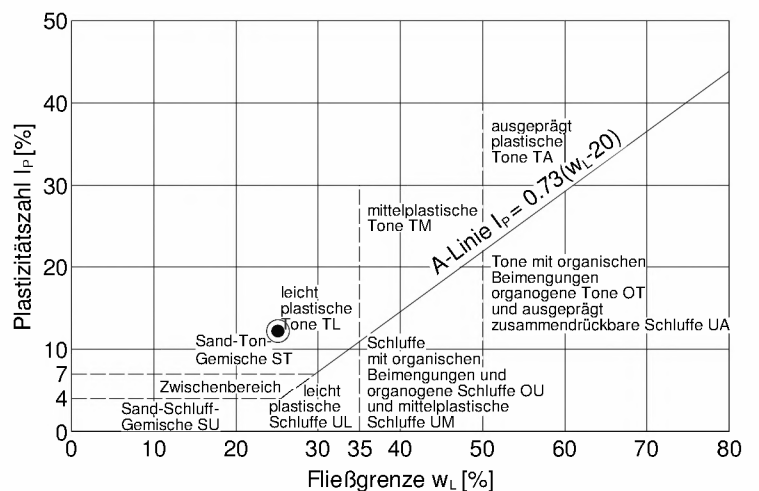
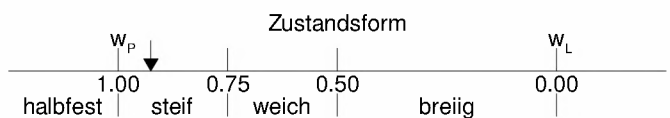
Überkornanteil  $\bar{u} = 13.7\%$   
 Wassergeh. Überkorn  $w_{\bar{u}} =$   
 Wassergehalt  $w_N = 11.9\%$ ,  $w_{N\bar{u}} = 13.8\%$   
 Fließgrenze  $w_L = 25.1\%$   
 Ausrollgrenze  $w_P = 12.9\%$



Plastizitätszahl  $I_P = w_L - w_P = 12.2\%$

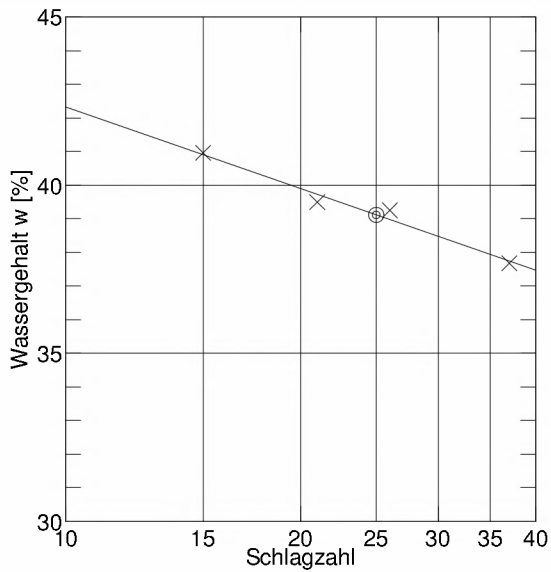
Liquiditätsindex  $I_L = \frac{w_{N\bar{u}} - w_P}{I_P} = 0.074$

Konsistenzzahl  $I_C = \frac{w_L - w_{N\bar{u}}}{I_P} = 0.926$

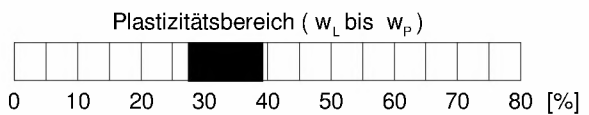


<b>AMM GmbH</b>	Untersuchungsbericht: B 6234		
<b>Gessertshausener Straße 3</b>	Projekt:	Borchertring	
<b>86356 Neusäß</b>	Auftraggeber:	v. Lieberman GmbH, [REDACTED]	
<b>Tel.:0821-48688-20 / Fax:-66</b>	Bearbeiter:	[REDACTED]	
<b>Zustandsgrenzen DIN 18 122</b>	Datum:	18.06.2019	
	Probenbezeichnung:	BP 8/5	

		Fließgrenze				Ausrollgrenze			
Behälter-Nr.									
Zahl der Schläge		15	21	26	37				
Feuchte Probe + Behälter	$m_f + m_B$ [g]	9.33	15.92	13.11	14.87	3.30	2.97	2.79	
Trockene Probe + Behälter	$m_t + m_B$ [g]	6.97	11.75	9.75	11.13	2.84	2.59	2.44	
Behälter	$m_B$ [g]	1.19	1.19	1.20	1.19	1.18	1.19	1.20	
Wasser	$m_f - m_t = m_w$ [g]	2.37	4.17	3.36	3.74	0.46	0.38	0.35	
Trockene Probe	$m_t$ [g]	5.78	10.56	8.55	9.94	1.66	1.40	1.25	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$	[%]	41.0	39.5	39.2	37.7	27.6	27.1	27.6	27.5



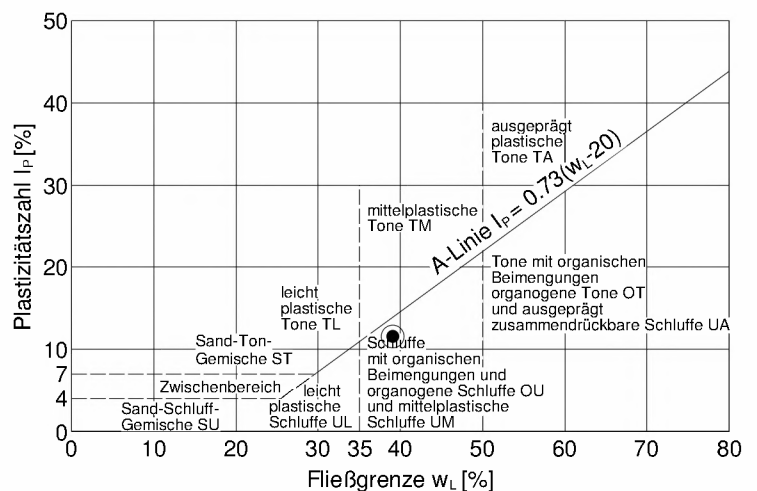
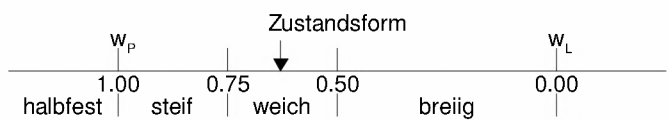
Überkornanteil  $\bar{u} = 1.4 \%$   
 Wassergeh. Überkorn  $w_{\bar{u}} =$   
 Wassergehalt  $w_N = 31.4 \%$ ,  $w_{N\bar{u}} = 31.8 \%$   
 Fließgrenze  $w_L = 39.1 \%$   
 Ausrollgrenze  $w_P = 27.5 \%$



Plastizitätszahl  $I_P = w_L - w_P = 11.6 \%$

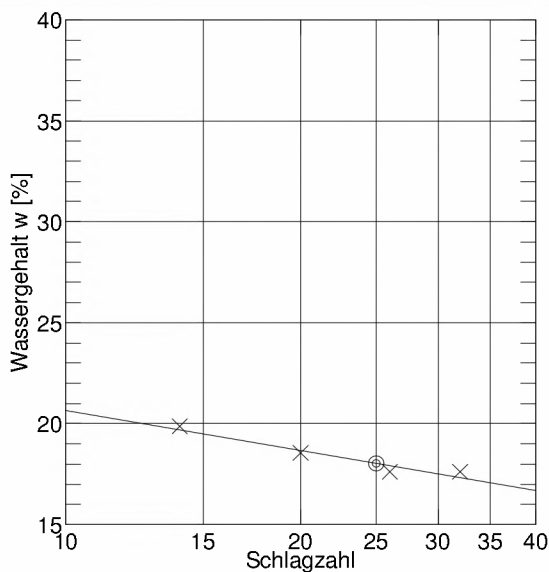
Liquiditätsindex  $I_L = \frac{w_{N\bar{u}} - w_P}{I_P} = 0.371$

Konsistenzzahl  $I_C = \frac{w_L - w_{N\bar{u}}}{I_P} = 0.629$

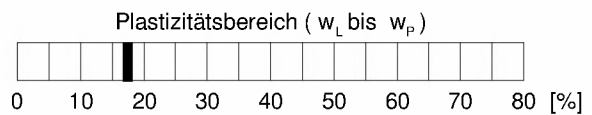


<b>AMM GmbH</b>	Untersuchungsbericht: B 6234		
<b>Gessertshausener Straße 3</b>	Projekt:	Borchertring	
<b>86356 Neusäß</b>	Auftraggeber:	v. Lieberman GmbH, [REDACTED]	
<b>Tel.:0821-48688-20 / Fax:-66</b>	Bearbeiter:	[REDACTED]	
<b>Zustandsgrenzen DIN 18 122</b>	Datum:	18.06.2019	
	Probenbezeichnung:	BP 10/4	

		Fließgrenze				Ausrollgrenze			
Behälter-Nr.									
Zahl der Schläge		14	20	26	32				
Feuchte Probe + Behälter	$m_f + m_B$ [g]	15.66	10.14	12.43	17.36	5.89	6.20	6.54	
Trockene Probe + Behälter	$m_t + m_B$ [g]	13.26	8.74	10.75	14.94	5.21	5.48	5.78	
Behälter	$m_B$ [g]	1.19	1.18	1.19	1.18	1.20	1.19	1.18	
Wasser	$m_f - m_t = m_w$ [g]	2.40	1.40	1.68	2.43	0.68	0.72	0.76	
Trockene Probe	$m_t$ [g]	12.08	7.55	9.56	13.76	4.01	4.29	4.60	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$	[%]	19.8	18.6	17.6	17.6	16.9	16.8	16.5	16.7



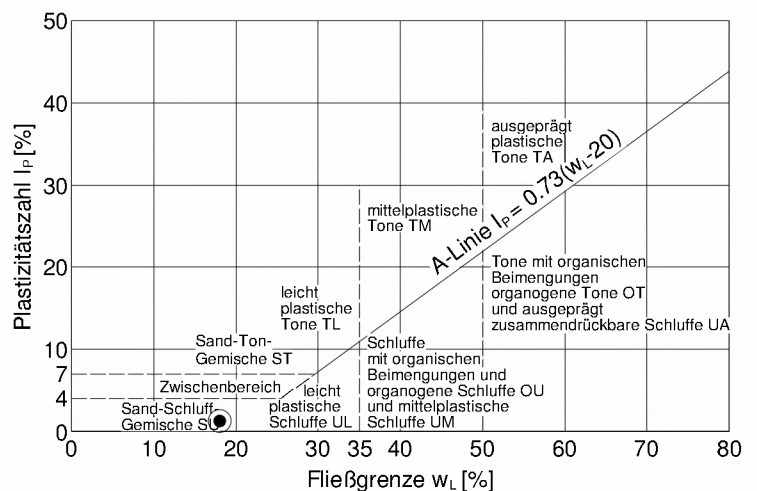
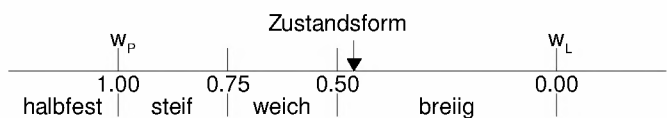
Überkornanteil  $\bar{u} = 14.7\%$   
 Wassergeh. Überkorn  $w_{\bar{u}} =$   
 Wassergehalt  $w_N = 14.8\%$ ,  $w_{N\bar{u}} = 17.4\%$   
 Fließgrenze  $w_L = 18.0\%$   
 Ausrollgrenze  $w_P = 16.7\%$



Plastizitätszahl  $I_P = w_L - w_P = 1.3\%$

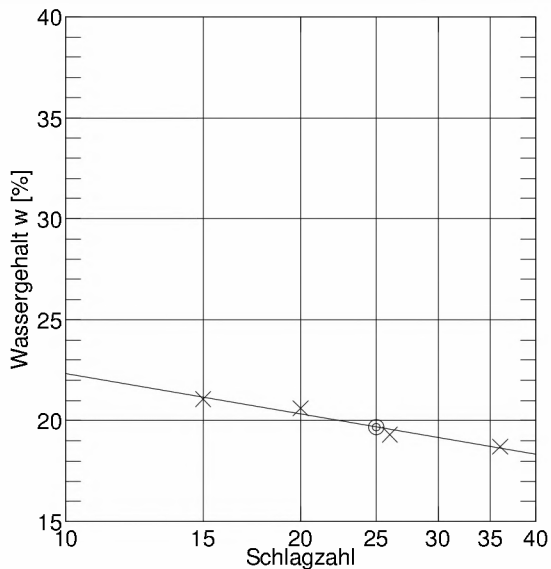
Liquiditätsindex  $I_L = \frac{w_{N\bar{u}} - w_P}{I_P} = 0.538$

Konsistenzzahl  $I_C = \frac{w_L - w_{N\bar{u}}}{I_P} = 0.462$

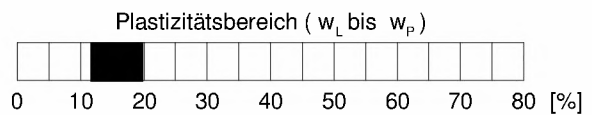


<b>AMM GmbH</b>	Untersuchungsbericht: B 6234		
<b>Gessertshausener Straße 3</b>	Projekt:	Borchertring	
<b>86356 Neusäß</b>	Auftraggeber:	v. Lieberman GmbH	
<b>Tel.:0821-48688-20 / Fax:-66</b>	Bearbeiter:	[REDACTED]	
<b>Zustandsgrenzen DIN 18 122</b>	Datum:	18.06.2019	
	Probenbezeichnung:	BP 10/5	

Behälter-Nr.		Fließgrenze				Ausrollgrenze			
		15	20	26	36				
Zahl der Schläge		15	20	26	36				
Feuchte Probe + Behälter	$m_f + m_B$ [g]	17.53	15.34	21.76	15.61	4.36	4.09	4.64	
Trockene Probe + Behälter	$m_t + m_B$ [g]	14.69	12.92	18.43	13.34	4.03	3.79	4.29	
Behälter	$m_B$ [g]	1.19	1.18	1.19	1.19	1.17	1.17	1.19	
Wasser	$m_f - m_t = m_w$ [g]	2.84	2.42	3.33	2.27	0.34	0.30	0.35	
Trockene Probe	$m_t$ [g]	13.50	11.74	17.24	12.15	2.85	2.62	3.10	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$	[%]	21.1	20.6	19.3	18.7	11.8	11.5	11.4	11.6



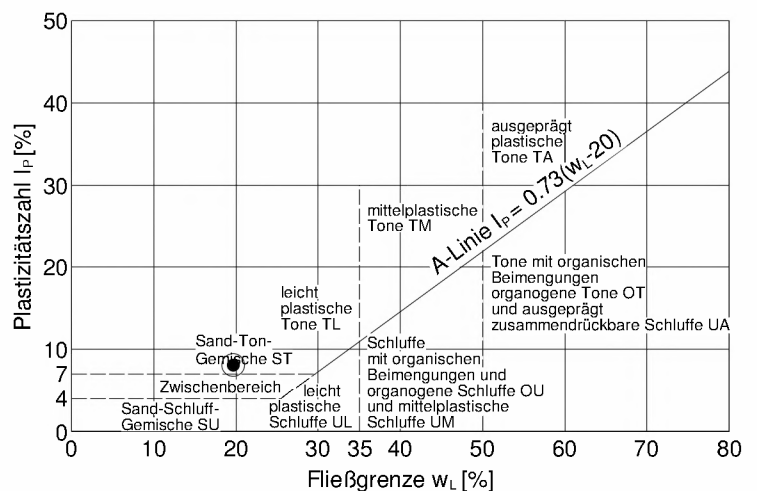
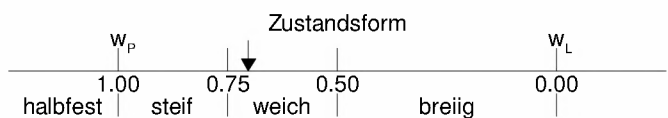
Überkornanteil  $\bar{u} = 14.8 \%$   
 Wassergeh. Überkorn  $w_{\bar{u}} =$   
 Wassergehalt  $w_N = 11.9 \%$ ,  $w_{N\bar{u}} = 14.0 \%$   
 Fließgrenze  $w_L = 19.7 \%$   
 Ausrollgrenze  $w_P = 11.6 \%$



Plastizitätszahl  $I_P = w_L - w_P = 8.1 \%$

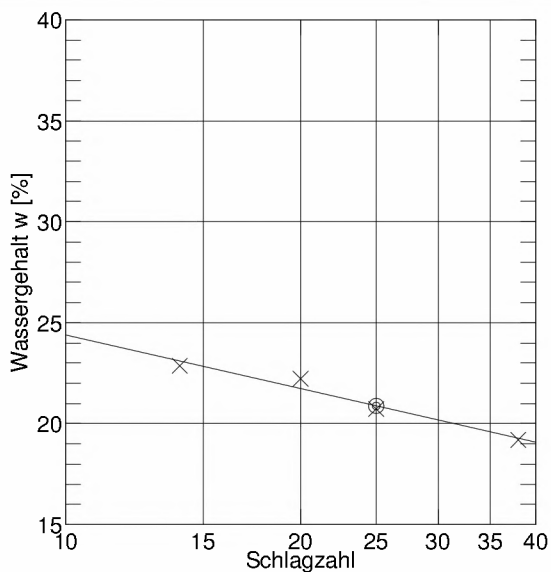
Liquiditätsindex  $I_L = \frac{w_{N\bar{u}} - w_P}{I_P} = 0.296$

Konsistenzzahl  $I_C = \frac{w_L - w_{N\bar{u}}}{I_P} = 0.704$

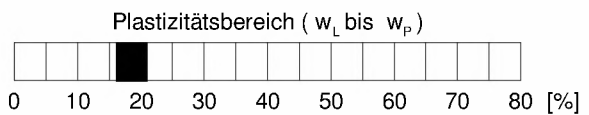


<b>AMM GmbH</b>	Untersuchungsbericht: B 6234		
<b>Gessertshausener Straße 3</b>	Projekt:	Borchertring	
<b>86356 Neusäß</b>	Auftraggeber:	v. Lieberman GmbH, [REDACTED]	
<b>Tel.:0821-48688-20 / Fax:-66</b>	Bearbeiter:	[REDACTED]	
<b>Zustandsgrenzen DIN 18 122</b>	Datum:	18.06.2019	
	Probenbezeichnung:	BP 11/5	

Behälter-Nr.	Fließgrenze				Ausrollgrenze				
		14	20	25	38				
Zahl der Schläge		14	20	25	38				
Feuchte Probe + Behälter	$m_f + m_B$ [g]	10.32	11.19	13.10	15.47	5.72	5.14	5.59	
Trockene Probe + Behälter	$m_t + m_B$ [g]	8.62	9.37	11.06	13.17	5.10	4.58	4.99	
Behälter	$m_B$ [g]	1.18	1.19	1.19	1.18	1.20	1.19	1.18	
Wasser	$m_f - m_t = m_w$ [g]	1.70	1.82	2.05	2.30	0.62	0.56	0.60	
Trockene Probe	$m_t$ [g]	7.44	8.18	9.87	11.99	3.90	3.39	3.82	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$	[%]	22.9	22.2	20.7	19.2	16.0	16.6	15.6	16.1



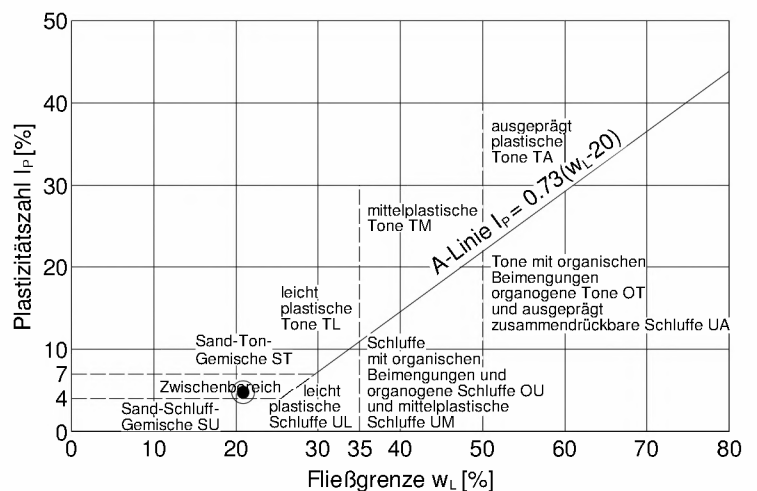
Überkornanteil  $\bar{u} = 9.8 \%$   
 Wassergeh. Überkorn  $w_{\bar{u}} =$   
 Wassergehalt  $w_N = 16.0 \%$ ,  $w_{N\bar{u}} = 17.7 \%$   
 Fließgrenze  $w_L = 20.9 \%$   
 Ausrollgrenze  $w_P = 16.1 \%$



Plastizitätszahl  $I_p = w_L - w_P = 4.8 \%$

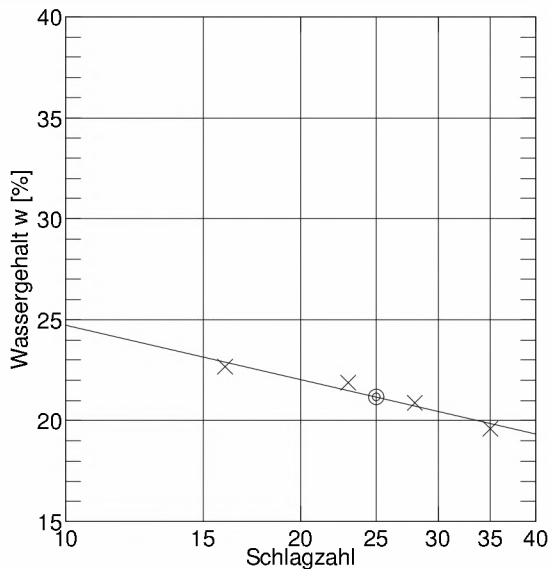
Liquiditätsindex  $I_L = \frac{w_{N\bar{u}} - w_P}{I_p} = 0.333$

Konsistenzzahl  $I_C = \frac{w_L - w_{N\bar{u}}}{I_p} = 0.667$

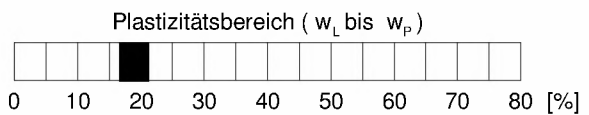


<b>AMM GmbH</b>	Untersuchungsbericht: B 6234		
<b>Gessertshausener Straße 3</b>	Projekt:	Borcherring	
<b>86356 Neusäß</b>	Auftraggeber:	v. Liebermen GmbH, [REDACTED]	
<b>Tel.:0821-48688-20 / Fax:-66</b>	Bearbeiter:	[REDACTED]	
<b>Zustandsgrenzen DIN 18 122</b>	Datum:	18.06.2019	
	Probenbezeichnung:	BP 11/6	

Behälter-Nr.		Fließgrenze				Ausrollgrenze			
		16	23	28	35				
Zahl der Schläge		16	23	28	35				
Feuchte Probe + Behälter	$m_f + m_B$ [g]	14.76	14.99	17.12	12.66	4.98	4.19	4.72	
Trockene Probe + Behälter	$m_t + m_B$ [g]	12.25	12.51	14.37	10.78	4.43	3.77	4.23	
Behälter	$m_B$ [g]	1.19	1.20	1.19	1.20	1.19	1.18	1.18	
Wasser	$m_f - m_t = m_w$ [g]	2.51	2.47	2.75	1.88	0.55	0.42	0.50	
Trockene Probe	$m_t$ [g]	11.06	11.31	13.18	9.59	3.24	2.59	3.04	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$	[%]	22.7	21.9	20.9	19.6	17.0	16.3	16.4	16.6



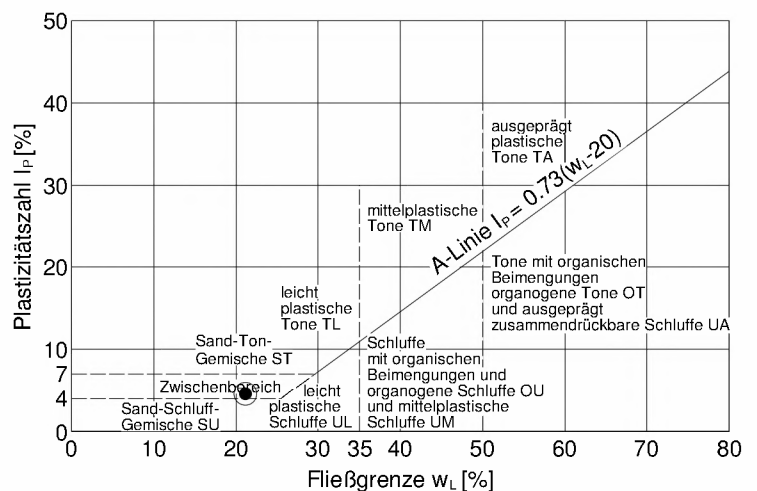
Überkornanteil  $\bar{u} = 11.9\%$   
 Wassergeh. Überkorn  $w_{\bar{u}} =$   
 Wassergehalt  $w_N = 16.6\%$ ,  $w_{N\bar{u}} = 18.8\%$   
 Fließgrenze  $w_L = 21.2\%$   
 Ausrollgrenze  $w_P = 16.6\%$



Plastizitätszahl  $I_P = w_L - w_P = 4.6\%$

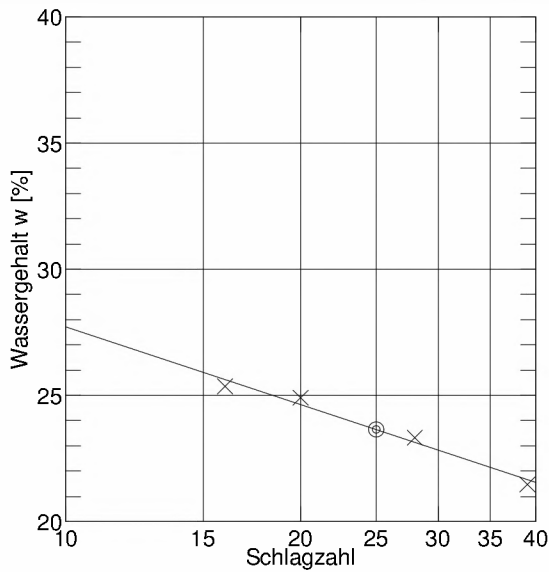
Liquiditätsindex  $I_L = \frac{w_{N\bar{u}} - w_P}{I_P} = 0.478$

Konsistenzzahl  $I_C = \frac{w_L - w_{N\bar{u}}}{I_P} = 0.522$

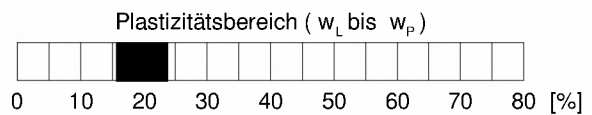


<b>AMM GmbH</b>	Untersuchungsbericht: B 6234		
<b>Gessertshausener Straße 3</b>	Projekt:	Borcherring	
<b>86356 Neusäß</b>	Auftraggeber:	v. Lieberman GmbH, [REDACTED]	
<b>Tel.:0821-48688-20 / Fax:-66</b>	Bearbeiter:	[REDACTED]	
<b>Zustandsgrenzen DIN 18 122</b>	Datum:	18.06.2019	
	Probenbezeichnung:	BP 13/4	

		Fließgrenze				Ausrollgrenze			
Behälter-Nr.									
Zahl der Schläge		16	20	28	39				
Feuchte Probe + Behälter	$m_f + m_B$ [g]	12.55	11.91	12.42	14.10	5.57	4.80	4.17	
Trockene Probe + Behälter	$m_t + m_B$ [g]	10.25	9.77	10.29	11.81	4.97	4.30	3.77	
Behälter	$m_B$ [g]	1.19	1.19	1.19	1.19	1.20	1.19	1.19	
Wasser	$m_f - m_t = m_w$ [g]	2.30	2.14	2.13	2.28	0.59	0.49	0.40	
Trockene Probe	$m_t$ [g]	9.06	8.58	9.11	10.62	3.78	3.12	2.58	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$	[%]	25.4	24.9	23.3	21.5	15.7	15.8	15.4	15.7



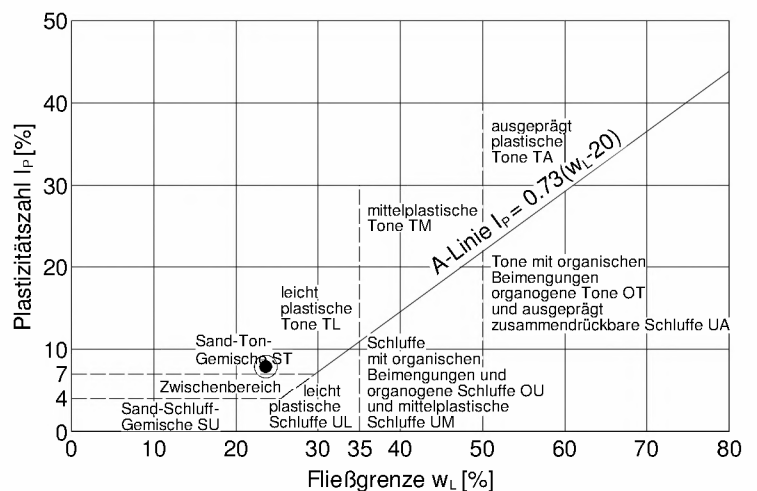
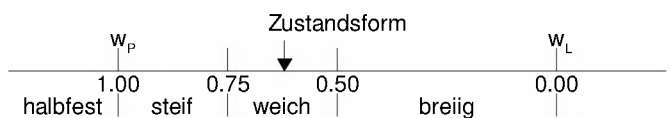
Überkornanteil  $\bar{u} = 14.8 \%$   
 Wassergeh. Überkorn  $w_{\bar{u}} =$   
 Wassergehalt  $w_N = 15.9 \%$ ,  $w_{N\bar{u}} = 18.7 \%$   
 Fließgrenze  $w_L = 23.6 \%$   
 Ausrollgrenze  $w_P = 15.7 \%$



Plastizitätszahl  $I_P = w_L - w_P = 7.9 \%$

Liquiditätsindex  $I_L = \frac{w_{N\bar{u}} - w_P}{I_P} = 0.380$

Konsistenzzahl  $I_C = \frac{w_L - w_{N\bar{u}}}{I_P} = 0.620$



<b>AMM GmbH</b>	Untersuchungsbericht : B 6334	
<b>Gessertshausener Straße 3</b>	Projekt. :	Borchertring
<b>86356 Neusäß</b>	Auftraggeber :	v. Lieberman GmbH, [REDACTED]
<b>Tel.: 0821-48688-20 / Fax: -66</b>	Datum :	18.06.2019
<b>Glühverlust</b> DIN 18 128 - GL	Probenbezeichnung :	BP 6/6
	Wassergehalt :	nicht ermittelt
	Bearbeiter :	Dr. Graner & Partner GmbH

Behälter Nr.		1	2	3	
Masse der ungeglühten Probe mit Behälter	$m_d + m_B$	g	70.70		
Masse der geglühten Probe mit Behälter	$m_{gl} + m_B$	g	59.30		
Masse des Behälter	$m_B$	g	13.70		
Massenverlust $(m_d + m_B) - (m_{gl} + m_B)$	$\Delta m_{gl}$	g	11.40	0.00	0.00
Trockenmasse des Bodens vor dem Glühen $(m_d + m_B) - m_B$	$m_d$	g	57.00	0.00	0.00
Glühverlust $V_{gl} = \frac{\Delta m_{gl}}{m_d}$	$V_{gl}$		0.200		
Glühverlust: Mittelwert	$V_{gl}$		0.200		

<b>AMM GmbH</b>	Untersuchungsbericht : B 6334	
<b>Gessertshausener Straße 3</b>	Projekt. :	Borchertring
<b>86356 Neusäß</b>	Auftraggeber :	v. Lieberman GmbH, [REDACTED]
<b>Tel.: 0821-48688-20 / Fax: -66</b>	Datum :	18.06.2019
<b>Glühverlust</b> DIN 18 128 - GL	Probenbezeichnung :	BP 8/6
	Wassergehalt :	nicht ermittelt
	Bearbeiter :	Dr. Graner & Partner GmbH

Behälter Nr.		1	2	3	
Masse der ungeglühten Probe mit Behälter	$m_d + m_B$	g	58.00		
Masse der geglühten Probe mit Behälter	$m_{gl} + m_B$	g	39.52		
Masse des Behälter	$m_B$	g	14.00		
Massenverlust $(m_d + m_B) - (m_{gl} + m_B)$	$\Delta m_{gl}$	g	18.48	0.00	0.00
Trockenmasse des Bodens vor dem Glühen $(m_d + m_B) - m_B$	$m_d$	g	44.00	0.00	0.00
Glühverlust $V_{gl} = \frac{\Delta m_{gl}}{m_d}$	$V_{gl}$		0.420		
Glühverlust: Mittelwert	$V_{gl}$		0.420		

## **Anlage 5**

***Prüfbericht-Nr.2018P516655/1; 2018P516656; 2019P513743 und 2019P513744 der GBA  
Gesellschaft für Bioanalytik mbH***

[22 Seiten]

GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH · Flensburger Str. 15 · 25421 Pinneberg

Ingenieurgesellschaft von Lieberman  
Bauen und Umwelt

Ruhrstr. 57

22761 Hamburg



### Prüfbericht-Nr.: 2018P516655 / 1

<b>Auftraggeber</b>	Ingenieurgesellschaft von Lieberman Bauen und Umwelt
<b>Eingangsdatum</b>	28.08.2018
<b>Projekt</b>	Borchertring
<b>Material</b>	Boden
<b>Kennzeichnung</b>	EP 2
<b>Auftrag</b>	15436-42
<b>Verpackung</b>	PE-Dose
<b>Probenmenge</b>	ca. 400 g
<b>Auftragsnummer</b>	18510845
<b>Probenahme</b>	durch den Auftraggeber
<b>Probentransport</b>	GBA
<b>Labor</b>	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
<b>Prüfbeginn / -ende</b>	28.08.2018 - 10.09.2018
<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.

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 auszugswise vervielfältigt werden.

Seite 1 von 5 zu Prüfbericht-Nr.: 2018P516655 / 1

Prüfbericht-Nr.: 2018P516655 / 1

## Borcherring

Auftrag		18510845
Probe-Nr.		005
Material		Boden
Probenbezeichnung		<b>EP 2</b>
Probemenge		ca. 400 g
Probeneingang		28.08.2018
<b>Analysenergebnisse</b>	<b>Einheit</b>	
<b>Siebfraktion &lt; 2 mm</b>	<b>Masse-%</b>	95,2
<b>Siebfraktion &gt; 2 mm</b>	<b>Masse-%</b>	4,8
<b>Anteil Fremdmaterial</b>	<b>Masse-%</b>	0,00
<b>Trockenrückstand</b>	<b>Masse-%</b>	94,7
<b>Aufschluss mit Königswasser</b>		
<b>Arsen</b>	mg/kg TM	1,3
<b>Blei</b>	mg/kg TM	6,1
<b>Cadmium</b>	mg/kg TM	<0,10
<b>Chrom ges.</b>	mg/kg TM	3,1
<b>Nickel</b>	mg/kg TM	2,5
<b>Quecksilber</b>	mg/kg TM	<0,10
<b>Cyanid ges.</b>	mg/kg TM	<1,0
<b>Organochlorpestizide</b>		
<b>Hexachlorbenzol</b>	mg/kg TM	<0,050
<b>α-HCH</b>	mg/kg TM	<0,010
<b>β-HCH</b>	mg/kg TM	<0,010
<b>γ-HCH</b>	mg/kg TM	<0,010
<b>δ-HCH</b>	mg/kg TM	<0,010
<b>Aldrin</b>	mg/kg TM	<0,0100
<b>o,p-DDE</b>	mg/kg TM	<0,0100
<b>p,p-DDE</b>	mg/kg TM	<0,0100
<b>o,p-DDD</b>	mg/kg TM	<0,0100
<b>p,p-DDD</b>	mg/kg TM	<0,0100
<b>o,p-DDT</b>	mg/kg TM	<0,0100
<b>p,p-DDT</b>	mg/kg TM	<0,0100
<b>Summe PAK (EPA)</b>	mg/kg TM	n.n.
<b>Naphthalin</b>	mg/kg TM	<0,050
<b>Acenaphthylen</b>	mg/kg TM	<0,050
<b>Acenaphthen</b>	mg/kg TM	<0,050
<b>Fluoren</b>	mg/kg TM	<0,050
<b>Phenanthren</b>	mg/kg TM	<0,050
<b>Anthracen</b>	mg/kg TM	<0,050
<b>Fluoranthren</b>	mg/kg TM	<0,050
<b>Pyren</b>	mg/kg TM	<0,050
<b>Benz(a)anthracen</b>	mg/kg TM	<0,050
<b>Chrysen</b>	mg/kg TM	<0,050
<b>Benzo(b)fluoranthren</b>	mg/kg TM	<0,050
<b>Benzo(k)fluoranthren</b>	mg/kg TM	<0,050
<b>Benzo(a)pyren</b>	mg/kg TM	<0,050
<b>Indeno(1,2,3-cd)pyren</b>	mg/kg TM	<0,050
<b>Dibenz(ah)anthracen</b>	mg/kg TM	<0,050
<b>Benzo(g,h,i)perylene</b>	mg/kg TM	<0,050

Prüfbericht-Nr.: 2018P516655 / 1

## Borchertring

Auftrag		18510845
Probe-Nr.		005
Material		Boden
Probenbezeichnung		<b>EP 2</b>
Probemenge		ca. 400 g
Probeneingang		28.08.2018
<b>Pentachlorphenol</b>	<b>mg/kg TM</b>	<0,50
<b>PCB Summe 6 Kongenere</b>	<b>mg/kg TM</b>	n.n.
<b>PCB 28</b>	<b>mg/kg TM</b>	<0,0030
<b>PCB 52</b>	<b>mg/kg TM</b>	<0,0030
<b>PCB 101</b>	<b>mg/kg TM</b>	<0,0030
<b>PCB 153</b>	<b>mg/kg TM</b>	<0,0030
<b>PCB 138</b>	<b>mg/kg TM</b>	<0,0030
<b>PCB 180</b>	<b>mg/kg TM</b>	<0,0030

**Prüfbericht-Nr.: 2018P516655 / 1**
**Borchertring**
**Angewandte Verfahren und Bestimmungsgrenzen (BG)**

Parameter	BG	Einheit	Methode
Siebfraktion < 2 mm	0,10	Masse-%	DIN 18123: 2011-04 <sup>a</sup> 5
Siebfraktion > 2 mm	0,10	Masse-%	DIN 18123: 2011-04 <sup>a</sup> 5
Anteil Fremdmaterial		Masse-%	an BBodSchG: 2017-09 <sup>a</sup> 5
Trockenrückstand	0,40	Masse-%	DIN ISO 11465: 1996-12 <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
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
Cyanid ges.	1,0	mg/kg TM	DIN ISO 17380: 2013-10 <sup>a</sup> 5
Organochlorpestizide			
Hexachlorbenzol	0,050	mg/kg TM	DIN EN ISO 6468 (F1): 1997-02 <sup>a</sup> 5
α-HCH	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 <sup>a</sup> 5
β-HCH	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 <sup>a</sup> 5
γ-HCH	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 <sup>a</sup> 5
δ-HCH	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 <sup>a</sup> 5
Aldrin	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 <sup>a</sup> 5
o,p-DDE	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 <sup>a</sup> 5
p,p-DDE	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 <sup>a</sup> 5
o,p-DDD	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 <sup>a</sup> 5
p,p-DDD	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 <sup>a</sup> 5
o,p-DDT	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 <sup>a</sup> 5
p,p-DDT	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 <sup>a</sup> 5
Summe PAK (EPA)		mg/kg TM	berechnet 5
Naphthalin	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 5
Acenaphthylen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 5
Acenaphthen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 5
Fluoren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 5
Phenanthren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 5
Anthracen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 5
Fluoranthen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 5
Pyren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 5
Benz(a)anthracen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 5
Chrysen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 5
Benzo(b)fluoranthren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 5
Benzo(k)fluoranthren	0,050	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
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 5
Dibenz(ah)anthracen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 5
Benzo(g,h,i)perylen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 <sup>a</sup> 5
Pentachlorphenol	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 14154: 2005-12 <sup>a</sup> 5
PCB Summe 6 Kongenere		mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 <sup>a</sup> 5
PCB 28	0,0030	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 <sup>a</sup> 5
PCB 52	0,0030	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 <sup>a</sup> 5
PCB 101	0,0030	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 <sup>a</sup> 5
PCB 153	0,0030	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 <sup>a</sup> 5
PCB 138	0,0030	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 <sup>a</sup> 5
PCB 180	0,0030	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 <sup>a</sup> 5

**Prüfbericht-Nr.: 2018P516655 / 1**

**Borchertring**

Die mit \* gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen können matrixbedingt variieren.

Untersuchungslabor: 5GBA Pinneberg

## Beurteilung des Wirkungspfades Boden-Mensch (BBodSchV)

Projektname: Borcherring

Projektnummer: 15436-42

Probenummer: EP 2



Labornummer: 005

Bodenart: Sand

Datum: 10.09.2018

### Bewertung gemäß der Prüfwerte für: Kinderspielplatz

Parameter	Einheit	Ergebnis
Trockenrückstand	Masse-%	94,7
Anteil Fremdmaterial	Masse-%	0

Parameter	Einheit	Messwert	Prüfwert	Vorsorgewert
<b>Aufschluss mit Königswasser</b>				
Arsen	mg/kg TM	1,3	25	---
Blei	mg/kg TM	6,1	200	40
Cadmium	mg/kg TM	0,1	10	0,4
Chrom	mg/kg TM	3,1	200	30
Nickel	mg/kg TM	2,5	70	15
Quecksilber	mg/kg TM	0,1	10	0,1
Cyanide, gesamt	mg/kg TM	1	50	---

Parameter	Einheit	Messwert	Prüfwert	Vorsorgewert
<b>Organochlorpestizide</b>				
Hexachlorbenzol	mg/kg TM	0,05	4	---
α-HCH	mg/kg TM	0,01	5	---
β-HCH	mg/kg TM	0,01	5	---
γ-HCH	mg/kg TM	0,01	5	---
δ-HCH	mg/kg TM	0,01	5	---
Aldrin	mg/kg TM	0,01	2	---
o,p-DDT	mg/kg TM	0,01	40	---
p,p-DDT	mg/kg TM	0,01	40	---
Bezon(a)pyren	mg/kg TM	0,05	2	0,3
Pentachlorphenol	mg/kg TM	0,5	50	---
PCB Summe 6 Kongenere	mg/kg TM	0,005	0,4	0,05
PCB 28	mg/kg TM	0,003	0,4	0,05
PCB 52	mg/kg TM	0,003	0,4	0,05
PCB101	mg/kg TM	0,003	0,4	0,05
PCB 153	mg/kg TM	0,003	0,4	0,05
PCB138	mg/kg TM	0,003	0,4	0,05
PCB180	mg/kg TM	0,003	0,4	0,05

Gemäß BBodSchV §4 sind keine weiteren Maßnahmen notwendig.

GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH · Flensburger Str. 15 · 25421 Pinneberg

Ingenieurgesellschaft von Lieberman  
Bauen und Umwelt

Ruhrstr. 57

22761 Hamburg



### Prüfbericht-Nr.: 2018P516656 / 1

<b>Auftraggeber</b>	Ingenieurgesellschaft von Lieberman Bauen und Umwelt
<b>Eingangsdatum</b>	28.08.2018
<b>Projekt</b>	Borchertring
<b>Material</b>	Boden
<b>Kennzeichnung</b>	siehe Tabelle
<b>Auftrag</b>	15436-42
<b>Verpackung</b>	PE-Dose / Schraubdeckelglas
<b>Probenmenge</b>	ca. 400 g
<b>Auftragsnummer</b>	18510845
<b>Probenahme</b>	durch den Auftraggeber
<b>Probentransport</b>	GBA
<b>Labor</b>	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
<b>Prüfbeginn / -ende</b>	28.08.2018 - 10.09.2018
<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, 10.09.2018

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.

Seite 1 von 3 zu Prüfbericht-Nr.: 2018P516656

Prüfbericht-Nr.: 2018P516656 / 1

Borcherring

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

Auftrag		18510845	18510845	18510845	18510845
Probe-Nr.		001	002	003	004
Material		Boden	Boden	Boden	Boden
Probenbezeichnung		<b>MP 1</b>	<b>MP 2</b>	<b>MP 3</b>	<b>EP 1</b>
Probemenge		ca. 400 g	ca. 400 g	ca. 400 g	ca. 400 g
Probeneingang		28.08.2018	28.08.2018	28.08.2018	28.08.2018
<b>Analysenergebnisse</b>	<b>Einheit</b>				
<b>Trockenrückstand</b>	Masse-%	97,5 ---	95,7 ---	88,9 ---	93,1 ---
<b>EOX</b>	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
<b>Kohlenwasserstoffe</b>	mg/kg TM	<100 Z0	<100 Z0	<100 Z0	<100 Z0
<b>mobiler Anteil bis C22</b>	mg/kg TM	<50 Z0	<50 Z0	<50 Z0	<50 Z0
<b>Cyanid ges.</b>	mg/kg TM	<1,0 Z0	<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	<1,0 Z0
<b>Summe LHKW</b>	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
<b>Summe PAK (EPA)</b>	mg/kg TM	n.n. Z0	0,250 Z0	4,28 Z2(Z1)	0,135 Z0
<b>Benzo(a)pyren</b>	mg/kg TM	<0,050 Z0	<0,050 Z0	0,19 Z0	<0,050 Z0
<b>PCB Summe 6 Kongenere</b>	mg/kg TM	n.n. Z0	n.n. Z0	0,00310 Z0	n.n. Z0
<b>Aufschluss mit Königswasser</b>		---	---	---	---
<b>Arsen</b>	mg/kg TM	3,0 Z0	2,4 Z0	3,7 Z0	1,4 Z0
<b>Blei</b>	mg/kg TM	12 Z0	8,0 Z0	38 Z0	9,6 Z0
<b>Cadmium</b>	mg/kg TM	<0,10 Z0	<0,10 Z0	0,25 Z0	<0,10 Z0
<b>Chrom ges.</b>	mg/kg TM	3,8 Z0	3,2 Z0	6,8 Z0	6,7 Z0
<b>Kupfer</b>	mg/kg TM	15 Z0	14 Z0	26 Z1	16 Z0
<b>Nickel</b>	mg/kg TM	2,6 Z0	2,8 Z0	5,2 Z0	5,4 Z0
<b>Quecksilber</b>	mg/kg TM	<0,10 Z0	<0,10 Z0	<0,10 Z0	<0,10 Z0
<b>Thallium</b>	mg/kg TM	<0,30 Z0	<0,30 Z0	<0,30 Z0	<0,30 Z0
<b>Zink</b>	mg/kg TM	24 Z0	11 Z0	126 Z1	11 Z0
<b>TOC</b>	Masse-% TM	0,29 Z0	0,19 Z0	1,0 Z1(Z0)	<0,050 Z0
<b>Eluat</b>					
<b>pH-Wert</b>		7,5 Z0	7,7 Z0	7,8 Z0	7,6 Z0
<b>Leitfähigkeit</b>	µS/cm	31 Z0	103 Z0	141 Z0	41 Z0
<b>Chlorid</b>	mg/L	<0,60 Z0	8,2 Z0	4,8 Z0	<0,60 Z0
<b>Sulfat</b>	mg/L	<1,0 Z0	9,2 Z0	13 Z0	3,1 Z0
<b>Cyanid ges.</b>	µg/L	<5,0 Z0	<5,0 Z0	<5,0 Z0	<5,0 Z0
<b>Phenolindex</b>	µg/L	<5,0 Z0	<5,0 Z0	<5,0 Z0	<5,0 Z0
<b>Arsen</b>	µg/L	1,2 Z0	1,8 Z0	3,5 Z0	0,76 Z0
<b>Blei</b>	µg/L	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
<b>Cadmium</b>	µg/L	<0,30 Z0	<0,30 Z0	<0,30 Z0	<0,30 Z0
<b>Chrom ges.</b>	µg/L	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
<b>Kupfer</b>	µg/L	<1,0 Z0	<1,0 Z0	7,0 Z0	2,0 Z0
<b>Nickel</b>	µg/L	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
<b>Quecksilber</b>	µg/L	<0,20 Z0	<0,20 Z0	<0,20 Z0	<0,20 Z0
<b>Zink</b>	µg/L	<10 Z0	<10 Z0	<10 Z0	<10 Z0

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

**Prüfbericht-Nr.: 2018P516656 / 1**
**Borchertring**
**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		mg/kg TM	DIN EN ISO 22155: 2016-07 <sup>a</sup> 5
Summe LHKW		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 <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

Die mit <sup>a</sup> gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen können matrixbedingt variieren.  
 Untersuchungslabor: sGBA Pinneberg

## Beurteilung des Wirkungspfades Boden-Mensch (BBodSchV)

Projektname: Borcherring

Projektnummer: 15436-42

Probenummer: EP 2



Labornummer: 005

Bodenart: Sand

Datum: 10.09.2018

### Bewertung gemäß der Prüfwerte für: Kinderspielplatz

Parameter	Einheit	Ergebnis
Trockenrückstand	Masse-%	94,7
Anteil Fremdmaterial	Masse-%	0

Parameter	Einheit	Messwert	Prüfwert	Vorsorgewert
<b>Aufschluss mit Königswasser</b>				
Arsen	mg/kg TM	1,3	25	---
Blei	mg/kg TM	6,1	200	40
Cadmium	mg/kg TM	0,1	10	0,4
Chrom	mg/kg TM	3,1	200	30
Nickel	mg/kg TM	2,5	70	15
Quecksilber	mg/kg TM	0,1	10	0,1
Cyanide, gesamt	mg/kg TM	1	50	---

Parameter	Einheit	Messwert	Prüfwert	Vorsorgewert
<b>Organochlorpestizide</b>				
Hexachlorbenzol	mg/kg TM	0,05	4	---
α-HCH	mg/kg TM	0,01	5	---
β-HCH	mg/kg TM	0,01	5	---
γ-HCH	mg/kg TM	0,01	5	---
δ-HCH	mg/kg TM	0,01	5	---
Aldrin	mg/kg TM	0,01	2	---
o,p-DDT	mg/kg TM	0,01	40	---
p,p-DDT	mg/kg TM	0,01	40	---
Bezon(a)pyren	mg/kg TM	0,05	2	0,3
Pentachlorphenol	mg/kg TM	0,5	50	---
PCB Summe 6 Kongenere	mg/kg TM	0,005	0,4	0,05
PCB 28	mg/kg TM	0,003	0,4	0,05
PCB 52	mg/kg TM	0,003	0,4	0,05
PCB101	mg/kg TM	0,003	0,4	0,05
PCB 153	mg/kg TM	0,003	0,4	0,05
PCB138	mg/kg TM	0,003	0,4	0,05
PCB180	mg/kg TM	0,003	0,4	0,05

Gemäß BBodSchV §4 sind keine weiteren Maßnahmen notwendig.

GBA Gesellschaft für Bioanalytik · Flensburger Straße 15 · 25421 Pinneberg

Ingenieurgesellschaft von Lieberman  
 Bauen und Umwelt

Ruhrstr. 57

**22761 Hamburg**



**Prüfbericht-Nr.: 2019P513743 / 1**

<b>Auftraggeber</b>	Ingenieurgesellschaft von Lieberman Bauen und Umwelt
<b>Eingangsdatum</b>	28.05.2019
<b>Projekt</b>	BV Borcherring
<b>Material</b>	Boden
<b>Kennzeichnung</b>	MP 5
<b>Auftrag</b>	19013-02
<b>Verpackung</b>	Schraubdeckelglas
<b>Probenmenge</b>	ca. 750 - 800 g
<b>Auftragsnummer</b>	19508457
<b>Probenahme</b>	durch den Auftraggeber
<b>Probentransport</b>	GBA
<b>Labor</b>	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
<b>Prüfbeginn / -ende</b>	28.05.2019 - 14.06.2019
<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, 14.06.2019



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.

Seite 1 von 3 zu Prüfbericht-Nr.: 2019P513743 / 1

Prüfbericht-Nr.: 2019P513743 / 1

BV Borcherring

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

Auftrag		19508457	
Probe-Nr.		001	
Material		Boden	
Probenbezeichnung		<b>MP 5</b>	
Probemenge		ca. 750 - 800 g	
Probeneingang		28.05.2019	
<b>Analysenergebnisse</b>	<b>Einheit</b>		
<b>Trockenrückstand</b>	Masse-%	86,8	---
<b>EOX</b>	mg/kg TM	<1,0	Z0
<b>Kohlenwasserstoffe</b>	mg/kg TM	<100	Z0
<b>mobiler Anteil bis C22</b>	mg/kg TM	<50	Z0
<b>Cyanid ges.</b>	mg/kg TM	<1,0	Z0
<b>Summe BTEX</b>	mg/kg TM	<1,0	Z0
<b>Summe LHKW</b>	mg/kg TM	<1,0	Z0
<b>Summe PAK (EPA)</b>	mg/kg TM	0,739	Z0
<b>Benzo(a)pyren</b>	mg/kg TM	0,055	Z0
<b>PCB Summe 6 Kongenere</b>	mg/kg TM	n.n.	Z0
<b>Aufschluss mit Königswasser</b>			---
<b>Arsen</b>	mg/kg TM	4,9	Z0
<b>Blei</b>	mg/kg TM	18	Z0
<b>Cadmium</b>	mg/kg TM	0,12	Z0
<b>Chrom ges.</b>	mg/kg TM	17	Z0
<b>Kupfer</b>	mg/kg TM	18	Z0
<b>Nickel</b>	mg/kg TM	14	Z0
<b>Quecksilber</b>	mg/kg TM	<0,10	Z0
<b>Thallium</b>	mg/kg TM	<0,30	Z0
<b>Zink</b>	mg/kg TM	48	Z0
<b>TOC</b>	Masse-% TM	0,23	Z0
<b>Eluat</b>			
<b>pH-Wert</b>		8,1	Z0
<b>Leitfähigkeit</b>	µS/cm	39	Z0
<b>Chlorid</b>	mg/L	<0,60	Z0
<b>Sulfat</b>	mg/L	1,7	Z0
<b>Cyanid ges.</b>	µg/L	<5,0	Z0
<b>Phenolindex</b>	µg/L	<5,0	Z0
<b>Arsen</b>	µg/L	4,1	Z0
<b>Blei</b>	µg/L	1,3	Z0
<b>Cadmium</b>	µg/L	<0,30	Z0
<b>Chrom ges.</b>	µg/L	<1,0	Z0
<b>Kupfer</b>	µg/L	1,6	Z0
<b>Nickel</b>	µg/L	<1,0	Z0
<b>Quecksilber</b>	µg/L	<0,20	Z0
<b>Zink</b>	µg/L	<10	Z0

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

**Prüfbericht-Nr.: 2019P513743 / 1**
**BV Borcherring**
**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 <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

GBA Gesellschaft für Bioanalytik · Flensburger Straße 15 · 25421 Pinneberg

Ingenieurgesellschaft von Lieberman  
 Bauen und Umwelt

Ruhrstr. 57

**22761 Hamburg**



### Prüfbericht-Nr.: 2019P513744 / 1

<b>Auftraggeber</b>	Ingenieurgesellschaft von Lieberman Bauen und Umwelt
<b>Eingangsdatum</b>	28.05.2019
<b>Projekt</b>	BV Borcherring
<b>Material</b>	Boden
<b>Kennzeichnung</b>	MP 6
<b>Auftrag</b>	19013-02
<b>Verpackung</b>	Schraubdeckelglas
<b>Probenmenge</b>	ca. 750 - 800 g
<b>Auftragsnummer</b>	19508457
<b>Probenahme</b>	durch den Auftraggeber
<b>Probentransport</b>	GBA
<b>Labor</b>	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
<b>Prüfbeginn / -ende</b>	28.05.2019 - 14.06.2019
<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, 14.06.2019



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.

Seite 1 von 3 zu Prüfbericht-Nr.: 2019P513744 / 1

Prüfbericht-Nr.: 2019P513744 / 1

BV Borcherring

Zuordnung gem. LAGA-Boden (M20, Fassung 2004) / Bodenart "Lehm / Schluff"

Auftrag		19508457	
Probe-Nr.		002	
Material		Boden	
Probenbezeichnung		<b>MP 6</b>	
Probemenge		ca. 750 - 800 g	
Probeneingang		28.05.2019	
<b>Analysenergebnisse</b>	<b>Einheit</b>		
<b>Trockenrückstand</b>	Masse-%	87,9	---
<b>EOX</b>	mg/kg TM	<1,0	Z0
<b>Kohlenwasserstoffe</b>	mg/kg TM	<100	Z0
<b>mobiler Anteil bis C22</b>	mg/kg TM	<50	Z0
<b>Cyanid ges.</b>	mg/kg TM	<1,0	Z0
<b>Summe BTEX</b>	mg/kg TM	<1,0	Z0
<b>Summe LHKW</b>	mg/kg TM	<1,0	Z0
<b>Summe PAK (EPA)</b>	mg/kg TM	0,912	Z0
<b>Benzo(a)pyren</b>	mg/kg TM	0,071	Z0
<b>PCB Summe 6 Kongenere</b>	mg/kg TM	n.n.	Z0
<b>Aufschluss mit Königswasser</b>			---
<b>Arsen</b>	mg/kg TM	3,8	Z0
<b>Blei</b>	mg/kg TM	34	Z0
<b>Cadmium</b>	mg/kg TM	0,92	Z0
<b>Chrom ges.</b>	mg/kg TM	12	Z0
<b>Kupfer</b>	mg/kg TM	148	Z2
<b>Nickel</b>	mg/kg TM	9,8	Z0
<b>Quecksilber</b>	mg/kg TM	<0,10	Z0
<b>Thallium</b>	mg/kg TM	<0,30	Z0
<b>Zink</b>	mg/kg TM	352	Z1
<b>TOC</b>	Masse-% TM	0,34	Z0
<b>Eluat</b>			
<b>pH-Wert</b>		7,8	Z0
<b>Leitfähigkeit</b>	µS/cm	71	Z0
<b>Chlorid</b>	mg/L	<0,60	Z0
<b>Sulfat</b>	mg/L	17	Z0
<b>Cyanid ges.</b>	µg/L	<5,0	Z0
<b>Phenolindex</b>	µg/L	<5,0	Z0
<b>Arsen</b>	µg/L	1,8	Z0
<b>Blei</b>	µg/L	5,5	Z0
<b>Cadmium</b>	µg/L	<0,30	Z0
<b>Chrom ges.</b>	µg/L	1,8	Z0
<b>Kupfer</b>	µg/L	28	Z1.2
<b>Nickel</b>	µg/L	1,3	Z0
<b>Quecksilber</b>	µg/L	<0,20	Z0
<b>Zink</b>	µg/L	27	Z0

**Prüfbericht-Nr.: 2019P513744 / 1**
**BV Borcherring**
**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 <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

Die mit <sup>a</sup> gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen können matrixbedingt variieren.

Untersuchungslabor: 5GBA Pinneberg

GBA Gesellschaft für Bioanalytik · Flensburger Straße 15 · 25421 Pinneberg

Ingenieurgesellschaft von Lieberman  
 Bauen und Umwelt

Ruhrstr. 57

**22761 Hamburg**



**Prüfbericht-Nr.: 2019P513744/ 2 ergänzt Version v. 14.06.2019**

<b>Auftraggeber</b>	Ingenieurgesellschaft von Lieberman Bauen und Umwelt
<b>Eingangsdatum</b>	28.05.2019
<b>Projekt</b>	BV Borcherring
<b>Material</b>	Boden
<b>Kennzeichnung</b>	MP 6
<b>Auftrag</b>	19013-02
<b>Verpackung</b>	Schraubdeckelglas
<b>Probenmenge</b>	ca. 750 - 800 g
<b>Auftragsnummer</b>	19508457
<b>Probenahme</b>	durch den Auftraggeber
<b>Probentransport</b>	GBA
<b>Labor</b>	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
<b>Prüfbeginn / -ende</b>	28.05.2019 - 09.07.2019
<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, 09.07.2019



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.

Seite 1 von 5 zu Prüfbericht-Nr.: 2019P513744/ 2

Prüfbericht-Nr.: 2019P513744/ 2

BV Borcherting

Zuordnung gem. LAGA-Boden (M20, Fassung 2004) / Bodenart "Lehm / Schluff"

Auftrag		19508457	
Probe-Nr.		002	
Material		Boden	
Probenbezeichnung		<b>MP 6</b>	
Probemenge		ca. 750 - 800 g	
Probeneingang		28.05.2019	
<b>Analysenergebnisse</b>	<b>Einheit</b>		
<b>Trockenrückstand</b>	Masse-%	87,9	---
<b>EOX</b>	mg/kg TM	<1,0	Z0
<b>Kohlenwasserstoffe</b>	mg/kg TM	<100	Z0
<b>mobiler Anteil bis C22</b>	mg/kg TM	<50	Z0
<b>Cyanid ges.</b>	mg/kg TM	<1,0	Z0
<b>Summe BTEX</b>	mg/kg TM	<1,0	Z0
<b>Summe LHKW</b>	mg/kg TM	<1,0	Z0
<b>Summe PAK (EPA)</b>	mg/kg TM	0,912	Z0
<b>Benzo(a)pyren</b>	mg/kg TM	0,071	Z0
<b>PCB Summe 6 Kongenere</b>	mg/kg TM	n.n.	Z0
<b>Aufschluss mit Königswasser</b>			---
<b>Arsen</b>	mg/kg TM	3,8	Z0
<b>Blei</b>	mg/kg TM	34	Z0
<b>Cadmium</b>	mg/kg TM	0,92	Z0
<b>Chrom ges.</b>	mg/kg TM	12	Z0
<b>Kupfer</b>	mg/kg TM	148	Z2
<b>Nickel</b>	mg/kg TM	9,8	Z0
<b>Quecksilber</b>	mg/kg TM	<0,10	Z0
<b>Thallium</b>	mg/kg TM	<0,30	Z0
<b>Zink</b>	mg/kg TM	352	Z1
<b>TOC</b>	Masse-% TM	0,34	Z0
<b>Eluat</b>			
<b>pH-Wert</b>		7,8	Z0
<b>Leitfähigkeit</b>	µS/cm	71	Z0
<b>Chlorid</b>	mg/L	<0,60	Z0
<b>Sulfat</b>	mg/L	17	Z0
<b>Cyanid ges.</b>	µg/L	<5,0	Z0
<b>Phenolindex</b>	µg/L	<5,0	Z0
<b>Arsen</b>	µg/L	1,8	Z0
<b>Blei</b>	µg/L	5,5	Z0
<b>Cadmium</b>	µg/L	<0,30	Z0
<b>Chrom ges.</b>	µg/L	1,8	Z0
<b>Kupfer</b>	µg/L	28	Z1.2
<b>Nickel</b>	µg/L	1,3	Z0
<b>Quecksilber</b>	µg/L	<0,20	Z0
<b>Zink</b>	µg/L	27	Z0
<b>Glühverlust</b>	Masse-% TM	1,5	---
<b>Lipophile Stoffe</b>	Masse-%	<0,010	---
<b>PCB Summe 7 Kongenere</b>	mg/kg TM	n.n.	---
<b>DOC</b>	mg/L	2,0	---

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

Prüfbericht-Nr.: 2019P513744/ 2

**BV Borcherring**

<b>Auftrag</b>		19508457
<b>Probe-Nr.</b>		002
<b>Material</b>		Boden
<b>Probenbezeichnung</b>		<b>MP 6</b>
<b>Probemenge</b>		ca. 750 - 800 g
<b>Probeneingang</b>		28.05.2019
<b>Analysenergebnisse</b>	<b>Einheit</b>	
<b>Cyanid I. freis. (CFA)</b>	mg/L	<0,010 ---
<b>Fluorid</b>	mg/L	0,18 ---
<b>Ges.-Gehalt an gel. Feststoffen</b>	mg/L	<100 ---
<b>Barium</b>	mg/L	0,014 ---
<b>Molybdän</b>	mg/L	0,0020 ---
<b>Antimon</b>	mg/L	0,0013 ---
<b>Selen</b>	mg/L	<0,0020 ---
<b>Säureneutralisationskapazität</b>	mmol/kg TM	55 ---

**Prüfbericht-Nr.: 2019P513744/ 2**
**BV Borcherting**
**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 <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
Glühverlust	0,10	Masse-% TM	DIN EN 15169: 2007-05 <sup>a</sup> 5
Lipophile Stoffe	0,010	Masse-%	LAGA KW/04: 2009-12 <sup>a</sup> 5
PCB Summe 7 Kongenere		mg/kg TM	DIN EN 15308: 2016-12 <sup>a</sup> 5
DOC	1,0	mg/L	DIN EN 1484: 1997-08 <sup>a</sup> 5
Cyanid I. freis. (CFA)	0,010	mg/L	DIN EN ISO 14403-2 (D3): 2012-10 <sup>a</sup> 5
Fluorid	0,15	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 <sup>a</sup> 5
Ges.-Gehalt an gel. Feststoffen	100	mg/L	DIN 38409-2: 1987-03 <sup>a</sup> 5

Prüfbericht-Nr.: 2019P513744/ 2

**BV Borcherting**

Angewandte Verfahren und Bestimmungsgrenzen (BG)

Parameter	BG	Einheit	Methode
Barium	0,0010	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Molybdän	0,0010	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Antimon	0,0010	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Selen	0,0020	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 <sup>a</sup> 5
Säureneutralisationskapazität		mmol/kg TM	LAGA EW 98p: 2017-09 <sup>a</sup> 5

# Einwertung nach Deponie-V. (2009) Anhang 3, Tab. 2

Projekt:	BV Borcherttring	Projekt-Nr.:	19013-02
Probenummer:	MP 6	Labornummer:	19508457
Bodenart:	Sand	natürlicher Boden:	ja

organischer Anteil des Trockenrückstandes			Zuordnungswerte					
Parameter	Dimension	Messwerte	GB	DK0	DKI	DKII	DKIII	RK
Glühverlust <sup>1a)</sup>	Masse %	12,1	3	3	3	5	10	-
TOC <sup>1a)</sup>	Masse %	0,34	1	1	1	3	6	-

Feststoff			Zuordnungswerte					
Parameter	Dimension	Messwerte	GB	DK0	DKI	DKII	DKIII	RK
BTEX	mg/kg TM	1	1	6	30 <sup>6)</sup>	60 <sup>6)</sup>	-	-
PCB	mg/kg TM	0	0,02	1	5 <sup>6)</sup>	10 <sup>6)</sup>	-	0,1
Kohlenwasserstoffe	mg/kg TM	50	100	500	4000 <sup>6)</sup>	8000 <sup>6)</sup>	-	-
Summe PAK	mg/kg TM	0,912	1	30	500 <sup>6)</sup>	1000 <sup>6)</sup>	-	5
Benzo(a)pyren	mg/kg TM	0,071	-	-	-	-	-	0,6
Säureneutr.-kap.	mmol/kg	55	-	-	x <sup>2)</sup>	x <sup>2)</sup>	x <sup>3)</sup>	-
lipo. Stoffe	Masse %	0,01	-	0,1	0,4	0,8	4	-
Arsen	mg/kg TM	3,8	-	-	500 <sup>6)</sup>	1000 <sup>6)</sup>	-	-
Blei	mg/kg TM	34	-	-	3000 <sup>6)</sup>	6000 <sup>6)</sup>	-	140
Cadmium	mg/kg TM	0,92	-	-	100 <sup>6)</sup>	200 <sup>6)</sup>	-	1
Chrom	mg/kg TM	12	-	-	4000 <sup>6)</sup>	8000 <sup>6)</sup>	-	120
Kupfer	mg/kg TM	148	-	-	6000 <sup>6)</sup>	12000 <sup>6)</sup>	-	80
Nickel	mg/kg TM	9	-	-	2000 <sup>6)</sup>	4000 <sup>6)</sup>	-	100
Quecksilber	mg/kg TM	0,1	-	-	150 <sup>6)</sup>	300 <sup>6)</sup>	-	1
Zink	mg/kg TM	352	-	-	10000 <sup>6)</sup>	20000 <sup>6)</sup>	-	300

Eluat			Zuordnungswerte					
Parameter	Dimension	Messwerte	GB	DK0	DKI	DKII	DKIII	RK
pH-Wert		7,8	6,5-9	5,5-13	5,5-13	5,5-13	4-13	6,5-9
DOC	mg/l	2	-	50	50	80	100	-
Phenole	mg/l	0,005	0,05	0,1	0,2	50	100	-
Arsen	µg/l	1,8	10	50	200	200	2500	10
Blei	µg/l	5,5	20	50	200	1000	5000	40
Cadmium	µg/l	0,3	2	4	50	100	500	2
Kupfer	µg/l	28	50	200	1000	5000	10000	50
Nickel	µg/l	1,3	40	40	200	1000	4000	50
Quecksilber	µg/l	0,2	0,2	1	5	20	200	0,2
Zink	µg/l	27	100	400	2000	5000	20000	100
Chlorid <sup>1b)</sup>	µg/l	600	10000	80000	1500000	1500000	2500000	10000
Sulfat <sup>1b)</sup>	µg/l	17000	50000	100000	2000000	2000000	5000000	50000
Cyanid, leicht fr.	µg/l	0	10	10	100	500	1000	-
Fluorid	µg/l	180	-	1000	5000	15000	50000	-
Barium	µg/l	14	-	2000	5000	10000	30000	-
Chrom, gesamt	µg/l	1,8	-	50	300	1000	7000	30
Molybdän	µg/l	2	-	50	300	1000	3000	-
Antimon 4)	µg/l	1,3	-	6	30	70	500	-
Selen	µg/l	2	-	10	30	50	700	-
gelöste Feststoffe <sup>1b)</sup>	µg/l	100	400	400	3000	6000	10000	-
el. Leitfähigkeit	µS/cm	71	-	-	-	-	-	500

<b>Bewertung:</b>	<b>Dep.-V. 6-8</b>	<b>Dep.-V. 5-8</b>	<b>Dep.-V. Nds. <sup>6)</sup></b>	<b>Dep.-V. 4 GB</b>	<b>Dep.-V. 9 RK</b>
	>DK III	>DK III	>DK III	nein	nein

**Bemerkungen:** 1) kann gleichwertig angewandt werden 2) muss bei gefährlichen Abfällen ermittelt werden 3) muss ermittelt werden 4) zusätzlich C<sub>0</sub>-Wert zu ermitteln, wenn der Antimonwert überschritten wird 5) Weitere Ausnahmen sind in der Dep.-V. (2009), Anhang 3 aufgeführt 6) Erweiterung für eine Entsorgung in Niedersachsen

## **Anlage 6**

***Prüfbericht-Nr. 29081845 der Dr. Döring Laboratorien***

[4 Seiten]

Laboratorien Dr. Döring Haferwende 12 28357 Bremen

v. Lieberman GmbH  
Ruhrstraße 57

22761 HAMBURG

4. September 2018

## PRÜFBERICHT 29081845

Auftragsnr. Auftraggeber: 15436-42  
Projektbezeichnung: Borcherting  
Probenahme: durch Auftraggeber  
Probentransport: durch Auftraggeber am 29.08.2018  
Probeneingang: 29.08.2018  
Prüfzeitraum: 29.08.2018 – 04.09.2018  
Probennummer: 50921 / 18  
Probenmaterial: Boden  
Verpackung: Weißglas (0,5 L)  
Bemerkungen: -

Sonstiges: Der Messfehler dieser Prüfungen befindet sich im üblichen Rahmen. Näheres teilen wir Ihnen auf Anfrage gerne mit. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die angegebenen Prüfgegenstände. Eine auszugsweise Vervielfältigung dieses Prüfberichts bedarf der schriftlichen Genehmigung durch die Laboratorien Dr. Döring GmbH.

Analysenbefunde: Seite 3  
Messverfahren: Seite 2  
Qualitätskontrolle:

  
(stellv. Laborleiter)

  
(Geschäftsführer)

Messverfahren:	Trockenmasse	DIN EN 14346
	Wassergehalt	DIN EN 14346
	Sulfat	E DIN 4030-2
	Sulfid	E DIN 4030-2
	Säuregrad	nach Baumann-Gully (E DIN 4030-2)
	Säurekapazität	analog DIN 38409-H7
	Basenkapazität	analog DIN 38409-H7
	Abschlämmbarer Anteil ( $< 0,63\mu\text{m}$ )	DIN 18123-4
	spezifischer Bodenwiderstand	DIN EN 27888 (C8)
	Eluat	DIN EN 12457-4
	Chlorid	DIN EN ISO 10304-1
	Sulfat	DIN EN ISO 10304-1

Labornummer		50920	
Probenbezeichnung		<b>MP 3</b>	
Dimension		[-]	
Trockenmasse [%]		86,0	
Wassergehalt [%]		14,0	
pH-Wert bei 20 °C		7,4	
spezifischer Bodenwiderstand [Ω · cm] bei 25 °C		24.000	
Anteil an abschlämmbaren Bestandteilen [%]		7,6	
Säurekapazität [mmol/kg]		0,22	
Basenkapazität [mmol/kg]		n.b.	
Sulfid [mg/kg]		< 5,0	
wässriger Auszug			
Chlorid [mmol/kg]		0,39	
Sulfat [mmol/kg]		0,18	
salzsaurer Auszug			
Sulfat [mmol/kg]		< 2,0	
Sulfat [mg/kg]		< 200	
Säuregrad nach Baumann-Gully [ml/kg]		24	

n.b. = nicht bestimmbar (pH-Wert  $\geq 7,0$ )

## Beurteilung der Beton- und Stahlaggressivität von Böden

Projekt: Borcherting	 Ingenieurgesellschaft <b>von Lieberman</b> » Bauen und Umwelt «	Projekt-Nr.: 15436-42
Probenummer: MP 4		Labornummer: 50920
		Datum: 04.09.2018

### Betonaggressivität

Parameter	Einheit	Ergebnis
Säuregrad nach Baumann-Gully	-	24
Sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) des lufttrockenen Bodens	mg / kg	200

### Stahlaggressivität

Z	Parameter	Einheit	Ergebnis	Bewertung
Bodenproben				
Z1	Anteil der abschlämmbaren Bestandteile	%	7,6	4
Z1	Verunreinigungen	-	nein	0
Z2	spezifischer elektrischer Bodenwiderstand	$\Omega \cdot m$	240	2
Z3	Bodenfeuchte	%	14	0
Z4	pH-Wert	-	7,5	0
Z5	Alkalinität (Säurekapazität)	mmol / kg	0,22	0
Z6	Acidität (Basenkapazität)	mmol / kg	0	0
Z7	sulfatreduzierende Bakterien (Sulfid-Gehalt)	mg / kg	5	0
Z8	Sulfat-Gehalt (salzsaurer Auszug)	mmol / kg	2	-1
Z9	Neutralsalze (wässriger Auszug)	mmol / kg	0,57	0

### Örtl. Gegebenheiten

Z10	Grundwassereinfluss	-	zeitweise	-2
Z11	Bodenhomogenität horizontal	-	$2 \leq \Delta Z2 \leq 3$	-2
Z12	Bodenhomogenität vertikal	-	$2 \leq \Delta Z2 \leq 3$	-1
Z13	Bodenhomogenität - Bettung	-	ja	0
Z14	Bodenhomogenität - pH-Werte	-	$\Delta Z4 < 1,5$	0
Z15	Fremdkathoden (Objekt/Boden-Potential)	V	nicht untersucht	

### Auswertung

#### Betonaggressivität

Säuregrad nach Baumann-Gully	nicht betonangreifend
Sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) des lufttrockenen Bodens	nicht betonangreifend
	<b>nicht betonangreifend</b>

#### Stahlaggressivität

Bodenklasse	B <sub>0</sub> =	<b>Bodenklasse Ia</b>
Korrosionsbelastung	<b>3</b>	<b>sehr niedrig</b>
Mulden- und Lochkorrosion	B <sub>1</sub> =	<b>sehr gering</b>
Flächenkorrosion	<b>3</b>	<b>sehr gering</b>

		B <sub>0</sub>	B <sub>1</sub>
Abtragsrate w(100a)	[mm / a]	<b>0,005</b>	<b>0,005</b>
max. Eindringrate w <sub>L,max</sub> (30a)	[mm / a]	<b>0,03</b>	<b>0,03</b>

Güte der Deckschichten auf feuerverzinkten Stählen	B <sub>D</sub> =	<b>2</b>	<b>sehr gut</b>
--	------------------	----------	-----------------

## **Anlage 7**

***Pfahlvorbemessungen für Teilverdrängungsbohrpfähle der von Lieberman GmbH***

[18 Seiten]

# Pfahlverbemessung BV Borcherring

Teilverdrängungsbohrpfahl D52; Länge: 24,0 m

Projekt: 19013-02 BV Borcherring Bauteil: Teilverdränger D52 BV Borcherring	<b>4H-EPFL</b> Einzelpfahl 3/2014	19.07.2019 Seite 1
---	---	--------------------------

4H-EPFL [Teilverdränger D52]

## 4H-EPFL [TEILVERDRÄNGER D52]

4H-EPFL Version: 3/2014-2i

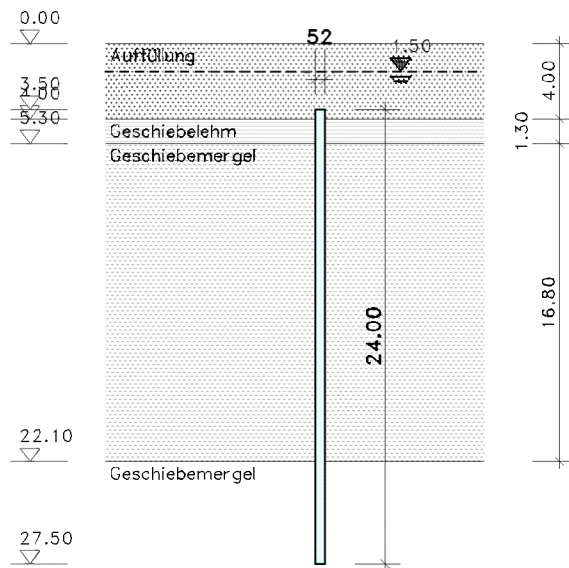
### Einzelpfahl, Typ: Bohrfpahl

Stahlbetonbemessung nach DIN EN 1992-1-1:2011-01 mit NA-Deutschland (DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04)

Äußere Standsicherheit nach DIN EN 1997-1:2009-09 mit NA-Deutschland

Ergänzende Regeln nach DIN 1054:2010-12

Maßstab 1:400



## 1. Bezeichnung und Kennwerte der Bodenschichten

Hinweis: Die Dicke der letzten Schicht wird als unendlich angenommen.

### 1.1. Schichtdicke und Scherbeiwerte

Die Oberkante der ersten Schicht liegt bei  $z_0 = 0.00$  m.

Schicht	Typ	d m	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	$\gamma'$ kN/m <sup>3</sup>	$\phi$ °	$c_k$ kN/m <sup>2</sup>
Auffüllung	nicht bindig	4.00	17.00	9.00	30.0	---
Geschiebelehm	bindig	1.30	19.00	9.00	22.5	5.0
Geschiebemergel	bindig	16.80	19.00	9.00	22.5	5.0
Geschiebemergel	nicht bindig	---	20.00	10.00	27.5	---

$\gamma$  - Wichte     $\gamma'$  - Wichte unter Auftrieb     $\phi$  - Reibungswinkel     $c_k$  - char. Kohäsion des dränierten Bodens

### 1.2. Kennwerte für vertikalen Widerstand und E-Moduli

Schicht	$c_{u,k}$ kN/m <sup>2</sup>	$q_{bk, 0.02}$ kN/m <sup>2</sup>	$q_{bk, 0.03}$ kN/m <sup>2</sup>	$q_{bk, 0.10}$ kN/m <sup>2</sup>	$q_{sk, ssg}$ kN/m <sup>2</sup>	$E_s$ MN/m <sup>2</sup>	$\kappa$ -	$E_m$ MN/m <sup>2</sup>
Auffüllung	---	147.0	187.0	427.0	15.0	10.00	1.00	10.00
Geschiebelehm	10.0	35.0	45.0	80.0	5.0	2.00	1.00	2.00
Geschiebemergel	30.0	105.0	135.0	240.0	15.0	10.00	1.00	10.00
Geschiebemergel	---	1156.0	1449.0	3312.0	116.0	30.00	1.00	30.00

# Pfahlverbemessung BV Borcherring

Teilverdrängungsbohrpfahl D52; Länge: 24,0 m

Projekt: 19013-02 BV Borcherring Bauteil: Teilverdränger D52 BV Borcherring	<b>4H-EPFL</b> Einzelpfahl 3/2014	19.07.2019 Seite 2
---	---	--------------------------

## 4H-EPFL [Teilverdränger D52]

$c_{u,k}$  - char. Kohäsion bzw. Scherfestigkeit des undränierten Bodens  $q_{bk,0.02}$  - Pfahlsitzenwid. bei bez. Setzung  $s/D = 0.02$   
 $q_{bk,0.03}$  - Pfahlsitzenwid. bei bez. Setzung  $s/D = 0.03$   $q_{bk,0.10}$  - Pfahlsitzenwid. bei bez. Setzung  $s/D = 0.1$   
 $q_{sk,ssg}$  - Pfahlmantelreib. bei Grenzsetzung  $E_s$  - Steifemodul  $\kappa$  - Quotient aus Steifemodul und Zusammendrückungsmodul  
 $E_m$  - mittl. Zusammendrückungsmodul

### 1.3. Grundwasser

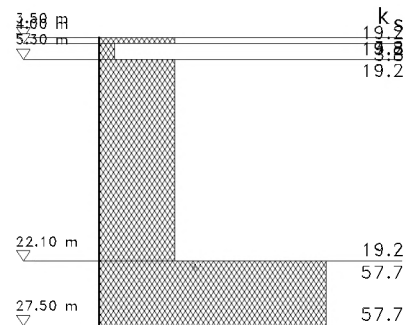
Der Grundwasserstand liegt konstant bei  $z_{GW} = 1.50$  m.

## 2. Bettungsansatz

Der Bettungsmodul wird in Abhängigkeit von Steifemodul und Pfahldurchmesser ermittelt:

$$k_s = E_s/D$$

Schicht	$k_s$ MN/m <sup>3</sup>
Auffüllung	19.23
Geschiebelehm	3.85
Geschiebemergel	19.23
Geschiebemergel	57.69



## 3. Belastung

### 3.1. Einwirkungsstruktur

Auf der linken Seite sind die Einwirkungen und Lastfälle in einer Baumstruktur dargestellt. Auf der rechten Seite sind deren überlagerungsspezifische Eigenschaften angegeben.

verwendete Symbole: Einwirkung Lastfall

1: ständige Lasten

ständige Lasten

1: Eigengewicht (1)

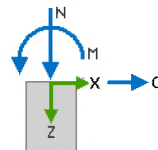
additiv

### 3.2. Bemessungssituation der Lastfälle für äußere Standsicherheit

Lastf.	Bezeichnung	BS-P	BS-T
1	Eigengewicht (1)	x	

### 3.3. Charakteristische Pfahlkopflast

Lastf.	$N_k$ kN	$Q_k$ kN	$M_k$ kNm
1	1000.00	0.00	0.00



### 3.4. Berücksichtigung einer geometrischen Herstellungsabweichung

(entsprechend [1], Abschn. 8.1:  $e = 0.1 D_s$  mit  $10 \text{ cm} \leq e \leq 15 \text{ cm}$ )

Die Kopflast wird mit einer Exzentrizität von  $e = 10.0$  cm in der ungünstigsten Richtung angesetzt.

### 3.5. Eigengewicht des Pfahls

Das Gewicht des Pfahls wird mit  $25.00 \text{ kN/m}^3$  im Lastfall 1 berücksichtigt.

# Pfahlverbemessung BV Borchering

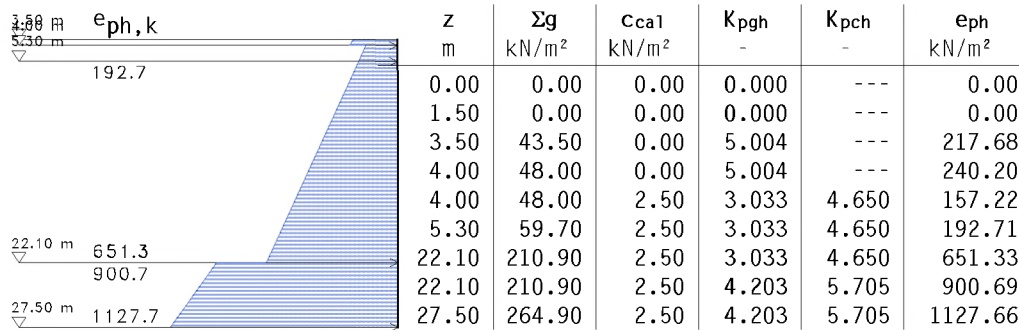
Teilverdrängungsbohrpfahl D52; Länge: 24,0 m

Projekt: 19013-02 BV Borchering Bauteil: Teilverdränger D52 BV Borchering	 Einzelpfahl <small>3/2014</small>	19.07.2019 Seite 3
---	--	--------------------------

4H-EPFL [Teilverdränger D52]

## 4. Charakteristischer Erdwiderstand

Der Erddruckbeiwert  $K_{pgh}$  wird bei  $\varphi < 0^\circ$  für ebene Gleitflächen, und bei  $\varphi \geq 0^\circ$  für gekrümmte Gleitflächen nach [2], Anhang C ermittelt. Der Wandreibungswinkel wird mit  $\delta_p = -2/3 \cdot \varphi$  angenommen.



Der resultierende max. charakt. Erdwiderstand bei  $z_s = 19.04$  m beträgt  $E_{phg,k} = 12908.40$  kN/m.

## 5. Axialer Pfahlwiderstand aus vorgegebenem Mantel- und Spitzenwiderstand

Pfahlkopftiefe unter OK Boden  $t_{kopf} = 3.50$  m

### 5.1. Pfahlsitzenwiderstand

$R_{b,k}(s) = q_{b,k} \cdot A_b$  mit  $s = s_g = 0.1 \cdot D_s$  als Bruchsetzung

$A_b = 0.212$  m<sup>2</sup>

$s/D_s$	$s$	$q_{b,k}$	$R_{b,k}$
-	cm	kN/m <sup>2</sup>	kN
0.020	1.04	1156.00	245.50
0.030	1.56	1449.00	307.73
0.100	5.20	3312.00	703.37

$\Rightarrow R_{b,k}(s_g) = 703.37$  kN

### 5.2. Mantelreibung

$R_{s,k}(s_{sg}) = \Sigma q_{s,k,i} \cdot A_{s,i}$  mit  $A_{s,i} = l_{s,i} \cdot U_s$

Schaftumfang  $U_s = 1.63$  m

Schicht	$q_{s,k}$	$l_s$	$A_s$	$q_{s,k} \cdot A_s$
	kN/m <sup>2</sup>	m	m <sup>2</sup>	kN
Auffüllung	15.00	0.50	0.817	12.25
Geschiebelehm	5.00	1.30	2.124	10.62
Geschiebemergel	15.00	16.80	27.445	411.67
Geschiebemergel	116.00	5.40	8.822	1023.30

$\Rightarrow R_{s,k}(s_{sg}) = 1457.85$  kN

Grenzsetzung zur Aktivierung des vollen Pfahlmantelwiderstandes:

$s_{sg} = 0.5 \cdot R_{s,k}[\text{MN}] + 0.5 = 1.23 < 3.00$  cm

# Pfahlverbemessung BV Borcherring

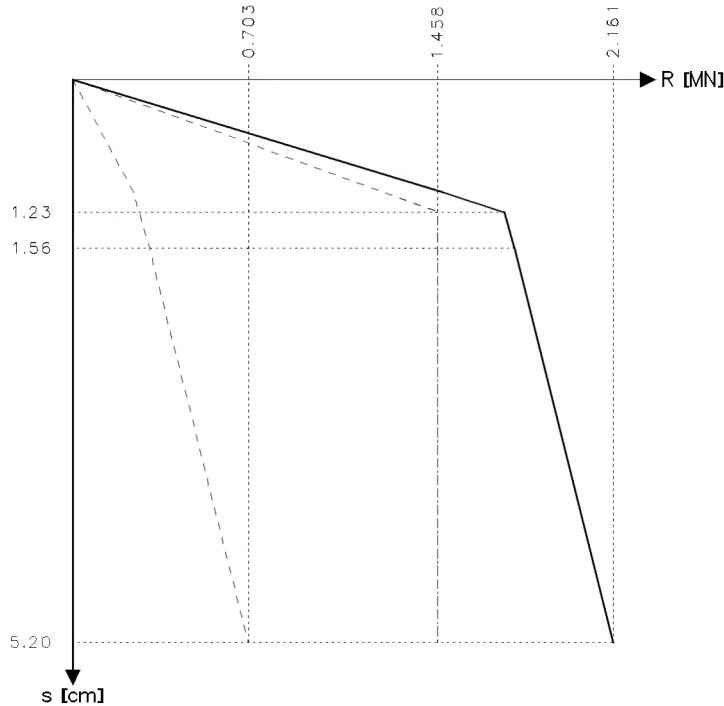
Teilverdrängungsbohrpfahl D52; Länge: 24,0 m

Projekt: 19013-02 BV Borcherring Bauteil: Teilverdränger D52 BV Borcherring	<b>4H-EPFL</b> Einzelpfahl 3/2014	19.07.2019 Seite 4
---	---	--------------------------

4H-EPFL [Teilverdränger D52]

## 5.3. Widerstands-Setzungs-Linie

Resultierender Pfahlwiderstand bei Druckbelastung



s cm	$R_{b,k}$ kN	$R_{s,k}$ kN	$R_k$ kN
1.23	268.11	1457.85	1725.96
1.56	307.73	1457.85	1765.58
5.20	703.37	1457.85	2161.22

$q_{b,k}$  - Pfahlspitzenwiderstand     $s$  - Pfahlkopfsetzung     $D_s$  - Pfahlschaftdurchmesser     $A_b$  - Pfahlfußfläche  
 $q_{s,k}$  - bezogene Pfahlmantelreibung in der Schicht  $i$      $l_{s,i}$  - Pfahllänge in der Schicht  $i$   
 $A_{s,i}$  - Pfahlmantelfläche in der Schicht  $i$

## 6. Stahlbetonbemessung - Nachweis der Tragfähigkeit

### 6.1. Längsbewehrung

Es wird eine gleichmäßig auf den Umfang verteilte Bewehrung angenommen.  
 Stahlrandabstand  $d_s = 5.0$  cm  
 Maximal zulässiger Bewehrungsgrad  $\rho_1 = 8.00$  %

### 6.2. Nachweisparameter Biege- und Schubbemessung

Beton: C30/37  
 Längsbewehrung: BSt 500, ohne Mindestbewehrung  
 Schubbewehrung BSt 500  
 ohne Schubmindestbewehrung  
 Druckstrebenwinkel minimal, Wirksamkeitsfaktor der Rundbügel  $\alpha_k = 0.90$

### 6.3. Faktorisierung der Lastfallkombinationen

LK	Bemessungssit.	Faktorisierung
1	ständig und vorübergehend	Lf1
2	ständig und vorübergehend	1.35 · Lf1

### 6.4. Bemessungswerte Pfahlkopflast

LK	$N_d$ kN	$H_d$ kN	$M_d$ kNm
1	1000.00	0.00	0.00
2	1350.00	0.00	0.00

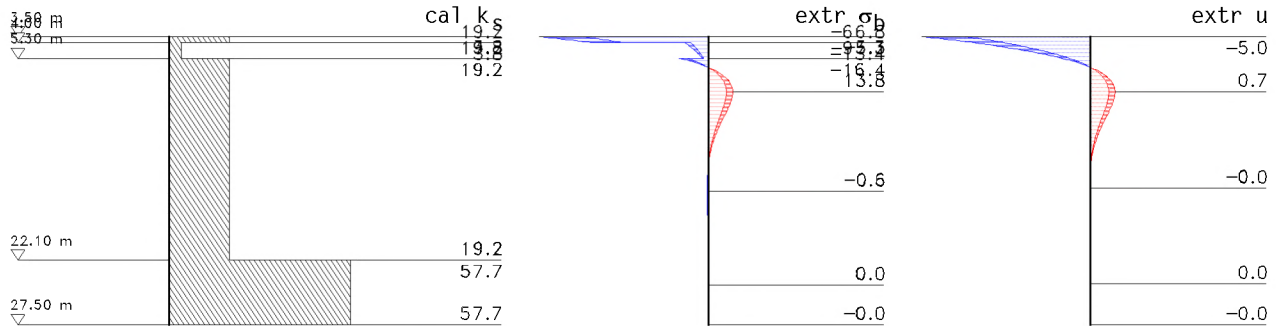
# Pfahlverbemessung BV Borcherring

Teilverdrängungsbohrpfahl D52; Länge: 24,0 m

Projekt: 19013-02 BV Borcherring Bauteil: Teilverdränger D52 BV Borcherring	<b>4H-EPFL</b> Einzelpfahl 3/2014	19.07.2019 Seite 5
---	---	--------------------------

4H-EPFL [Teilverdränger D52]

## 6.5. Extremale Bettungsreaktionen und Verschiebungen



z m	cal ks		$\sigma_b$		u	
	Min MN/m <sup>3</sup>	Max MN/m <sup>3</sup>	Min kN/m <sup>2</sup>	Max kN/m <sup>2</sup>	Min mm	Max mm
3.50	19.23	19.23	<b>-95.28</b>	-70.58	<b>-4.95</b>	-3.67
5.30	3.85	3.85	-3.28	-2.43	-0.85	-0.63
5.30	19.23	19.23	-16.42	-12.16	-0.85	-0.63
8.10	19.23	19.23	10.24	<b>13.82</b>	0.53	<b>0.72</b>
8.40	19.23	19.23	10.13	13.67	0.53	0.71
8.50	19.23	19.23	10.04	13.56	0.52	0.70
16.70	19.23	19.23	-0.59	-0.43	-0.03	-0.02
16.80	19.23	19.23	-0.58	-0.43	-0.03	-0.02
22.10	19.23	19.23	-0.02	-0.01	-0.00	-0.00
22.10	57.69	57.69	-0.06	-0.04	-0.00	-0.00
27.40	57.69	57.69	0.00	0.00	0.00	0.00
27.50	57.69	57.69	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00

## 6.6. Nachweis des Erdwiderlagers

$$\mu = B_{h,d} / E_{rph,d}$$

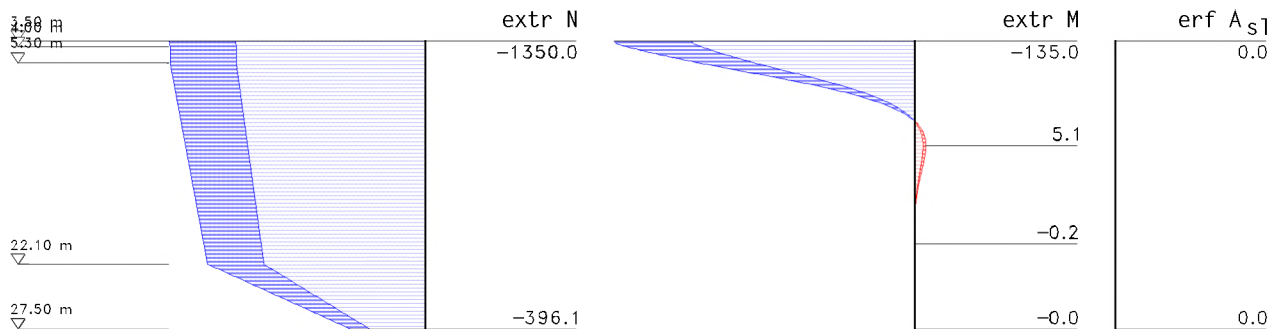
LK	ZDrehpunkt m	$B_{h,d}$ kN	$E_{rph,d}$ kN	$\mu$ -
1	6.06	21.64	462.54	0.05
2	6.06	29.22	462.54	<b>0.06</b>

$\mu_{max} = 0.063 < 1.0 \Rightarrow$  Nachweis gegen Versagen des Erdwiderlagers eingehalten

$B_{h,d}$  - Bem.wert der Horizontalkomp. der res. Bettungsreaktion bis zum Drehpunkt

$E_{rph,d}$  - Bem.wert der Horizontalkomp. des res. räumlichen Erdwiderstandes bis zum Drehpunkt

## 6.7. Extremale Ergebnisse Biegebemessung



# Pfahlverbemessung BV Borcherring

Teilverdrängungsbohrpfahl D52; Länge: 24,0 m

Projekt: 19013-02 BV Borcherring Bauteil: Teilverdränger D52 BV Borcherring	<b>4H-EPFL</b> Einzelpfahl 3/2014	19.07.2019 Seite 6
---	---	--------------------------

4H-EPFL [Teilverdränger D52]

z m	N		M		erf $A_s$ cm <sup>2</sup>
	Min kN	Max kN	Min kNm	Max kNm	
3.50	-1350.00	-1000.00	-135.00	-100.00	0.00
4.00	-1344.12	-995.65	-129.45	-95.89	0.00
5.30	-1345.24	-996.47	-98.04	-72.62	0.00
12.30	-1262.93	-935.50	3.80	5.13	0.00
21.80	-1151.23	-852.76	-0.19	-0.14	0.00
27.40	-409.99	-303.70	-0.00	-0.00	0.00
27.50	-396.07	-293.39	-0.00	-0.00	0.00

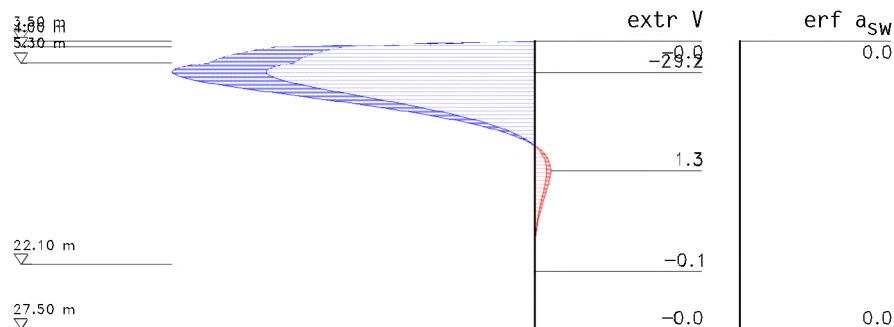
## Maßgebende Bewehrung:

Die erforderliche Bewehrung ist über den ganzen Pfahl konstant

⇒ erf  $A_{s1} = 0.00 \text{ cm}^2$

## 6.8. Extremale Ergebnisse Schubbemessung

Der innere Hebelarm wird mit  $z = 0.9 d \leq d - 2 d_{cv}$  angenommen.



z m	V			z m	V		
	Min kN	Max kN	erf $a_{sw}$ cm <sup>2</sup> /m		Min kN	Max kN	erf $a_{sw}$ cm <sup>2</sup> /m
3.50	-0.00	0.00	0.00	14.50	0.93	1.25	0.00
6.10	-29.20	-21.63	0.00	27.40	-0.00	-0.00	0.00
14.40	0.93	1.26	0.00	27.50	-0.00	-0.00	0.00

⇒ Eine Schubbewehrung ist statisch nicht erforderlich.

## 7. Mindestlängsbewehrung

Der Nennquerschnitt des Pfahls beträgt  $A_c = 0.21 \text{ m}^2$ .

Nach [1], Abschnitt 7.5.2, gelten folgende Mindestanforderungen für die Längsbewehrung:

- bei  $A_c \leq 0.5 \text{ m}^2$ :  $A_{s1, \min} = 0.5\% \cdot A_c = 10.62 \text{ cm}^2$
- Einzulegen sind mindestens  $4 \text{ } \varnothing 12 = 4.52 \text{ cm}^2$

Die maximal statische erforderliche Bewehrung (aus Grundbewehrung) beträgt:

$$\text{erf } A_{s1} = 0.00 < 10.62 \text{ cm}^2$$

⇒ Die Mindestbewehrung ist maßgebend.

## 8. Äußere Standsicherheit - Nachweis der Tragfähigkeit (ULS)

# Pfahlverbemessung BV Borchering

Teilverdrängungsbohrpfahl D52; Länge: 24,0 m

Projekt: 19013-02 BV Borchering Bauteil: Teilverdränger D52 BV Borchering	<b>4H-EPFL</b> Einzelpfahl 3/2014	19.07.2019 Seite 7
---	---	--------------------------

4H-EPFL [Teilverdränger D52]

## 8.1. Teilsicherheitsbeiwerte auf der Einwirkungsseite

Entsprechend [3] Tabelle A 2.1

## 8.2. Teilsicherheitsbeiwerte auf der Widerstandsseite

Entsprechend [3] Tabellen A 2.2 und A 2.3

## 8.3. Faktorisierung der Lastfallkombinationen

LK	Bemessungssit.	Faktorisierung
1	BS-P	Lf1
2	BS-P	1.35·Lf1

## 8.4. Bemessungswerte Pfahlkopflast

LK	N <sub>d</sub> kN	H <sub>d</sub> kN	M <sub>d</sub> kNm
1	1000.00	0.00	0.00
2	1350.00	0.00	0.00

Zugehörige charakteristische Werte

LK	N <sub>k</sub> kN	H <sub>k</sub> kN	M <sub>k</sub> kNm
1	1000.00	0.00	0.00
2	1000.00	0.00	0.00

## 8.5. Nachweis des Erdwiderlagers

$$\mu = B_{h,d} / E_{rph,d}$$

LK	ZDrehpunkt m	B <sub>h,d</sub> kN	E <sub>rph,d</sub> kN	μ
1	6.06	21.64	462.54	0.05
2	6.06	29.22	462.54	0.06

$$\mu_{\max} = 0.063 < 1.0 \Rightarrow \text{Nachweis gegen Versagen des Erdwiderlagers eingehalten}$$

B<sub>h,d</sub> - Bem.wert der Horizontalkomp. der res. Bettungsreaktion bis zum Drehpunkt

E<sub>rph,d</sub> - Bem.wert der Horizontalkomp. des res. räumlichen Erdwiderstandes bis zum Drehpunkt

## 8.6. Nachweis der axialen Tragfähigkeit im Grenzzustand GEO-2

$$\mu = R_{ULS,d} / E_{ULS,d}$$

$$R_{ULS,d} = R_{ULS,k} / \gamma_P \text{ mit } R_{ULS,k} = R_{b,k}(s_g) + R_{s,k}(s_{sg})$$

$$E_{ULS,d} = E_{G,k} \gamma_G + E_{Q,k} \gamma_Q + E_{n,k} \gamma_G$$

LK	R <sub>ULS,k</sub> kN	γ <sub>t</sub> -	R <sub>ULS,d</sub> kN	E <sub>ULS,d</sub> kN	μ
1	2161.22	1.40	1543.73	1127.42	0.73
2	2161.22	1.40	1543.73	1522.02	0.99

$$\mu_{\max} = 0.99 < 1.0 \Rightarrow \text{Axialer Pfahlwiderstand ausreichend}$$

## 9. Äußere Standsicherheit - Nachweis der Gebrauchstauglichkeit (SLS)

### 9.1. Faktorisierung der Lastfallkombinationen

LK	Bemessungssit.	Faktorisierung
1	BS-P	Lf1

### 9.2. Bemessungswerte Pfahlkopflast

LK	N <sub>k</sub> kN	H <sub>k</sub> kN	M <sub>k</sub> kNm
1	1000.00	0.00	0.00

# Pfahlvorbemessung BV Borcherring

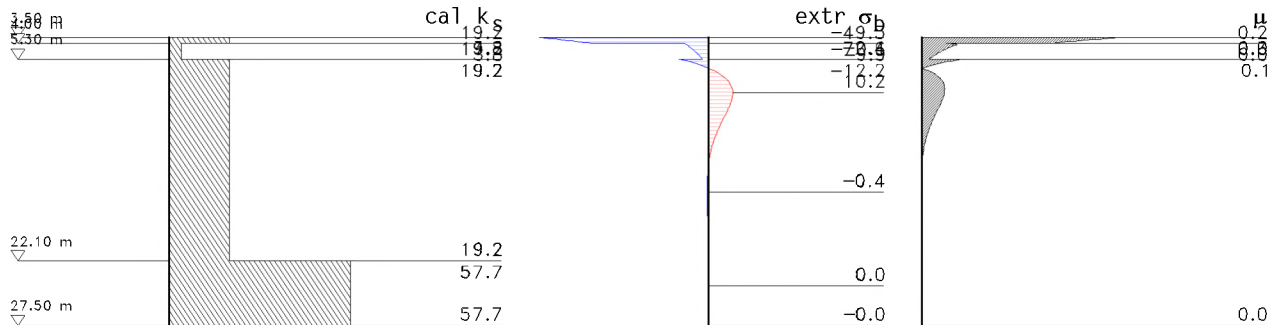
Teilverdrängungsbohrpfahl D52; Länge: 24,0 m

Projekt: 19013-02 BV Borcherring Bauteil: Teilverdränger D52 BV Borcherring	 Einzelpfahl <small>3/2014</small>	19.07.2019 Seite 8
---	--	--------------------------

4H-EPFL [Teilverdränger D52]

### 9.3. Ausnutzung des charakteristischen Erdwiderstandes

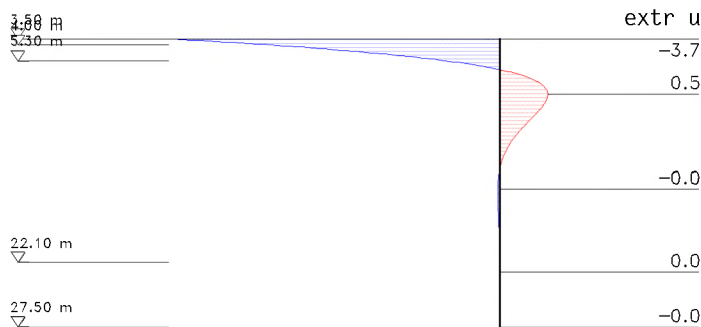
$$\mu = \sigma_b / e_{ph,k}$$



z m	cal ks		σ <sub>b</sub>		e <sub>ph,k</sub> kN/m <sup>2</sup>	μ
	Min MN/m <sup>3</sup>	Max MN/m <sup>3</sup>	Min kN/m <sup>2</sup>	Max kN/m <sup>2</sup>		
3.50	19.23	19.23	-70.58	-70.58	217.68	<b>0.32</b>
4.00	3.85	3.85	-9.90	-9.90	240.20	0.04
4.07	3.85	3.85	-9.36	-9.36	159.19	0.06
5.30	3.85	3.85	-2.43	-2.43	192.71	0.01
5.30	19.23	19.23	-12.16	-12.16	192.71	0.06
6.10	19.23	19.23	0.46	0.46	214.55	0.00
8.10	19.23	19.23	10.24	<b>10.24</b>	269.15	0.04
16.80	19.23	19.23	-0.43	-0.43	506.65	0.00
22.10	19.23	19.23	-0.01	-0.01	900.69	0.00
22.10	57.69	57.69	-0.04	-0.04	900.69	0.00
27.40	57.69	57.69	0.00	0.00	1123.45	0.00
27.50	57.69	57.69	-0.00	-0.00	<b>1127.66</b>	0.00

$\mu_{max} = 0.32 < 1.0 \Rightarrow$  der charakt. Erdwiderstand wird in keinem Punkt überschritten


### 9.4. Extremale Verschiebungen



z m	u	
	Min mm	Max mm
3.50	<b>-3.67</b>	-3.67
8.50	0.52	<b>0.52</b>
27.50	-0.00	-0.00

# Pfahlverbemessung BV Borcherring

Teilverdrängungsbohrpfahl D52; Länge: 24,0 m

Projekt: 19013-02 BV Borcherring Bauteil: Teilverdränger D52 BV Borcherring	 Einzelpfahl 3/2014	19.07.2019 Seite 9
---	--	--------------------------

4H-EPFL [Teilverdränger D52]

## 9.5. Pfahlkopfverschiebung (SLS)

$$\mu = u_{\text{vorh}}/u_{\text{zul}}$$

Verträgliche Pfahlkopfverschiebung  $u_{\text{zul}} = 1.8 \text{ cm}$

LK	$u_{\text{vorh}}$ cm	$\mu$ -
1	0.37	0.20

$\mu_{\text{max}} = 0.20 < 1.0 \Rightarrow$  Zulässige Pfahlkopfverschiebung wird eingehalten

## 9.6. Pfahlkopfsetzung (SLS)

$$\mu = R_{\text{SLS,d}}/E_{\text{SLS,d}}$$

$$E_{\text{SLS,d}} = E_{\text{G,k}} + E_{\text{Q,k}} + E_{\text{n,k}}$$

Verträgliche Pfahlkopfsetzung  $s_{\text{zul}} = 1.50 \text{ cm}$

$$R_{\text{SLS,d}}(1.50 \text{ cm}) = R_{\text{b,k}}(1.50 \text{ cm}) + R_{\text{s,k}}(1.50 \text{ cm}) = 300.55 \text{ kN} + 1457.85 \text{ kN} = 1758.40 \text{ kN}$$

LK	$R_{\text{SLS,d}}$ kN	$E_{\text{SLS,d}}$ kN	$\mu$ -	$s_{\text{vorh}}$ cm
1	1758.40	1127.42	0.64	0.8

$\mu_{\text{min}} = 0.64 < 1.0 \Rightarrow$  Zulässige Pfahlkopfsetzung wird eingehalten

## 10. Zusammenfassung

Alle Nachweise konnten erfolgreich durchgeführt werden.

### Maßgebende Bewehrung:

erf  $A_{\text{s1}} = 10.62 \text{ cm}^2$  bzw. erf  $\rho_1 = 0.000 \%$  (aus Mindestbewehrung)

erf  $a_{\text{sw}} = 0.00 \text{ cm}^2/\text{m}$

Maximale Ausnutzung der axialen Tragfähigkeit (GEO-2):  $\mu_{\text{max}} = 0.99$

Maximale Ausnutzung des charakt. Erdwiderstandes  $\mu_{\text{max}} = 0.32$

Maximale Pfahlkopfverschiebung (SLS): 0.37 cm

Maximale Pfahlkopfsetzung (SLS): 0.79 cm

Maximale Ausnutzung des Erdwiderlagers:  $\mu_{\text{max}} = 0.06$

### Literatur und Normen:

[1] DIN EN 1536: Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau - Bohrpfähle, Dezember 2010

[2] DIN 4085: Baugrund, Berechnung des Erddrucks, Mai 2011

[3] DIN 1054: Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regeln zu DIN EN 1997-1, Dezember 2010

# Pfahlverbemessung BV Borchering

Teilverdrängungsbohrpfahl D62; Länge: 22,0 m

Projekt: 19013-02 BV Borchering Bauteil: Teilverdränger D62 BV Borchering	<b>4H-EPFL</b> Einzelpfahl 3/2014	19.07.2019 Seite 1
---	---	--------------------------

4H-EPFL [Teilverdränger D62]

## 4H-EPFL [TEILVERDRÄNGER D62]

4H-EPFL Version: 3/2014-2i

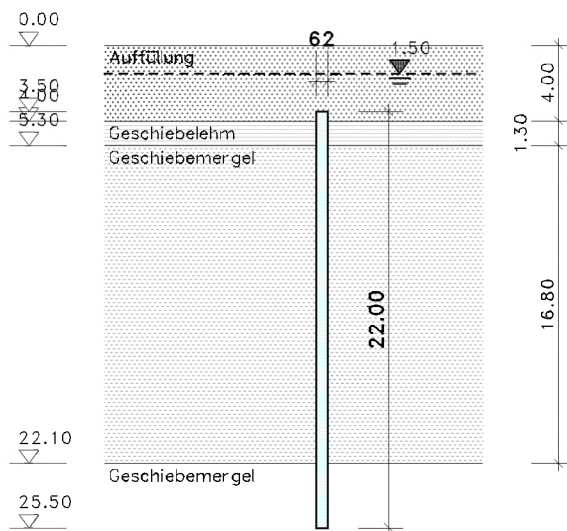
### Einzelpfahl, Typ: Bohrfpahl

Stahlbetonbemessung nach DIN EN 1992-1-1:2011-01 mit NA-Deutschland (DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04)

Äußere Standsicherheit nach DIN EN 1997-1:2009-09 mit NA-Deutschland

Ergänzende Regeln nach DIN 1054:2010-12

Maßstab 1:400



## 1. Bezeichnung und Kennwerte der Bodenschichten

Hinweis: Die Dicke der letzten Schicht wird als unendlich angenommen.

### 1.1. Schichtdicke und Scherbeiwerte

Die Oberkante der ersten Schicht liegt bei  $z_0 = 0.00$  m.

Schicht	Typ	d m	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	$\gamma'$ kN/m <sup>3</sup>	$\phi$ °	$c_k$ kN/m <sup>2</sup>
Auffüllung	nicht bindig	4.00	17.00	9.00	30.0	---
Geschiebelehm	bindig	1.30	19.00	9.00	22.5	5.0
Geschiebemergel	bindig	16.80	19.00	9.00	22.5	5.0
Geschiebemergel	nicht bindig	---	20.00	10.00	27.5	---

$\gamma$  - Wichte     $\gamma'$  - Wichte unter Auftrieb     $\phi$  - Reibungswinkel     $c_k$  - char. Kohäsion des dränierten Bodens

### 1.2. Kennwerte für vertikalen Widerstand und E-Moduli

Schicht	$c_{u,k}$ kN/m <sup>2</sup>	$q_{bk, 0.02}$ kN/m <sup>2</sup>	$q_{bk, 0.03}$ kN/m <sup>2</sup>	$q_{bk, 0.10}$ kN/m <sup>2</sup>	$q_{sk, ssg}$ kN/m <sup>2</sup>	$E_s$ MN/m <sup>2</sup>	$\kappa$ -	$E_m$ MN/m <sup>2</sup>
Auffüllung	---	147.0	187.0	427.0	15.0	10.00	1.00	10.00
Geschiebelehm	10.0	35.0	45.0	80.0	5.0	2.00	1.00	2.00
Geschiebemergel	30.0	105.0	135.0	240.0	15.0	10.00	1.00	10.00
Geschiebemergel	---	1156.0	1449.0	3312.0	116.0	30.00	1.00	30.00

# Pfahlverbemessung BV Borcherring

Teilverdrängungsbohrpfahl D62; Länge: 22,0 m

Projekt: 19013-02 BV Borcherring Bauteil: Teilverdränger D62 BV Borcherring	<b>4H-EPFL</b> Einzelpfahl 3/2014	19.07.2019 Seite 2
---	---	--------------------------

## 4H-EPFL [Teilverdränger D62]

$c_{u,k}$  - char. Kohäsion bzw. Scherfestigkeit des undränierten Bodens  $q_{bk,0.02}$  - Pfahlsitzenwid. bei bez. Setzung  $s/D = 0.02$   
 $q_{bk,0.03}$  - Pfahlsitzenwid. bei bez. Setzung  $s/D = 0.03$   $q_{bk,0.10}$  - Pfahlsitzenwid. bei bez. Setzung  $s/D = 0.1$   
 $q_{sk,ssg}$  - Pfahlmantelreib. bei Grenzsetzung  $E_s$  - Steifemodul  $\kappa$  - Quotient aus Steifemodul und Zusammendrückungsmodul  
 $E_m$  - mittl. Zusammendrückungsmodul

### 1.3. Grundwasser

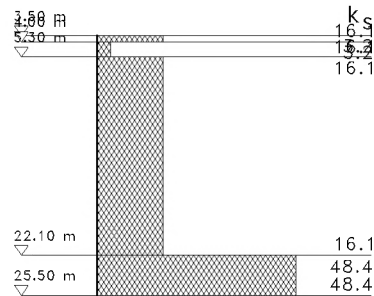
Der Grundwasserstand liegt konstant bei  $z_{GW} = 1.50$  m.

## 2. Bettungsansatz

Der Bettungsmodul wird in Abhängigkeit von Steifemodul und Pfahldurchmesser ermittelt:

$$k_s = E_s/D$$

Schicht	$k_s$ MN/m <sup>3</sup>
Auffüllung	16.13
Geschiebelehm	3.23
Geschiebemergel	16.13
Geschiebemergel	48.39



## 3. Belastung

### 3.1. Einwirkungsstruktur

Auf der linken Seite sind die Einwirkungen und Lastfälle in einer Baumstruktur dargestellt. Auf der rechten Seite sind deren überlagerungsspezifische Eigenschaften angegeben.

verwendete Symbole: Einwirkung Lastfall

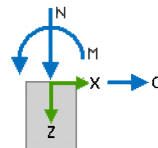
1: ständige Lasten **ständige Lasten**  
 1: Eigengewicht (1) **additiv**

### 3.2. Bemessungssituation der Lastfälle für äußere Standsicherheit

Lastf.	Bezeichnung	BS-P	BS-T
1	Eigengewicht (1)	x	

### 3.3. Charakteristische Pfahlkopflast

Lastf.	$N_k$ kN	$Q_k$ kN	$M_k$ kNm
1	1000.00	0.00	0.00



### 3.4. Berücksichtigung einer geometrischen Herstellungsabweichung

(entsprechend [1], Abschn. 8.1:  $e = 0.1 D_s$  mit  $10 \text{ cm} \leq e \leq 15 \text{ cm}$ )

Die Kopflast wird mit einer Exzentrizität von  $e = 10.0$  cm in der ungünstigsten Richtung angesetzt.

### 3.5. Eigengewicht des Pfahls

Das Gewicht des Pfahls wird mit  $25.00 \text{ kN/m}^3$  im Lastfall 1 berücksichtigt.

# Pfahlverbemessung BV Borchering

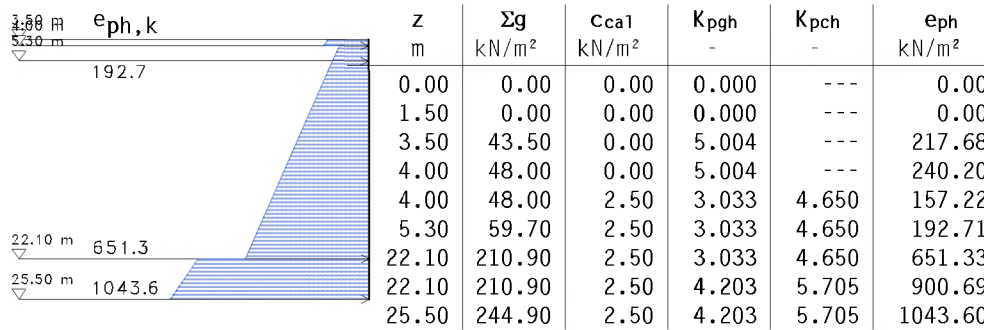
Teilverdrängungsbohrpfahl D62; Länge: 22,0 m

Projekt: 19013-02 BV Borchering Bauteil: Teilverdränger D62 BV Borchering	 Einzelpfahl <small>3/2014</small>	19.07.2019 Seite 3
---	--	--------------------------

4H-EPFL [Teilverdränger D62]

## 4. Charakteristischer Erdwiderstand

Der Erddruckbeiwert  $K_{pgh}$  wird bei  $\varphi < 0^\circ$  für ebene Gleitflächen, und bei  $\varphi \geq 0^\circ$  für gekrümmte Gleitflächen nach [2], Anhang C ermittelt. Der Wandreibungswinkel wird mit  $\delta_p = -2/3 \cdot \varphi$  angenommen.



Der resultierende max. charakt. Erdwiderstand bei  $z_s = 17.53$  m beträgt  $E_{ph,k} = 10737.14$  kN/m.

## 5. Axialer Pfahlwiderstand aus vorgegebenem Mantel- und Spitzenwiderstand

Pfahlkopftiefe unter OK Boden  $t_{Kopf} = 3.50$  m

### 5.1. Pfahlspitzenwiderstand

$R_{b,k}(s) = q_{b,k} \cdot A_b$  mit  $s = s_g = 0.1 \cdot D_s$  als Bruchsetzung

$A_b = 0.302$  m<sup>2</sup>

s/D <sub>s</sub> -	s cm	q <sub>b,k</sub> kN/m <sup>2</sup>	R <sub>b,k</sub> kN
0.020	1.24	1156.00	349.00
0.030	1.86	1449.00	437.46
0.100	6.20	3312.00	999.92

⇒  $R_{b,k}(s_g) = 999.92$  kN

### 5.2. Mantelreibung

$R_{s,k}(s_{sg}) = \Sigma q_{s,k,i} \cdot A_{s,i}$  mit  $A_{s,i} = l_{s,i} \cdot U_s$

Schaftumfang  $U_s = 1.95$  m

Schicht	q <sub>s,k</sub> kN/m <sup>2</sup>	l <sub>s</sub> m	A <sub>s</sub> m <sup>2</sup>	q <sub>s,k</sub> · A <sub>s</sub> kN
Auffüllung	15.00	0.50	0.974	14.61
Geschiebelehm	5.00	1.30	2.532	12.66
Geschiebemergel	15.00	16.80	32.723	490.84
Geschiebemergel	116.00	3.40	6.622	768.21

⇒  $R_{s,k}(s_{sg}) = 1286.32$  kN

Grenzsetzung zur Aktivierung des vollen Pfahlmantelwiderstandes:

$s_{sg} = 0.5 \cdot R_{s,k}[\text{MN}] + 0.5 = 1.14 < 3.00$  cm

# Pfahlverbemessung BV Borcherring

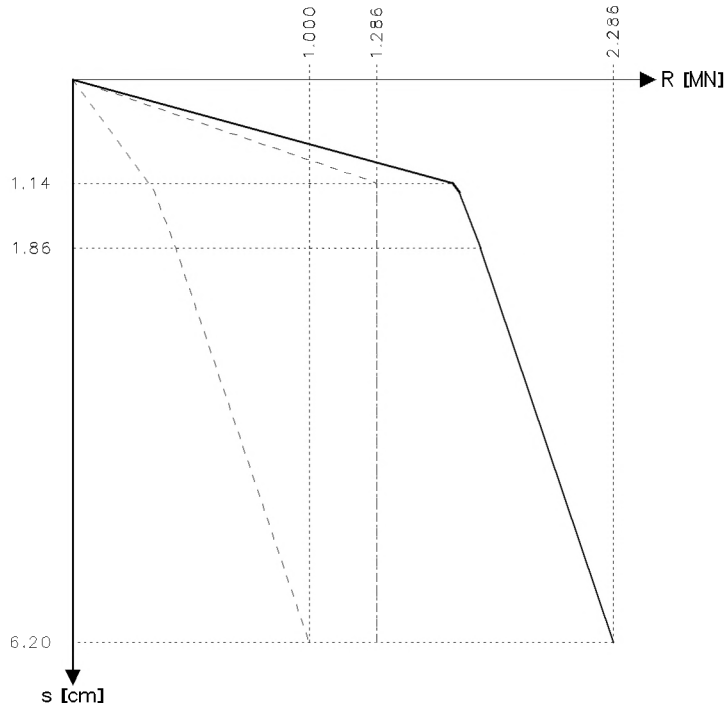
Teilverdrängungsbohrpfahl D62; Länge: 22,0 m

Projekt: 19013-02 BV Borcherring Bauteil: Teilverdränger D62 BV Borcherring	<b>4H-EPFL</b> Einzelpfahl 3/2014	19.07.2019 Seite 4
---	---	--------------------------

4H-EPFL [Teilverdränger D62]

## 5.3. Widerstands-Setzungs-Linie

Resultierender Pfahlwiderstand bei Druckbelastung



s cm	$R_{b,k}$ kN	$R_{s,k}$ kN	$R_k$ kN
1.14	321.75	1286.32	1608.07
1.86	437.46	1286.32	1723.78
6.20	999.92	1286.32	2286.24

$q_{b,k}$  - Pfahlsitzenwiderstand     $s$  - Pfahlkopfsenkung     $D_s$  - Pfahlschaftdurchmesser     $A_b$  - Pfahlfußfläche  
 $q_{s,k}$  - bezogene Pfahlmantelreibung in der Schicht  $i$      $l_{s,i}$  - Pfahllänge in der Schicht  $i$   
 $A_{s,i}$  - Pfahlmantelfläche in der Schicht  $i$

## 6. Stahlbetonbemessung - Nachweis der Tragfähigkeit

### 6.1. Längsbewehrung

Es wird eine gleichmäßig auf den Umfang verteilte Bewehrung angenommen.  
 Stahlrandabstand  $d_s = 5.0$  cm  
 Maximal zulässiger Bewehrungsgrad  $\rho_1 = 8.00$  %

### 6.2. Nachweisparameter Biege- und Schubbemessung

Beton: C30/37  
 Längsbewehrung: BSt 500, ohne Mindestbewehrung  
 Schubbewehrung BSt 500  
 ohne Schubmindestbewehrung  
 Druckstrebenwinkel minimal, Wirksamkeitsfaktor der Rundbügel  $\alpha_k = 0.90$

### 6.3. Faktorisierung der Lastfallkombinationen

LK	Bemessungssit.	Faktorisierung
1	ständig und vorübergehend	Lf1
2	ständig und vorübergehend	1.35 · Lf1

### 6.4. Bemessungswerte Pfahlkopflast

LK	$N_d$ kN	$H_d$ kN	$M_d$ kNm
1	1000.00	0.00	0.00
2	1350.00	0.00	0.00

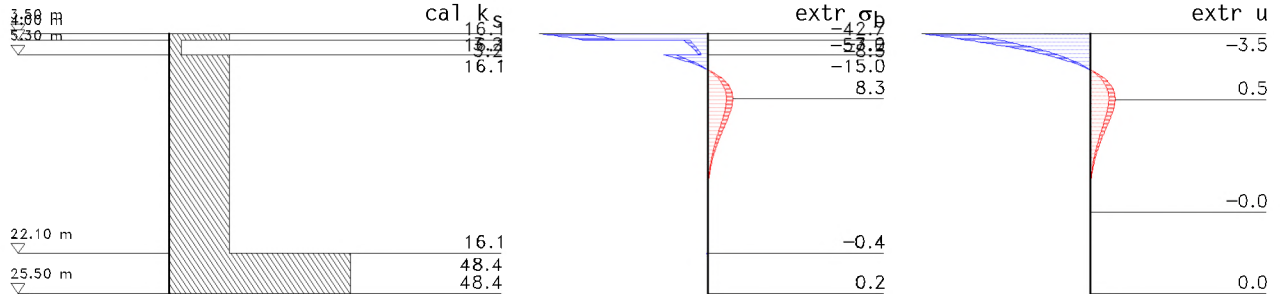
# Pfahlverbemessung BV Borchering

Teilverdrängungsbohrpfahl D62; Länge: 22,0 m

Projekt: 19013-02 BV Borchering Bauteil: Teilverdränger D62 BV Borchering	<b>4H-EPFL</b> Einzelpfahl 3/2014	19.07.2019 Seite 5
---	---	--------------------------

4H-EPFL [Teilverdränger D62]

## 6.5. Extremale Bettungsreaktionen und Verschiebungen



z m	cal ks		$\sigma_b$		u	
	Min MN/m <sup>3</sup>	Max MN/m <sup>3</sup>	Min kN/m <sup>2</sup>	Max kN/m <sup>2</sup>	Min mm	Max mm
3.50	16.13	16.13	-57.16	-42.34	-3.54	-2.63
5.30	3.23	3.23	-3.00	-2.22	-0.93	-0.69
5.30	16.13	16.13	-15.01	-11.12	-0.93	-0.69
9.00	16.13	16.13	6.18	8.34	0.38	0.52
9.60	16.13	16.13	5.98	8.07	0.37	0.50
9.80	16.13	16.13	5.84	7.88	0.36	0.49
19.60	16.13	16.13	-0.33	-0.25	-0.02	-0.02
20.10	16.13	16.13	-0.30	-0.22	-0.02	-0.01
22.10	16.13	16.13	-0.14	-0.10	-0.01	-0.01
22.10	48.39	48.39	-0.42	-0.31	-0.01	-0.01
25.40	48.39	48.39	0.16	0.22	0.00	0.00
25.50	48.39	48.39	0.17	0.24	0.00	0.00

## 6.6. Nachweis des Erdwiderlagers

$$\mu = B_{h,d} / E_{r,ph,d}$$

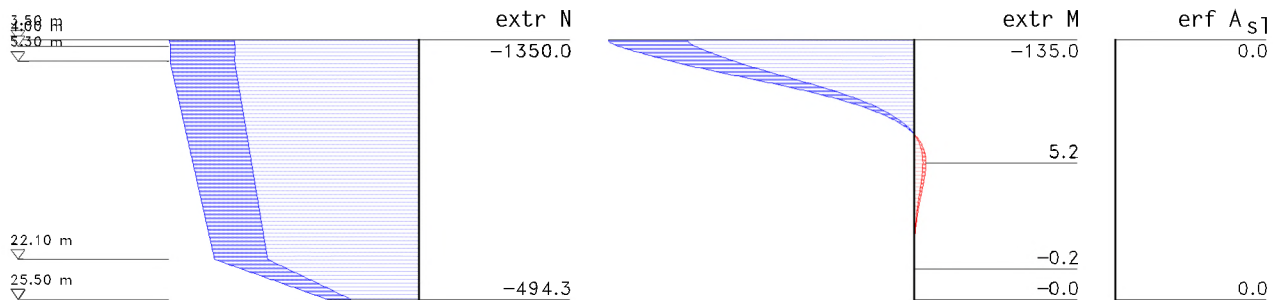
LK	ZDrehpunkt m	$B_{h,d}$ kN	$E_{r,ph,d}$ kN	$\mu$ -
1	6.55	18.56	596.56	0.03
2	6.55	25.06	596.56	0.04

$\mu_{max} = 0.042 < 1.0 \Rightarrow$  Nachweis gegen Versagen des Erdwiderlagers eingehalten

$B_{h,d}$  - Bem.wert der Horizontalkomp. der res. Bettungsreaktion bis zum Drehpunkt

$E_{r,ph,d}$  - Bem.wert der Horizontalkomp. des res. räumlichen Erdwiderstandes bis zum Drehpunkt

## 6.7. Extremale Ergebnisse Biegebemessung



# Pfahlvorbemessung BV Borcherring

Teilverdrängungsbohrpfahl D62; Länge: 22,0 m

Projekt: 19013-02 BV Borcherring Bauteil: Teilverdränger D62 BV Borcherring	 Einzelpfahl <small>3/2014</small>	19.07.2019 Seite 6
---	--	--------------------------

## 4H-EPFL [Teilverdränger D62]

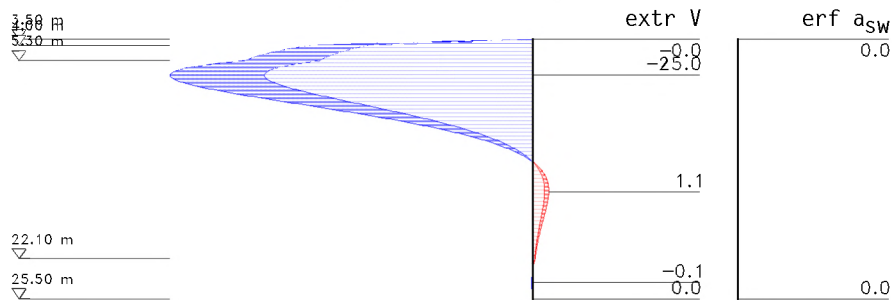
z m	N		M		erf $A_s$ cm <sup>2</sup>
	Min kN	Max kN	Min kNm	Max kNm	
3.50	-1350.00	-1000.00	-135.00	-100.00	0.00
4.00	-1342.83	-994.69	-130.96	-97.01	0.00
5.30	-1345.45	-996.63	-107.53	-79.66	0.00
14.00	-1220.70	-904.22	3.89	5.24	0.00
23.20	-907.12	-671.94	-0.17	-0.13	0.00
23.40	-871.22	-645.35	-0.16	-0.12	0.00
25.50	-494.28	-366.13	-0.00	0.00	0.00

### Maßgebende Bewehrung:

Die erforderliche Bewehrung ist über den ganzen Pfahl konstant  
 ⇒ erf  $A_{s1} = 0.00 \text{ cm}^2$

### 6.8. Extremale Ergebnisse Schubbemessung

Der innere Hebelarm wird mit  $z = 0.9d \leq d - 2d_{cv}$  angenommen.



z m	V			z m	V		
	Min kN	Max kN	erf $a_{sw}$ cm <sup>2</sup> /m		Min kN	Max kN	erf $a_{sw}$ cm <sup>2</sup> /m
3.50	-0.00	0.00	0.00	24.60	-0.09	-0.07	0.00
6.60	-25.05	-18.55	0.00	24.70	-0.08	-0.06	0.00
16.60	0.79	1.07	0.00	25.50	-0.00	0.00	0.00
16.70	0.79	1.06	0.00				

⇒ Eine Schubbewehrung ist statisch nicht erforderlich.

### 7. Mindestlängsbewehrung

Der Nennquerschnitt des Pfahls beträgt  $A_c = 0.30 \text{ m}^2$ .

Nach [1], Abschnitt 7.5.2, gelten folgende Mindestanforderungen für die Längsbewehrung:

- bei  $A_c \leq 0.5 \text{ m}^2$ :  $A_{s1, \min} = 0.5\% \cdot A_c = 15.10 \text{ cm}^2$
- Einzulegen sind mindestens  $4 \text{ } \varnothing 12 = 4.52 \text{ cm}^2$

Die maximal statische erforderliche Bewehrung (aus Grundbewehrung) beträgt:

$$\text{erf } A_{s1} = 0.00 < 15.10 \text{ cm}^2$$

⇒ Die Mindestbewehrung ist maßgebend.

### 8. Äußere Standsicherheit - Nachweis der Tragfähigkeit (ULS)

# Pfahlverbemessung BV Borchering

Teilverdrängungsbohrpfahl D62; Länge: 22,0 m

Projekt: 19013-02 BV Borchering Bauteil: Teilverdränger D62 BV Borchering	<b>4H-EPFL</b> Einzelpfahl 3/2014	19.07.2019 Seite 7
---	---	--------------------------

4H-EPFL [Teilverdränger D62]

## 8.1. Teilsicherheitsbeiwerte auf der Einwirkungsseite

Entsprechend [3] Tabelle A 2.1

## 8.2. Teilsicherheitsbeiwerte auf der Widerstandsseite

Entsprechend [3] Tabellen A 2.2 und A 2.3

## 8.3. Faktorisierung der Lastfallkombinationen

LK	Bemessungssit.	Faktorisierung
1	BS-P	Lf1
2	BS-P	1.35·Lf1

## 8.4. Bemessungswerte Pfahlkopflast

LK	N <sub>d</sub> kN	H <sub>d</sub> kN	M <sub>d</sub> kNm
1	1000.00	0.00	0.00
2	1350.00	0.00	0.00

Zugehörige charakteristische Werte

LK	N <sub>k</sub> kN	H <sub>k</sub> kN	M <sub>k</sub> kNm
1	1000.00	0.00	0.00
2	1000.00	0.00	0.00

## 8.5. Nachweis des Erdwiderlagers

$$\mu = B_{h,d} / E_{rph,d}$$

LK	ZDrehpunkt m	B <sub>h,d</sub> kN	E <sub>rph,d</sub> kN	μ
1	6.55	18.56	596.56	0.03
2	6.55	25.06	596.56	0.04

$$\mu_{\max} = 0.042 < 1.0 \Rightarrow \text{Nachweis gegen Versagen des Erdwiderlagers eingehalten}$$

B<sub>h,d</sub> - Bem.wert der Horizontalkomp. der res. Bettungsreaktion bis zum Drehpunkt

E<sub>rph,d</sub> - Bem.wert der Horizontalkomp. des res. räumlichen Erdwiderstandes bis zum Drehpunkt

## 8.6. Nachweis der axialen Tragfähigkeit im Grenzzustand GEO-2

$$\mu = R_{ULS,d} / E_{ULS,d}$$

$$R_{ULS,d} = R_{ULS,k} / \gamma_P \text{ mit } R_{ULS,k} = R_{b,k}(s_g) + R_{s,k}(s_{sg})$$

$$E_{ULS,d} = E_{G,k} \gamma_G + E_{Q,k} \gamma_Q + E_{n,k} \gamma_G$$

LK	R <sub>ULS,k</sub> kN	γ <sub>t</sub> -	R <sub>ULS,d</sub> kN	E <sub>ULS,d</sub> kN	μ
1	2286.24	1.40	1633.03	1166.05	0.71
2	2286.24	1.40	1633.03	1574.17	0.96

$$\mu_{\max} = 0.96 < 1.0 \Rightarrow \text{Axialer Pfahlwiderstand ausreichend}$$

## 9. Äußere Standsicherheit - Nachweis der Gebrauchstauglichkeit (SLS)

### 9.1. Faktorisierung der Lastfallkombinationen

LK	Bemessungssit.	Faktorisierung
1	BS-P	Lf1

### 9.2. Bemessungswerte Pfahlkopflast

LK	N <sub>k</sub> kN	H <sub>k</sub> kN	M <sub>k</sub> kNm
1	1000.00	0.00	0.00

# Pfahlverbemessung BV Borcherring

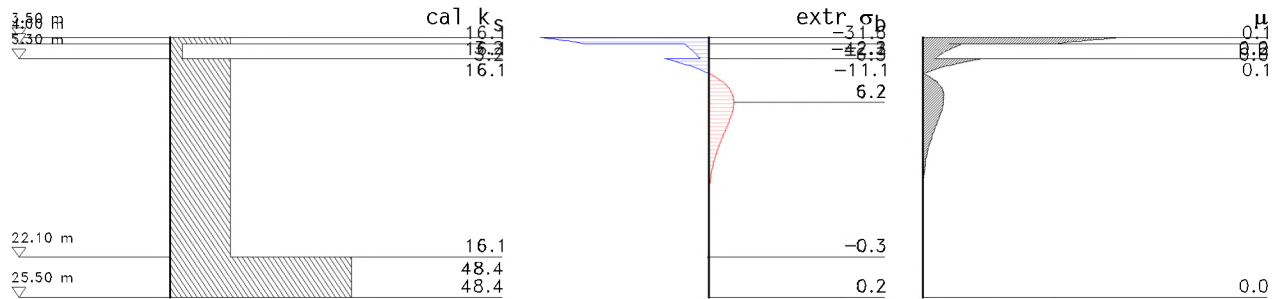
Teilverdrängungsbohrpfahl D62; Länge: 22,0 m

Projekt: 19013-02 BV Borcherring Bauteil: Teilverdränger D62 BV Borcherring	<b>4H-EPFL</b> Einzelpfahl 3/2014	19.07.2019 Seite 8
---	---	--------------------------

4H-EPFL [Teilverdränger D62]

## 9.3. Ausnutzung des charakteristischen Erdwiderstandes

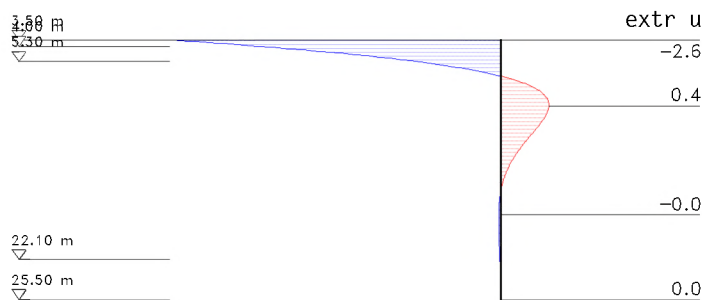
$$\mu = \sigma_b / e_{ph,k}$$



z m	cal ks		$\sigma_b$		e <sub>ph,k</sub> kN/m <sup>2</sup>	$\mu$
	Min MN/m <sup>3</sup>	Max MN/m <sup>3</sup>	Min kN/m <sup>2</sup>	Max kN/m <sup>2</sup>		
3.50	16.13	16.13	-42.34	-42.34	217.68	0.19
4.00	3.23	3.23	-6.32	-6.32	240.20	0.03
4.07	3.23	3.23	-6.04	-6.04	159.19	0.04
5.30	3.23	3.23	-2.22	-2.22	192.71	0.01
5.30	16.13	16.13	-11.12	-11.12	192.71	0.06
9.00	16.13	16.13	6.18	6.18	293.71	0.02
20.10	16.13	16.13	-0.22	-0.22	596.73	0.00
22.10	16.13	16.13	-0.10	-0.10	900.69	0.00
22.10	48.39	48.39	-0.31	-0.31	900.69	0.00
25.40	48.39	48.39	0.16	0.16	1039.39	0.00
25.50	48.39	48.39	0.17	0.17	1043.60	0.00

$\mu_{max} = 0.19 < 1.0 \Rightarrow$  der charakt. Erdwiderstand wird in keinem Punkt überschritten

## 9.4. Extremale Verschiebungen



z m	u	
	Min mm	Max mm
3.50	-2.63	-2.63
9.80	0.36	0.36
25.40	0.00	0.00
25.50	0.00	0.00

## 9.5. Pfahlkopferschiebung (SLS)

$$\mu = u_{vorh} / u_{zul}$$

Verträgliche Pfahlkopferschiebung  $u_{zul} = 1.8$  cm

LK	u <sub>vorh</sub> cm	$\mu$
1	0.26	0.15

$\mu_{max} = 0.15 < 1.0 \Rightarrow$  Zulässige Pfahlkopferschiebung wird eingehalten

# Pfahlverbemessung BV Borcherring

Teilverdrängungsbohrpfahl D62; Länge: 22,0 m

Projekt: 19013-02 BV Borcherring Bauteil: Teilverdränger D62 BV Borcherring	 Einzelpfahl 3/2014	19.07.2019 Seite 9
---	--	--------------------------

4H-EPFL [Teilverdränger D62]

## 9.6. Pfahlkopfsetzung (SLS)

$$\mu = R_{SLS,d} / E_{SLS,d}$$
$$E_{SLS,d} = E_{G,k} + E_{Q,k} + E_{n,k}$$

Verträgliche Pfahlkopfsetzung  $s_{zul} = 1.50 \text{ cm}$

$$R_{SLS,d}(1.50 \text{ cm}) = R_{b,k}(1.50 \text{ cm}) + R_{s,k}(1.50 \text{ cm}) = 386.10 \text{ kN} + 1286.32 \text{ kN} = 1672.42 \text{ kN}$$

LK	$R_{SLS,d}$ kN	$E_{SLS,d}$ kN	$\mu$ -	$s_{vorh}$ cm
1	1672.42	1166.05	0.70	0.8

$\mu_{min} = 0.70 < 1.0 \Rightarrow$  Zulässige Pfahlkopfsetzung wird eingehalten

## 10. Zusammenfassung

Alle Nachweise konnten erfolgreich durchgeführt werden.

### Maßgebende Bewehrung:

erf  $A_{s1} = 15.10 \text{ cm}^2$  bzw. erf  $\rho_1 = 0.000 \%$  (aus Mindestbewehrung)

erf  $a_{sw} = 0.00 \text{ cm}^2/\text{m}$

Maximale Ausnutzung der axialen Tragfähigkeit (GEO-2):  $\mu_{max} = 0.96$

Maximale Ausnutzung des charakt. Erdwiderstandes  $\mu_{max} = 0.19$

Maximale Pfahlkopfverschiebung (SLS): 0.26 cm

Maximale Pfahlkopfsetzung (SLS): 0.83 cm

Maximale Ausnutzung des Erdwiderlagers:  $\mu_{max} = 0.04$

### Literatur und Normen:

[1] DIN EN 1536: Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau - Bohrpfähle, Dezember 2010

[2] DIN 4085: Baugrund, Berechnung des Erddrucks, Mai 2011

[3] DIN 1054: Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regeln zu DIN EN 1997-1, Dezember 2010