



Ingenieurgesellschaft
von Lieberman
» Bauen und Umwelt «

Geotechnischer Bericht

3. Version

Fritz-Flinte-Ring, Sportplatz
Baugrundbeurteilung für den Neubau von mehreren Wohngebäuden

29 Seiten, 7 Anlagen

Auftraggeber:

**SAGA Siedlungs- Aktien-
gesellschaft Hamburg**

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:

19011-02
2000-9120-747-04
4700010979

Hamburg, 05.11.2025

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Veranlassung und Aufgabenstellung	1
1.2	Verwendete Planungsunterlagen	1
1.3	Geplante Baumaßnahme	2
2	Geotechnische Untersuchungen	3
2.1	Regionale Geologie	3
2.2	Baugrunderkundung	3
2.3	Probenahme - Laboruntersuchungen	4
3	Baugrundverhältnisse	7
3.1	Schichtenfolge	7
3.2	Charakteristische Bodenkennwerte	8
3.3	Grund- bzw. Stauwasserstände	11
3.3.1	Durchlässigkeit der anstehenden Baugrundsichten	12
3.3.2	Versickerungsmöglichkeiten in den Untergrund	13
3.3.3	Einordnung der Beton- und Stahlaggressivität des Bodens	14
4	Gründungsbeurteilung	15
4.1	Gründungsempfehlung	15
4.2	Spezielle Anforderungen an Teilverdrängungsbohrpfählen	16
4.3	Pfahlvorbemessung	16
5	Hinweise zur Bauausführung	19
5.1	Wasserhaltung während der Bauzeit	19
5.2	Baugrubenverbau	19
5.3	Erd- und Verdichtungsarbeiten	19
5.4	Trockenhaltung des Bauwerks	20
5.5	Sumpfgas / Gassicherungsmaßnahmen	21
6	Umweltgeologische Untersuchungen	22
6.1	Altlastenhinweiskataster	22
6.2	Ergebnisse der chemischen Bodenuntersuchungen	22
6.3	Kostenschätzung	23
6.3.1	Aushubmaterial	23
6.3.2	Wiederverfüllung	24
7	Schlussbemerkung	25

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 B5965 und B 6336 der AMM-GmbH

Anlage 5

Prüfbericht-Nr. 2018P516650/1, 2018P516651/1, 2019P514377/1 und 2019P514378/1 der
GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH

Anlage 6

Prüfbericht-Nr. 29081843 und 29051941 der Dr. Döring Laboratorien

Anlage 7

Pfahlvorbemessungen für Teilverdrängungsbohrpfähle der von Lieberman GmbH

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der durchgeführten Sondierungen	4
Tabelle 2: Zusammenstellung der Bodenproben und Entnahmebereiche zur bodenmechanischen Laboruntersuchung.....	4
Tabelle 3: Zusammenstellung der Mischproben und Entnahmebereiche der Einzelproben zur Analytik gem. LAGA (M20, Fassung 2004) und BBodSchV bzw. zur Analyse auf die Betonaggressivität	6
Tabelle 4: Ergebnisse der durchgeführten bodenmechanischen Laboruntersuchungen.....	7
Tabelle 5: Merkmale der erkundeten Baugrundsichten.....	8
Tabelle 6: Ansatzwerte für erdstatische Berechnungen / charakteristische Bodenkenwerte	9
Tabelle 7: Angaben zu Homogenbereichen	10
Tabelle 8: Spezifische Anforderungen an Ersatzboden	11
Tabelle 9: Erkundete Grundwasserstände	12
Tabelle 10: Empfohlene Bemessungsgrundwasserstände	12
Tabelle 11: Beurteilung der Wasserdurchlässigkeit nach DIN 18130, T1.....	13
Tabelle 12: Einwertung Beton- und Stahlaggressivität des Bodens	14
Tabelle 13: Charakteristische Spitzenwiderstände und charakteristische Mantelreibung für Teilverdrängungspfähle anhand CPT 5 vom BV Gropiusring (gem. EA-Pfähle), bei Betrachtung des tragfähigen Geschiebemergels als nicht bindig	17
Tabelle 14: Übersicht über die Vorbemessung einzelner Pfähle anhand der CPT 5 aus dem BV Gropiusring	18
Tabelle 15: Aus Pfahlvorbemessung ermittelte Federsteifigkeiten	18
Tabelle 16: Zuordnung von Verdichtungsgrad und Verformungsmodul E_{v2} und E_{vd} nach ZTVE-StB 94 und ZTVT-StB 95	20
Tabelle 17: Zuordnung und Einstufung des Bodenmaterials nach LAGA.....	22
Tabelle 18: Zuordnung und Einstufung des Bodenmaterials nach BBodSchV	23
Tabelle 19: Preise für die Verwertung / Entsorgung von Bodenaushub	23
Tabelle 20: Geschätzte Volumina und Kosten der anfallenden Böden im gesamten Projektgebiet....	24

1 Einleitung

1.1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Im Rahmen eines Bebauungsplanverfahrens wird die Umnutzung des Sportplatzes im Fritz-Flinte-Ring (Flurstück 922) 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 2018P516650/1, 2018P516651/1, 2019P514377/1 und 2019P514378/1 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. B5965 und B 6336 der AMM GmbH, Gessertshausener Straße 3 in 86356 Neusäß*

- [U10] *Prüfbericht Nr. 29081843 und 29051941 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 Sportplatzes im Fritz-Flinte-Ring 41. 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 und 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 Fritz-Flinte-Ring 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 06.08.2018 durchgeführt:

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

Folgende erweiternde Feldarbeiten wurden am 22.05. und 17.06.2019 durchgeführt:

- 2 Kleinrammbohrungen (KRB (BS)) gem. DIN EN ISO 22475, Bohrdurchmesser 36-50 mm, Sondiertiefe bis in 12,0 m unter Geländeoberkante (GOK) (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]
Sportplatz August 2018	BS 1	9,0	21,4
	BS 2	9,0	21,4
	BS 3	0,8	21,9
	BS 3a	1,2	21,9
	BS 4	9,0	21,8
Sportplatz Mai/Juni 2019	BS 3	12,0	22,1
	BS 6	12,0	22,0
	GWM 1	7,0	21,3

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 ~22,5 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 wurde im August 2018 schichtweise insgesamt 28-mal beprobt, im Mai/Juni 2019 folgten weitere 20 Einzelproben, und 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, Glühverlust gemäß DIN 18128. Zusätzlich wurde der Wassergehalt nach DIN 18121 bestimmt.

Tabelle 2: Zusammenstellung der Bodenproben und Entnahmebereiche zur bodenmechanischen Laboruntersuchung

Probe	Tiefe unter GOK [m]	Bodenmechanische Laboruntersuchung
BP 1 / 6	2,9 – 4,6	Sieb-Schlamm-Analyse nach DIN 18123 Konsistenzgrenzen nach DIN 18122 Wassergehalt nach DIN 18121
BP 1 / 7	4,6 – 6,0	Sieb-Schlamm-Analyse nach DIN 18123 Konsistenzgrenzen nach DIN 18122 Wassergehalt nach DIN 18121
BP 2 / 4	3,2 – 4,5	Siebanalyse nass nach DIN 18123 Glühverlust nach DIN 18128
BP 2 / 5	4,5 – 6,5	Sieb-Schlamm-Analyse nach DIN 18123 Konsistenzgrenzen nach DIN 18122 Wassergehalt nach DIN 18121

BP 4 / 4	2,8 – 4,5	Siebanalyse nass nach DIN 18123
BP 4 / 5	4,5 – 5,8	Siebanalyse nass nach DIN 18123
BP 4 / 6	5,8 – 7,0	Sieb-Schlamm-Analyse nach DIN 18123 Konsistenzgrenzen nach DIN 18122 Wassergehalt nach DIN 18121 Glühverlust nach DIN 18128
BP 3 / 7	5,9 – 7,6	Siebanalyse nass nach DIN 18123
BP 6 / 9	7,9 – 9,5	Siebanalyse nass nach DIN 18123
BP 3 / 5	2,5 – 4,6	Sieb-Schlamm-Analyse nach DIN 18123 Konsistenzgrenzen nach DIN 18122 Wassergehalt nach DIN 18121
BP 3 / 6	4,6 – 5,9	Sieb-Schlamm-Analyse nach DIN 18123 Konsistenzgrenzen nach DIN 18122 Wassergehalt nach DIN 18121
BP 6 / 6	4,6 – 5,8	Sieb-Schlamm-Analyse nach DIN 18123 Konsistenzgrenzen nach DIN 18122 Wassergehalt nach DIN 18121
BP 6 / 7	5,8 – 6,8	Sieb-Schlamm-Analyse nach DIN 18123 Konsistenzgrenzen nach DIN 18122 Wassergehalt nach DIN 18121

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

Für die abfallrechtliche Bewertung gemäß LAGA TR Boden wurden 7 umweltgeologische Einzelproben zu 2 Mischproben zusammengefasst und gemäß Anhang 1 der BBodSchV (Wirkungspfad Boden – Mensch) 1 Bodenprobe genommen (Tabelle 1). 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 durchgeführt.

In Folge der erweiterten Untersuchungen im Mai/Juni 2019 wurden weitere 10 Einzelproben zu 3 Mischproben zusammengefasst (Tabelle 3). Die Proben wurden von der GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH chemisch analysiert. Eine weitere Analyse wurde anhand einer 4. Mischprobe hinsichtlich der Beton- und Stahlaggressivität des Bodens gemäß DIN 16502 durchgeführt.

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

Mischprobe (LAGA)	Entnahmebereich [m u. GOK]
MP 2 (BP 1/3; 2/2; 4/2)	0,5 – 1,5
MP 3 (BP 1/4; 1/5; 2/3; 4/3)	1,0 – 4,9
MP 5 (3/1; 3/2; 6/1; 6/2)	0,0 – 0,9
MP 6 (3/3; 3/4; 6/3; 6/4)	0,6 – 3,4
MP 7 (3/5; 6/5)	2,5 – 4,6
Mischprobe (BBodSchV)	Entnahmebereich [m u. GOK]
MP 1 (Rasterbeprobung mittels Pirkhauer)	0 – 0,3
Mischprobe (Beton- und Stahlaggressivität)	Entnahmebereich [m u. GOK]
MP 4 (BP 2/4; 4/4)	3,0 – 4,5
MP 8 (6/5; 6/6; 6/7; 6/8; 6/9; 6/10)	3,4 – 12,0

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	Glühverlust [%]	Wassergehalt [%]
BP 1 / 6	2,9 – 4,6	S, u*, t → SU* (TM)	weich	-	18,0
BP 1 / 7	4,6 – 6,0	S, u*, t → SU* (TL)	weich-steif	-	11,7
BP 2 / 4	3,2 – 4,5	S, u', fg' → SU	-	0,3	-
BP 2 / 5	4,5 – 6,5	S, u*, t' → SU* (ST/TL)	breiig	-	15,6
BP 4 / 4	2,8 – 4,5	mS + fS, u' → SU	-	-	-
BP 4 / 5	4,5 – 5,8	mS + fS → SE	-	-	-
BP 4 / 6	5,8 – 7,0	H, s, u*, t → SU*	-	63,0	-
BP 3 / 7	5,9 – 7,6	fS, u*, ms' → SU*	-	-	-
BP 6 / 9	7,9 – 9,5	U + fS, ms' → SU*	-	-	-
BP 3 / 5	2,5 – 4,6	S, u*, t* → SU*/TL	weich	-	18,3
BP 3 / 6	4,6 – 5,9	T, ms, fs' → TL	steif	-	13,5
BP 6 / 6	4,6 – 5,8	T, ms, fs' → ST	weich	-	15,5
BP 6 / 7	5,8 – 6,8	S, u*, t' → SU*	steif	-	13,8

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

Tabelle 5: Merkmale der erkundeten Baugrundsichten

	Baugrundsicht 1	Baugrundsicht 2	Baugrundsicht 3	Baugrundsicht 4
Bezeichnung	Mutterboden + Auf- füllung <i>locker</i>	Geschiebelehm /- mergel <i>breiig / halbfest-fest</i>	Sand <i>locker</i>	Torf <i>(weich)</i>
Auftreten	<i>S, u, g', h</i>	<i>U, s, t, g'</i>	<i>mS, fs, gs, g</i>	<i>H, s, u</i>
Besonderheit	<i>humos, Wurzel- reste, Bauschutt</i>	<i>z.T. kalkig</i>	-	<i>Pflanzenreste</i>
Farbe	<i>braungrau</i>	<i>braun - grau</i>	<i>grau</i>	<i>dunkelbraun</i>
Homogenbereich	<i>B1</i>	<i>B2</i>	<i>B3</i>	<i>B4</i>

3.2 Charakteristische Bodenkenwerte

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. Baugrundschicht Mutterboden und Auffüllung	2. Baugrundsicht Geschiebelehm /-mergel		3. Baugrundschicht Schmelzwasser- sande	4. Baugrundschicht Torf
	1	2a	2b	3	4
Lagerungsdichte / Konsistenzen	locker, z.T. steif	weich, z.T. breiig	steif-halbfest	locker	weich
Bodengruppe gem. DIN 18196	[OH/SE/SI/SW/ SU*]	SU/SU*/TL/T M/ST	SU/SU*/TL/T M/ST	SU/SE	HN
Bodenklasse gem. DIN 18300	1 / 3 / 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	BN 1/ BN 2	BB 3
Frostgefährdung (^a)	F2 - F3	F2 - F3	F2 - F3	F1	F3
Verdichtbarkeits- klassen (ZTVA- StB97)	V 1 - V3	V 2 - V 3	V 2 - V 3	V 1	V 3
Wichten cal γ_k (γ'_k) [kN/m ³]	17 (9) /19 (9)	19 (9)	20 (10)	19 (11)	11(1)
effektiver Rei- bungswinkel cal ϕ'_k [°]	30	22,5	27,5	32,5	15
effektive Kohäsion cal c'_k [kN/m ²]	0	0	5	0	2 - 5
Steifemodul cal $E_{s,k}$ [MN/m ²]	10	2	25	20 - 60	1
Durchlässigkeit k_f [m/s] gem. DIN 18130	10 ⁻³ – 10 ⁻⁸ (ab- hängig vom Fein- korngehalt)	10 ⁻⁵ – 10 ⁻⁸	10 ⁻⁵ – 10 ⁻⁸	10 ⁻² – 10 ⁻⁴	10 ⁻⁵ – 10 ⁻⁸

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	Erdaarb. DIN 18300	Bohrarb. DIN 18301	Rammarb. DIN 18304	Homogenbe- reich B1	Homogenbe- reich B2	Homogenbe- reich B3	Homogenbe- reich B4
					<i>Baugrunds- schicht 1</i>	<i>Baugrunds- schicht 2</i>	<i>Baugrunds- schicht 3</i>	<i>Baugrunds- schicht 4</i>
0	Ortsübliche Be- zeichnungen	X	X	X	Oberboden / Auf- füllung	Geschiebelehm /-mergel	Sand	Torf
1	Korngrößen-vertei- lung mit Körnungsbändern [%]	X	X	X	0-15 / 10-40 / 60-90 / 0-5	2-25 / 15-45 / 30-80 / 0-5	0-5 / 2-35 / 70-95 / 0-10	0-5 / 0-5 / 80-95 / 0-5
2	Masseanteil an Steine, Blöcke und große Blöcke [%]	X	X	X	0	0 - 10	0	0
4	Dichte (unter Auftrieb) [kg/m ³]	X			1700 - 1900 (700 - 900)	1900 - 2000 (900 - 1000)	1900 (1100)	1100 (100)
5	Kohäsion [kN/m ²]		X		0 - 5	0 - 5	0	2 - 5
6	Undränirte Scherfestigkeit [kN/m ²]	X	X		0	20 - 200	0	1
8	Wassergehalt [%]	X	X	X	5 - 50	10 - 30	15 - 30	20 - 120
9	Plastizitäts- und Konsistenzzahl	X	X	X	-	4,5 – 25,0 0,20 - 0,9	-	-
12	Lagerungsdichte	X	X	X	locker	-	locker	-
15	Organischer Anteil [%]	X			0 - 10	0	0	40 - 70
17	Abrasivität		X		-	-	-	-
18	Bodengruppe nach DIN 18196	X	X	X	[OH/SE/SI/SW/S U]	SU/SU*/TL/TM/ ST/U	SE/SU	HN

Die o.g. Bodenparameter beziehen sich auf die erbohrten Bodenschichten im ungestörten Zu-
 stand 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 un-
 ter 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 Ersatzböden

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

Tabelle 9: Erkundete Grundwasserstände

Aufschlusspunkt	Grundwasserstand [m u. GOK (mNN)]
BS 1	7,7 (14,3)
BS 2	4,0 (17,4)
BS 3	-
BS 4	3,6 (18,2)
BS 3 (neu)	8,8 (11,3)
BS 6	4,1 (17,9)

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, bis GOK -2,0 m auszugehen. Für Berechnungen können die in Tabelle 10 aufgeführten Bemessungsgrundwasserstände herangezogen werden.

Tabelle 10: Empfohlene Bemessungsgrundwasserstände

Bereich	Bemessungsgrundwasserstand	
	m u. GOK	mNN
Baubereich	2,0	~19,5

3.3.1 Durchlässigkeit der anstehenden Baugrundschichten

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	k _f -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 k_f-Wert zwischen 1 x 10⁻³ m/s und 1 x 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 k_f-Werte liegen vereinzelt innerhalb der Grenzwerte des Arbeitsblattes ATV-DVWK-A 138. Der Mindest-Sickerraum von 1,0 m kann nur oberflächennah im nördlichen Bereich eingehalten werden. Im Sickerraum ist mit teilweise lehmigem Boden zu rechnen, weshalb die Versickerung von Regenwasser nur partiell möglich ist. Bei starken Niederschlägen muss im Plangebiet außerdem mit Stauwasser gerechnet werden.

Wird im weiteren Verlauf durch Grundwassermessungen nachgewiesen, dass die unterlagernden Sande der Baugrundsicht 3 nicht wasserführend sind, könnte ein geeigneter Sickerraum, bei durchteufen der bindigen Schichten mittels Rigolen, auch hier erreicht werden. Hierzu wurde im Projektgebiet eine Grundwassermessstelle (GWM 1) 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 Zuordnungsklasse „Z2 (Z1)“ zugeordnet werden, sodass bei oberflächennaher Versickerung, ein Transport von chemischen Verunreinigungen in das Grundwasser wahrscheinlich stattfindet. Eine abschließende Klärung der Versickerungs- und Grundwassersituation kann nur über die Langzeitmessung der Grundwassermessstelle GWM 1 erfolgen.

Die Versickerung von Regenwasser ist aufgrund des hohen Bemessungswasserstandes und der umweltchemischen Einwertung gemäß ATV-DVWK-A 138 nach derzeitigem Stand nicht 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 6 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
MP 8	Boden (3,4 – 12,0 m u. GOK)	nicht betonangreifend	sehr gering – gering stahlangreifend

4 Gründungsbeurteilung

Die für die Bebauung vorgesehene Fläche auf dem Sportplatz Fritz-Flinte-Ring 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 γ_{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 $q_c \geq 10 \text{ MN/m}^2$ aufweist.

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 -2,5 bis -4,5 m aus anthropogener Auffüllung, die eine lockere Lagerung und somit eine schlechte Tragfähigkeit aufweist. Abgesehen von dem Bereich um BS 4, stehen unterhalb der Auffüllung Geschiebeböden an, die eine breiige bis weiche Konsistenz zeigen. Erst ab einer Tiefe von GOK -6,0 bzw. -6,5 m wird die Tragfähigkeit der Böden langsam besser. Im südöstlichen Bereich des Projektgebietes schließen an

die lockere Auffüllung tragfähige Schmelzwassersande an, die jedoch in einer Tiefe von GOK -5,8 m von einer weichen Torfschicht mit einer Mächtigkeit von 2,2 m unterlagert werden.

Aus den vorliegenden Bohrdaten lässt sich somit keine grundsätzlich zunehmend bessere Lagerung bzw. Konsistenz des Baugrundes mit zunehmender Tiefe ermitteln. In der Lastabtrags-ebene ist einerseits mit breiigen bis steifen Geschiebeböden, 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 Geschiebeböden, als auch die Torfe bis GOK -8,0 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 Geschiebeböden 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 5-6 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 Bohrpfahl, zum Einsatz.

Die Ergebnisse der Pfahlvorbemessungen sind in 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.).

Table 13: Charakteristische Spitzenwiderstände und charakteristische Mantelreibung für Teilverdrängungspfähle anhand CPT 5 vom BV Gropiusring (gem. EA-Pfähle), bei Betrachtung des tragfähigen Geschiebemergels als nicht bindig

Parameter	Mutterboden / Auffüllung	Geschiebelehm /-mergel		Schmelz- wassersand	Torf
	nicht bindig	bindig			
Baugrundsicht	1 locker	2a breiig	2b halbfest	3 locker	4 weich
mittlerer Sondierwiderstand $q_{c,k}$ [MN/m ²]	5 (min. 2)	-	18	2	-
Undrainierte Scherfestigkeit $c_{u,k}$ [kN/m ²]	-	20	-	-	5
Pfahlspitzen- druck $q_{b,k}$ für Fertigrampfpfähle aus Stahlbeton und Spann- beton [kN/m ²] $s/D_{eq}=0,035$ $s/D_{eq}=0,100$	587	70	4150	587	18
	1120	120	7945	1120	30
Pfahlmantelreibung $q_{s,k}$ für Fertigrampfpfähle aus Stahlbeton und Spann- beton [kN/m ²] S_{sg} $S_{sg}=g=0,1D_{eq}$	8	7	71	8	2
	11	7	104	11	2
Pfahlspitzen- druck $q_{b,k}$ für Bohrpfähle [kN/m ²] (*) s/D_s bzw. s/D_b 0,02 0,03 0,10 ($\hat{=} s_g$)	147	70	1685	147	18
	187	90	2165	187	23
	427	160	4422	427	40
Bruchwert $q_{s,k}$ der Pfahl- mantelreibung für Bohr- pfähle [kN/m ²]	15	10	151	15	3
Spitzen- druck $q_{b,k}$ einer Spundwand im Bruchzu- stand [kN/m ²]	2400	-	20100	2400	-
Mantelreibung $q_{s,k}$ einer Spundwand im Bruchzu- stand [kN/m ²]	5,3	5,0	43	5,3	1,3

Tabelle 14: Übersicht über die Vorbemessung einzelner Pfähle anhand der CPT 5 aus dem BV Gropiusring

Pfahlart/ Durchmesser	Teilverdrängungsbohrpfahl D52	Teilverdrängungsbohrpfahl D62
Absetztiefe [mNN] / Pfahllänge [m]	2,7 15,0	4,2 13,5
ständige Lasteinwirkung, charakteristisch $E_{G,k}$ [kN]	1000	1100
Setzung (SLS) [cm]	0,76	0,82
Gesamtwiderstand, charakteristisch (Mantelreibung / Spitzenwiderstand); $R_{ULS,k}$ ($R_{s,k} / R_{b,k}$) [kN]	2104,86 (1165,76 / 939,11)	2221,86 (948,77 / 1335,03)
Auslastungsgrad μ	0,97	0,99

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:

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

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]	1419	1390

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 Widerstand-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) durchschnittlich bei GOK -3,9 m (~17,7 mNN) angetroffen. Ein zweiter Grundwasserstand wurde bei ~13,5 mNN angetroffen. Laut dem Grundwassergleichenplan 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. oberflächennahen schlecht durchlässigen Schichten und dem vor Ort gemessenen Wasserständen, wurde der Bemessungswasserstand auf GOK -2,0 m festgelegt. Daher sind für die Herstellung der Baugrube nach jetzigem Stand Wasserhaltungsmaßnahmen notwendig.

Für die Trockenhaltung der Baugrube und Haltung von Stauwässern wird daher eine offene Wasserhaltung mittels Graben- bzw. Drainagesystem empfohlen, wobei die gesammelten Baugrubenwässer durch Pumpen abgeleitet werden. 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.

Laut DIN 4124 (10/2002) dürfen Baugruben und Gräben bis zu einer Tiefe von 1,75 m ohne zusätzliche Sicherung senkrecht ausgeschachtet werden, wenn der mehr als 1,25 m über Sohle liegende Bereich der Wand unter einem Winkel von 45° geböschet wird und die Geländeoberfläche nicht steiler als 1:10 ansteigt. An den Böschungsschultern ist ein lastfreier Streifen von mindestens 1,0 m einzuhalten, bei schweren Lasten und Baufahrzeugen mindestens 2,0 m.

Grundsätzlich ist das gewählte Verbausystem hinsichtlich der Standsicherheit, Tragfähigkeit und dem hydraulischen Grundbruch nachzuweisen.

5.3 Erd- und Verdichtungsarbeiten

Bei der Durchführung des Bodenaustausches kann bei entsprechender Verdichtung der ausgehobenen Sande der Baugrundsicht 3 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 $d \geq 0,50$ 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 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 Plattendruckversuch E_{v2} [MN/m ²]	Verformungsmodul dynamischer Plattendruckversuch E_{vd} [MN/m ²]
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.-% $< 0,063$ mm (GU, GT, SU, ST)	≥ 100	≥ 70	≥ 35
	≥ 97	≥ 45	≥ 25
Schluffige und tonige, sowie gemischkörnige Böden 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 0,5 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 vor allem mit bindigen Böden zu rechnen. Oberflächennahe Auflockerungen durch den Erdaushub mit entsprechenden Erdbaugeräten sind daher 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 \sim GOK -3,6 m angetroffen. Der Bemessungswasserstand wurde auf GOK -2,0 m festgelegt.

Bei einem geplanten Untergeschoss ist daher gem. DIN 18195-6 gegen drückendes Wasser abzudichten. Wir empfehlen aufgrund der dauerhaften Beaufschlagung 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.

Im südöstlichen Gebiet des Flurstücks stehen Torfe, welche eine Entstehung von Sumpfgas bewirken können, in einer Mächtigkeit bis zu 2,2 m an. 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 das vorliegende Flurstück 922 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 2	grob- und gemischtkörnige Böden	Z 2 (Z 1)	Feststoff: PAK Eluat: Blei, Sulfat
MP 3	grob- und gemischtkörnige Böden	Z 2 (Z 1)	Feststoff: PAK Eluat: -
MP 5	Oberbau Sportplatz	Z 1	Feststoff: Chrom, Zink Eluat: -
MP 6	Auffüllung	Z 1	Feststoff: Blei, Kupfer, TOC Eluat: -
MP 7	anstehender Boden	Z 0	Feststoff: - Eluat: -

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 18 aufgeführt.

Tabelle 18: Zuordnung und Einstufung des Bodenmaterials nach BBodSchV

Proben – Nr.	Untersuchungsobjekt	Nutzbarkeit für Kinderspielflächen	Ausschlaggebende Parameter
MP 1	humose Böden bis GOK -0,5 m	Gemäß BBodSchV §4 sind Detailuntersuchungen durchzuführen und ggf. Maßnahmen nach BBodSchG §2, Abs. 7 und 8 notwendig	Chrom

Die humosen oberflächennahen Böden können gemäß BBodSchV §4 bei einer Umnutzung zur Wohnbebauung nur vor Ort verbleiben bzw. nach Abtrag für eine Oberflächengestaltung wieder verwendet werden, wenn weitere Detailuntersuchungen durchgeführt 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 19 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 19: 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. Ausgegangen wird von einer Gründungssohle bei GOK -3,5 m und Gesamtfläche von ca. 10.900 m².

Der Oberbau des Sportplatzes sowie die darunter liegende Auffüllung weisen im südwestlichen Bereich (BS 3 und 6) Z 1 Werte auf. Gemäß den Ergebnissen der im August 2018 durchgeführten Untersuchungen ist im restlichen aufgefüllten Gebiet mit Z 2 Material zu rechnen. Das erkundete Z 2 Bodenmaterial wurde im Mai/Juni 2019 nicht erneut angetroffen, weshalb keine Nachuntersuchung gemäß Deponieverordnung erfolgen konnte. Der unterlagernde anstehende Boden im Projektgebiet kann durchgängig als unbelastet angenommen werden.

In Tabelle 20 sind die Aushubvolumina und die entsprechenden Kosten gemäß Tabelle 19 aufgeführt.

Tabelle 20: Geschätzte Volumina und Kosten der anfallenden Böden im gesamten Projektgebiet

Belastungsklasse	Geschätztes Aushubvolumen	Aushubmasse	Geschätzte Kosten
Z 0	2.400 m ³	4.320 t	-
Z 1	13.050 m ³	23.490 t	704.700 €
Z 2	19.650 m ³	35.370 t	1.768.500 €
Summe	ca. 31.100 m ³	ca. 63.180 t	ca. 2.473.200 €

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 Fritz-Flinte-Ring, Flurstück 922. Folgende Punkte sind dabei übergeordnet zu beachten:

- Bei einer angenommenen Last von ca. 300 kN/m², wird als Gründungsart eine Tiefgründung mittels Teilverdrängungsbohrpfählen mit Pfahllängen von ca. 15,0 m (D52 / 1000 kN pro Pfahl) bzw. 13,5 m (D62 / 1100 kN pro Pfahl) empfohlen
- Aufgrund des hohen Bemessungswasserstandes von GOK -2,0 m müssen Wasserhaltungsmaßnahmen beachtet werden. Entsprechend wird während der Bauphase eine offene Wasserhaltung mittels Graben- und Drainagesystem 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 im Projektgebiet nicht stattfinden
- Mittels Langzeitmessungen des Grundwasserstandes anhand der GWM 1 kann der Bemessungswasserstand im weiteren Projektverlauf angepasst werden
- Der anfallende Boden wird voraussichtlich umweltchemischen Belastungen der LAGA-Klasse Z 0, Z 1 und Z 2 entsprechen. Die geschätzten Entsorgungskosten für das gesamte Gebiet (bis GOK -3,5 m) betragen ca. 2.473.200 €, 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

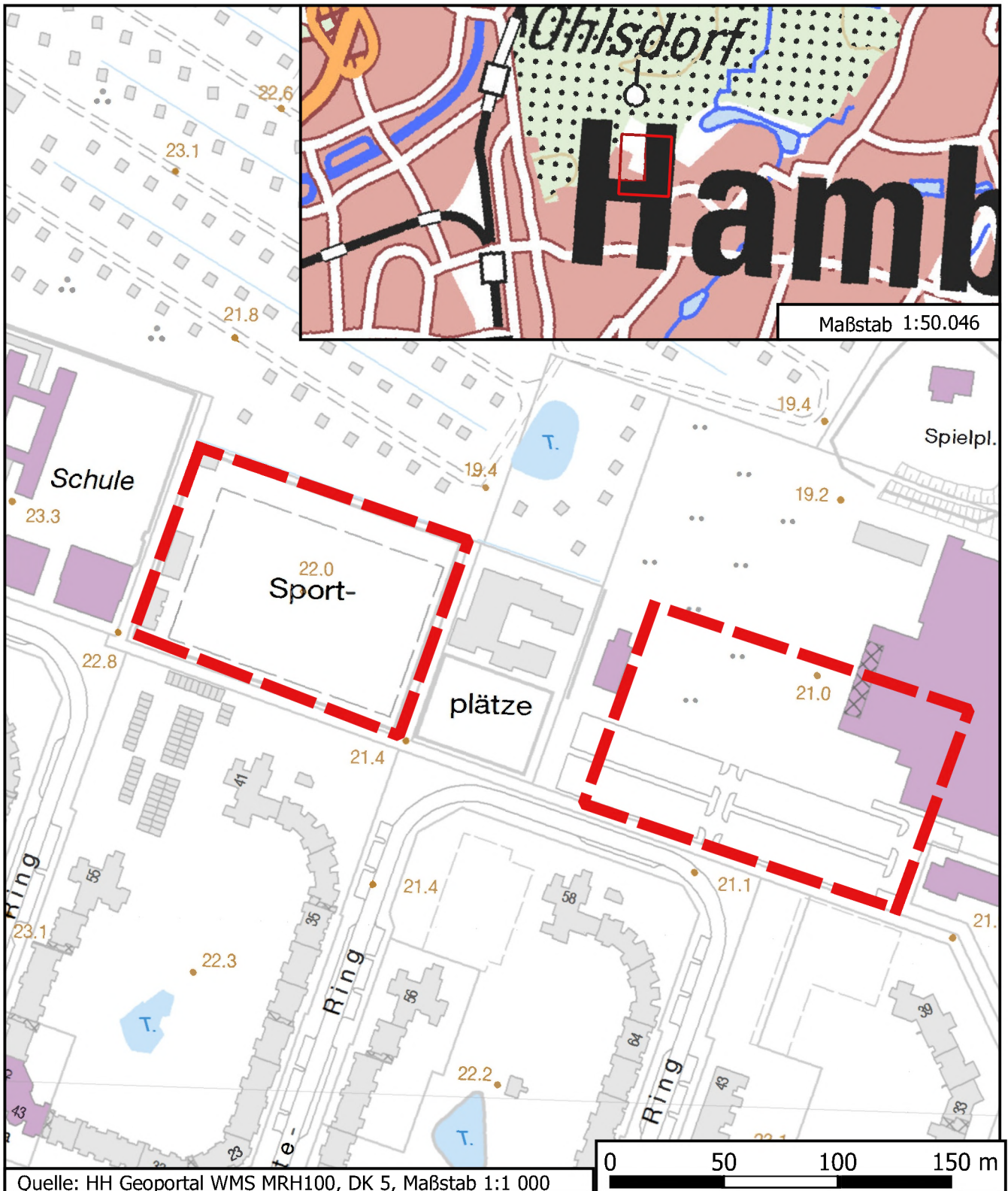
»Bauen und Umwelt«



Anlage 1

Übersichtsplan (Maßstab 1:5.000)

[1 Plan] [1 Seite]



Übersichtskarte

Adresse:

Sportplatz
Fritz-Flinte-Ring 41a
22309 Hamburg

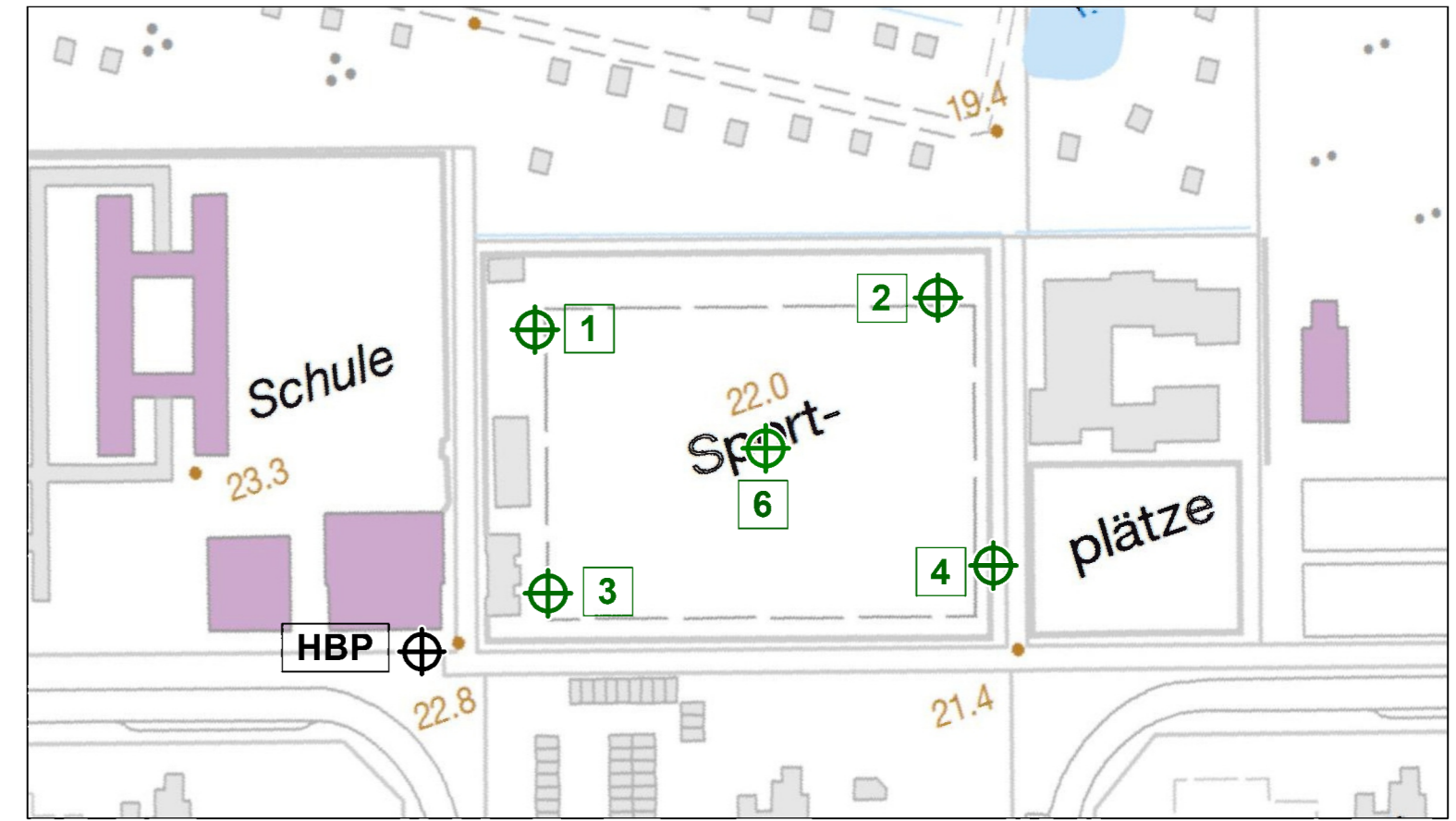
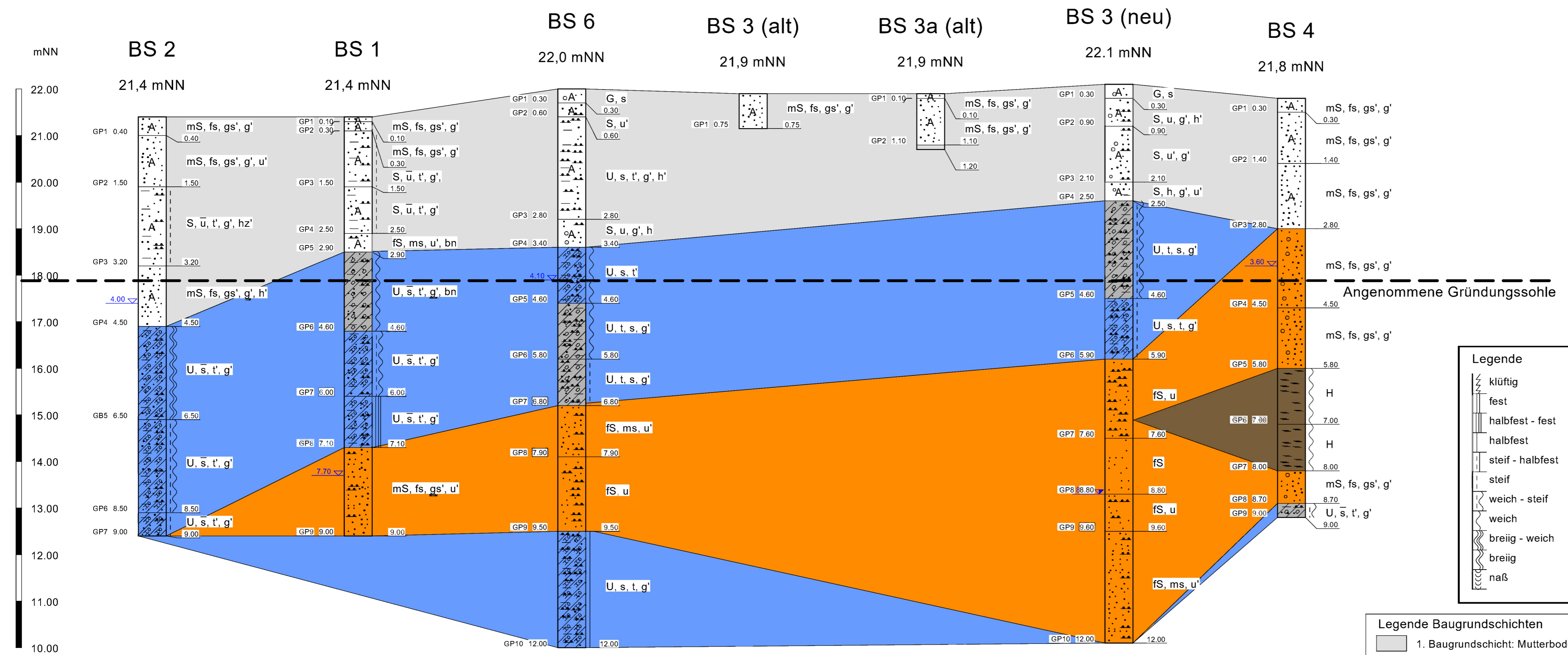
Ingenieurgesellschaft
von Lieberman
» Bauen und Umwelt «



Anlage 2

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

[1 Plan] [1 Seite]



Legende

klüftig	Geschiebemergel
fest	Geschiebelehm
halbfest - fest	Auffüllung
halbfest	Torf
steif - halbfest	Kies
steif	Mittelsand
weich - steif	Feinsand
weich	Sand
breiig - weich	Schluff
breiig	
naß	

Legende Baugrundsichten

[Grey box]	1. Baugrundsicht: Mutterboden / Auffüllung; locker
[Blue box]	2. Baugrundsicht: Geschiebelehm/-mergel; weich bis halbfest
[Orange box]	3. Baugrundsicht: Schmelzwassersand; locker bis dicht
[Brown box]	4. Baugrundsicht: Torf; nicht tragfähig

Auftraggeber
SAGA Siedlungs- und Aktiengesellschaft
 Poppenhusenstraße 2
 22305 Hamburg

Ingenieurgesellschaft
von Lieberman
 » Bauen und Umwelt «

Hamburg - Berlin
 Erfurt - Herne - Lüneburg
 Rostock - Wismar

Ruhrstraße 57
 22761 Hamburg
 Tel.: 040/5009930
 Fax: 040/50099333

www.vonlieberman.de
 info@vonlieberman.de

Fritz-Flinte-Ring

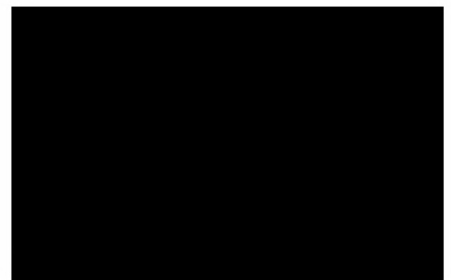
Lageplan
Bohrprofile (BS)

Maßstab d. Höhe (Bohrprofile)	Datum	Anlage 2
1:100	19.06.2019	
Blattgröße	gez.	Projekt Nr.
833 x 297 mm	gepr.	19011-02

Anlage 3

Schichtenverzeichnisse der Thiel Baugrunduntersuchung GmbH und TerraV GbR

[14 Seiten]





		Schichtenverzeichnis			BA-Nr.: 18285		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben			BN = OK SD		
Vorhaben: Fritz-Flinte-Ring, Hamburg-Steilshoop							
Bohrung BS 1 / Blatt: 1					Höhe: -1.05 mBN		Datum: 06.08.2018
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 ¹⁾				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe				
0.10	a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, schwach kiesig			erdfeucht	GP	1	0.10
	b)						
	c)	d) schwer zu bohren	e) beigedunkelbraun				
	f) Auffüllung	g)	h)				
0.30	a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, sehr schwach kiesig			erdfeucht	GP	2	0.30
	b)						
	c)	d) normal zu bohren	e) braun				
	f) Auffüllung	g)	h)				
1.50	a) Sand, stark schluffig, schwach tonig, schwach kiesig, Schluff- und Tonstreifen			erdfeucht	GP	3	1.50
	b)						
	c) steif	d) normal zu bohren schwer zu bohren	e) braungrau				
	f) Auffüllung	g)	h)				
2.50	a) Sand, stark schluffig, schwach tonig, schwach kiesig, Schluff- und Tonstreifen			erdfeucht	GP	4	2.50
	b)						
	c) steif	d) normal zu bohren schwer zu bohren	e) braungrau				
	f) Auffüllung	g)	h)				
2.90	a) Feinsand, mittelsandig, schwach schluffig			erdfeucht	GP	5	2.90
	b)						
	c)	d) normal zu bohren schwer zu bohren	e) braun				
	f) Auffüllung	g)	h)				



		Schichtenverzeichnis			BA-Nr.: 18285					
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben			BN = OK SD					
Vorhaben: Fritz-Flinte-Ring, Hamburg-Steilshoop										
Bohrung BS 1 / Blatt: 2					Höhe: -1.05 mBN		Datum: 06.08.2018			
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 ¹⁾					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)		
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang						e) Farbe	
	f) Übliche Benennung		g) Geologische Benennung ¹⁾						h) ¹⁾ Gruppe	
4.60	a) Sand, stark schluffig, schwach tonig, schwach kiesig				erdfeucht	GP	6	4.60		
	b)									
	c) steif		d) normal zu bohren						e) braun	
	f) Geschiebelehm		g)						h)	
6.00	a) Sand, stark schluffig, schwach tonig, schwach kiesig				erdfeucht	GP	7	6.00		
	b)									
	c) halbfest - fest		d) schwer zu bohren						e) braungrau	
	f) Geschiebemergel		g)						h)	
7.10	a) Sand, stark schluffig, schwach tonig, schwach kiesig				erdfeucht	GP	8	7.10		
	b)									
	c) halbfest - fest		d) schwer zu bohren						e) braungrau	
	f) Geschiebemergel		g)						h)	
9.00	a) Mittelsand, feinsandig, sehr schwach grobsandig, sehr schwach schluffig				erdfeucht, nass ab 7,70 m	GP	9	9.00		
	b)									
	c)		d) schwer zu bohren						e) braun	
	f) Sand		g)						h)	
	a)									
	b)									
	c)		d)						e)	
	f)		g)						h)	



		Schichtenverzeichnis				BA-Nr.: 18285				
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				BN = OK SD				
Vorhaben: Fritz-Flinte-Ring, Hamburg-Steilshoop										
Bohrung BS 2 / Blatt: 1						Datum: 06.08.2018				
Höhe: -1.12 mBN										
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 ¹⁾					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)		
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang						e) Farbe	
	f) Übliche Benennung		g) Geologische Benennung ¹⁾						h) ¹⁾ Gruppe	
0.40	a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, schwach kiesig				erdfeucht	GP	1	0.40		
	b)									
	c)		d) normal zu bohren schwer zu bohren						e) graubraun	
	f) Auffüllung		g)						h)	
1.50	a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, sehr schwach kiesig, sehr schwach schluffig, Ziegelreste,				erdfeucht	GP	2	1.50		
	b) Schlackereste, Dachpappe									
	c)		d) normal zu bohren schwer zu bohren						e) grau	
	f) Auffüllung		g)						h)	
3.20	a) Sand, stark schluffig, schwach tonig, schwach kiesig, Holzreste				erdfeucht	GP	3	3.20		
	b)									
	c) steif		d) normal zu bohren schwer zu bohren						e) grau	
	f) Auffüllung		g)						h)	
4.50	a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, schwach kiesig, Torfstreifen				erdfeucht, nass ab 4,00 m			4.50		
	b)									
	c)		d) normal zu bohren						e) braun	
	f) Auffüllung		g)						h)	
6.50	a) Sand, stark schluffig, schwach tonig, schwach kiesig				erdfeucht	GP	5	6.50		
	b)									
	c) weich - steif		d) normal zu bohren						e) grau	
	f) Geschiebemergel		g)						h)	



		Schichtenverzeichnis			BA-Nr.: 18285		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben			BN = OK SD		
Vorhaben: Fritz-Flinte-Ring, Hamburg-Steilshoop							
Bohrung BS 2 / Blatt: 2					Höhe: -1.12 mBN		Datum: 06.08.2018
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 ¹⁾				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe				
8.50	a) Sand, stark schluffig, schwach tonig, schwach kiesig			erdfeucht	GP	6	8.50
	b)						
	c) weich - steif	d) normal zu bohren	e) grau				
	f) Geschiebemergel	g)	h)				
9.00	a) Sand, stark schluffig, schwach tonig, schwach kiesig			erdfeucht, Grundwasserstände: 1. Wst. = (4.00), kein Endwasserst., dazu Bohrloch offen bis : (2.70)	GP	7	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)				



		Schichtenverzeichnis				BA-Nr.: 18285				
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				BN = OK SD				
Vorhaben: Fritz-Flinte-Ring, Hamburg-Steilshoop										
Bohrung BS 3 / Blatt: 1						Datum: 06.08.2018				
Höhe: -0.63 mBN										
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 ¹⁾					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)		
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang						e) Farbe	
	f) Übliche Benennung		g) Geologische Benennung ¹⁾						h) ¹⁾ Gruppe	
0.75	a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, schwach kiesig, (Grant) Sportplatz				erdfeucht, Grundwasserstände: kein Wasser angetroffen Abbruch Beton	GP	1	0.75		
	b)									
	c)		d) schwer zu bohren						e) rotbraun	
	f) Auffüllung		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)	
	a)									
	b)									
	c)		d)						e)	
	f)		g)						h)	

¹⁾ Erläuterung des Symbols "1)" im Prospekt



		Schichtenverzeichnis				BA-Nr.: 18285					
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				BN = OK SD					
Vorhaben: Fritz-Flinte-Ring, Hamburg-Steilshoop											
Bohrung BS 3a / Blatt: 1						Höhe: -0.62 mBN			Datum: 06.08.2018		
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 ¹⁾					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)			
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang							e) Farbe	
	f) Übliche Benennung		g) Geologische Benennung ¹⁾							h) ¹⁾ Gruppe	
0.10	a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, schwach kiesig, (Grant)				erdfeucht	GP	1	0.10			
	b)										
	c)		d) schwer zu bohren							e) rotbraun	
	f) Auffüllung		g)							h)	
1.10	a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, sehr schwach kiesig, Geschiebelehmstreifen, Ziegelreste				erdfeucht	GP	2	1.10			
	b)										
	c)		d) schwer zu bohren							e) braun	
	f) Auffüllung		g)							h)	
1.20	a) Beton				Grundwasserstände: kein Wasser angetroffen Abbruch Beton						
	b)										
	c)		d)							e)	
	f)		g)							h)	
	a)										
	b)										
	c)		d)							e)	
	f)		g)							h)	
	a)										
	b)										
	c)		d)							e)	
	f)		g)							h)	



		Schichtenverzeichnis				BA-Nr.: 18285				
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				BN = OK SD				
Vorhaben: Fritz-Flinte-Ring, Hamburg-Steilshoop										
Bohrung BS 4 / Blatt: 1						Datum: 06.08.2018				
Höhe: -0.72 mBN										
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 ¹⁾					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)		
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang						e) Farbe	
	f) Übliche Benennung		g) Geologische Benennung ¹⁾						h) ¹⁾ Gruppe	
0.30	a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, schwach kiesig				erdfeucht	GP	1	0.30		
	b)									
	c)		d) schwer zu bohren						e) braun	
	f) Auffüllung		g)						h)	
1.40	a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, schwach kiesig, Ziegel- und Betonreste				erdfeucht	GP	2	1.40		
	b)									
	c)		d) schwer zu bohren						e) graubraun	
	f) Auffüllung		g)						h)	
2.80	a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, schwach kiesig, Ziegel- und Betonreste				erdfeucht	GP	3	2.80		
	b)									
	c)		d) schwer zu bohren						e) graubraun	
	f) Auffüllung		g)						h)	
4.50	a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, sehr schwach kiesig				erdfeucht, nass ab 3,60 m	GP	4	4.50		
	b)									
	c)		d) schwer zu bohren						e) braun	
	f) Sand		g)						h)	
5.80	a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, sehr schwach kiesig, ab 5,40 m Torfstreifen				nass	GP	5	5.80		
	b)									
	c)		d) schwer zu bohren						e) braun	
	f) Sand		g)						h)	



		Schichtenverzeichnis				BA-Nr.: 18285					
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				BN = OK SD					
Vorhaben: Fritz-Flinte-Ring, Hamburg-Steilshoop											
Bohrung BS 4 / Blatt: 2						Höhe: -0.72 mBN			Datum: 06.08.2018		
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 ¹⁾					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)			
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang							e) Farbe	
	f) Übliche Benennung		g) Geologische Benennung ¹⁾							h) ¹⁾ Gruppe	
7.00	a) Torf				erdfeucht	GP	6	7.00			
	b)										
	c) weich		d) schwer zu bohren							e) dunkelbraun	
	f) Torf		g)							h)	
8.00	a) Torf				erdfeucht	GP	7	8.00			
	b)										
	c) weich		d) schwer zu bohren							e) dunkelbraun	
	f) Torf		g)							h)	
8.70	a) Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig, sehr schwach kiesig, Torfstreifen				erdfeucht	GP	8	8.70			
	b)										
	c)		d) schwer zu bohren							e) braun	
	f) Sand		g)							h)	
9.00	a) Sand, stark schluffig, schwach tonig, schwach kiesig				erdfeucht, Grundwasserstände: 1. Wst. = (3.60), Endwst. : (3.27), dazu Bohrloch offen bis : (3.30)	GP	9	9.00			
	b)										
	c) weich - steif		d) schwer zu bohren							e) grau	
	f) Geschiebelehm		g)							h)	
	a)										
	b)										
	c)		d)							e)	
	f)		g)							h)	

Terra V

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage:

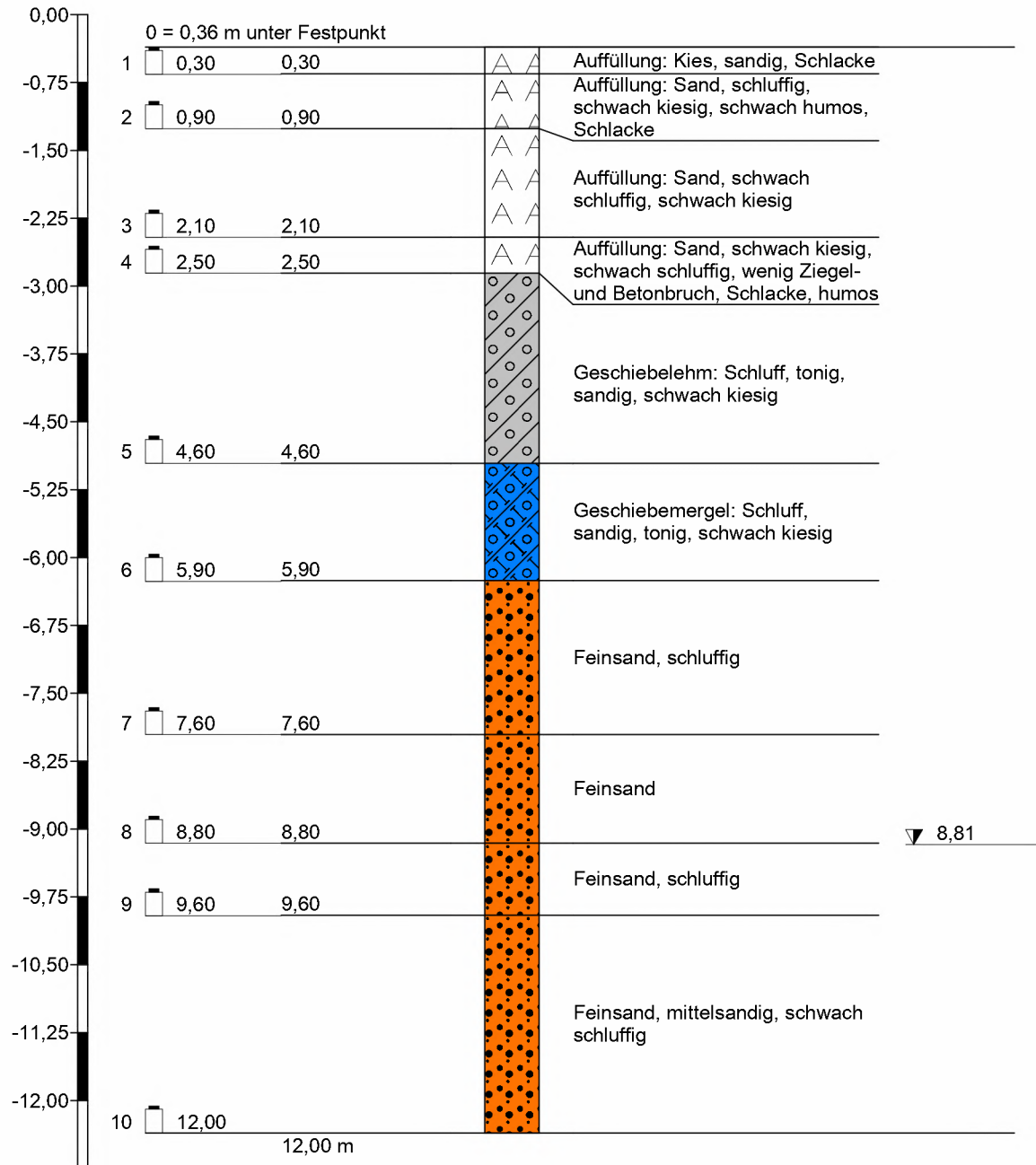
Projekt: Fritz-Flinte-Ring

Auftraggeber: von Liebermann

Bearb.:

Datum: 22.05.2019

krb 3



Höhenmaßstab 1:75

		Schichtenverzeichnis				Anlage		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Bericht:		
						Az.: 0630519		
Bauvorhaben: Fritz-Flinte-Ring								
Bohrung Nr krb 3 /Blatt 1						Datum: 22.05.2019		
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 Bemerkungen 1)				Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)	
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe		i) Kalk- gehalt			
0,30	a) Auffüllung: Kies, sandig, Schlacke			Handschachtung erdfeucht - feucht		1	0,30	
	b)							
	c)	d)	e) rotbraun					
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h) A					i) 0
0,90	a) Auffüllung: Sand, schluffig, schwach kiesig, schwach humos, Schlacke			Handschachtung erdfeucht		2	0,90	
	b)							
	c)	d)	e) graubraun					
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h) A					i) 0
2,10	a) Auffüllung: Sand, schwach schluffig, schwach kiesig			erdfeucht - feucht		3	2,10	
	b)							
	c) lagig bindig	d) mittel zu bohren	e) braun					
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h) A					i) 0
2,50	a) Auffüllung: Sand, schwach kiesig, schwach schluffig, wenig Ziegel- und Betonbruch, Schlacke, humos			feucht		4	2,50	
	b) Mutterboden							
	c)	d) mittel zu bohren	e) dunkelbraun - schwarz					
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h) A					i) 0
4,60	a) Geschiebelehm: Schluff, tonig, sandig, schwach kiesig			feucht		5	4,60	
	b)							
	c) steif - halbfest	d) mittel zu bohren	e) braun					
	f) Geschiebelehm	g) Quartär	h) UL					i) 0

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

		Schichtenverzeichnis				Anlage		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Bericht:		
						Az.: 0630519		
Bauvorhaben: Fritz-Flinte-Ring								
Bohrung Nr krb 3 /Blatt 2						Datum: 22.05.2019		
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 Bemerkungen 1)					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalkgehalt				
5,90	a) Geschiebemergel: Schluff, sandig, tonig, schwach kiesig				erdfeucht		6	5,90
	b)							
	c) halbfest	d) mittel zu bohren	e) braun					
	f) Geschiebemergel	g) Quartär	h) UM	i) +				
7,60	a) Feinsand, schluffig				erdfeucht - feucht		7	7,60
	b) Schlufflagen (max. 5 cm)							
	c)	d) mittel - schwer zu bohren	e) hellbraun - beige					
	f) Sand	g) Quartär	h) SE	i) 0				
8,80	a) Feinsand				trocken - erdfeucht		8	8,80
	b)							
	c)	d) schwer zu bohren	e) beige					
	f) Sand	g) Quartär	h) SE	i) 0				
9,60	a) Feinsand, schluffig				klopfnass, Wasser eingemessen bei 8,81 m u GOF		9	9,60
	b) humose Schlieren, Schlufflagen (max. 5 cm)							
	c)	d) mittel - schwer zu bohren	e) hellbraun - beige					
	f) Sand	g) Quartär	h) SE	i) 0				
12,00	a) Feinsand, mittelsandig, schwach schluffig				nass		10	12,00
	b) vereinzelt humose Schlieren							
	c)	d) mittel zu bohren	e) graubraun - braun					
	f) Sand	g) Quartär	h) SW	i) 0				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

Terra V

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

Anlage:

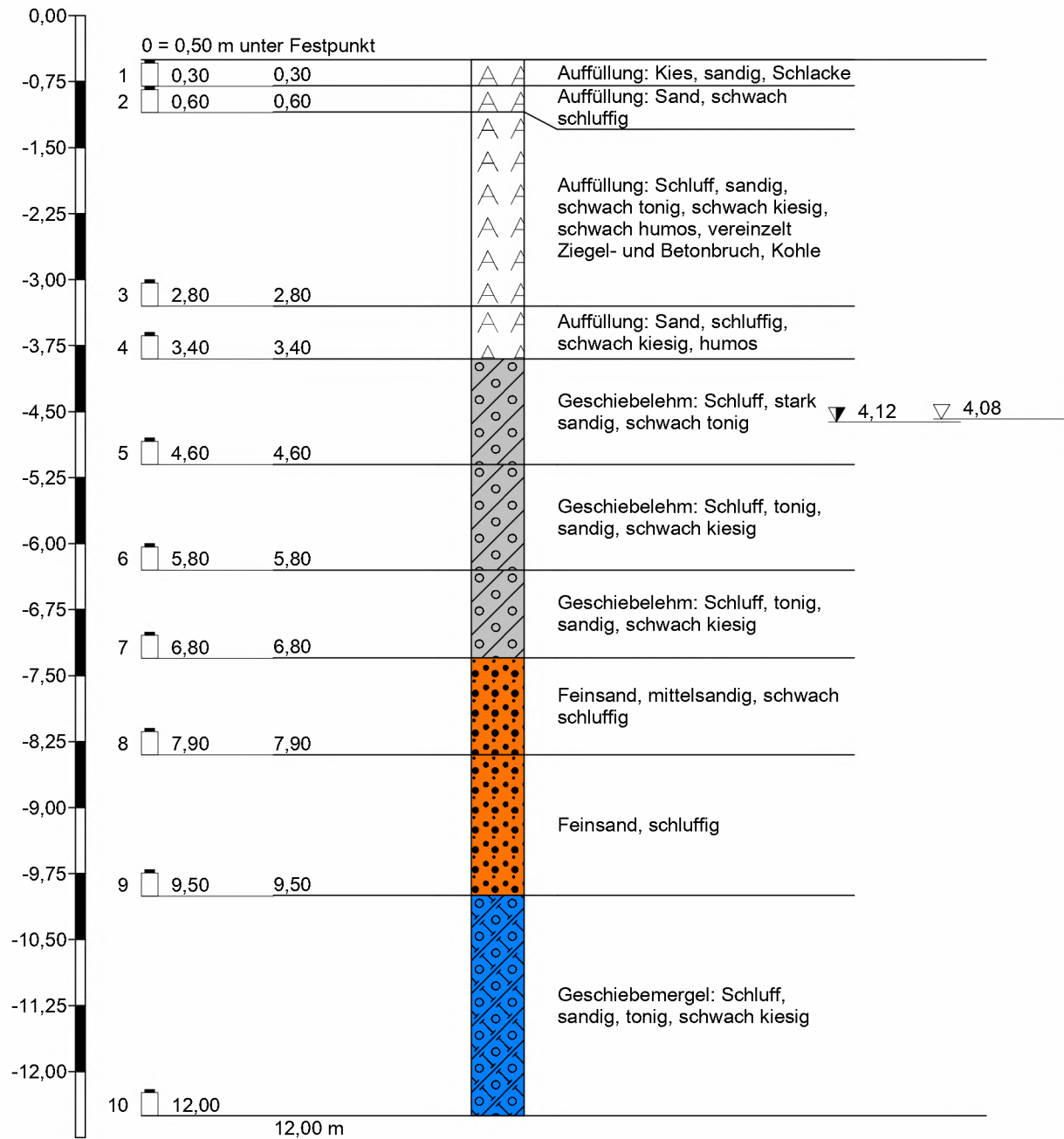
Projekt: Fritz-Flinte-Ring

Auftraggeber: von Liebermann

Bearb. [REDACTED]

Datum: 22.05.2019

krb 6



Höhenmaßstab 1:75

		Schichtenverzeichnis				Anlage		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Bericht:		
						Az.: 0630519		
Bauvorhaben: Fritz-Flinte-Ring								
Bohrung Nr krb 6 /Blatt 1						Datum: 22.05.2019		
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 Bemerkungen 1)					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalkgehalt				
0,30	a) Auffüllung: Kies, sandig, Schlacke				Handschachtung erdfeucht - feucht		1	0,30
	b)							
	c)	d)	e) rotbraun					
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h) A	i) 0				
0,60	a) Auffüllung: Sand, schwach schluffig				Handschachtung klopfnass		2	0,60
	b)							
	c)	d)	e) braun					
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h) A	i) 0				
2,80	a) Auffüllung: Schluff, sandig, schwach tonig, schwach kiesig, schwach humos, vereinzelt Ziegel- und Betonbruch, Kohle				erdfeucht		3	2,80
	b)							
	c) lagig bindig	d) mittel zu bohren	e) graubraun					
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h) A	i) 0				
3,40	a) Auffüllung: Sand, schluffig, schwach kiesig, humos				feucht		4	3,40
	b) Mutterboden							
	c)	d) mittel zu bohren	e) dunkelbraun - braungrau					
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h) A	i) 0				
4,60	a) Geschiebelehm: Schluff, stark sandig, schwach tonig				klopfnass, Wasser eingemessen bei 4,12 m u GOF		5	4,60
	b)							
	c) lagig bindig	d) mittel zu bohren	e) grau					
	f) Geschiebesand	g) Quartär	h) SU	i) 0				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

		Schichtenverzeichnis				Anlage		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Bericht:		
						Az.: 0630519		
Bauvorhaben: Fritz-Flinte-Ring								
Bohrung Nr krb 6 /Blatt 2						Datum: 22.05.2019		
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 Bemerkungen 1)					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
5,80	a) Geschiebelehm: Schluff, tonig, sandig, schwach kiesig				feucht		6	5,80
	b) humose Schlieren							
	c) steif	d) mittel zu bohren	e) hellgrau					
	f) Geschiebelehm	g) Quartär	h) UL	i) 0				
6,80	a) Geschiebelehm: Schluff, tonig, sandig, schwach kiesig				feucht - klopfnass		7	6,80
	b) humose Schlieren							
	c) steif - weich	d) mittel zu bohren	e) braun					
	f) Geschiebelehm	g) Quartär	h) UL	i) 0				
7,90	a) Feinsand, mittelsandig, schwach schluffig				klopfnass - nass		8	7,90
	b)							
	c)	d) mittel zu bohren	e) braun					
	f) Sand	g) Quartär	h) SW	i) 0				
9,50	a) Feinsand, schluffig				klopfnass		9	9,50
	b) Schlufflagen (max. 5 cm)							
	c)	d) mittel - schwer zu bohren	e) braun					
	f) Sand	g) Quartär	h) SE	i) 0				
12,00	a) Geschiebemergel: Schluff, sandig, tonig, schwach kiesig				erdfeucht		10	12,00
	b)							
	c) halbfest	d) schwer zu bohren	e) graubraun					
	f) Geschiebemergel	g) Quartär	h) UM	i) +				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.



Anlage 4

Prüfbericht B5965 und B 6336 der AMM-GmbH


[39 Seiten]

AMM GmbH

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

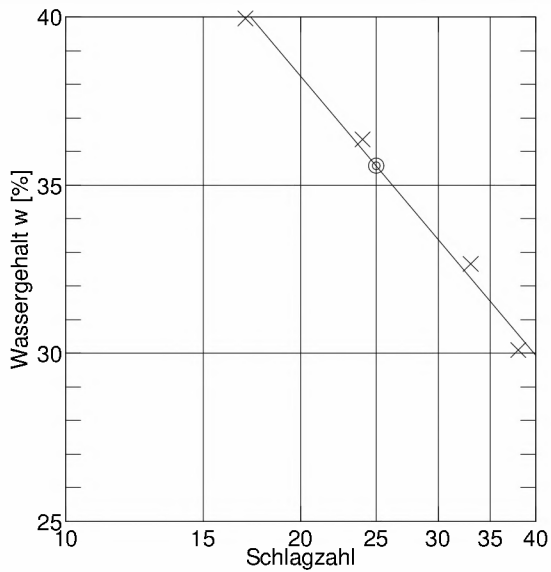
Tel.: 0821 – 48 688-0
Fax.: 0821 – 48 688-66
e-mail: info@ammgmbh.com
web: www.ammgmbh.com

Untersuchungsbericht B 5965

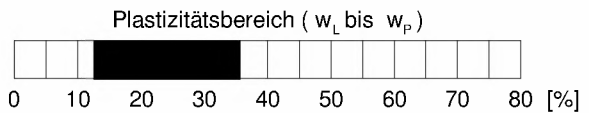
Auftraggeber:	von Lieberman GmbH
Auftragsnummer:	1
Projektleiter:	
Projektnummer:	15436-40
Probenahmedatum:	nicht bekannt
Probenort:	Fritz-Flinte-Ring
Probengefäß:	PE-Becher
Zu untersuchende Parameter:	Korngrößenverteilung, Wassergehalt Zustandsgrenzen, Glühverlust
Zeitraum der Prüfung:	07.09. – 13.09.2018

AMM GmbH	Untersuchungsbericht: B 5965
Gessertshausener Straße 3	Projekt: Fritz-Flinte-Ring
86356 Neusäß	Auftraggeber: v. Lieberman GmbH, [REDACTED]
Tel.: 0821-48688-20 / Fax: -66	Probenbezeichnung: BP 1/6
Zustandsgrenzen DIN 18 122	Datum: 13.09.2018
	Bearbeiter: [REDACTED]

Behälter-Nr.	Fließgrenze				Ausrollgrenze			
Zahl der Schläge	17	24	33	38				
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_B$ [g]	6.67	7.30	7.47	6.99	3.60	3.83	3.75	
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_B$ [g]	5.11	5.67	5.93	5.65	3.33	3.53	3.47	
Behälter m_B [g]	1.19	1.19	1.19	1.18	1.18	1.19	1.18	
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]	1.57	1.63	1.55	1.34	0.27	0.29	0.29	
Trockene Probe m_t [g]	3.92	4.48	4.74	4.47	2.15	2.35	2.29	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [%]	40.0	36.4	32.7	30.1	12.6	12.5	12.5	12.5



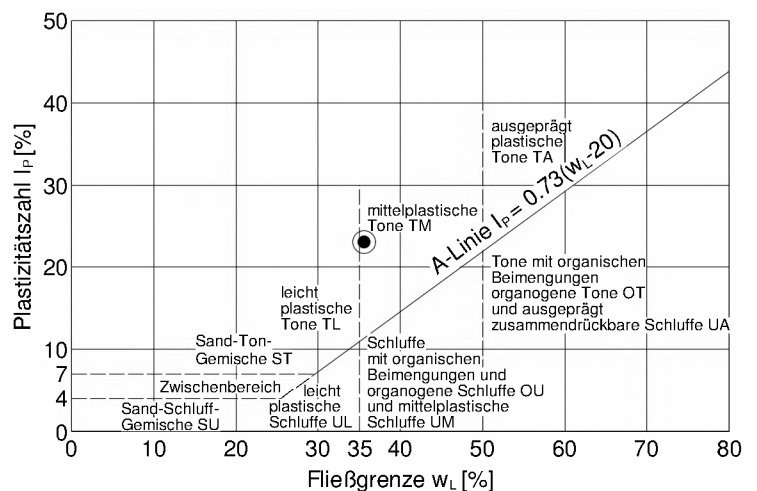
Überkornanteil $\bar{u} = 17.5\%$
 Wassergeh. Überkorn $w_{\bar{u}} =$
 Wassergehalt $w_N = 18.0\%$, $w_{N\bar{u}} = 21.8\%$
 Fließgrenze $w_L = 35.6\%$
 Ausrollgrenze $w_P = 12.5\%$



Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P = 23.1\%$

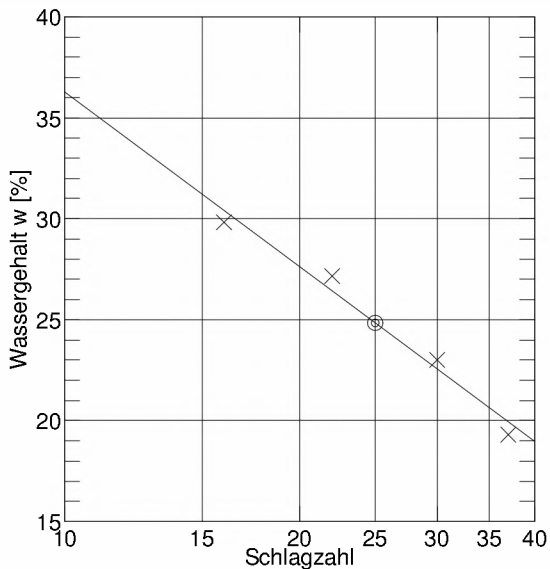
Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_{N\bar{u}} - w_P}{I_P} = 0.403$

Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_{N\bar{u}}}{I_P} = 0.597$

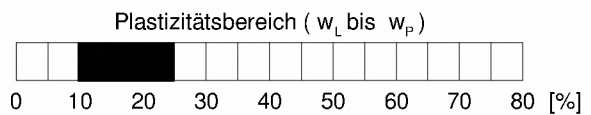


AMM GmbH	Untersuchungsbericht: B 5965
Gessertshausener Straße 3	Projekt: Fritz-Flinte-Ring
86356 Neusäß	Auftraggeber: v. Lieberman GmbH, [REDACTED]
Tel.: 0821-48688-20 / Fax: -66	Probenbezeichnung: BP 1/7
Zustandsgrenzen DIN 18 122	Datum: 13.09.2018
	Bearbeiter: [REDACTED]

Behälter-Nr.	Fließgrenze				Ausrollgrenze			
Zahl der Schläge	16	22	30	37				
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_B$ [g]	6.65	7.76	7.28	6.12	2.73	3.66	4.08	
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_B$ [g]	5.40	6.35	6.14	5.32	3.39	3.34	3.71	
Behälter m_B [g]	1.19	1.18	1.18	1.17	1.19	1.19	1.18	
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]	1.26	1.41	1.14	0.80	0.00	0.32	0.37	
Trockene Probe m_t [g]	4.21	5.17	4.96	4.14	2.21	2.15	2.54	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [%]	29.8	27.2	23.0	19.3	0.0	15.0	14.5	9.8



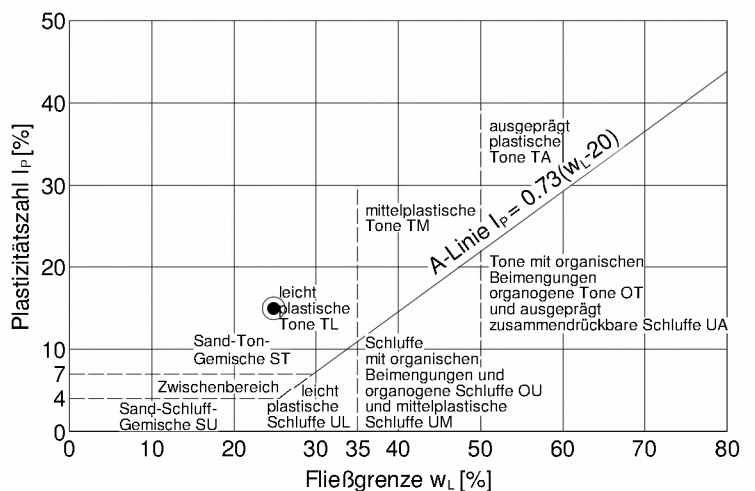
Überkornanteil $\bar{u} = 13.6\%$
 Wassergeh. Überkorn $w_{\bar{u}} =$
 Wassergehalt $w_N = 11.7\%$, $w_{N\bar{u}} = 13.5\%$
 Fließgrenze $w_L = 24.8\%$
 Ausrollgrenze $w_P = 9.8\%$



Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P = 15.0\%$

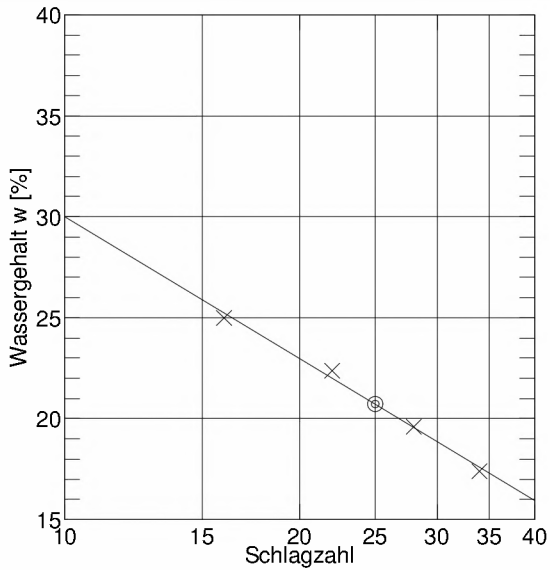
Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_{N\bar{u}} - w_P}{I_P} = 0.247$

Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_{N\bar{u}}}{I_P} = 0.753$

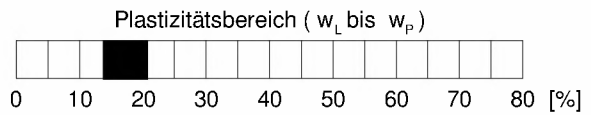


AMM GmbH	Untersuchungsbericht: B 5965
Gessertshausener Straße 3	Projekt: Fritz-Flinte-Ring
86356 Neusäß	Auftraggeber: v. Lieberman GmbH, [REDACTED]
Tel.: 0821-48688-20 / Fax: -66	Probenbezeichnung: BP 2/5
Zustandsgrenzen DIN 18 122	Datum: 13.09.2018
	Bearbeiter: [REDACTED]

Behälter-Nr.	Fließgrenze				Ausrollgrenze			
	16	22	28	34				
Zahl der Schläge	16	22	28	34				
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_B$ [g]	7.52	7.24	7.73	7.44	3.84	4.31	4.46	
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_B$ [g]	6.25	6.13	6.66	6.51	3.53	3.93	4.07	
Behälter m_B [g]	1.19	1.18	1.18	1.19	1.18	1.18	1.19	
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]	1.27	1.11	1.07	0.93	0.32	0.38	0.39	
Trockene Probe m_t [g]	5.07	4.96	5.47	5.33	2.34	2.74	2.88	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [%]	25.0	22.4	19.6	17.4	13.5	14.0	13.7	13.7



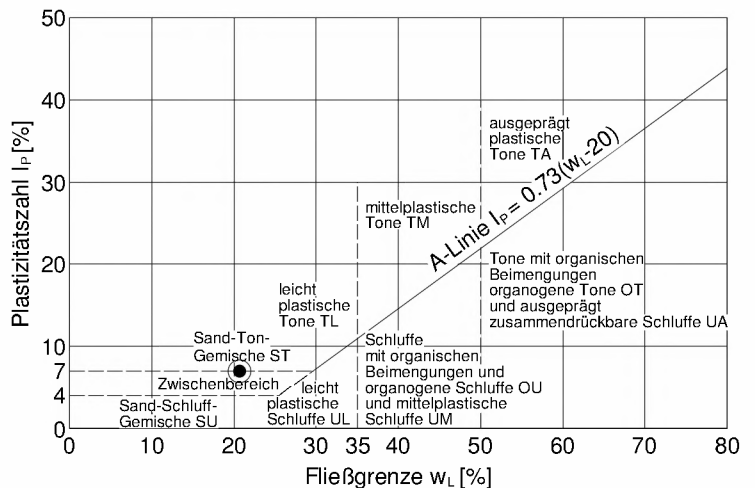
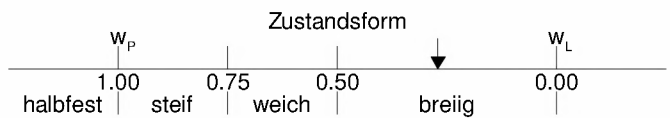
Überkornanteil $\bar{u} = 17.0 \%$
 Wassergeh. Überkorn $w_{\bar{u}} =$
 Wassergehalt $w_N = 15.6 \%$, $w_{N\bar{u}} = 18.8 \%$
 Fließgrenze $w_L = 20.7 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 13.7 \%$



Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P = 7.0 \%$

Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_{N\bar{u}} - w_P}{I_P} = 0.729$

Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_{N\bar{u}}}{I_P} = 0.271$



AMM GmbH	Untersuchungsbericht : B 5965	
Gessertshausener Straße 3	Projekt. :	Fritz-Flinte-Ring
86356 Neusäß	Auftraggeber :	v. Liebermann GmbH, [REDACTED]
Tel.: 0821-48688-20 / Fax: -66	Datum :	13.09.2018
Glühverlust DIN 18 128 - GL	Probenbezeichnung :	BP 2/4
	Wassergehalt :	nicht ermittelt
	Bearbeiter :	[REDACTED]

Behälter Nr.		1	2	3	
Masse der ungeglühten Probe mit Behälter	$m_d + m_B$	g	91.80		
Masse der geglühten Probe mit Behälter	$m_{gl} + m_B$	g	91.60		
Masse des Behälter	m_B	g	13.80		
Massenverlust $(m_d + m_B) - (m_{gl} + m_B)$	Δm_{gl}	g	0.20	0.00	0.00
Trockenmasse des Bodens vor dem Glühen $(m_d + m_B) - m_B$	m_d	g	78.00	0.00	0.00
Glühverlust $V_{gl} = \frac{\Delta m_{gl}}{m_d}$	V_{gl}		0.003		
Glühverlust: Mittelwert	V_{gl}		0.003		

AMM GmbH	Untersuchungsbericht : B 5965	
Gessertshausener Straße 3	Projekt. :	Fritz-Flinte-Ring
86356 Neusäß	Auftraggeber :	v. Liebermann GmbH, [REDACTED]
Tel.: 0821-48688-20 / Fax: -66	Datum :	13.09.2018
Glühverlust DIN 18 128 - GL	Probenbezeichnung :	BP 4/6
	Wassergehalt :	nicht ermittelt
	Bearbeiter :	[REDACTED]

Behälter Nr.		1	2	3
Masse der ungeglühten Probe mit Behälter	$m_d + m_B$ g	44.20		
Masse der geglühten Probe mit Behälter	$m_{gl} + m_B$ g	25.30		
Masse des Behälter	m_B g	14.20		
Massenverlust $(m_d + m_B) - (m_{gl} + m_B)$	Δm_{gl} g	18.90	0.00	0.00
Trockenmasse des Bodens vor dem Glühen $(m_d + m_B) - m_B$	m_d g	30.00	0.00	0.00
Glühverlust $V_{gl} = \frac{\Delta m_{gl}}{m_d}$	V_{gl}	0.630		
Glühverlust: Mittelwert	V_{gl}	0.630		

AMM GmbH

Gessertshausener Straße 3

86356 Neusäß

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

Kornverteilung

DIN 18 123-7

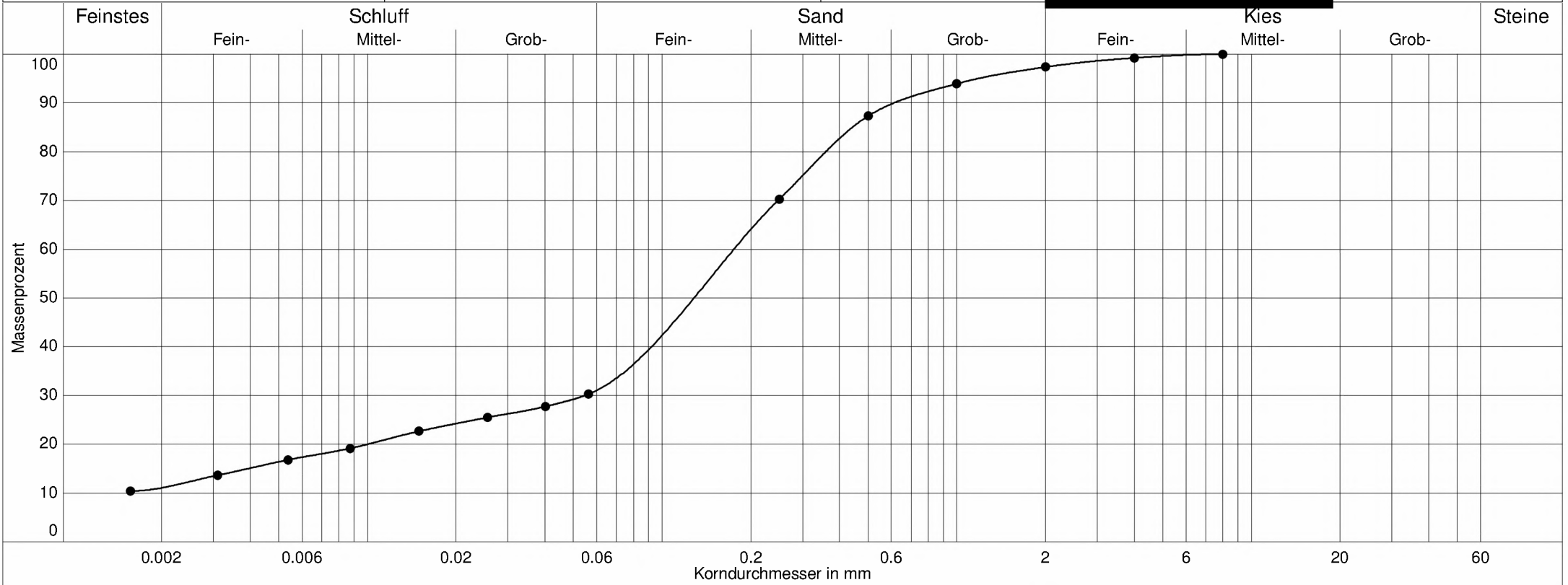
Untersuchungsbericht : B 5965

Projekt : Fritz-Flinte-Ring

Auftraggeber : v. Lieberman GmbH, [REDACTED]

Datum : 13.09.2018

Bearbeiter : [REDACTED]



Labornummer	—●— BP 1/6			
Ungleichförm. U	-			
Krümmungszahl Cc	-			
Bodenart	S,u,t			
Bodengruppe	SU			
d10 / d60	- / 0.175 mm			
Anteil < 0.063 mm	31.7 %			
Kornfrakt. T/U/S/G	11.1/20.7/65.6/2.6 %			
Bodenklasse	4			
kf nach Hazen	-			
kf nach Kaubisch	1.3E-07 m/s			
Wassergehalt	18.0 %			
Glühverlust	-			

KORNVERTEILUNG

BP 1/6

Glühverlust: -

SIEBUNG

Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	26.42	0.0	2.000	0.98	97.4
0.063	0.00	50.5	4.000	0.39	99.3
0.125	10.34	50.5	8.000	0.00	100.0
0.250	8.92	70.3	16.0	0.00	100.0
0.500	3.46	87.3	31.5	0.00	100.0
1.000	1.80	93.9	63.0	0.00	100.0

Gesamtgewicht: 52.31 g

SCHLÄMMUNG

Durchmesser [mm]	Anteil [%]	Durchmesser [mm]	Anteil [%]
0.0016	10.4	0.0256	25.5
0.0031	13.6	0.0401	27.7
0.0054	16.8	0.0562	30.3
0.0087	19.2	0.0788	32.5
0.0149	22.7		

Probengewicht: 25.50 g

AMM GmbH

Gessertshausener Straße 3

86356 Neusäß

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

Kornverteilung

DIN 18 123-7

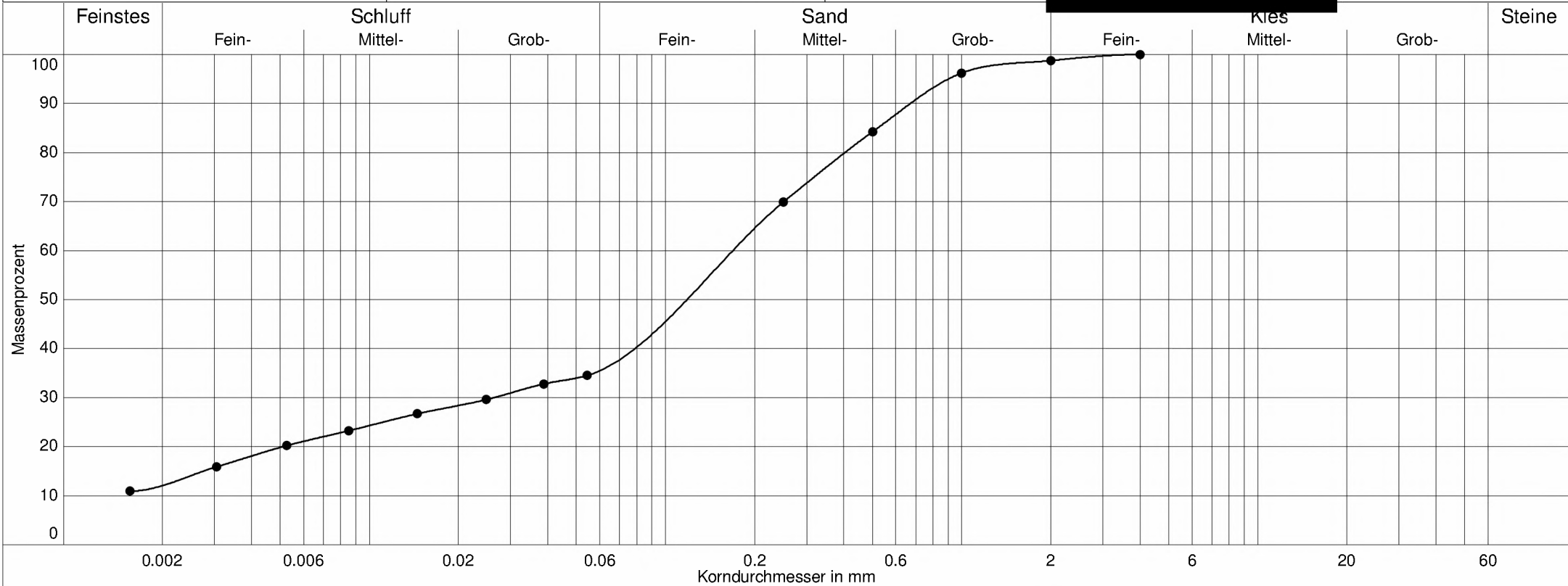
Untersuchungsbericht : B 5965

Projekt : Fritz-Flinte-Ring

Auftraggeber : v. Lieberman GmbH, [REDACTED]

Datum : 13.09.2018

Bearbeiter : [REDACTED]



Labornummer	—●— BP 1/7			
Ungleichförm. U	-			
Krümmungszahl Cc	-			
Bodenart	S,u,t			
Bodengruppe	SU			
d10 / d60	- /0.169 mm			
Anteil < 0.063 mm	36.1 %			
Kornfrakt. T/U/S/G	12.0/24.1/62.7/1.2 %			
Bodenklasse	4			
kf nach Hazen	-			
kf nach Kaubisch	5.4E-08 m/s			
Wassergehalt	11.7 %			
Glühverlust	-			

KORNVERTEILUNG

BP 1/7

Glühverlust: -

SIEBUNG

Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	29.89	0.0	2.000	0.70	98.8
0.063	0.00	53.0	4.000	0.00	100.0
0.125	9.50	53.0	8.000	0.00	100.0
0.250	8.08	69.9	16.0	0.00	100.0
0.500	6.76	84.2	31.5	0.00	100.0
1.000	1.43	96.2	63.0	0.00	100.0

Gesamtgewicht: 56.36 g

SCHLÄMMUNG

Durchmesser [mm]	Anteil [%]	Durchmesser [mm]	Anteil [%]
0.0016	10.9	0.0249	29.6
0.0031	15.9	0.0388	32.8
0.0053	20.2	0.0544	34.5
0.0085	23.2	0.0759	37.4
0.0145	26.7		

Probengewicht: 29.40 g

Kornverteilung

DIN 18 123-5

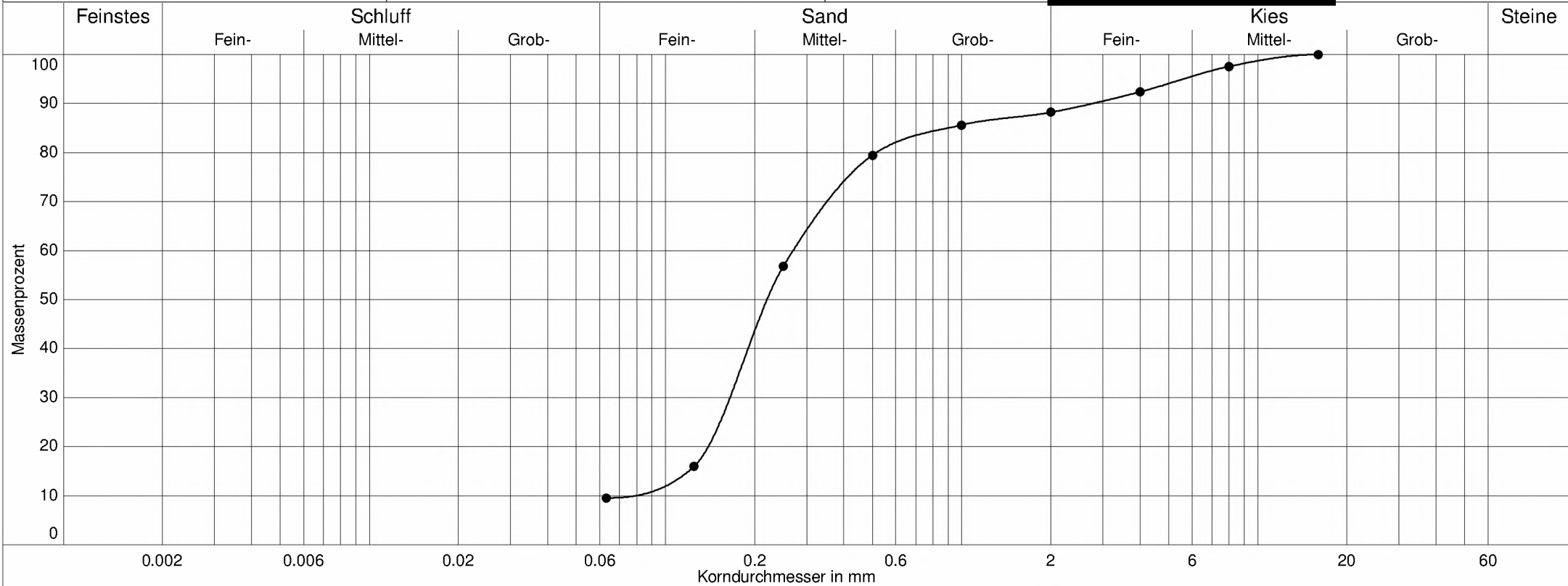
Untersuchungsbericht : B 5965

Projekt : Fritz-Flinte-Ring

Auftraggeber : v. Lieberman GmbH, [REDACTED]

Datum : 13.09.2018

Bearbeiter : [REDACTED]



Labornummer	—●— BP 2/4			
Ungleichförm. U	3.4			
Krümmungszahl Cc	1.3			
Bodenart	S,u',fg'			
Bodengruppe	SU			
d10 / d60	0.079/0.270 mm			
Anteil < 0.063 mm	9.5 %			
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/9.5/78.7/11.8 %			
Bodenklasse	3			
kf nach Hazen	7.3E-05 m/s			
kf nach Kaubisch	- (0.063 <= 10%)			
Wassergehalt	-			
Glühverlust	0,3%			

KORNVERTEILUNG

BP 2/4

Glühverlust: 0,3%

SIEBUNG

Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	9.71	0.0	2.000	4.23	88.2
0.063	6.56	9.5	4.000	5.29	92.4
0.125	41.53	16.0	8.000	2.47	97.6
0.250	23.06	56.8	16.0	0.00	100.0
0.500	6.27	79.5	31.5	0.00	100.0
1.000	2.64	85.6	63.0	0.00	100.0

Gesamtgewicht: 101.76 g

AMM GmbH

Gessertshausener Straße 3

86356 Neusäß

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

Kornverteilung

DIN 18 123-7

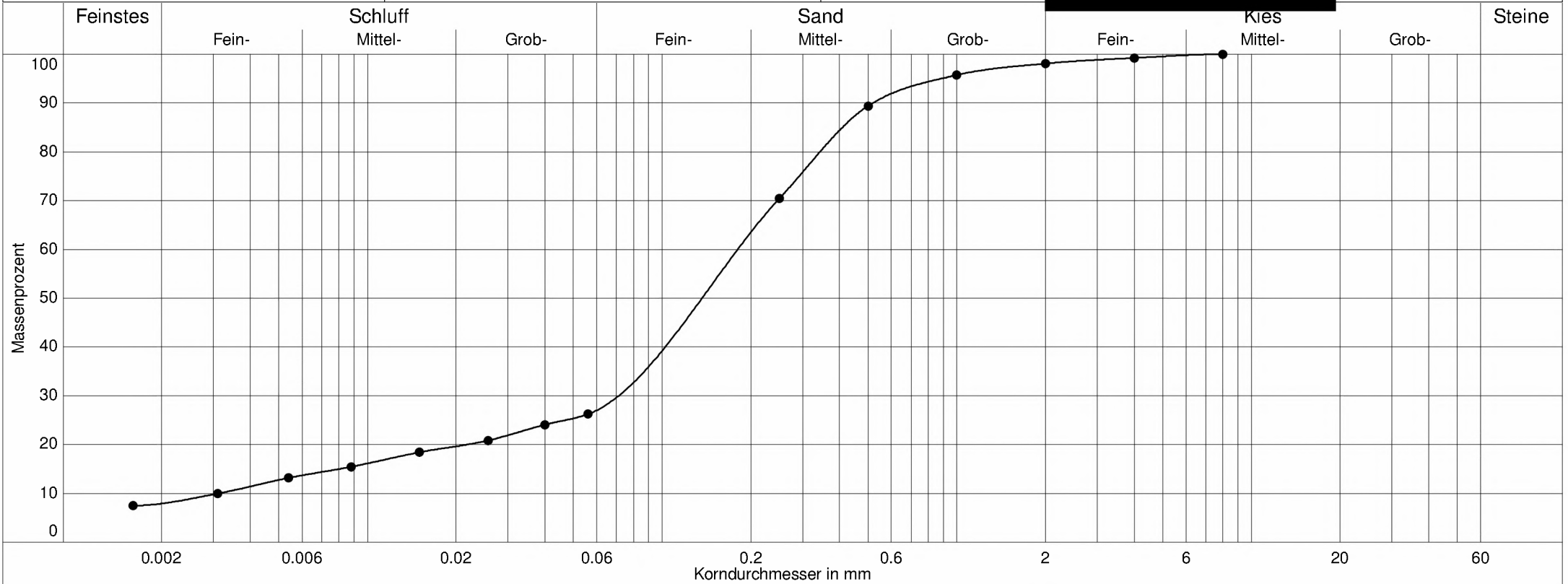
Untersuchungsbericht : B 5965

Projekt : Fritz-Flinte-Ring

Auftraggeber : v. Lieberman GmbH, [REDACTED]

Datum : 13.09.2018

Bearbeiter : [REDACTED]



Labornummer	—●— BP 2/5			
Ungleichförm. U	57.8			
Krümmungszahl Cc	9.0			
Bodenart	S _{u,t} '			
Bodengruppe	SU			
d ₁₀ / d ₆₀	0.003/0.181 mm			
Anteil < 0.063 mm	27.7 %			
Kornfrakt. T/U/S/G	7.9/19.8/70.4/1.9 %			
Bodenklasse	4			
k _f nach Hazen	- (C _u > 5)			
k _f nach Kaubisch	2.9E-07 m/s			
Wassergehalt	15.6 %			
Glühverlust	-			

KORNVERTEILUNG

BP 2/5

Glühverlust: -

SIEBUNG

Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	31.46	0.0	2.000	0.80	98.1
0.063	0.00	45.4	4.000	0.52	99.2
0.125	17.36	45.4	8.000	0.00	100.0
0.250	13.16	70.4	16.0	0.00	100.0
0.500	4.39	89.4	31.5	0.00	100.0
1.000	1.63	95.7	63.0	0.00	100.0

Gesamtgewicht: 69.32 g

SCHLÄMMUNG

Durchmesser [mm]	Anteil [%]	Durchmesser [mm]	Anteil [%]
0.0016	7.5	0.0257	20.9
0.0031	10.0	0.0400	24.1
0.0054	13.2	0.0560	26.2
0.0088	15.5	0.0783	28.7
0.0150	18.4		

Probengewicht: 27.00 g

Kornverteilung

DIN 18 123-5

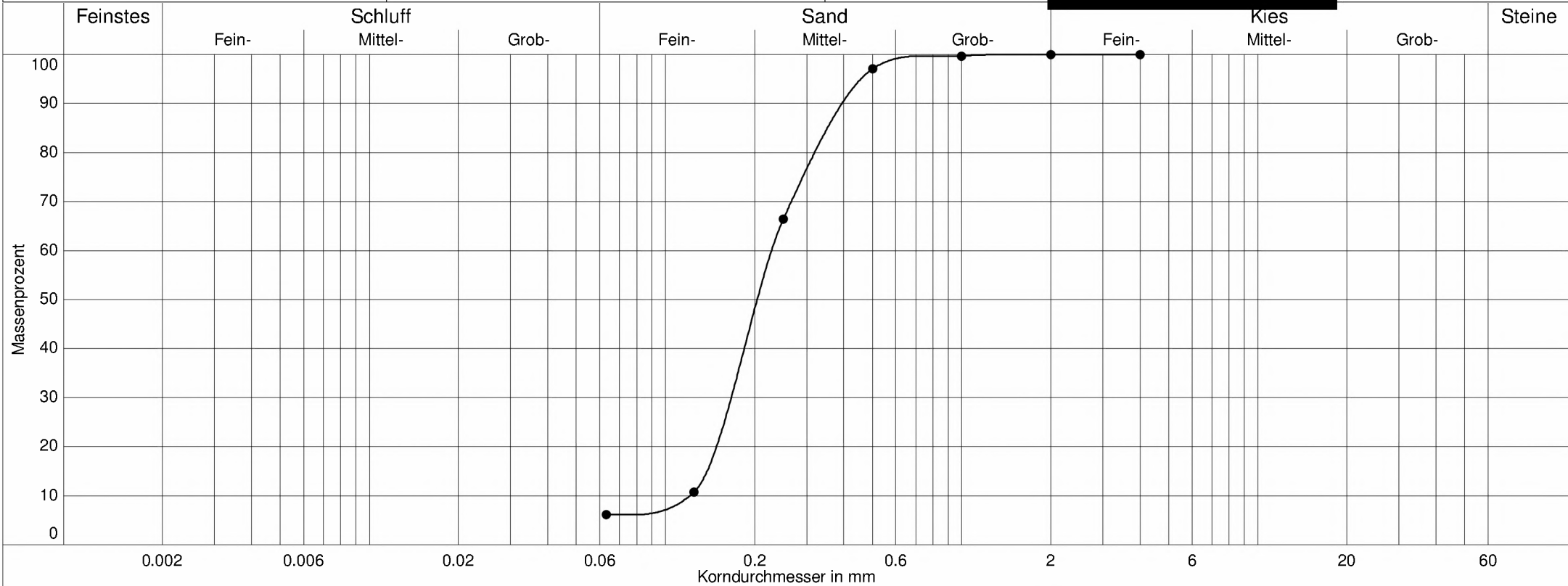
Untersuchungsbericht : B 5965

Projekt : Fritz-Flinte-Ring

Auftraggeber : v. Lieberman GmbH

Datum : 13.09.2018

Bearbeiter :



Labornummer	—●— BP 4/4			
Ungleichförm. U	1.9			
Krümmungszahl Cc	1.0			
Bodenart	mS+fS,u'			
Bodengruppe	SU			
d10 / d60	0.121/0.228 mm			
Anteil < 0.063 mm	6.1 %			
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/6.1/93.8/0.0 %			
Bodenklasse	3			
kf nach Hazen	1.7E-04 m/s			
kf nach Kaubisch	- (0.063 <= 10%)			
Wassergehalt	-			
Glühverlust	-			

KORNVERTEILUNG

BP 4/4

Glühverlust: -

SIEBUNG

Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	11.20	0.0	2.000	0.09	100.0
0.063	8.40	6.1	4.000	0.00	100.0
0.125	101.49	10.7	8.000	0.00	100.0
0.250	55.88	66.4	16.0	0.00	100.0
0.500	4.84	97.0	31.5	0.00	100.0
1.000	0.46	99.7	63.0	0.00	100.0

Gesamtgewicht: 182.36 g

Kornverteilung

DIN 18 123-5

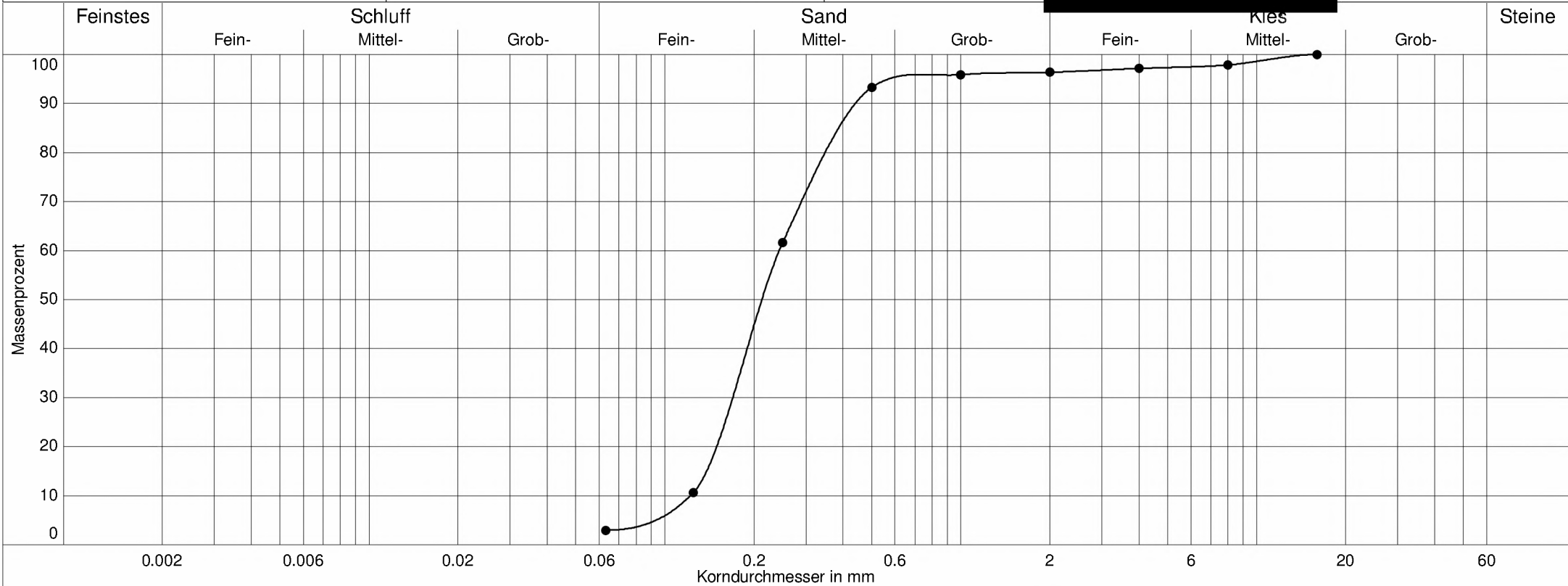
Untersuchungsbericht : B 5965

Projekt : Fritz-Flinte-Ring

Auftraggeber : v. Lieberman GmbH

Datum : 13.09.2018

Bearbeiter :



Labornummer	—●— BP 4/5
Ungleichförm. U	2.0
Krümmungszahl Cc	1.0
Bodenart	mS+fS
Bodengruppe	SE
d10 / d60	0.122/0.243 mm
Anteil < 0.063 mm	3.0 %
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/3.0/93.4/3.6 %
Bodenklasse	3
kf nach Hazen	1.7E-04 m/s
kf nach Kaubisch	- (0.063 <= 10%)
Wassergehalt	-
Glühverlust	-

KORNVERTEILUNG

BP 4/5

Glühverlust: -

SIEBUNG

Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	5.91	0.0	2.000	1.56	96.4
0.063	15.38	3.0	4.000	1.42	97.2
0.125	101.58	10.7	8.000	4.24	97.9
0.250	63.21	61.6	16.0	0.00	100.0
0.500	5.21	93.3	31.5	0.00	100.0
1.000	0.97	95.9	63.0	0.00	100.0

Gesamtgewicht: 199.48 g

AMM GmbH

Gessertshausener Straße 3

86356 Neusäß

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

Kornverteilung

DIN 18 123-7

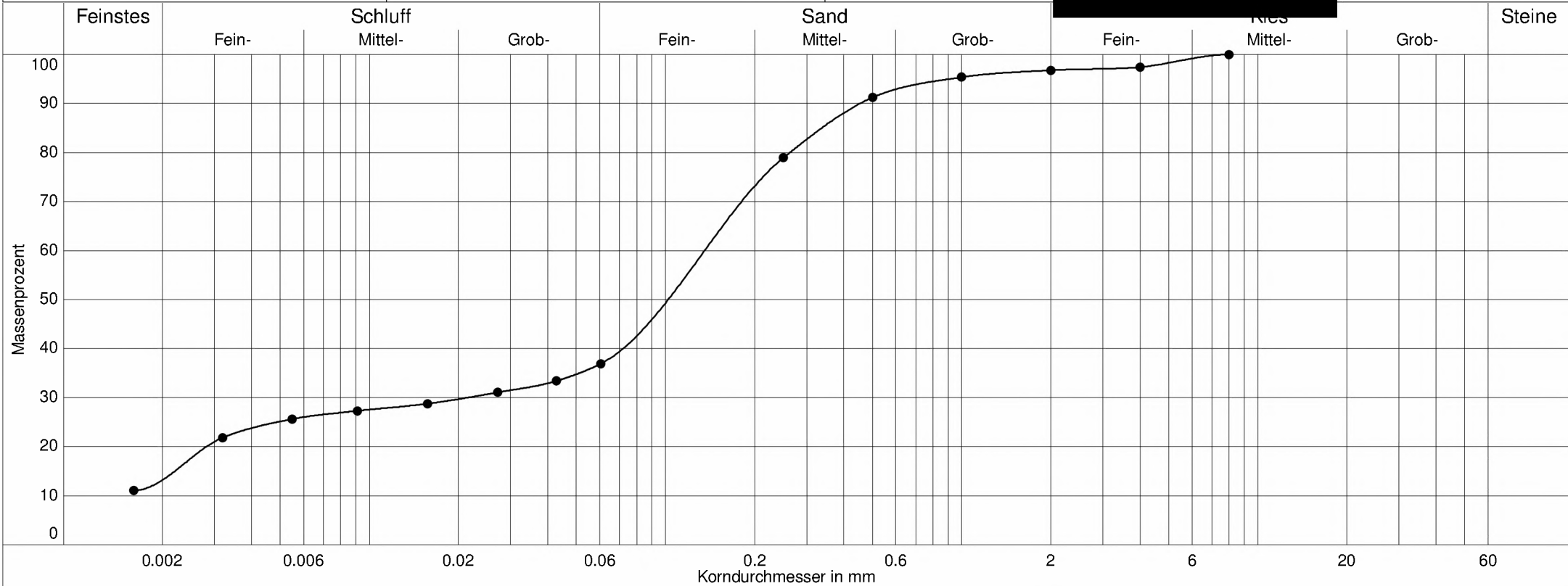
Untersuchungsbericht : B 5965

Projekt : Fritz-Flinte-Ring

Auftraggeber : v. Lieberman GmbH

Datum : 13.09.2018

Bearbeiter :



Labornummer	—●— BP 4/6			
Ungleichförm. U	-			
Krümmungszahl Cc	-			
Bodenart	S,u,t			
Bodengruppe	SU			
d10 / d60	- /0.136 mm			
Anteil < 0.063 mm	37.5 %			
Kornfrakt. T/U/S/G	13.2/24.3/59.3/3.2 %			
Bodenklasse	4			
kf nach Hazen	-			
kf nach Kaubisch	4.1E-08 m/s			
Wassergehalt	-			
Glühverlust	63,0 %			

KORNVERTEILUNG

BP 4/6

Glühverlust: 63,0 %

SIEBUNG

Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	9.18	0.0	2.000	0.09	96.8
0.063	0.00	65.4	4.000	0.36	97.4
0.125	1.90	65.4	8.000	0.00	100.0
0.250	1.73	78.9	16.0	0.00	100.0
0.500	0.58	91.2	31.5	0.00	100.0
1.000	0.20	95.4	63.0	0.00	100.0

Gesamtgewicht: 14.04 g

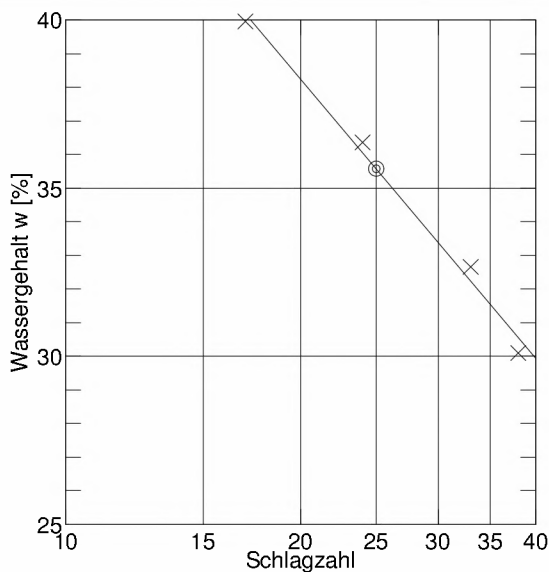
SCHLÄMMUNG

Durchmesser [mm]	Anteil [%]	Durchmesser [mm]	Anteil [%]
0.0016	11.1	0.0272	31.1
0.0032	21.9	0.0429	33.4
0.0055	25.6	0.0605	36.9
0.0091	27.3	0.0853	39.3
0.0157	28.8		

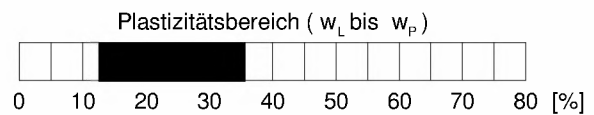
Probengewicht: 9.00 g

AMM GmbH	Untersuchungsbericht: B 5965
Gessertshausener Straße 3	Projekt: Fritz-Flinte-Ring
86356 Neusäß	Auftraggeber: v. Lieberman GmbH, [REDACTED]
Tel.: 0821-48688-20 / Fax: -66	Probenbezeichnung: BP 1/6
Zustandsgrenzen DIN 18 122	Datum: 13.09.2018
	Bearbeiter: [REDACTED]

Behälter-Nr.	Fließgrenze				Ausrollgrenze			
	17	24	33	38				
Zahl der Schläge	17	24	33	38				
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_B$ [g]	6.67	7.30	7.47	6.99	3.60	3.83	3.75	
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_B$ [g]	5.11	5.67	5.93	5.65	3.33	3.53	3.47	
Behälter m_B [g]	1.19	1.19	1.19	1.18	1.18	1.19	1.18	
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]	1.57	1.63	1.55	1.34	0.27	0.29	0.29	
Trockene Probe m_t [g]	3.92	4.48	4.74	4.47	2.15	2.35	2.29	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [%]	40.0	36.4	32.7	30.1	12.6	12.5	12.5	12.5



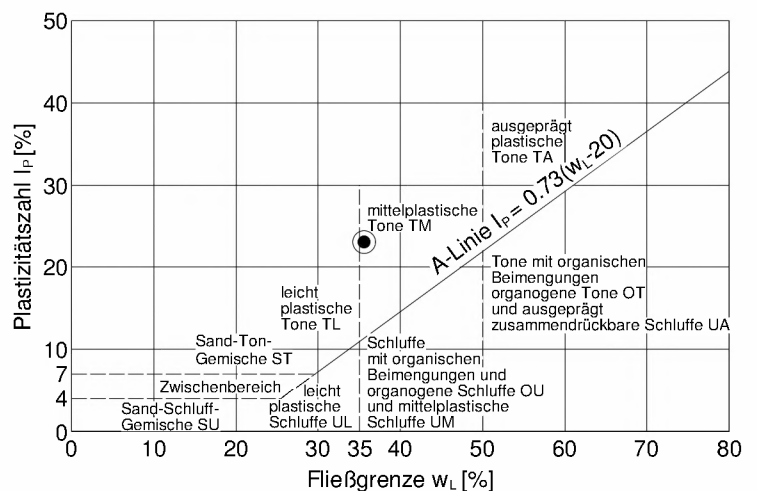
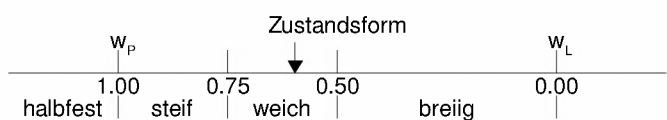
Überkornanteil $\bar{u} = 17.5\%$
 Wassergeh. Überkorn $w_{\bar{u}} =$
 Wassergehalt $w_N = 18.0\%$, $w_{N\bar{u}} = 21.8\%$
 Fließgrenze $w_L = 35.6\%$
 Ausrollgrenze $w_P = 12.5\%$



Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P = 23.1\%$

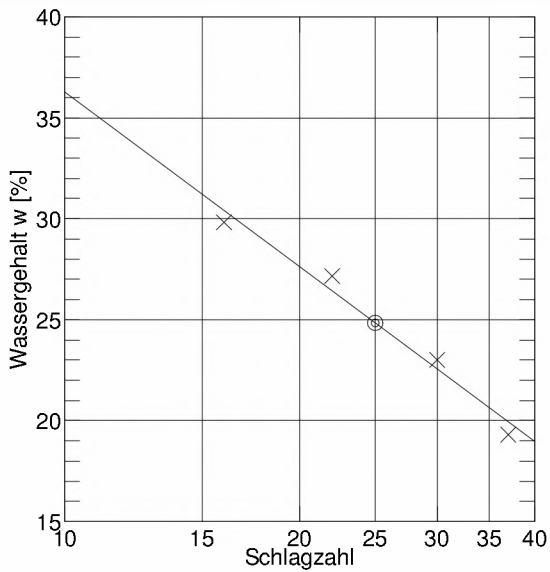
Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_{N\bar{u}} - w_P}{I_P} = 0.403$

Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_{N\bar{u}}}{I_P} = 0.597$

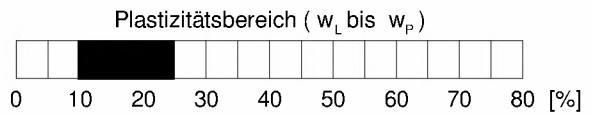


AMM GmbH	Untersuchungsbericht: B 5965
Gessertshausener Straße 3	Projekt: Fritz-Flinte-Ring
86356 Neusäß	Auftraggeber: v. Lieberman GmbH, [REDACTED]
Tel.: 0821-48688-20 / Fax: -66	Probenbezeichnung: BP 1/7
Zustandsgrenzen DIN 18 122	Datum: 13.09.2018
	Bearbeiter: [REDACTED]

Behälter-Nr.	Fließgrenze				Ausrollgrenze			
	16	22	30	37				
Zahl der Schläge	16	22	30	37				
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_B$ [g]	6.65	7.76	7.28	6.12	2.73	3.66	4.08	
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_B$ [g]	5.40	6.35	6.14	5.32	3.39	3.34	3.71	
Behälter m_B [g]	1.19	1.18	1.18	1.17	1.19	1.19	1.18	
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]	1.26	1.41	1.14	0.80	0.00	0.32	0.37	
Trockene Probe m_t [g]	4.21	5.17	4.96	4.14	2.21	2.15	2.54	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [%]	29.8	27.2	23.0	19.3	0.0	15.0	14.5	9.8



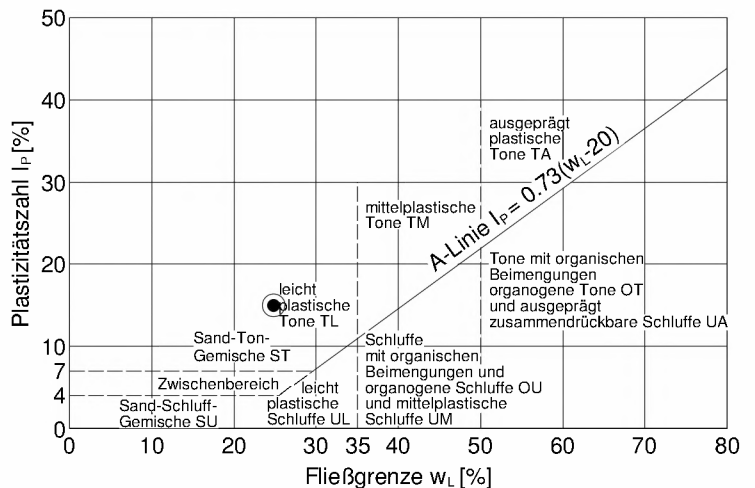
Überkornanteil $\bar{u} = 13.6\%$
 Wassergeh. Überkorn $w_{\bar{u}} =$
 Wassergehalt $w_N = 11.7\%$, $w_{N\bar{u}} = 13.5\%$
 Fließgrenze $w_L = 24.8\%$
 Ausrollgrenze $w_P = 9.8\%$



Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P = 15.0\%$

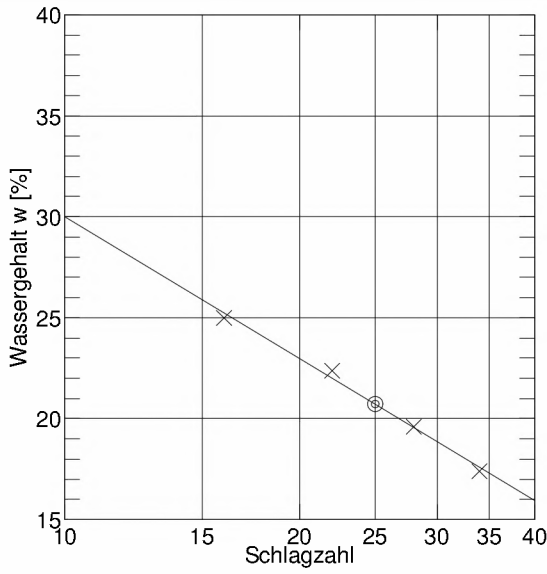
Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_{N\bar{u}} - w_P}{I_P} = 0.247$

Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_{N\bar{u}}}{I_P} = 0.753$

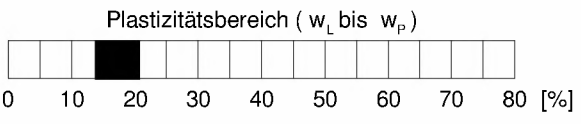


AMM GmbH	Untersuchungsbericht: B 5965
Gessertshausener Straße 3	Projekt: Fritz-Flinte-Ring
86356 Neusäß	Auftraggeber: v. Lieberman GmbH, [REDACTED]
Tel.: 0821-48688-20 / Fax: -66	Probenbezeichnung: BP 2/5
Zustandsgrenzen DIN 18 122	Datum: 13.09.2018
	Bearbeiter: [REDACTED]

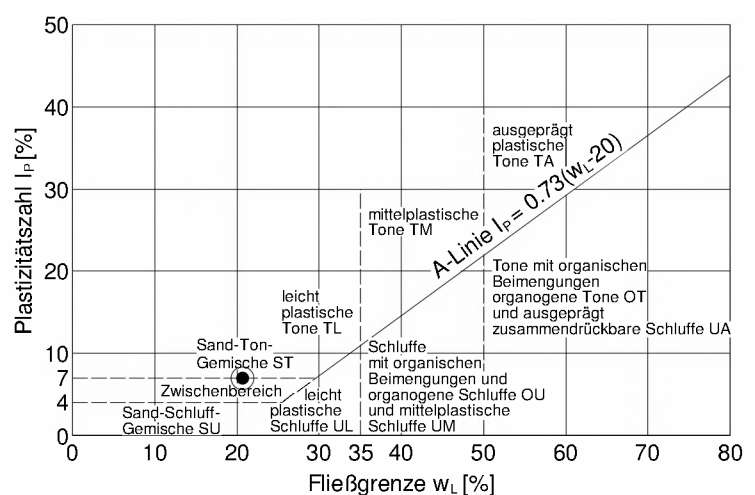
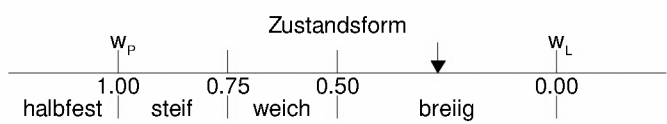
Behälter-Nr.	Fließgrenze				Ausrollgrenze			
	16	22	28	34				
Zahl der Schläge	16	22	28	34				
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_B$ [g]	7.52	7.24	7.73	7.44	3.84	4.31	4.46	
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_B$ [g]	6.25	6.13	6.66	6.51	3.53	3.93	4.07	
Behälter m_B [g]	1.19	1.18	1.18	1.19	1.18	1.18	1.19	
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]	1.27	1.11	1.07	0.93	0.32	0.38	0.39	
Trockene Probe m_t [g]	5.07	4.96	5.47	5.33	2.34	2.74	2.88	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [%]	25.0	22.4	19.6	17.4	13.5	14.0	13.7	13.7



Überkornanteil $\bar{u} = 17.0 \%$
 Wassergeh. Überkorn $w_{\bar{u}} =$
 Wassergehalt $w_N = 15.6 \%$, $w_{N\bar{u}} = 18.8 \%$
 Fließgrenze $w_L = 20.7 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 13.7 \%$



Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P = 7.0 \%$
 Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_{N\bar{u}} - w_P}{I_P} = 0.729$
 Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_{N\bar{u}}}{I_P} = 0.271$

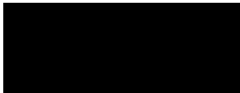


AMM GmbH

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 6336

Auftraggeber: von Lieberman GmbH
Auftragsnummer: 1
Projektleiter: 
Projektnummer: 19011-02
Probenahmedatum: Mai 2019
Probenort: Fritz-Flinte-Ring
Probengefäß: PE-Becher
Zu untersuchende Parameter: Korngrößenverteilung, Zustandsgrenzen
Zeitraum der Prüfung: 12.06. – 19.06.2019

AMM GmbH

Gessertshausener Straße 3

86356 Neusäß

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

Kornverteilung

DIN 18 123-7

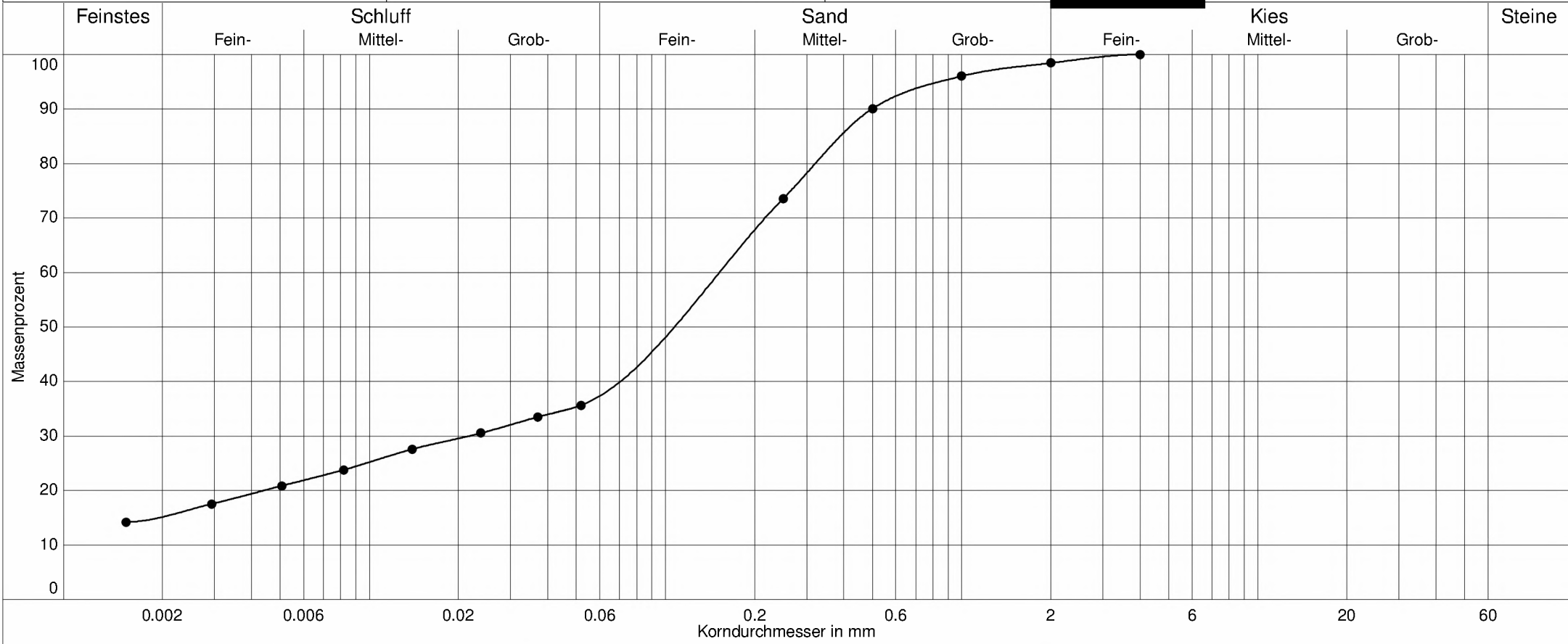
Untersuchungsbericht : B 6336

Projekt : Fritz-Flinte-Ring

Auftraggeber : v. Lieberman GmbH, [REDACTED]

Datum : 19.06.2019

Bearbeiter : [REDACTED]



Labornummer	—●— BP 3/5		
Ungleichförm. U	-		
Krümmungszahl Cc	-		
Bodenart	S,u,t̄		
Bodengruppe	SÜ		
d10 / d60	- /0.152 mm		
Anteil < 0.063 mm	38.1 %		
Kornfrakt. T/U/S/G	15.1/22.9/60.4/1.5 %		
Bodenklasse	4		
kf nach Hazen	-		
kf nach Kaubisch	3.7E-08 m/s		

KORNVERTEILUNG

BP 3/5

SIEBUNG

Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	31.80	0.0	2.000	0.93	98.5
0.063	0.00	53.0	4.000	0.00	100.0
0.125	12.36	53.0	8.000	0.00	100.0
0.250	9.90	73.6	16.0	0.00	100.0
0.500	3.57	90.1	31.5	0.00	100.0
1.000	1.45	96.0	63.0	0.00	100.0

Gesamtgewicht: 60.01 g

SCHLÄMMUNG

Durchmesser [mm]	Anteil [%]	Durchmesser [mm]	Anteil [%]
0.0015	14.2	0.0238	30.5
0.0029	17.5	0.0371	33.5
0.0051	20.9	0.0519	35.7
0.0082	23.8	0.0727	37.6
0.0139	27.6		

Probengewicht: 31.30 g

Kornverteilung

DIN 18 123-7

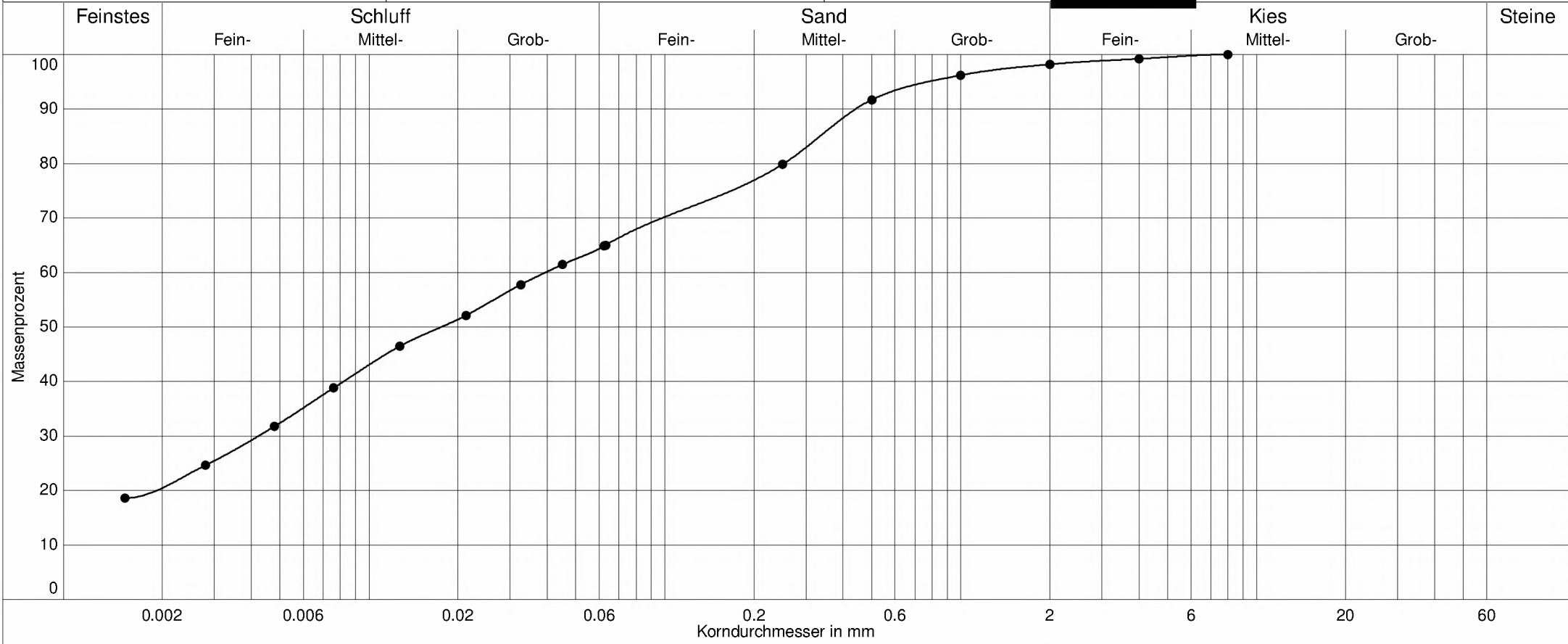
Untersuchungsbericht : B 6336

Projekt : Fritz-Flinte-Ring

Auftraggeber : v. Lieberman GmbH, [REDACTED]

Datum : 19.06.2019

Bearbeiter : [REDACTED]



Labornummer	—●— BP 3/6		
Ungleichförm. U	-		
Krümmungszahl Cc	-		
Bodenart	U,ms,fs'		
Bodengruppe	U		
d10 / d60	- /0.039 mm		
Anteil < 0.063 mm	65.0 %		
Kornfrakt. T/U/S/G	20.4/44.6/33.2/1.8 %		
Bodenklasse	4		
kf nach Hazen	-		
kf nach Kaubisch	- (0.063 >= 60%)		

KORNVERTEILUNG

BP 3/6

SIEBUNG

Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	49.63	0.0	2.000	0.77	98.2
0.063	0.00	65.0	4.000	0.60	99.2
0.125	11.34	65.0	8.000	0.00	100.0
0.250	9.04	79.9	16.0	0.00	100.0
0.500	3.44	91.7	31.5	0.00	100.0
1.000	1.53	96.2	63.0	0.00	100.0

Gesamtgewicht: 76.35 g

SCHLÄMMUNG

Durchmesser [mm]	Anteil [%]	Durchmesser [mm]	Anteil [%]
0.0015	18.6	0.0213	52.1
0.0028	24.6	0.0326	57.8
0.0048	31.8	0.0451	61.5
0.0076	38.8	0.0624	64.9
0.0127	46.5		

Probengewicht: 36.60 g

Kornverteilung

DIN 18 123-5

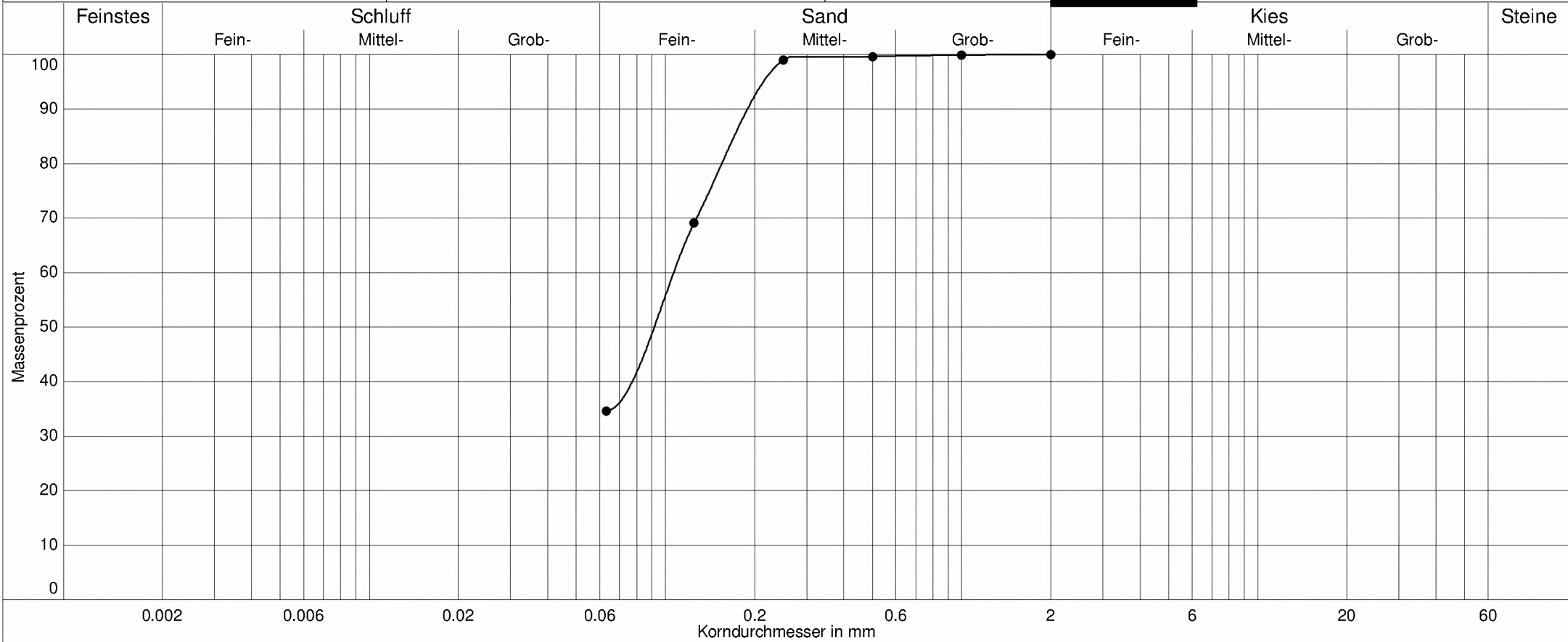
Untersuchungsbericht : B 6336

Projekt : Fritz-Flinte-Ring

Auftraggeber : v. Lieberman GmbH

Datum : 19.06.2019

Bearbeiter :



Labornummer	—●— BP 3/7
Ungleichförm. U	-
Krümmungszahl Cc	-
Bodenart	fS,u,ms'
Bodengruppe	SÜ
d10 / d60	- /0.107 mm
Anteil < 0.063 mm	34.6 %
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/34.6/65.4/0.0 %
Bodenklasse	4
kf nach Hazen	-
kf nach Kaubisch	7.2E-08 m/s

KORNVERTEILUNG

BP 3/7

SIEBUNG

Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	45.22	0.0	2.000	0.00	100.0
0.063	45.03	34.6	4.000	0.00	100.0
0.125	39.02	69.1	8.000	0.00	100.0
0.250	0.90	99.0	16.0	0.00	100.0
0.500	0.34	99.6	31.5	0.00	100.0
1.000	0.12	99.9	63.0	0.00	100.0

Gesamtgewicht: 130.63 g

Kornverteilung

DIN 18 123-7

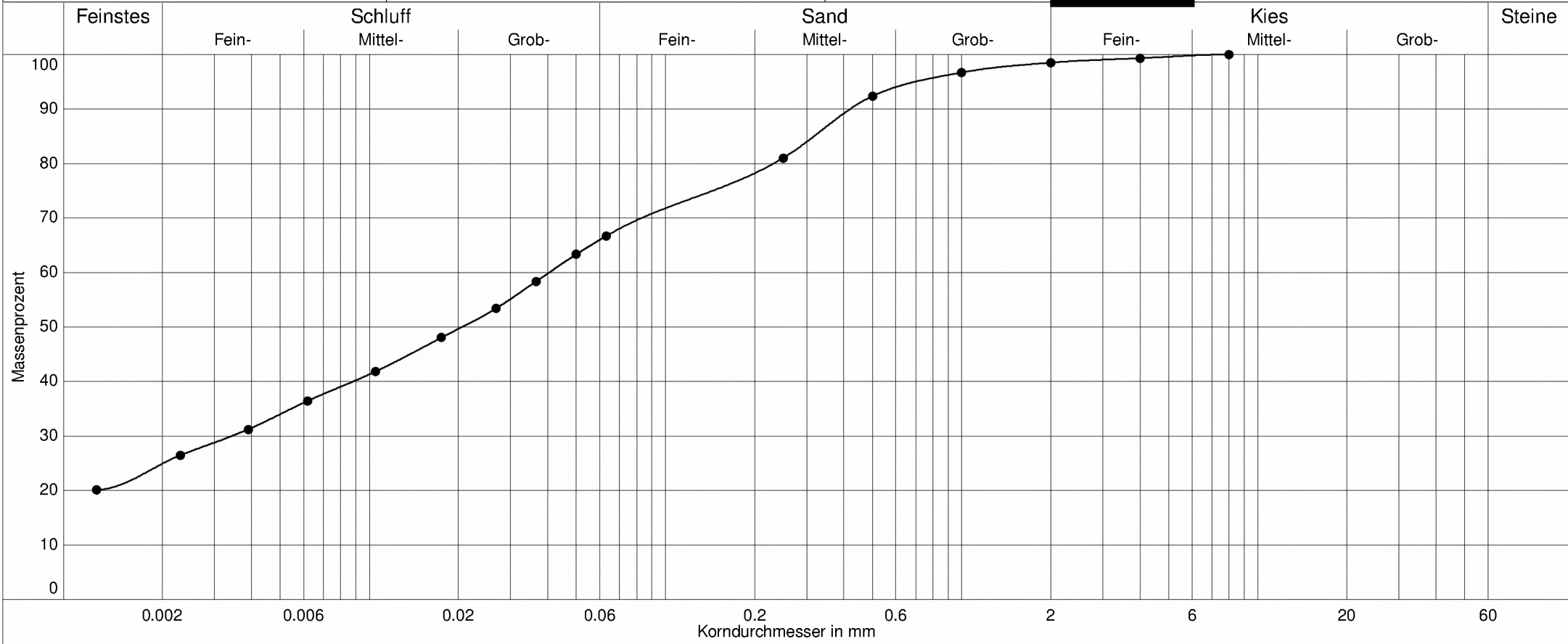
Untersuchungsbericht : B 6336

Projekt : Fritz-Flinte-Ring

Auftraggeber : v. Lieberman GmbH, [REDACTED]

Datum : 19.06.2019

Bearbeiter : [REDACTED]



Labornummer	—●— BP 6/6		
Ungleichförm. U	-		
Krümmungszahl Cc	-		
Bodenart	U,ms,fs'		
Bodengruppe	U		
d10 / d60	- /0.040 mm		
Anteil < 0.063 mm	66.7 %		
Kornfrakt. T/U/S/G	24.9/41.8/31.8/1.5 %		
Bodenklasse	4		
kf nach Hazen	-		
kf nach Kaubisch	- (0.063 >= 60%)		

KORNVERTEILUNG

BP 6/6

SIEBUNG

Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	40.07	0.0	2.000	0.49	98.5
0.063	0.00	66.7	4.000	0.40	99.3
0.125	8.62	66.7	8.000	0.00	100.0
0.250	6.82	81.0	16.0	0.00	100.0
0.500	2.60	92.4	31.5	0.00	100.0
1.000	1.09	96.7	63.0	0.00	100.0

Gesamtgewicht: 60.09 g

SCHLÄMMUNG

Durchmesser [mm]	Anteil [%]	Durchmesser [mm]	Anteil [%]
0.0012	20.2	0.0175	48.0
0.0023	26.5	0.0268	53.4
0.0039	31.2	0.0366	58.4
0.0062	36.5	0.0500	63.3
0.0105	41.8		

Probengewicht: 25.70 g

AMM GmbH

Gessertshausener Straße 3

86356 Neusäß

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

Kornverteilung

DIN 18 123-7

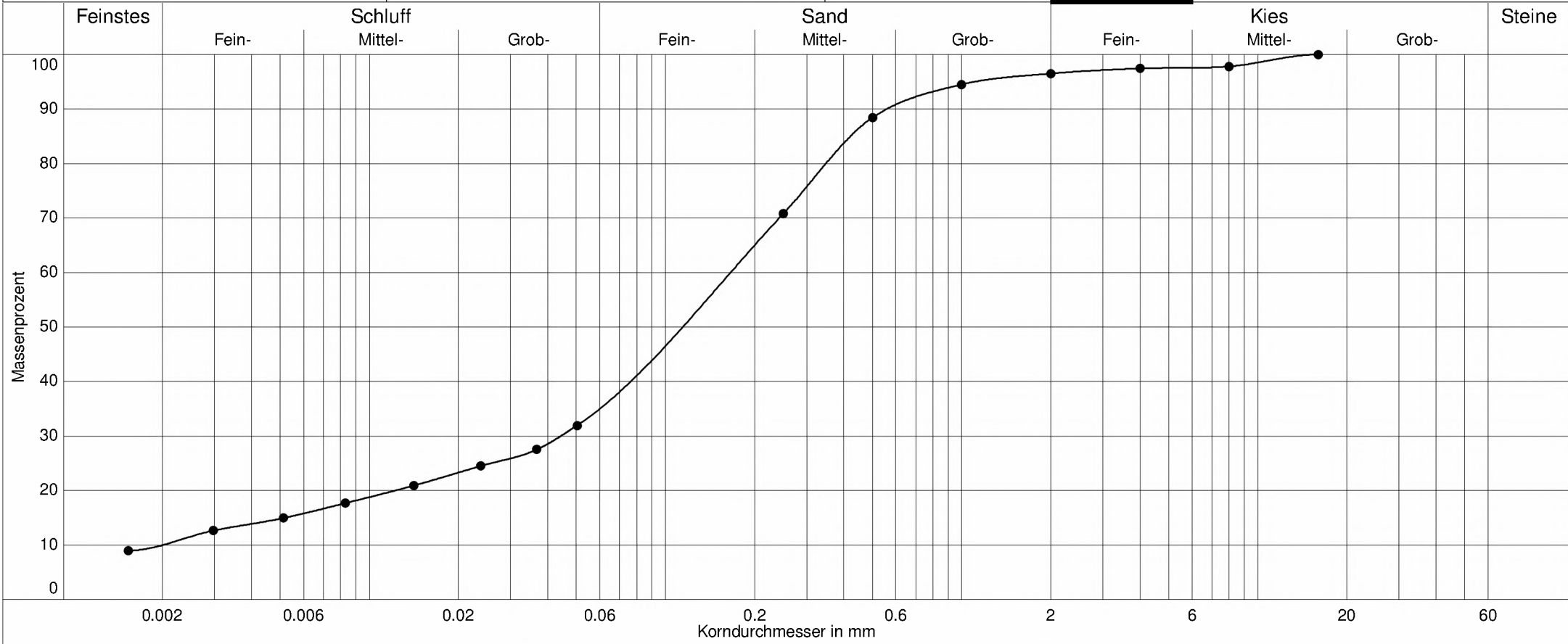
Untersuchungsbericht : B 6336

Projekt : Fritz-Flinte-Ring

Auftraggeber : v. Lieberman GmbH, [REDACTED]

Datum : 19.06.2019

Bearbeiter : [REDACTED]



Labornummer	—●— BP 6/7			
Ungleichförm. U	82.5			
Krümmungszahl Cc	5.9			
Bodenart	S,ū,t'			
Bodengruppe	SŪ			
d10 / d60	0.002/0.166 mm			
Anteil < 0.063 mm	35.9 %			
Kornfrakt. T/U/S/G	10.0/26.0/60.6/3.5 %			
Bodenklasse	4			
kf nach Hazen	- (Cu > 5)			
kf nach Kaubisch	5.5E-08 m/s			

KORNVERTEILUNG

BP 6/7

SIEBUNG

Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	52.10	0.0	2.000	0.99	96.5
0.063	0.00	49.3	4.000	0.39	97.4
0.125	22.77	49.3	8.000	2.31	97.8
0.250	18.65	70.8	16.0	0.00	100.0
0.500	6.40	88.4	31.5	0.00	100.0
1.000	2.13	94.5	63.0	0.00	100.0

Gesamtgewicht: 105.74 g

SCHLÄMMUNG

Durchmesser [mm]	Anteil [%]	Durchmesser [mm]	Anteil [%]
0.0015	9.0	0.0238	24.5
0.0030	12.6	0.0368	27.5
0.0051	14.9	0.0503	31.9
0.0083	17.7	0.0703	33.3
0.0141	20.9		

Probengewicht: 39.40 g

Kornverteilung

DIN 18 123-5

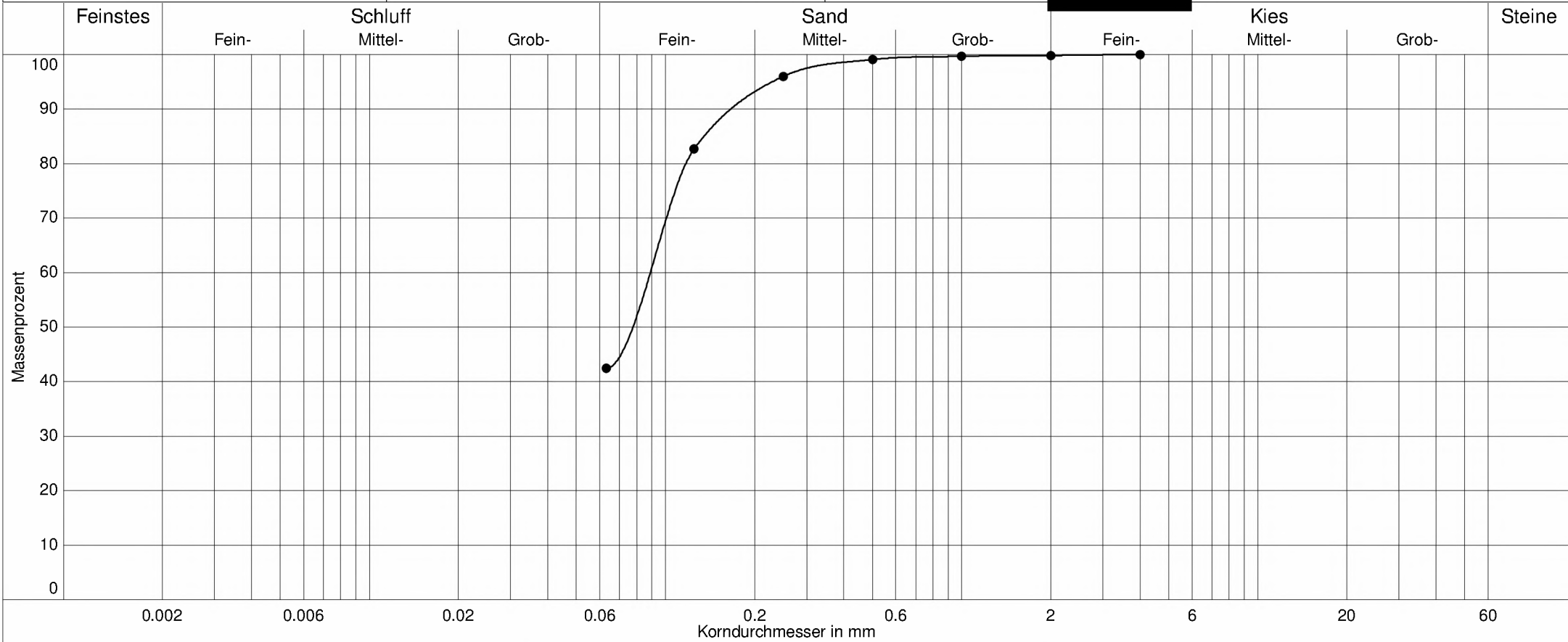
Untersuchungsbericht : B 6336

Projekt : Fritz-Flinte-Ring

Auftraggeber : v. Lieberman GmbH, [REDACTED]

Datum : 19.06.2019

Bearbeiter : [REDACTED]



Labornummer	—●— BP 6/9
Ungleichförm. U	-
Krümmungszahl Cc	-
Bodenart	U+fS,ms'
Bodengruppe	U
d10 / d60	- /0.089 mm
Anteil < 0.063 mm	42.4 %
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/42.4/57.4/0.2 %
Bodenklasse	4
kf nach Hazen	-
kf nach Kaubisch	1.7E-08 m/s

KORNVERTEILUNG

BP 6/9

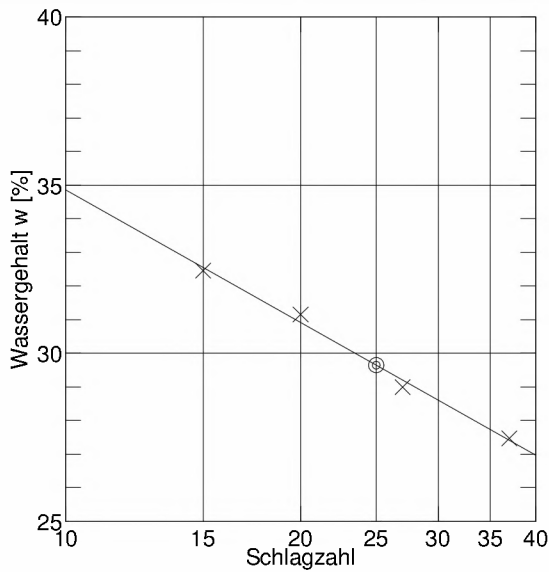
SIEBUNG

Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]	Durchmesser [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [%]
0.000	44.05	0.0	2.000	0.18	99.8
0.063	41.82	42.4	4.000	0.00	100.0
0.125	13.78	82.7	8.000	0.00	100.0
0.250	3.21	96.0	16.0	0.00	100.0
0.500	0.63	99.1	31.5	0.00	100.0
1.000	0.14	99.7	63.0	0.00	100.0

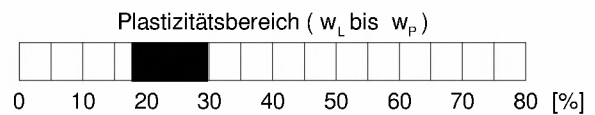
Gesamtgewicht: 103.81 g

AMM GmbH	Untersuchungsbericht: B 6336		
Gessertshausener Straße 3	Projekt:	Fritz-Flinte-Ring	
86356 Neusäß	Auftraggeber:	v. Lieberman GmbH, [REDACTED]	
Tel.:0821-48688-20 / Fax:-66	Bearbeiter:	[REDACTED]	
Zustandsgrenzen DIN 18 122	Datum:	19.06.2019	
	Probenbezeichnung:	BP 3/5	

Behälter-Nr.		Fließgrenze				Ausrollgrenze			
		15	20	27	37				
Zahl der Schläge		15	20	27	37				
Feuchte Probe + Behälter	$m_f + m_B$ [g]	10.34	10.33	11.95	13.05	4.31	5.30	5.04	
Trockene Probe + Behälter	$m_t + m_B$ [g]	8.10	8.16	9.53	10.50	3.85	4.67	4.46	
Behälter	m_B [g]	1.19	1.20	1.19	1.19	1.20	1.19	1.20	
Wasser	$m_f - m_t = m_w$ [g]	2.24	2.17	2.42	2.56	0.47	0.63	0.58	
Trockene Probe	m_t [g]	6.91	6.96	8.34	9.30	2.64	3.48	3.27	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$	[%]	32.5	31.2	29.0	27.5	17.6	18.0	17.7	17.8



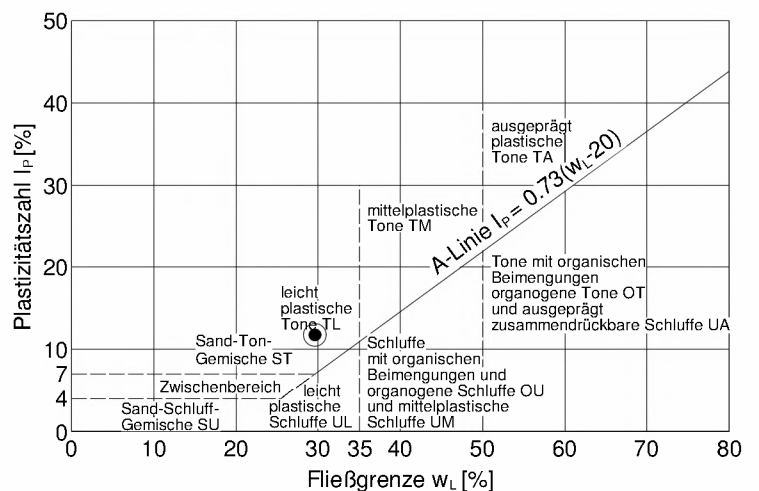
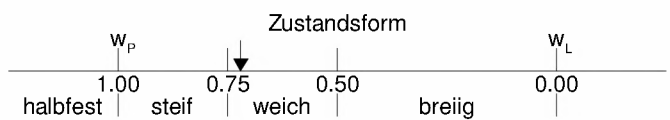
Überkornanteil $\bar{u} = 13.1 \%$
 Wassergeh. Überkorn $w_{\bar{u}} =$
 Wassergehalt $w_N = 18.3 \%$, $w_{N\bar{u}} = 21.1 \%$
 Fließgrenze $w_L = 29.6 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 17.8 \%$



Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P = 11.8 \%$

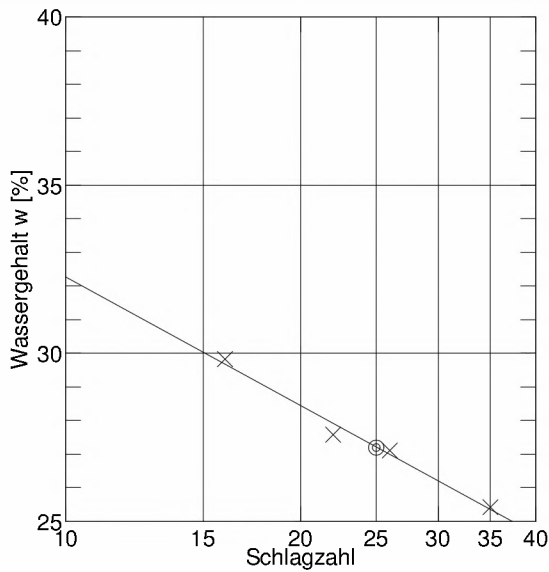
Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_{N\bar{u}} - w_P}{I_P} = 0.280$

Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_{N\bar{u}}}{I_P} = 0.720$

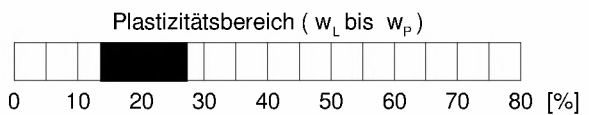


AMM GmbH	Untersuchungsbericht: B 6336		
Gessertshausener Straße 3	Projekt:	Fritz-Flinte-Ring	
86356 Neusäß	Auftraggeber:	v. Lieberman GmbH, [REDACTED]	
Tel.:0821-48688-20 / Fax:-66	Bearbeiter:	[REDACTED]	
Zustandsgrenzen DIN 18 122	Datum:	19.06.2019	
	Probenbezeichnung:	BP 3/6	

Behälter-Nr.	Fließgrenze				Ausrollgrenze			
Zahl der Schläge	16	22	26	35				
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_B$ [g]	9.74	11.40	11.81	12.40	5.64	4.66	4.39	
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_B$ [g]	7.77	9.19	9.54	10.13	5.07	4.26	4.03	
Behälter m_B [g]	1.19	1.18	1.18	1.19	1.18	1.19	1.18	
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]	1.96	2.21	2.27	2.27	0.57	0.41	0.36	
Trockene Probe m_t [g]	6.58	8.01	8.36	8.94	3.89	3.06	2.85	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [%]	29.8	27.6	27.1	25.4	14.6	13.4	12.8	13.6



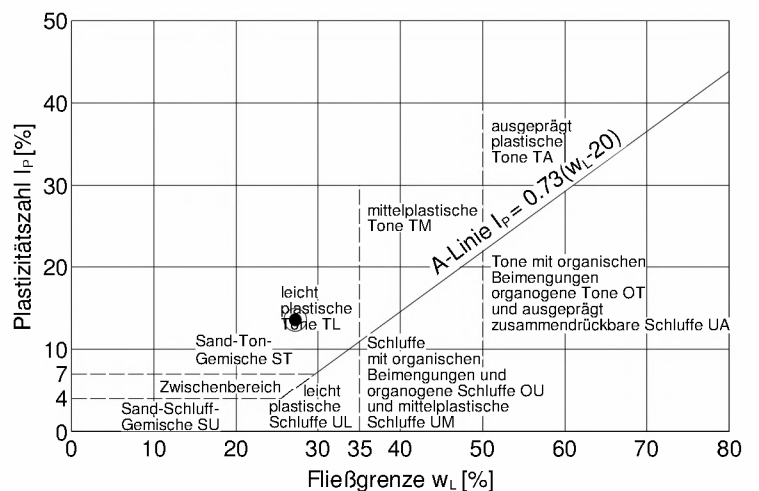
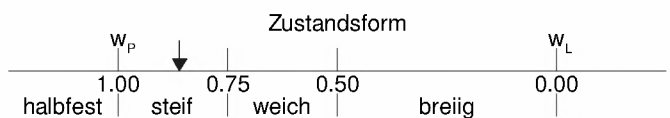
Überkornanteil $\bar{u} = 13.0\%$
 Wassergeh. Überkorn $w_{\bar{u}} =$
 Wassergehalt $w_N = 13.5\%$, $w_{N\bar{u}} = 15.5\%$
 Fließgrenze $w_L = 27.2\%$
 Ausrollgrenze $w_P = 13.6\%$



Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P = 13.6\%$

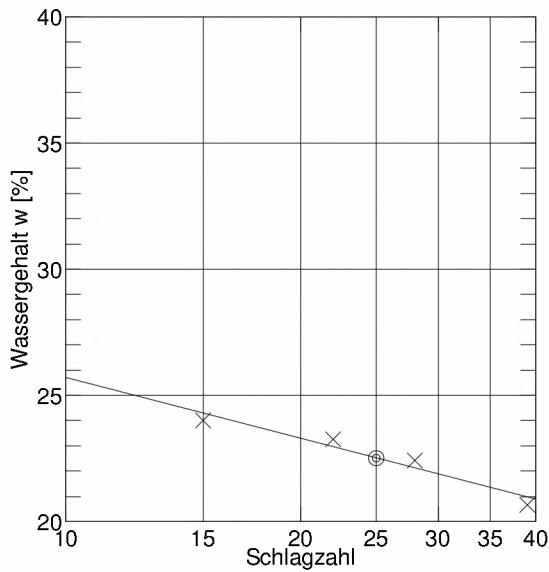
Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_{N\bar{u}} - w_P}{I_P} = 0.140$

Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_{N\bar{u}}}{I_P} = 0.860$

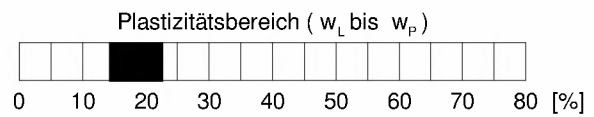


AMM GmbH	Untersuchungsbericht: B 6336		
Gessertshausener Straße 3	Projekt:	Fritz-Flinte-Ring	
86356 Neusäß	Auftraggeber:	v. Lieberman GmbH, [REDACTED]	
Tel.:0821-48688-20 / Fax:-66	Bearbeiter:	[REDACTED]	
Zustandsgrenzen DIN 18 122	Datum:	19.06.2019	
	Probenbezeichnung:	BP 6/6	

		Fließgrenze				Ausrollgrenze			
Behälter-Nr.									
Zahl der Schläge		15	22	28	39				
Feuchte Probe + Behälter	$m_f + m_B$ [g]	13.55	8.59	14.01	9.40	4.65	3.53	4.51	
Trockene Probe + Behälter	$m_t + m_B$ [g]	11.16	7.20	11.66	7.99	4.21	3.23	4.11	
Behälter	m_B [g]	1.18	1.19	1.18	1.19	1.18	1.19	1.18	
Wasser	$m_f - m_t = m_w$ [g]	2.40	1.40	2.35	1.41	0.44	0.30	0.40	
Trockene Probe	m_t [g]	9.98	6.01	10.48	6.81	3.03	2.04	2.93	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$	[%]	24.0	23.3	22.4	20.7	14.6	14.4	13.7	14.3



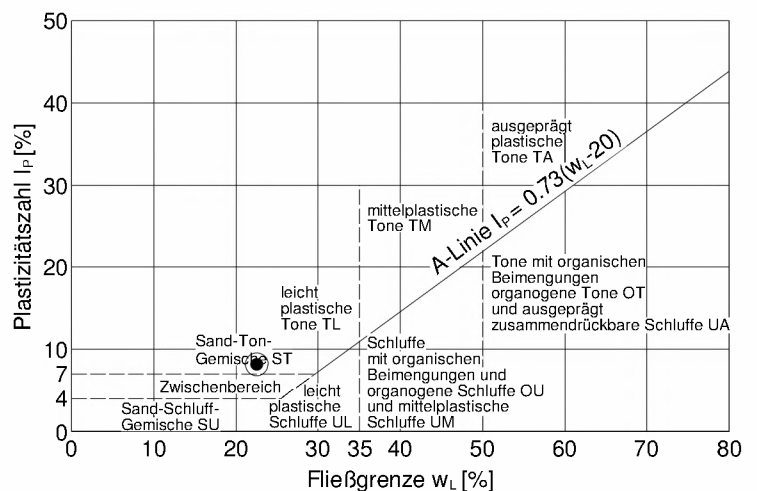
Überkornanteil $\bar{u} = 9.7 \%$
 Wassergeh. Überkorn $w_{\bar{u}} =$
 Wassergehalt $w_N = 15.5 \%$, $w_{N\bar{u}} = 17.2 \%$
 Fließgrenze $w_L = 22.5 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 14.3 \%$



Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P = 8.2 \%$

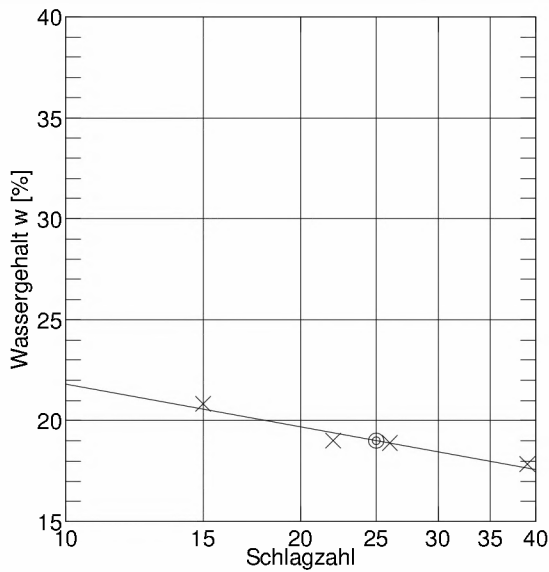
Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_{N\bar{u}} - w_P}{I_P} = 0.354$

Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_{N\bar{u}}}{I_P} = 0.646$

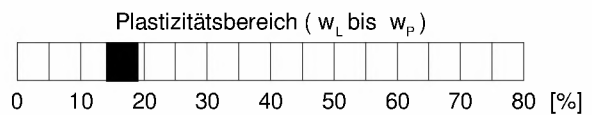


AMM GmbH	Untersuchungsbericht: B 6336		
Gessertshausener Straße 3	Projekt:	Fritz-Flinte-Ring	
86356 Neusäß	Auftraggeber:	v. Lieberman GmbH, [REDACTED]	
Tel.:0821-48688-20 / Fax:-66	Bearbeiter:	[REDACTED]	
Zustandsgrenzen DIN 18 122	Datum:	19.06.2019	
	Probenbezeichnung:	BP 6/7	

		Fließgrenze				Ausrollgrenze			
Behälter-Nr.									
Zahl der Schläge		15	22	26	39				
Feuchte Probe + Behälter	$m_f + m_B$ [g]	11.33	11.77	10.69	13.02	3.61	5.33	5.38	
Trockene Probe + Behälter	$m_t + m_B$ [g]	9.58	10.08	9.18	11.23	3.32	4.81	4.87	
Behälter	m_B [g]	1.18	1.18	1.18	1.17	1.19	1.19	1.19	
Wasser	$m_f - m_t = m_w$ [g]	1.75	1.69	1.51	1.79	0.30	0.52	0.51	
Trockene Probe	m_t [g]	8.40	8.90	7.99	10.05	2.13	3.62	3.68	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$	[%]	20.8	19.0	18.9	17.8	14.0	14.5	13.8	14.1



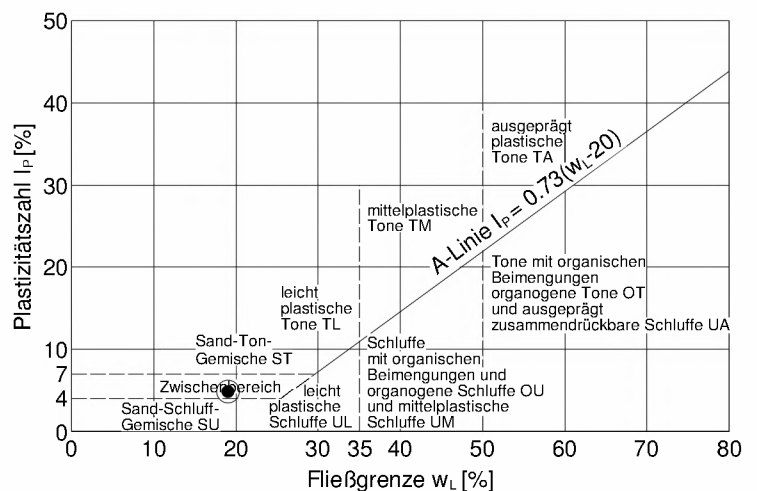
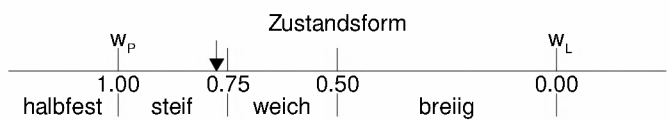
Überkornanteil $\bar{u} = 9.5 \%$
 Wassergeh. Überkorn $w_{\bar{u}} =$
 Wassergehalt $w_N = 13.8 \%$, $w_{N\bar{u}} = 15.2 \%$
 Fließgrenze $w_L = 19.0 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 14.1 \%$



Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P = 4.9 \%$

Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_{N\bar{u}} - w_P}{I_P} = 0.224$

Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_{N\bar{u}}}{I_P} = 0.776$



Anlage 5

***Prüfbericht-Nr.2018P516650/1, 2018P516651/1, 2019P514377/1 und 2019P514378/1 der
GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH***

[15 Seiten]

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

Ingenieurgesellschaft von Lieberman
Bauen und Umwelt

Ruhrstr. 57

22761 Hamburg



Prüfbericht-Nr.: 2018P516650 / 1

Auftraggeber	Ingenieurgesellschaft von Lieberman Bauen und Umwelt
Eingangsdatum	28.08.2018
Projekt	Fritz-Flinte-Ring
Material	Boden
Kennzeichnung	MP 1
Auftrag	15436-40
Verpackung	Schraubdeckelglas
Probenmenge	ca. 400 g
Auftragsnummer	18510843
Probenahme	durch den Auftraggeber
Probentransport	GBA
Labor	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Prüfbeginn / -ende	28.08.2018 - 10.09.2018
Methoden	siehe letzte Seite
Unteraufträge	
Bemerkung	
Probenaufbewahrung	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben bis zwei Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt.

Pinneberg, 10.09.2018



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.: 2018P516650 / 1

Prüfbericht-Nr.: 2018P516650 / 1

Fritz-Flinte-Ring

Auftrag		18510843
Probe-Nr.		001
Material		Boden
Probenbezeichnung		MP 1
Probemenge		ca. 400 g
Probeneingang		28.08.2018
Analysenergebnisse	Einheit	
Siebfraktion < 2 mm	Masse-%	51,9
Siebfraktion > 2 mm	Masse-%	48,1
Anteil Fremdmaterial	Masse-%	
Trockenrückstand	Masse-%	94,4
Aufschluss mit Königswasser		
Arsen	mg/kg TM	5,5
Blei	mg/kg TM	34
Cadmium	mg/kg TM	0,21
Chrom ges.	mg/kg TM	512
Nickel	mg/kg TM	14
Quecksilber	mg/kg TM	<0,10
Cyanid ges.	mg/kg TM	<1,0
Organochlorpestizide		
Hexachlorbenzol	mg/kg TM	<0,050
α-HCH	mg/kg TM	<0,010
β-HCH	mg/kg TM	<0,010
γ-HCH	mg/kg TM	<0,010
δ-HCH	mg/kg TM	<0,010
Aldrin	mg/kg TM	<0,0100
o,p-DDE	mg/kg TM	<0,0100
p,p-DDE	mg/kg TM	<0,0100
o,p-DDD	mg/kg TM	<0,0100
p,p-DDD	mg/kg TM	<0,0100
o,p-DDT	mg/kg TM	<0,0100
p,p-DDT	mg/kg TM	<0,0100
Summe PAK (EPA)	mg/kg TM	1,44
Naphthalin	mg/kg TM	<0,050
Acenaphthylen	mg/kg TM	<0,050
Acenaphthen	mg/kg TM	<0,050
Fluoren	mg/kg TM	<0,050
Phenanthren	mg/kg TM	0,14
Anthracen	mg/kg TM	<0,050
Fluoranthren	mg/kg TM	0,23
Pyren	mg/kg TM	0,17
Benz(a)anthracen	mg/kg TM	0,13
Chrysen	mg/kg TM	0,15
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TM	0,12
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TM	0,093
Benzo(a)pyren	mg/kg TM	0,11
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TM	0,16
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TM	<0,050
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg TM	0,14

Prüfbericht-Nr.: 2018P516650 / 1

Fritz-Flinte-Ring

Auftrag		18510843
Probe-Nr.		001
Material		Boden
Probenbezeichnung		MP 1
Probemenge		ca. 400 g
Probeneingang		28.08.2018
Pentachlorphenol	mg/kg TM	<0,50
PCB Summe 6 Kongenere	mg/kg TM	n.n.
PCB 28	mg/kg TM	<0,0030
PCB 52	mg/kg TM	<0,0030
PCB 101	mg/kg TM	<0,0030
PCB 153	mg/kg TM	<0,0030
PCB 138	mg/kg TM	<0,0030
PCB 180	mg/kg TM	<0,0030

Prüfbericht-Nr.: 2018P516650 / 1
Fritz-Flinte-Ring
Angewandte Verfahren und Bestimmungsgrenzen (BG)

Parameter	BG	Einheit	Methode
Siebfraktion < 2 mm	0,10	Masse-%	DIN 18123: 2011-04 ^a 5
Siebfraktion > 2 mm	0,10	Masse-%	DIN 18123: 2011-04 ^a 5
Anteil Fremdmaterial		Masse-%	an BBodSchG: 2017-09 ^a 5
Trockenrückstand	0,40	Masse-%	DIN ISO 11465: 1996-12 ^a 5
Aufschluss mit Königswasser			DIN EN 13657: 2003-01 ^a 5
Arsen	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Blei	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Cadmium	0,10	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Chrom ges.	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Nickel	1,0	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Quecksilber	0,10	mg/kg TM	DIN EN 16171: 2017-01 ^a 5
Cyanid ges.	1,0	mg/kg TM	DIN ISO 17380: 2013-10 ^a 5
Organochlorpestizide			
Hexachlorbenzol	0,050	mg/kg TM	DIN EN ISO 6468 (F1): 1997-02 ^a 5
α-HCH	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
β-HCH	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
γ-HCH	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
δ-HCH	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
Aldrin	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
o,p-DDE	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
p,p-DDE	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
o,p-DDD	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
p,p-DDD	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
o,p-DDT	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
p,p-DDT	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
Summe PAK (EPA)		mg/kg TM	berechnet 5
Naphthalin	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Acenaphthylen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Acenaphthen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Fluoren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Phenanthren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Anthracen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Fluoranthen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Pyren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Benz(a)anthracen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Chrysen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Benzo(b)fluoranthren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Benzo(k)fluoranthren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Benzo(a)pyren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Dibenz(ah)anthracen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Benzo(g,h,i)perylen	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 5
Pentachlorphenol	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 14154: 2005-12 ^a 5
PCB Summe 6 Kongenere		mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
PCB 28	0,0030	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
PCB 52	0,0030	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
PCB 101	0,0030	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
PCB 153	0,0030	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
PCB 138	0,0030	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5
PCB 180	0,0030	mg/kg TM	DIN ISO 10382: 2003-05 ^a 5

Prüfbericht-Nr.: 2018P516650 / 1

Fritz-Flinte-Ring

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

Untersuchungslabor: GBA Pinneberg

Beurteilung des Wirkungspfades Boden-Mensch (BBodSchV)

Projektname: Fritz-Flinte-Ring

Projektnummer: 15436-40

Probenummer: MP 1



Labornummer: 001

Bodenart: Sand

Datum: 10.09.2018

Bewertung gemäß der Prüfwerte für: Kinderspielplatz

Parameter	Einheit	Ergebnis
Trockenrückstand	Masse-%	94,4
Anteil Fremdmaterial	Masse-%	0

Parameter	Einheit	Messwert	Prüfwert	Vorsorgewert
Aufschluss mit Königswasser				
Arsen	mg/kg TM	5,5	25	---
Blei	mg/kg TM	34	200	40
Cadmium	mg/kg TM	0,21	10	0,4
Chrom	mg/kg TM	512	200	30
Nickel	mg/kg TM	14	70	15
Quecksilber	mg/kg TM	0,1	10	0,1
Cyanide, gesamt	mg/kg TM	1	50	---

Parameter	Einheit	Messwert	Prüfwert	Vorsorgewert
Organochlorpestizide				
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	0,11	2	0,3
Pentachlorphenol	mg/kg TM	0,5	50	---
PCB Summe 6 Kongenere	mg/kg TM	0	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 BBoSchV §4 sind Detailuntersuchungen durchzuführen und ggf. Maßnahmen nach BBodSchG §2, Abs. 7 und 8 notwendig.

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

Ingenieurgesellschaft von Lieberman
Bauen und Umwelt

Ruhrstr. 57

22761 Hamburg



Prüfbericht-Nr.: 2018P516651 / 1

Auftraggeber	Ingenieurgesellschaft von Lieberman Bauen und Umwelt
Eingangsdatum	28.08.2018
Projekt	Fritz-Flinte-Ring
Material	Boden
Kennzeichnung	siehe Tabelle
Auftrag	15436-40
Verpackung	Schraubdeckelglas
Probenmenge	ca. 400 g
Auftragsnummer	18510843
Probenahme	durch den Auftraggeber
Probentransport	GBA
Labor	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Prüfbeginn / -ende	28.08.2018 - 10.09.2018
Methoden	siehe letzte Seite
Unteraufträge	
Bemerkung	
Probenaufbewahrung	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben bis zwei Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt.

Pinneberg, 10.09.2018



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.: 2018P516651 / 1

Prüfbericht-Nr.: 2018P516651 / 1

Fritz-Flinte-Ring

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

Auftrag		18510843	18510843
Probe-Nr.		002	003
Material		Boden	Boden
Probenbezeichnung		MP 2	MP 3
Probemenge		ca. 400 g	ca. 400 g
Probeneingang		28.08.2018	28.08.2018
Analysenergebnisse	Einheit		
Trockenrückstand	Masse-%	87,4 ---	87,5 ---
EOX	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Kohlenwasserstoffe	mg/kg TM	<100 Z0	<100 Z0
mobiler Anteil bis C22	mg/kg TM	<50 Z0	<50 Z0
Cyanid ges.	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Summe BTEX	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Summe LHKW	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Summe PAK (EPA)	mg/kg TM	3,86 Z2(Z1)	7,69 Z2(Z1)
Benzo(a)pyren	mg/kg TM	0,30 Z0	0,50 Z1
PCB Summe 6 Kongenere	mg/kg TM	0,00300 Z0	n.n. Z0
Aufschluss mit Königswasser		---	---
Arsen	mg/kg TM	3,5 Z0	3,0 Z0
Blei	mg/kg TM	528 Z2	19 Z0
Cadmium	mg/kg TM	0,15 Z0	0,12 Z0
Chrom ges.	mg/kg TM	19 Z0	12 Z0
Kupfer	mg/kg TM	38 Z0	18 Z0
Nickel	mg/kg TM	18 Z0	8,4 Z0
Quecksilber	mg/kg TM	<0,10 Z0	<0,10 Z0
Thallium	mg/kg TM	<0,30 Z0	<0,30 Z0
Zink	mg/kg TM	67 Z0	33 Z0
TOC	Masse-% TM	0,23 Z0	0,34 Z0
Eluat			
pH-Wert		7,8 Z0	8,1 Z0
Leitfähigkeit	µS/cm	128 Z0	98 Z0
Chlorid	mg/L	<0,60 Z0	<0,60 Z0
Sulfat	mg/L	21 Z1.2	15 Z0
Cyanid ges.	µg/L	<5,0 Z0	<5,0 Z0
Phenolindex	µg/L	<5,0 Z0	<5,0 Z0
Arsen	µg/L	2,0 Z0	1,6 Z0
Blei	µg/L	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Cadmium	µg/L	<0,30 Z0	<0,30 Z0
Chrom ges.	µg/L	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Kupfer	µg/L	4,9 Z0	<1,0 Z0
Nickel	µg/L	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Quecksilber	µg/L	<0,20 Z0	<0,20 Z0
Zink	µg/L	<10 Z0	<10 Z0

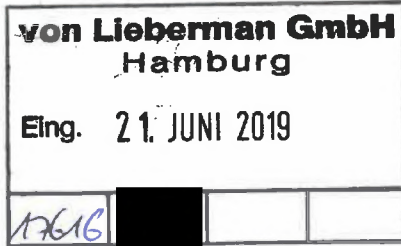
() = Zuordnungswert in Klammern gilt nur in besonderen Fällen (siehe LAGA TR Boden)

Prüfbericht-Nr.: 2018P516651 / 1
Fritz-Flinte-Ring
Angewandte Verfahren und Bestimmungsgrenzen (BG)

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

Die mit ^a gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen können matrixbedingt variieren.

Untersuchungslabor: 5GBA Pinneberg



GBA Gesellschaft für Bioanalytik · Flensburger Straße 15 · 2542

 Ingenieurgesellschaft von Lieberman
 Bauen und Umwelt

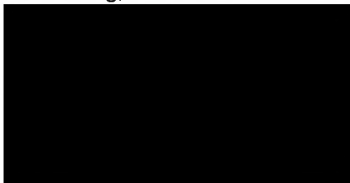

Ruhrstr. 57

22761 Hamburg

Prüfbericht-Nr.: 2019P514377 / 1

Auftraggeber	Ingenieurgesellschaft von Lieberman Bauen und Umwelt
Eingangsdatum	28.05.2019
Projekt	BV Fritz-Flinte-Ring
Material	Boden
Kennzeichnung	MP 5
Auftrag	19011-02
Verpackung	Schraubdeckelglas
Probenmenge	ca. 500 - 600 g
Auftragsnummer	19508454
Probenahme	durch den Auftraggeber
Probentransport	GBA
Labor	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Prüfbeginn / -ende	28.05.2019 - 21.06.2019
Methoden	siehe letzte Seite
Unteraufträge	
Bemerkung	
Probenaufbewahrung	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben bis zwei Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt.

Pinneberg, 21.06.2019



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.: 2019P514377 / 1

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

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

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

 Geschäftsführer:
 Steffen Walter, Mark Piekereit
 Ralf Murzen, Kai Plinke
 Dr. Roland Bernerth
 Dr. Elisabeth Lackner
 Torben Giese


Prüfbericht-Nr.: 2019P514377 / 1

BV Fritz-Flinte-Ring

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

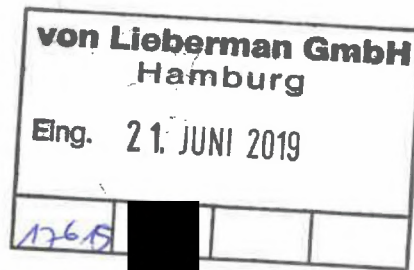
Auftrag		19508454	
Probe-Nr.		001	
Material		Boden	
Probenbezeichnung		MP 5	
Probemenge		ca. 500 - 600 g	
Probeneingang		28.05.2019	
Analysenergebnisse	Einheit		
Trockenrückstand	Masse-%	90,4	---
EOX	mg/kg TM	<1,0	Z0
Kohlenwasserstoffe	mg/kg TM	<100	Z0
mobiler Anteil bis C22	mg/kg TM	<50	Z0
Cyanid ges.	mg/kg TM	<1,0	Z0
Summe BTEX	mg/kg TM	<1,0	Z0
Summe LHKW	mg/kg TM	<1,0	Z0
Summe PAK (EPA)	mg/kg TM	0,0580	Z0
Benzo(a)pyren	mg/kg TM	<0,050	Z0
PCB Summe 6 Kongenere	mg/kg TM	n.n.	Z0
Aufschluss mit Königswasser			---
Arsen	mg/kg TM	5,0	Z0
Blei	mg/kg TM	18	Z0
Cadmium	mg/kg TM	0,15	Z0
Chrom ges.	mg/kg TM	41	Z1
Kupfer	mg/kg TM	18	Z0
Nickel	mg/kg TM	12	Z0
Quecksilber	mg/kg TM	<0,10	Z0
Thallium	mg/kg TM	<0,30	Z0
Zink	mg/kg TM	76	Z1
TOC	Masse-% TM	0,25	Z0
Eluat			
pH-Wert		8,9	Z0
Leitfähigkeit	µS/cm	53	Z0
Chlorid	mg/L	<0,60	Z0
Sulfat	mg/L	3,8	Z0
Cyanid ges.	µg/L	<5,0	Z0
Phenolindex	µg/L	<5,0	Z0
Arsen	µg/L	5,2	Z0
Blei	µg/L	<1,0	Z0
Cadmium	µg/L	<0,30	Z0
Chrom ges.	µg/L	<1,0	Z0
Kupfer	µg/L	1,7	Z0
Nickel	µg/L	<1,0	Z0
Quecksilber	µg/L	<0,20	Z0
Zink	µg/L	<10	Z0

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

Prüfbericht-Nr.: 2019P514377 / 1
BV Fritz-Flinte-Ring
Angewandte Verfahren und Bestimmungsgrenzen (BG)

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

Die mit ^a 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.: 2019P514378 / 1

Auftraggeber	Ingenieurgesellschaft von Lieberman Bauen und Umwelt
Eingangsdatum	28.05.2019
Projekt	BV Fritz-Flinte-Ring
Material	Boden
Kennzeichnung	siehe Tabelle
Auftrag	19011-02
Verpackung	Schraubdeckelglas
Probenmenge	ca. 500 - 600 g
Auftragsnummer	19508454
Probenahme	durch den Auftraggeber
Probentransport	GBA
Labor	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Prüfbeginn / -ende	28.05.2019 - 21.06.2019
Methoden	siehe letzte Seite
Unteraufträge	
Bemerkung	
Probenaufbewahrung	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben bis zwei Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt.

Pinneberg, 21.06.2019



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.: 2019P514378 / 1

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

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

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

Geschäftsführer:
 Steffen Walter, Mark Piekereit
 Ralf Murzen, Kai Plinke
 Dr. Roland Bernerth
 Dr. Elisabeth Lackner
 Torben Giese



Prüfbericht-Nr.: 2019P514378 / 1

BV Fritz-Flinte-Ring

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

Auftrag		19508454		19508454	
Probe-Nr.		002		003	
Material		Boden		Boden	
Probenbezeichnung		MP 6		MP 7	
Probemenge		ca. 500 - 600 g		ca. 500 - 600 g	
Probeneingang		28.05.2019		28.05.2019	
Analysenergebnisse	Einheit				
Trockenrückstand	Masse-%	87,4	---	86,8	---
EOX	mg/kg TM	<1,0	Z0	<1,0	Z0
Kohlenwasserstoffe	mg/kg TM	<100	Z0	<100	Z0
mobiler Anteil bis C22	mg/kg TM	<50	Z0	<50	Z0
Cyanid ges.	mg/kg TM	<1,0	Z0	<1,0	Z0
Summe BTEX	mg/kg TM	<1,0	Z0	<1,0	Z0
Summe LHKW	mg/kg TM	<1,0	Z0	<1,0	Z0
Summe PAK (EPA)	mg/kg TM	2,58	Z0	n.n.	Z0
Benzo(a)pyren	mg/kg TM	0,25	Z0	<0,050	Z0
PCB Summe 6 Kongenere	mg/kg TM	n.n.	Z0	n.n.	Z0
Aufschluss mit Königswasser			---		---
Arsen	mg/kg TM	5,6	Z0	2,2	Z0
Blei	mg/kg TM	73	Z1	5,6	Z0
Cadmium	mg/kg TM	0,24	Z0	<0,10	Z0
Chrom ges.	mg/kg TM	12	Z0	11	Z0
Kupfer	mg/kg TM	44	Z1	17	Z0
Nickel	mg/kg TM	13	Z0	9,1	Z0
Quecksilber	mg/kg TM	0,13	Z0	<0,10	Z0
Thallium	mg/kg TM	<0,30	Z0	<0,30	Z0
Zink	mg/kg TM	137	Z0	23	Z0
TOC	Masse-% TM	1,4	Z1	0,13	Z0
Eluat					
pH-Wert		8,1	Z0	7,3	Z0
Leitfähigkeit	µS/cm	105	Z0	16	Z0
Chlorid	mg/L	<0,60	Z0	<0,60	Z0
Sulfat	mg/L	17	Z0	<1,0	Z0
Cyanid ges.	µg/L	<5,0	Z0	<5,0	Z0
Phenolindex	µg/L	<5,0	Z0	<5,0	Z0
Arsen	µg/L	3,2	Z0	0,86	Z0
Blei	µg/L	1,5	Z0	<1,0	Z0
Cadmium	µg/L	<0,30	Z0	<0,30	Z0
Chrom ges.	µg/L	<1,0	Z0	1,2	Z0
Kupfer	µg/L	4,4	Z0	2,4	Z0
Nickel	µg/L	<1,0	Z0	1,3	Z0
Quecksilber	µg/L	<0,20	Z0	<0,20	Z0
Zink	µg/L	<10	Z0	<10	Z0

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

Prüfbericht-Nr.: 2019P514378 / 1
BV Fritz-Flinte-Ring
Angewandte Verfahren und Bestimmungsgrenzen (BG)

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

Die mit ^a gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen können matrixbedingt variieren.

Untersuchungslabor: §GBA Pinneberg

Anlage 6

Prüfbericht-Nr. 29081843 und 29051941 der Dr. Döring Laboratorien

[8 Seiten]

Laboratorien Dr. Döring Haferwende 12 28357 Bremen

v. Lieberman GmbH
Ruhrstraße 57

22761 HAMBURG

4. September 2018

PRÜFBERICHT 29081843

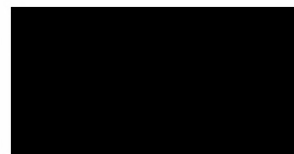
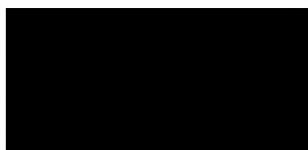
Auftragsnr. Auftraggeber: 15436-40
Projektbezeichnung: Fritz-Flinte-Ring
Probenahme: durch Auftraggeber
Probentransport: durch Auftraggeber am 29.08.2018
Probeneingang: 29.08.2018
Prüfzeitraum: 29.08.2018 – 04.09.2018
Probennummer: 50919 / 18
Probenmaterial: Boden
Verpackung: Weißglas (0,5 L)
Bemerkungen: -

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:



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		50919	
Probenbezeichnung		MP 4	
Dimension		[-]	
Trockenmasse [%]		84,4	
Wassergehalt [%]		15,6	
pH-Wert bei 20 °C		7,0	
spezifischer Bodenwiderstand [Ω · cm] bei 25 °C		7.800	
Anteil an abschlämmbaren Bestandteilen [%]		1,4	
Säurekapazität [mmol/kg]		0,52	
Basenkapazität [mmol/kg]		n.b.	
Sulfid [mg/kg]		< 5,0	
wässriger Auszug			
Chlorid [mmol/kg]		0,50	
Sulfat [mmol/kg]		0,68	
salzsaurer Auszug			
Sulfat [mmol/kg]		3,2	
Sulfat [mg/kg]		310	
Säuregrad nach Baumann-Gully [ml/kg]		< 20	

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

Beurteilung der Beton- und Stahlaggressivität von Böden

Projekt: Fritz-Flinte-Ring	<small>Ingenieurgesellschaft</small> von Lieberman <small>» Bauen und Umwelt «</small>	Projekt-Nr.: 15436-40
Probenummer: MP 4		Labornummer: 50919
		Datum: 04.09.2018

Betonaggressivität

Parameter	Einheit	Ergebnis
Säuregrad nach Baumann-Gully	-	20
Sulfat (SO_4^{2-}) des lufttrockenen Bodens	mg / kg	310

Stahlaggressivität

Z	Parameter	Einheit	Ergebnis	Bewertung
Bodenproben				
Z1	Anteil der abschlämmbaren Bestandteile	%	1,4	4
Z1	Verunreinigungen	-	nein	0
Z2	spezifischer elektrischer Bodenwiderstand	$\Omega \cdot m$	78	0
Z3	Bodenfeuchte	%	15,6	0
Z4	pH-Wert	-	7	0
Z5	Alkalinität (Säurekapazität)	mmol / kg	0,52	0
Z6	Acidität (Basenkapazität)	mmol / kg	0	0
Z7	sulfatreduzierende Bakterien (Sulfid-Gehalt)	mg / kg	5	0
Z8	Sulfat-Gehalt (salzsaurer Auszug)	mmol / kg	3,2	-1
Z9	Neutralsalze (wässriger Auszug)	mmol / kg	1,18	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

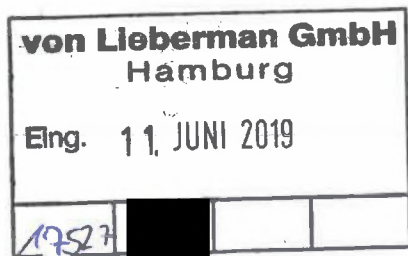
Säuregrad nach Baumann-Gully	nicht betonangreifend
Sulfat (SO_4^{2-}) des lufttrockenen Bodens	nicht betonangreifend
	nicht betonangreifend

Stahlaggressivität

Bodenklasse	B ₀ =	Bodenklasse Ia
Korrosionsbelastung	1	sehr niedrig
Mulden- und Lochkorrosion	B ₁ =	sehr gering
Flächenkorrosion	1	sehr gering

		B ₀	B ₁
Abtragsrate w(100a)	[mm / a]	0,005	0,005
max. Eindringrate w _{L,max} (30a)	[mm / a]	0,03	0,03

Güte der Deckschichten auf feuerverzinkten Stählen	B _D =	0	sehr gut
--	------------------	----------	-----------------



Laboratorien Dr. Döring Haferwende 12 28357 Bremen

v. Lieberman GmbH
Ruhrstraße 57

22761 HAMBURG

5. Juni 2019

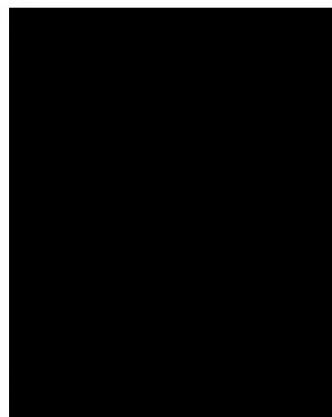
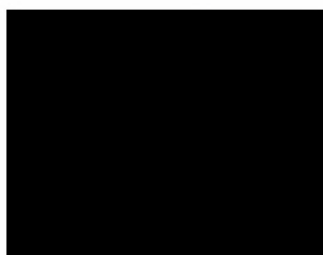
PRÜFBERICHT 29051941

Auftragsnr. Auftraggeber: 19011 - 02
Projektbezeichnung: BV Fritz-Flinte-Ring
Probenahme: durch Auftraggeber am 27.05. 2019
Probentransport: durch Laboratorien Dr. Döring GmbH am 28.05.2019
Probeneingang: 29.05.2019
Prüfzeitraum: 29.05.2019 – 05.06.2019
Probennummer: 39929 / 19
Probenmaterial: Boden
Verpackung: Weißglas (0,25 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:



Messverfahren:	Trockenmasse	DIN EN 14346: 2007-03
	Wassergehalt	DIN EN 14346: 2007-03
	Sulfat	E DIN 4030-2. 2008-06
	Sulfid	E DIN 4030-2. 2008-06
	Säuregrad	nach Baumann-Gully (E DIN 4030-2: 2008-06)
	Säurekapazität	analog DIN DIN 38409-H7:2005-12
	Basenkapazität	analog DIN DIN 38409-H7:2005-12
	Abschlammbarer Anteil (< 0,63 µm)	DIN 18123-4: 2011-04
	spezifischer Bodenwiderstand	DIN EN 27888 (C8): 1993-11
	Eluat	DIN EN 12457-4: 2003-01
	Chlorid	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07
	Sulfat	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07

Labornummer		39929	
Probenbezeichnung		MP 8	
Dimension		[-]	
Trockenmasse [%]		86,8	
Wassergehalt [%]		13,2	
pH-Wert bei 20 °C		8,3	
spezifischer Bodenwiderstand [$\Omega \cdot \text{cm}$] bei 25 °C		14.000	
Anteil an abschlämmbaren Bestandteilen [%]		36	
Säurekapazität [mmol/kg]		9,2	
Basenkapazität [mmol/kg]		n.b.	
Sulfid [mg/kg]		< 2,0	
wässriger Auszug			
Chlorid [mmol/kg]		0,23	
Sulfat [mmol/kg]		0,11	
salzsaurer Auszug			
Sulfat [mmol/kg]		3,6	
Sulfat [mg/kg]		350	
Säuregrad nach Baumann-Gully [ml/kg]		40	

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

Beurteilung der Beton- und Stahlaggressivität von Böden

Projekt: BV Fritz-Flinte-Ring	 Ingenieurgesellschaft von Lieberman » Bauen und Umwelt «	Projekt-Nr.: 19011-02
Probenummer: MP 8		Labornummer: 39929
		Datum: 19.06.2019

Betonaggressivität

Parameter	Einheit	Ergebnis
Säuregrad nach Baumann-Gully	-	40
Sulfat (SO_4^{2-}) des lufttrockenen Bodens	mg / kg	350

Stahlaggressivität

Z	Parameter	Einheit	Ergebnis	Bewertung
Bodenproben				
Z1	Anteil der abschlämmbaren Bestandteile	%	36	0
Z1	Verunreinigungen	-	nein	0
Z2	spezifischer elektrischer Bodenwiderstand	$\Omega \cdot m$	140	0
Z3	Bodenfeuchte	%	13,2	0
Z4	pH-Wert	-	8,3	0
Z5	Alkalinität (Säurekapazität)	mmol / kg	9,2	0
Z6	Acidität (Basenkapazität)	mmol / kg	0	0
Z7	sulfatreduzierende Bakterien (Sulfid-Gehalt)	mg / kg	2	0
Z8	Sulfat-Gehalt (salzsaurer Auszug)	mmol / kg	3,6	-1
Z9	Neutralsalze (wässriger Auszug)	mmol / kg	0,34	0

Örtl. Gegebenheiten

Z10	Grundwassereinfluss	-	immer	-1
Z11	Bodenhomogenität horizontal	-	$\Delta Z2 < 2$	0
Z12	Bodenhomogenität vertikal	-	$2 \leq \Delta Z2 \leq 3$	-1
Z13	Bodenhomogenität - Bettung	-	nein	-6
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 (SO_4^{2-}) des lufttrockenen Bodens	nicht betonangreifend
	nicht betonangreifend

Stahlaggressivität

Bodenklasse	B ₀ =	Bodenklasse Ib
Korrosionsbelastung	-2	niedrig
Mulden- und Lochkorrosion	B ₁ =	gering
Flächenkorrosion	-2	sehr gering

		B ₀	B ₁
Abtragsrate w(100a)	[mm / a]	0,01	0,01
max. Eindringrate w _{L,max} (30a)	[mm / a]	0,05	0,05

Güte der Deckschichten auf feuerverzinkten Stählen	B _D =	sehr gut
	0	

Anlage 7

Pfahlvorbemessungen für Teilverdrängungsbohrpfähle der von Lieberman GmbH

[18 Seiten]

Pfahlverbemessung BV Fritz-Flinte-Ring

Teilverdrängungsbohrpfahl D52; Länge: 15,0 m

Projekt: 19011-02 BV Fritz-Flinte-Ring
Bauteil: Teilverdränger D52
BV Fritz-Flinte-Ring

4H-EPFL
Einzelpfahl
3/2014

19.07.2019
Seite
1

4H-EPFL [Teilverdränger D52]

4H-EPFL [TEILVERDRÄNGER D52]

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

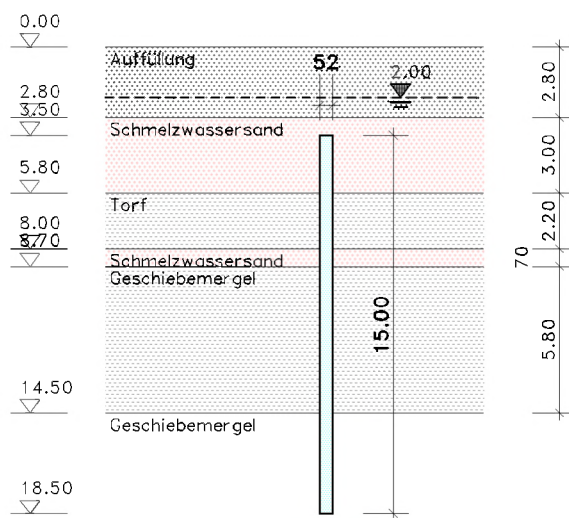
Einzelpfahl, Typ: Bohrfpahl

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 1:300



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	γ kN/m ³	γ' kN/m ³	ϕ °	c_k kN/m ²
Auffüllung	nicht bindig	2.80	17.00	9.00	30.0	---
Schmelzwassersand	nicht bindig	3.00	19.00	11.00	32.5	---
Torf	bindig	2.20	11.00	1.00	15.0	5.0
Schmelzwassersand	nicht bindig	0.70	19.00	11.00	32.5	---
Geschiebemergel	bindig	5.80	19.00	9.00	22.5	5.0
Geschiebemergel	nicht bindig	---	20.00	10.00	27.5	---

γ - Wichte γ' - Wichte unter Auftrieb ϕ - Reibungswinkel c_k - char. Kohäsion des dränierten Bodens

1.2. Kennwerte für vertikalen Widerstand und E-Moduli

Schicht	$c_{u,k}$ kN/m ²	$q_{bk, 0.02}$ kN/m ²	$q_{bk, 0.03}$ kN/m ²	$q_{bk, 0.10}$ kN/m ²	$q_{sk, ssg}$ kN/m ²	E_s MN/m ²	κ -	E_m MN/m ²
Auffüllung	---	147.0	187.0	427.0	15.0	10.00	1.00	10.00
Schmelzwassersand	---	147.0	187.0	427.0	15.0	20.00	1.00	20.00
Torf	20.0	18.0	23.0	40.0	3.0	1.00	1.00	1.00
Schmelzwassersand	---	147.0	187.0	427.0	15.0	30.00	1.00	30.00
Geschiebemergel	20.0	70.0	90.0	160.0	10.0	2.00	1.00	2.00
Geschiebemergel	---	1685.0	2165.0	4422.0	151.0	20.00	1.00	20.00

Pfahlverbemessung BV Fritz-Flinte-Ring

Teilverdrängungsbohrpfahl D52; Länge: 15,0 m

Projekt: 19011-02 BV Fritz-Flinte-Ring
Bauteil: Teilverdränger D52
BV Fritz-Flinte-Ring

4H-EPFL
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 κ - Quotient aus Steifemodul und Zusammendrückungsmodul
 E_m - mittl. Zusammendrückungsmodul

1.3. Grundwasser

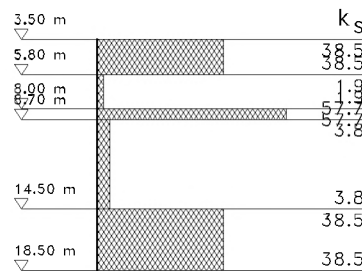
Der Grundwasserstand liegt konstant bei $z_{GW} = 2.00$ m.

2. Bettungsansatz

Der Bettungsmodul wird in Abhängigkeit von Steifemodul und Pfahldurchmesser ermittelt:

$$k_s = E_s/D$$

Schicht	k_s MN/m ³
Auffüllung	---
Schmelzwassersand	38.46
Torf	1.92
Schmelzwassersand	57.69
Geschiebemergel	3.85



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)

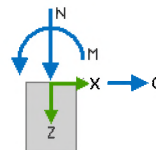
additiv

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: $e = 0.1 \cdot D_s$ 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 kN/m^3 im Lastfall 1 berücksichtigt.

Pfahlverbemessung BV Fritz-Flinte-Ring

Teilverdrängungsbohrpfahl D52; Länge: 15,0 m

Projekt: 19011-02 BV Fritz-Flinte-Ring
Bauteil: Teilverdränger D52
BV Fritz-Flinte-Ring

4H-EPFL
Einzelpfahl
3/2014

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.

$e_{ph,k}$	z	Σg	c_{ca1}	K_{pgh}	K_{pch}	e_{ph}
	m	kN/m ²	kN/m ²	-	-	kN/m ²
3.50 m						
5.80 m						
8.00 m	0.00	0.00	0.00	0.000	---	0.00
8.70 m	2.00	0.00	0.00	0.000	---	0.00
	2.80	0.00	0.00	0.000	---	0.00
	3.50	48.90	2.50	6.004	7.089	311.34
14.50 m	5.80	74.20	2.50	6.004	7.089	463.25
	5.80	74.20	2.50	1.965	3.493	154.53
18.50 m	8.00	76.40	2.50	1.965	3.493	158.85
	8.00	76.40	2.50	6.004	7.089	476.46
	8.70	84.10	2.50	6.004	7.089	522.69
	8.70	84.10	2.50	3.033	4.650	266.72
	14.50	136.30	2.50	3.033	4.650	425.05
	14.50	136.30	0.00	4.203	---	572.88
	18.50	176.30	0.00	4.203	---	741.00

Der resultierende max. charakt. Erdwiderstand bei $z_s = 12.35$ m beträgt $E_{phg,k} = 6219.09$ 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

$A_b = 0.212$ m²

s/D_s	s	$q_{b,k}$	$R_{b,k}$
-	cm	kN/m ²	kN
0.020	1.04	1685.00	357.85
0.030	1.56	2165.00	459.78
0.100	5.20	4422.00	939.11

$\Rightarrow R_{b,k}(s_g) = 939.11$ 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 ²	m	m ²	kN
Auffüllung	15.00	0.00	0.000	0.00
Schmelzwassersand	15.00	2.30	3.757	56.36
Torf	3.00	2.20	3.594	10.78
Schmelzwassersand	15.00	0.70	1.144	17.15
Geschiebemergel	10.00	5.80	9.475	94.75
Geschiebemergel	151.00	4.00	6.535	986.71

$\Rightarrow R_{s,k}(s_{sg}) = 1165.76$ kN

Grenzsetzung zur Aktivierung des vollen Pfahlmantelwiderstandes:

$s_{sg} = 0.5 \cdot R_{s,k}[MN] + 0.5 = 1.08 < 3.00$ cm

Pfahlvorbemessung BV Fritz-Flinte-Ring

Teilverdrängungsbohrpfahl D52; Länge: 15,0 m

Projekt: 19011-02 BV Fritz-Flinte-Ring
Bauteil: Teilverdränger D52
BV Fritz-Flinte-Ring

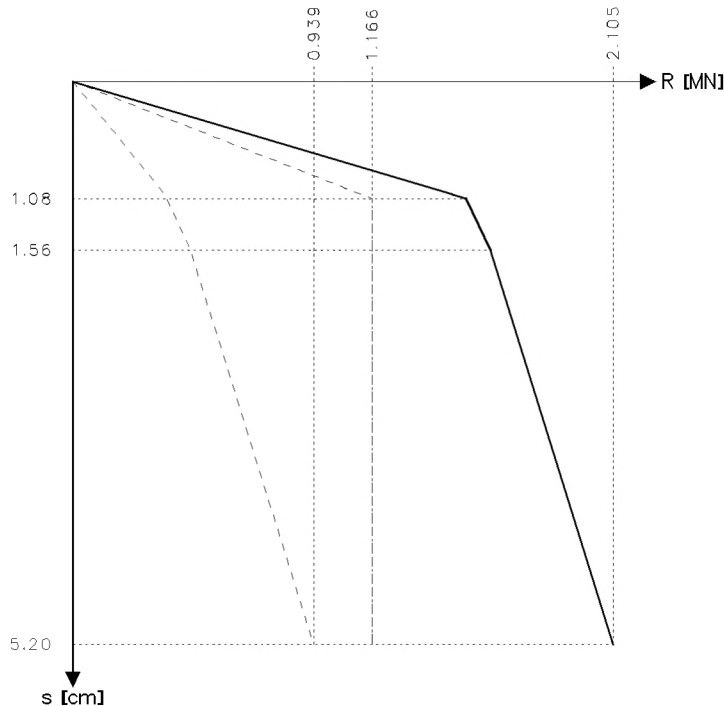
4H-EPFL
Einzelpfahl
3/2014

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
1.08	366.25	1165.76	1532.01
1.56	459.78	1165.76	1625.54
5.20	939.11	1165.76	2104.86

$q_{b,k}$ - 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

Pfahlvorbemessung BV Fritz-Flinte-Ring

Teilverdrängungsbohrpfahl D52; Länge: 15,0 m

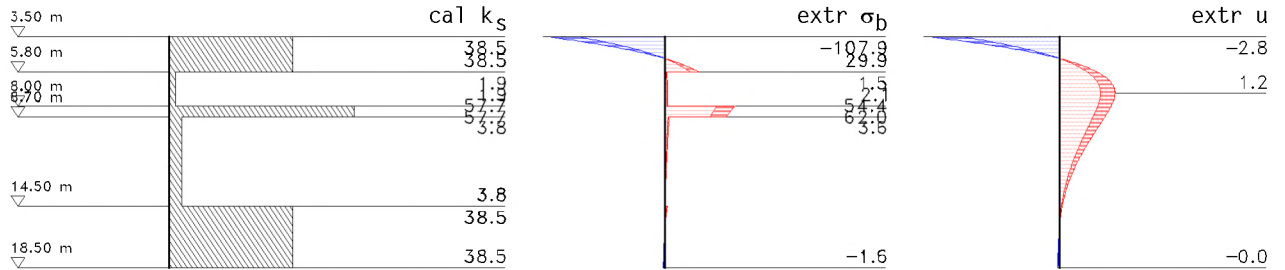
Projekt: 19011-02 BV Fritz-Flinte-Ring
Bauteil: Teilverdränger D52
BV Fritz-Flinte-Ring

4H-EPFL
Einzelpfahl
3/2014

19.07.2019
Seite
5

4H-EPFL [Teilverdränger D52]

6.5. Extremale Bettungsreaktionen und Verschiebungen



z m	cal ks		σ_b		u	
	Min MN/m ³	Max MN/m ³	Min kN/m ²	Max kN/m ²	Min mm	Max mm
3.50	38.46	38.46	-107.94	-79.95	-2.81	-2.08
5.80	38.46	38.46	22.14	29.89	0.58	0.78
5.80	1.92	1.92	1.11	1.49	0.58	0.78
7.30	1.92	1.92	1.64	2.21	0.85	1.15
7.40	1.92	1.92	1.63	2.20	0.85	1.14
8.00	1.92	1.92	1.53	2.07	0.80	1.07
8.00	57.69	57.69	45.90	61.97	0.80	1.07
8.70	57.69	57.69	40.29	54.39	0.70	0.94
14.50	3.85	3.85	0.17	0.23	0.04	0.06
14.50	38.46	38.46	1.71	2.31	0.04	0.06
18.50	38.46	38.46	-1.58	-1.17	-0.04	-0.03

6.6. Nachweis des Erdwiderlagers

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

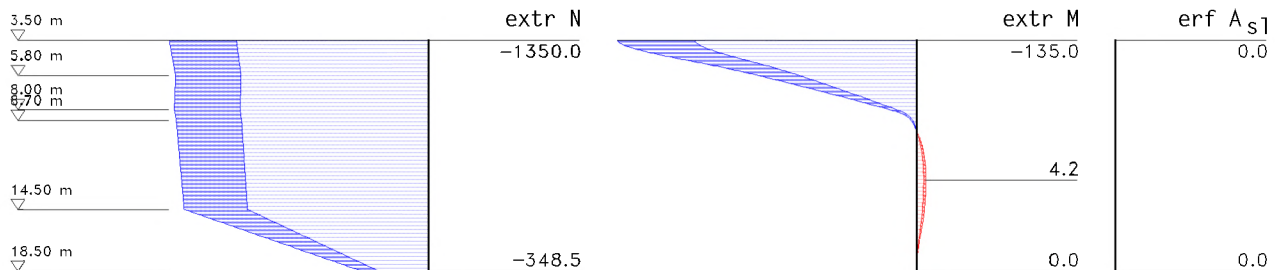
LK	ZDrehpunkt m	$B_{h,d}$ kN	$E_{r,ph,d}$ kN	μ -
1	4.95	26.18	583.06	0.04
2	4.95	35.35	583.06	0.06

$\mu_{max} = 0.061 < 1.0 \Rightarrow$ 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



z m	N		M		erf A_s cm ²
	Min kN	Max kN	Min kNm	Max kNm	
3.50	-1350.00	-1000.00	-135.00	-100.00	0.00
5.80	-1317.03	-975.57	-71.75	-53.15	0.00
8.00	-1323.33	-980.25	-12.77	-9.46	0.00
12.70	-1284.62	-951.57	3.10	4.19	0.00
18.50	-348.48	-258.13	0.00	0.00	0.00

Pfahlverbemessung BV Fritz-Flinte-Ring

Teilverdrängungsbohrpfahl D52; Länge: 15,0 m

Projekt: 19011-02 BV Fritz-Flinte-Ring
Bauteil: Teilverdränger D52
BV Fritz-Flinte-Ring

4H-EPFL
Einzelpfahl
3/2014

19.07.2019
Seite
6

4H-EPFL [Teilverdränger D52]

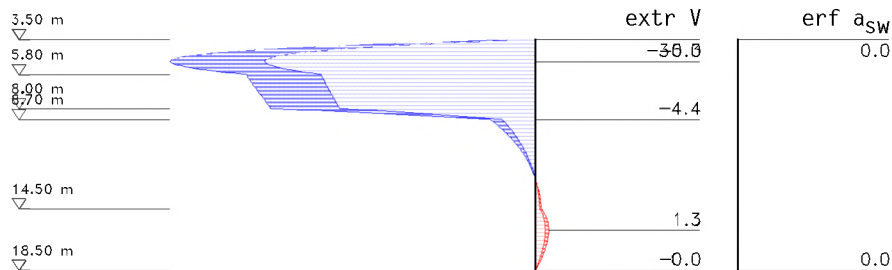
Maßgebende Bewehrung:

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 $z = 0.9d \leq d - 2d_c$ angenommen.



z m	V		erf a_{sw} cm²/m
	Min kN	Max kN	
3.50	-0.00	0.00	0.00
4.96	-35.33	-26.17	0.00
16.00	0.93	1.26	0.00
18.50	-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)

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_d kN	H_d kN	M_d kNm
1	1000.00	0.00	0.00
2	1350.00	0.00	0.00

Zugehörige charakteristische Werte

Pfahlverbemessung BV Fritz-Flinte-Ring

Teilverdrängungsbohrpfahl D52; Länge: 15,0 m

Projekt: 19011-02 BV Fritz-Flinte-Ring Bauteil: Teilverdränger D52 BV Fritz-Flinte-Ring	 Einzelpfahl <small>3/2014</small>	19.07.2019 Seite 7
---	--	--------------------------

4H-EPFL [Teilverdränger D52]

LK	N _k kN	H _k kN	M _k 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 _{h,d} kN	E _{rph,d} kN	μ
1	4.95	26.18	583.06	0.04
2	4.95	35.35	583.06	0.06

$\mu_{max} = 0.061 < 1.0 \Rightarrow$ 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

8.6. Nachweis der axialen Tragfähigkeit im Grenzzustand GEO-2

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

R_{ULS,d} = R_{ULS,k} / γ_p mit R_{ULS,k} = R_{b,k}(s_g) + R_{s,k}(s_{sg})

E_{ULS,d} = E_{G,k}γ_G + E_{Q,k}γ_Q + E_{n,k}γ_G

LK	R _{ULS,k} kN	γ _t -	R _{ULS,d} kN	E _{ULS,d} kN	μ
1	2104.86	1.40	1503.47	1079.64	0.72
2	2104.86	1.40	1503.47	1457.51	0.97

$\mu_{max} = 0.97 < 1.0 \Rightarrow$ Axialer Pfahlwiderstand ausreichend

9. Äußere Standsicherheit - Nachweis der Gebrauchstauglichkeit (SLS)

9.1. Faktorisierung der Lastfallkombinationen

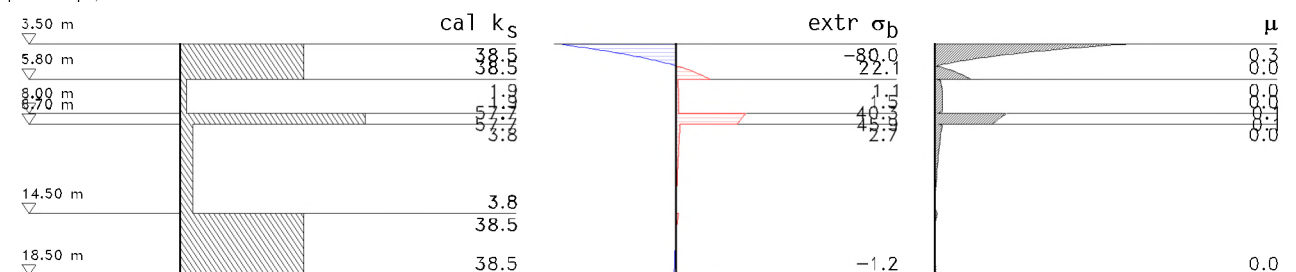
LK	Bemessungssit.	Faktorisierung
1	BS-P	Lf1

9.2. Bemessungswerte Pfahlkopflast

LK	N _k kN	H _k kN	M _k kNm
1	1000.00	0.00	0.00

9.3. Ausnutzung des charakteristischen Erdwiderstandes

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



z m	cal ks		σ _b		e _{ph,k} kN/m ²	μ
	Min MN/m ³	Max MN/m ³	Min kN/m ²	Max kN/m ²		
3.50	38.46	38.46	-79.95	-79.95	311.34	0.26
4.96	38.46	38.46	0.65	0.65	408.01	0.00
5.80	38.46	38.46	22.14	22.14	463.25	0.05
5.80	1.92	1.92	1.11	1.11	463.25	0.00
5.90	1.92	1.92	1.19	1.19	154.72	0.01

Pfahlverbemessung BV Fritz-Flinte-Ring

Teilverdrängungsbohrpfahl D52; Länge: 15,0 m

Projekt: 19011-02 BV Fritz-Flinte-Ring
Bauteil: Teilverdränger D52
BV Fritz-Flinte-Ring

4H-EPFL
Einzelpfahl
3/2014

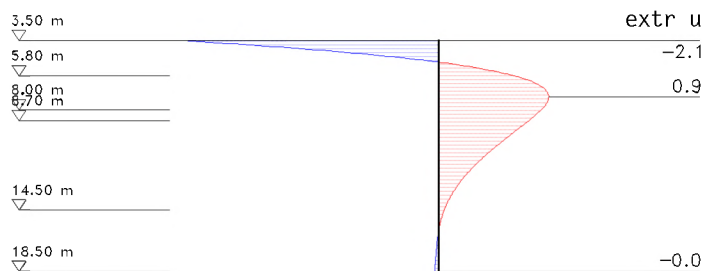
19.07.2019
Seite
8

4H-EPFL [Teilverdränger D52]

z m	cal ks		σ_b		$e_{ph,k}$ kN/m ²	μ -
	Min MN/m ³	Max MN/m ³	Min kN/m ²	Max kN/m ²		
7.30	1.92	1.92	1.64	1.64	157.47	0.01
7.90	1.92	1.92	1.55	1.55	158.65	0.01
8.00	1.92	1.92	1.53	1.53	476.46	0.00
8.00	57.69	57.69	45.90	45.90	476.46	0.10
8.70	57.69	57.69	40.29	40.29	522.69	0.08
8.70	3.85	3.85	2.69	2.69	522.69	0.01
8.80	3.85	3.85	2.63	2.63	269.45	0.01
14.50	3.85	3.85	0.17	0.17	572.88	0.00
14.50	38.46	38.46	1.71	1.71	572.88	0.00
18.40	38.46	38.46	-1.14	-1.14	736.80	0.00
18.50	38.46	38.46	-1.17	-1.17	741.00	0.00

$\mu_{max} = 0.26 < 1.0 \Rightarrow$ der charakt. Erdwiderstand wird in keinem Punkt überschritten

9.4. Extremale Verschiebungen



z m	u	
	Min mm	Max mm
3.50	-2.08	-2.08
7.40	0.85	0.85
18.50	-0.03	-0.03

9.5. Pfahlkopfverschiebung (SLS)

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

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

LK	u_{vorh} cm	μ -
1	0.21	0.12

$\mu_{max} = 0.12 < 1.0 \Rightarrow$ Zulässige Pfahlkopfverschiebung wird eingehalten

9.6. Pfahlkopfsatzung (SLS)

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

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

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

$$R_{SLS,d}(1.50 \text{ cm}) = R_{b,k}(1.50 \text{ cm}) + R_{s,k}(1.50 \text{ cm}) = 448.02 \text{ kN} + 1165.76 \text{ kN} = 1613.78 \text{ kN}$$

LK	$R_{SLS,d}$ kN	$E_{SLS,d}$ kN	μ -	s_{vorh} cm
1	1613.78	1079.64	0.67	0.8

$\mu_{min} = 0.67 < 1.0 \Rightarrow$ Zulässige Pfahlkopfsatzung wird eingehalten

Pfahlverbemessung BV Fritz-Flinte-Ring

Teilverdrängungsbohrpfahl D52; Länge: 15,0 m

Projekt: 19011-02 BV Fritz-Flinte-Ring
Bauteil: Teilverdränger D52
BV Fritz-Flinte-Ring

4H-EPFL
Einzelpfahl
3/2014

19.07.2019

Seite
9

4H-EPFL [Teilverdränger D52]

10. Zusammenfassung

Alle Nachweise konnten erfolgreich durchgeführt werden.

Maßgebende Bewehrung:

erf $A_{s1} = 10.62 \text{ cm}^2$ 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): $\mu_{\max} = 0.97$

Maximale Ausnutzung des charakt. Erdwiderstandes $\mu_{\max} = 0.26$

Maximale Pfahlkopfverschiebung (SLS): 0.21 cm

Maximale Pfahlkopfsetzung (SLS): 0.76 cm

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

Literatur und Normen:

[1] DIN EN 1536: Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau - Bohrfäle, 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 Fritz-Flinte-Ring

Teilverdrängungsbohrpfahl D62; Länge: 13,5 m

Projekt: 19011-02 BV Fritz-Flinte-Ring
Bauteil: Teilverdränger D62
BV Fritz-Flinte-Ring

4H-EPFL
Einzelpfahl
3/2014

19.07.2019
Seite
1

4H-EPFL [Teilverdränger D62]

4H-EPFL [TEILVERDRÄNGER D62]

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

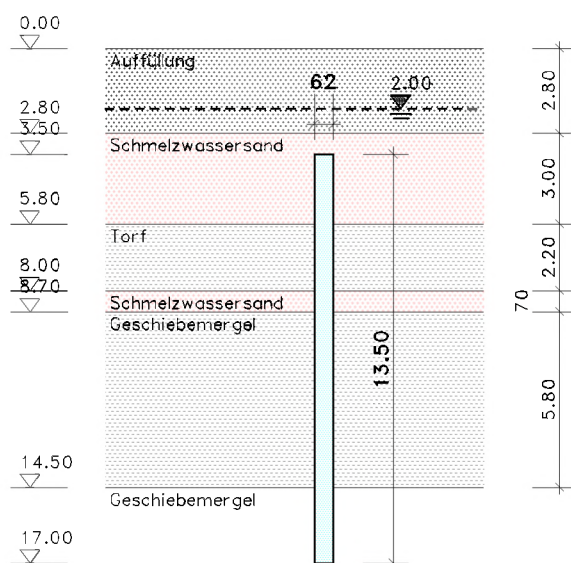
Einzelpfahl, Typ: Bohrfpahl

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 1:250



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	γ kN/m ³	γ' kN/m ³	ϕ °	c_k kN/m ²
Auffüllung	nicht bindig	2.80	17.00	9.00	30.0	---
Schmelzwassersand	nicht bindig	3.00	19.00	11.00	32.5	---
Torf	bindig	2.20	11.00	1.00	15.0	5.0
Schmelzwassersand	nicht bindig	0.70	19.00	11.00	32.5	---
Geschiebemergel	bindig	5.80	19.00	9.00	22.5	5.0
Geschiebemergel	nicht bindig	---	20.00	10.00	27.5	---

γ - Wichte γ' - Wichte unter Auftrieb ϕ - Reibungswinkel c_k - char. Kohäsion des dränierten Bodens

Pfahlverbemessung BV Fritz-Flinte-Ring

Teilverdrängungsbohrpfahl D62; Länge: 13,5 m

Projekt: 19011-02 BV Fritz-Flinte-Ring Bauteil: Teilverdränger D62 BV Fritz-Flinte-Ring	 Einzelpfahl <small>3/2014</small>	19.07.2019 Seite 2
---	--	--------------------------

4H-EPFL [Teilverdränger D62]

1.2. Kennwerte für vertikalen Widerstand und E-Moduli

Schicht	$c_{u,k}$ kN/m ²	$q_{bk, 0.02}$ kN/m ²	$q_{bk, 0.03}$ kN/m ²	$q_{bk, 0.10}$ kN/m ²	$q_{sk, ssg}$ kN/m ²	E_s MN/m ²	κ -	E_m MN/m ²
Auffüllung	---	147.0	187.0	427.0	15.0	10.00	1.00	10.00
Schmelzwassersand	---	147.0	187.0	427.0	15.0	20.00	1.00	20.00
Torf	5.0	18.0	23.0	40.0	3.0	1.00	1.00	1.00
Schmelzwassersand	---	147.0	187.0	427.0	15.0	30.00	1.00	30.00
Geschiebemergel	20.0	70.0	90.0	160.0	10.0	2.00	1.00	2.00
Geschiebemergel	---	1685.0	2165.0	4422.0	151.0	20.00	1.00	20.00

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

1.3. Grundwasser

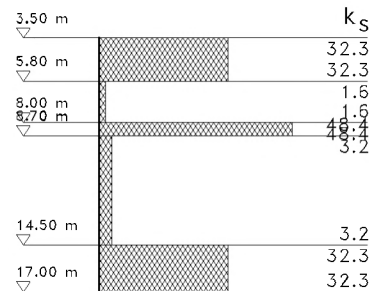
Der Grundwasserstand liegt konstant bei $z_{GW} = 2.00$ m.

2. Bettungsansatz

Der Bettungsmodul wird in Abhängigkeit von Steifemodul und Pfahldurchmesser ermittelt:

$$k_s = E_s/D$$

Schicht	k_s MN/m ³
Auffüllung	---
Schmelzwassersand	32.26
Torf	1.61
Schmelzwassersand	48.39
Geschiebemergel	3.23



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	

Pfahlverbemessung BV Fritz-Flinte-Ring

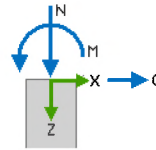
Teilverdrängungsbohrpfahl D62; Länge: 13,5 m

Projekt: 19011-02 BV Fritz-Flinte-Ring Bauteil: Teilverdränger D62 BV Fritz-Flinte-Ring	 Einzelpfahl <small>3/2014</small>	19.07.2019 Seite 3
---	--	--------------------------

4H-EPFL [Teilverdränger D62]

3.3. Charakteristische Pfahlkopflast

Lastf.	N _k kN	Q _k kN	M _k kNm
1	1100.00	0.00	0.00



3.4. Berücksichtigung einer geometrischen Herstellungsabweichung

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

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

3.5. Eigengewicht des Pfahls

Das Gewicht des Pfahls wird mit 25.00 kN/m^3 im Lastfall 1 berücksichtigt.

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.

3.50 m	e _{ph,k}	z	Σg	Cca1	K _{pgh}	K _{pch}	E _{ph}
		m	kN/m ²	kN/m ²	-	-	kN/m ²
3.50 m	311.3						
5.80 m	463.2	0.00	0.00	0.00	0.000	---	0.00
8.00 m	154.5	2.00	0.00	0.00	0.000	---	0.00
8.70 m	158.8	2.80	0.00	0.00	0.000	---	0.00
	266.7	3.50	48.90	2.50	6.004	7.089	311.34
		5.80	74.20	2.50	6.004	7.089	463.25
14.50 m	425.1	5.80	74.20	2.50	1.965	3.493	154.53
	572.9	8.00	76.40	2.50	1.965	3.493	158.85
17.00 m	678.0	8.00	76.40	2.50	6.004	7.089	476.46
		8.70	84.10	2.50	6.004	7.089	522.69
		8.70	84.10	2.50	3.033	4.650	266.72
		14.50	136.30	2.50	3.033	4.650	425.05
		14.50	136.30	0.00	4.203	---	572.88
		17.00	161.30	0.00	4.203	---	677.96

Der resultierende max. charakt. Erdwiderstand bei $z_s = 11.23 \text{ m}$ beträgt $E_{phg,k} = 5154.87 \text{ kN/m}$.

5. Axialer Pfahlwiderstand aus vorgegebenem Mantel- und Spitzenwiderstand

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

5.1. Pfahlspitzenwiderstand

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

$A_b = 0.302 \text{ m}^2$

s/D _s	s cm	q _{b,k} kN/m ²	R _{b,k} kN
0.020	1.24	1685.00	508.71
0.030	1.86	2165.00	653.63
0.100	6.20	4422.00	1335.03

⇒ $R_{b,k}(s_g) = 1335.03 \text{ kN}$

5.2. Mantelreibung

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

Schaftumfang $U_s = 1.95 \text{ m}$

Pfahlvorbemessung BV Fritz-Flinte-Ring

Teilverdrängungsbohrpfahl D62; Länge: 13,5 m

Projekt: 19011-02 BV Fritz-Flinte-Ring
Bauteil: Teilverdränger D62
BV Fritz-Flinte-Ring

4H-EPFL
Einzelpfahl
3/2014

19.07.2019
Seite
4

4H-EPFL [Teilverdränger D62]

Schicht	$q_{s,k}$ kN/m ²	l_s m	A_s m ²	$q_{s,k} \cdot A_s$ kN
Auffüllung	15.00	0.00	0.000	0.00
Schmelzwassersand	15.00	2.30	4.480	67.20
Torf	3.00	2.20	4.285	12.86
Schmelzwassersand	15.00	0.70	1.363	20.45
Geschiebemergel	10.00	5.80	11.297	112.97
Geschiebemergel	151.00	2.50	4.869	735.29

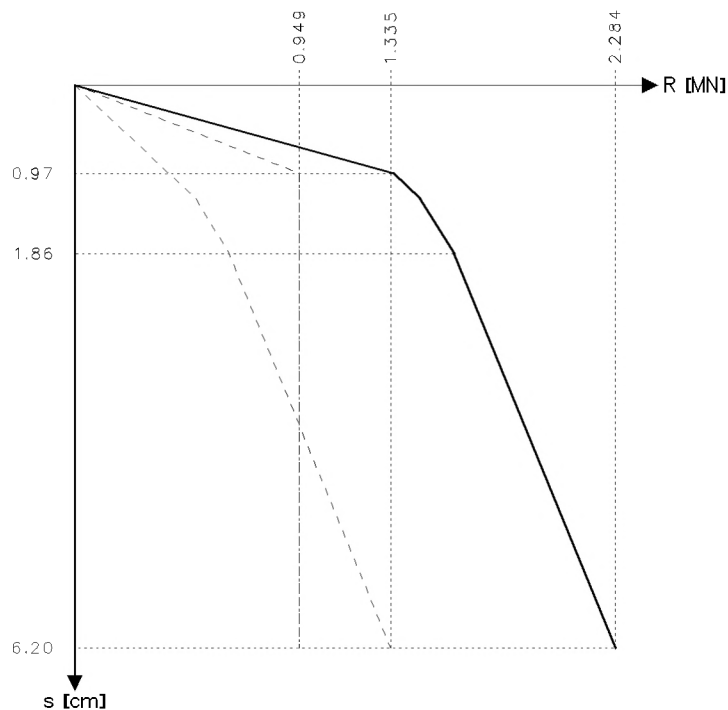
$$\Rightarrow R_{s,k}(s_{sg}) = 948.77 \text{ kN}$$

Grenzsetzung zur Aktivierung des vollen Pfahlmantelwiderstandes:

$$s_{sg} = 0.5 \cdot R_{s,k}[\text{MN}] + 0.5 = 0.97 < 3.00 \text{ cm}$$

5.3. Widerstands-Setzungs-Linie

Resultierender Pfahlwiderstand bei Druckbelastung



s cm	$R_{b,k}$ kN	$R_{s,k}$ kN	R_k kN
0.97	399.74	948.77	1348.51
1.86	653.63	948.77	1602.40
6.20	1335.03	948.77	2283.80

$q_{b,k}$ - Pfahlspitzenwiderstand s - Pfahlkopfsetzung D_s - Pfahlschaftdurchmesser A_b - Pfahlfußfläche
 $q_{s,k}$ - bezogene Pfahlmantelreibung in der Schicht i $l_{s,i}$ - Pfahlänge 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 $d_s = 5.0 \text{ cm}$

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 $\alpha_k = 0.90$

Pfahlvorbemessung BV Fritz-Flinte-Ring

Teilverdrängungsbohrpfahl D62; Länge: 13,5 m

Projekt: 19011-02 BV Fritz-Flinte-Ring Bauteil: Teilverdränger D62 BV Fritz-Flinte-Ring	 Einzelpfahl <small>3/2014</small>	19.07.2019 Seite 5
---	--	--------------------------

4H-EPFL [Teilverdränger D62]

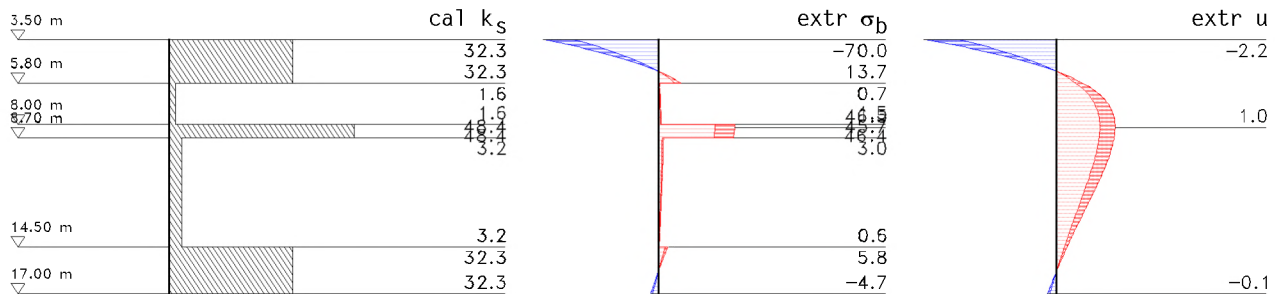
6.3. Faktorisierung der Lastfallkombinationen

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	1100.00	0.00	0.00
2	1485.00	0.00	0.00

6.5. Extremale Bettungsreaktionen und Verschiebungen



z m	cal k _s		σ _b		u	
	Min MN/m ³	Max MN/m ³	Min kN/m ²	Max kN/m ²	Min mm	Max mm
3.50	32.26	32.26	-69.99	-51.84	-2.17	-1.61
5.80	32.26	32.26	10.11	13.65	0.31	0.42
5.80	1.61	1.61	0.51	0.68	0.31	0.42
8.00	1.61	1.61	1.15	1.55	0.71	0.96
8.16	48.39	48.39	34.42	46.47	0.71	0.96
8.70	48.39	48.39	33.88	45.73	0.70	0.95
8.70	3.23	3.23	2.26	3.05	0.70	0.95
9.00	3.23	3.23	2.22	2.99	0.69	0.93
14.50	3.23	3.23	0.43	0.58	0.13	0.18
14.50	32.26	32.26	4.26	5.76	0.13	0.18
17.00	32.26	32.26	-4.72	-3.50	-0.15	-0.11

6.6. Nachweis des Erdwiderlagers

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

LK	ZDrehpunkt m	B _{h,d} kN	E _{rph,d} kN	μ
1	5.19	23.81	749.08	0.03
2	5.19	32.14	749.08	0.04

μ_{max} = 0.043 < 1.0 ⇒ 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

Pfahlvorbemessung BV Fritz-Flinte-Ring

Teilverdrängungsbohrpfahl D62; Länge: 13,5 m

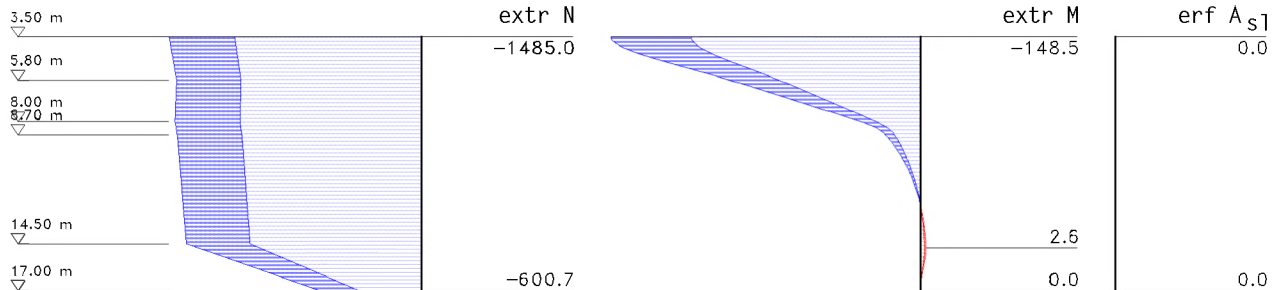
Projekt: 19011-02 BV Fritz-Flinte-Ring
Bauteil: Teilverdränger D62
BV Fritz-Flinte-Ring

4H-EPFL
Einzelpfahl
3/2014

19.07.2019
Seite
6

4H-EPFL [Teilverdränger D62]

6.7. Extremale Ergebnisse Biegebemessung



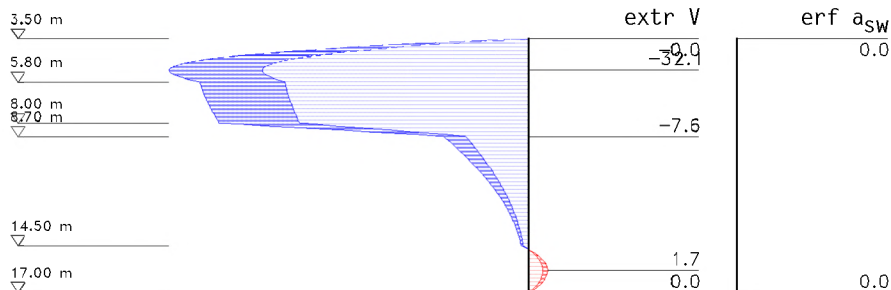
z m	N		M		erf A_{s1} cm ²
	Min kN	Max kN	Min kNm	Max kNm	
3.50	-1485.00	-1100.00	-148.50	-110.00	0.00
5.80	-1441.24	-1062.54	-92.04	-68.17	0.00
8.00	-1450.80	-1068.66	-29.07	-21.53	0.00
14.71	-1318.37	-955.51	1.94	2.62	0.00
17.00	-600.75	-368.39	0.00	0.00	0.00

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		erf a_{sw} cm ² /m
	Min kN	Max kN	
3.50	-0.00	0.00	0.00
5.17	-32.13	-23.80	0.00
15.89	1.26	1.70	0.00
17.00	-0.00	0.00	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.

Pfahlvorbemessung BV Fritz-Flinte-Ring

Teilverdrängungsbohrpfahl D62; Länge: 13,5 m

Projekt: 19011-02 BV Fritz-Flinte-Ring Bauteil: Teilverdränger D62 BV Fritz-Flinte-Ring	 Einzelpfahl <small>3/2014</small>	19.07.2019 Seite 7
---	--	--------------------------

4H-EPFL [Teilverdränger D62]

8. Äußere Standsicherheit - Nachweis der Tragfähigkeit (ULS)

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 _d kN	H _d kN	M _d kNm
1	1100.00	0.00	0.00
2	1485.00	0.00	0.00

Zugehörige charakteristische Werte

LK	N _k kN	H _k kN	M _k kNm
1	1100.00	0.00	0.00
2	1100.00	0.00	0.00

8.5. Nachweis des Erdwiderlagers

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

LK	ZDrehpunkt m	B _{h,d} kN	E _{ph,d} kN	μ
1	5.19	23.81	749.08	0.03
2	5.19	32.14	749.08	0.04

$\mu_{max} = 0.043 < 1.0 \Rightarrow$ Nachweis gegen Versagen des Erdwiderlagers eingehalten

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

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

8.6. Nachweis der axialen Tragfähigkeit im Grenzzustand GEO-2

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

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

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

LK	R _{ULS,k} kN	γ _t -	R _{ULS,d} kN	E _{ULS,d} kN	μ
1	2283.80	1.40	1631.29	1201.89	0.74
2	2283.80	1.40	1631.29	1622.56	0.99

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

9. Äußere Standsicherheit - Nachweis der Gebrauchstauglichkeit (SLS)

9.1. Faktorisierung der Lastfallkombinationen

LK	Bemessungssit.	Faktorisierung
1	BS-P	Lf1

Pfahlvorbemessung BV Fritz-Flinte-Ring

Teilverdrängungsbohrpfahl D62; Länge: 13,5 m

Projekt: 19011-02 BV Fritz-Flinte-Ring
Bauteil: Teilverdränger D62
BV Fritz-Flinte-Ring

4H-EPFL
Einzelpfahl
3/2014

19.07.2019
Seite
8

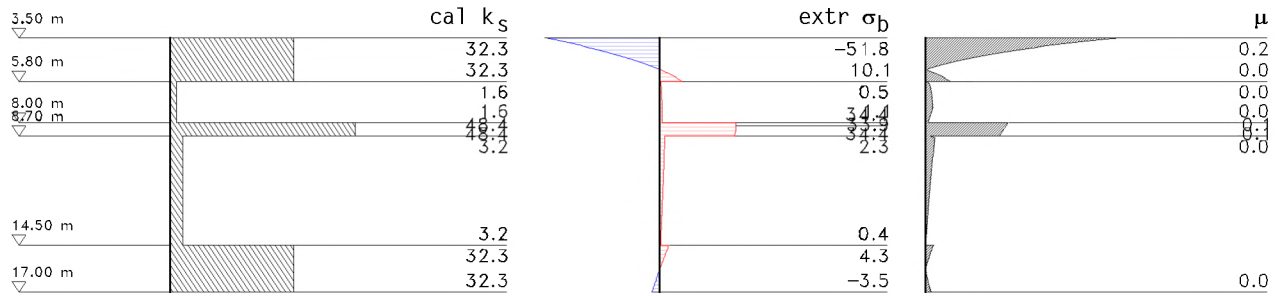
4H-EPFL [Teilverdränger D62]

9.2. Bemessungswerte Pfahlkopplast

LK	N _k kN	H _k kN	M _k kNm
1	1100.00	0.00	0.00

9.3. Ausnutzung des charakteristischen Erdwiderstandes

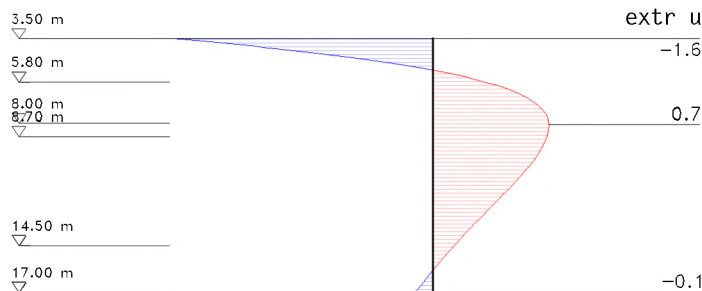
$$\mu = \sigma_b / e_{ph,k}$$



z m	cal k _s		σ _b		e _{ph,k} kN/m²	μ
	Min MN/m³	Max MN/m³	Min kN/m²	Max kN/m²		
3.50	32.26	32.26	-51.84	-51.84	311.34	0.17
5.80	32.26	32.26	10.11	10.11	463.25	0.02
5.80	1.61	1.61	0.51	0.51	463.25	0.00
5.90	1.61	1.61	0.57	0.57	154.72	0.00
8.00	1.61	1.61	1.15	1.15	476.46	0.00
8.16	48.39	48.39	34.42	34.42	486.73	0.07
8.70	48.39	48.39	33.88	33.88	522.69	0.06
8.70	3.23	3.23	2.26	2.26	522.69	0.00
8.80	3.23	3.23	2.25	2.25	269.45	0.01
14.50	3.23	3.23	0.43	0.43	572.88	0.00
14.50	32.26	32.26	4.26	4.26	572.88	0.01
17.00	32.26	32.26	-3.50	-3.50	677.96	0.01

$\mu_{max} = 0.17 < 1.0 \Rightarrow$ der charakt. Erdwiderstand wird in keinem Punkt überschritten

9.4. Extreme Verschiebungen



z m	u	
	Min mm	Max mm
3.50	-1.61	-1.61
9.00	0.69	0.69
17.00	-0.11	-0.11

Pfahlverbemessung BV Fritz-Flinte-Ring

Teilverdrängungsbohrpfahl D62; Länge: 13,5 m

Projekt: 19011-02 BV Fritz-Flinte-Ring
Bauteil: Teilverdränger D62
BV Fritz-Flinte-Ring

4H-EPFL
Einzelpfahl
3/2014

19.07.2019

Seite
9

4H-EPFL [Teilverdränger D62]

9.5. Pfahlkopferschiebung (SLS)

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

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

LK	u_{vorh} cm	μ -
1	0.16	0.09

$\mu_{\text{max}} = 0.09 < 1.0 \Rightarrow$ Zulässige Pfahlkopferschiebung 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 $s_{\text{zul}} = 1.50 \text{ cm}$

$$R_{\text{SLS,d}}(1.50 \text{ cm}) = R_{\text{b,k}}(1.50 \text{ cm}) + R_{\text{s,k}}(1.50 \text{ cm}) = 569.48 \text{ kN} + 948.77 \text{ kN} = 1518.25 \text{ kN}$$

LK	$R_{\text{SLS,d}}$ kN	$E_{\text{SLS,d}}$ kN	μ -	s_{vorh} cm
1	1518.25	1201.89	0.79	0.9

$\mu_{\text{min}} = 0.79 < 1.0 \Rightarrow$ Zulässige Pfahlkopfsetzung wird eingehalten

10. Zusammenfassung

Alle Nachweise konnten erfolgreich durchgeführt werden.

Maßgebende Bewehrung:

erf $A_{\text{s1}} = 15.10 \text{ cm}^2$ 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 $\mu_{\text{max}} = 0.17$

Maximale Pfahlkopferschiebung (SLS): **0.16 cm**

Maximale Pfahlkopfsetzung (SLS): **0.87 cm**

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

Literatur und Normen:

[1] DIN EN 1536: Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau - Bohrpfeile, 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