

Prof. Dr.-Ing. Beilke • Geotechnik + Erschütterungen + Baugrunddynamik
nach Bauordnungsrecht anerkannter Sachverständiger für Erd- und Grundbau
anerkannter Sachverständiger für Geotechnik, Eisenbahn-Bundesamt – Bonn

BGU Ingenieure GmbH • Engelbosteler Damm 5 • 30 167 Hannover

Ingenieurbüro Dipl.-Ing. H. Vössing GmbH
Hans-Böckler-Allee 9
30173 Hannover

BGU Ingenieure GmbH
Engelbosteler Damm 5
30 167 Hannover

Tel. +49 (0) 5 11 - 27 07 16 - 0
Fax +49 (0) 5 11 - 27 07 16 - 29
info@baugrund-han.de
www.baugrund-han.de

Gerichtsstand Hannover
AG Hannover, HRB 59050

Geschäftsführer:
Prof. Dr.-Ing. Otfried Beilke
DE 211893980

Zeichen:16.148.11/ma

Hannover, 23.05.2016

Neubau einer P+R-Anlage am Bahnhof Norddeich

Geotechnischer Bericht

1 Vorgang und Aufgabenstellung

Die AG Reederei Norden – Frisia, Norden, beabsichtigt den Neubau einer P+R-Anlage am Bahnhof Norddeich. Die Planungen für dieses Bauvorhaben werden vom Ingenieurbüro Dipl.-Ing. H. Vössing GmbH, Hannover, ausgeführt.

Die BGU Ingenieure GmbH, Hannover, wurde vom Ingenieurbüro Vössing beauftragt, für die geplante P+R-Anlage Felduntersuchungen durchzuführen und ein geotechnisches Gutachten zu erstellen. Art und Umfang der Leistungen sind in unserem Angebot vom 23.03.2016 zusammengestellt.

2 Bearbeitungsunterlagen

Zur Bearbeitung dieser gutachtlichen Stellungnahme haben neben allgemeinen Unterlagen wie Normen, Merkblättern und Richtlinien folgende Unterlagen zur Verfügung gestanden:

- U1 P+R Anlage am Bahnhof Norddeich, Lageplan, Maßstab 1 : 500, Plan Nr. 8671-G0-TG-250-LP-01;
erstellt: IB Vössing GmbH, Hannover; Datum: Oktober 2014
- U2 P+R Anlage am Bahnhof Norddeich, Liegenschaftsauszug, Maßstab 1 : 1000, Plan Nr. 8671-G0-TG-1T-DLP-01; erstellt: IB Vössing GmbH, Hannover; Datum: Oktober 2014

3 Geplantes Bauvorhaben

Die geplante P+R-Anlage am Bahnhof Norddeich soll gemäß U1 zwischen der Molenstraße und den Gleisanlagen sowohl nordwestlich als auch südöstlich des Bahnhofsgebäudes errichtet werden. Zu beiden Seiten einer zentralen Fahrgasse sollen insgesamt 141 Einstellplätze für PKW entstehen. Die Zufahrt erfolgt von Nordosten her über die Hafenstraße, auf welcher eine Schrankenanlage vorgesehen ist.

An die südwestlichen Einstellplätze schließt eine geböschte Grünfläche an. Die Grünfläche auf der gegenüberliegenden Seite liegt auf demselben Höhengniveau wie die geplanten Einstellplätze.

Zur Höhenlage der geplanten Einstellplätze liegen uns derzeit noch keine Angaben vor. Es wird davon ausgegangen, dass sie etwa der derzeitigen Straßenoberkante in der Hafenstraße (in Höhe des Bahnhofsgebäudes) entspricht.

Gemäß U1 werden die Parkflächen unbefestigt hergestellt. Die bereits bestehende Straße (Verlängerung der Hafenstraße) soll als Fahrgasse genutzt werden. Sie weist eine bituminöse Deckschicht auf. Nähere Angaben zum Aufbau der Fahrgasse liegen uns derzeit nicht vor.

4 Baugrund

Art und Umfang der Untersuchungen

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden von der Fa. Schmitz + Beilke GmbH, Oldenburg, am 14.04.2016 und am 29.04.2016 insgesamt sieben Kleinbohrungen (Bohrung DIN 4021 – BS) bis in Endteufen von jeweils $t = 3$ m unter Gelände durchgeführt. Die Lage der Bohransatzpunkte ist dem Lageplan in der Anlage 1 zu entnehmen. Die Anzahl und Lage der Bohransatzpunkte wurden vom Auftraggeber vorgegeben (siehe U2).

Des Weiteren wurden zur Ermittlung der Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte der oberflächennah anstehenden Böden am 10.05. und 11.05.2016 insgesamt 3 Versickerungsversuche in Form eines Infiltrometersversuches gemäß DIN EN 2282-2 durchgeführt. Auch hier wurden Anzahl und Lage vom Auftraggeber vorgegeben (siehe U2).

Die Bohransatzpunkte wurden höhenmäßig auf einem Kanaldeckel in der Hafenstraße in Höhe des Bahnhofgebäudes eingemessen (vgl. Anlage 1). Danach liegt die Baufläche rd. 0,2 m – 0,5 m unter dem dortigen Straßenniveau.

Die Ergebnisse der Bohrungen sind in Form von Bohrprofilen nach DIN 4023 in Anlage 2 zusammengestellt.

Aus den Bohrungen wurden insgesamt 33 Bodenproben entnommen und im bodenmechanischen Labor vom Gutachter visuell begutachtet.

Die Benennung und Beschreibung der angetroffenen Bodenarten erfolgt anhand der in situ bzw. im Labor vom Gutachter vorgenommenen Bodenansprache. Dabei werden sowohl die Korngrößenverteilung als auch das bodenmechanische Verhalten der jeweiligen Bodenarten berücksichtigt.

Beschreibung der angetroffenen Bodenarten

Im Bereich der geplanten P+R-Anlage stehen nach den Bohrergebnissen unterhalb einer unterschiedlich zusammengesetzten Oberflächenbefestigung im Wesentlichen aufgefüllte Sande an. Der gewachsene Boden, der ebenfalls aus Sanden besteht, wurde bis zur Endteufe nur in 2 der 7 Bohrungen erreicht.

Die angetroffene **Oberflächenbefestigung** besteht in der Regel aus Schotter mit Beimengungen von Klinkerresten und Sand sowie lokal auch Beton. Sie liegt in einer Schichtmächtigkeit von rd. 0,1 m - 1,1 m vor.

Bei den **aufgefüllten Sanden** handelt es sich meist um enggestufte Feinsande mit Anteilen aus Mittelsand, Schluff und Torf. Der Anteil variiert vor Allem beim Mittelsand von schwach bis stark. Lokal kann auch der Mittelsand überwiegen. Schluff und Torf wurde vorwiegend in geringen Anteilen erkundet. Jedoch wurden in den Sanden auch dünne Schluff- und Torfbänder bzw. Linsen angetroffen.

In den Bohrungen BS 4 und BS 5 wurde in einer Mächtigkeit von rd. 0,5 m – 0,7 m ein **aufgefüllter Schluff** erbohrt. Der Schluff enthält feinsandige und gering tonige Anteile sowie Holzreste. Er liegt in steifer Konsistenz vor.

Anhand des Bohrfortschritts und nach unseren Erfahrungen kann für die aufgefüllten Sande von einer locker bis mitteldichten Lagerung ausgegangen werden.

Die aufgefüllten Sande werden in den Bohrungen BS 6 und BS 7 von **gewachsenem Feinsand** mit geringen schluffigen und geringen mittelsandigen Anteilen unterlagert. Dieser gewachsene Boden enthält Torfbänder.

Weitere Einzelheiten sind den Bohrprofilen in Anlage 2 zu entnehmen. Der angetroffene Baugrundaufbau ist außerdem in Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1 Baugrundaufbau

bis Tiefe unter Ansatzpunkt	Bodenart	Konsistenz / Lagerungsdichte	Bemerkung
0,1 m - 1,1 m	Oberflächenbefestigung: Schotter, Beton, Klinker	-	z.T. fehlend
2,3 m - 3,0 m (z.T. Endteufe)	Aufgefüllte Sande <i>stellenweise auch</i> Aufgefüllter Schluff	locker bis mitteldicht steif	dünne Schluff- / Torflagen Schichtdicke 0,5 – 0,7 m
3,0 m (Endteufe)	Feinsand	locker bis mitteldicht	Gewachsener Boden

Bautechnische Eigenschaften der angetroffenen Bodenarten

Zur bautechnischen Klassifizierung und zur Beurteilung der angetroffenen Bodenarten hinsichtlich der erforderlichen Erdarbeiten sind in Tabelle 2 die Bodengruppen und Bodenklassen angegeben.

Tabelle 2 Bodengruppen und Bodenklassen

Bodenart	Bodengruppe nach DIN 18 196	Bodenklasse nach DIN 18 300 (2012)
Schotter	A	3
Aufgefüllter Sand	[SE], [SU], [SU*]	1,3,4 ¹⁾
Aufgefüllter Schluff	[UL]	4 ¹⁾
Feinsand (gewachsener Boden)	SE, SU	3

¹⁾ bei Wasserzutritt und dynamischer Beanspruchung ggf. auch Bodenklasse 2

Auf die starke Wasser- und Frostempfindlichkeit der Lehmböden (UL) sowie der Sande mit erhöhten Schluffanteilen (Bodengruppe SU*) wird besonders hingewiesen.

5 Wasser im Baugrund

Während der Bohrarbeiten im April 2015 wurde das Grundwasser in einer Tiefe von rd. 2,75 m– 2,90 m unter Ansatzpunkt festgestellt (Tabelle 3).

Tabelle 3 Während der Bohrarbeiten gemessene Wasserstände

Aufschluss	Höhe Ansatzpunkt (HBP)	Wasserstand	Datum	Bemerkung
		unter Ansatzpunkt		
BS 1	HBP -0,54 m	> 3 m	14.04.2016	kein Wasser erbohrt
BS 2	HBP -0,50 m	2,75 m	14.04.2016	-
BS 3	HBP -0,22 m	2,70 m	14.04.2016	-
BS 4	HBP -0,50 m	2,90 m	14.04.2016	-
BS 5	HBP -0,34 m	> 3 m	14.04.2016	kein Wasser erbohrt
BS 6	HBP -0,46 m	2,9 m	29.04.2016	-
BS 7	HBP -0,49 m	2,9 m	29.04.2016	-

*) HBP = Höhenbezugspunkt (Kanaldeckel Hafenstraße)

In und nach niederschlagsreichen Perioden muss mit einem Anstieg der Wasserstände gerechnet werden. Das Maß dieses Anstiegs ist im Wesentlichen von den lokalen hydro-geologischen und hydrologischen Randbedingungen abhängig und lässt sich anhand der stichprobenartigen Wasserstandsmessungen in den Bohrlöchern nicht abschließend beur-

teilen. Sofern keine detaillierteren Angaben (z.B. aus nahegelegenen Grundwassermessstellen) vorliegen, wird für die vorliegende Baumaßnahme empfohlen, vorerst von einem möglichen Grundwasseranstieg bis zum Böschungsfuß (= OK umgebendes Gelände) auszugehen.

6 Versickerungseignung des Untergrundes

Die Versickerungseignung des Untergrundes für anfallendes Oberflächenwasser oder in Drainsystemen gesammeltes Wasser wird insbesondere vom Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k_f bestimmt.

Die nachfolgende Beurteilung der Versickerungsfähigkeit erfolgt in Anlehnung an das Arbeitsblatt ATV A 138 sowie an die RAS-Ew (Straßenbau). Böden mit Wasserdurchlässigkeiten von $k_f \geq 10^{-4}$ m/s sind geeignet, während nach RAS-Ew bei Böden mit Wasserdurchlässigkeiten von $k_f \leq 10^{-5}$ m/s die Einrichtung von Versickerungsanlagen in der Regel nicht sinnvoll ist. Nach unseren Erfahrungen sind Versickerungsanlagen jedoch auch bei Wasserdurchlässigkeiten bis zu $k_f \approx 10^{-6}$ m/s bereits erfolgreich ausgeführt worden.

Zur Ermittlung der Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte des oberflächennah anstehenden Bodens wurde im Bereich der Bohrpunkte BS 1, BS 4 und zwischen den Bohrpunkten BS 6 und BS 7 jeweils ein Infiltrationsversuch („Open-End-Test“) ausgeführt. Die Protokolle und die Auswertung der Versuche sind in der Anlage 3 zusammengestellt. Die Auswertung erfolgte durch die ausführende Firma.

Die Feldversuche ergaben für die sandigen Auffüllungen folgende Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte:

Versuch 1	$k_f = 7,0 \times 10^{-6}$ m/s
Versuch 2	$k_f = 1,4 \times 10^{-5}$ m/s
Versuch 3	$k_f = 9,8 \times 10^{-6}$ m/s

Zusätzlich wurden zur Ermittlung der Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte für die erbohrten Sande Korngrößenverteilungen bestimmt. Dafür wurde an drei Sandproben aus den Bohrungen BS 1, BS 3 und BS 4 im Labor die Korngrößenverteilung bestimmt. Die Ergebnisse sind in Form von Kornverteilungskurven in der Anlage 4 beigefügt.

Aus den Kornverteilungen lassen sich für die Sande nach dem Verfahren von HAZEN oder SEELHEIM folgende Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte ableiten:

Probe 1 (Bohrung BS 1) $k_f = 5,68 \times 10^{-5}$ m/s (Bestimmung nach SEELHEIM)

Probe 2 (Bohrung BS 3) $k_f = 4,91 \times 10^{-5}$ m/s

Probe 3 (Bohrung BS 4) $k_f = 4,74 \times 10^{-5}$ m/s

Auf der Basis der o.g. Feld- und Laborversuche sowie anhand unserer Erfahrungen sind in Tabelle 5 abgeschätzte Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte angegeben. Aufgrund von Lagen mit kleineren bzw. größeren Durchlässigkeiten können die horizontale und die vertikale Durchlässigkeit voneinander abweichen.

Tabelle 5 Abschätzung der Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte

Bodenart	Bodengruppe	Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte (k_f in m/s)	Versickerungseignung
Aufgefüllter Sand	[SE], [SU], [SU*]	$1 \cdot 10^{-6}$ bis $5 \cdot 10^{-4}$ (im Feldversuch: $\approx 1 \cdot 10^{-5}$) (aus Kornverteilung: $\approx 5 \cdot 10^{-5}$)	bedingt geeignet bis geeignet
Aufgefüllter Schluff	[UL]	$< 1 \cdot 10^{-7}$	nicht geeignet
Feinsand (gewachsener Boden)	SE, SU	$5 \cdot 10^{-6}$ bis $5 \cdot 10^{-5}$	geeignet bis bedingt geeignet

Nach den durchgeführten Feld- und Laboruntersuchungen sind die unterhalb der vorhandenen Oberflächenbefestigung anstehenden, aufgefüllten Sande für eine Versickerung als bedingt geeignet bis geeignet einzustufen. In den Versickerungsversuchen wurde im Mittel eine Wasserdurchlässigkeit von $k_f = 1 \times 10^{-5}$ m/s ermittelt. Aus den Korngrößenverteilungen lassen sich etwas höhere Wasserdurchlässigkeiten ableiten (im Mittel $k_f = 5 \times 10^{-5}$ m/s).

Aufgrund schluffiger und torfiger Zwischenlagen muss stellenweise mit einer eingeschränkten Versickerungsleistung gerechnet werden. Außerdem ist zu berücksichtigen, dass in den Bohrungen BS 4 und BS 5 ab rd. 1,0 – 1,2 m unter Geländeroberkante ein aufgefüllter Schluff erbohrt wurde, der als Wasserstauer wirkt und eine Versickerung von Oberflächenwasser in diesem Bereich nicht zulässt. Dies ist bei den weiteren Planungen

entsprechend zu berücksichtigen. Gegebenenfalls kann es sinnvoll sein, diese Schluffböden (Schichtdicke rd. 0,5 – 0,7 m) auszutauschen.

Bei der Beurteilung der Machbarkeit von Versickerungsanlagen sind zusätzlich auch die Wasserverhältnisse im Baugrund zu berücksichtigen. Zur Gewährleistung der Reinigungsfähigkeit des Bodens sind Mindestabstände zwischen Unterkante Versickerungsanlage und Grundwasserstand zu berücksichtigen. Aus unserer Sicht sollte für Versickerschächte ein Mindestabstand von rd. 1,0 m und für Mulden und Rigolen ein Abstand von mindestens rd. 0,5 m angestrebt werden.

Bei den zu erwartenden Grundwasserständen ist davon auszugehen, dass die o.g. Mindestabstände auch in Zeiten hoher Grundwasserstände eingehalten werden können

7 Sonstige Hinweise und Empfehlungen

Es gelten nur die zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung gültigen Normen "Weißdruck" bzw. der Stand "Stand der Technik".

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich bei der Baugrunderkundung nur um punktuelle Aufschlüsse handelt. Abweichungen von den beschriebenen Baugrundverhältnissen sind daher möglich.

Die Eigenschaften des Baugrunds dürfen durch die Arbeitsvorgänge und die eingesetzten Geräte nicht nachteilig verändert werden. Durch den Baubetrieb aufgelockerte oder aufgeweichte Schichten sind auszutauschen.

Eine ausreichende Oberflächenentwässerung ist auch für die Bauzeit sicherzustellen.

Der Einfluss der Witterung auf den Ablauf der Erdarbeiten ist zu berücksichtigen.

Das Gutachten gilt nur für den vorliegenden Planungsstand. Planungsänderungen sind dem Gutachter mitzuteilen und in geotechnischer Hinsicht zu prüfen bzw. zu beurteilen.

Hannover, 23.05.2016



Dipl.-Ing. Jennifer Matysik

Anlagen:

- Anlage 1: Lageplan mit Bohransatzpunkten
- Anlage 2: Bohrprofile
- Anlage 3: Ergebnisse der Infiltrationsversuche
- Anlage 4: Korngrößenverteilungen

Projekt:

**Park and Ride Anlage
Bf Norddeich**

Auftraggeber:

**Ingenieurbüro Vössing GmbH
Hans-Böckler-Allee 9
30173 Hannover**

Projektnummer:

16.148.11



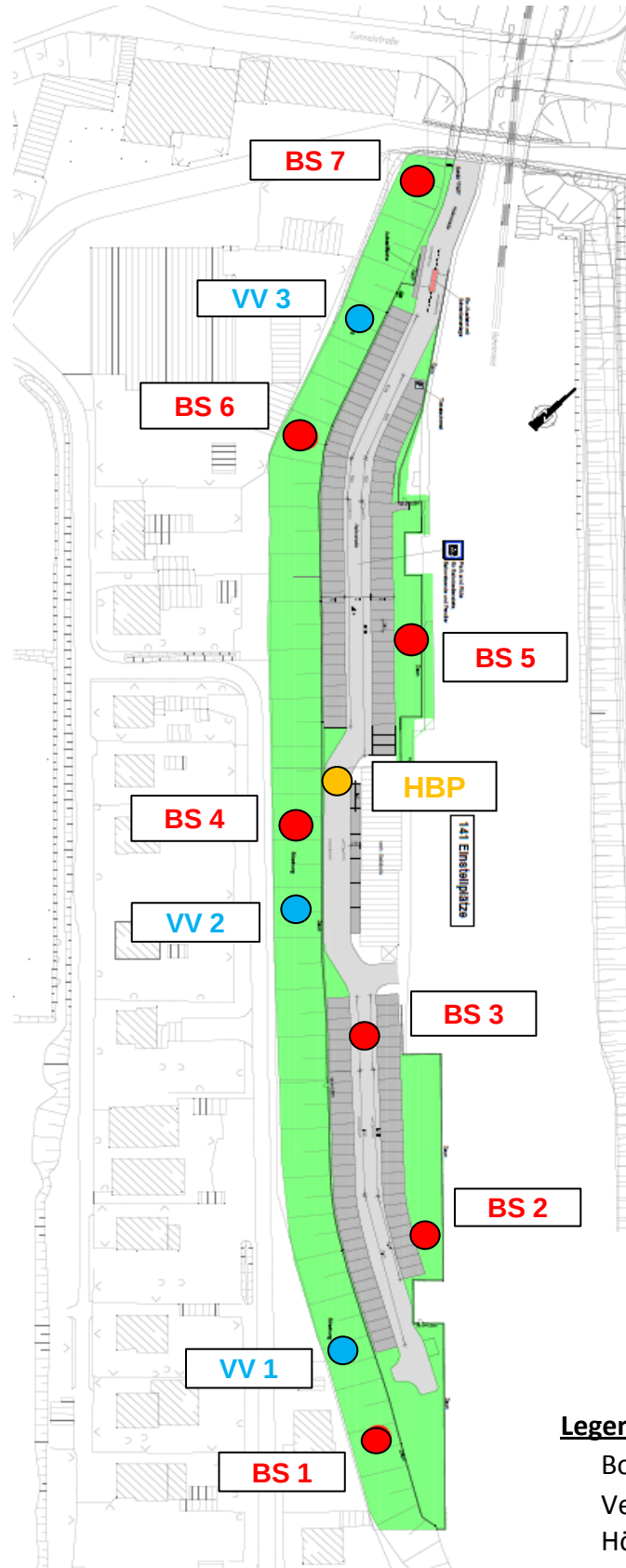
Art:

Lageplan der Bohrsondierungen und Versickerungsversuche

Datum:

17.05.2016

Anlage 1



Legende:

Bohrsondierung (BS)

Versickerungsversuch (VV)

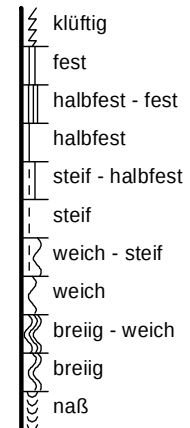
Höhenbezugspunkt (HBP)

Zeichnerische Darstellung der Bohrergebnisse

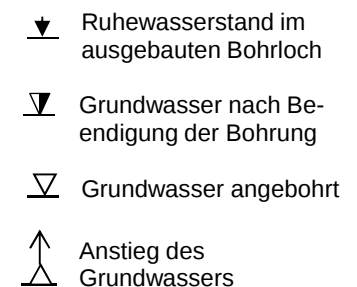
Erklärung der Kurzzeichen

Hauptbodenarten:		Nebenanteile:		Zeichen:
Kurzzeichen	Benennung	Kurzzeichen	Benennung	
X	Steine	x	steinig	
G	Kies	g	kiesig	
gG	Grobkies	gg	grobkiesig	
mG	Mittelkies	mg	mittelkiesig	
fG	Feinkies	fg	feinkiesig	
S	Sand	s	sandig	
gS	Grobsand	gs	grobsandig	
mS	Mittelsand	ms	mittelsandig	
fS	Feinsand	fs	feinsandig	
U	Schluff	u	schluffig	
T	Ton	t	tonig	
H	Torf	h, o	humos, organisch	
A	Auffüllung			A
Lg	Geschiebelehm			
Mg	Geschiebemergel			
F	Mudde			
Bk	Braunkohle			
Z	Fels			
Sst	Sandstein			
Tst	Tonstein			
Kst	Kalkstein			
Lö	Löß			
Löl	Lößlehm			
Kl	Klei, Schlick			

Zustandsform bindiger Bodenarten:



Wasserstände und Probenarten:



- GP ☐ gestörte Probe
 SP ☒ ungestörte Probe (Sonderprobe)
 AP ☒ Probe für analytische Zwecke

Zusätze: * stark
 ' schwach
 " sehr schwach

Beispiel: mS, fs*, u' = Mittelsand, stark feinsandig, schwach schluffig

Bodengruppen nach DIN 18196 (beispielhaft):

SE = Sand, enggestuft

Projekt:
P+R Anlage
Bahnhof Norddeich

Auftraggeber:
Ingenieurbüro Vössing
Hans-Böckler-Allee 9
30173 Hannover

Projektnummer:
16.148.11



Art:
Bohrprofile

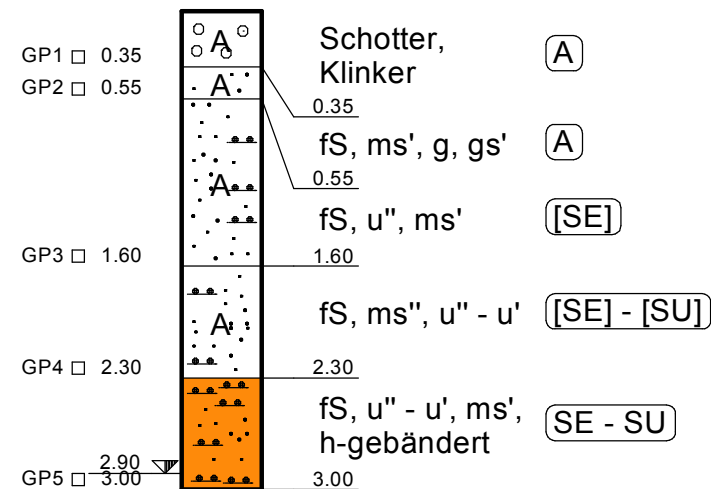
Maßstab der Höhe:
1 : 50

Datum:
11.05.2016

Anlage 2.1

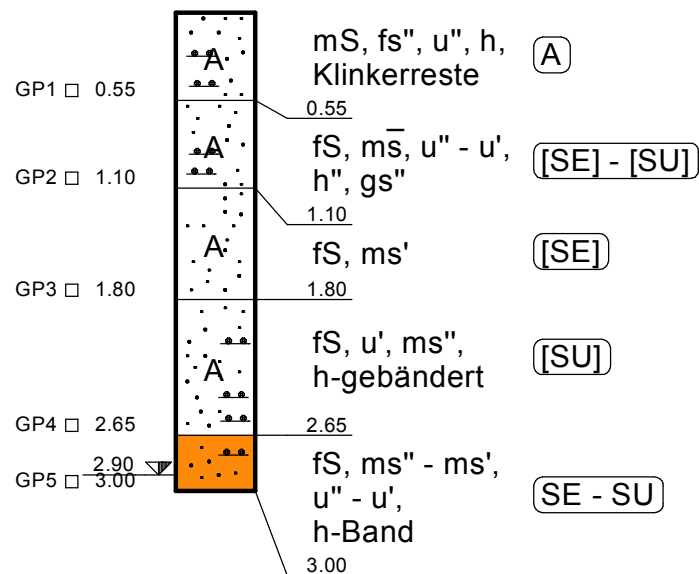
BS 6

HBP -0.46 m



BS 7

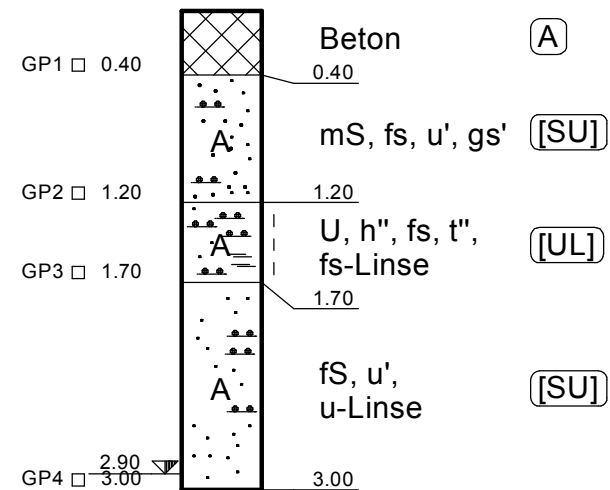
HBP -0.49 m



Projekt: P+R Anlage Bahnhof Norddeich	Auftraggeber: Ingenieurbüro Vössing Hans-Böckler-Allee 9 30173 Hannover	Projektnummer: 16.148.11
Art: Bohrprofile	Maßstab der Höhe: 1 : 50	Datum: 11.05.2016
Anlage 2.2		

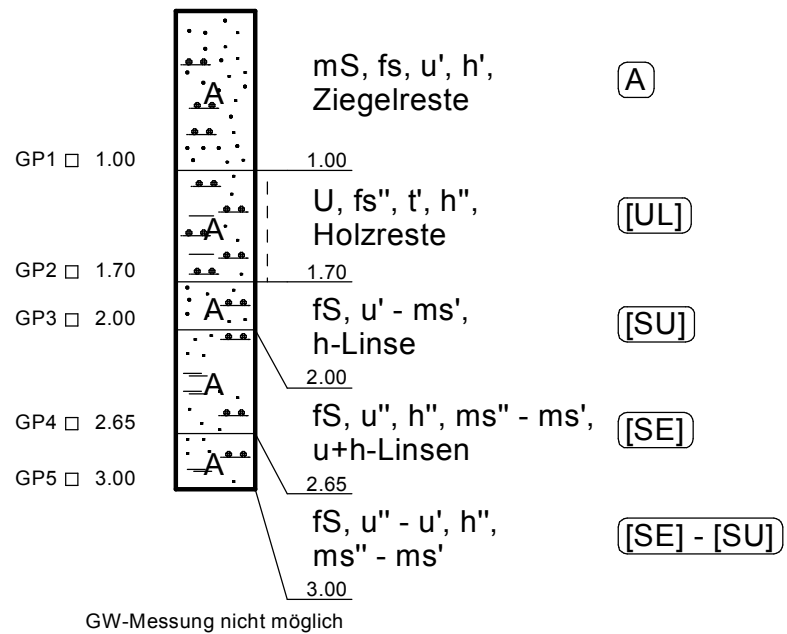
BS 4

HBP -0.50 m



BS 5

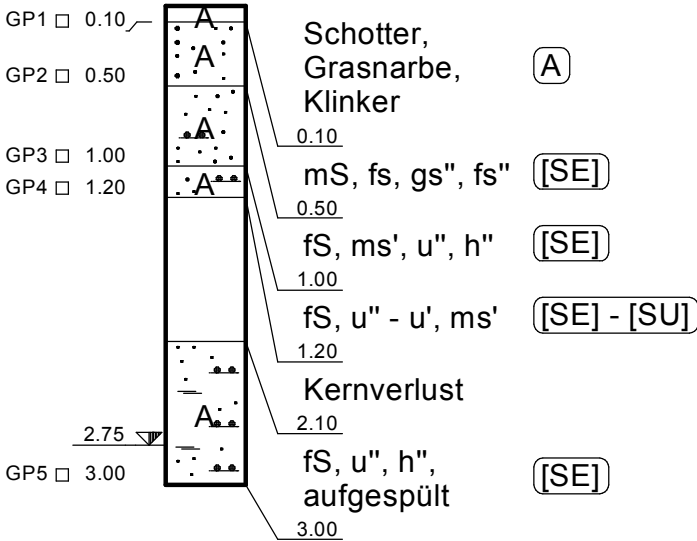
HBP -0.34 m



Projekt: P+R Anlage Bahnhof Norddeich	Auftraggeber: Ingenieurbüro Vössing Hans-Böckler-Allee 9 30173 Hannover	Projektnummer: 16.148.11	 INGENIEURE GMBH
Art: Bohrprofile	Maßstab der Höhe: 1 : 50	Datum: 11.05.2016	
Anlage 2.3			

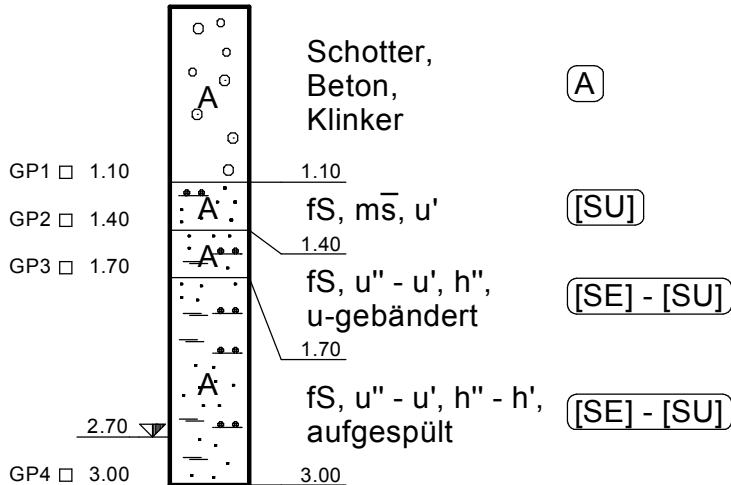
BS 2

HBP -0.50 m



BS 3

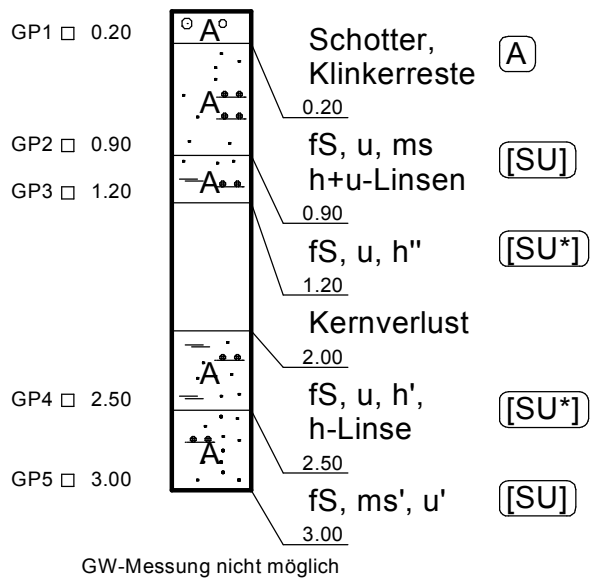
HBP -0.22 m



Projekt: P+R Anlage Bahnhof Norddeich	Auftraggeber: Ingenieurbüro Vössing Hans-Böckler-Allee 9 30173 Hannover	Projektnummer: 16.148.11	
Art: Bohrprofile	Maßstab der Höhe: 1 : 50	Datum: 11.05.2016	Anlage 2.4

BS 1

HBP -0.54 m



Ermittlung Durchlässigkeitsbeiwert
Versickerung im Bohrloch / WELL PERMEAMETER METHOD

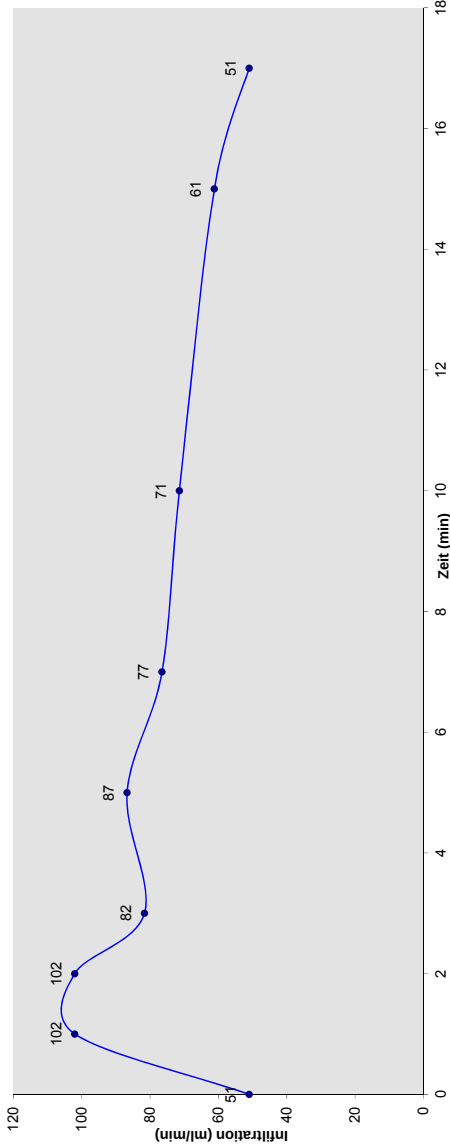
Projekt: 16.148.11 Bf Norddeich

Test: VV 1

Datum: 11.05.2016

Bearbeiter: Gropengießer/Rugullis

	mm	min	Q/min
1	140	0	0
2	150	1	102
3	160	2	102
4	168	3	82
5	185	5	87
6	200	7	77
7	221	10	71
8	251	15	61
9	261	17	51
10			
11			
12			



Durchmesser Bohrloch

6 cm

Tiefe Bohrloch bis Wasserstand (h_0)
Wasserstand im Bohrloch ≥ 10 cm

50 cm

Wassertemperatur

10 °C

Tiefe Bohrloch (H)

70 cm

Grundwasserstand (GW) /
wasserundurchlässige Bodenschicht

280 cm

Anm.: Es wurde eine 10-minütige Vorsättigungsphase durchgeführt

Klute, A.: Methods of soil analysis, Part 1, Physical and mineralogical methods. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin. 1986

Randbedingungen / Zwischenwerte:

Infiltrationsrate "Q" 0,85 ml/sec Wasserbehälter Ø mm : 114

51,0 ml/min

Radius-Bohrloch "r"

3 cm

Wert "h₀"

50 cm

Wert "h" = H-h₀

20 cm

Wert "S" = GW-H

210 cm

Viskosität "v"

1,3

$\frac{\text{Wasserviskosität im Bohrloch}}{\text{Wasserviskosität bei 20°C (≈ 1,0)}}$

$$\text{wenn } S \geq 2h \text{ dann } k = \frac{Q}{I^*} \frac{\left[\frac{h}{r} + \sqrt{\left(\frac{h}{r} \right)^2 + 1} \right] - 1}{2\pi * h^2} \quad \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right] \text{ WAHR } 7,00\text{E-6}$$

$$\text{wenn } S < 2h \text{ dann } k = \frac{Q}{I^*} \frac{3 * \left(\ln \frac{h}{r} \right)}{\pi * h * (3h + 2S)} \quad \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right] \text{ FALSCH } 2,08\text{E-6}$$

$k_{f(20)}$ -Wert:

7,0 * 10⁻⁶ m/s

0,60 m/Tag

Ermittlung Durchlässigkeitsbeiwert
Versickerung im Bohrloch / WELL PERMEAMETER METHOD

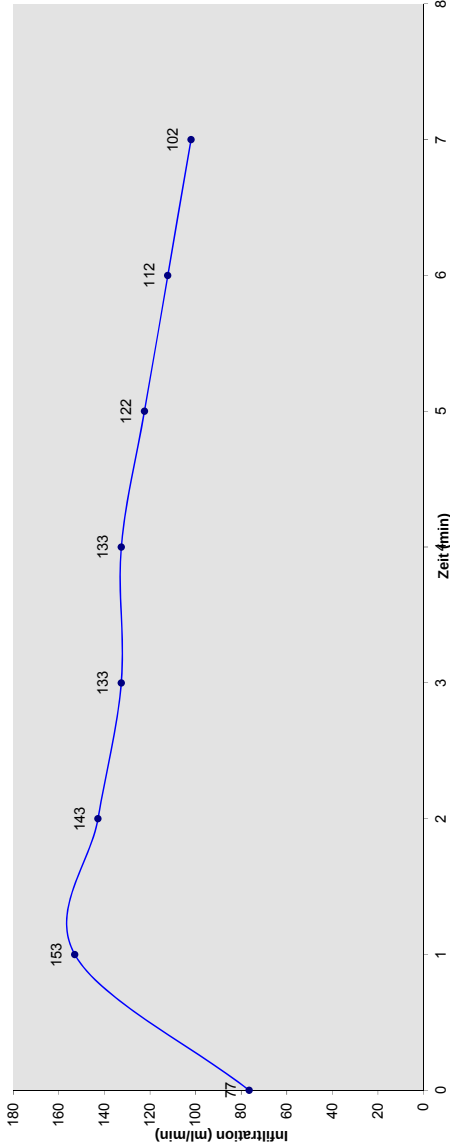
Projekt: 16.148.11 Bf Norddeich

Test: VV 2

Datum: 10.05.2016

Bearbeiter: Gropengießer/Rugullis

mm	min	Q/min
1 100	0	0
2 115	1	153
3 129	2	143
4 142	3	133
5 155	4	133
6 167	5	122
7 178	6	112
8 188	7	102
9		
10		
11		
12		



Durchmesser Bohrloch

6 cm

Tiefe Bohrloch bis Wasserstand (h_0)
Wasserstand im Bohrloch ≥ 10 cm

50 cm

Wassertemperatur

10 °C

Tiefe Bohrloch (H)

70 cm

Grundwasserstand (GW) /
wasserundurchlässige Bodenschicht

280 cm

Anm: Es wurde eine 10-minütige Vorsättigungsphase durchgeführt

Klute, A.: Methods of soil analysis, Part 1, Physical and mineralogical methods. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin. 1986

Randbedingungen / Zwischenwerte:

Infiltrationsrate "Q" 1,70 ml/sec Wasserbehälter Ø mm : 114

102,0 ml/min

Radius-Bohrloch "r"

3 cm

Wert "h₀"

50 cm

Wert "h" = H-h₀

20 cm

Wert "S" = GW-H

210 cm

Viskosität "v"

1,3

Wasserviskosität im Bohrloch
Wasserviskosität bei 20°C (=1,0)

$$\text{wenn } S \geq 2h \text{ dann } k = \frac{Q}{I'} \cdot \frac{\left[\frac{h}{r} + \sqrt{\left(\frac{h}{r} \right)^2 + 1} \right] - 1}{2\pi \cdot h^2} \quad \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right] \quad \text{WAHR } 1,40\text{E-5}$$

$$\text{wenn } S < 2h \text{ dann } k = \frac{Q}{I'} \cdot \frac{3 \cdot \left(\ln \frac{h}{r} \right)}{\pi \cdot h \cdot (3h + 2S)} \quad \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right] \quad \text{FALSCH } 4,16\text{E-6}$$

$k_{f(20)}$ -Wert:

1,4 * 10⁻⁵ m/s

1,21 m/Tag

Ermittlung Durchlässigkeitsbeiwert
Versickerung im Bohrloch / WELL PERMEAMETER METHOD

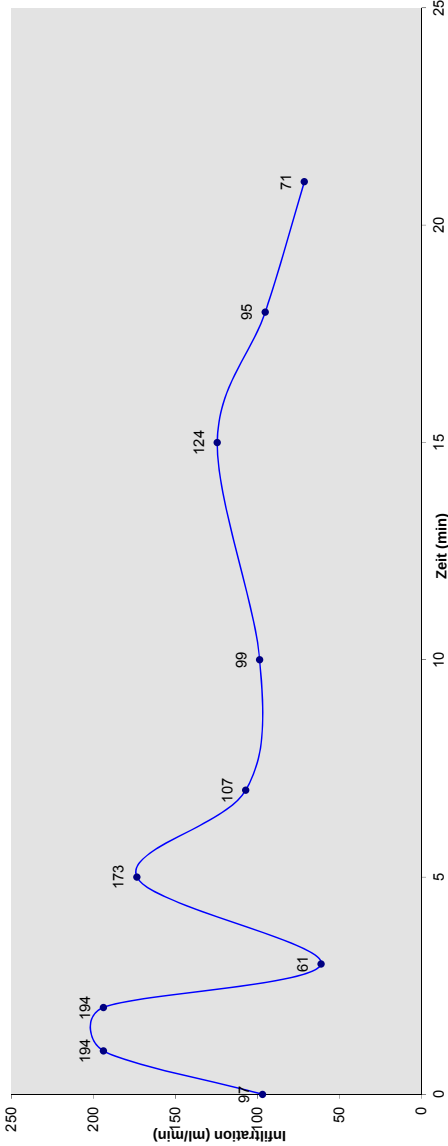
Projekt: 16.148.11 Bf Norddeich

Test: VV 3

Datum: 11.05.2016

Bearbeiter: Gropengießer/Rugullis

	mm	min	Q/min
1	110	0	0
2	129	1	194
3	148	2	194
4	154	3	61
5	188	5	173
6	209	7	107
7	238	10	99
8	299	15	124
9	327	18	95
10	348	21	71
11			---
12			---



Durchmesser Bohrloch

6 cm

Tiefe Bohrloch bis Wasserstand (h_0)
Wasserstand im Bohrloch ≥ 10 cm

50 cm

Wassertemperatur

10 °C

Tiefe Bohrloch (H)

70 cm

Grundwasserstand (GW) /
wasserundurchlässige Bodenschicht

280 cm

Anm.: Es wurde eine 10-minütige Vorsättigungsphase durchgeführt

Klute, A.: Methods of soil analysis, Part 1, Physical and mineralogical methods. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin. 1986

Randbedingungen / Zwischenwerte:

Infiltrationsrate "Q" 1,19 ml/sec Wasserbehälter Ø mm : 114

71,4 ml/min

Radius-Bohrloch "r"

3 cm

Wert "h₀"

50 cm

Wert "h" = H-h₀

20 cm

Wert "S" = GW-H

210 cm

Viskosität "v"

1,3

Wasserviskosität im Bohrloch
Wasserviskosität bei 20°C (=1,0)

$$\text{wenn } S \geq 2h \text{ dann } k = \frac{Q}{I^*} \frac{\left[\frac{h}{r} + \sqrt{\left(\frac{h}{r} \right)^2 + 1} \right] - 1}{2\pi * h^2} \quad \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right] \text{ WAHR } 9,80\text{E-6}$$

$$\text{wenn } S < 2h \text{ dann } k = \frac{Q}{I^*} \frac{3 * \left(\frac{h}{r} \right)}{\pi * h * (3h + 2S)} \quad \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right] \text{ FALSCH } 2,91\text{E-6}$$

$k_{f(20)}$ -Wert:

$9,8 * 10^{-6} \text{ m/s}$

0,85 m/Tag

Schmitz + Beilke Ingenieure GmbH Bodenmechanik, Erd- und Grundbau Cloppeburger Straße 2-4 26135 Oldenburg Bearbeiter: Brehm / Konrad Datum: 13.05.2016		Körnungslinie Erweiterung P + R Bahnhof Norddeich Prüfungsnummer: 16.148.11 Probe entnommen am: 14.04.2016 Art der Entnahme: gestörte Probe Arbeitsweise: Nasssiebung					
Schlammkorn		Siebkorn					
Feinstes	Fein-	Mittel-	Grob-	Fein-	Mittel-	Grob-	Steine
100 90 80 70 60 50 40 30 20 10 0 0.001 0.002 0.006 0.01 0.02 0.06 0.1 0.2 0.6 1 2 6 10 20 60 100 Korndurchmesser d in mm Massenanteile der Körner < d in % der Gesamtmenge							
Bezeichnung:		BS 1/2					
Bodenart:		fS, u, ms					
Tiefe:		0,20 - 0,90					
k [m/s] (Hazen):		-					
Entnahmestelle:		BS 1/2					
U/Cc		-/-					
Bemerkungen:							

Schmitz + Beilke Ingenieure GmbH
Bodenmechanik, Erd- und Grundbau
Cloppenburg Straße 2-4
26135 Oldenburg

Vorhaben: Erweiterung P + R Bahnhof Norddeich
Anlage : 5.1

Bezeichnung: BS 1/2

fS, u, ms

Tiefe: 0,20 - 0,90

Entnahmestelle: BS 1/2

U/Cc -/-

Bearbeiter: Brehm / Konrad

Datum: 13.05.2016

Prüfungsnummer: 16.148.11

Probe entnommen am: 14.04.2016

Art der Entnahme: gestörte Probe

Arbeitsweise: Nasssiebung

Siebanalyse

=====

Trockenmasse: 182.60 g

9 Siebe ausgewertet

Durchmesser[mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Durchgang[%]
16.0000	0.00	0.00	100.00
8.0000	2.22	1.22	98.78
4.0000	2.02	1.11	97.68
2.0000	1.34	0.73	96.94
1.0000	1.03	0.56	96.38
0.5000	1.16	0.64	95.74
0.2500	9.43	5.16	90.58
0.1250	83.95	45.97	44.61
0.0590	34.51	18.90	25.71
Schale	46.94	25.71	

Summe Siebrückstände = 182.60 g

Siebverlust = 0.00 g

Durchmesser bei 10% Durchgang = -
Durchmesser bei 15% Durchgang = -
Durchmesser bei 20% Durchgang = -
Durchmesser bei 30% Durchgang = 0.06980 mm
Durchmesser bei 50% Durchgang = 0.12614 mm
Durchmesser bei 60% Durchgang = 0.15403 mm
Durchmesser bei 85% Durchgang = 0.25933 mm

Abgeleitete Größen:

Ungleichförmigkeit / Krümmungszahl = -/-

kf (Hazen) = - m/s

kf (Beyer) = - m/s

kf (Mallet/Paquant) = - m/s

kf (Seelheim) = 5.68E-5 m/s

Ton: -

Schluff: 26.1 %

Sand: 70.9 %

Kies: 3.0 %

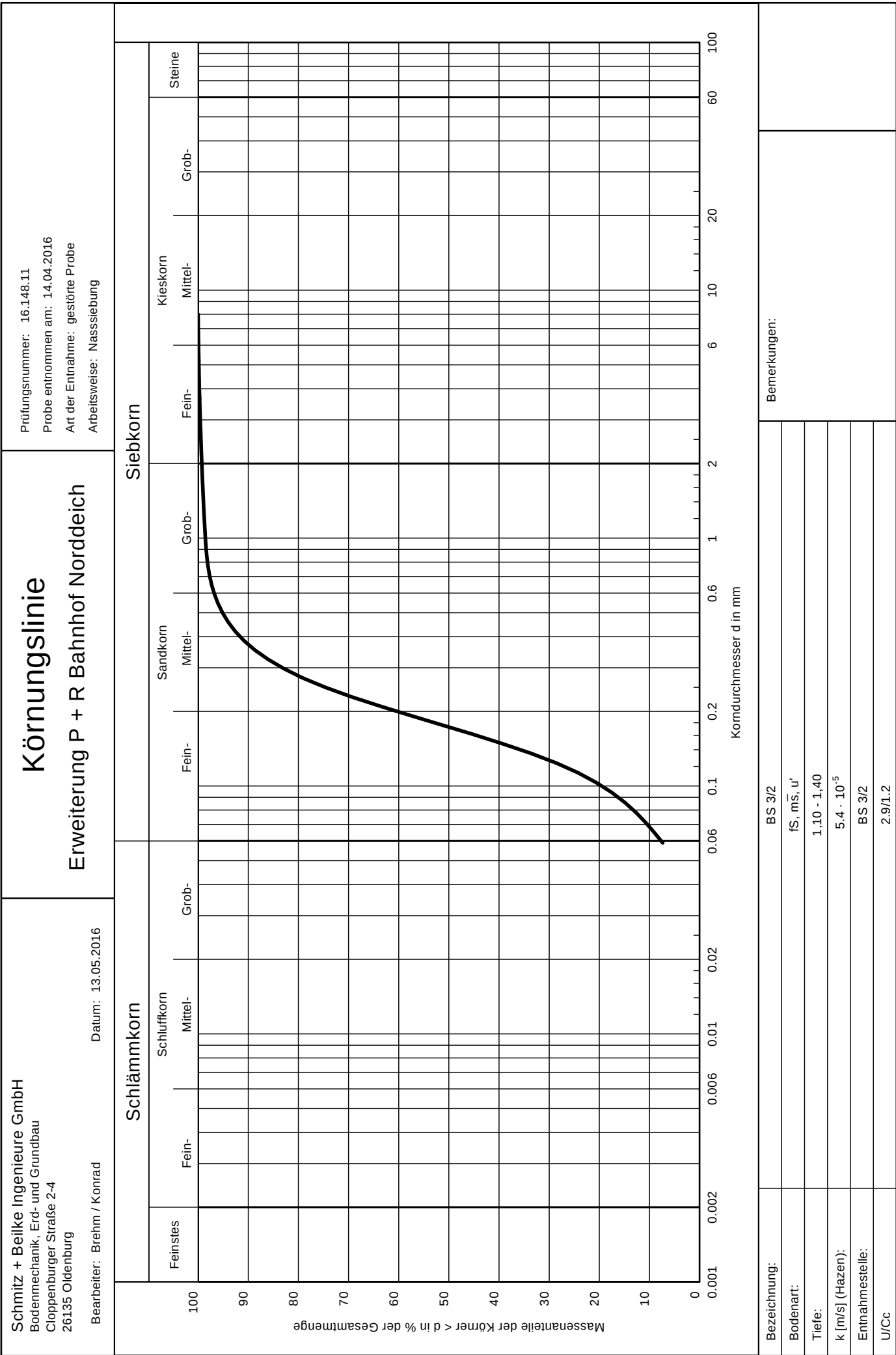
Durchgang bei 0.002 mm: 0.0 %

Durchgang bei 0.06 mm: 26.1 %

Durchgang bei 2.0 mm: 97.0 %

Durchgang bei 60 mm: 100.0 %

Durchmesser bei 5% Durchgang = -
Durchmesser bei 10% Durchgang = -
Durchmesser bei 15% Durchgang = -
Durchmesser bei 20% Durchgang = -
Durchmesser bei 25% Durchgang = -
Durchmesser bei 30% Durchgang = 0.06980 mm
Durchmesser bei 35% Durchgang = 0.08366 mm
Durchmesser bei 40% Durchgang = 0.09796 mm
Durchmesser bei 45% Durchgang = 0.11228 mm
Durchmesser bei 50% Durchgang = 0.12614 mm
Durchmesser bei 55% Durchgang = 0.13986 mm
Durchmesser bei 60% Durchgang = 0.15403 mm
Durchmesser bei 65% Durchgang = 0.16915 mm
Durchmesser bei 70% Durchgang = 0.18581 mm
Durchmesser bei 75% Durchgang = 0.20487 mm
Durchmesser bei 80% Durchgang = 0.22783 mm
Durchmesser bei 85% Durchgang = 0.25933 mm
Durchmesser bei 90% Durchgang = 0.31189 mm
Durchmesser bei 95% Durchgang = 0.50133 mm
Durchmesser bei 16% Durchgang = -
Durchmesser bei 84% Durchgang = 0.25166 mm



Schmitz + Beilke Ingenieure GmbH
Bodenmechanik, Erd- und Grundbau
Cloppenburg Straße 2-4
26135 Oldenburg

Vorhaben: Erweiterung P + R Bahnhof Norddeich
Anlage : 5.2

Bezeichnung: BS 3/2
fS, ms[^], u¹ (^ = stark)
Tiefe: 1,10 - 1,40
Entnahmestelle: BS 3/2
U/Cc 2.9/1.2
Bearbeiter: Brehm / Konrad
Datum: 13.05.2016
Prüfungsnummer: 16.148.11
Probe entnommen am: 14.04.2016
Art der Entnahme: gestörte Probe
Arbeitsweise: Nasssiebung

Siebanalyse

=====

Trockenmasse:	78.60 g		
8 Siebe ausgewertet			
Durchmesser[mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Durchgang[%]
8.0000	0.00	0.00	100.00
4.0000	0.16	0.20	99.80
2.0000	0.41	0.52	99.27
1.0000	0.50	0.64	98.64
0.5000	0.98	1.25	97.39
0.2500	11.70	14.89	82.51
0.1250	48.83	62.12	20.38
0.0590	10.23	13.02	7.37
Schale	5.79	7.37	

Summe Siebrückstände = 78.60 g
Siebverlust = 0.00 g

Durchmesser bei 10% Durchgang = 0.06836 mm
Durchmesser bei 15% Durchgang = 0.08609 mm
Durchmesser bei 20% Durchgang = 0.10141 mm
Durchmesser bei 30% Durchgang = 0.12700 mm
Durchmesser bei 50% Durchgang = 0.17291 mm
Durchmesser bei 60% Durchgang = 0.19909 mm
Durchmesser bei 85% Durchgang = 0.31508 mm

Abgeleitete Größen:

Ungleichförmigkeit / Krümmungszahl = 2.9/1.2
kf (Hazen) = 5.42E-5 m/s
kf (Beyer) = 4.44E-5 - 4.91E-5 m/s
kf (Mallet/Paquant) = 1.86E-5 m/s
kf (Seelheim) = 1.07E-4 m/s

Ton: -
Schluff: 7.6 %
Sand: 91.6 %
Kies: 0.7 %
Durchgang bei 0.002 mm: 0.0 %
Durchgang bei 0.06 mm: 7.6 %
Durchgang bei 2.0 mm: 99.3 %
Durchgang bei 60 mm: 100.0 %

Durchmesser bei 5% Durchgang = -
Durchmesser bei 10% Durchgang = 0.06836 mm
Durchmesser bei 15% Durchgang = 0.08609 mm
Durchmesser bei 20% Durchgang = 0.10141 mm
Durchmesser bei 25% Durchgang = 0.11489 mm
Durchmesser bei 30% Durchgang = 0.12700 mm
Durchmesser bei 35% Durchgang = 0.13844 mm
Durchmesser bei 40% Durchgang = 0.14970 mm
Durchmesser bei 45% Durchgang = 0.16111 mm
Durchmesser bei 50% Durchgang = 0.17291 mm
Durchmesser bei 55% Durchgang = 0.18548 mm
Durchmesser bei 60% Durchgang = 0.19909 mm
Durchmesser bei 65% Durchgang = 0.21413 mm
Durchmesser bei 70% Durchgang = 0.23125 mm
Durchmesser bei 75% Durchgang = 0.25179 mm
Durchmesser bei 80% Durchgang = 0.27838 mm
Durchmesser bei 85% Durchgang = 0.31508 mm
Durchmesser bei 90% Durchgang = 0.37278 mm
Durchmesser bei 95% Durchgang = 0.49545 mm
Durchmesser bei 16% Durchgang = 0.08921 mm
Durchmesser bei 84% Durchgang = 0.30660 mm

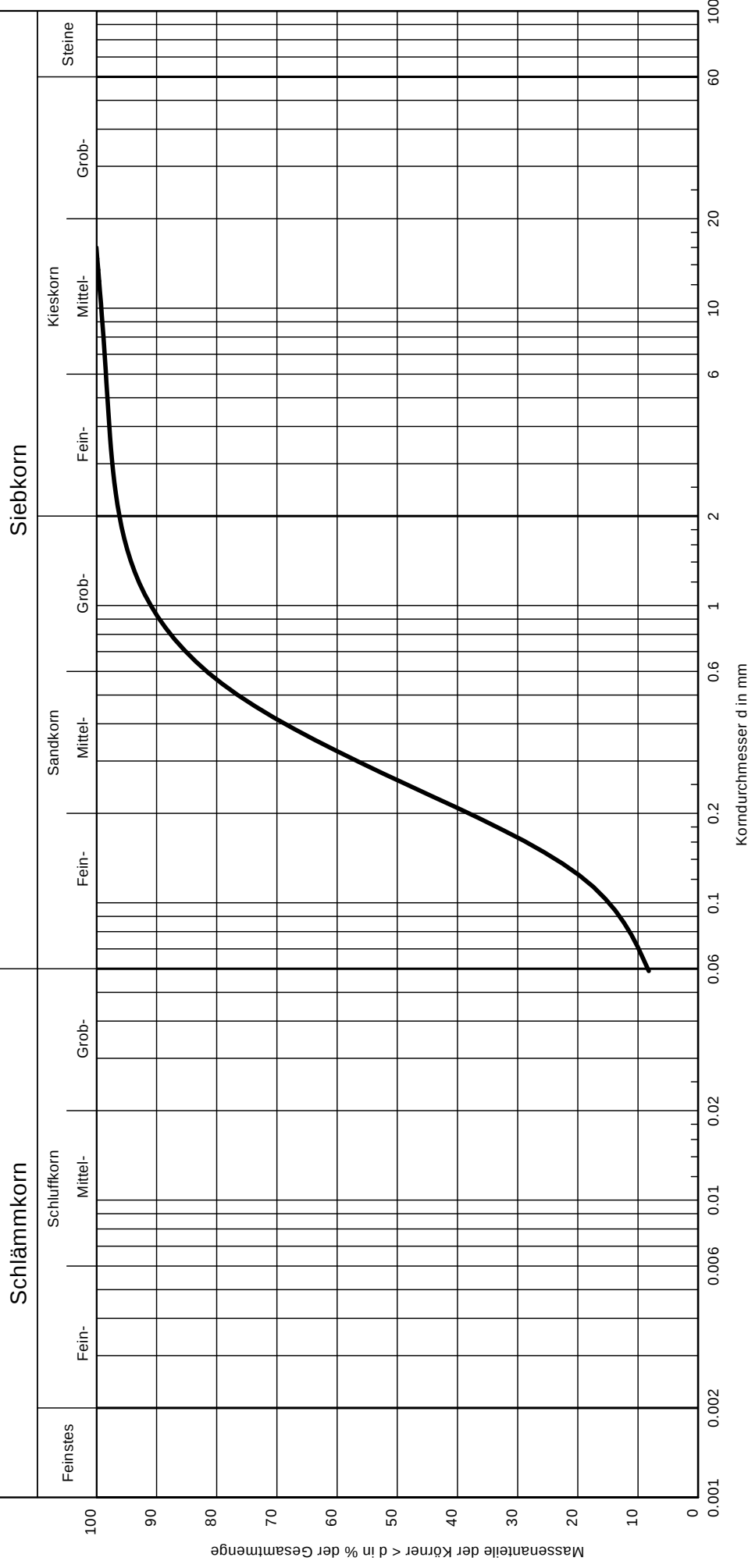
Schmitz + Beilke Ingenieure GmbH
Bodenmechanik, Erd- und Grundbau
Cloppenburg Straße 2-4
26135 Oldenburg

Bearbeiter: Brehm / Konrad
Datum: 13.05.2016

Körnungslinie

Erweiterung P + R Bahnhof Norddeich

Prüfungsnummer: 16.148.11
 Probe entnommen am: 14.04.2016
 Art der Entnahme: gestörte Probe
 Arbeitsweise: Nasssiebung



Bezeichnung:

Bodenart:

Tiefe:

k [m/s] (Hazen):

Entnahmestelle:

 U/Cc

BS 4/2

mS, fs, u', gs'

0,40 - 1,20

 $5.8 \cdot 10^{-5}$

BS 4/2

4.6/1.2

Bemerkungen:

Schmitz + Beilke Ingenieure GmbH
Bodenmechanik, Erd- und Grundbau
Cloppenburg Straße 2-4
26135 Oldenburg

Vorhaben: Erweiterung P + R Bahnhof Norddeich
Anlage : 5.3

Bezeichnung: BS 4/2
mS, fs, u', gs'
Tiefe: 0,40 - 1,20
Entnahmestelle: BS 4/2
U/Cc 4.6/1.2
Bearbeiter: Brehm / Konrad
Datum: 13.05.2016
Prüfungsnummer: 16.148.11
Probe entnommen am: 14.04.2016
Art der Entnahme: gestörte Probe
Arbeitsweise: Nasssiebung

Siebanalyse

=====

Trockenmasse: 143.82 g

9 Siebe ausgewertet

Durchmesser[mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Durchgang[%]
16.0000	0.00	0.00	100.00
8.0000	1.79	1.24	98.76
4.0000	1.22	0.85	97.91
2.0000	1.78	1.24	96.67
1.0000	6.14	4.27	92.40
0.5000	18.67	12.98	79.42
0.2500	43.82	30.47	48.95
0.1250	48.31	33.59	15.36
0.0590	10.27	7.14	8.22
Schale	11.82	8.22	

Summe Siebrückstände = 143.82 g

Siebverlust = 0.00 g

Durchmesser bei 10% Durchgang = 0.07066 mm
Durchmesser bei 15% Durchgang = 0.10076 mm
Durchmesser bei 20% Durchgang = 0.12475 mm
Durchmesser bei 30% Durchgang = 0.16566 mm
Durchmesser bei 50% Durchgang = 0.25871 mm
Durchmesser bei 60% Durchgang = 0.32351 mm
Durchmesser bei 85% Durchgang = 0.69526 mm

Abgeleitete Größen:

Ungleichförmigkeit / Krümmungszahl = 4.6/1.2

kf (Hazen) = 5.79E-5 m/s

kf (Beyer) = 4.24E-5 - 4.74E-5 m/s

kf (Mallet/Paquant) = 3.00E-5 m/s

kf (Seelheim) = 2.39E-4 m/s

Ton:

-

Schluff: 8.4 %

Sand: 87.8 %

Kies: 3.8 %

Durchgang bei 0.002 mm: 0.0 %

Durchgang bei 0.06 mm: 8.4 %

Durchgang bei 2.0 mm: 96.2 %

Durchgang bei 60 mm: 100.0 %

Durchmesser bei 5% Durchgang = -

Durchmesser bei 10% Durchgang = 0.07066 mm

Durchmesser bei 15% Durchgang = 0.10076 mm

Durchmesser bei 20% Durchgang = 0.12475 mm

Durchmesser bei 25% Durchgang = 0.14548 mm

Durchmesser bei 30% Durchgang = 0.16566 mm

Durchmesser bei 35% Durchgang = 0.18635 mm

Durchmesser bei 40% Durchgang = 0.20834 mm

Durchmesser bei 45% Durchgang = 0.23218 mm

Durchmesser bei 50% Durchgang = 0.25871 mm

Durchmesser bei 55% Durchgang = 0.28882 mm

Durchmesser bei 60% Durchgang = 0.32351 mm

Durchmesser bei 65% Durchgang = 0.36462 mm

Durchmesser bei 70% Durchgang = 0.41429 mm

Durchmesser bei 75% Durchgang = 0.47763 mm

Durchmesser bei 80% Durchgang = 0.56414 mm

Durchmesser bei 85% Durchgang = 0.69526 mm

Durchmesser bei 90% Durchgang = 0.93100 mm

Durchmesser bei 95% Durchgang = 1.57790 mm

Durchmesser bei 16% Durchgang = 0.10591 mm

Durchmesser bei 84% Durchgang = 0.66370 mm