

ZUSAMMENSTELLUNG DER VERSUCHSERGEBNISSE

Anlage 3.1.1

Entnahmestelle	BS4	BS4	BS5	BS6	BS10	BS10	BS11	BS12	BS14	BS14
Entnahmetiefe [m]	4,65-5,7	5,7-7,2	1,7-2,9	0,8-1,6	5,0-5,7	5,7-7,2	0,2-1,9	0,4-1,5	5,2-6,7	8,5-10,0
Entnahmeart	BS	BS	GP	GP	GP	GP	GP	GP	GP	GP
Bodenart	A (KI)	KI	A (KI)	A (KI)	KI	KI	A (KI)	A (KI)	KI,o	KI,o
Wassergehalt w [%]	27,6		33,0	35,9	30,7		33,3	32,8	31,5	85,0
Fließgrenze w _L [%]							47,8			
Ausrollgrenze w _P [%]							25,9			
Plastizitätszahl I _P [%]							21,9			
Konsistenzzahl I _c [-]							0,66			
Feuchtwichte γ [kN/m ³]										
Trockenwichte γ _d [kN/m ³]										
Proctorversuch s. Anlage										
Kornverteilung s. Anlage		3.2.1	3.2.1	3.2.1		3.2.2	3.2.2	3.2.2		
Trockenrohdichte ρ _s [g/cm ³]										
Glühverlust V _{gl} [%]									4,1	14,1
Ödometer-Steifemodul / Zeitsetzung s. Anlage										
Scherversuch s. Anlage										
Durchlässigkeit s. Anlage										
Kalkgehalt V _{Ca} [%]										

10-152; Untersuchung der Deichsicherheit für
Kompensationsmaßnahmen an der Stör
Maßnahmengebiet Bahrenfleth

IGB INGENIEURGESELLSCHAFT MBH
Geotechnik • Wasserbau • Umwelttechnik • Beweissicherung • Arbeitsschutz
Hamburg • Berlin • Kiel • Oldenburg
www.igb-ingenieure.de

Heinrich-Hertz-Straße 116 22083 Hamburg	Fidicinstraße 3 10965 Berlin	Neufeldtstraße 10 24118 Kiel	Marie-Curie-Straße 1 26129 Oldenburg
Tel.: 040 / 22 70 00 - 0	030 / 85 96 38 56	0431 / 26 04 10 - 0	0441 / 3 61 16-230
Fax: 040 / 22 70 00-28	030 / 85 96 38 57	0431 / 26 04 10-18	0441 / 3 61 16-240

ZUSAMMENSTELLUNG DER VERSUCHSERGEBNISSE

Anlage 3.1.2

Entnahmestelle	BS15	BS15	BS16	BS17						
Entnahmetiefe [m]	3,9-5,7	5,7-7,9	0,65-1,4	1,1-2,5						
Entnahmeart	GP	GP	GP	GP						
Bodenart	A (KI)	KI,fs*	A (KI)	A (KI)						
Wassergehalt w [%]	41,0		33,0	34,4						
Fließgrenze w _L [%]				48,6						
Ausrollgrenze w _P [%]				25,0						
Plastizitätszahl I _P [%]				23,6						
Konsistenzzahl I _c [-]				0,60						
Feuchtwichte γ [kN/m ³]										
Trockenwichte γ _d [kN/m ³]										
Proctorversuch s. Anlage										
Kornverteilung s. Anlage		3.2.3	3.2.3	3.2.3						
Trockenrohdichte ρ _s [g/cm ³]										
Glühverlust V _{gl} [%]										
Ödometer-Steifemodul / Zeitsetzung s. Anlage										
Scherversuch s. Anlage										
Durchlässigkeit s. Anlage										
Kalkgehalt V _{Ca} [%]										

10-152; Untersuchung der Deichsicherheit für
Kompensationsmaßnahmen an der Stör
Maßnahmengebiet Bahrenfleth

ZUSAMMENSTELLUNG DER VERSUCHSERGEBNISSE

Anlage 3.1.3

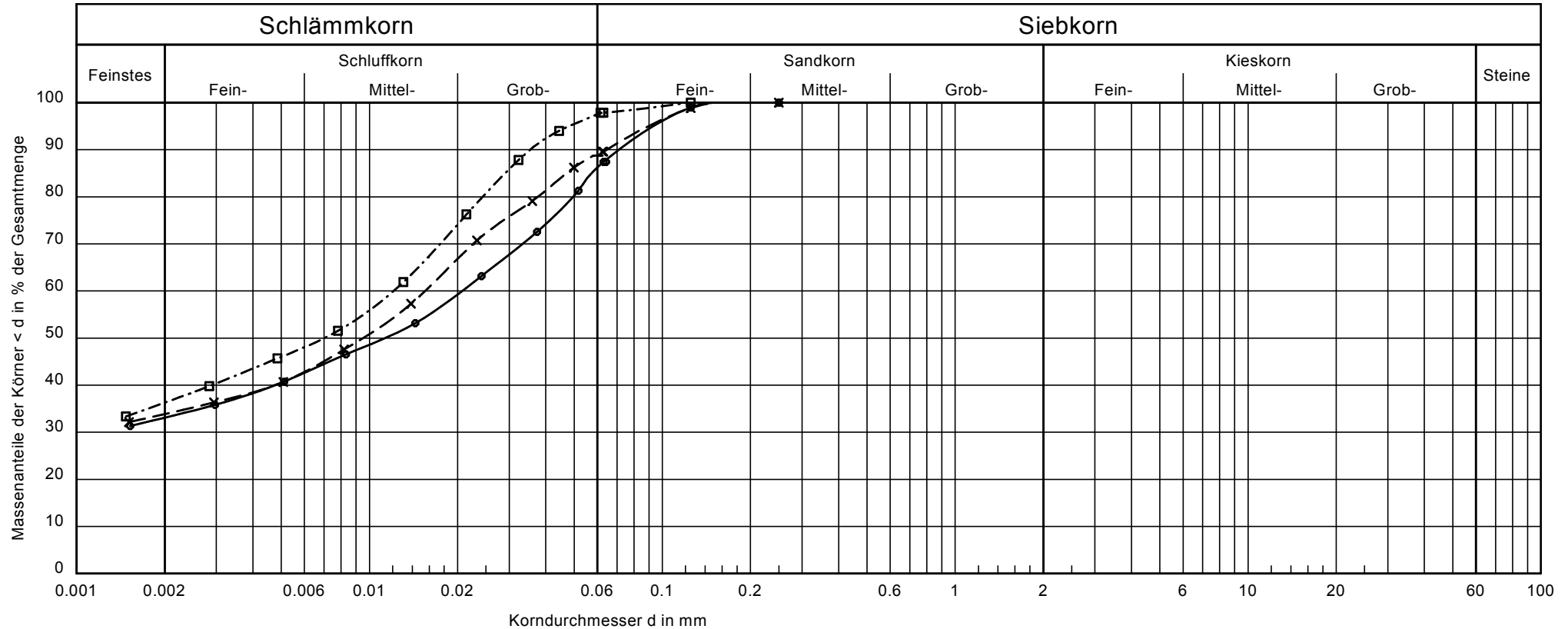
Entnahmestelle	Sch. 1	Sch. 1	Sch. 1	Sch. 1	Sch. 2	Sch. 2	Sch. 2	Sch. 2		
Entnahmetiefe [m]	0,5-0,6	0,5-0,6	0,8-0,9	0,8-0,9	0,6-0,7	0,6-0,7	0,9-1,0	0,9-1,0		
Entnahmeart	GP	Zyl. 381	GP	Zyl. 633	GP	Zyl. 291	GP	Zyl. 150		
Bodenart	KI	KI	KI	KI	KI	KI	KI	KI		
Wassergehalt w [%]	33,1		34,2		34,4		41,8			
Fließgrenze w _L [%]										
Ausrollgrenze w _P [%]										
Plastizitätszahl I _P [%]										
Konsistenzzahl I _c [-]										
Feuchtwichte γ [kN/m ³]										
Trockenwichte γ _d [kN/m ³]										
Proctorversuch s. Anlage										
Kornverteilung s. Anlage	3.2.4				3.2.4					
Trockenrohdichte ρ _s [g/cm ³]										
Glühverlust V _{gl} [%]										
Ödometer-Steifemodul / Zeitsetzung s. Anlage										
Scherversuch s. Anlage				3.4.1				3.4.2		
Durchlässigkeit s. Anlage		3.5.1				3.5.2				
Kalkgehalt V _{Ca} [%]										

10-152; Untersuchung der Deichsicherheit für
Kompensationsmaßnahmen an der Stör
Maßnahmengebiet Bahrenfleth

September 2010

Kornverteilungskurven

Anlage 3.2.1



Signatur	○ — ○	× - - - ×	□ - · - · - □
Entnahmestelle	BS 4	BS 5	BS 6
Entnahmetiefe in m	5,7-7,2	1,7-2,9	0,8-1,6
Bodenart	KI (U, t*, fs')	A (KI(U, t*, fs'))	A (KI(U, t*))
U/Cc	-/-	-/-	-/-
k [m/s] (Hazen):	-	-	-

10-152; Untersuchung der Deichsicherheit für
Kompensationsmaßnahmen an der Stör
Maßnahmenggebiet Bahrenfleth

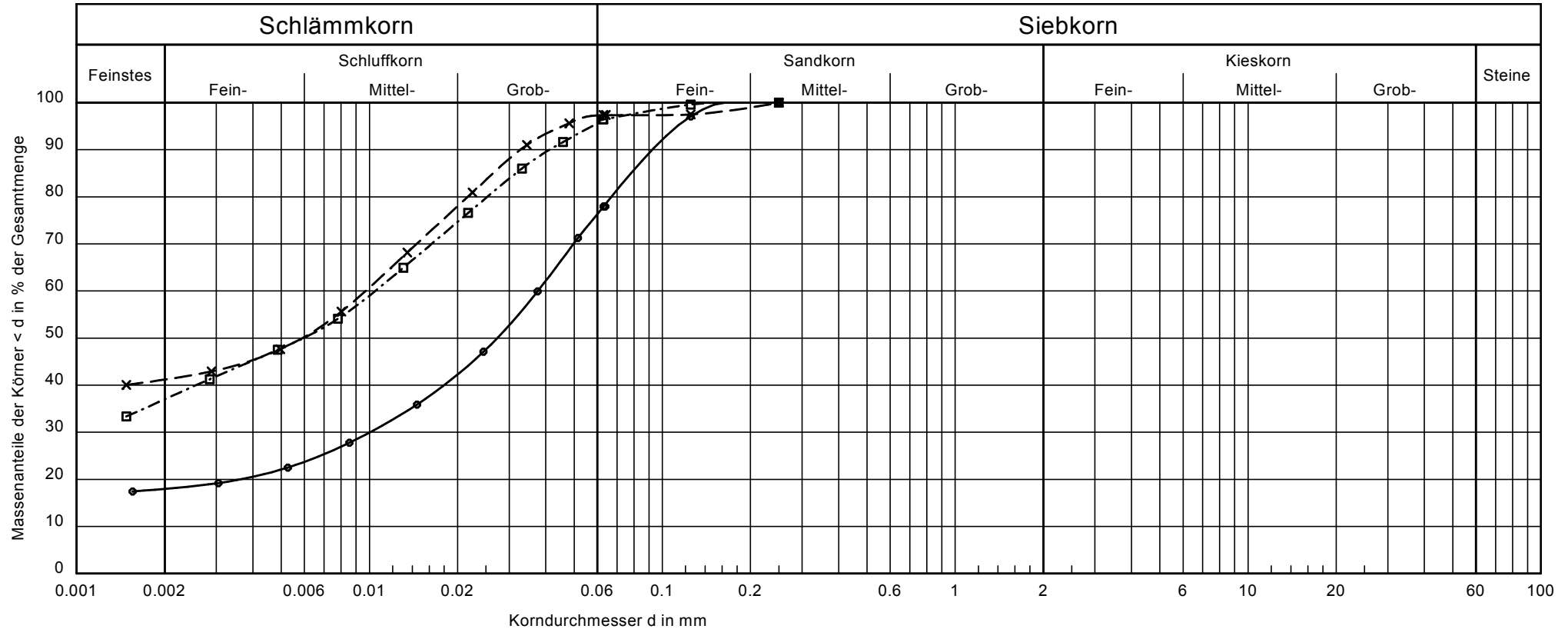
IGB INGENIEURGESELLSCHAFT MBH
Geotechnik • Wasserbau • Umwelttechnik • Beweissicherung • Arbeitsschutz
Hamburg • Berlin • Kiel • Oldenburg
www.igb-ingenieure.de

Heinrich-Hertz-Straße 116	Fidicinstraße 3	Neufeldtstraße 10	Marie-Curie-Straße 1
22083 Hamburg	10965 Berlin	24118 Kiel	26129 Oldenburg
Tel.: 040 / 22 70 00 - 0	030 / 85 96 38 56	0431 / 26 04 10 - 0	0441 / 3 61 16-230
Fax: 040 / 22 70 00-28	030 / 85 96 38 57	0431 / 26 04 10-18	0441 / 3 61 16-240

September 2010

Kornverteilungskurven

Anlage 3.2.2



Signatur	○ — — — ○	× — — — ×	□ — — — □
Entnahmestelle	BS 10	BS 11	BS 12
Entnahmetiefe in m	5,7-7,2	0,2-1,9	0,4-1,5
Bodenart	KL,fs (U, t, fs)	A (KL(U-T))	A (KL(U,t*))
U/Cc	-/-	-/-	-/-
k [m/s] (Hazen):	-	-	-

10-152; Untersuchung der Deichsicherheit für
Kompensationsmaßnahmen an der Stör
Maßnahmenggebiet Bahrenfleth

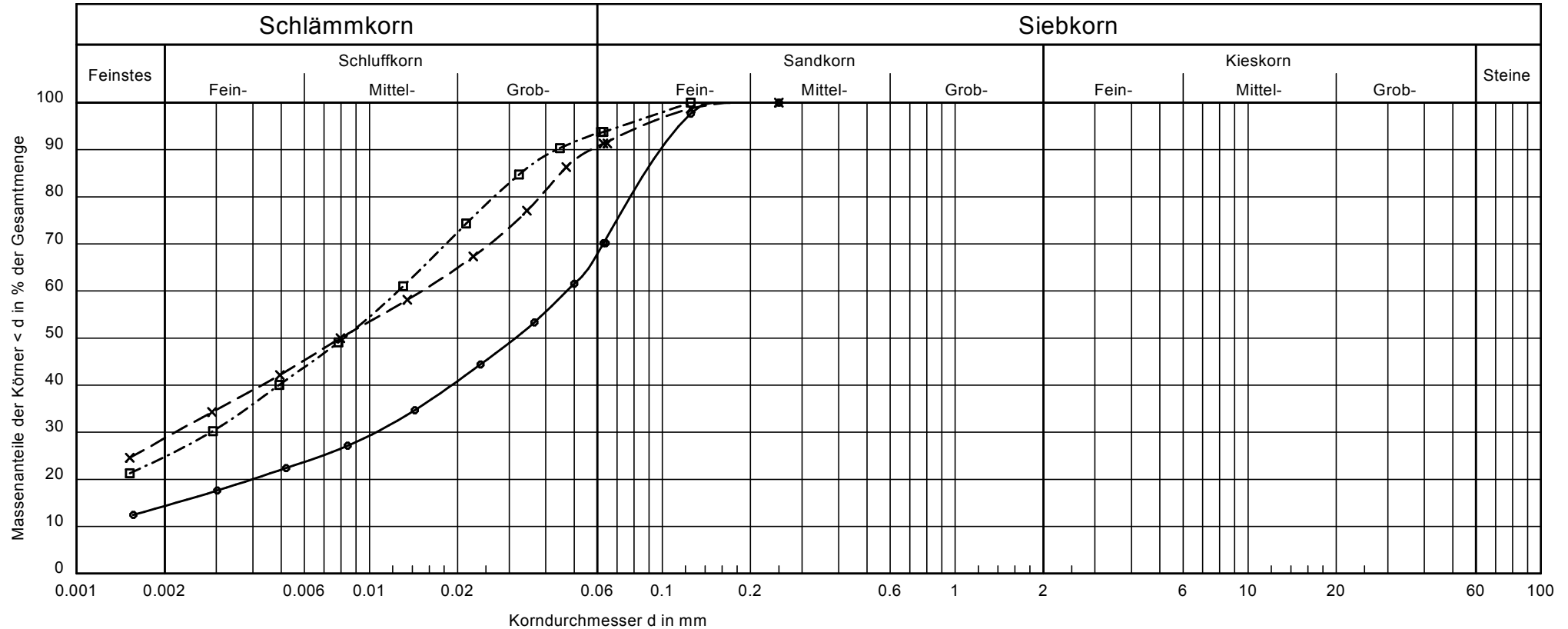
IGB INGENIEURGESELLSCHAFT MBH
Geotechnik • Wasserbau • Umwelttechnik • Beweissicherung • Arbeitsschutz
Hamburg • Berlin • Kiel • Oldenburg
www.igb-ingenieure.de

Heinrich-Hertz-Straße 116 22083 Hamburg Tel.: 040 / 22 70 00 - 0 Fax: 040 / 22 70 00-28	Fidicinstraße 3 10965 Berlin 030 / 85 96 38 56 030 / 85 96 38 57	Neufeldtstraße 10 24118 Kiel 0431 / 26 04 10 - 0 0431 / 26 04 10-18	Marie-Curie-Straße 1 26129 Oldenburg 0441 / 3 61 16-230 0441 / 3 61 16-240
--	---	--	---

September 2010

Kornverteilungskurven

Anlage 3.2.3



Signatur	● — ●	× - - - ×	■ - · - · - ■
Entnahmestelle	BS 15	BS 16	BS 17
Entnahmetiefe in m	5,7-7,9	0,65-1,4	1,1-2,5
Bodenart	KI,fs* (U, t', fs*)	A (KI(U,t,fs'))	A (KI(U,t,fs'))
U/Cc	-/-	-/-	-/-
k [m/s] (Hazen):	-	-	-

10-152; Untersuchung der Deichsicherheit für
Kompensationsmaßnahmen an der Stör
Maßnahmenggebiet Bahrenfleth

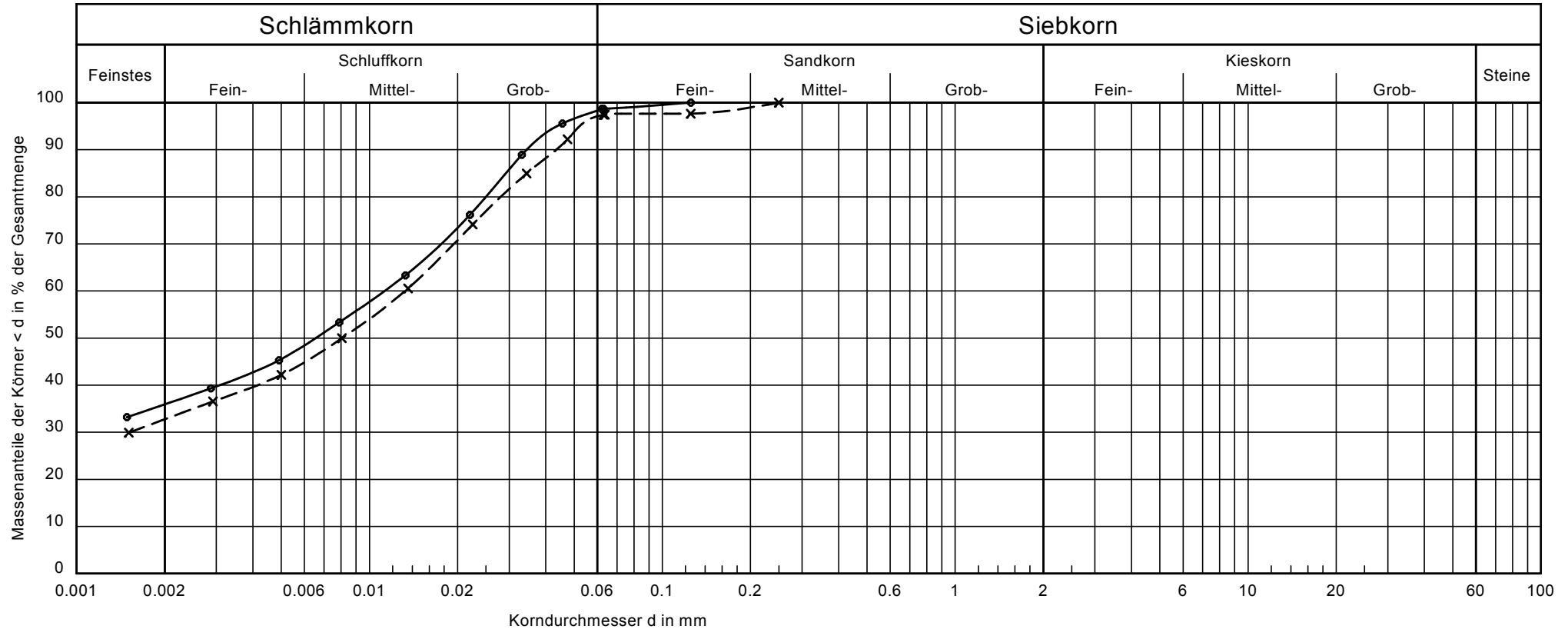
IGB INGENIEURGESELLSCHAFT MBH
Geotechnik • Wasserbau • Umwelttechnik • Beweissicherung • Arbeitsschutz
Hamburg • Berlin • Kiel • Oldenburg
www.igb-ingenieure.de


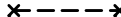
Heinrich-Hertz-Straße 116 22083 Hamburg Tel.: 040 / 22 70 00 - 0 Fax: 040 / 22 70 00-28	Fidicinstraße 3 10965 Berlin 030 / 85 96 38 56 030 / 85 96 38 57	Neufeldtstraße 10 24118 Kiel 0431 / 26 04 10 - 0 0431 / 26 04 10-18	Marie-Curie-Straße 1 26129 Oldenburg 0441 / 3 61 16-230 0441 / 3 61 16-240
--	---	--	---

September 2010

Kornverteilungskurven

Anlage 3.2.4



Signatur		
Entnahmestelle	SCH. 1	SCH. 2
Entnahmetiefe in m	0,5-0,6	0,6-0,7
Bodenart	KI (U, t*)	KI (U, t*)
U/Cc	-/-	-/-
k [m/s] (Hazen):	-	-

10-152; Untersuchung der Deichsicherheit für
Kompensationsmaßnahmen an der Stör
Maßnahmenggebiet Bahrenfleth

IGB INGENIEURGESELLSCHAFT MBH
Geotechnik • Wasserbau • Umwelttechnik • Beweissicherung • Arbeitsschutz
Hamburg • Berlin • Kiel • Oldenburg
www.igb-ingenieure.de

Heinrich-Hertz-Straße 116 22083 Hamburg Tel.: 040 / 22 70 00 - 0 Fax: 040 / 22 70 00-28	Fidicinstraße 3 10965 Berlin 030 / 85 96 38 56 030 / 85 96 38 57	Neufeldtstraße 10 24118 Kiel 0431 / 26 04 10 - 0 0431 / 26 04 10-18	Marie-Curie-Straße 1 26129 Oldenburg 0441 / 3 61 16-230 0441 / 3 61 16-240
--	---	--	---

September 2010

ZUSTANDSGRENZEN

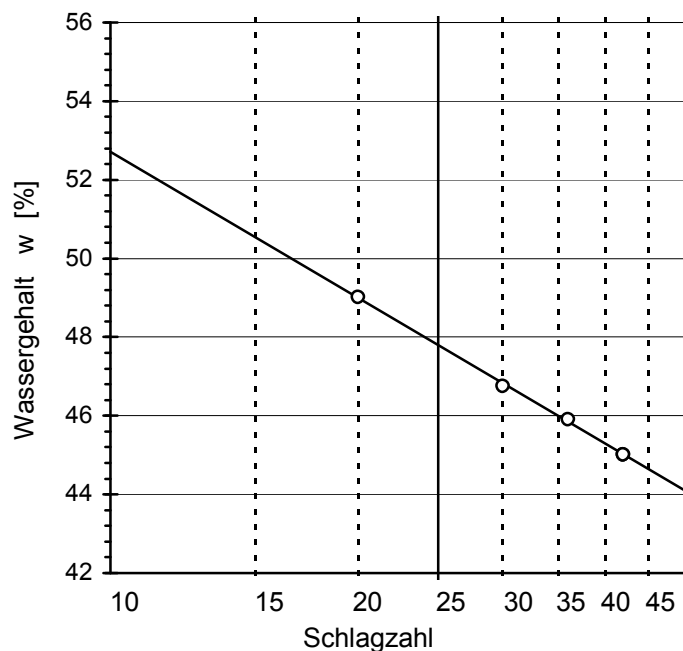
Anlage 3.3.1

Versuchsmaterial : A (KI)

Entnahmestelle : BS 11

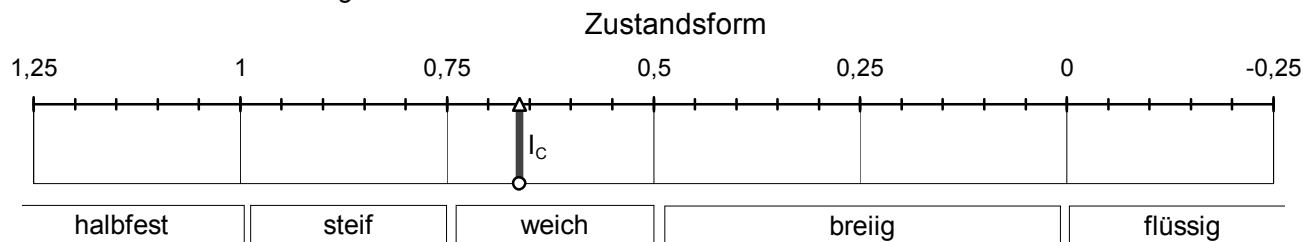
Art der Entnahme : GP

Entnahmetiefe : 0,2-1,85 m

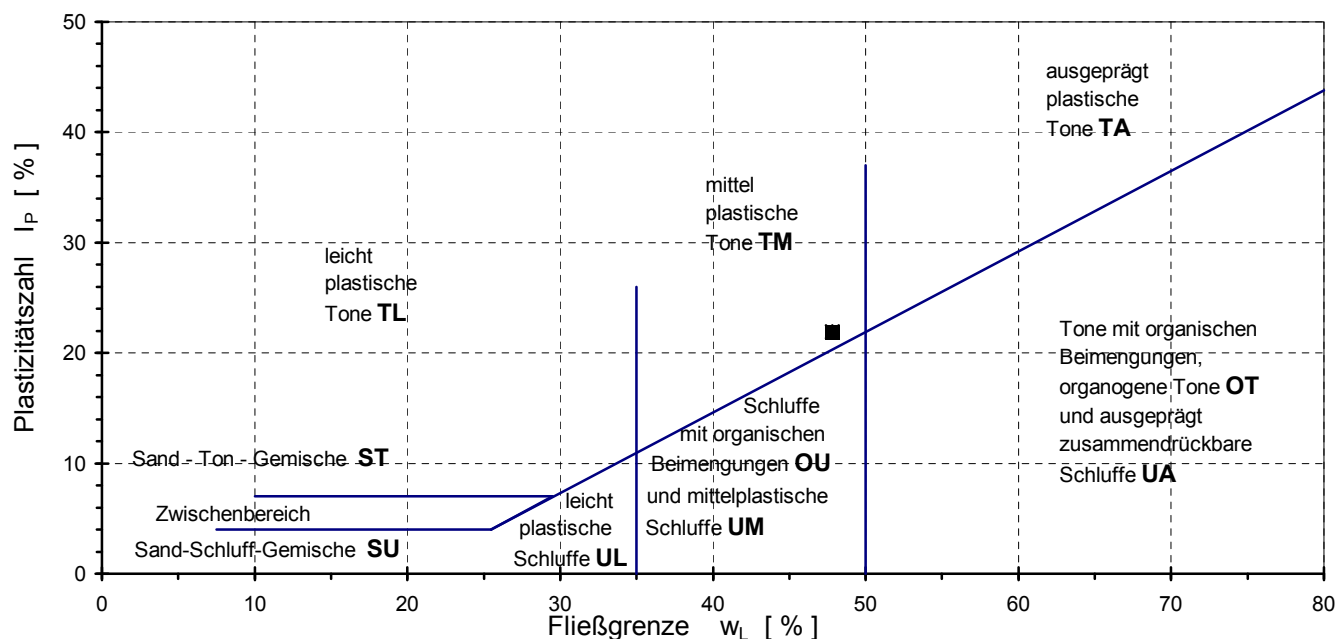


Wassergehalt	w =	33,3 %
Anteil der Körner > 0,4 mm :		0,0 %
korr. Wassergehalt	w _{<0,4} =	33,3 %

Fließgrenze	w _L =	47,8 %
Ausrollgrenze	w _P =	25,9 %
Plastizitätszahl	I _P =	21,9 %
Konsistenzzahl	I _C =	0,66
Konsistenz :		weich



Plastizitätsdiagramm



10-152; Deichsicherheit Stör

Kompensationsmaßnahmen

Maßnahmengebiet Bahrenfleth

**IGB INGENIEURGESELLSCHAFT MBH**

Geotechnik • Wasserbau • Umwelttechnik • Beweissicherung • Arbeitsschutz

Hamburg • Berlin • Kiel • Oldenburg

www.igb-ingenieure.de

Heinrich-Hertz-Straße 116 22083 Hamburg Tel.: 040 / 22 70 00 - 0 Fax: 040 / 22 70 00-28	Fidicinstraße 3 10965 Berlin 030 / 85 96 38 56 030 / 85 96 38 57	Neufeldstraße 10 24118 Kiel 0431 / 26 04 10 - 0 0431 / 26 04 10-18	Marie-Curie-Straße 1 26129 Oldenburg 0441 / 3 61 16-230 0441 / 3 61 16-240
--	---	---	---

September 2010

ZUSTANDSGRENZEN

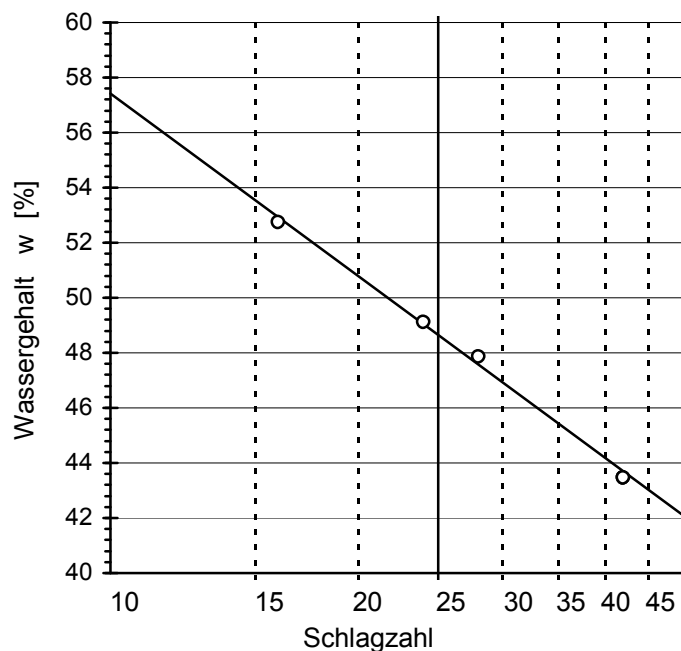
Anlage 3.3.2

Versuchsmaterial : A (KI)

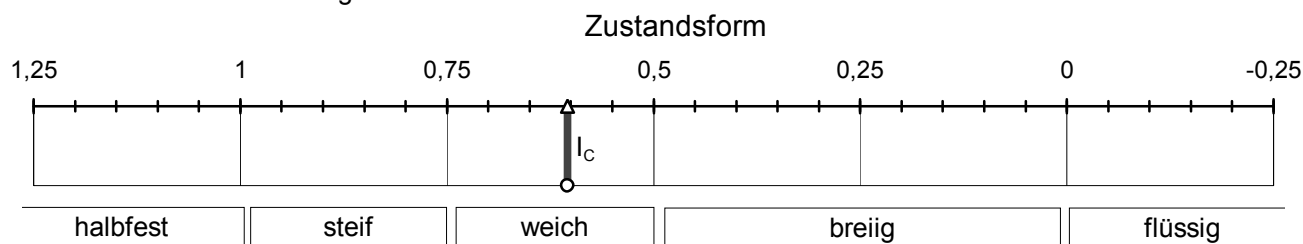
Entnahmestelle : BS 17

Art der Entnahme : GP

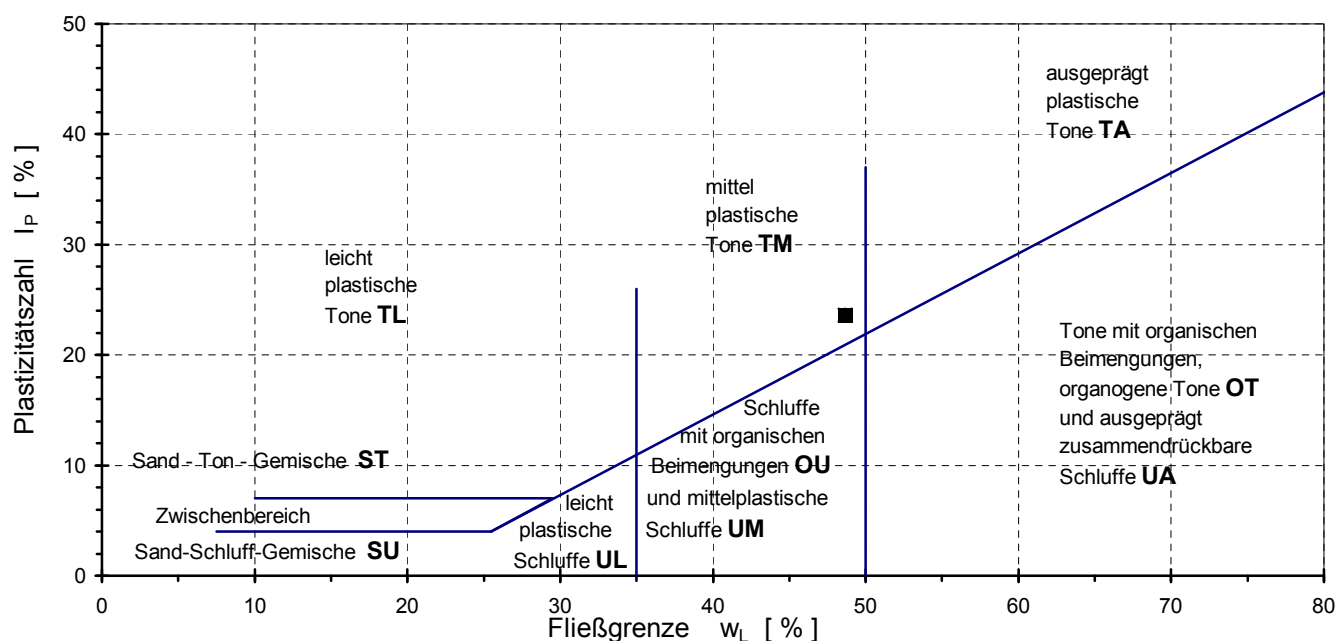
Entnahmetiefe : 1,1-2,5 m

Wassergehalt $w = 34,4 \%$ Anteil der Körner $> 0,4 \text{ mm} : 0,0 \%$ korr. Wassergehalt $w_{<0,4} = 34,4 \%$ Fließgrenze $w_L = 48,6 \%$ Ausrollgrenze $w_P = 25,0 \%$ Plastizitätszahl $I_P = 23,6 \%$ Konsistenzzahl $I_C = 0,60$

Konsistenz : weich



Plastizitätsdiagramm



10-152; Deichsicherheit Stör

Kompensationsmaßnahmen

Maßnahmengebiet Bahrenfleth

**IGB INGENIEURGESELLSCHAFT MBH**

Geotechnik • Wasserbau • Umwelttechnik • Beweissicherung • Arbeitsschutz

Hamburg • Berlin • Kiel • Oldenburg

www.igb-ingenieure.de

Heinrich-Hertz-Straße 116
22083 Hamburg
Tel.: 040 / 22 70 00 - 0
Fax: 040 / 22 70 00-28

Fidicinstraße 3
10965 Berlin
030 / 85 96 38 56
030 / 85 96 38 57

Neufeldstraße 10
24118 Kiel
0431 / 26 04 10 - 0
0431 / 26 04 10-18

Marie-Curie-Straße 1
26129 Oldenburg
0441 / 3 61 16-230
0441 / 3 61 16-240

IGB Ingenieurgesellschaft mbH
Heinrich-Hertz-Straße 116
22083 Hamburg
Tel.: 040/22 7000-0

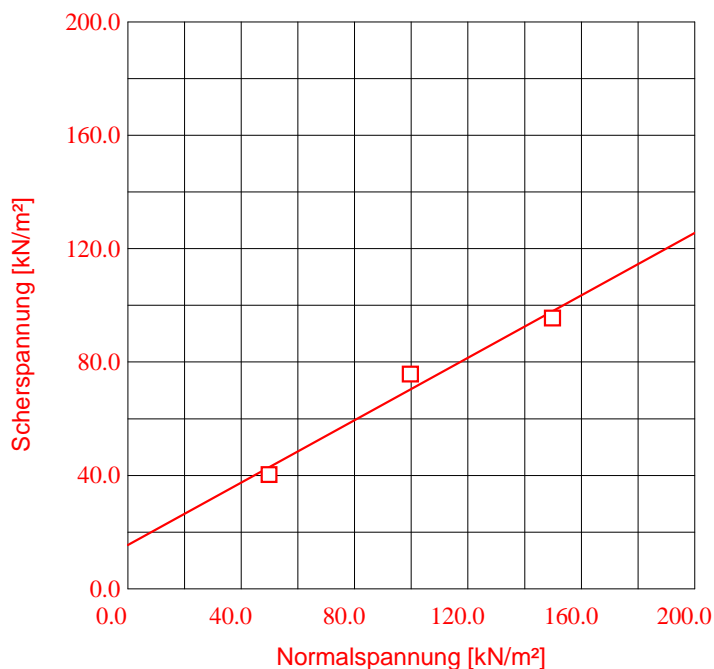
Name S1015202
ProjNr. 10-152
Anlage 3.4.1
Projekt Deichsicherheit Stör - Bahrenfleth

DIREKTER SCHERVERSUCH

Rahmenscherversuch

Schergeraden

Entnahmestelle Schurf 1
Entnahmetiefe 0,8 - 0,9 m
Entnahmetag September 2010
Bodenart Kl
Einbau 15.09.10
ausgeführt am 15.09.10
ausgeführt von Ki



☐ Bruchparameter

Reibungswinkel	28.84 [°]
Kohäsion	15.23 [kN/m²]
Korrelation	0.99

☐ Restscherfestigkeit

Reibungswinkel	---- [°]
Kohäsion	---- [kN/m²]
Korrelation	----

Nr.	Normalspannung kN/m²		Bruchspannung kN/m²	Bruchweg mm	Restsf-Spannung kN/m²	Restsf-Weg mm
	Bruch	Restsf.				
1	50.0	50.0	40.14	2.00	-----	-----
2	100.0	100.0	75.54	3.67	-----	-----
3	150.0	149.7	95.22	3.69	-----	-----

IGB Ingenieurgesellschaft mbH
Heinrich-Hertz-Straße 116
22083 Hamburg
Tel.: 040/22 7000-0

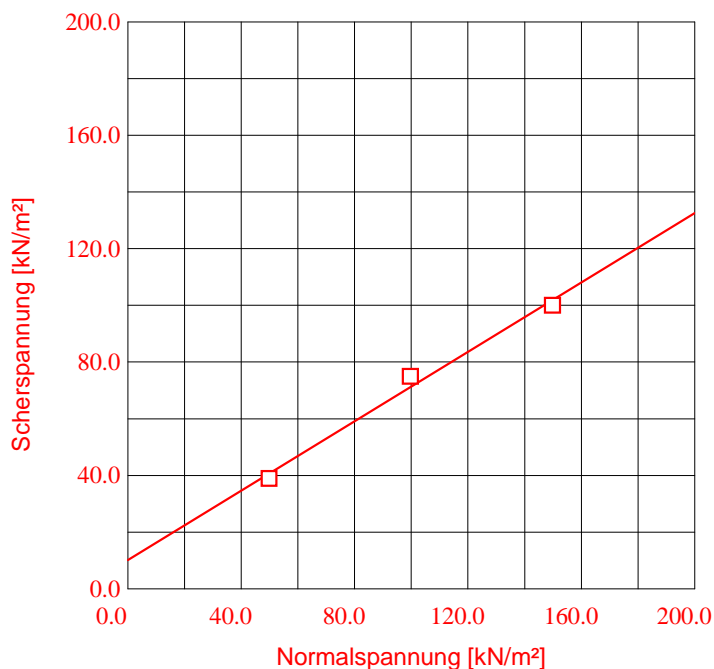
Name S1015203
ProjNr. 10-152
Anlage 3.4.2
Projekt Deichsicherheit Stör - Bahrenfleth

DIREKTER SCHERVERSUCH

Rahmenscherversuch

Schergeraden

Entnahmestelle Schurf 2
Entnahmetiefe 0,9 - 1,0 m
Entnahmetag September 2010
Bodenart KI
Einbau 16.09.10
ausgeführt am 16.09.10
ausgeführt von Ki



☐ Bruchparameter

Reibungswinkel	31.47 [°]
Kohäsion	9.98 [kN/m²]
Korrelation	0.99

☐ Restscherfestigkeit

Reibungswinkel	---- [°]
Kohäsion	---- [kN/m²]
Korrelation	----

Nr.	Normalspannung kN/m²		Bruchspannung kN/m²	Bruchweg mm	Restsf-Spannung kN/m²	Restsf-Weg mm
	Bruch	Restsf.				
1	50.0	50.0	38.77	3.38	-----	-----
2	100.0	100.0	74.81	5.95	-----	-----
3	150.0	150.0	100.00	6.09	-----	-----

Sept. 2010

DURCHLÄSSIGKEITSVERSUCH

Anlage 3.5.1

Bodenart: KI

Entnahmestelle : SCH. 1

Art der Entnahme : Zyl. Nr.: 381

Entnahmetiefe: 0,5-0,6 m

Versuch mit veränderlichem hydraulischen Gefälle

DIN 18130 ZY - ES - ST - 3

Abmessungen des Probekörpers :

Länge 9,44 cm

Durchmesser : 9,59 cm

Querschnittsfläche 72,23 cm²

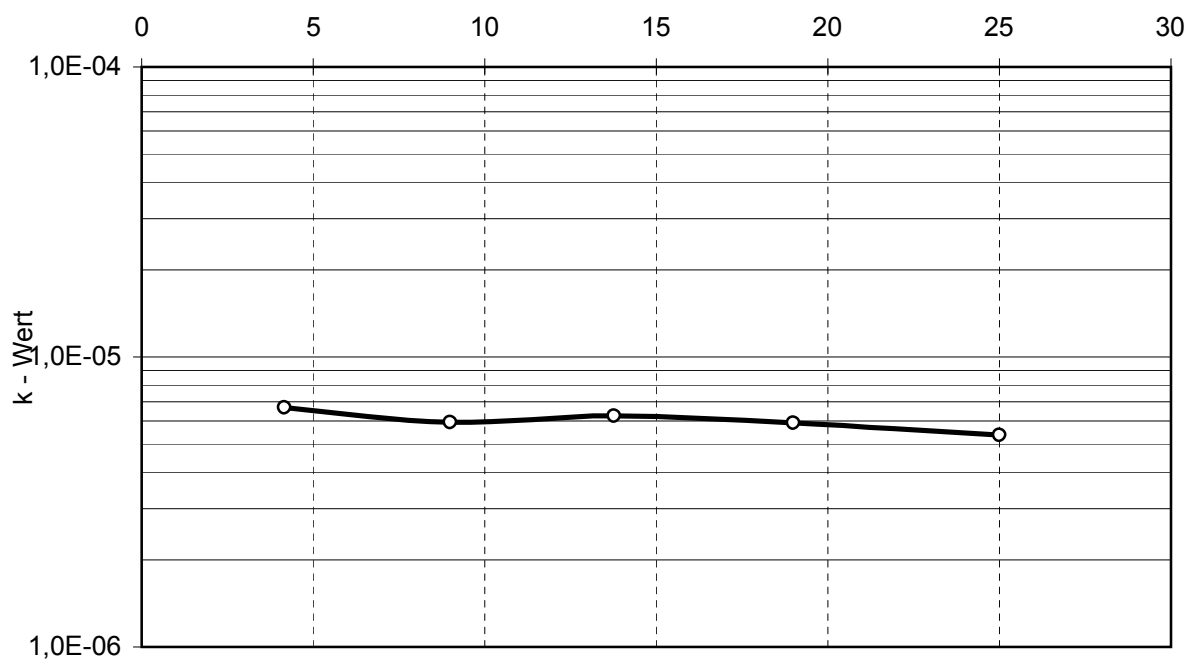
Rohrdurchmesser 1,00 cm

Anfangshöhe 300,00 cm

Anfangszeit 00:00:00

Temperatur 18,6 °C

Versuchsdauer in Sekunden



Versuchsdauer [Min.]	hydraulisches Gefälle [-]	Durchlässigkeitsbeiwert k _{10°C} [m/s]
0,07	30,2	6,7E-06
0,15	29,2	6,0E-06
0,23	28,2	6,3E-06
0,32	27,1	5,9E-06
0,42	26,1	5,4E-06

10-152; Deichsicherheit Stör

Kompensationsmaßnahmen

Maßnahmengebiet Bahrenfleth

IGB INGENIEURGESELLSCHAFT MBH
 Geotechnik • Wasserbau • Umwelttechnik • Beweissicherung • Arbeitsschutz
 Hamburg • Berlin • Kiel • Oldenburg
www.igb-ingenieure.de

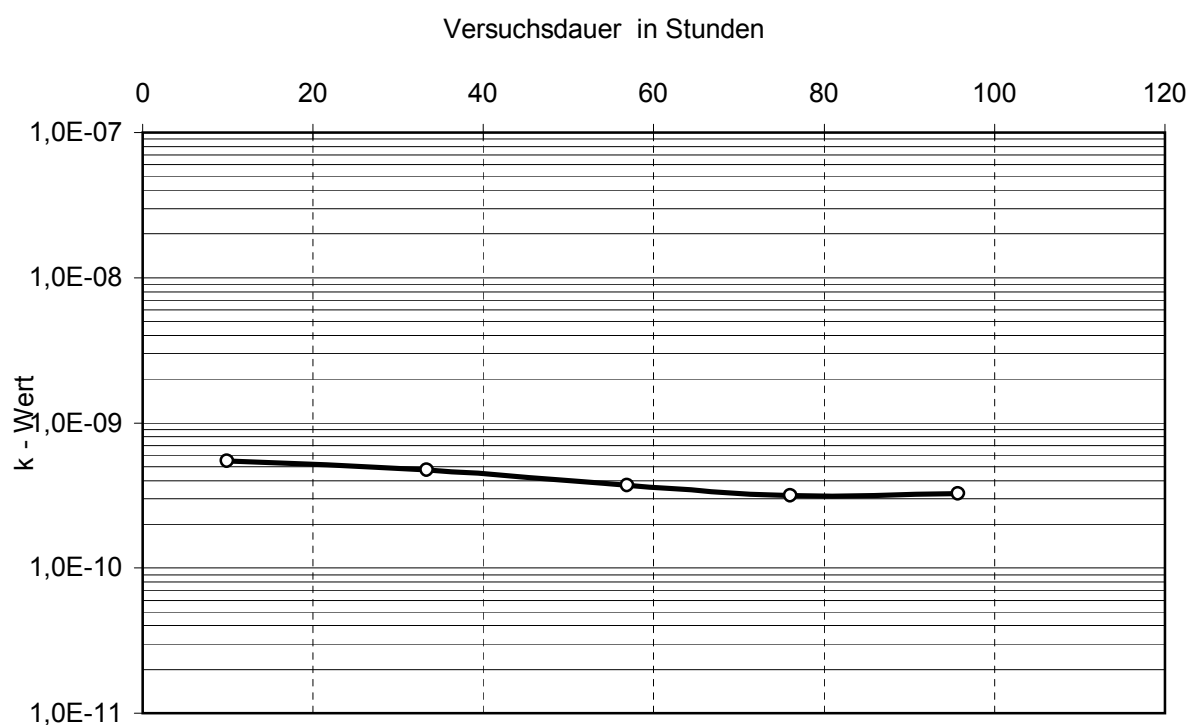
Heinrich-Hertz-Straße 116 22083 Hamburg Tel.: 040 / 22 70 00 - 0 Fax: 040 / 22 70 00-28	Fidicinstraße 3 10965 Berlin 030 / 85 96 38 56 030 / 85 96 38 57	Neufeldtstraße 10 24118 Kiel 0431 / 26 04 10 - 0 0431 / 26 04 10-18	Marie-Curie-Straße 1 26129 Oldenburg 0441 / 3 61 16-230 0441 / 3 61 16-240
--	---	--	---

Sept. 2010

DURCHLÄSSIGKEITSVERSUCH

Anlage 3.5.2

Bodenart: KI
 Entnahmestelle : SCH. 2
 Art der Entnahme : Zyl. Nr.: 291
 Entnahmetiefe: 0,6-0,7 m
 Versuch mit veränderlichem hydraulischen Gefälle DIN 18130 ZY - ES - ST - 3
 Abmessungen des Probekörpers :
 Länge 9,60 cm
 Durchmesser : 9,60 cm
 Querschnittsfläche 72,38 cm²
 Rohrdurchmesser 1,00 cm
 Anfangshöhe 300,00 cm
 Anfangszeit 06.09.2010 07:47:00
 Temperatur 20,3 °C



Versuchsdauer [Std.]	hydraulisches Gefälle [-]	Durchlässigkeitsbeiwert $k_{10^\circ\text{C}}$ [m/s]
9,88	30,5	5,45E-10
33,38	29,0	4,72E-10
56,92	27,9	3,72E-10
76,05	27,1	3,16E-10
95,72	26,4	3,25E-10

10-152; Deichsicherheit Stör

Kompensationsmaßnahmen

Maßnahmenggebiet Bahrenfleth

**IGB INGENIEURGESELLSCHAFT MBH**

Geotechnik • Wasserbau • Umwelttechnik • Beweissicherung • Arbeitsschutz

Hamburg • Berlin • Kiel • Oldenburg

www.igb-ingenieure.de

Heinrich-Hertz-Straße 116

22083 Hamburg

Tel.: 040 / 22 70 00 - 0

Fax: 040 / 22 70 00-28

Fidicinstraße 3

10965 Berlin

030 / 85 96 38 56

030 / 85 96 38 57

Neufeldtstraße 10

24118 Kiel

0431 / 26 04 10 - 0

0431 / 26 04 10-18

Marie-Curie-Straße 1

26129 Oldenburg

0441 / 3 61 16-230

0441 / 3 61 16-240