

Geotechnischer Bericht

Deichverstärkung Friedrichskoog Spitze

Bewertung der Abdeckschicht

und des Deichkernmaterials

(TK 25:1919)

Dr. Delphine Weidle

Bericht Nr.: 2016/01-3

Flintbek, 14. Mai 2018

INHALTVERZEICHNIS

1. Veranlassung	3
2. Unterlagen	3
3. Bauvorhaben	4
4. Baugrund	4
4.1 Baugrundaufschlüsse	4
4.2 Genereller Auffüllungen-Aufbau des Deichkörpers	5
4.3 Wasserverhältnisse	6
4.4 Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen	6
4.4.1 Abdeckschicht	7
4.4.2 Sande des Deichkerns	11
5. Stellungnahme	12
6. Schlussbemerkungen	14

ANLAGENVERZEICHNIS

Lageplan	Anlage 1
Bohrprofile.....	Anlage 2.0 bis 2.13
Tabellarische Übersicht der Aufschlüsse	Anlage 3
Zusammenstellung der Untersuchungsergebnisse.....	Anlage 4
Einstufung der erkundeten Auffüllungen.....	Anlage 5

1. Veranlassung

Im Zuge der geplanten Deichverstärkungsmaßnahme Friedrichskoog Spitze in Dithmarschen wird geeigneter Klei benötigt. Seitens des Landesbetriebs für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein (LKN.SH) wird angestrebt alle im bestehenden Deichkörper oberflächennah anstehenden bindigen Auffüllungen auszubauen und als Abdeckschicht im geplanten Deichkörper wieder zu verwenden.

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden im Baufeld insgesamt neunundvierzig Kleinrammbohrungen, zwei Trockenbohrungen und elf Drucksondierungen verteilt auf achtzehn Bauwerkstationen abgeteuft.

Am 13.01.2016 beauftragte der LKN.SH Husum, das Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein (LLUR-SH) mit der Erstellung eines geotechnischen Berichts hinsichtlich der Qualität und Quantität der vorhandenen Abdeckschicht.

In diesem geotechnischen Bericht werden die Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse dokumentiert und die Eignung der oberflächennahen erkundeten Böden als Abdeckschicht im Deichbau bewertet. Der darunter liegende Deichkörper wird hier auch charakterisiert.

2. Unterlagen

Für die Erarbeitung dieses geotechnischen Berichtes wurden die nachfolgenden Unterlagen genutzt.

- /1/ Deichverstärkung Friedrichskoog Spitze
Lageplan Variante C - Basisdeichverstärkung
Plan Nr. 3.1 vom 06.2017
Stand: Vorentwurf
LKN.SH, Husum
- /2/ Schichtenverzeichnisse und gestört entnommene Bodenproben aus
48 Kleinrammbohrungen und 2 Trockenbohrungen
vom 01.-03.06.2016
Thade Gerdes GmbH, Norden
- /3/ Ergebnisse von 11 Drucksondierungen vom 30.05-1.06.2016
Thade Gerdes GmbH, Norden

/4/ Laboranalytische Untersuchungsergebnisse des Labors Baustoff- und Bodenprüfung
Landesbetrieb Straßenbau und Verkehr S.H., Kiel

3. Bauvorhaben

In Dithmarschen soll der Deich der Friedrichskoog Spitze verstärkt werden. Das geplante Bauvorhaben erstreckt sich über die Köge Friedrichskoog Edendorf und Friedrichskoog Spitze und betrifft einen rd. 2,0 km langen Küstenabschnitt von Küstenkilometer 198+948 bis Küstenkilometer 200+884 (Bau-Stat. 0+000 km bis Bau-Stat. 1+936 km).

Laut Vorentwurf wird die Binnenböschung nicht angefasst. Das Klimaprofil wird von der aktuellen Deichkrone bis zum aktuellen Deichfuß entwickelt. Klei wird zur Abdeckung der Außenböschung benötigt.

Zurzeit ist die Planung der Deichverstärkung noch nicht abgeschlossen.

4. Baugrund

4.1 Baugrundaufschlüsse

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden vom 30.05.2016 bis 03.06.2016 von der Thade Gerdes GmbH, Norden längs der ca. 2,0 km zu untersuchenden Deichstrecke insgesamt neunundvierzig Kleinrammbohrungen (KRB 1.01 bis KB 1.12, KRB 1.14 bis KRB 1.34 und KRB 1.36 bis KRB 1.50) und zwei Bohrungen (B 1.13 und B 1.35) gemäß DIN EN ISO 22475-1 sowie elf Drucksondierungen gemäß DIN EN ISO 22476-1 abgeteuft.

Für die Beurteilung der bestehenden Abdeckschicht und Deichkörper wurden neununddreißig Kleinrammbohrungen, zwei Trockenbohrungen und neun Drucksondierungen berücksichtigt. Die Lage der berücksichtigten Aufschlussansatzpunkte ist dem Lageplan der Anlage 1 zu entnehmen. Die Bezeichnung sowie die Bohr- und die Sondiertiefen der Aufschlüsse sind der Anlage 3 zu entnehmen.

Die berücksichtigten Baugrundaufschlüsse wurden in achtzehn Querprofilen von Bau-Stat. 0+160 bis Bau-Stat. 1+860 im Abstand von ca. 100 m mit je 2 bis 3 Bohrungen im Querschnitt, von Deichkrone bis 40 m zur Deichachse in der Außenböschung, ausgeführt.

Die Abdeckung der Binnenböschung wurde nicht untersucht.

Aus allen Bohrungen wurden bei jedem Schichtwechsel bzw. bei größeren Schichtstärken auch mehrfach innerhalb einer Schicht mit einem Verfahren der Güteklasse 4 bis 5 gemäß DIN EN ISO 22475-1 Proben entnommen. Die entnommenen Bodenproben wurden im bodenmechanischen Labor des Landesbetriebes Straßenbau und Verkehr (LBV.SH) untersucht.

Nach den Angaben in den Schichtenverzeichnissen des Bohrunternehmers und den bodenmechanischen Untersuchungen sind die Ergebnisse als Bohrprofile höhengerecht nebeneinander in den Anlagen 2.1 bis 2.13 dargestellt.

Die Ergebnisse der Drucksondierungen wurden ebenfalls als Diagramm in den Anlagen 2.1 bis 2.13 dargestellt.

Die Aufschlüsse wurden teilweise nicht in der vollen Länge dargestellt, da für die Bewertung des Deichkernmaterials und der Abdeckschicht nur die obersten Schichten relevant sind.

4.2 Genereller Auffüllungen-Aufbau des Deichkörpers

In allen Kleinrammbohrungen wurde ab Geländeoberfläche eine i.M. 0,2 m mächtige durchwurzelte Schicht angetroffen. Dieser humose Oberboden ist überwiegend von kaum bindigen Auffüllungen in Form von schluffigen Sanden mit Klei-Bröckchen bzw. stark sandigen Schluffen unterlagert.

In den KRB 1.04, KRB 1.09, B 1.13, KRB 1.19, KRB 1.24, KRB 1.26, KRB 1.32, B 1.35, KRB 1.47 und KRB 1.50 ist der humose Oberboden direkt von leicht plastischen Tonen bzw. umgelagerten Klei unterlagert, sodass hier der Deichkern mit einer bindigen Abdeckschicht überdeckt ist. In den restlichen dreiunddreißig Bohrungen fehlt eine bindige Abdeckschicht. Die Qualität und die Mächtigkeit der Abdeckschicht ist der Anlage 5 zu entnehmen.

Überwiegend wurde, längs der untersuchten Deichstrecke, keine geeignete bindige Abdeckung auf der Außenböschung festgestellt.

Die Abdeckschicht wird von gemischtkörnigen Sanden bzw. von Sand-Schluff-Gemischen unterlagert.

Auf Basis der Höhenlage, der Bodenprofile und der bodenmechanischen Versuchsergebnisse wurden die erkundeten Böden in zwei Homogenbereiche eingeteilt. Die Genauigkeit des Deichkörpermodells ist auf Grundlage der vorhandenen Aufschlussdichte zu bewerten. Bereichsweise kann

das entwickelte Modell daher von den tatsächlich angetroffenen Bodenarten abweichen.

Es ist weiterhin zu beachten, dass die Homogenbereiche in dem Modell eine Vereinfachung der Baugrundsichtung darstellen. In einzelnen Homogenbereichen wurden mehrere unterschiedliche Böden vereint, da eine Trennung der Böden in einzelne Homogenbereiche aufgrund der teilweise geringmächtigen Schluff-Lagen in den Feinsanden nur schwer bzw. nicht möglich ist. In den Homogenbereichen wurden jeweils Böden zusammengefasst, die vergleichbare Eigenschaften aufweisen und deren Eigenschaften sich jeweils deutlich von den angrenzenden Bereichen unterscheiden. Dennoch ist innerhalb einzelner Homogenbereiche mit Inhomogenität zu rechnen, die sich aufgrund der Abstände zwischen den einzelnen Aufschlüssen sowie Ungleichmäßigkeiten nicht vermeiden lassen.

Grundsätzlich wird darauf hingewiesen, dass es bei dem eingesetzten Sondierverfahren zu Ungenauigkeiten bei der Bestimmung der Schichtengrenzen / Tiefenlagen im Dezimeterbereich kommen kann.

Es werden folgenden Homogenbereiche im Deichkörper unterschieden:

Abdeckschicht (AS): überwiegend kaum bindiges Material mit einem erhöhten Grobschluffanteil. Schluffige Sande, die von Schluff-Lagen durchsetzt sind, wurden auch mehrfach erkundet. In einigen Bereichen sind auch bindige Auffüllungen in der Abdeckschicht vorhanden.

Sande des Deichkerns (SDK): überwiegend aufgefüllte Sand-Schluff-Gemische. Die Sande des Deichkerns werden teilweise von Schluff- bzw. Klei-Lagen unterbrochen.

4.3 Wasserverhältnisse

Im Rahmen der Sondierarbeiten im Frühjahr 2016 wurden Wasserstände in den Bohrungen und Kleinrammbohrungen zwischen rd. NHN +0,6 m und NHN +3,1 m in Mittel von rd. NHN +1,8 m gemessen. Die angebohrten Wasserstände sind meistens etwa höher als der MThw Wasserstand, der bei NHN +1,7 m liegt. Diese Wasserstände stellen keine ausgepegelten Grundwasserstände dar.

4.4 Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen

Die Ergebnisse der laboranalytischen Untersuchungen an Bodenproben aus den im Deichkörper abgeteuften Kleinrammbohrungen sind der tabel-

larischen Zusammenstellung der Anlage 4 zu entnehmen und wurden in der Darstellung der Bohrprofile in den Anlagen 2.1 bis 2.13 berücksichtigt.

Zur Ermittlung von Bodenkennwerten bzw. zur Klassifizierung der Böden wurden die nachfolgend tabellierten bodenmechanischen Laborversuche durchgeführt.

Tabelle 1: Laborversuche

Parameter	Bestimmung nach
Korngrößenverteilung	DIN EN ISO 17892-4
Wassergehalt w	DIN EN ISO 17892-1
Glühverlust V_{gl}	DIN 18128
Plastische Eigenschaften	DIN 18122-1

Nachfolgend werden die durchgeführten Laboruntersuchungen pro Homogenbereich zusammengefasst.

4.4.1 Abdeckschicht

Die Abdeckschicht ist überwiegend als aufgefüllter kaum bindiger Schluff einzustufen, teilweise sind auch bindiges Material bzw. Klei angebohrt worden. Aufgrund des erhöhten Grobschluff-Anteils, unterscheiden sich die kaum bindigen Schluffe in der visuellen Bodenansprache nur schwer von den schluffigen Feinsanden mit Schluff-Lagen.

Die Bewertung der Eignung der vorhandenen Abdeckschicht als Deichabdeckung ist der Anlage 5 zu entnehmen. Die Abdeckschicht reicht bis in Tiefen von i.M. $t = 1,1$ m.

Nachfolgend wird zwischen kaum bindiger und bindiger Auffüllung unterschieden. Dazu werden auch schluffige Feinsande mit Schluff-Lagen beschrieben.

Der natürliche Wassergehalt eines Bodens variiert je nach Bodenart, Entnahmetiefe sowie Jahreszeit und gibt Hinweise auf das allgemeine bautechnische Verhalten.

An dreizehn repräsentativen Proben der Abdeckschicht wurden die Wassergehalte versuchstechnisch bestimmt. Die ermittelten Minimal-, Maximal- und Mittelwerte sind je nach Bodenart in Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2: Wassergehalte Abdeckschicht

Bodenart	Anzahl	Min	Max	Mittelwert
Auffüllung kaum bindig	8	12,5	21,9	19,4
Auffüllung bindig	5	22,7	39,5	29,5

An insgesamt acht repräsentativen Proben der Abdeckschicht wurde der Glühverlust bestimmt. Die ermittelten Minimal-, Maximal- und Mittelwerte sind je nach Bodenart in Tabelle 3 zusammengestellt.

Tabelle 3: Glühverluste Abdeckschicht

Bodenart	Anzahl	Min	Max	Mittelwert
Auffüllung kaum bindig	4	1,7	3,6	2,3
Auffüllung bindig	4	1,9	6,2	3,3

Auf Grundlage des organischen Anteils werden die Böden der Abdeckschicht gemäß DIN EN ISO 14688-2 in die Kategorie schwach organisch eingeteilt.

Zusätzlich zu der visuellen Bodenansprache erfolgte die Ermittlung der Korngrößenverteilung an neunundzwanzig repräsentativen Bodenproben. Die ermittelten Minimal-, Maximal- und Mittelwerte (gerundet) sind je Bodenart in Tabelle 4 zusammengestellt.

Tabelle 4: Korngrößenzusammensetzung Abdeckschicht

Bodenart (vereinfacht)	Anzahl	überwiegende Einstufung gemäß DIN 18196	Ton in Gew.-% Min – Max (Mittelwert)	Schluff in Gew.-% Min – Max (Mittelwert)	Sand in Gew.-% Min – Max (Mittelwert)	Kies in Gew.-% Min – Max (Mittelwert)
Auffüllung kaum bindig	19	[UL]	7 – 13 (10)	40 – 59 (48)	30 – 55 (45)	0 - 1 (0)
Auffüllung, bindig	7	[TL]-[TA]	12 - 39 (21)	39 – 60 (52)	10 – 46 (26)	(0)
Auffüllung, Sand (AS)	3	[SU*]	--	37 – 39 (38)	61 – 63 (62)	(0)

Mit Blick auf den hohen Schlämmkornanteil ($d \leq 0,063$ mm) erfolgt die Klassifikation der Böden der Abdeckschicht überwiegend nicht auf Grundlage der Korngrößenzusammensetzung sondern gemäß DIN EN ISO 14688-1 auf Grundlage der plastischen Eigenschaften (s. Tabelle 5). Bei den kaum bindigen Auffüllungen handelt es sich gemäß DIN 18196 hauptsächlich um leicht plastische Schluffe, bei den bindigen Auffüllungen handelt es sich hauptsächlich um leicht plastische Tone. Die Bandbreite der Kornzusammenstellung der bindigen, kaum bindigen und sandigen Auffüllungen sind in den Abbildungen 1, 2, 3 und 4 ersichtlich.

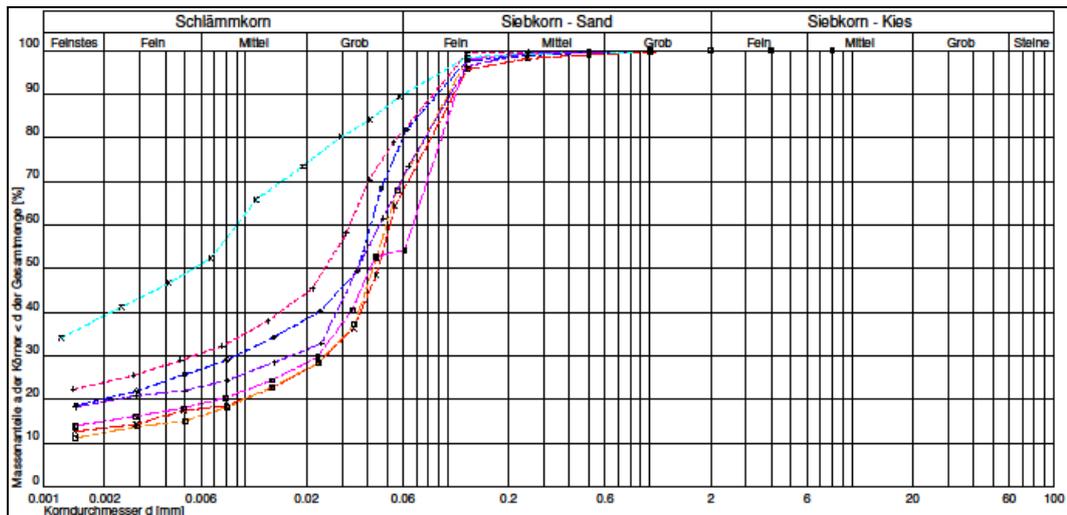


Abbildung 1: Kornverteilung, Abdeckschicht: Auffüllung bindig

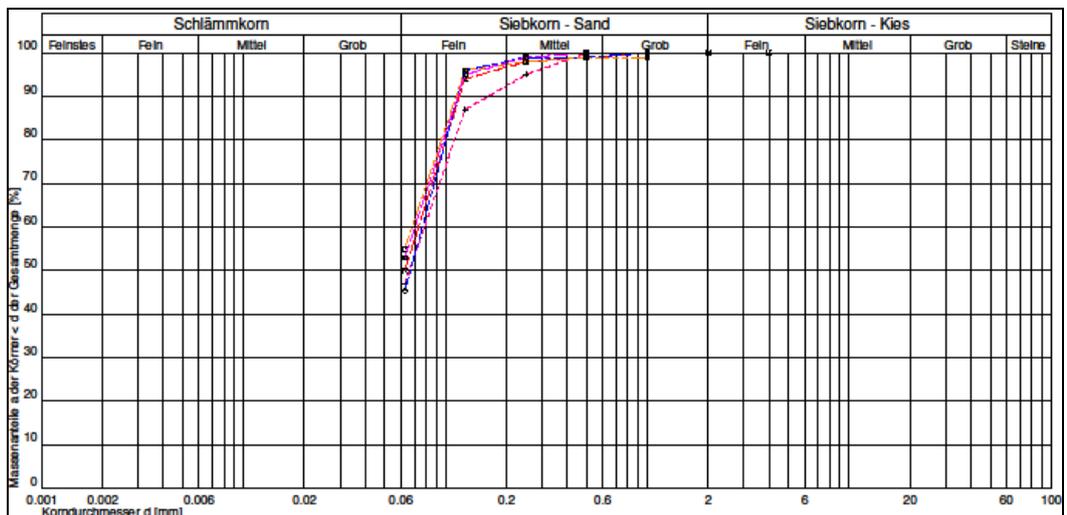


Abbildung 2: Kornverteilung, Abdeckschicht: Auffüllung kaum bindig (Nasssiebungen)

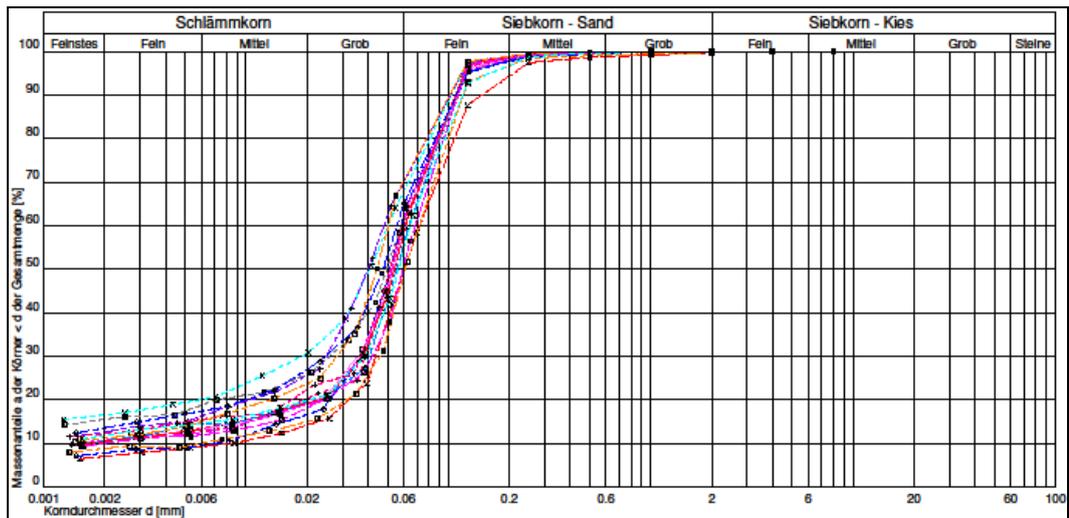


Abbildung 3: Kornverteilung, Abdeckschicht: Auffüllung kaum bindig (Sedimentation)

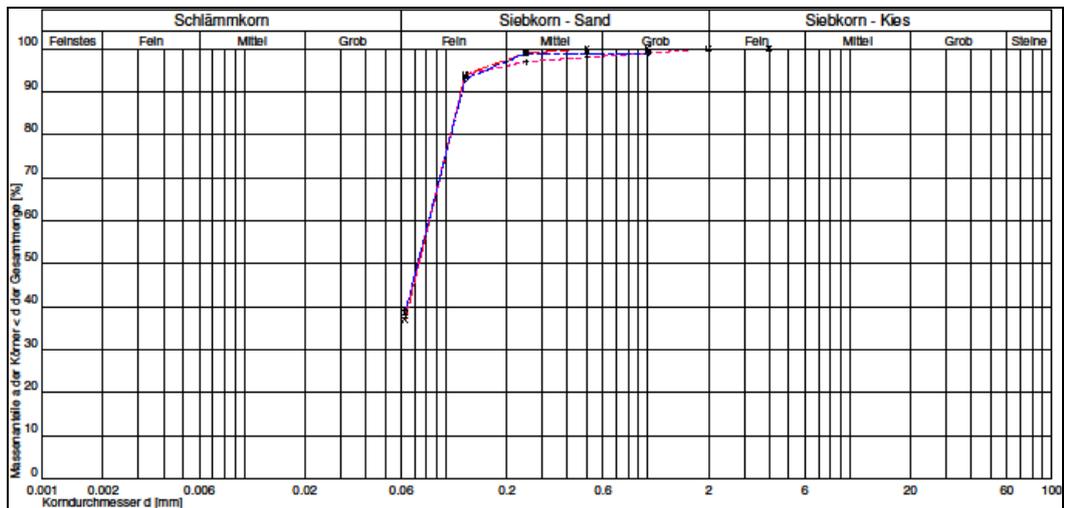


Abbildung 4: Kornverteilung, Abdeckschicht: Sand

An insgesamt dreizehn repräsentativen Bodenproben der Abdeckschicht wurden die Atterberg'schen Grenzwassergehalte versuchstechnisch ermittelt.

In der nachfolgenden Tabelle 5 sind die Schwankungsbereiche (Minimal-, Maximal- und Mittelwerte) der Versuchsergebnisse für die bindigen und kaum bindigen Auffüllungen der Abdeckschicht zusammengestellt.

Tabelle 5: Plastische Eigenschaften, Abdeckschicht

Bodenart	Anzahl	Fließgrenze w _L in % Min – Max (Mittelwert)	Ausrollgrenze w _P in % Min – Max (Mittelwert)	Plastizität I _P in % Min – Max (Mittelwert)
Auffüllung kaum bindig	9	26 – 33 (29)	22 – 23 (22)	5 – 10 (7)
Auffüllung bindig	4	32 – 58 (43)	22 – 29 (25)	10 – 31 (19)

Wenn die Plastizität des Bodenmaterials ausreichend war, wurden die Abdeckböden im Gelände meist als steif angesprochen (s. Anlage 2.1 bis 2.13).

4.4.2 Sande des Deichkerns

Die Sande des Deichkerns setzen sich überwiegend aus Sand-Schluff-Gemischen sowie aus Feinsanden zusammen.

Im Sand des Deichkerns sind teilweise Klei-Schichten mit einer Mächtigkeit von bis zu 1 m vorhanden. Diese Schichten besitzen ähnliche Eigenschaften wie die bindigen Auffüllungen der Abdeckschicht.

Die Unterkante des Deichkerns wurde i.M. bei NHN +0,9 m erkundet.

Zusätzlich zu der visuellen Bodenansprache erfolgte die Ermittlung der Korngrößenverteilung an elf repräsentativen Bodenproben. Die ermittelten Minimal-, Maximal- und Mittelwerte (gerundet) sind in Tabelle 6 zusammengestellt. Die Bandbreite der Kornzusammensetzung der aufgefüllten Sande ist in Abbildung 5 ersichtlich.

Tabelle 6: Korngrößenzusammensetzung, Sande des Deichkerns

Bodenart (vereinfacht)	Anzahl	überwiegende Einstufung gemäß DIN 18196	Ton/Schluff in Gew.-% Min – Max (Mittelwert)	Sand in Gew.-% Min – Max (Mittelwert)	Kies in Gew.-% Min – Max (Mittelwert)
Auffüllung Sand	11	[SU] ([SU*] bis [SE])	2 – 36 (14)	64 – 98 (85)	0 – 13 (1)

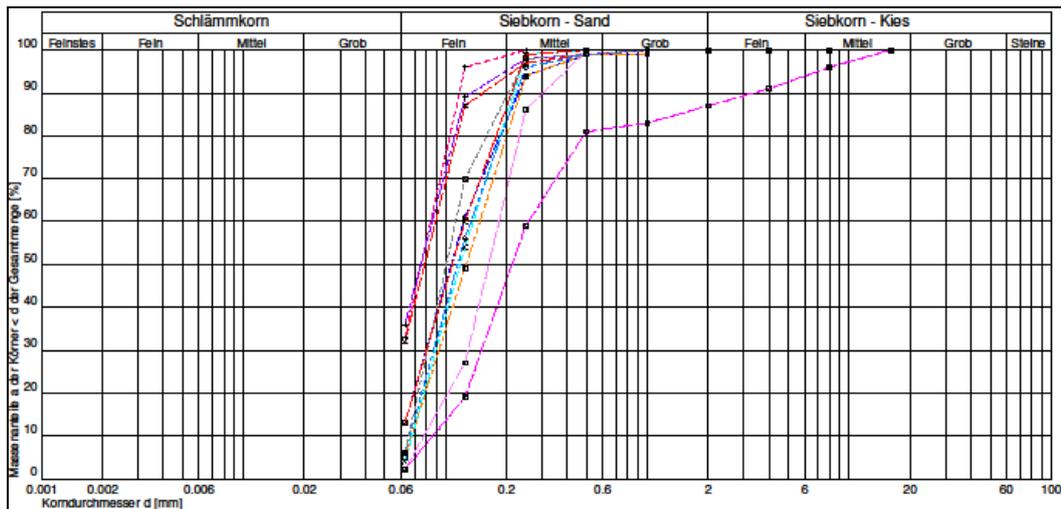


Abbildung 5: Kornverteilungskurven, Sande des Deichkerns

Die Sondierdiagramme der Drucksondierungen CPT 1.02 und CPT 1.06 zeigen innerhalb der sandigen Auffüllung des Deichkerns (SDK) in Mittel Spitzenwiderstände $q_c < 3 \text{ MN/m}^2$. Dies weist auf eine lockere Lagerung des Sandes im Deichkörper im Abschnitt zwischen Bau-Stat. 0+100 bis Bau-Stat. 0+400 hin. Im Deichabschnitt zwischen Bau-Stat. 0+400 bis Bau-Stat. 1+800 sind überwiegend Spitzenwiderstände $q_c > 10 \text{ MN/m}^2$ aufgezeichnet worden. Das weist somit auf eine dichte Lagerung der Sande des Deichkörpers in diesem Abschnitt hin.

Die Sande des Deichkerns bestehen überwiegend aus umgelagerten Wattsanden, die örtlich mit Klei durchsetzt sind (s. B 1.35, KRB 1.41) und zeichnen sich in der Regel durch einen hohen Feinsandanteil aus. Die Variationsbreite der Schluff- und Sand-Anteile ist in Abbildung 5 ersichtlich. Gemäß DIN 18196 handelt es sich bei den Sanden des Deichkerns hauptsächlich um Sand-Schluff-Gemische [SU]. Stark schluffige Sande [SU*] sowie eng gestufte Sande [SE] sind auch vorhanden.

5. Stellungnahme

Der Deichkörper des Deiches im Baufeld wurde beprobt und im Labor des LBV.SH untersucht. Laut EAK soll eine bindige Deichabdeckung die folgenden Aufgaben erfüllen:

- Schutz des sandigen Deichkerns gegen Wellenschlag und Erosion;
- Reduzierung der Infiltrationsrate;
- Bildung eines Substrates für eine möglichst dichte Grasnarbe.

Außerdem werden in der EAK 2002, Empfehlungen G, Seedeiche und Tidestromdeiche, Tabelle G 3 Kriterien für Klei als Deichabdeckung aufgeführt.

Bei der erbohrten Deichabdeckung handelt es sich überwiegend um leichte plastische Schluffe bzw. um stark schluffige Feinsande. Die vorhandene Deichabdeckung entspricht nicht den Vorgaben der EAK und eignet sich daher nicht für die Abdeckung des Neubaus. Böden mit einer bedingten Eignung können in einer etwa 0,5 m dicken Lage im unteren Teil der geplanten Deichabdeckung eingebaut werden, sofern die Gesamtdicke der Abdeckschicht etwa 30 % über der planmäßigen liegt.

Die detaillierte Bewertung der erkundeten Abdeckschicht ist der Anlage 5 zu entnehmen.

Unterhalb der Abdeckschicht wurden Sand-Schluff-Gemische [SU] bis [SU*] sowie gemischtkörnige Sande der Gruppe [SE] erbohrt. Bis auf den Abschnitt von Bau-Stat. 0+100 bis Bau-Stat. 0+400, in dem eine lockere Lagerung des Deichkörpers festgestellt wurde, sind die Sande des Deichkörpers in allen anderen Abschnitten mindestens mitteldicht meist jedoch dicht gelagert.

Da im Deichkörper Bereiche mit stark schluffigen Sanden der Gruppe [SU*] vorhanden sind, kann sich beim Materialeinbau unter ungünstigen Wetterbedingungen ein dauerhaft hoher Grundwasserstand im Deichkern einstellen.

Es sollte darauf geachtet werden, dass gut geeignete Sande der Gruppe [SE], [SW] oder [SI] und untergeordnet der Gruppe [SU] als Material für die geplante Deichverstärkung verwendet werden. Diese Sande könnten als kapillarbrechende Schicht zwischen Alt-Deich und neue Deichabdeckung wirken, um eine Gefährdung der Standsicherheit durch sehr hohe Wasserstände im Deich bzw. durch Wasserstau unter der Abdeckung zu vermeiden.

Die Anbindung dieser gut durchlässigen Schicht an einen funktionsfähigen Filter am Deichfuß sollte sichergestellt werden.

6. Schlussbemerkungen

Der LKN.SH plant in Friedrichskoog Spitze, Dithmarschen, den vorhandenen Deich zu ertüchtigen. Bauseits wird angestrebt, alle im bestehenden Deichkörper oberflächennah anstehenden bindigen Auffüllungen auszubauen und als Abdeckschicht im geplanten Deichkörper wieder zu verwenden.

In dieser geotechnischen Stellungnahme werden die Untersuchungsergebnisse der oberflächennah im vorhandenen Deichkörper erkundeten Auffüllungen hinsichtlich ihrer Wiederverwertung bewertet. Die Bewertung erfolgt in Anlehnung an die in der EAK 2002, Empfehlungen G, Seedeiche und Tidestromdeiche, Tabelle G 3 für Klei als Deichabdeckschicht aufgeführten Kriterien.

Die Abdeckschicht besteht überwiegend aus leicht plastischen Schluffen sowie aus stark schluffigen Sanden. Schluffe sind sowohl als Abdeckmaterial als auch als Kernmaterial für den Deichbau wenig geeignet. Es wurde kein Abschnitt mit einer geeigneten Abdeckung erkundet (s. Anlage 5).

Die Sande des Deichkörpers wurden auch untersucht. Der Deichkern besteht überwiegend aus Sand-Schluff-Gemischen [SU] bis [SU*].

Es sollte besonders Wert darauf gelegt werden, dass gut durchlässige Sande sowie ein funktionsfähiger Filter am Deichfuß im Zuge der Baumaßnahme der Deichverstärkung eingebaut werden. Ziel sollte sein, hohe Wasserstände im Deich zu vermeiden, da diese die Standsicherheit des Deiches gefährden könnten.



Dr. Delphine Weidle

Hauptbodenarten:

	Kies
	Grobkies
	Mittelkies
	Feinkies
	Sand
	Grobsand
	Mittelsand
	Feinsand
	Schluff
	Ton
	Torf
	Stein
	Blöcke
	Lehm
	Mudde
	Auffüllung
	Mutterboden
	Geschiebemergel
	Geschiebelehm
	Wiesenkalk
	Klei
	Bänderton
	Braunkohle
	Steinkohle
	Löß
	Lößlehm
	Kreide
	Festgestein
	Kalkstein
	Tonstein

Beimengungen:

	kiesig
	grobkiesig
	mittelkiesig
	feinkiesig
	sandig
	grobsandig
	mittelsandig
	feinsandig
	schluffig
	tonig
	humos
	steinig
	organisch
	schillhaltig

Konsistenzen:

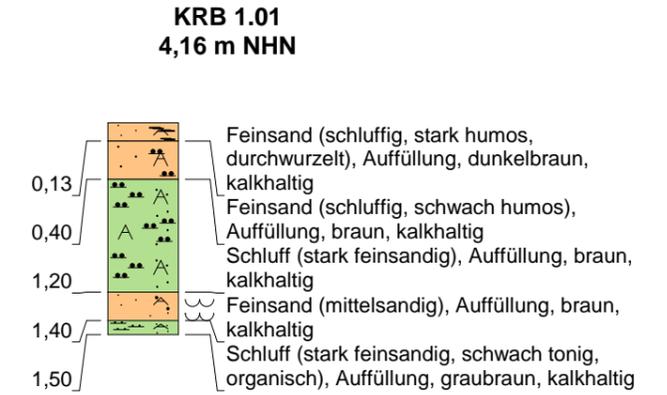
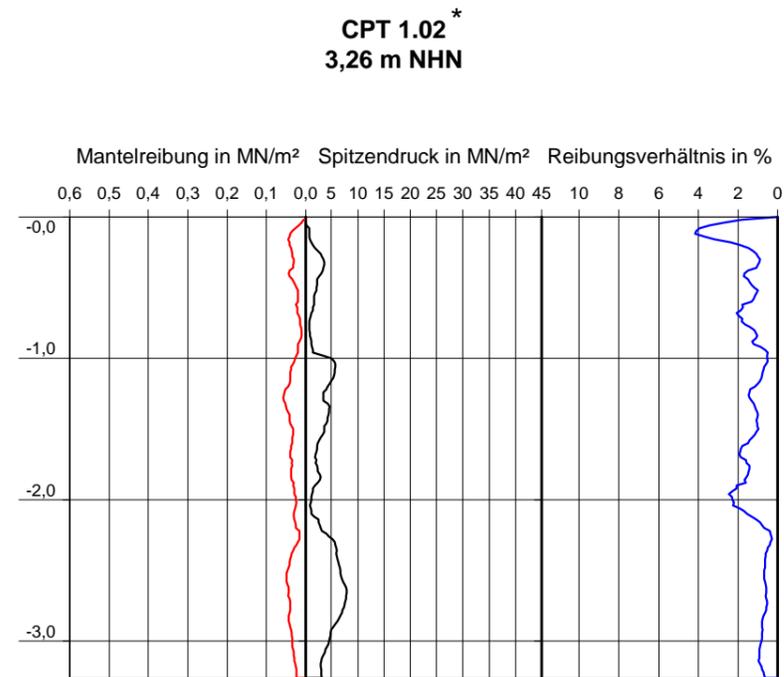
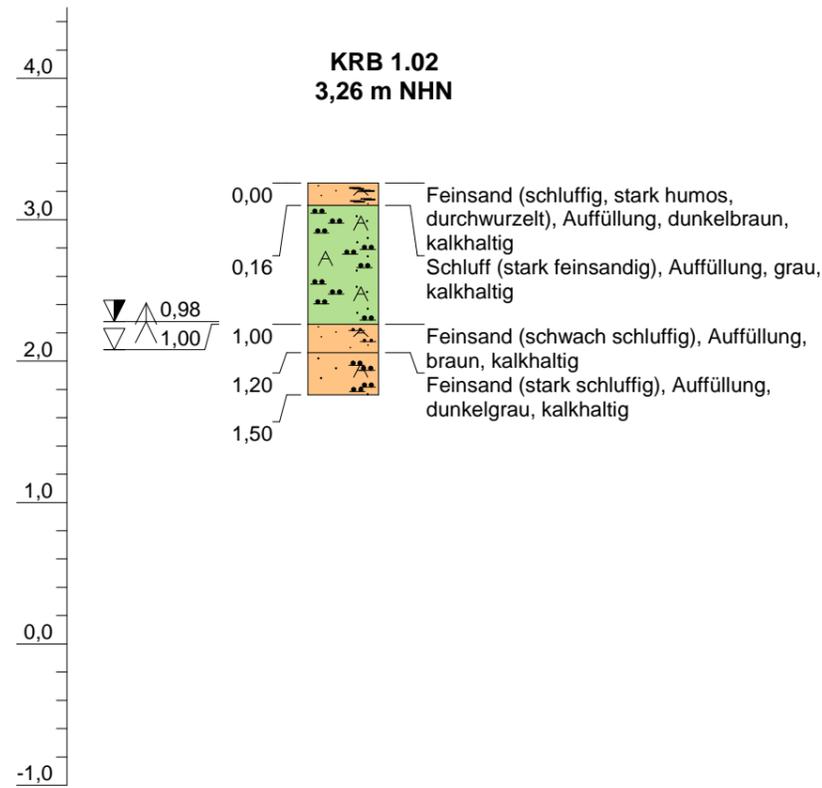
	breiig
	breiig bis weich
	weich bis breiig
	weich
	weich bis steif
	steif bis weich
	steif
	halbfest
	fest

	feucht bis nass
	nass

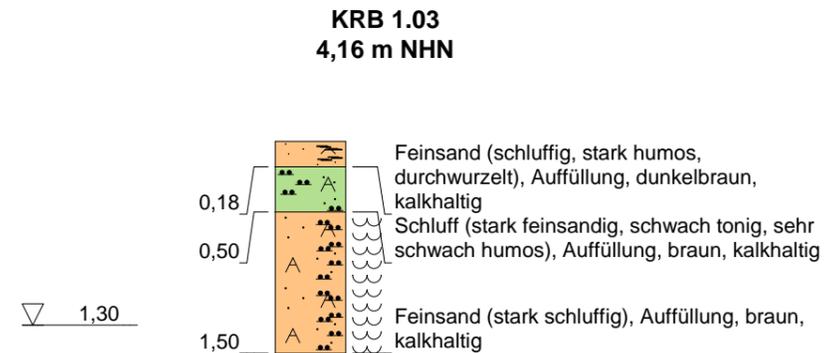
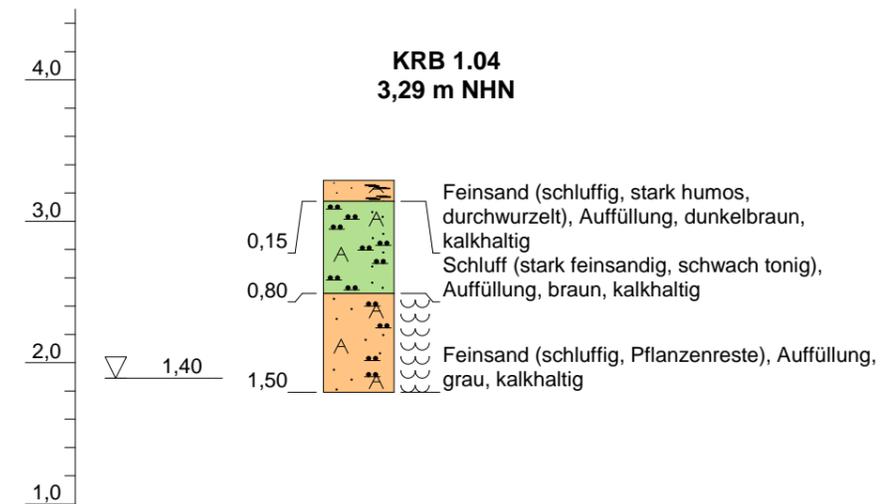
Grundwasser:

	0,5 m		Grundwasserstand 0,5 m unter Gelände angebohrt
	1,0 m		Grundwasserstand 1 m u. Gel. nach Beendigung der Bohrung
	1,5 m		Ruhewasserstand 1,50 m unter Gelände
			Grundwasseranstieg
			Grundwasser gefallen

Station 0 + 160



Station 0 + 260



DV Friedrichskoog Spitze

Station 0+160 /
Station 0+260

Geotechnischer Bericht 2016/01-3
Anlage 2.1

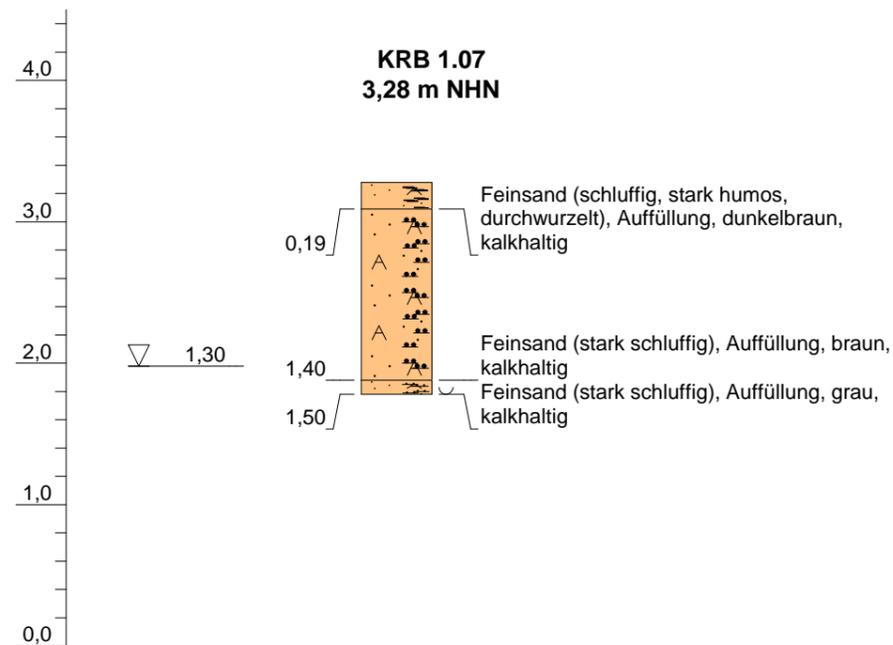
ausgearbeitet: Dr. D. Weidle

Maßstab d.H.: 1: 50

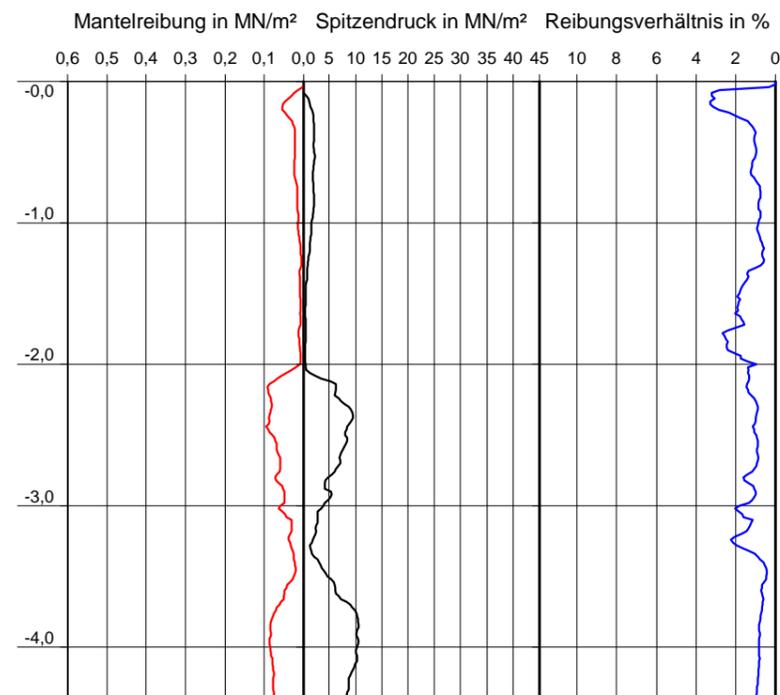
gezeichnet: Jan Cichos

* Der Baugrundaufschluss wurde hier nur bis NHN +0,0 m dargestellt. Die tatsächliche Länge kann der Anlage 3 entnommen werden.

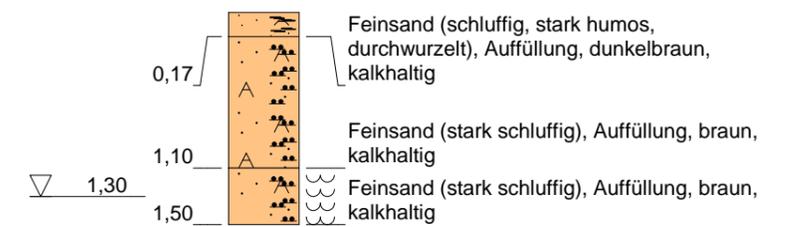
Station 0 + 360



CPT 1.06 *
4,36 m NHN



KRB 1.06
4,36 m NHN



DV Friedrichskoog Spitze

Station 0+360

Geotechnischer Bericht 2016/01-3
Anlage 2.2

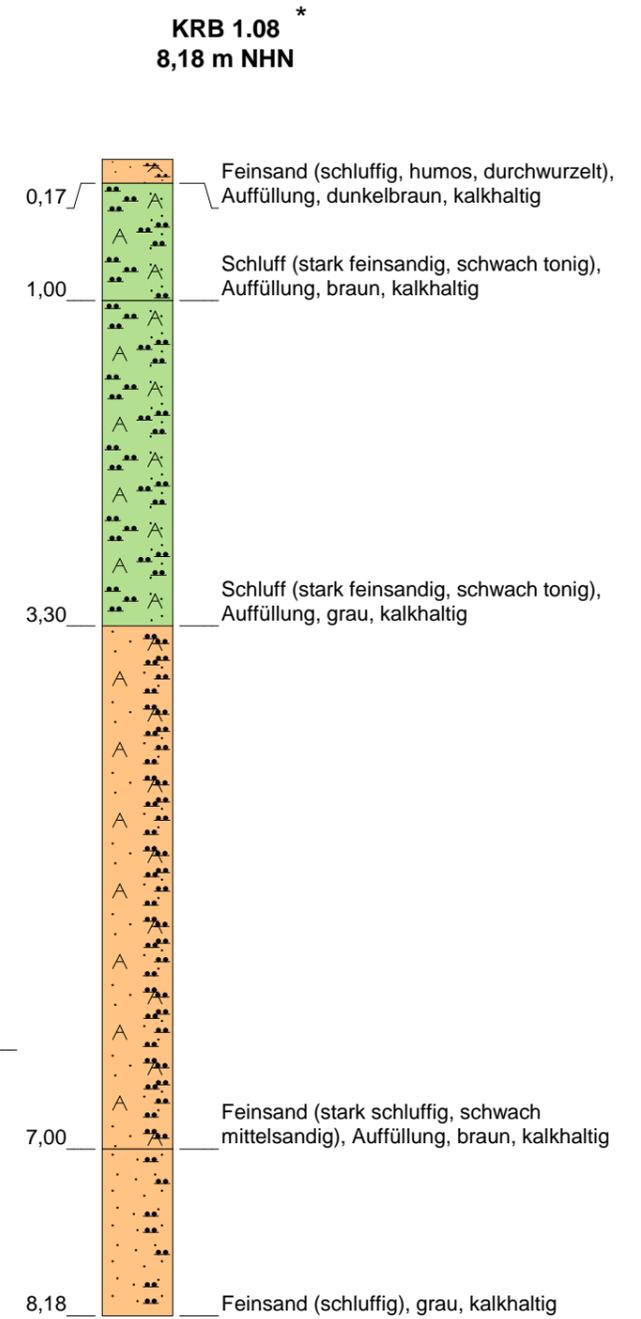
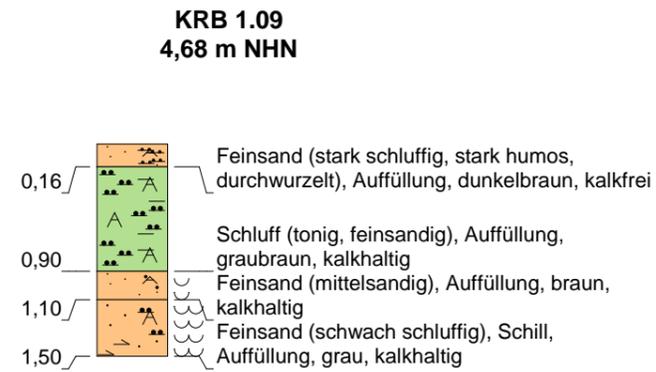
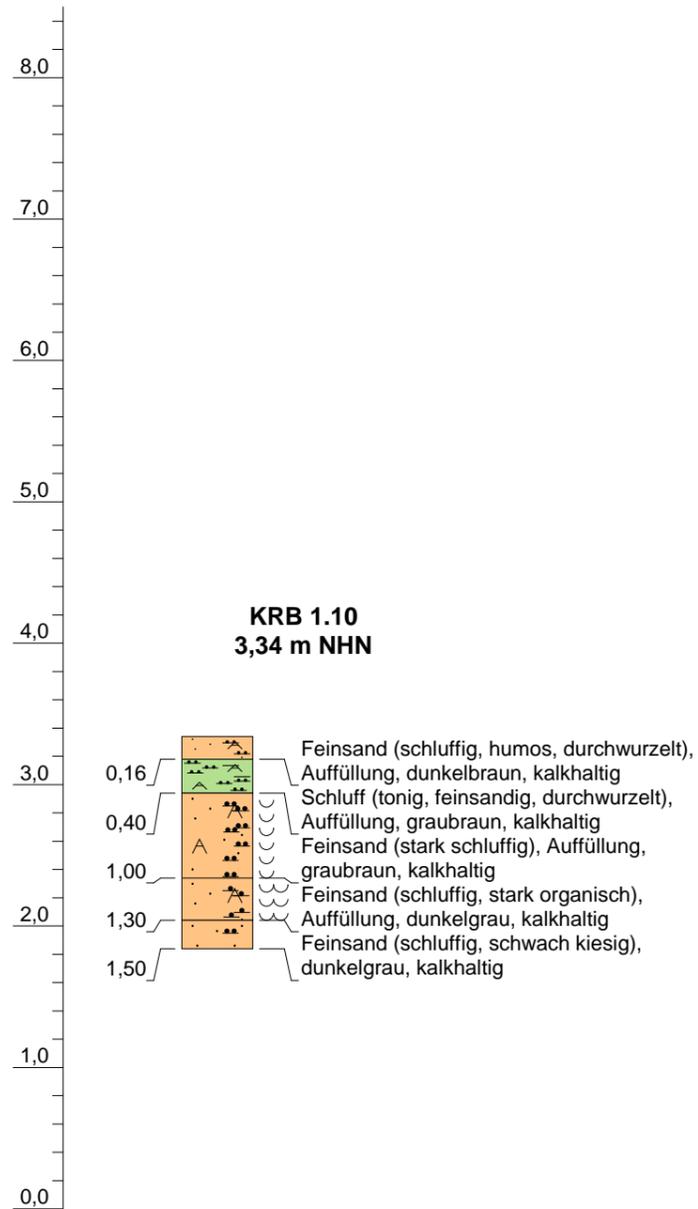
ausgearbeitet: Dr. D. Weidle

Maßstab d.H.: 1: 50

gezeichnet: Jan Cichos

* Der Baugrundaufschluss wurde hier nur bis NHN +0,0 m dargestellt. Die tatsächliche Länge kann der Anlage 3 entnommen werden.

Station 0 + 460



DV Friedrichskoog Spitze

Station 0+460

Geotechnischer Bericht 2016/01-3
Anlage 2.3

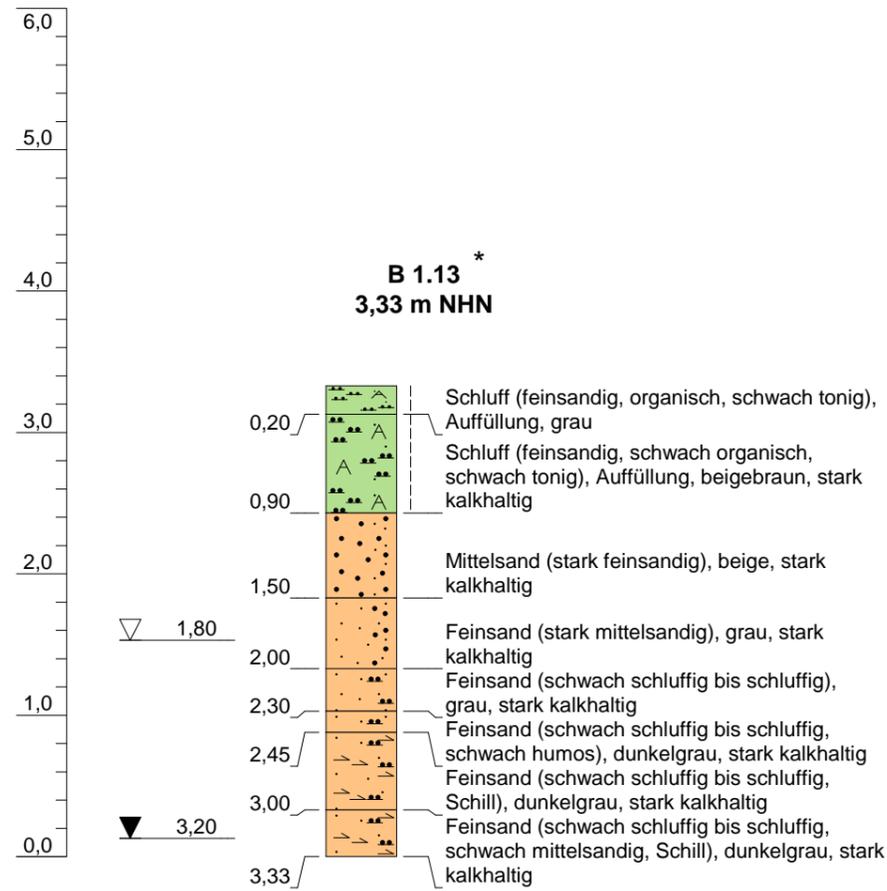
ausgearbeitet: Dr. D. Weidle

Maßstab d.H.: 1: 50

gezeichnet: Jan Cichos

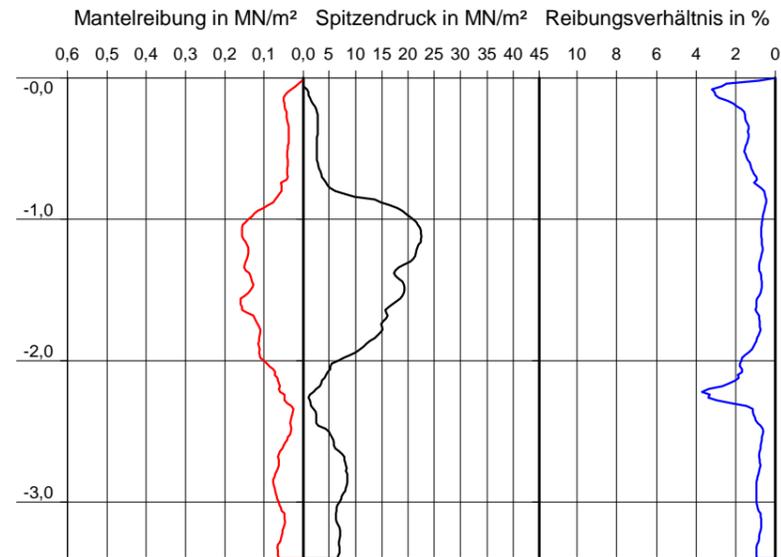
* Der Baugrundaufschluss wurde hier nur bis NHN +0,0 m dargestellt. Die tatsächliche Länge kann der Anlage 3 entnommen werden.

Station 0 + 560



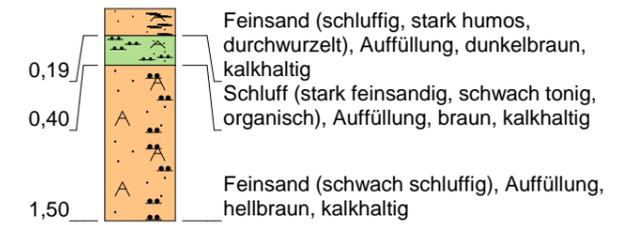
CPT 1.13 *

3,40 m NHN

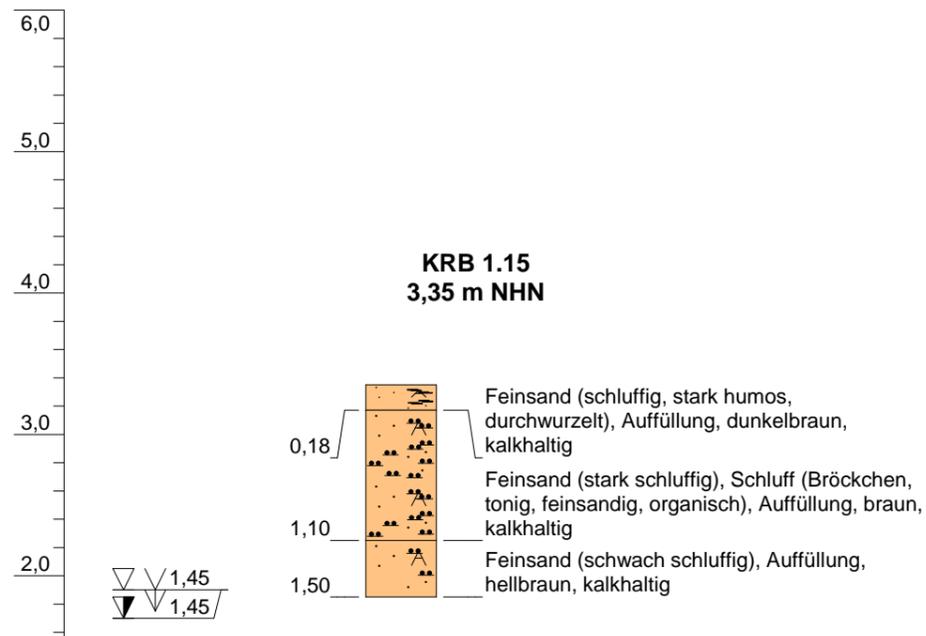


KRB 1.12

5,58 m NHN

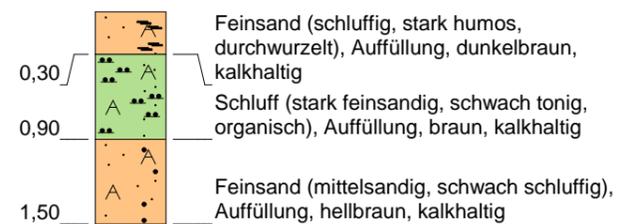


Station 0 + 660



KRB 1.14

5,57 m NHN



DV Friedrichskoog Spitze

Station 0+560 / Station 0+660

Geotechnischer Bericht 2016/01-3 Anlage 2.4

ausgearbeitet: Dr. D. Weidle

Maßstab d.H.: 1: 50

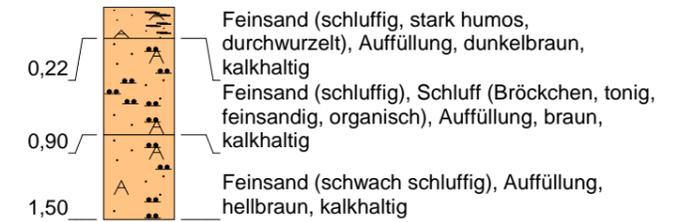
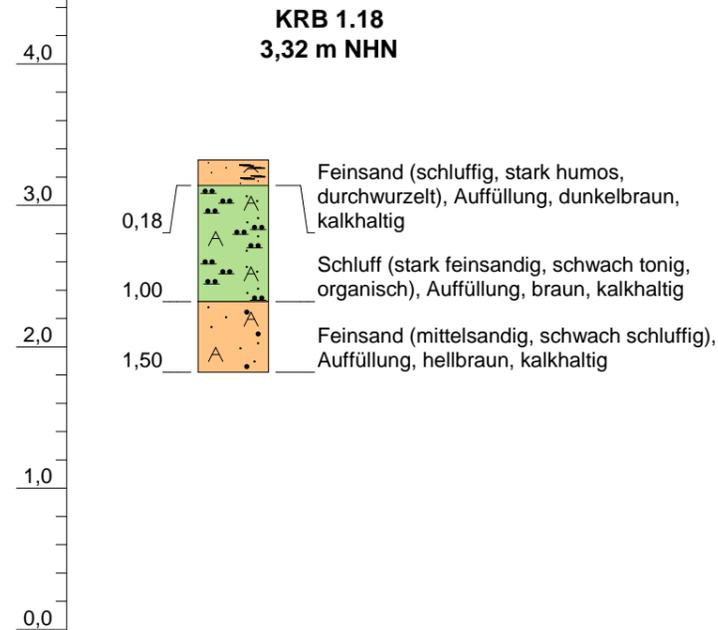
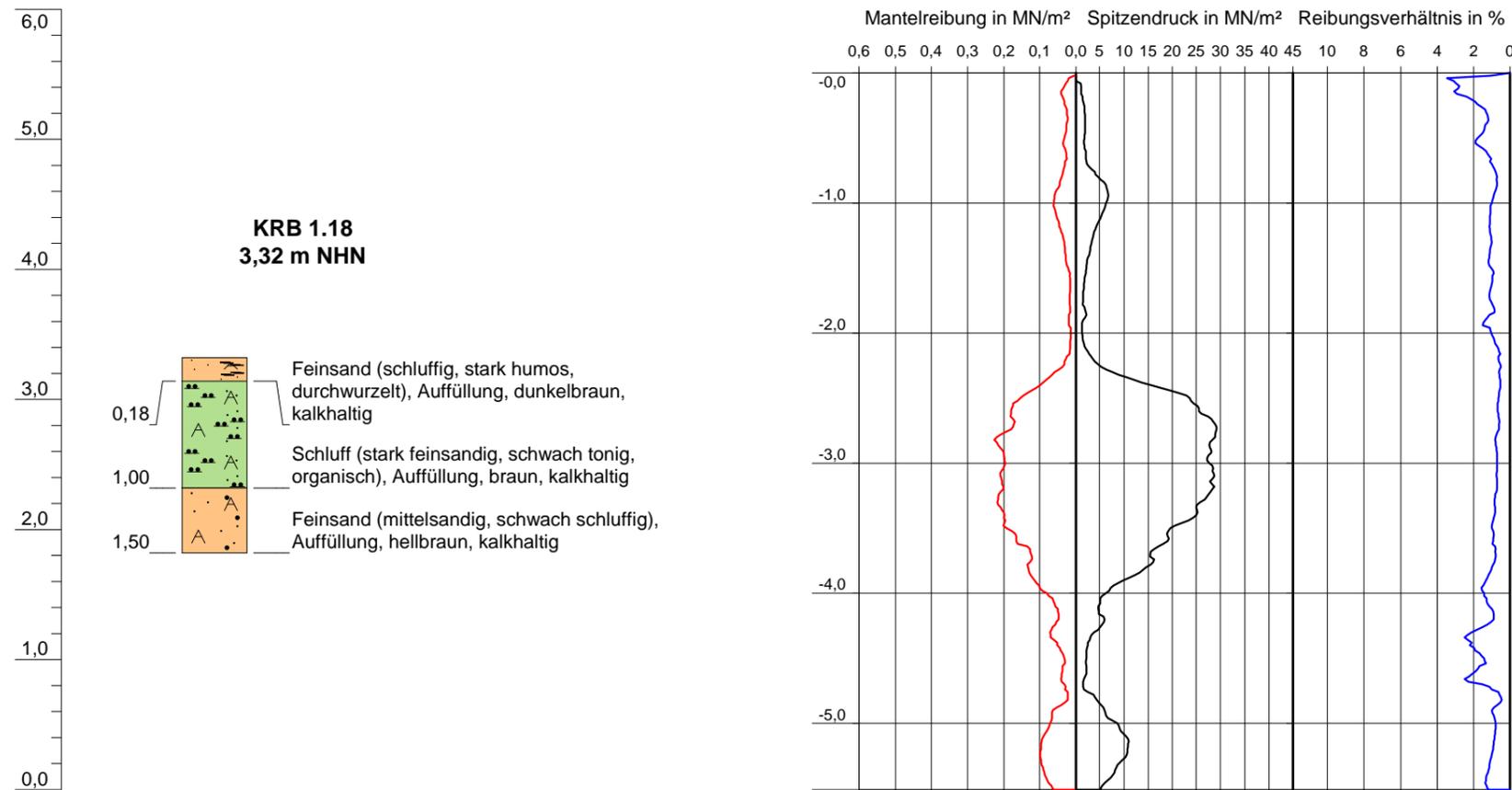
gezeichnet: Jan Cichos

* Der Baugrundaufschluss wurde hier nur bis NHN +0,0 m dargestellt. Die tatsächliche Länge kann der Anlage 3 entnommen werden.

Station 0 + 760

CPT 1.17*
5,51 m NHN

KRB 1.17
5,51 m NHN



DV Friedrichskoog Spitze

Station 0+760

Geotechnischer Bericht 2016/01-3
Anlage 2.5

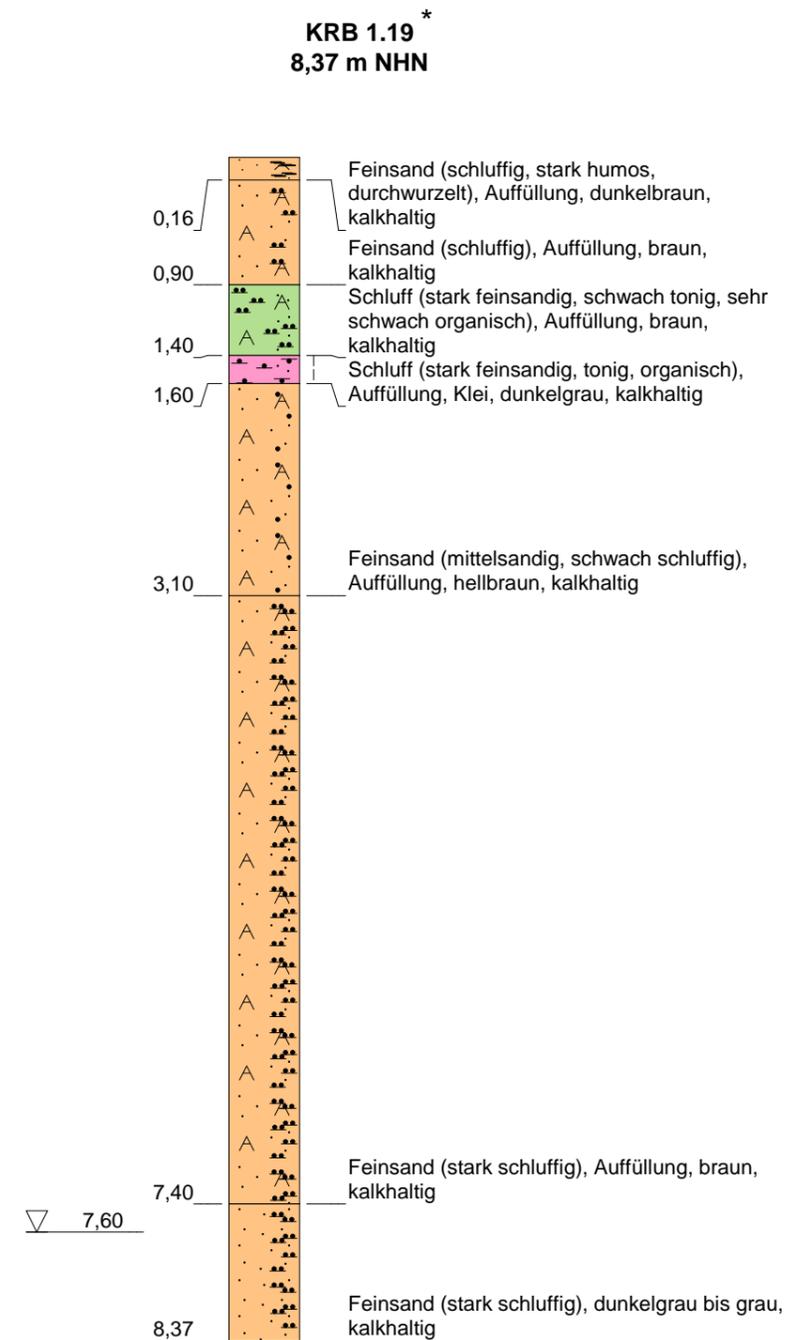
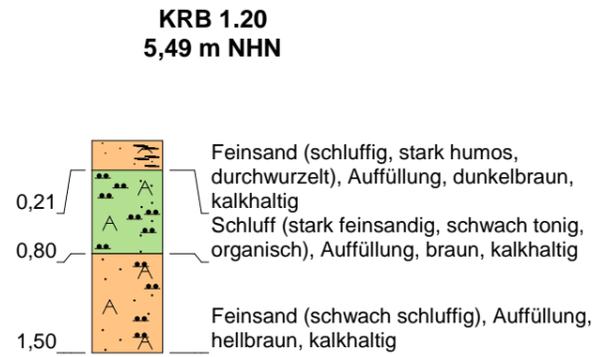
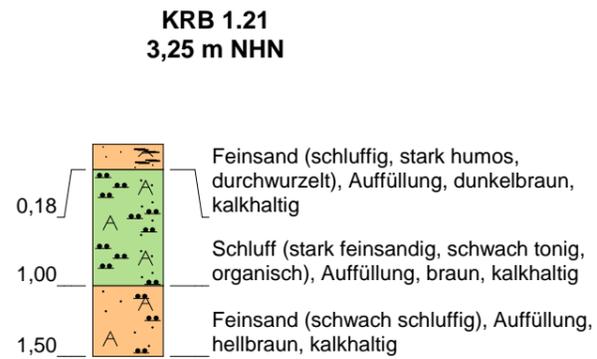
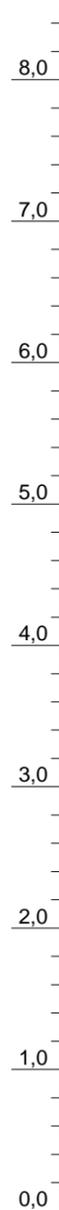
ausgearbeitet: Dr. D. Weidle

gezeichnet: Jan Cichos

Maßstab d.H.: 1: 50

* Der Baugrundaufschluss wurde hier nur bis NHN +0,0 m dargestellt. Die tatsächliche Länge kann der Anlage 3 entnommen werden.

Station 0 + 860



DV Friedrichskoog Spitze

Station 0+860

Geotechnischer Bericht 2016/01-3
Anlage 2.6

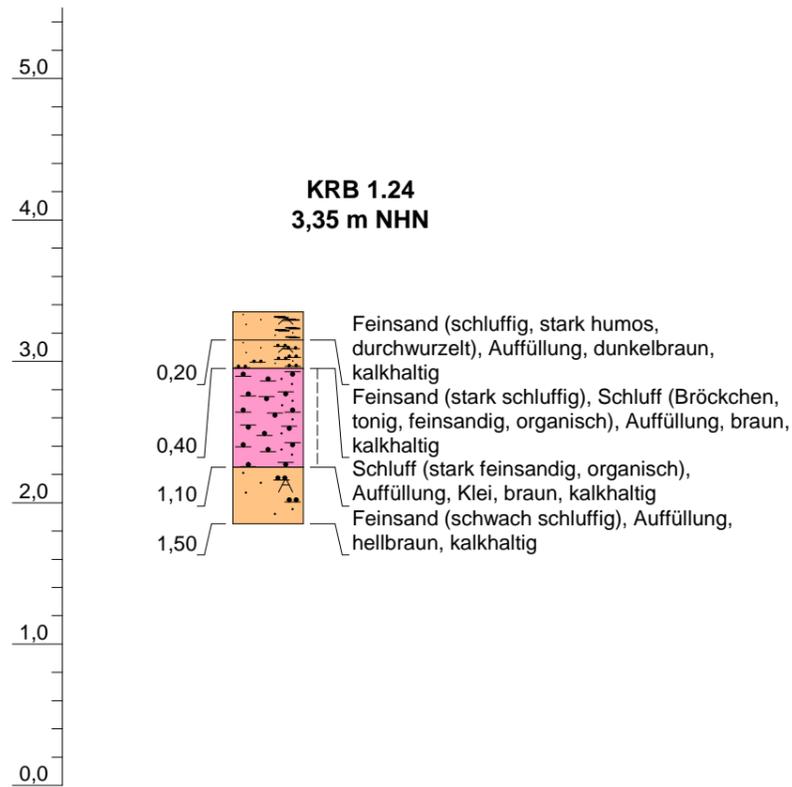
ausgearbeitet: Dr. D. Weidle

gezeichnet: Jan Cichos

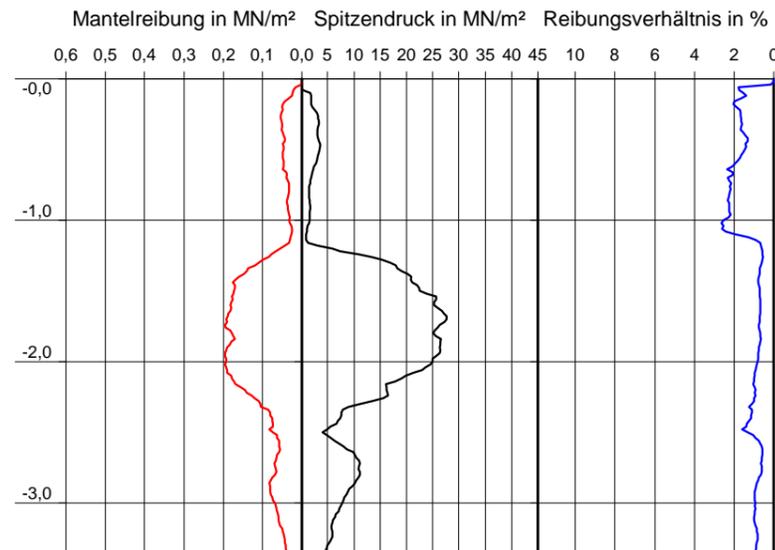
Maßstab d.H.: 1: 50

* Der Baugrundaufschluss wurde hier nur bis NHN +0,0 m dargestellt. Die tatsächliche Länge kann der Anlage 3 entnommen werden.

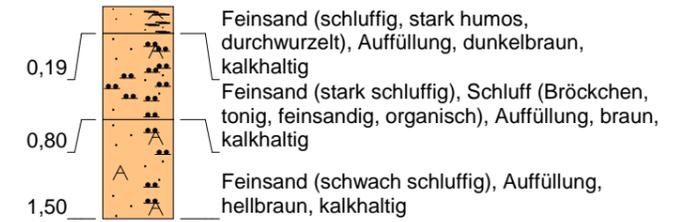
Station 0 + 960



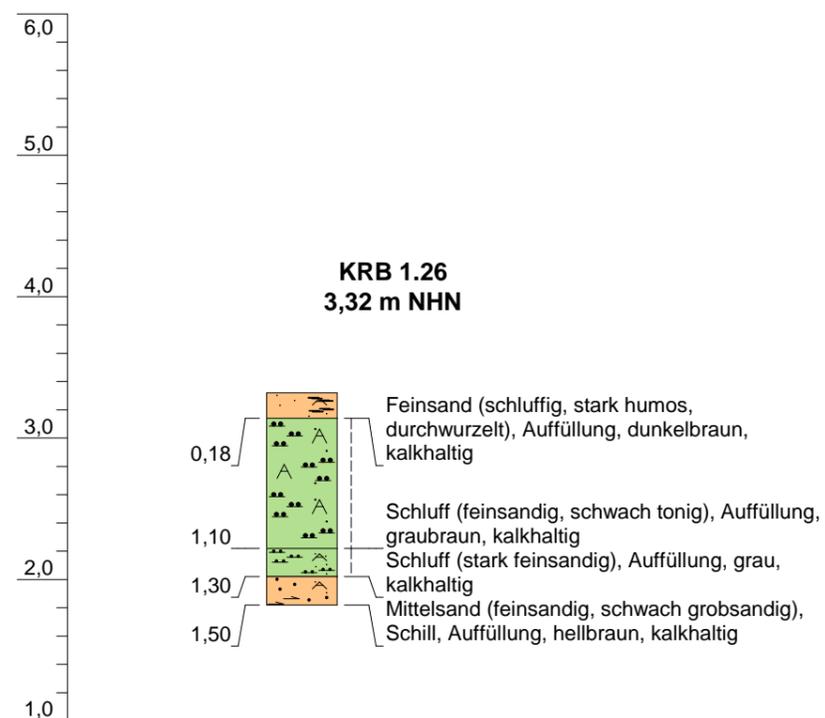
CPT 1.24*
3,35 m NHN



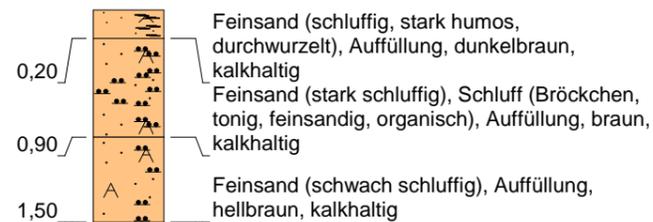
KRB 1.23
5,48 m NHN



Station 1 + 060

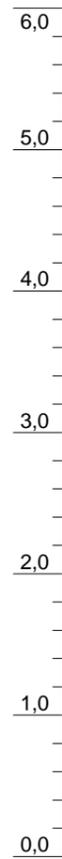


KRB 1.25
5,61 m NHN

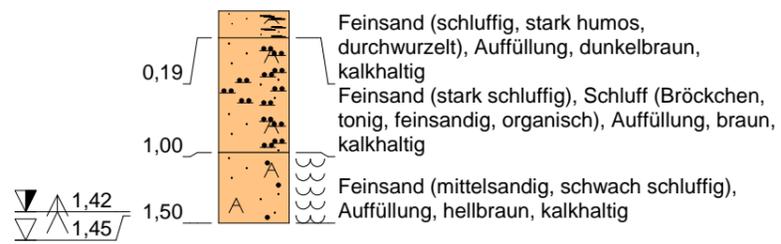


* Der Baugrundaufschluss wurde hier nur bis NHN +0,0 m dargestellt. Die tatsächliche Länge kann der Anlage 3 entnommen werden.

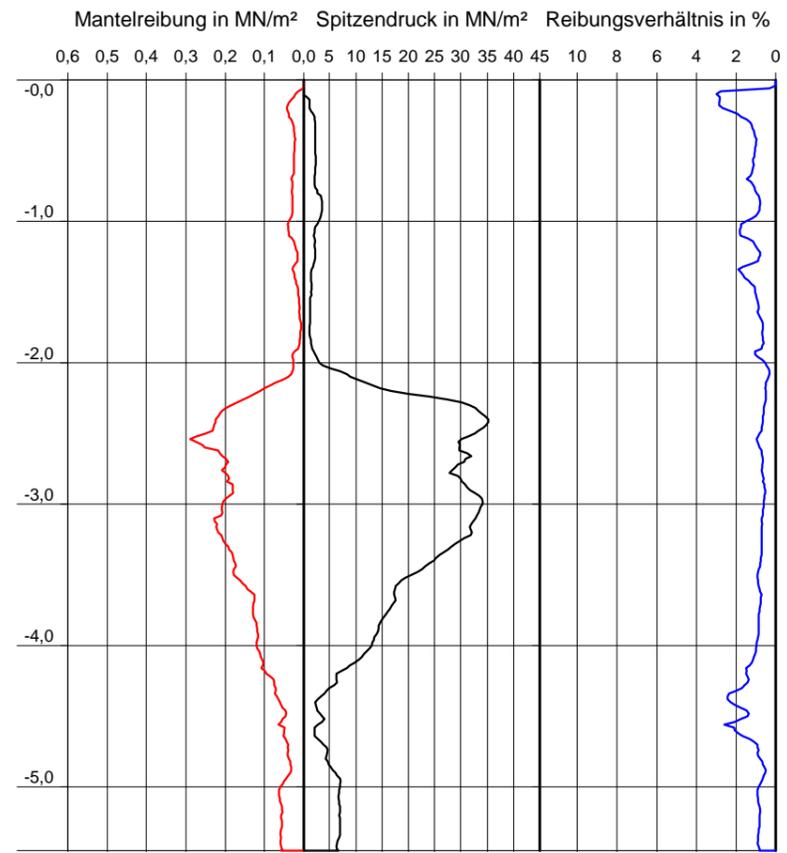
Station 1 + 160



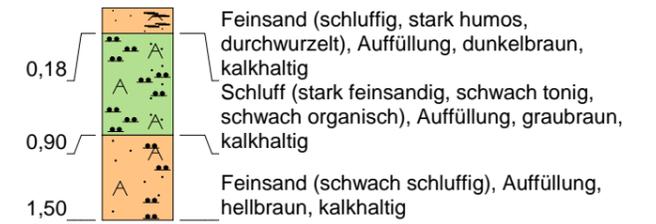
KRB 1.29
3,25 m NHN



CPT 1.28*
5,45 m NHN

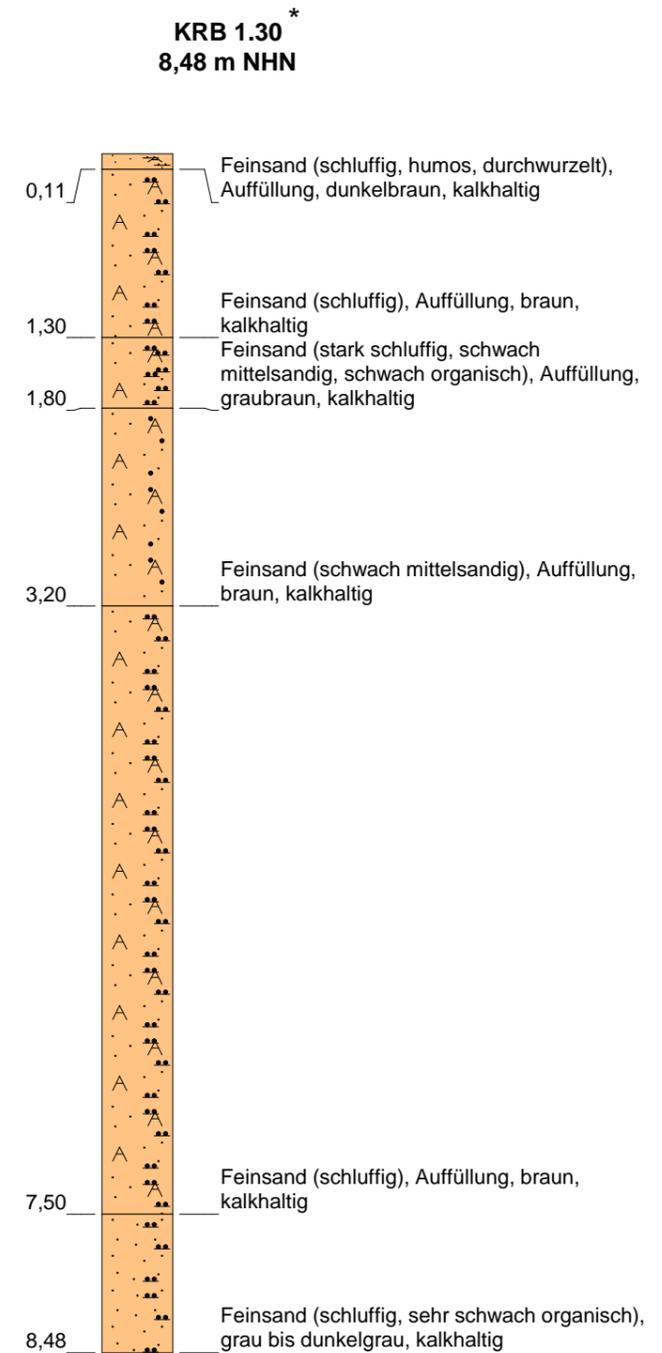
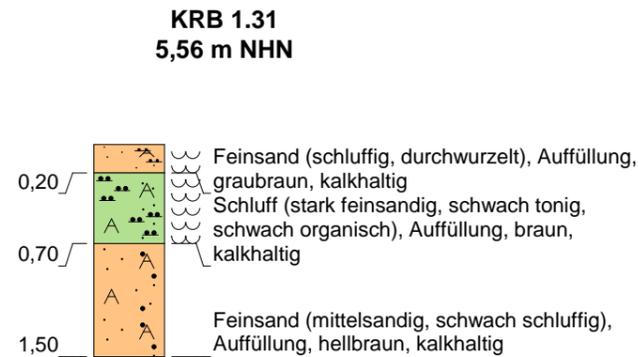
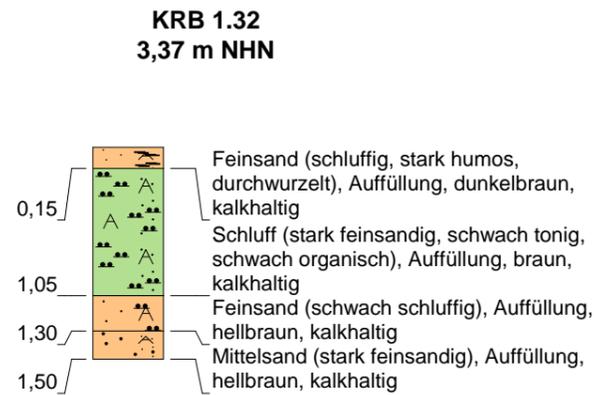


KRB 1.28
5,45 m NHN



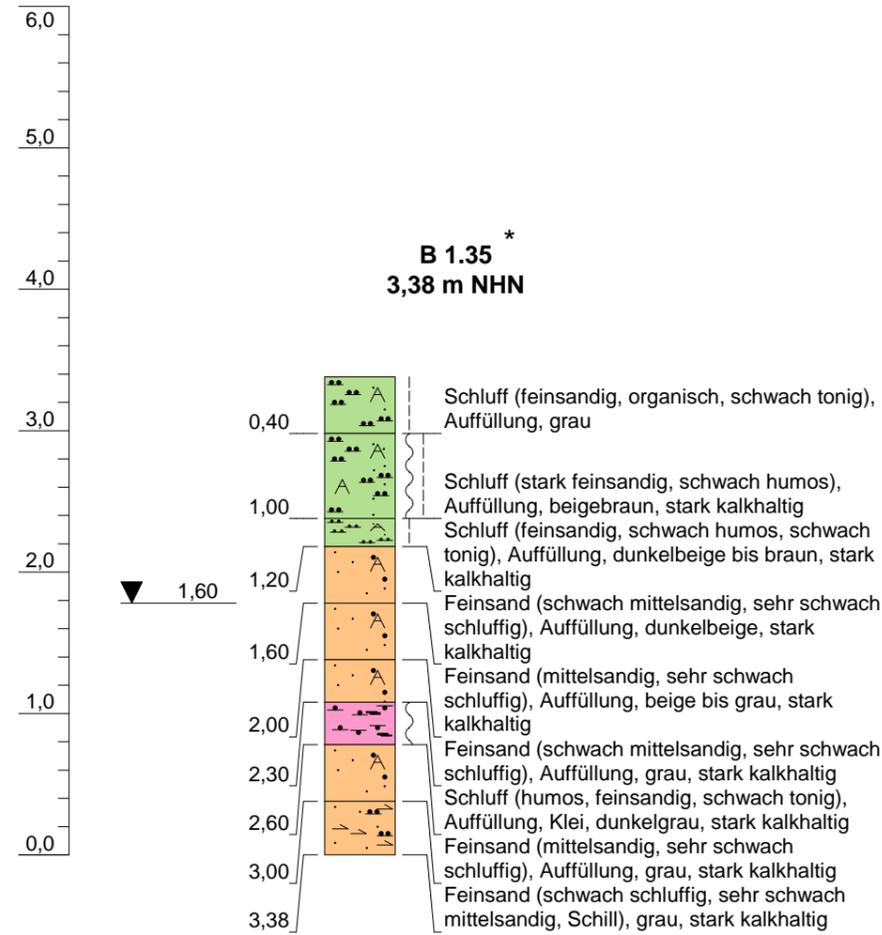
* Der Baugrundaufschluss wurde hier nur bis NHN +0,0 m dargestellt. Die tatsächliche Länge kann der Anlage 3 entnommen werden.

Station 1 + 260

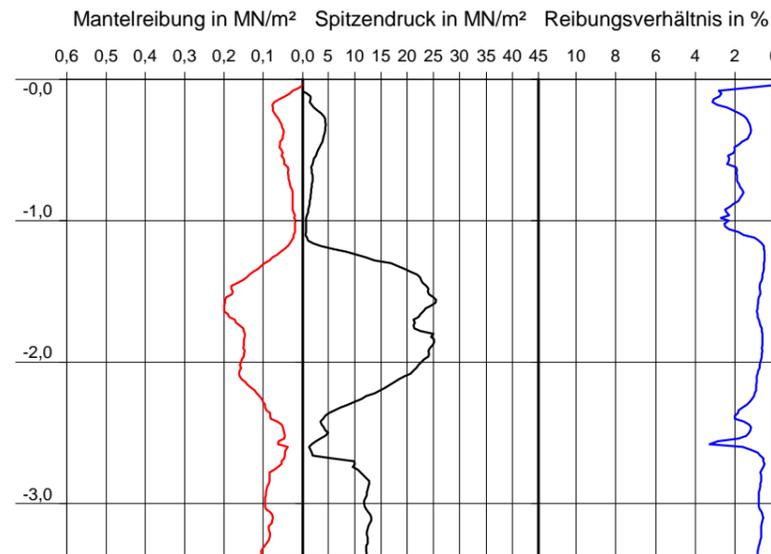


* Der Baugrundaufschluss wurde hier nur bis NHN +0,0 m dargestellt. Die tatsächliche Länge kann der Anlage 3 entnommen werden.

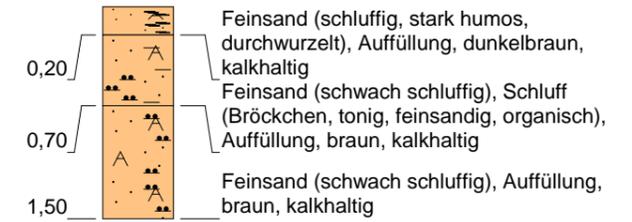
Station 1 + 360



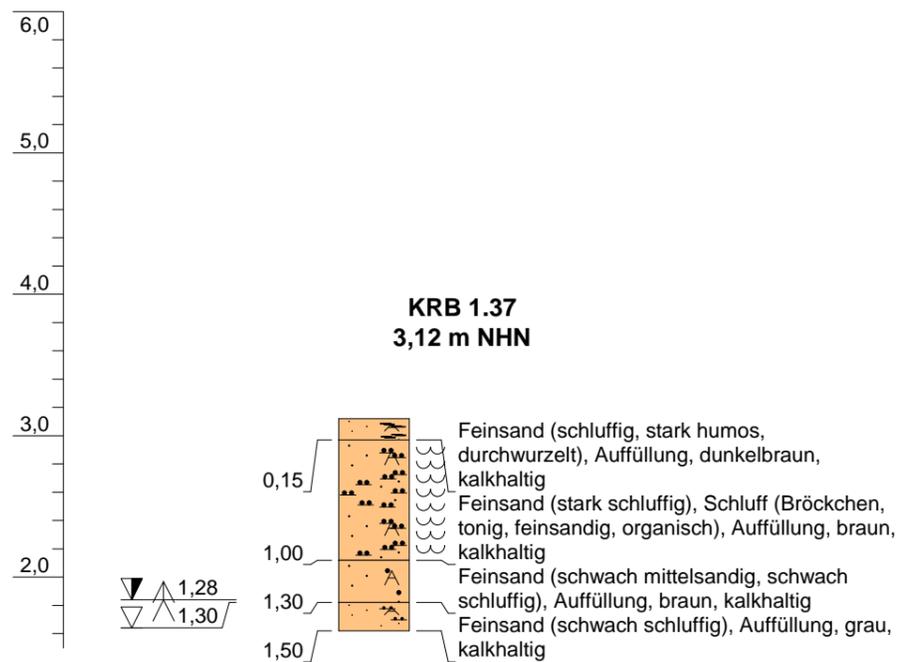
CPT 1.35 *
3,37 m NHH



KRB 1.34
5,68 m NHH



Station 1 + 460



KRB 1.36
5,36 m NHH



DV Friedrichskoog Spitze

Station 1+360 / Station 1+460

Geotechnischer Bericht 2016/01-3 Anlage 2.10

ausgearbeitet: Dr. D. Weidle

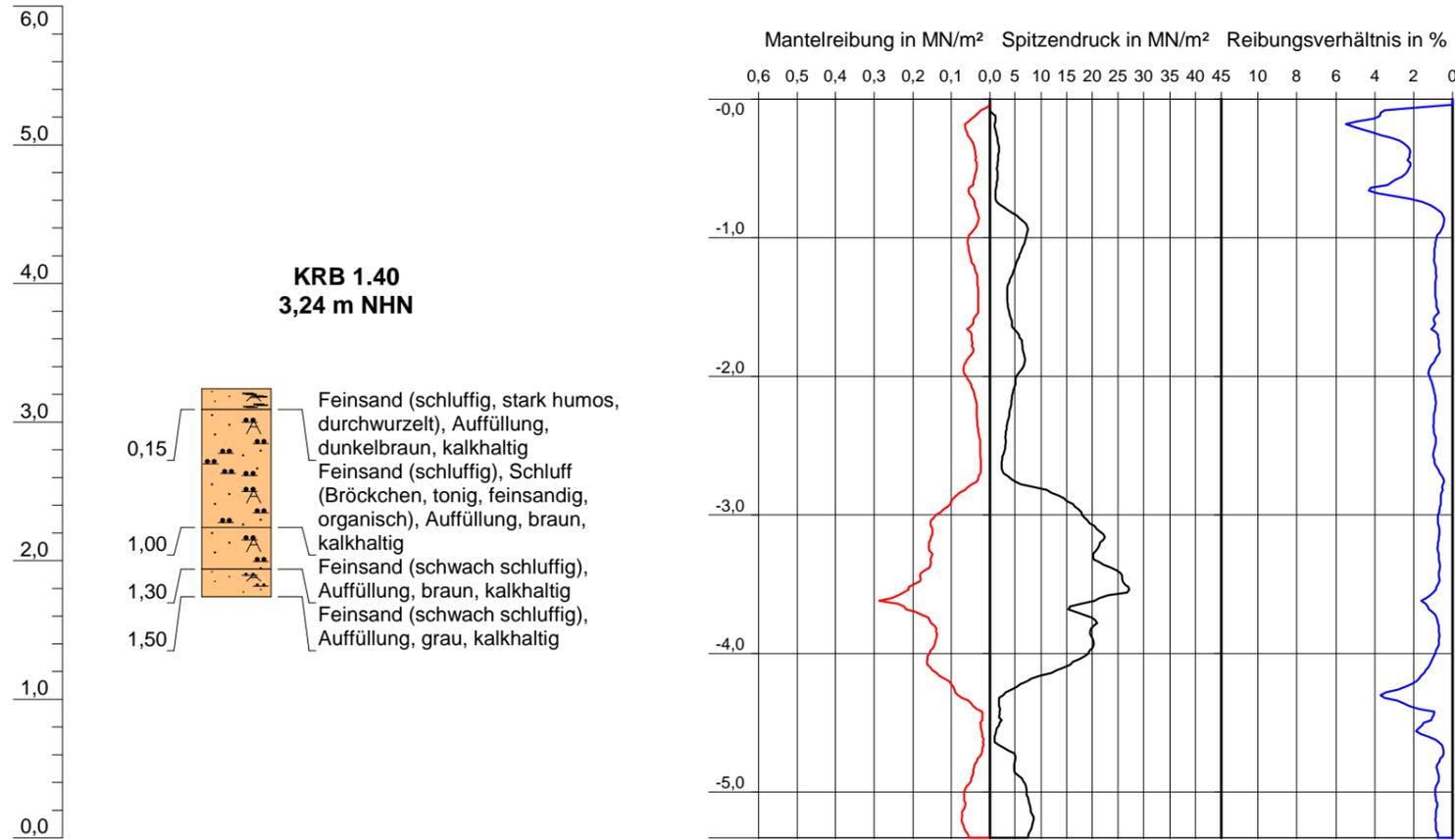
Maßstab d.H.: 1: 50

gezeichnet: Jan Cichos

* Der Baugrundaufschluss wurde hier nur bis NHH +0,0 m dargestellt. Die tatsächliche Länge kann der Anlage 3 entnommen werden.

Station 1 + 560

CPT 1.39
5,33 m NHN



KRB 1.40
3,24 m NHN

- 0,15 Feinsand (schluffig, stark humos, durchwurzelt), Auffüllung, dunkelbraun, kalkhaltig
- Feinsand (schluffig), Schluff (Bröckchen, tonig, feinsandig, organisch), Auffüllung, braun, kalkhaltig
- 1,00 Feinsand (schwach schluffig), Auffüllung, braun, kalkhaltig
- 1,30 Feinsand (schwach schluffig), Auffüllung, grau, kalkhaltig
- 1,50

KRB 1.39
5,33 m NHN

- 0,21 Feinsand (schluffig, durchwurzelt), Auffüllung, graubraun, kalkhaltig
- Feinsand (stark schluffig), Schluff (Bröckchen, tonig, feinsandig, organisch), Auffüllung, braun, kalkhaltig
- 0,90 Feinsand (schwach schluffig), Schluff (Bröckchen, tonig, feinsandig, organisch), Auffüllung, braun, kalkhaltig
- 1,50

KRB 1.50
4,47 m NHN

- 1,00 Schluff (feinsandig), Auffüllung, graubraun, kalkhaltig
- 2,20 Schluff (feinsandig, tonig), Auffüllung, graubraun, kalkhaltig
- 3,50 Feinsand (schluffig), Auffüllung, graubraun, kalkhaltig
- Feinsand (schwach mittelsandig, schwach schluffig), Schill, Auffüllung, graubraun, kalkhaltig
- 4,00 Feinsand (schluffig), grau, kalkhaltig
- 4,47

DV Friedrichskoog Spitze

Station 1+560

Geotechnischer Bericht 2016/01-3
Anlage 2.11

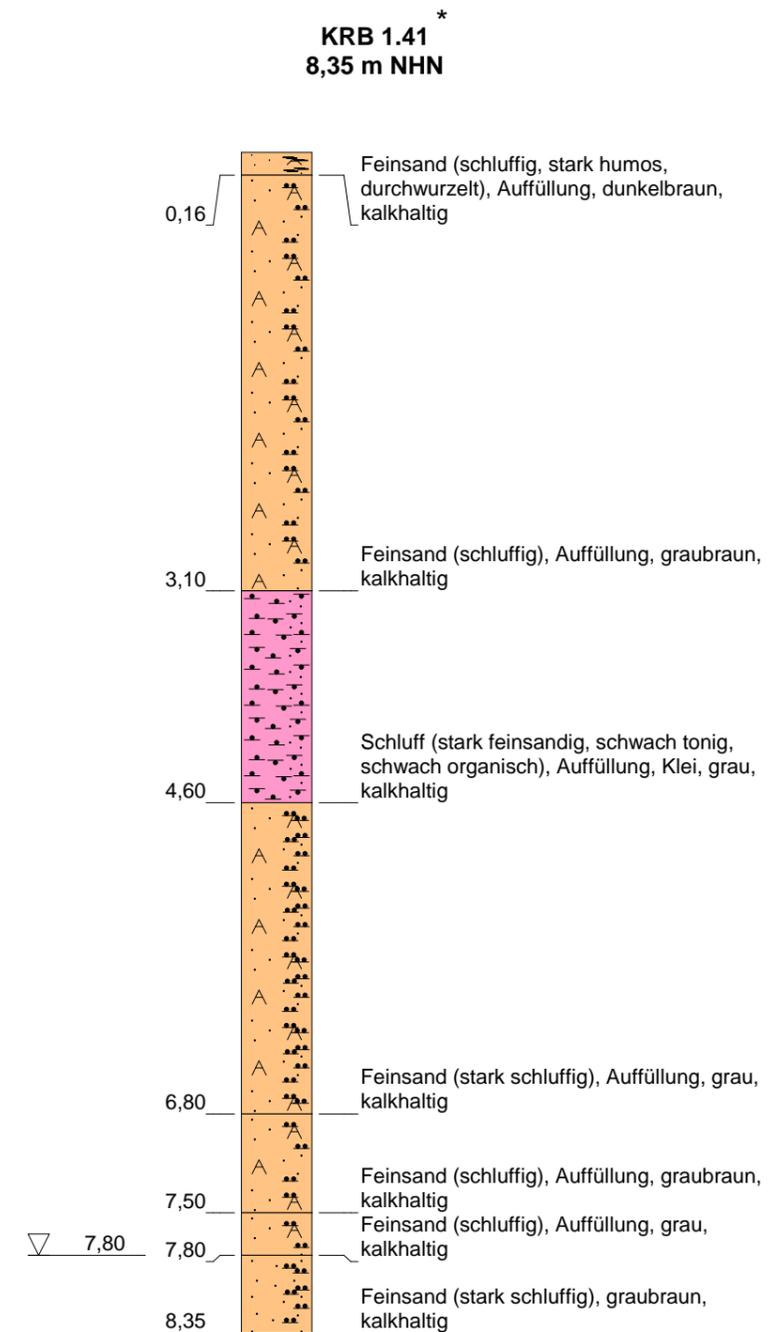
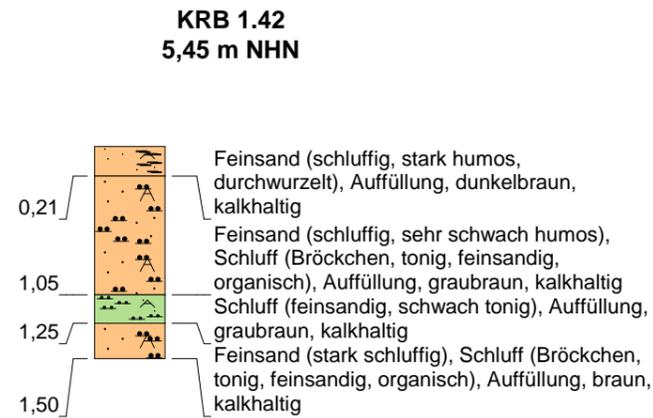
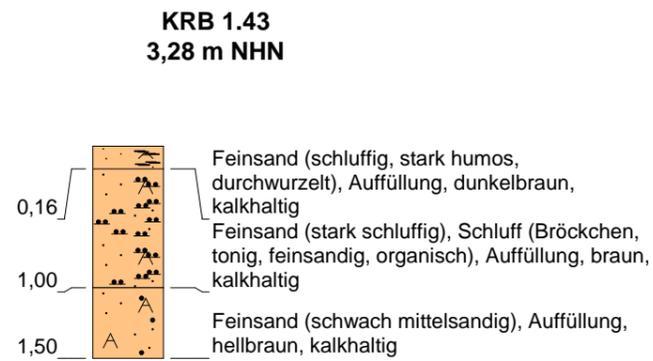
ausgearbeitet: Dr. D. Weidle

Maßstab d.H.: 1: 50

gezeichnet: Jan Cichos

* Der Baugrundaufschluss wurde hier nur bis NHN +0,0 m dargestellt. Die tatsächliche Länge kann der Anlage 3 entnommen werden.

Station 1 + 660



DV Friedrichskoog Spitze

Station 1+660

Geotechnischer Bericht 2016/01-3
Anlage 2.12

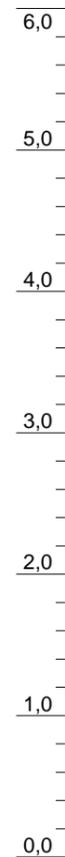
ausgearbeitet: Dr. D. Weidle

Maßstab d.H.: 1: 50

gezeichnet: Jan Cichos

* Der Baugrundaufschluss wurde hier nur bis NHN +0,0 m dargestellt. Die tatsächliche Länge kann der Anlage 3 entnommen werden.

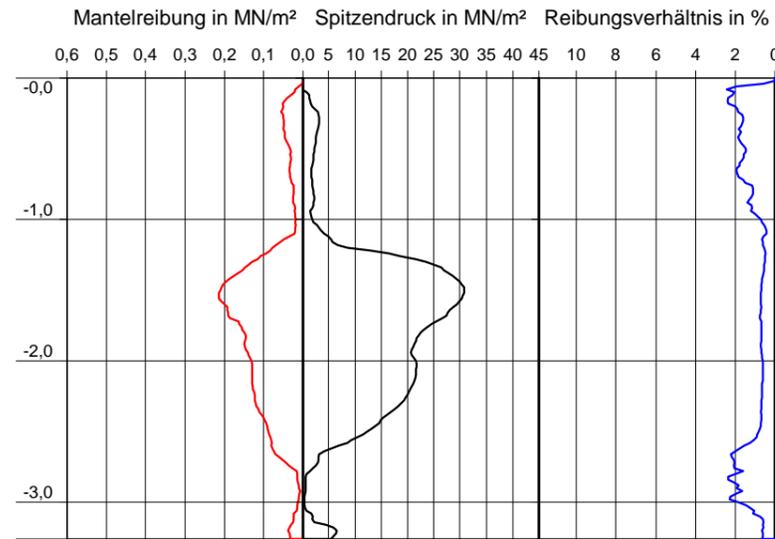
Station 1 + 760



KRB 1.46
3,26 m NHH



CPT 1.46*
3,26 m NHH



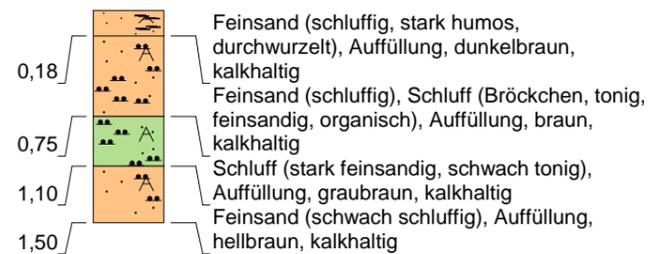
KRB 1.45
5,57 m NHH



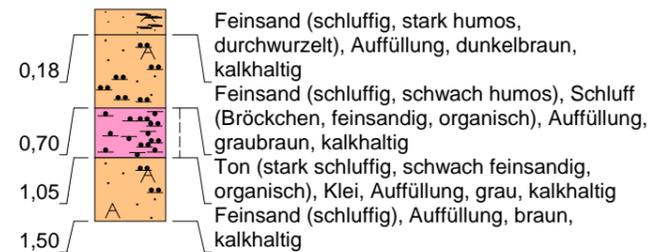
Station 1 + 860



KRB 1.48
3,20 m NHH



KRB 1.47
5,43 m NHH



DV Friedrichskoog Spitze

Station 1+760 /
Station 1+860

Geotechnischer Bericht 2016/01-3
Anlage 2.13

ausgearbeitet: Dr. D. Weidle

Maßstab d.H.: 1: 50

gezeichnet: Jan Cichos

* Der Baugrundaufschluss wurde hier nur bis NHH +0,0 m dargestellt. Die tatsächliche Länge kann der Anlage 3 entnommen werden.

Tabellarische Übersicht der Aufschlüsse

Aufschluss	Höhe Ansatzpunkt	Wasser angebohrt gerundet		Endteufe
		[m u. GOK]	[m NHN]	
KRB 1.01	4,16			1,5
KRB 1.02	3,26	1,0	2,3	1,5
CPT 1.02	3,26			27,5
KRB 1.03	4,16	1,3	2,9	1,5
KRB 1.04	3,29	1,4	1,9	1,5
KRB 1.06	4,36	1,3	3,1	1,5
CPT 1.06	4,36			25,0
KRB 1.07	3,28	1,3	2,0	1,5
KRB 1.08	8,18	6,3	1,9	16,0
KRB 1.09	4,68			1,5
KRB 1.10	3,34			1,5
KRB 1.12	5,58			1,5
B 1.13	3,33	1,8	1,5	19,0
CPT 1.13	3,40			25,1
KRB 1.14	5,57			1,5
KRB 1.15	3,35	1,4	2,0	1,5
KRB 1.17	5,51			1,5
CPT 1.17	5,51			28,5
KRB 1.18	3,32			1,5
KRB 1.19	8,37	7,6	0,8	16,0
KRB 1.20	5,49			1,5
KRB 1.21	3,25			1,5
KRB 1.23	5,48			1,5
KRB 1.24	3,35			1,5
CPT 1.24	3,35			25,6
KRB 1.25	5,61			1,5
KRB 1.26	3,32			1,5
KRB 1.28	5,45			1,5
CPT 1.28	5,45			25,6
KRB 1.29	3,25	1,4	1,9	1,5
KRB 1.30	8,48			16,0
KRB 1.31	5,56			1,5
KRB 1.32	3,37			1,5
KRB 1.34	5,68			1,5
B 1.35	3,38	1,6	1,8	25,0
CPT 1.35	3,37			25,5
KRB 1.36	5,36			1,5
KRB 1.37	3,12	1,3	1,8	1,5

KRB Kleinrammbohrungen
B Trockenbohrungen
CPT Drucksondierungen

Tabellarische Übersicht der Aufschlüsse

Aufschluss	Höhe Ansatzpunkt	Wasser angebohrt gerundet		Endteufe
		[m u. GOK]	[m NHN]	
KRB 1.39	5,33			1,5
CPT 1.39	5,33			25,5
KRB 1.40	3,24			1,5
KRB 1.41	8,35	7,8	0,6	16,0
KRB 1.42	5,45			1,5
KRB 1.43	3,28			1,5
KRB 1.45	5,57			1,5
KRB 1.46	3,26			1,5
CPT 1.46	3,26			25,5
KRB 1.47	5,43			1,5
KRB 1.48	3,20			1,5
KRB 1.50	4,47	3,6	0,9	16

Zusammenstellung der Untersuchungsergebnisse

Aufschlusskampagne im Jahr 2016 - Friedrichskoog Spitze

Bohr.-Nr. Proben Nr.	Tiefe in m u. Gel.	Bodenart (vereinfacht)	Gruppe nach DIN 18196	Kornverteilung Gew.-%				w in %	Vgl in %	w _L in %	w _P in %	I _P in %	I _C
				T	U	S	G						
1.01													
3	1,10	Auffüllung kaum bindig	[UL]		50	50	0	--	--	--	--	--	--
5	1,50	Auffüllung kaum bindig	[UL]	7	42	51	0	--	--	--	--	--	--
1.02													
2	0,90	Auffüllung kaum bindig	[UL]	11	49	40	0	21,9	1,7	--	--	--	--
1.03													
2	0,40	Auffüllung kaum bindig	[UL]	8	54	38	0	--	--	--	--	--	--
1.04													
2	0,70	Auffüllung bindig	[TL]	14	54	32	0	23,7	1,9	--	--	--	--
1.06													
2	1,00	Auffüllung Sand (AS)	[SU*]		37	63	0	--	--	--	--	--	--
1.07													
2	0,70	Auffüllung Sand (AS)	[SU*]		38	62	0	--	--	--	--	--	--
1.08													
2	0,90	Auffüllung kaum bindig	[UL]	9	40	51	0	--	--	--	--	--	--
3	1,70	Auffüllung kaum bindig	[UL]	11	50	39	0	--	--	--	--	--	--
7	5,10	Auffüllung Sand	[SU*]		32	68	0	--	--	--	--	--	--
1.09													
2	0,50	Auffüllung bindig	[TL]	24	58	18	0	--	--	--	--	--	--
1.10													
3	0,90	Auffüllung kaum bindig	[UL]	13	49	38	0	--	--	26,5	21,7	4,8	--
1.12													
2	0,30	Auffüllung kaum bindig	[UL]		47	53	0	--	--	--	--	--	--
1.14													
2	0,80	Auffüllung kaum bindig	[UL]	11	45	44	0	--	--	29,2	22,8	6,4	--
1.15													
2	0,60	Auffüllung kaum bindig	[UL]	10	48	42	0	--	--	28,5	22,3	6,3	--
1.18													
2	0,90	Auffüllung kaum bindig	[UL]	10	48	42	0	19,0	--	27,6	21,6	6,1	--

Bohr.-Nr. Proben Nr.	Tiefe in m u. Gel.	Bodenart (vereinfacht)	Gruppe nach DIN 18196	Kornverteilung				w in %	Vgl in %	w _L in %	w _P in %	I _P in %	I _c
				T	U	S	G						
1.19													
3	1,30	Auffüllung kaum bindig	[UL]	45	55	0	19,0	1,8	--	--	--	--	
4	1,50	Auffüllung bindig	[TM]	--	--	--	34,2	--	51,0	28,7	22,3	--	
5	2,30	Auffüllung Sand	[SU]	13	87	0	--	--	--	--	--	--	
12	8,40	Auffüllung Sand	[SU*]	33	67	0	--	--	--	--	--	--	
1.20													
2	0,70	Auffüllung kaum bindig	[UL]	55	45	0	20,0	--	--	--	--	--	
1.21													
2	0,90	Auffüllung kaum bindig	[TL]	12	48	40	0	21,4	--	29,8	22,5	7,3	--
1.24													
3	1,00	Auffüllung bindig	[TL]	20	60	20	0	27,5	2,8	31,9	21,8	10,1	0,41
1.25													
3	1,40	Auffüllung Sand	[SU]	5	95	0	--	--	--	--	--	--	
1.26													
2	1,00	Auffüllung bindig	[TL]	12	58	30	0	--	--	--	--	--	--
4	1,50	Auffüllung Sand	[SE]	2	85	13	--	--	--	--	--	--	
1.28													
2	0,80	Auffüllung kaum bindig	[UL]	53	47	0	--	--	--	--	--	--	
1.29													
3	1,40	Auffüllung Sand	[SE]	4	96	0	--	--	--	--	--	--	
1.30													
3	1,70	Auffüllung Sand	[SU*]	36	64	0	--	--	--	--	--	--	
1.31													
2	0,60	Auffüllung kaum bindig	[UL]	--	--	--	21,2	3,6	--	--	--	--	
3	1,40	Auffüllung Sand	[SU]	6	94	0	--	--	--	--	--	--	
1.32													
2	0,95	Auffüllung bindig	[TL]	15	39	46	0	22,7	2,3	32,4	21,8	10,6	0,91
4	1,50	Auffüllung Sand	[SE]	2	98	0	--	--	--	--	--	--	
1.36													
2	0,40	Auffüllung Sand (AS)	[SU*]	39	61	0	--	--	--	--	--	--	
1.37													
3	1,20	Auffüllung Sand	[SU]	6	94	0	--	--	--	--	--	--	

Bohr.-Nr. Proben Nr.	Tiefe in m u. Gel.	Bodenart (vereinfacht)	Gruppe nach DIN 18196	Kornverteilung Gew.-%				w in %	Vgl in %	w _L in %	w _P in %	I _P in %	I _c
				T	U	S	G						
1.40													
2	0,90	Auffüllung kaum bindig	[TL]	10	44	46	0	20,1	--	32,8	22,7	10,1	--
1.41													
5	4,50	Auffüllung bindig (SDK)	[TL]	10	56	34	0	26,2	2,6	--	--	--	--
1.42													
3	1,25	Auffüllung kaum bindig	[TL]	11	59	30	0	--	--	30,3	22,6	7,7	--
1.45													
2	0,95	Auffüllung kaum bindig	[UL]	10	40	50	0	12,5	1,9	28,6	23,0	5,7	--
1.47													
3	0,95	Auffüllung bindig	[TA]	39	41	10	0	39,5	6,2	58,5	27,2	31,3	0,59
1.48													
3	1,00	Auffüllung kaum bindig	[TL]	12	42	46	1	--	--	29,4	21,8	7,6	--
1.50													
2	2,20	Auffüllung bindig	[TL]	20	51	29	0	--	--	--	--	--	--
4	3,70	Auffüllung Sand	[SU]		13	87	0	--	--	--	--	--	--

Erbohrte Abdeckung im Deich Friedrichskoog Spitze

Station	Bohr-Nr	40m a.D.A. außen	20m a.D.A. außen	Deichkrone	Bemerkung
		m	m	m	
0+160	KRB 1.01		1,2		
	KRB 1.02/CPT 1.02	1,0			
0+260	KRB 1.03		1,5		
	KRB 1.04	0,8			
0+360	KRB 1.06/CPT 1.06		2,0		t=1,5m bis 2m höherer Schluffanteil
	KRB 1.07	1,5			
0+460	KRB 1.08			3,3	
	KRB 1.09		0,9		
	KRB 1.10	1,0			
0+560	KRB 1.12		0,4		
	B 1.13/CPT 1.13	0,9			
0+660	KRB 1.14		0,9		
	KRB 1.15	1,1			
0+760	KRB 1.17/CPT 1.17		0,9		
	KRB 1.18	1,0			
0+860	KRB 1.19			1,6	t=1,4m bis 1,6m Klei
	KRB 1.20		0,8		
	KRB 1.21	1,0			
0+960	KRB 1.23		0,8		
	KRB 1.24/CPT 1.24	1,1			
1+060	KRB 1.25		0,9		
	KRB 1.26	1,3			
1+160	KRB 1.28/CPT 1.28		0,9		
	KRB 1.29	1,0			
1+260	KRB 1.30			1,8	
	KRB 1.31		0,7		
	KRB 1.32	1,1			
1+360	KRB 1.34		0,7		
	B 1.35/CPT 1.35	1,2			
1+460	KRB 1.36		1,3		
	KRB 1.37	1,0			
1+560	KRB 1.39/CPT 1.39		0,7		
	KRB 1.40	1,0			
1+660	KRB 1.41			0,2	
	KRB 1.42		1,5		
	KRB 1.43	1,0			
1+760	KRB 1.45		1,3		
	KRB 1.46/CPT 1.46	1,0			
1+860	KRB 1.47		1,1		t=0,7m bis 1,05m Klei
	KRB 1.48	1,1			

Einstufung als Deichabdeckung in Anlehnung an die EAK 2002, Empf: G, Tab. G3

 geeignet
 bedingt geeignet
 nicht geeignet
 a.D.A. ab Deichachse