KÜSTER & PETEREIT
Ingenieurbüro für angewandte Geotechnik

Auftraggeber:

WSV.de
Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes

Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt
Brunsbüttel
Alte Zentrale 4
25541 Brunsbüttel

Neubau 5. Schleusenkammer in Brunsbüttel

Bodenlager Beldorf

2. Geotechnischer Bericht

Bodenlagerfläche – Baugrund- und Grundwasserverhältnisse, Gründungsempfehlung

26.10.2020

Dokumentenkontrolldaten:

Bauherr:	Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes
Auftraggeber:	Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes über Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Brunsbüttel
Projektnummer:	2020-019
Beauftragte Leistung:	Beschreibung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse, Gründungsempfehlung
Bearbeiter bei KPI:	Dipl.-Ing. Kai Petereit / B.Sc. Fin Drews
Dokumententitel:	2. Geotechnischer Bericht – Bodenlagerfläche – Baugrund- und Grundwasserverhältnisse, Gründungsempfehlung
Inhalt:	Beschreibung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse in der geplanten Einlagerungsfläche, Gründungsempfehlung
Status:	Endfassung, Rev 01: Überarbeitung Layout

Inhaltsverzeichnis:

1 Veranlassung ... 3
2 Verwendete Unterlagen ... 3
3 Allgemeine Angaben zur Örtlichkeit und zum geplanten Bodenlager ... 4
3.1 Beschreibung der Fläche Beldorf ... 4
3.2 Beschreibung der Nutzung als Bodenlager ... 5
4 Baugrundbeschreibung und Wasserverhältnisse ... 5
4.1 Erkundungskonzept ... 5
4.2 Auswertung der Laborversuche ... 6
4.3 Baugrundbeschreibung ... 6
4.3.1 Humose Auffüllung ... 6
4.3.2 Auffüllung Sand ... 7
4.3.3 Auffüllung Geschiebemergel ... 7
4.3.4 Auffüllung Mudde ... 7
4.3.5 Auffüllung Beckenschluff ... 7
4.4 Wasserverhältnisse im Baugrund ... 7
4.4.1 Erkundete Wasserstände (Bohrwasserstände) ... 7
4.4.2 Aufgezeichnete Wasserstände ... 8
5 Beurteilung des Baugrunds und Festlegung charakteristischer Bodenkennwerte ... 8
6 Allgemeine Angaben zum Erdbau ... 9
7 Setzungsabschätzung ... 9
8 Hinweise zur weiteren Planung und Bauausführung ... 10

Anlagenverzeichnis:

Anlagennummer	Anlagenbezeichnung
1	Lageplan Baugrundaufschlüsse mit Bestandshöhen
2.1-2.3	Bohrprofile der Kleinrammbohrungen KRB 01 -16
3	Wasserstände SWM 01
4	Setzungsberechnung Einlagerung, d=7m
5	Berechnung der Zusammendrückung der Einlagerung, d=7m

1 Veranlassung

Zur Sicherung ausreichender Ressourcen für die Unterbringung des Bodenaushubs aus der Maßnahme Neubau 5. Schleusenkammer in Brunsbüttel auch bei außergewöhnlichen Randbedingungen sind der Bau und der Betrieb eines alternativen Bodenlagers auf der ehemaligen Spülfläche des Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes am Nord-Ostsee-Kanal (NOK) nahe der Ortschaft Beldorf erforderlich.

Dieser geotechnische Bericht beschreibt die Baugrund- und Grundwasserverhältnisse im geplanten Bodenlager Beldorf und gibt Gründungsempfehlungen für die Einlagerung und die Fahrdämme.

2 Verwendete Unterlagen

Für die Bearbeitung stehen folgende Unterlagen zu Verfügung:

[U1] Schichtenverzeichnisse Bohrungen — 26.06.2020
Prüfbericht - Nummer 202/06/2020 – KRB 1-16
WPK-Prüfstelle Gold
Huuskoppel 4, 25361 Krempe

[U2] Bau und Betrieb eines alternativen Bodenlagers in Beldorf — 05.05.2020
Funktionale Beschreibung
Küster und Petereit Ing. GmbH
Deichstraße 6, 25335 Elmshorn

[U3] Vermessungsprotokoll KRB A01 bis KRB 16 — 13.07.2020
Hanaack und Partner
Alsterkrugchaussee 378, 22335 Hamburg

[U4] Geotechnische Stellungnahme zur Qualität der Sande im Spülfeld Beldorf, Projekt-Nr. 821-1047
Fichtner Water & Wind
Hammerbrookstr. 47b 20097 Hamburg
28.07.2014

3 Allgemeine Angaben zur Örtlichkeit und zum geplanten Bodenlager

3.1 Beschreibung der Fläche Beldorf

Die Fläche für das Bodenlager Beldorf liegt auf der Südseite des NOK zwischen Kkm 33,0 und Kkm 34,1 und hat eine Nutzfläche von ca. 13,6 ha.

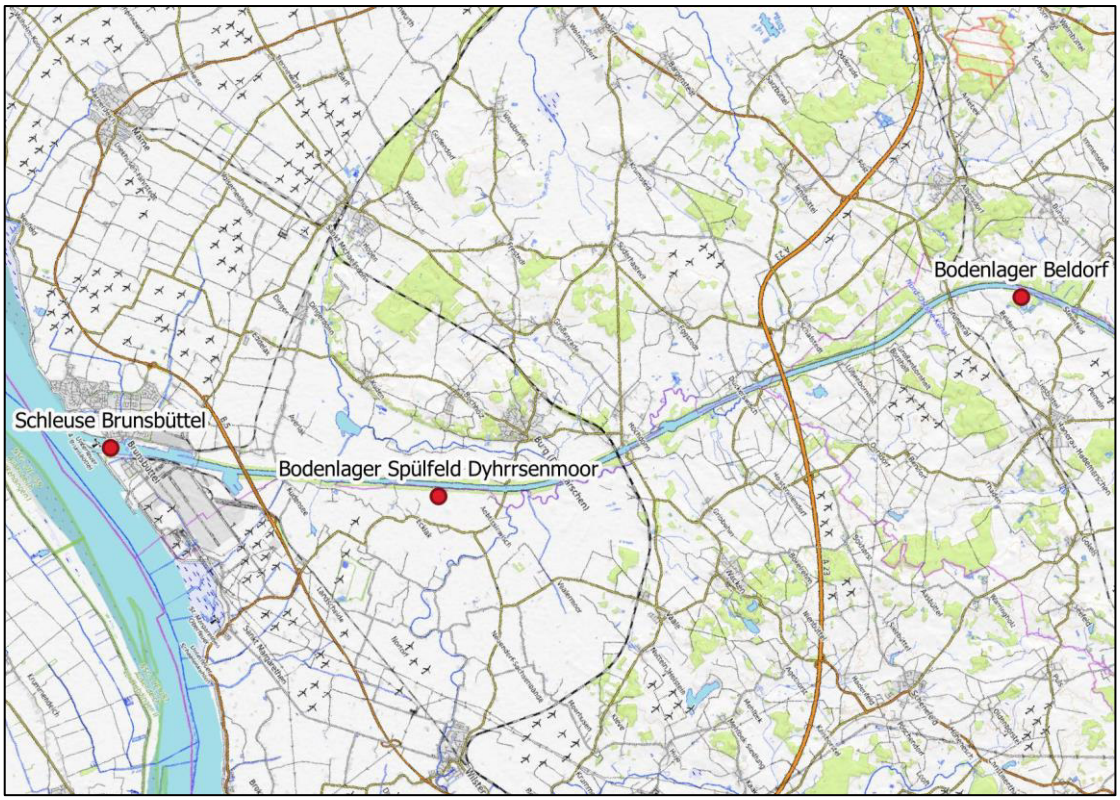


Abbildung 1: Lage der Fläche des Bodenlagers Beldorf

Es handelt sich um ein früher als Spülfeld für den Kanalausbau und die Kanalunterhaltung genutztes Areal der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes.

Im Zuge der Herrichtung der Fläche des Bodenlagers Dyhrssenmoor wurden in der Fläche des Bodenlagers Beldorf ca. 500.000 m³ Sandboden entnommen und nach Dyhrrsenmoor verbracht. Nach dieser Sandentnahme wurde die Oberfläche zur landwirtschaftlichen Nutzung geglättet.

Die Fläche liegt umgeben von Dämmen beziehungsweise höherliegendem Gelände derzeit auf einem Niveau deutlich über dem Kanalwasserspiegel zwischen etwa NHN + 7 m im mittleren Bereich und bis zu etwa NHN + 12 m am südwestlichen und

nordöstlichen Rand. Die Höhen mit Stand vom 1. Quartal 2016, die etwa den aktuellen Höhen entsprechen dürften, sind dem in Anlage 1 beiliegenden Lageplan der Bohransatzpunkte und Bestandshöhen zu entnehmen.

Das geplante Bodenlager Beldorf befindet sich bei Kkm 33.

3.2 Beschreibung der Nutzung als Bodenlager

Bei nicht ausreichenden Aufnahmekapazitäten des Bodenlagers Dyhrssenmoor wird der Aushub aus dem Neubau der 5. Schleusenkammer Brunsbüttel in das Bodenlager Beldorf verbracht und eingelagert. Der zu verbringende Boden von der Schleusenkammer setzt sich vorrangig aus weichem und breiigem bis flüssigem Klei mit sandigen Fraktionen zusammen. Bei den einzulagernden Böden handelt es sich um gewachsene, anthropogen unbeeinflusste Böden. Die nass gewonnenen Böden weisen unter Berücksichtigung des geogenen Einflusses größtenteils die LAGA-Zuordnung Z0 bis max. Z1.1 auf. [U2]

Die Bodeneinlagerung erfolgt lagenweise bis zu einer Gesamtdicke von 7 m. Zur Befahrung des Bodenlagers werden Fahrdämme aus anstehendem Boden errichtet, die mit Stahlplatten belegt werden.

Anfallendes Wasser versickert in noch nicht mit Einlagerungsgut belegten Flächen. Wenn alle Flächen mit Einlagerungsgut belegt sind, erfolgt eine Profilierung der Einlagerungsoberflächen und eine Fassung und Ableitung anfallender Wässer über Mulden und Durchlassleitungen unterhalb der Fahrdämme.

4 Baugrundbeschreibung und Wasserverhältnisse

4.1 Erkundungskonzept

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse in der Gesamtfläche des Bodenlagers Beldorf wurden 16 Kleinrammbohrungen (KRB) ausgeführt.

Die Lage der Baugrundaufschlüsse sind dem in Anlage 1 beiliegenden Lageplan der Bohransatzpunkte und Bestandshöhen zu entnehmen. Die Bohrprofile der ausgeführten Kleinrammbohrungen sind in den Anlagen 2.1 bis 2.3 dargestellt.

Die Ansatzhöhen der Kleinrammbohrungen liegen in Koten von +7,62 mNHN und +14,99 mNHN. Die Profillängen liegen zwischen 6,0 m und 8,0 m. Die maximale Erkundungstiefe beträgt + 1,62 m NHN.

In Abständen von 1,0 m und zusätzlich bei jedem Schichtwechsel wurden gestörte Proben aus den Kleinrammbohrungen gewonnen. Für ausgewählte bindige Böden wurden anschließend Wassergehalte bestimmt.

Die Aufteilung der Kleinrammbohrungen im Spülfeld wurde in einem Raster, welches jeweils die Böschungsbereiche sowie die Mitte des geplanten Bodenlagers einschließt, vorgenommen. Es handelt sich dabei um eine orientierende Aufschlusskampagne, die für eine spätere Ausführungsplanung örtlich zu ergänzen sein wird.

Zusätzlich wurden Altaufschlüsse gesichtet, welche 2014 von Fichtner Water & Wind GmbH [U4] zur Vorbereitung der Sandgewinnung durchgeführt wurden. Aufgrund der darauf folgenden umfangreichen Erdarbeiten können diese Aufschlüsse nur bedingt Informationen über den jetzt anstehenden Baugrund beitragen. Alle Kleinrammbohrungen dieser Aufschlusskampagne in 2014 wurden 7,0 m u. GOK abgeteuft. Aufgrund örtlicher Differenzen zwischen den damaligen Bohransatzpunkten und der heutigen Topographie kann auf eine Sandentnahme mehrerer Meter geschlossen werden, sodass die zuvor erkundeten Baugrundverhältnisse als nicht mehr repräsentativ angesehen werden können. Diese "Altaufschlüsse" werden daher in der vorliegenden Stellungnahme nicht berücksichtigt.

4.2 Auswertung der Laborversuche

Für fünf Bodenproben wurden Wassergehalte ermittelt. Die Ergebnisse der Wassergehaltsbestimmung sind in Tabelle 1 zusammengefasst.
Tabelle 1: Ergebnisse Wassergehaltsbestimmung ausgewählter Bodenproben

Auf-schluss	Tiefe in muGOK	Wassergehalt in %	Bodenart	Bodenansprache
KRB 01	1,0 – 2,0	12,4	Geschiebemergel (A)	U, s*, t‘, g‘, ka++ halbfest (Mg + S)
KRB 03	2,0 – 3,0	12,4	Geschiebemergel mit Sand (A)	S, u, t‘, ka++
KRB 6	3,7 – 4,5	22,2	Beckenschluff (A?)	U, fs, t‘, ka++ weich
KRB 10	3,0 – 3,4	69,3	Mudde (A?)	U, t, s‘, o ka++ weich/steif
KRB 12	1,5 – 2,0	45,4	Mudde (A?)	U, s, t‘, ka++ (F+S- Einlagen)

Die bestimmten Wassergehalte liegen in erwartbarer Größenordnung für die jeweils erkundeten Bodenarten.

4.3 Baugrundbeschreibung

Die Baugrundschichtung im geplanten Bodenlager Beldorf zeigt sich in Kleinrammbohrungen BS 01-16 gleichmäßig und wird durch sandige Auffüllungen, schluffige Auffüllungen, Geschiebemergel Auffüllungen und Beckenschluff Auffüllungen gebildet.

Zusammenfassend besteht der erkundete Baugrund aus einer humosen Deckschicht, Sanden, sandigen Schluffen und Geschiebeböden sowie deren Gemenge. Die erkundeten Bodenarten lassen sich in folgende Homogenbereiche zusammenfassen.

4.3.1 Humose Auffüllung

Unter der Geländeoberkante wurde in KRB 01 bis KRB 16 eine sandige, leicht humose bis humose Auffüllung mit einer Mächtigkeit von 0,3-1,0 m angetroffen. Eine Ausnahme zeigt KRB 10, welche eine sandige Auffüllung ohne humose Anteile zeigt. Weiterhin wurden leicht

schluffige, schluffige und kiesige Beimengungen in der humosen Auffüllung angesprochen. Zudem wurden teilweise anthropogene Beimengungen wie z.B. Betonbruch, Ziegelbruch und Asphaltbruch erkundet.

4.3.2 Auffüllung Sand

Die humose Auffüllung wird unterlagert von sandiger Auffüllung, welche sich aus Feinsand, mittelsandig bzw. Mittelsand, feinsandig zusammensetzt. Außerdem wurden leicht schluffige, schluffige und grobsandige Beimengungen erkundet. In KRB 01, 02, 03, 05, 07, 09, 11, 14 und 16 wird die sandige Auffüllung, welche im Allgemeinen die humose Auffüllung unterlagert, durch Geschiebemergel-Einlagen durchzogen. Die Geschiebemergel-Einlagen treten maximal bis 4 m NHN auf. Die Wassergehalte dieser Einlagen betragen 12,4 %. Im Liegenden dieser Einheiten wurden Schluff- und Geschiebemergel-Linsen erkundet.

4.3.3 Auffüllung Geschiebemergel

Mit Ausnahme von KRB 01 und 10 wurde die Auffüllung Geschiebemergel als Geschiebemergel-Einlagen in der sandigen Auffüllung erkundet. Die Geschiebemergel Auffüllungen werden durch Schluffe, stark sandig, leicht tonig und leicht kiesig mit weicher bis steifer Konsistenz gebildet. Alle Geschiebemergel Auffüllungen wurden stark kalkig erkundet. Die reinen Geschiebemergel-Einheiten wurden mit einer Mächtigkeit von 1,5 bis 3,7 m erkundet. Geschiebemergel-Einlagen in der sandigen Auffüllung wurden über eine Mächtigkeit von 1,0 bis 3,7 m erkundet.

4.3.4 Auffüllung Mudde

In KRB 10 und KRB 12 wurde aufgefüllte Mudde in weich bis steifer Konsistenz angetroffen. Diese wird durch Schluff, sandig, tonig und organisch stark kalkige Bestandteile gebildet. In KRB 09, KRB 13 und KRB 15 wurden zudem Sande mit Mudde-Einlagen angetroffen, welche als Sande, schluffig, leicht tonig, stark kalkig angesprochen wurden. Die erkundeten Mächtigkeiten der aufgefüllten Mudde betragen 0,4 m bis 1,50 m

4.3.5 Auffüllung Beckenschluff

In KRB 06, 10 und 12 wurde aufgefüllter Beckenschluff angetroffen. Dieser wurde als Schluff, feinsandig, tonig stark kalkig und weicher Konsistenz angesprochen. Die erkundeten Mächtigkeiten betragen 0,3 bis 2,0 m. In KRB 06,08,12 und13 wurden zudem Sande mit Beckenschluff Einlagen erkundet. Für die Sande und Beckenschluff Einheiten wurde, in einem Versuch ein Wassergehalt von 22,2% ermittelt.

4.4 Wasserverhältnisse im Baugrund

4.4.1 Erkundete Wasserstände (Bohrwasserstände)

In neun Kleinrammbohrungen wurden Bohrwasserstände erkundet. Der angebohrte Wasserstand liegt zwischen + 3,35 mNHN minimal und + 6,38 mNHN maximal. Ein Wasseranstieg nach Bohrende konnte in vier Kleinrammbohrungen gemessen werden. Durchschnittlich stieg der Wasserstand nach Bohrende um 0,60 m an. Der höchste Anstieg wurde mit 1,1 m in KRB 13 gemessen. Der kleinste Anstieg mit 0,2 m konnte in KRB 09 beobachtet werden. Über das gesamte Baufeld kann der Wasserstand auf + 5,34 mNHN gemittelt werden.

4.4.2 Aufgezeichnete Wasserstände

Neben den erkundeten Bohrwasserständen wurden zwei Grundwassermessstellen in KRB 15 und KRB 16 geplant. Ein Datenlogger wurde in KRB 15 erfolgreich eingesetzt. In KRB 16 konnte kein Datenlogger eingesetzt werden, da die Messstelle zu wenig Wasser führte.

Nach Auswertung der Wasserstandsdaten handelt es sich in KRB 15 um eine Stauwassermessstelle. Der maximale Wasserstand betrug + 4,82 m NHN, der minimale + 4,17 m NHN, der mittlere Wasserstand betrug + 4,47 m NHN. Über einen Messzeitraum von 68 Tagen (23.06.202 bis 02.09.2020) wurde ein stetiges Absinken des Wasserstands beobachtet. Der Grund hierfür ist, dass der Beobachtungszeitraum in einer Phase mit sehr geringen Niederschlägen und andauernder Trockenheit lag.

Die gemessene Ganglinie kann Anlage 3 entnommen werden.

5 Beurteilung des Baugrunds und Festlegung charakteristischer Bodenkennwerte

Auf Grundlage der Ergebnisse der Kleinrammbohrungen, der ausgeführten Laborversuche und unter Berücksichtigung unserer Erfahrungen mit vergleichbaren Böden können die in Tabelle 2 aufgeführten charakteristischen Bodenkennwerte für erdstatische Berechnungen herangezogen werden.

Tabelle 2: Charakteristische Bodenkennwerte für erdstatische Berechnungen.

Bodenart	γ_k/γ_k' [kN/m³]	E_s (σ_{ref} = 100 kN/m²) [MN/m³]	k_v [m/s]	φ'_k / c'_k [° / kN/m²]
Humose Auffüllung	17/9	15	$1x10^{-5}$	28/ -
Auffüllung Sand	18/ 10	30	$1x10^{-4}$	32,0/ -
Auffüllung Geschiebemergel, weich	21/ 11	15	$1x10^{-8}$	30/ 10
Auffüllung Geschiebemergel, steif	22/ 12	30	$1x10^{-8}$	30/ 25
Auffüllung Mudde	13/ 3	3-5	$1x10^{-9}$	20/ 5
Auffüllung Beckenschluff	19/ 9	20	$1x10^{-8}$	22,5/ 10

6 Allgemeine Angaben zum Erdbau

Für den Betrieb des Bodenlagers Beldorf werden Fahrdämme/ Fahrwege aus geeignetem Fahrdammmaterial empfohlen. Dieses Material kann aus anstehenden Sanden, Geschiebemergeln sowie konditionierten Einbaumaterialen bestehen. Nach Berücksichtigung der Kleinrammbohrungen 01 bis 16 befinden sich in KRB 04, 06, 10, 12 und 13 oberflächennah anstehende sandige Auffüllungen. Diese sind aufgrund der Bodenansprache uneingeschränkt zur Verwendung als Fahrdammmaterial geeignet. Die anstehenden sandigen Auffüllungen werden von 0,3 m bis 1,0 m mächtigen humosen Auffüllungen überdeckt.

Des Weiteren wurden sandige Auffüllungen mit Geschiebemergel Einlagen in KRB 02, 03, 05, 07, 09, 11, 14 und 16 angetroffen. Diese können in Abhängigkeit des Sandanteils und Wassergehaltes und somit des bodenmechanischen Verhaltens als geeignet angesehen werden. Bei stetiger Prüfung des Materials kann eine Eignung vor Ort bestimmt werden.

Vor Herstellung der Fahrdämme und Polderflächen ist die oberflächennah anstehende humose Auffüllung abzuschieben und entsprechend den Richtlinien des Bundesbodenschutzgesetzes zu lagern. Während der Nutzung der Fahrdämme sind diese mit Stahlplatten zu belegen. In den Einbauflächen können ohne weitere Maßnahmen lediglich Kettenfahrzeuge fahren. Für das Befahren mit Radfahrzeugen sind ab verlassen der Fahrwege Stahlplatten auszulegen.

Mit fortschreitender Einlagerung werden die Fahrdämme jeweils um 1,0 m erhöht. In Abhängigkeit der Konsistenz der eingelagerten Böden können diese lagenweise (weiche bis steife Konsistenz) oder horizontal auslaufend (flüssige Konsistenz) eingebaut werden. Eine Überbauung der flüssig/ breiig eingebauten Böden kann in Abhängigkeit der undränierten Scherfestigkeit erfolgen und freigegeben werden.

7 Setzungsabschätzung

In der Baufläche stehen gut tragfähige sandige und bindige Böden der Geest an. Es sind daher – insbesondere im Vergleich zum Bodenlager Dyhrrsenmoor – deutlich geringere Setzungen zu erwarten.

Die für Vorüberlegungen relevanten Setzungen werden wie folgt abgeschätzt:

Setzungen der Geländeoberfläche durch Belegung mit Einlagerungsgut, d=7m	4 – 8 cm (s. Anlage 4)

Diese Setzungen entsprechen den zu erwartenden Fahrdammsetzung bei einer Gesamtdicke von 7m.

Zusammendrückung des Einlagerungsguts, d=7m	10 – 20 cm (s. Anlage 5)

8 Hinweise zur weiteren Planung und Bauausführung

Aufgrund des heterogenen Baugrunds bestehend aus bindigen und nichtbindigen Auffüllungen überwiegend weicher Konsistenz ist ein flächiger Einbau der anfallenden Böden zu empfehlen. Dies gilt der Vermeidung von konzentrierten Punkt- oder Linienlasten um das Grundbruchrisiko zu minimieren. Der Bodeneinbau erfolgt in 1,0 m dicken Schichten, diese sind, wenn möglich durch vollflächiges Überfahren mit der Raupe zu verdichten. Für Polder, in denen flüssige/breiige Böden eingebaut werden, ist eine Ruhe-/Konsolidationszeit erforderlich, bevor in diesen Poldern erneut Böden eingebaut werden können.

Die Fahrdämme werden aus sandigen Böden oder anstehenden Geschiebemergeln aufgebaut und sind bei Nutzung jeweils mit Stahlplatten belegt. Zusätzlich sind diese zu pflegen und zu unterhalten. Bei Einbau von Geschiebemergeln mit hohem Feinkornanteilen ist ein witterungsbedingter zusätzlicher Wassereintrag während des Einbaus zu vermeiden, z.B. durch schräges Anglätten um die Konsistenz nicht vermindern. Vorgesehen sind Fahrdämme in einspuriger Breite mit beidseitig mind. 1,0 m Überstand über die Stahlplatten. Seitliche Böschungen der Fahrdammpakete außerhalb der Polder sind mit Neigungen ≤ 1:1,5 auszubilden.

Elmshorn, den 26.10.2020

Kai Petereit

i.A. Fin Drews

KRB, t= 8m	x	y	OK
KRB 01	35 22689.82	60 01050.70	13.49
KRB 02	35 22703.83	60 01195.02	14.85
KRB 03	35 22944.79	60 01378.30	13.90
KRB 04	35 23021.11	60 01270.94	13.21
KRB 05	35 23145.83	60 01554.71	12.99
KRB 06	35 23272.39	60 01399.30	11.47
KRB 07	35 23355.97	60 01560.13	11.95
KRB, t= 6m			
KRB 08	35 22705.65	60 01113.63	8.91
KRB 09	35 22866.26	60 01267.21	8.22
KRB 10	35 22866.26	60 01267.21	8.22
KRB 11	* 3523033	60 01309	
KRB 12	35 23102.46	60 01475.05	7.94
KRB 13	35 23139.02	60 01406.28	8.37
KRB 14	35 23299.31	60 01473.79	10.22
KRB, t= 6m 2"-Rammpegel			
KRB 15	35 22894.22	60 01200.00	9.52 (Leitzeiteinstrie: 9.49)
KRB 16	35 23258.63	60 01557.95	13.12 (Leitzeiteinstrie: 13.01)
KRB, t= 12m			
KRB A01	35 23222.37	60 01719.20	1.72
KRB A02	35 23251.04	60 01736.42	1.71
CPT, t= 25m			
CPT 01	* 3523215	6001717	
CPT 02	* 3523255	6001741	

* gemessen mit Hand-GPS

Koordinatensystem	Höhensystem
DE_DHDN_3GK_PD	DHHN2016_NH

Index	Änderungen	Datum	Name
b			
a	Lage der Baugrundaufschlüsse angepasst (13.07.2020)	08.10.2020	Sch

Auftraggeber:

WSVde
Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes

Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Brunsbüttel

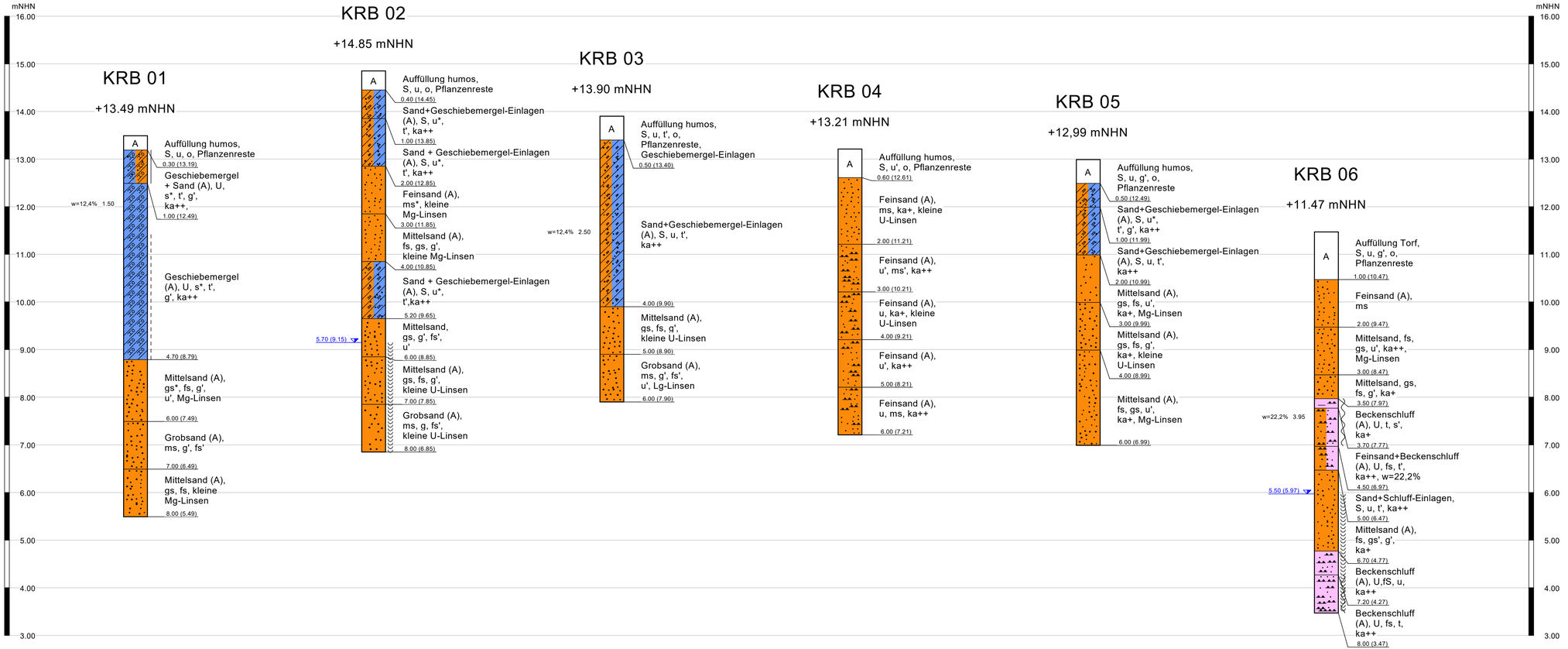
Neubau 5. Schleusenkammer

Spülfeld Beldorf

Lageplan - Baugrundaufschlüsse

bearbeitet : T.Lentfer	Planerstellung: KÜSTER & PETEREIT Ingenieurbüro für Bauwesen und Geotechnik, Küster & Petereit Ingenieure GmbH, Deichstraße 6, 25336 Elmshorn, Tel.: +49 4121 2628 402, Fax. +49 4121 2625 429	Zeichnungs-Nr. : Anlage 1	
gezeichnet : N.Schareina/W.Lerch		Maßstab : 1:1000	
. . . . .		Datum : 21.04.2020	
Projekt-Nr. : 2020 - 19	Datei-Nr. :	Blattgröße : 1400 x 420	

20-10-07_PLB_001-a_Lageplan Baugrundaufschlüsse.dwg

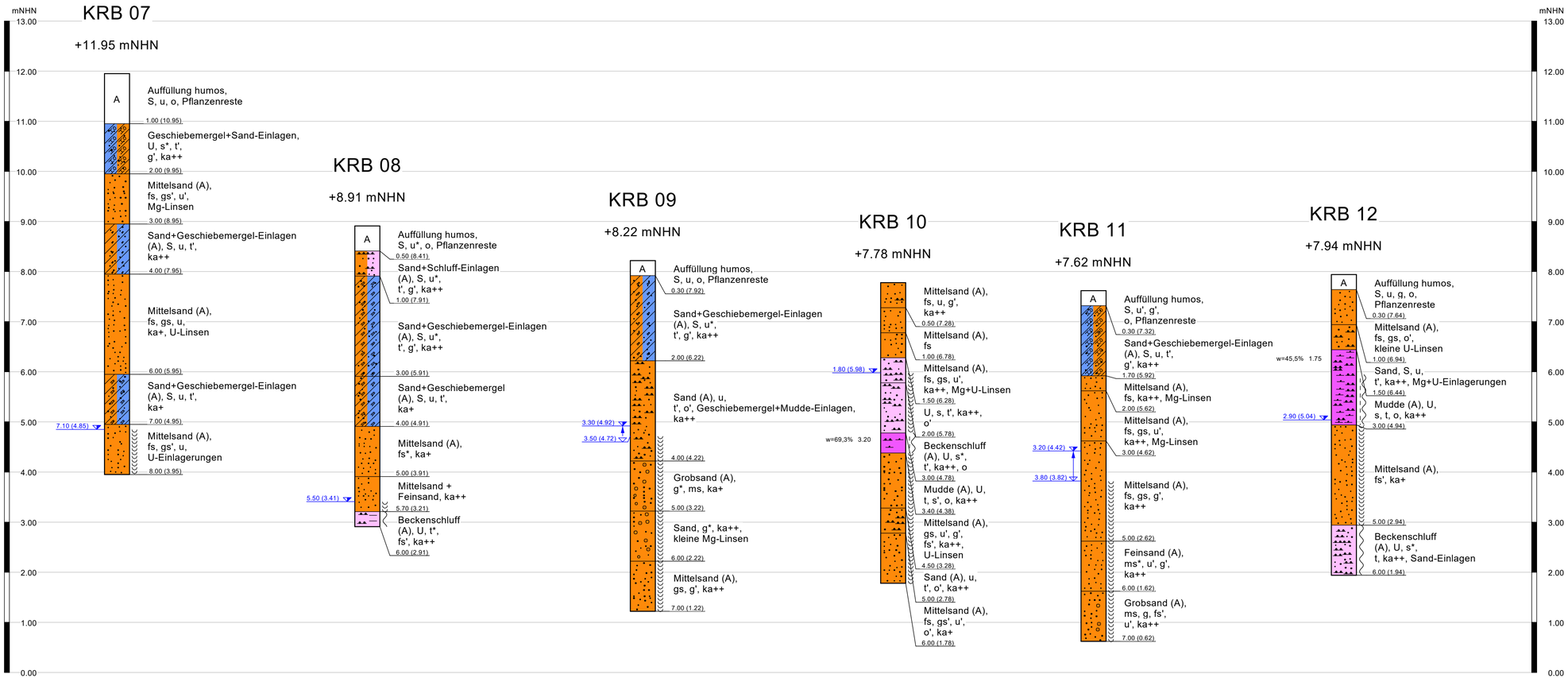


halbfest
steif
weich
nass

A Auffüllung
Sand
Grobsand
Mittelsand
Feinsand
Geschiebemergel
Schluff

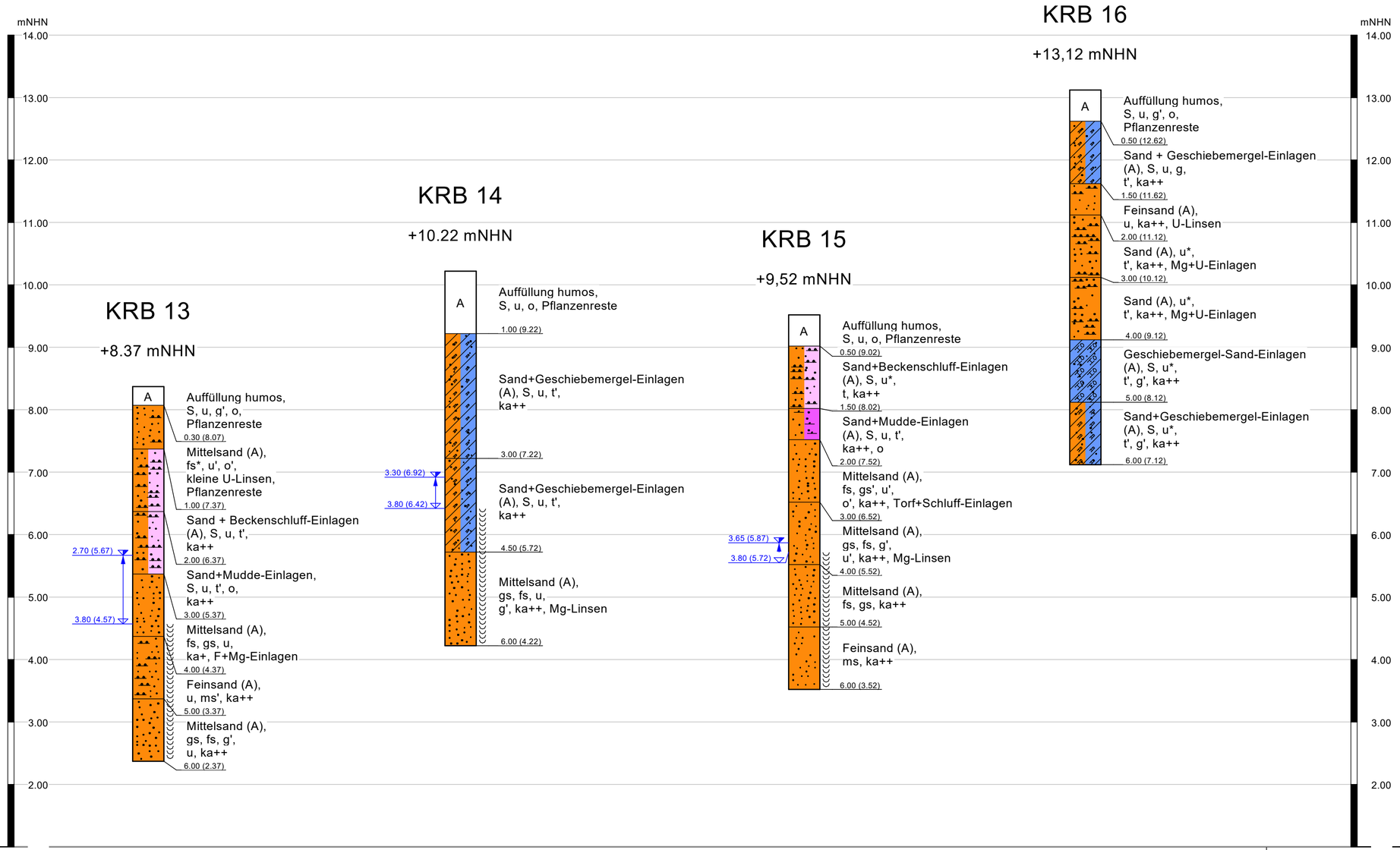
GW-Legende nach DIN 4023
6.60 (-0.60) angebohrt

KÜSTER & PETEREIT Ingenieurbüro für angewandte Geotechnik	Projektnummer: 2020-019
	Datum: 28.09.2020
Maßstab der Höhe: 1:50	Maßstab der Länge : 1:100
Bauvorhaben: Ersatzbodenlager Beldorf	
Anlagenbezeichnung: Kleinrammbohrungen KRB 01 bis KRB 06	Anlagennummer: 2.1



KÜSTER & PETEREIT
Ingenieurbüro für angewandte Geotechnik

Projektnummer:	2020-019
Datum:	28.09.2020
Maßstab der Höhe: 1:50	Maßstab der Länge : 1:100
Bauvorhaben:	Ersatzbodenlager Beldorf
Anlagenbezeichnung: Kleinrammbohrungen KRB 07 bis KRB 12	Anlagennummer: 2.2



nass

- A Auffüllung
- Sand
- Feinsand
- Mittelsand
- Grobsand
- Schluff
- Geschiebemergel
- Mudde

GW-Legende nach DIN 4023

3.20 Bohrende

6.60 (-0.60) angebohrt

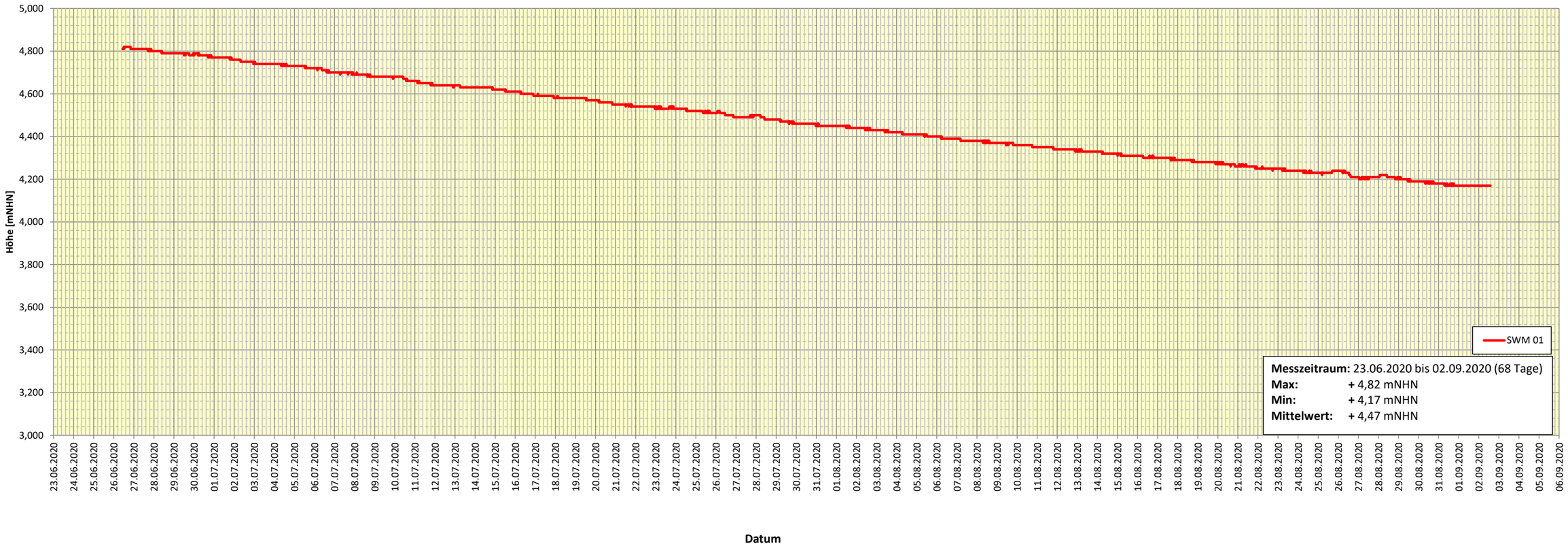
KÜSTER & PETEREIT
Ingenieurbüro für angewandte Geotechnik

Projektnummer:	2020-019
Datum:	28.09.2020
Maßstab der Höhe: 1:50	Maßstab der Länge : 1:100
Bauvorhaben:	Ersatzbodenlager Beldorf
Anlagenbezeichnung: Kleinrammbohrungen KRB 13 bis KRB 16	Anlagennummer: 2.3

Projektnummer: 2020-019
Projektname: Bodenlager Beldorf

Wasserstandsdaten SWM 01

Anlage 3

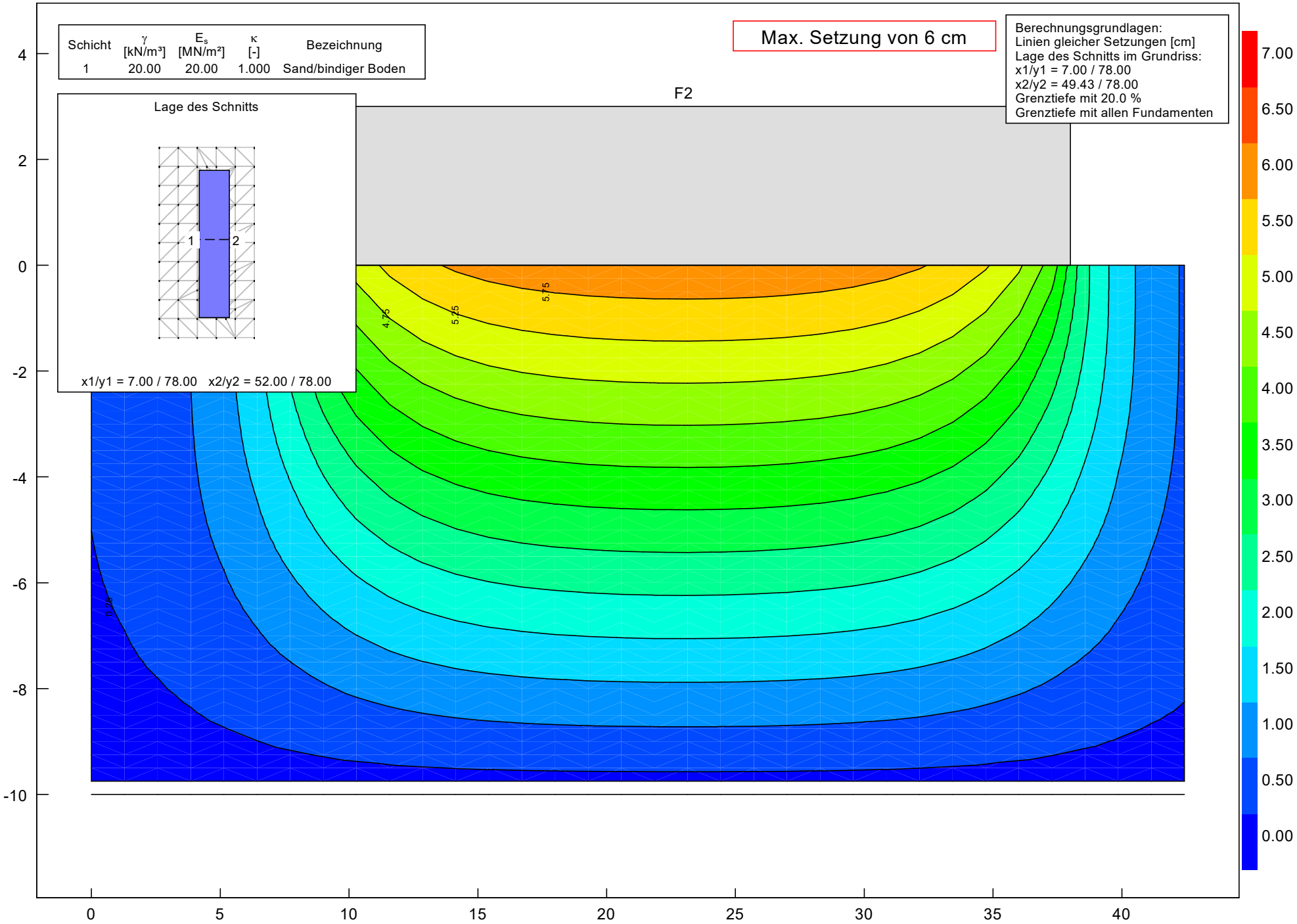


14.10.2020

Schicht	γ [kN/m³]	E_s [MN/m²]	κ [-]	Bezeichnung
1	20.00	20.00	1.000	Sand/bindiger Boden

Max. Setzung von 6 cm

Berechnungsgrundlagen:
Linien gleicher Setzungen [cm]
Lage des Schnitts im Grundriss:
x1/y1 = 7.00 / 78.00
x2/y2 = 49.43 / 78.00
Grenztiefe mit 20.0 %
Grenztiefe mit allen Fundamenten



KÜSTER & PETEREIT
Ingenieurbüro für angewandte Geotechnik

Bodenlager Beldorf

Setzung Einlagerfläche

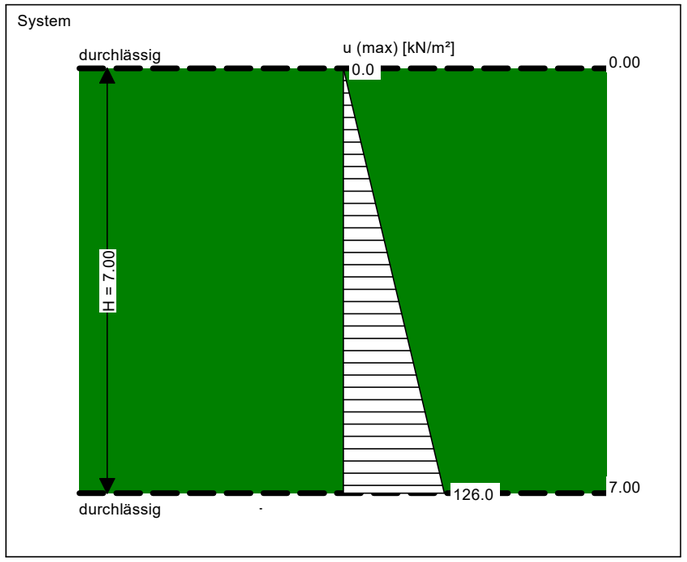
Sand mit y=18 kN/m3

Datum: 15.10.2020

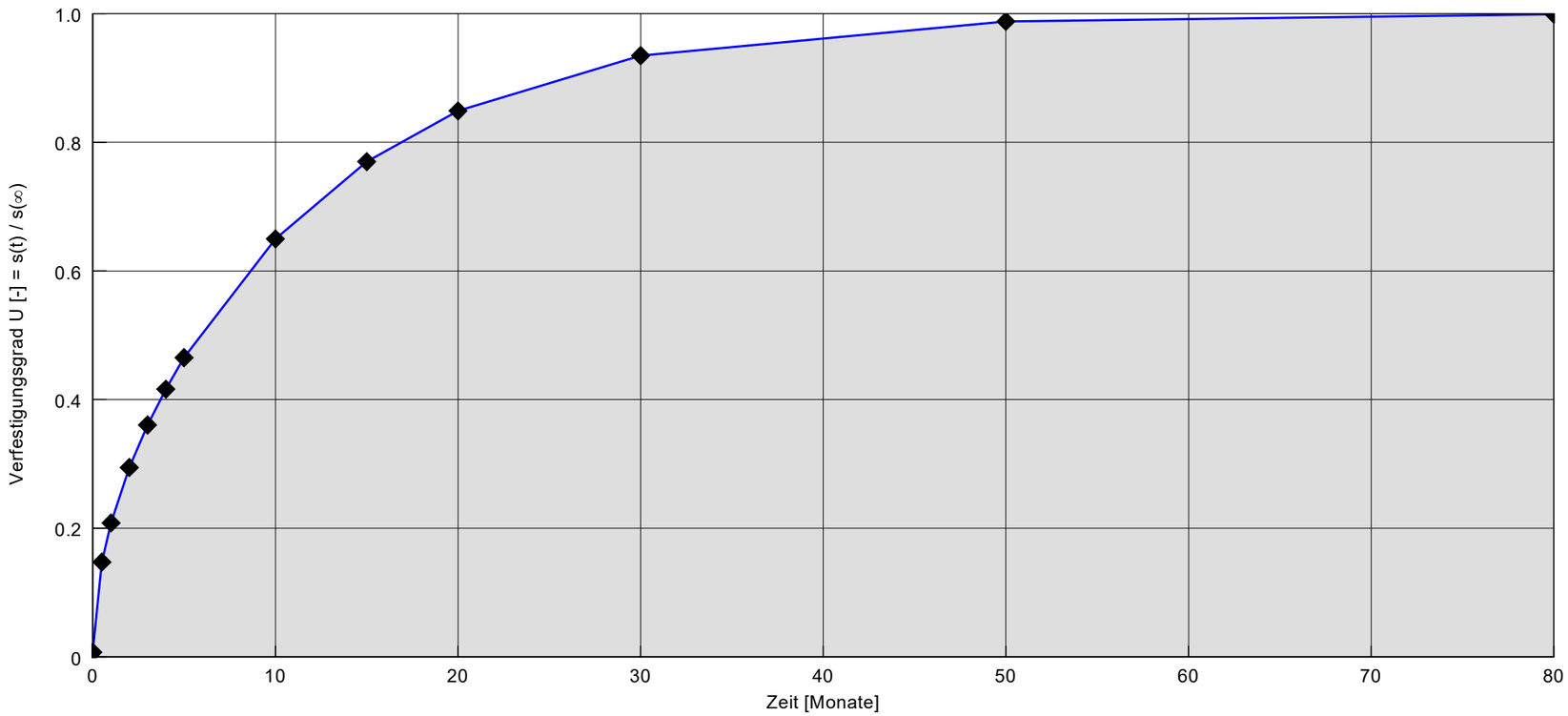
Anlage: 4

Eindimensionale Konsolidationstheorie
Schrittweite (Tiefe) = 0.050 m
Beginn Sekundärsetzungen: 5.0000 Monate
Gesucht ab Verfestigungsgrad von 50.00 %
Endsetzung = 14.7 cm
Endsetzung (sekundär) = 15.5 cm

Boden	k [m/s]	c_v [m²/s]	C_{Blog} [-]	Bezeichnung
	$5.28 \cdot 10^{-10}$	$1.58 \cdot 10^{-7}$	0.0010	Einlagerung



Zeit [Monate]	U [-]	s [cm]	s(sek) [cm]
0.00	0.007	0.1	-
0.50	0.147	2.2	-
1.00	0.208	3.1	-
2.00	0.294	4.3	-
3.00	0.360	5.3	-
4.00	0.416	6.1	-
5.00	0.465	6.8	-
10.00	0.650	9.5	9.8
15.00	0.770	11.3	11.6
20.00	0.849	12.5	12.9
30.00	0.935	13.7	14.3
50.00	0.988	14.5	15.2
80.00	0.999	14.7	15.5



KÜSTER & PETEREIT
Ingenieurbüro für Ingenieurgeologie Geotechnik Ingenieurbau

Bodenlager Beldorf
Konsolidation Einlagerung
7 m Einlagerungsschicht

Anlage: 5
15.10.2020