



Gesellschaft für Grundbau
und Umwelttechnik mbH

GGU mbH • Am Hafen 22 • 38112 Braunschweig

Dannenberg Deich- und Wasserverband

über:

NLWKN Betriebsstelle Lüneburg
Dienststelle Dannenberg
Continentalstraße 2
29451 Dannenberg

Braunschweig
Telefon +49 (0)531/312895
Telefax +49 (0)531/313074
www.ggu.de
post-bs@ggu.de

Baugrund
Grundwasser
Umwelttechnik / Altlasten
Damm- und Deichbau
Straßen- und Erdbau
Spezialtiefbau
Deponiebau
Kunststofftechnik
Software-Entwicklung

Penkefitz
Schöpfwerk Taube Elbe
Baugrunderkundung und Gründungsgutachten

10.01.2018

Baugrunderkundung
Feldmesstechnik
Prüflabore für Boden
Prüflabor für Kunststoff
Inspektionsstelle

Braunschweig
Magdeburg
Öhringen
Schwerin

Bericht: 10018.2/2018

Verteiler: NLWKN, Dannenberg
heinrich.koenig@nlwkn-lg.niedersachsen.de

3-fach
pdf

Bearbeiter: Dr.-Ing. C. Stowahse

Beratende Ingenieure VBI,
BDB, DWA, DGGT, ITVA, BWK
Sachverständige für
Erd- und Grundbau
Vereidigte Sachverständige
Amtsgericht Braunschweig
HRB 9354
Geschäftsführer:
Prof. Dr.-Ing. Johann Buß,
Dr.-Ing., Dipl.-Wirtsch.-Ing.
Peter Grubert, M.Sc.,
Dr.-Ing. Carl Stowahse
Dipl.-Ing. Birk Kröber
Dipl.-Ing. Axel Seilkopf

Inhalt

1	Einleitung	4
2	Unterlagen	4
3	Baumaßnahme	4
4	Untersuchungen	6
5	Baugrund	8
5.1	Aufbau	8
5.2	Grundwasser	9
5.3	Bodenmechanische Laborversuche	10
5.4	Bodenklassen	10
5.5	Kennwerte.....	12
6	Grundbautechnische Auswertung.....	13
6.1	Siel- und Schöpfwerk.....	13
6.1.1	Allgemeines	13
6.1.2	Baugruben	13
6.1.3	Bemessungsangaben und Setzungen.....	14
6.1.4	Lagesicherheit	15
6.2	Materialtransport.....	15
6.3	Filter im Ein- und Auslaufbereich.....	16
6.4	Druckrohrleitungen DN 1000	17
6.5	Betriebshof.....	17
6.6	Gründung Leichtbauhalle.....	18
6.7	Regenwasserversickerung	19
6.8	Verwendung der Aushubböden	19
7	Chemische Analysen	20
7.1	Grundwasser	20
7.1.1	Betonaggressivität	20
7.1.2	Stahlaggressivität	20
7.2	Aushubböden.....	21
8	Zusammenfassung	22

Abbildungen

Abbildung 1:	Bodenidentifikationsdiagramm	7
Abbildung 2:	Bemessung des geotextilen Filters nach DWA-M 511	17

Tabellen

Tabelle 1:	Bodenklassifizierung.....	11
Tabelle 2:	Zulässiges Kontrollgefälle nach CHUGAEV	15
Tabelle 3	Einstufung in Expositionsclassen bei chemischem Angriff.....	20
Tabelle 4:	Zusammenstellung der Mischprobe	21

Anlagen

Anlage 1	Lagepläne
Anlage 1.1	Übersichtslageplan
Anlage 1.2	Lageplan Erkundung
Anlage 2	Bodenprofile
Anlage 2.1	Bodenprofil 1 - Auslauf (Elbe)
Anlage 2.2	Bodenprofil 2 - Deichkrone
Anlage 2.3	Bodenprofil 3 - Zulauf (Taube Elbe) Westseite B 8, CPT 1, KRB 6
Anlage 2.4	Bodenprofil 4 - Zulauf (Taube Elbe) Ostseite CPT 2, CPT 2a, KRB 7
Anlage 2.5	Bodenprofil 5 - Versickerungsmulde
Anlage 3	Laborergebnisse -
Anlage 3.1	Körnungslinien KRB 1, KRB 2, KRB 3, KRB 5, KRB 6
Anlage 3.2	Körnungslinien B 8
Anlage 4	Schnitte
Anlage 4.1	Längsschnitt A-A
Anlage 4.2	Längsschnitt B-B
Anlage 5	Chemische Analysen
Anlage 5.1	Protokoll Wasserprobenahme 19.05.2017
Anlage 5.2	UCL-Prüfbericht Nr. 17-25556
Anlage 5.3	UCL-Prüfbericht Nr. 17-29739
Anlage 5.4	Zusammenstellung der chemischen Laborergebnisse

1 Einleitung

An der Elbe bei Penkefitz soll das Schöpfwerk „Taube Elbe“ durch ein neues Siel- und Schöpfwerk ersetzt werden. Das neue Bauwerk wird etwa 10 m östlich des Bestandes errichtet. Im Rahmen der Baumaßnahme wird der Elbdeich erhöht.

Die GGU wurde beauftragt, für das neue Siel- und Schöpfwerk die Untergrundverhältnisse mit Kleinrammbohrungen zu erkunden und ein Gründungsgutachten zu erstellen. Zudem sind Angaben zum Baugrubenverbau und zur bauzeitlichen Wasserhaltung zu machen und die Beton- und Stahlaggressivität des Wassers zu bestimmen. Im vorliegenden Bericht sind diese Angaben enthalten.

Die Deicherhöhung ist nicht Bestandteil des Gutachtens.

2 Unterlagen

Für die Bearbeitung wurden folgende Unterlagen hinzugezogen:

- [1] Ersatzneubau Siel- und Schöpfwerk Taube Elbe, Lageplan, Entwurfsplanung, Ingenieurbüro Rauchenberger GmbH, Dannenberg, 18.05.2017
- [2] Ersatzneubau Siel- und Schöpfwerk Taube Elbe, Längsschnitt A-A, Pumpe P2 - Zulauf / Auslauf, Entwurfsplanung, Ingenieurbüro Rauchenberger GmbH, Dannenberg, 29.05.2017
- [3] Ersatzneubau Siel- und Schöpfwerk Taube Elbe, Längsschnitt B-B, Sielbauwerk - Zulauf / Auslauf, Entwurfsplanung, Ingenieurbüro Rauchenberger GmbH, Dannenberg, 29.05.2017

3 Baumaßnahme

Das alte Schöpfwerk liegt an der Elbe zwischen Wussefel und Penkefitz etwa bei Deich-km 19+500, siehe Anlage 1.1. Am binnenseitigen Deichfuß verläuft die Elbuferstraße (K36).

Das neue Siel- und Schöpfwerk ist rd. 10 m weiter östlich geplant und ragt binnen teilweise in die „Taube Elbe“ (im Mahlbussen). Im Lageplan in Anlage 1.2 ist der Bestand gelb und die Neuplanung rot bzw. blau eingetragen.

Bei dem **neuen Siel- und Schöpfwerk** handelt es sich um ein rund 14,0 m langes und 16,4 m breites Gebäude, das sowohl die Zuläufe und die Pumpenhalle als auch die Betriebsräume beherbergt. Ein eigenständiges Betriebsgebäude ist nicht geplant. Die OKFF im EG des Neubaus liegt bei 16,30 mNHN, die Traufhöhe befindet sich bei rund 23,30 mNHN.

Gemäß [1], [2] und [3] erhält der Neubau einen 2,5 m breiten und 1,5 m hohen **Durchlass** (Stahlbetonrahmen), der bei Hochwasser mit einteiligen Hubschützen verschlossen wird. Die Sohle des Durchlasses liegt bei rund 9,45 mNHN. Bei Hochwasser in der Elbe wird die Taube Elbe über drei **Druckrohrleitungen** DN 1000 mit Schutzrohr DN 1300 abgeführt. Die Rohrleitungssohle liegt bei rund 13,00 mNHN.

Nach dem derzeitigen Planungsstand werden die nördlichen und westlichen Gewässerränder neben dem neuen Siel- und Schöpfwerk mit rund 28 m langen **Spundwänden** begrenzt.

Westlich des neuen Siel- und Schöpfwerkes ist ein rund 44,0 m langer und 22,0 m breiter **Betriebshof** geplant. Die geplante Geländeoberkante liegt zwischen 16,30 mNHN und 15,70 mNHN und damit ca. 3,0 m über der derzeitigen GOK. Auf dem Betriebshof im Bereich des bestehenden Schöpfwerkes soll eine **Lagerhalle** in Leichtbauweise errichtet werden.

Im Rahmen der Baumaßnahme ist eine **Versickerungsmulde** südlich des Bestandes geplant, in die das auf dem Betriebshof anfallende Regenwasser eingeleitet wird. Die Sohle der Mulde soll bei rund 12,75 mNHN liegen.

Das neue **Auslaufbauwerk** ist mit Abmessungen von 16,4 m · 6,15 m geplant. Die Bauwerksoberkante liegt bei ~17,20 mNHN und die Sohle bei 12,50 mNHN.

Im Rahmen der Baumaßnahme wird die Deichkrone um rund 0,7 m und der binnenseitige Deichfuß mit der Elbuferstraße um rund 2,5 m erhöht. Diese Maßnahme ist nicht Bestandteil des Gutachtens.

Folgende Wasserstände und Gelände- sowie Bauwerkshöhen sind gemäß [1], [2] und [3] maßgebend:

Elbe

Bemessungshochwasser (BHW):	16,30 mNHN
Mittleres Hochwasser (MHW):	15,46 mNHN
Mittlerer Wasserstand (MW):	10,79 mNHN

Taube Elbe

Max. Wasserstand:	14,00 mNHN
Einschaltpegel:	13,80 mNHN
Ausschaltpegel:	12,00 mNHN

Gelände

Deichfuß außen:	12,40 mNHN bis 12,60 mNHN
Deichkrone Bestand / Planung:	16,70 mNHN / 17,34 mNHN
Deichfuß binnen Bestand / Planung:	14,60 mNHN / 16,60 mNHN
GOK Betriebshof:	rd. 16,30 mNHN bis 15,70 mNHN
GOK im Hinterland:	rd. 13,20 mNHN

Neues Siel- und Schöpfwerk

Sohle Durchlass:	9,50 mNHN
Überlaufschwelle:	12,00 mNHN
Sohle Pumpensumpf:	9,48 mNHN - 9,56 mNHN
Achse Druckrohrleitung DN 1000:	13,50 mNHN

4 Untersuchungen

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden am 15. und 16.05.2017 im Bereich des Auslaufbauwerkes, der Deichkrone sowie des Einlaufbauwerkes insgesamt

- 7 Kleinrammbohrungen (KRB 36/60 nach DIN EN ISO 22475-1) bis maximal 9,0 m Tiefe niedergebracht. Die von der Deichkrone abgeteufte Kleinrammbohrungen (KRB 1) musste aufgrund eines Bohrhindernisses (Beton) bei 6,3 m unter GOK abgebrochen werden. Die Böden in den Gewässersohlen sind nicht Bestandteil des Gutachtens.

Um noch größere Aufschlusstiefen zu erreichen, wurden am 06.11.2017

- 2 Drucksondierungen (CPT nach DIN EN ISO 22476-1) bis maximal 25 m Tiefe niedergebracht. Dabei konnte die Endtiefe nur westlich des Binnenhaupts erreicht werden. Die Sondierungen CPT 2 und CPT 2a mussten wegen Hindernissen in 4 m Tiefe abgebrochen werden.

Bei den Drucksondierungen werden der Spitzenwiderstand und die lokale Mantelreibung in Abständen von 2 cm gemessen. Aus diesen Messwerten können maßgebende Bodenkenngrößen abgeleitet werden.

Der Verhältniswert (Mantelreibung / Spitzenwiderstand · 100) wird als Reibungsquotient bezeichnet. Aus dem Spitzenwiderstand und dem Reibungsquotienten kann auf die Bodenart

geschlossen werden. Im so genannten Bodenidentifikationsdiagramm (siehe Abbildung 1) sind die Zusammenhänge dargestellt.

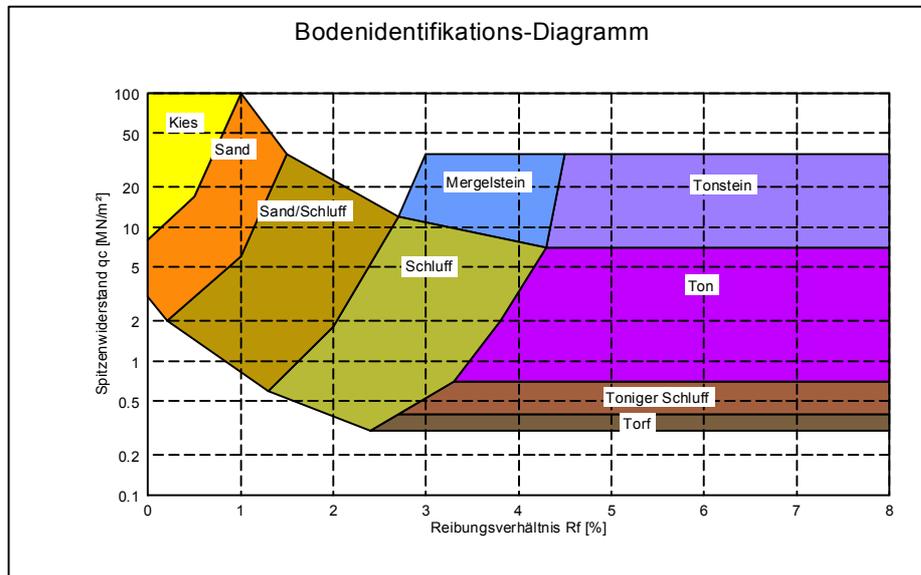


Abbildung 1: Bodenidentifikationsdiagramm

Entsprechend dieser farblichen Zuordnung wurde in den Anlagen 2 die Darstellung des Reibungsquotienten eingefärbt, so dass damit ein „automatisches“ Bodenprofil entsteht.

Am 19.12.2017 wurde

- 1 verrohrte Trockenbohrung bis 20 m Tiefe

westlich des Binnenhauptes abgeteuft. Auf die ursprünglich geplante Bohrung wasserseitig des Deichs musste wegen mangelnder Befahrbarkeit des Geländes verzichtet werden.

Die Lage der Bohr- und Sondierpunkte ist im Lageplan in Anlage 1.2 dargestellt. Die Bodenansprache erfolgte vor Ort durch Fingerprobe. Die Bohrlöcher wurden verrohrt und zum Abschluss der Feldarbeiten die Grundwasserstände mit dem Lichtlot gemessen. Die Aufschlusspunkte wurden höhenmäßig auf einen Mauerbolzen am bestehenden Schöpfwerk einnivelliert, dessen Höhe mit 17,18 mNHN durch den NLWKN bekannt ist. Die Lage des Höhenbezugspunktes (HBP) ist im Lageplan in Anlage 1.2 dargestellt.

Weiterhin wurde eine Wasserprobe aus der „Tauben Elbe“ im Bereich des Einlaufbauwerks zur Bestimmung der Beton- und Stahlaggressivität entnommen.

5 Baugrund

5.1 Aufbau

Die Bohraufschlüsse sind als Bodenprofile entsprechend ihrer Lage in Anlage 2.1 bis Anlage 2.5 dargestellt. Der folgende Baugrundaufbau wurde festgestellt:

Der **Elbdeich** bei Deich-km 19+500 (KRB 1) ist bis 1,2 m unter GOK mit

Mutterboden und Auffüllungen / Schluff

aus stark sandigen humosen bzw. feinsandigen Schluffen mit halbfester Konsistenz bedeckt. Oberflächennah wurden im Schluff Fremdbestandteile (Betonbruchstücke) erkundet.

Der Stützkörper besteht aus

Auffüllungen / Sand,

die ab 3,50 m unter GOK von verschiedenen mächtigen Schlufflagen durchzogen werden.

Der Deichfuß im Bereich des **Auslaufbauwerkes** (KRB 2 - KRB 4) wird bis maximal 0,6 m unter GOK von

Mutterboden

aus sandigen humosen Schluffen bedeckt.

In KRB 2 und KRB 4 wurden darunter bis maximal 1,20 m unter GOK

stark feinsandige, tonige Schluffe

mit steifer bis halbfester Konsistenz erkundet.

Im Bereich des **Einlaufbauwerkes** (KRB 6 - KRB 7) ist die Baufläche bereichsweise mit

Mutterboden

aus humosem Sand bedeckt.

Darunter folgen bis maximal 2,4 m unter GOK

Auffüllungen / Sand,

die schlufffrei bzw. schluffig sind.

Im Bereich der **Versickerungsmulde** (KRB 5) lagern unter

Mutterboden

aus stark schluffigem humosen Feinsand bis 3,9 m unter GOK

Auffüllungen / Schluff

mit tonigen und feinsandigen Beimengungen in steifer Konsistenz.

Im **gesamten Baufeld** stehen zur Tiefe

in unterschiedlichen Kornverteilungen an. Zur Tiefe werden die Sande grobkörniger. Teilweise sind schwach organische Beimengungen enthalten.

In der Drucksondierung wurde bei -10 mNHN

Ton

angetroffen, der nach den gemessenen Spitzendrücke eine steife bis halbfeste Konsistenz aufweist.

5.2 Grundwasser

Nach Beendigung der Bohrarbeiten am 16.05.2017 wurden die Bohrlöcher temporär verrohrt und die Grundwasserstände eingemessen. Diese sind in Anlage 2.1 bis Anlage 2.3 an die Bodenprofile angetragen. Zudem wurden die Wasserstände am Einlauf- und Auslaufbauwerk eingemessen.

Das Grundwasser liegt auf einem einheitlichen Niveau von rund 10,70 mNHN. Am Einlauf- bzw. Auslaufbauwerk wurden Wasserstände von 10,77 mNHN bzw. 10,43 mNHN gemessen. Dieses Niveau entspricht in etwa dem mittleren Wasserstand der Elbe MW = 10,79 mNHN.

Die Grundwasserstände korrespondieren demnach mit den Wasserständen der Elbe bzw. der „Taube Elbe“. Der Bemessungswasserstand der Elbe liegt bei **BHW = 16,30 mNHN**.

Für die Bemessung von **Versickerungsanlagen** ist nach ATV Arbeitsblatt 138 ein maximaler Grundwasserstand maßgebend. Dieser ist definiert als das arithmetische Mittel der Jahreshöchstwerte mehrerer Jahre mit Angabe des Zeitraums. Das Mittlere Hochwasser (MHW) der Elbe liegt bei 15,46 mNHN und kann für die Bemessung von Versickerungsanlagen als maximaler Grundwasserstand

$$\text{HGW}_{\text{vers}} = \text{MHW Elbe} = 15,46 \text{ mNHN}$$

angenommen werden.

5.3 Bodenmechanische Laborversuche

An ausgewählten Bodenproben wurden im Erdbaulabor der GGU Korngrößenverteilungen nach DIN 18 123, Glühverluste nach DIN 18 128 sowie Wassergehalte nach DIN 18 121 ermittelt.

Die ermittelten Körnungslinien sind in Anlage 3.1 und Anlage 3.2 dargestellt.

Die Schluffe der Deichdeckschicht (KRB 1: 0,6 - 1,2 m und KRB 2: 0,2 - 1,2 m) besitzen Tonanteile von 28 % bzw. 39 % und Sandanteile von 29 % bzw. 18 %.

Der im Bereich der Versickerungsmulde erkundete Schluff (KRB 5: 0,7 - 2,1 m) weist einen Tonanteil von rund 13 % und einen Sandanteil von rund 20 % auf. Er ist nach der Körnungslinie schwach wasserdurchlässig.

Die zur Tiefe anstehenden Sande zeigen ein einheitliches Kornspektrum mit eng gestuften Körnungslinien. Die Sande enthalten nur sehr geringe Feinkornanteile vom maximal 4,0 % und sind nach den Körnungslinien stark wasserdurchlässig.

Die ermittelten Glühverluste und Wassergehalte sind in Anlage 2.2 und Anlage 2.5 an die entsprechenden Bodenproben angetragen. An den Proben wurden Glühverluste von rund 1,3 % bis rund 5,6 % ermittelt. Damit sind die untersuchten Böden als nicht bis schwach organisch zu klassifizieren. Der Wassergehalt des untersuchten Schluffs der KRB 5 liegt bei rund 23 %.

5.4 Bodenklassen

Die auf der Baufläche angetroffenen Bodenarten werden nach

- DIN 18 196 Erdbau, Bodenklassifizierung für bautechnische Zwecke,
- DIN 18 300 Erdarbeiten, Allg. Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (VOB Teil C)
- ZTVE-StB 09 Zusätzliche technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau (Abschnitt 2)

wie folgt klassifiziert:

Tabelle 1: Bodenklassifizierung

Bodenart	Bodengruppe nach DIN 18 196	Bodenklasse nach DIN 18 300	Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB 09
Mutterboden	[OH]	1	F 2
Schluff, z.T. aufgefüllt	UL, UM, [UL, UM], A	4 (2)	F 3
Sand, z.T. aufgefüllt schlufffrei / schwach schluffig	SE, SU, [SE, SU]	3	F 1 - F 2
Sand, z.T. aufgefüllt schluffig / stark schluffig	SU*, [SU*]	4 (2)	F 3

Die erkundeten stark schluffigen Sande und Schluffe sind wasser- und strukturempfindlich und gehen bei Wasserzutritt und unter dynamischer Beanspruchung in den breiigen Zustand über (Bodenklasse 2).

Erläuterung der Bodengruppen nach DIN 18 196:

SE	enggestufte Sande
SU	Sand-Schluff-Gemische mit 5 bis 15 Gew.-% $\leq 0,06$ mm
SU*	Sand-Schluff-Gemische mit > 15 bis 40 Gew.-% $\leq 0,06$ mm
UL	leicht plastische Schluffe
UM	mittel plastische Schluffe
OH	grob- bis gemischtkörnige Böden mit Beimengungen humoser Art
[]	Auffüllungen aus natürlichen Böden
A	Auffüllungen aus Fremdstoffen

Erläuterungen zu den Bodenklassen nach DIN 18 300:

1	Oberboden
---	-----------

- 2 Fließende Bodenarten
- 3 Leicht lösbare Bodenarten
- 4 Mittelschwer lösbare Bodenarten

Erläuterungen zur Frostempfindlichkeit des Bodens nach ZTVE-StB 09:

- F 1 nicht frostempfindlich
- F 2 gering bis mittel frostempfindlich
- F 3 sehr frostempfindlich

5.5 Kennwerte

Folgende charakteristische Bodenkenngrößen können angesetzt werden.

Schluff

Reibungswinkel	$\varphi'_k =$	29°
Kohäsion	$c'_k =$	5 kN/m ²
Wichte	$\gamma / \gamma' =$	18 / 8 kN/m ³
Steifemodul	$E_s =$	10 MN/m ²
Wasserdurchlässigkeit	$k =$	$1 \cdot 10^{-8}$ m/s

Sand, schlufffrei bis schwach schluffig

Reibungswinkel	$\varphi'_k =$	32,5°
Kohäsion	$c'_k =$	0 kN/m ²
Wichte	$\gamma / \gamma' =$	19 / 11 kN/m ³
Steifemodul	$E_s =$	50 MN/m ²
Wasserdurchlässigkeit	$k =$	$5 \cdot 10^{-4}$ m/s

6 Grundbautechnische Auswertung

6.1 Siel- und Schöpfwerk

6.1.1 Allgemeines

Das geplante Siel- und Schöpfwerkgebäude mit den Zuläufen soll bei rd. 8,50 mNHN gegründet werden. Für das Auslaufbauwerk sind Gründungsebenen auf ca. 8,50 mNHN (Durchlass) und rund 11,50 mNHN (Druckrohrleitungen) geplant. Die Gründungssohlen liegen in den schlufffreien Sanden und den schwach schluffigen Sanden mit Schlufflagen. Diese Böden sind grundsätzlich ausreichend tragfähig, so dass flach auf dem anstehenden Baugrund gegründet werden kann.

Aushubbedingte Auflockerungen der Gründungssohlen sind in den Feinsanden kam zu vermeiden. Sie müssen nachverdichtet werden. Liegt die Gründungsebene im Schluff, ist dieser vor Aufweichungen zu schützen. Andernfalls ist dieser auszutauschen. Als Austauschmaterial sind die beim Aushub anfallenden Sande geeignet. Der Umfang von Nachverdichtungs- bzw. Austauschmaßnahmen ist im Rahmen von Sohlabnahmen festzulegen.

Entlang der Bauwerksgrenzen kann es zu einer konzentrierten Durchströmung kommen. Seitlich und unterhalb des Durchlasses bzw. der Rohrleitungsgräben sind daher durch Querspundwände Wasserwegigkeiten zu unterbinden. Die Druckrohrleitungen müssen zudem mit Schleichringen oder Ähnlichem in die mineralische Dichtung des Deiches integriert werden.

6.1.2 Baugruben

Die Gründungssohlen der Einlauf- und Auslaufbauwerke (8,50 mNHN) sowie die Grabensohle des Durchlasses (rund 9,0 mNHN) liegen unterhalb des mittleren Wasserstands (MW) der Elbe (10,79 mNHN). Zur Sicherung und Trockenhaltung der Baugruben werden daher Spundwände und eine geschlossene Wasserhaltung empfohlen.

Die Spundwände können gerammt werden. Die Querwände sollten als Unterläufigkeitssperre im Untergrund verbleiben.

Die statische erforderliche Rammtiefe der Spundwände liegt deutlich oberhalb des Tonhorizonts. Eine Verlängerung der Spundwände und Nutzung der Tonschicht als natürliche Dichtung zum Betrieb einer Restwasserhaltung ist nicht sinnvoll.

Das Grundwasser muss durch eine geschlossene Wasserhaltung abgesenkt werden. Die Bemessung der Wasserhaltung ist von der ausführenden Baufirma vorzunehmen. Als charakteristischer Wert der Wasserdurchlässigkeit wurde $k = 5 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ festgelegt. Die Wasserhaltung muss vorlaufend betrieben werden. Die offenen Wasserflächen neben der Baugrube sind zu berücksichtigen.

Die Brunnen können innerhalb der Baugrube oder auch unmittelbar außerhalb installiert werden. Da die Filterstrecken größtenteils unter den Spundwandfüßen liegen, übt die Spundwand nur einen geringen Einfluss auf die Wassermengen aus.

Alternativ ist auch eine rückverankerte Unterwasserbetonsohle in dem Spundwandkasten denkbar. Diese ist aber technische aufwändiger und teurer als die herkömmliche Bauweise.

Sollen die Spundwände während der Bauzeit als Rückverankerung genutzt werden, darf die Mantelreibung erst unterhalb des theoretischen Fußpunkts der Baugrubenspundwand angesetzt werden, oder aber unterhalb von 3 mNHN. Bei geramnten Spundwänden kann ein charakteristischer Wert der Mantelreibung von $q_{s,k} = 50 \text{ kN/m}^2$ angesetzt werden.

Werden zur Auftriebssicherung verpresste Mikropfähle eingesetzt, beträgt die charakteristische Mantelreibung im Sand unterhalb von 3 mNHN $q_{s,k} = 150 \text{ kN/m}^2$.

Die Rohrgrabensohlen liegen bei 12,50 mNHN. Bei Wasserfreiheit kann die Baugrube hier ggf. geböscht hergestellt werden. Der Böschungswinkel muss 45° betragen.

6.1.3 Bemessungsangaben und Setzungen

Die Bemessung der Gründungsplatte kann nach dem Bettungsmodulverfahren erfolgen. Obwohl der Bettungsmodul keine Bodenkonstante ist, sondern auch von den Lastgrößen und den Laststellungen abhängig ist, kann im vorliegenden Fall mit ausreichender Genauigkeit mit folgenden konstanten Bettungsmoduln k_s bemessen werden:

Einlauf:	$k_s = 20 \text{ MN/m}^3$
Auslauf:	$k_s = 10 \text{ MN/m}^3$

Infolge der Bauwerklasten sind Setzungen von weniger als 1 cm zu erwarten.

6.1.4 Lagesicherheit

Das untergrundhydraulische System am Siel- und Schöpfbauwerk wird bestimmt durch den Grundwasserleiter aus Sand. Dieser steht in hydraulischem Kontakt mit dem Außenwasserstand. Die Gewässersohle am Einlauf liegt bei rd. 9,50 mNHN. Bei Hochwasser entspannt sich das Grundwasser in der Gewässersohle.

Ein bauzeitlicher Bemessungswasserstand wurde noch nicht definiert. Die Wasserhaltung ist so zu betreiben, dass die Auftriebssicherheiten der Baugrubensohlen bzw. die Lagesicherheiten der Bauwerke für alle Bauphasen gegeben sind. Bei Überschreitung des bauzeitlichen Bemessungswasserstands sind die Baugruben und die Bauwerke zu fluten.

Im Endzustand werden der Durchlass und die Rohrleitungen bis auf ein Geländeniveau von mindestens 16,3 mNHN übererdet. Damit ist die Auflast größer als die unter dem Bauwerk auftreibend wirkenden Wasserdrücke.

6.2 Materialtransport

Die anstehenden Böden sind bei den gegebenen untergrundhydraulischen Randbedingungen sicher gegen Suffosion und Erosion.

Entlang der Bauwerksgrenzen kann es zu einer konzentrierten Durchströmung kommen. Als maßgebliche Größe zur Abschätzung der Gefahr einer konzentrierten Durchströmung bzw. Fugenerosion wird von CHUGAEV¹ das mittlere Gefälle der Sickerströmung entlang der Bauwerksgrenze genannt, das sogenannte Kontrollgefälle.

Tabelle 2: Zulässiges Kontrollgefälle nach CHUGAEV

Bodenart	$(i_k)_{zul}$
Dichter Ton	0,40 – 0,52
Grobsand, Kies	0,25 – 0,33
Schluffiger Ton	0,20 – 0,26
Mittelsand	0,15 – 0,20
Feinsand	0,12 – 0,16

1 Davidenkoff, R. (1970) „Unterläufigkeit von Stauwerken“, Werner Verlag, Düsseldorf

Die Stromlinie verläuft unter dem Bauwerk in den schlufffreien und schwach schluffigen Fein- und Mittelsanden. Auf der sicheren Seite liegend erfolgt die Einstufung in Feinsand. Die durchströmte Länge ergibt sich aus der Abwicklung am Bauwerk einschließlich der vollver-gossenen Sohlen und der Länge der in den Deich einbindenden Querspundwände und be-trägt $L \approx 72$ m.

Die Potentialdifferenz am Bauwerk ergibt sich beim Bemessungshochwasser der Elbe BHW = 16,30 mNHN und der Gewässersohle am Einlauf von 9,50 mNHN zu:

$$\Delta h = 16,30 - 9,50 = 6,80 \text{ m.}$$

Der hydraulische Gradient beträgt somit $i_{\text{vorh}} = 6,8/72 = 0,094$.

Das ungünstigste Kontrollgefälle für Feinsand beträgt $(i_k)_{\text{zul}} = 0,12$ bis $0,16$. Das Kriterium wird damit eingehalten.

6.3 Filter im Ein- und Auslaufbereich

Im Zu- und Ablauf sind Sohl-sicherungen mit Wasserbausteinen LMB 5/40 vorgesehen.

Zwischen den Wasserbausteinen und den anstehenden Sanden ist ein geotextiler Filter ein-zubauen. Dieser ist nach dem Merkblatt DWA M-511 zu bemessen. Die Angabe von Geotex-tilrobustheitsklassen aus dem Straßenbau ist für diese Anwendung nicht ausreichend.

Abbildung 2 enthält die Bemessung des geotextilen Filters nach DWA-M 511.

Danach ist eine Filteröffnungsweite $O_{90} \leq 1,0$ mm erforderlich. Dieses wird von allen handels-üblichen Vliesstoffen erfüllt.

Wesentliches Kriterium ist die Robustheit des geotextilen Filters gegen die Beanspruchun-gen beim Einbau. Die Sohlbefestigung wird aus Wasserbausteinen LMB 5/40 aufgebaut. Nach DWA-M 511 muss bei Überschüttung mit Steinen bis ca. 60 kg ein Vliesstoff mit einem Flächengewicht von mindestens 750 g/m^2 verwendet werden.

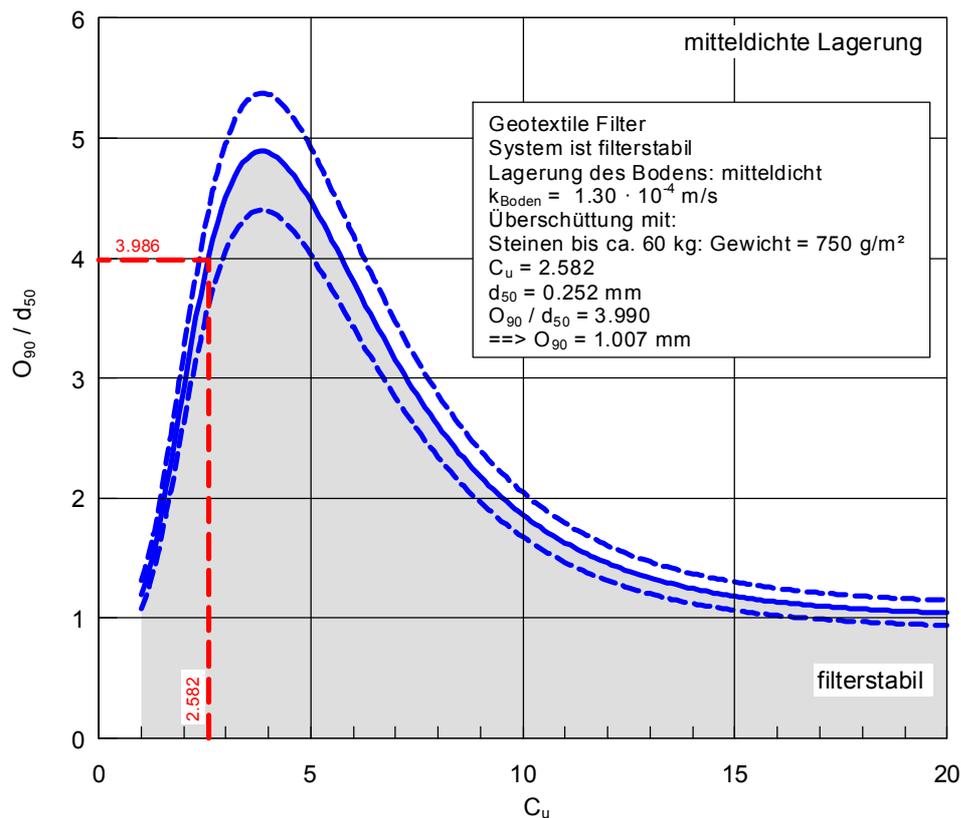


Abbildung 2: Bemessung des geotextilen Filters nach DWA-M 511

6.4 Druckrohrleitungen DN 1000

Die Höhenlage der Rohrachse der Druckrohrleitungen wird mit 13,50 mNHN angegeben. Damit liegt die Gründungssohle der Rohre DN 1000 oberhalb des anstehenden Geländes im Stützkörper des Deiches.

Die Leitungszone ist mit Stützkörpermaterial lagenweise verdichtet zu verfüllen. Das Rohrauflager und die seitlichen Auflagerbereiche sind besonders sorgfältig zu verdichten, da sich hier durch nachträgliche Sättigungssetzungen Hohlräume bilden können.

In der Durchdringung der Außendichtung des Deiches müssen Schleichringe oder Ähnliches als Umläufigkeitssperre eingebaut werden.

6.5 Betriebshof

Westlich, nördlich und östlich des neuen Siel- und Schöpfwerkes ist ein Betriebshof geplant. Die Geländeoberkante soll gemäß [1] zwischen 16,30 mNHN und 15,70 mNHN liegen. Der südliche Teil des Betriebshofes schneidet in die Taube Elbe ein. Die Gewässersohle liegt

hier bei ~ 9,50 mNHN. Zur Herstellung des Betriebshofes werden daher rund 3,0 m bis 6,5 m hohe Auffüllungen erforderlich. Die entstehenden Geländesprünge werden mit Böschungen bzw. Spundwänden abgefangen.

Die Geländeauffüllung können aus einem Sand-Kies-Gemisch (SW/GW, Körnung 0/32, Schlammkornanteil < 5 %) hergestellt werden. Die beim Aushub anfallenden schlufffreien Sande sind zum Wiedereinbau geeignet. Das Material ist lagenweise verdichtet einzubauen. Die Lagenstärke sollte 30 bis 40 cm betragen.

6.6 Gründung Leichtbauhalle

Auf dem Betriebshof soll eine Lagerhalle in Leichtbauweise mit Grundabmessungen von rund 6,0 m x 5,0 m errichtet werden. Die Gründungssohlen liegen in den neu herzustellenden Auffüllungen.

Unter Berücksichtigung der in Kapitel 6.5 genannten Anforderungen an die Geländeauffüllungen kann die Halle flach über umlaufende Streifenfundamente erfolgen. Die Fundamente sind frostfrei mindestens 0,8 m unter GOK zu gründen.

Im EC 7 werden die Begriffe der zulässigen Bodenpressung bzw. des aufnehmbaren Sohl-drucks σ_{zul} (DIN 1054) nicht mehr verwendet, da zulässige Werte nicht zum Teilsicherheitskonzept passen. Der EC 7 verwendet den Bemessungswert des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$. Nachfolgender Vergleich zeigt den Unterschied der beiden Angaben für ein Streifenfundament der Breite b:

$$\begin{aligned} \text{DIN 1054:2005-01:} \quad \sigma_{vorh} &= (V_{G,k} + V_{Q,k}) / b &< \quad \sigma_{zul} &= \sigma_{of,k} / \eta \\ \text{EC 7:} \quad \sigma_{E,d} &= (V_{G,k} \cdot \gamma_G + V_{Q,k} \cdot \gamma_Q) / b &< \quad \sigma_{R,d} &= \sigma_{of,k} / \gamma_{Gr} \\ &&&& \text{(mit } \sigma_{of,k} = \text{Grundbruchspannung)} \end{aligned}$$

Folgende Werte können für eine Bemessung der Streifenfundamente mit einer Breite von mindestens 0,5 m und einer Einbindetiefe von 0,80 m angesetzt werden:

Bemessungswert des Sohlwiderstands	$\sigma_{R,d} = 430 \text{ kN/m}^2$	EC 7
Zulässige Bodenpressung	$\sigma_{zul} = 300 \text{ kN/m}^2$	DIN 1054

Unter voller Ausnutzung des Bemessungswertes des Sohlwiderstandes ergeben sich für die Einzelfundamente in Abhängigkeit der Fundamentabmessungen Setzungen von rd. 1 cm.

6.7 Regenwasserversickerung

Das auf dem Betriebshof anfallende Niederschlagswasser soll über eine Versickerungsmulde versickert werden.

Voraussetzung für die Versickerung von Niederschlagswasser ist die Durchlässigkeit (hydraulische Leitfähigkeit) der oberflächennah anstehenden Lockergesteine sowie ein ausreichender Abstand von der Grundwasseroberfläche (Grundwasserflurabstand).

Für Versickerungsanlagen kommen nach der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA), Arbeitsblatt DWA-A 138 (Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser) Lockergesteine in Frage, die eine Durchlässigkeit im Bereich von $k = 1 \cdot 10^{-3}$ bis $1 \cdot 10^{-6}$ m/s besitzen.

Die Sohle der Mulde ist bei rund 12,75 mNHN geplant. Die Untergrundverhältnisse im Bereich der geplanten Versickerungsmulde wurden mit der Kleinrammbohrung KRB 5 erkundet. Demnach stehen zwischen rund 13,00 mNHN und 9,00 mNHN feinsandige Schluffe an. Nach den Ergebnissen der Laborerkundungen kann für die erkundeten Schluffe eine Durchlässigkeiten von $k = 1 \cdot 10^{-8}$ m/s angenommen werden.

Die Voraussetzungen des DWA-A 138 sind mit den anstehenden Schluffen der untersuchten Fläche nicht erfüllt. Eine planmäßige **Versickerung** im Bereich der Versickerungsmulde ist **nicht möglich**.

6.8 Verwendung der Aushubböden

Der im Baufeld anstehende Mutterboden kann zur Geländeprofilierung z. B. zur Abdeckung des Deiches oder der Böschungen im Hinterland verwendet werden.

Die beim Aushub anfallenden Sande können in statisch unbeanspruchten Bereichen zur Geländeauffüllung z. B. in der Sohle der Tauben Elbe im Bereich des geplanten Betriebshofes verwendet werden. Die Ergebnisse der chemischen Analysen sind zu berücksichtigen, vgl. Kapitel 7.2.

Beim Aushub fällt Schluff hauptsächlich im Bereich der wasserseitigen Deckschicht an. Dieser ist bei steifer Konsistenz als Dichtungsmaterial für den Deichbau geeignet. Je nach Wassergehalt kann eine Zwischenlagerung und Nachtrocknung erforderlich werden.

7 Chemische Analysen

7.1 Grundwasser

7.1.1 Betonaggressivität

Aus der „Taube Elbe“ wurde am 19.05.2017 eine Wasserprobe entnommen. Die Vor-Ort-Parameter sind in der Anlage 5.1 enthalten.

Die Analyse hinsichtlich Betonaggressivität erfolgte nach DIN 4030 im Referenzverfahren. Anhand des Analyseergebnisses wird das Wasser nach DIN 1045-2 in so genannte Expositionsklassen eingeteilt (siehe Tabelle 3).

Das Analyseergebnis ist in Anlage 5.2 enthalten. Nach den Analyseergebnissen ist das Grundwasser **nicht betonangreifend (< XA1)**.

Tabelle 3: Einstufung in Expositionsklassen bei chemischem Angriff

Grundwasser		Messwert	XA 1	XA 2	XA 3
pH-Wert	[-]	7,1	$\leq 6,5$ und $\geq 5,5$	$< 5,5$ und $\geq 4,5$	$< 4,5$ und $\geq 4,0$
Sulfat (SO_4^{2-})	[mg/l]	57,7	≥ 200 und ≤ 600	> 600 und ≤ 3.000	> 3.000 und ≤ 6.000
Kalkaggressiv. nach Heyer	[mg/l]	7,5	≥ 15 und ≤ 40	> 40 und ≤ 100	> 100 bis zur Sättigung
Ammonium (NH_4^+)	[mg/l]	1,4	≥ 15 und ≤ 30	> 30 und ≤ 60	> 60 und ≤ 100
Magnesium (Mg^{2+})	[mg/l]	10	≥ 300 und ≤ 1.000	> 1.000 und ≤ 3.000	> 3.000 bis zur Sättigung

7.1.2 Stahlaggressivität

Nach DIN 50929, Teil 3 lässt sich die Korrosionswahrscheinlichkeit von Stählen in Wasser abschätzen. Die Norm liefert auch Informationen zur Größenordnung der zu erwartenden Mulden- und Loch- bzw. Flächenkorrosion.

Für die Wasserprobe aus der „Taube Elbe“ besteht nach Anlage 5.2 für Mulden- und Lochkorrosion eine geringe Wahrscheinlichkeit und für Flächenkorrosion eine sehr geringe Wahrscheinlichkeit.

7.2 Aushubböden

Von den aufgefüllten Sanden und den aufgefüllten Schluffen der Deckschicht wurde je eine Mischprobe erstellt, siehe Tabelle 4. Die Mischproben wurden vom chemischen Labor UCL, Niederlassung Edemissen nach den Parametern der LAGA TR Boden 2004, Mindestuntersuchungsumfang (Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen, Bodenmaterial) analysiert.

Die an den Mischproben ermittelten Gehalte sind in Anlage 5.3 dokumentiert und in Anlage 5.4 den Richtwerten der LAGA TR Boden (2004) gegenübergestellt.

Tabelle 4: Zusammenstellung der Mischprobe

Mischprobe	Bohrung	Tiefe [m]
MP 1, (Auffüllungen Sand)	KRB 1	0,6 - 3,5
		3,5 - 4,2
		4,2 - 6,3
	KRB 6	0,0 - 0,3
		0,3 - 2,4
	KRB 7	0,3 - 2,0
MP 2 (Auffüllung Schluff)	KRB 1	0,2 - 0,6
		0,6 - 1,2

Nach Auswertung der chemischen Untersuchungen ist die Probe **MP 1** aufgrund erhöhter **Quecksilber- und Zink-Gehalte** und die Probe **MP 2** aufgrund eines erhöhten Gehalts an **TOC** (total organic carbon) nach LAGA TR Boden in die Einbauklasse

Z 1.1 (eingeschränkt offener Einbau)

einzustufen.

Bei den untersuchten Böden handelt es sich um nicht gefährlichen Abfall und kann unter dem Abfallschlüssel **17 05 04** (Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03 fallen) entsorgt werden.

Die Einstufung der aufgefüllten Schluffe (MP 2) ergibt sich aus einem erhöhten TOC-Gehalt. Alle anderen Parameter liegen unterhalb der Zuordnungswerte der Einbauklasse Z 0. Bei der Klassifizierung ist zu berücksichtigen, dass TOC toxikologisch unbedenklich ist. Es sollte mit den zuständigen Behörden abgestimmt werden, ob dieser Parameter maßgebend ist. Falls nicht, sind die aufgefüllten Sande des Südufers in die Einbauklasse Z 0 einzuordnen.

8 Zusammenfassung

Das Schöpfwerk Taube Elbe soll durch einen Neubau ersetzt werden. Das neue Siel- und Schöpfwerk ist etwa 10 m östlich des Bestandes geplant.

Die Untergrundverhältnisse wurden durch verrohrte Trockenbohrungen, Drucksondierungen und Kleinrammbohrungen erkundet. Der Elbdeich ist mit Schluffen bedeckt und besteht darunter aus aufgefüllten Sanden, die zur Tiefe von Schlufflagen durchzogen sind. Im Baufeld der geplanten Bauwerke stehen zur Tiefe schlufffreie bis schwach schluffige Sande an. Unterhalb von -10 mNHN steht Ton an. Im Bereich der geplanten Versickerungsmulde wurden bis rund 4,0 m unter GOK Schluffe erkundet.

Die anstehenden Böden sind ausreichend tragfähig. Das Siel- und Schöpfwerk kann flach innerhalb eines Spundwandkastens hergestellt werden. Angaben zur Tragfähigkeit des Baugrunds und zur Bemessung der Bauteile werden gemacht.

Die Baugrube muss durch eine geschlossene Wasserhaltung trocken gehalten werden.

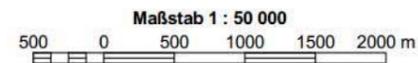
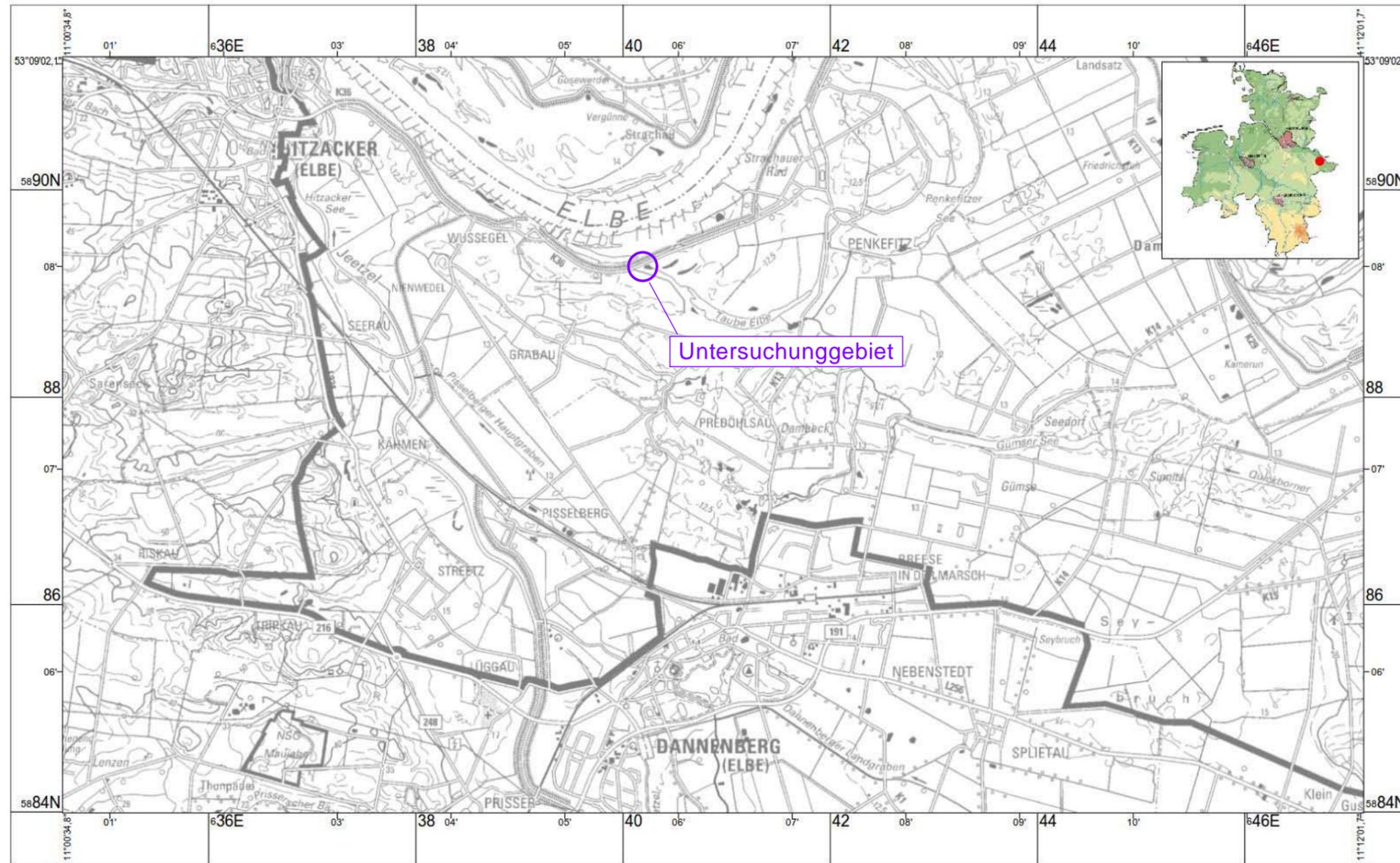
Nachweise zum Materialtransport und zur konzentrierten Durchströmung entlang der Bauwerksgrenzen werden geführt und Angaben zu den geotextilen Filtern im Ein- und Auslauf gemacht.

Für den geplanten Betriebshof sind bis zu 6,0 m hohe Auffüllung erforderlich. Der Bericht enthält Anforderung an den Einbau und die Verdichtung der Auffüllungen. Angaben zur Verwendung der Aushubböden werden gemacht.

Auf dem Betriebshof soll eine Lagerhalle in Leichtbauweise errichtet werden. Bemessungswerte des Sohlwiderstands wurden angegeben.

Das Wasser der Tauben Elbe wurde hinsichtlich der Beton- und Stahlaggressivität untersucht. Demnach ist das Wasser nicht betonangreifend und es besteht eine sehr geringe bzw. geringe Wahrscheinlichkeit für Korrosion. Die Ergebnisse von chemischen Analysen von den Aushubböden nach LAGA TR Boden sind im Bericht enthalten. Die Aushubböden sind in die Einbauklassen Z 1.1 einzustufen.

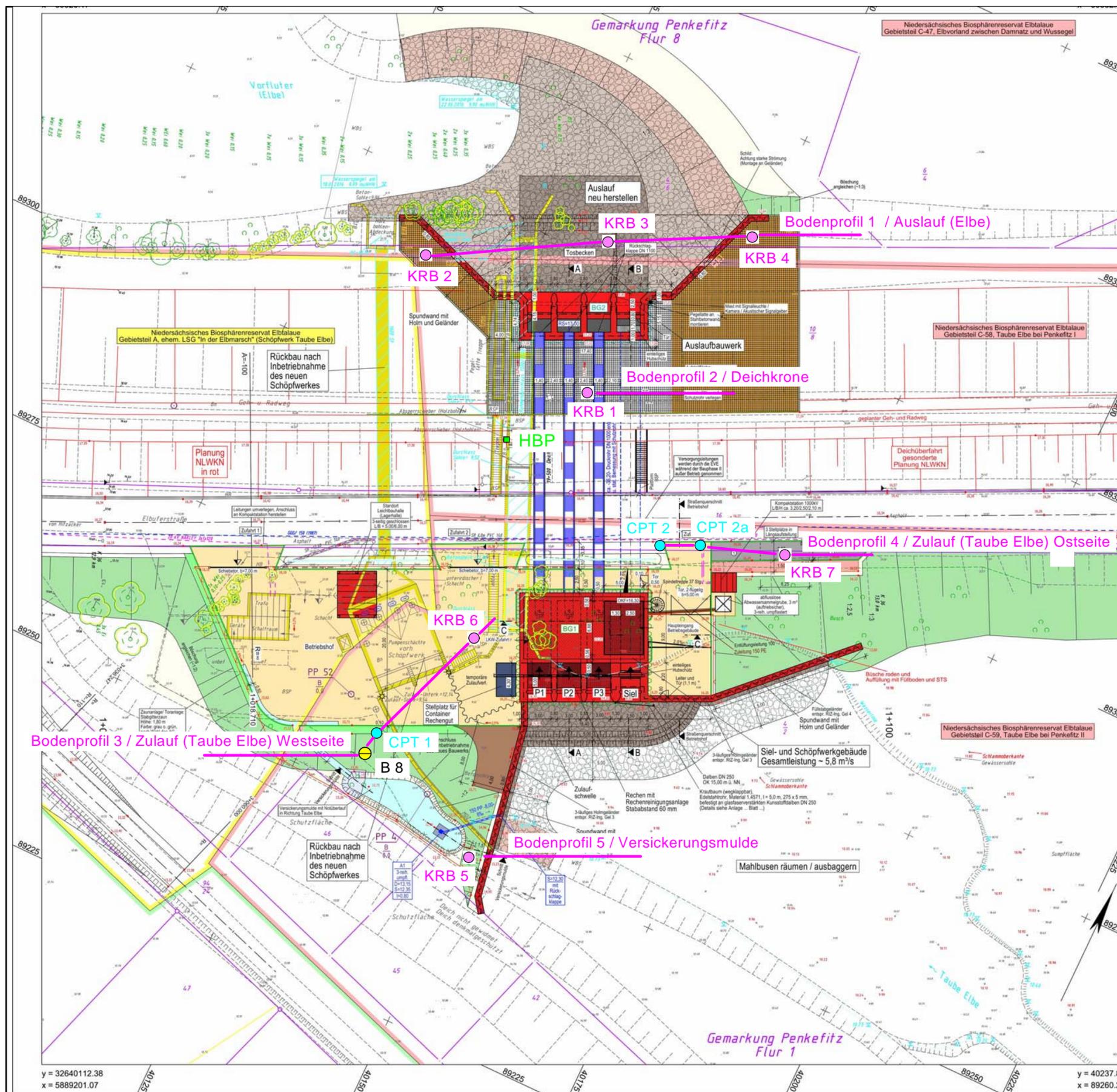

Dr.-Ing. C. Stoewahse
A circular professional seal in blue ink. The outer ring contains the text 'Ing. Carl Stoewahse' at the top and 'Braunschweig' at the bottom. The inner circle contains the text 'Von der Ingenieurkammer Niedersachsen' and 'anerkannter Sachverständiger für Erd- und Grundbau'.



Auszug aus den Geobasisdaten der niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, © 2014.
 Vervielfältigung, Verbreitung oder Veröffentlichung der topografischen Karten nur in Verknüpfung mit Fachdaten
 des LBEG zulässig. Eine alleinige Nutzung bedarf der Erlaubnis der LGLN



Gesellschaft für Grundbau und Umweltechnik mbH Am Hafen 22 38112 Braunschweig Tel.: 0531 / 312895		Penkefitz Schöpfwerk Taube Elbe	
Gezeichnet: Th		Übersichtslageplan	
Bearbeiter: Cr			
Maßstab: 1 : 50000			
Datum: 16.06.2017	Bericht Nr.: 10018.2/2018	Anlage Nr.: 1.1	



Übernommen aus GGU-Bericht 10018/2017 vom 26.06.2017

● KRB = Kleinrammbohrung (KRB 36/60 nach DIN EN ISO 22475-1)

Ergänzende Erkundung vom 06.11.2017

● CPT = Drucksondierung (DIN EN ISO 22476-1)
(Joern Thiel Baugrunduntersuchung GmbH, Hamburg)

Ergänzende Erkundung vom 19.12.2017

● B = Bohrung
(Joern Thiel Baugrunduntersuchung GmbH, Hamburg)

■ HBP = Höhenbezugspunkt Mauerbolzen (17,18 mHBP)

 Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH Am Hafen 22 38112 Braunschweig Tel.: 0531 / 312895		Penkefitz Schöpfwerk Taube Elbe			
Gezeichnet:	Mü	Lageplan Erkundung			
Bearbeiter:	Cr				
Maßstab:	1 : 500				
Datum:	23.05.2017	Bericht Nr.:	10018.2/2018	Anlage Nr.:	1.2

Konsistenzen:

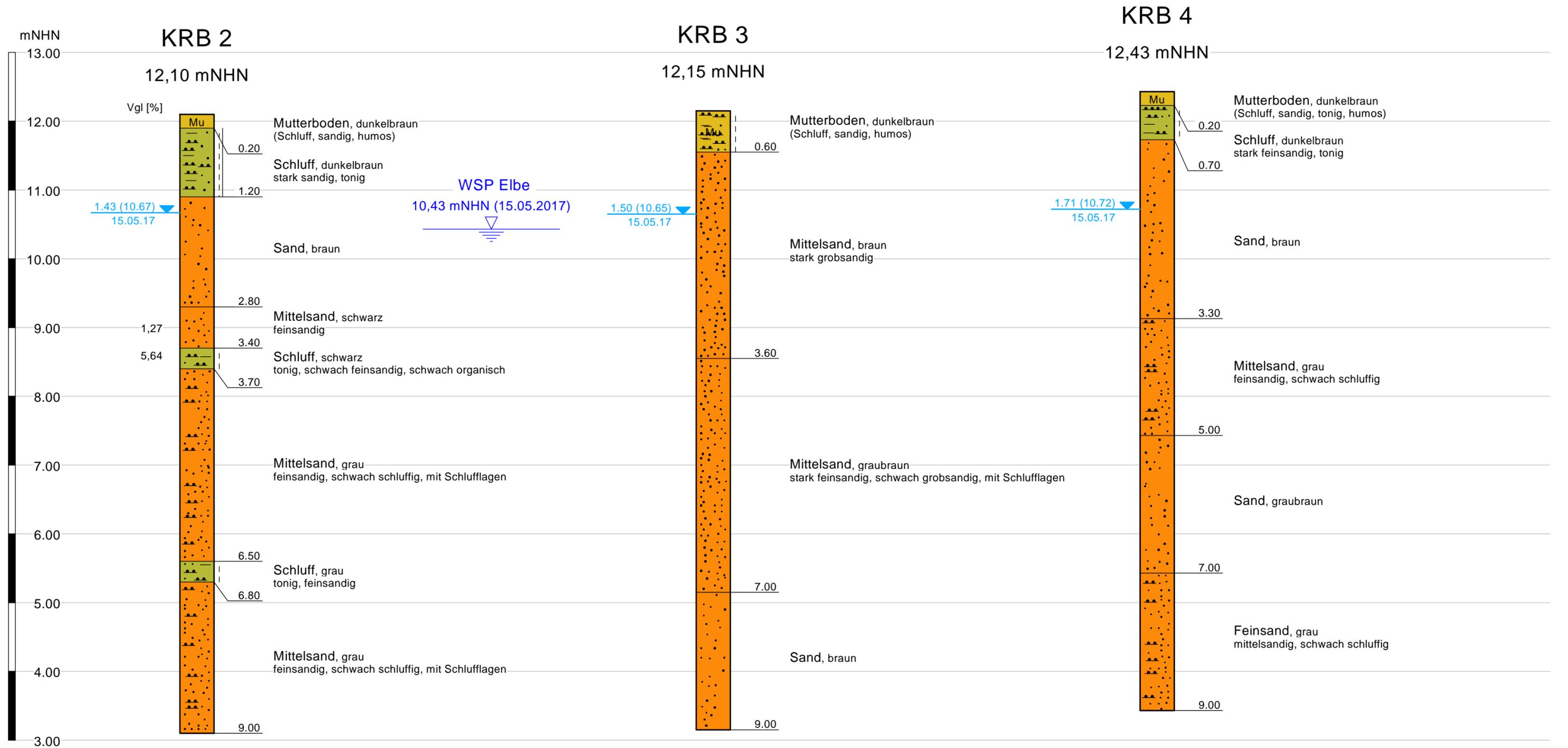
-  steif - halbfest
-  steif

Bodenprofil 1 / Auslauf (Elbe)

Maßstab d. H. 1 : 50

Übernommen aus GGU-Bericht 10018/2017 vom 26.06.2017

KRB = Kleinrammbohrung (KRB 36/60 nach DIN EN ISO 22475-1)





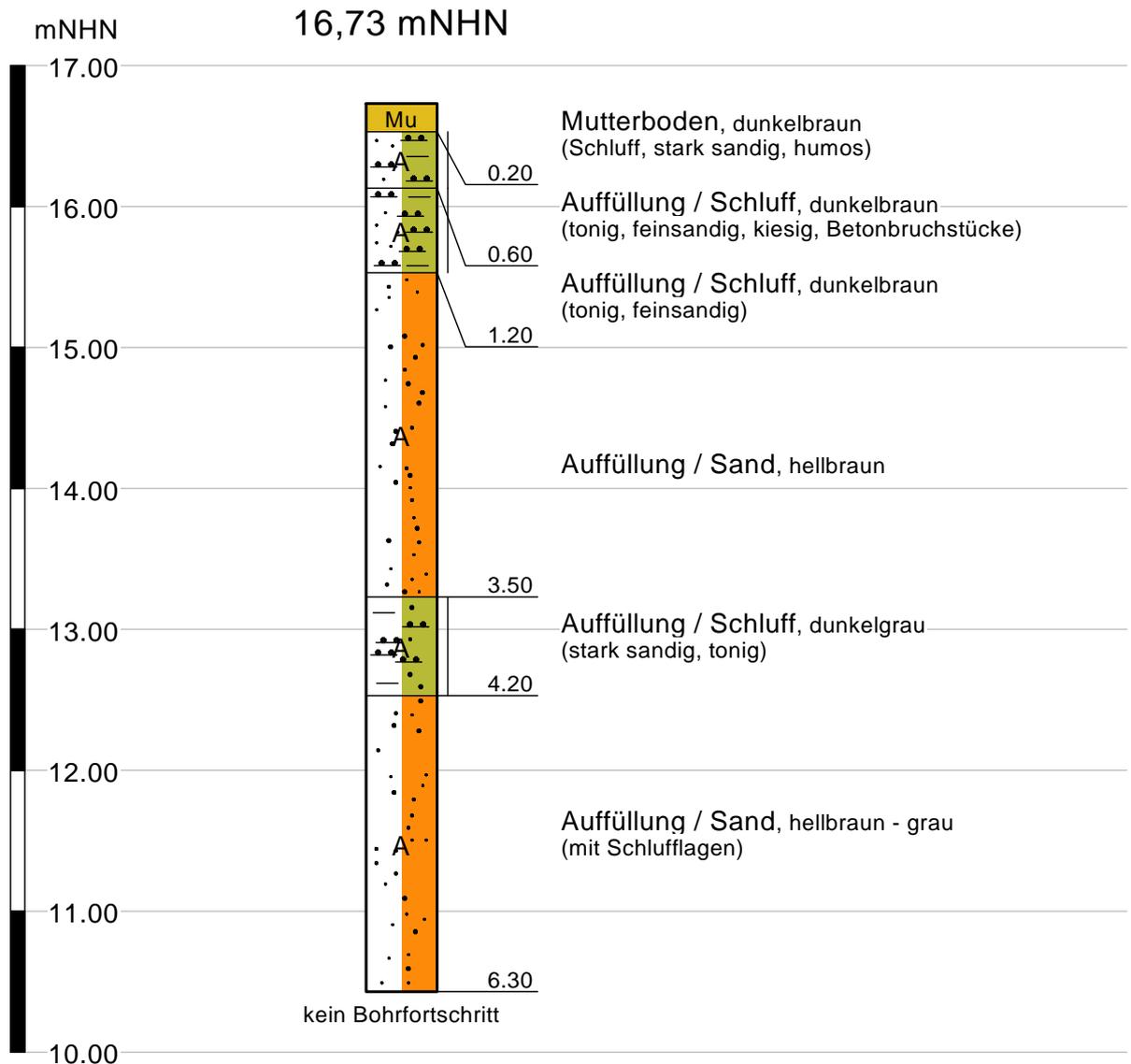
Bodenprofil 2 / Deichkrone

Maßstab d. H. 1 : 50

Übernommen aus GGU-Bericht 10018/2017 vom 26.06.2017

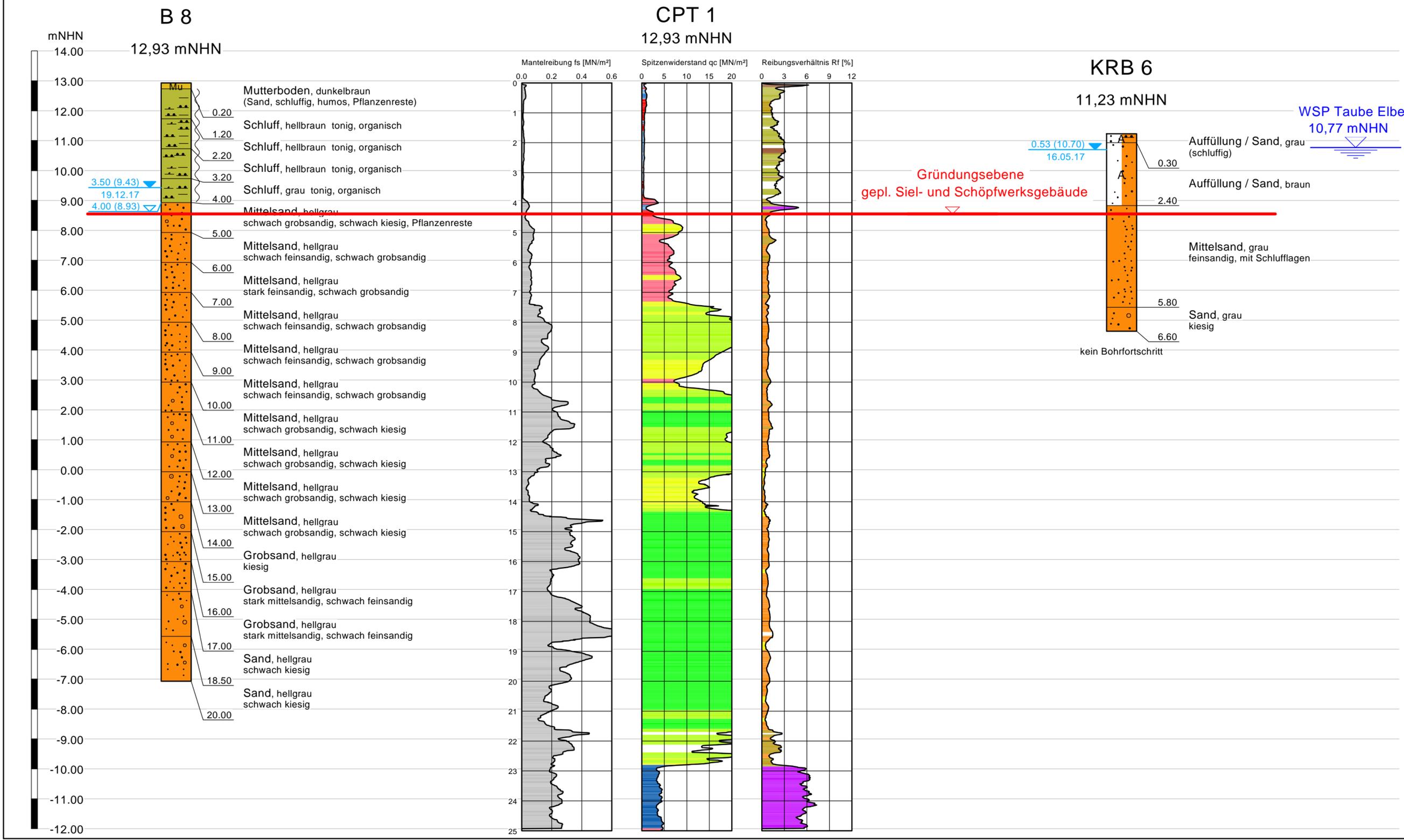
KRB = Kleinrammbohrung (KRB 36/60 nach DIN EN ISO 22475-1)

KRB 1



Konsistenzen:

|| halbfest



Bodenprofil 3 / Zulauf (Taube Elbe) Westseite
 Maßstab d. H. 1 : 100

Übernommen aus GGU-Bericht 10018/2017 vom 26.06.2017

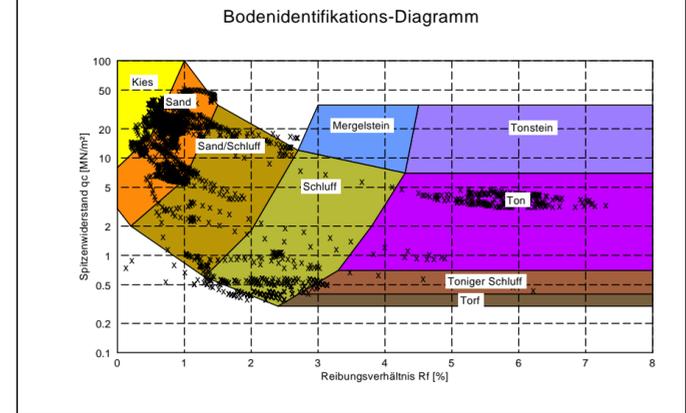
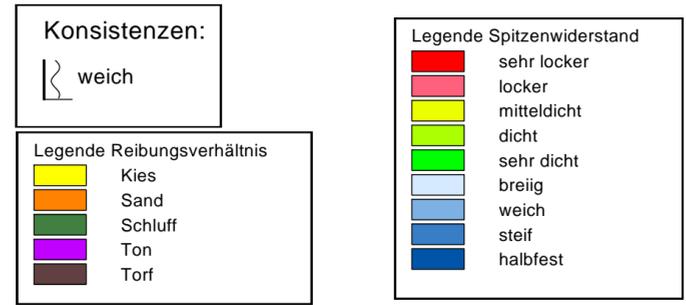
KRB = Kleinrammbohrung (KRB 36/60 nach DIN EN ISO 22475-1)

Ergänzende Erkundung vom 06.11.2017

CPT = Drucksondierung (DIN EN ISO 22476-1)
 (Joern Thiel Baugrunduntersuchung GmbH, Hamburg)

Ergänzende Erkundung vom 19.12.2017

B = Bohrung
 (Joern Thiel Baugrunduntersuchung GmbH, Hamburg)



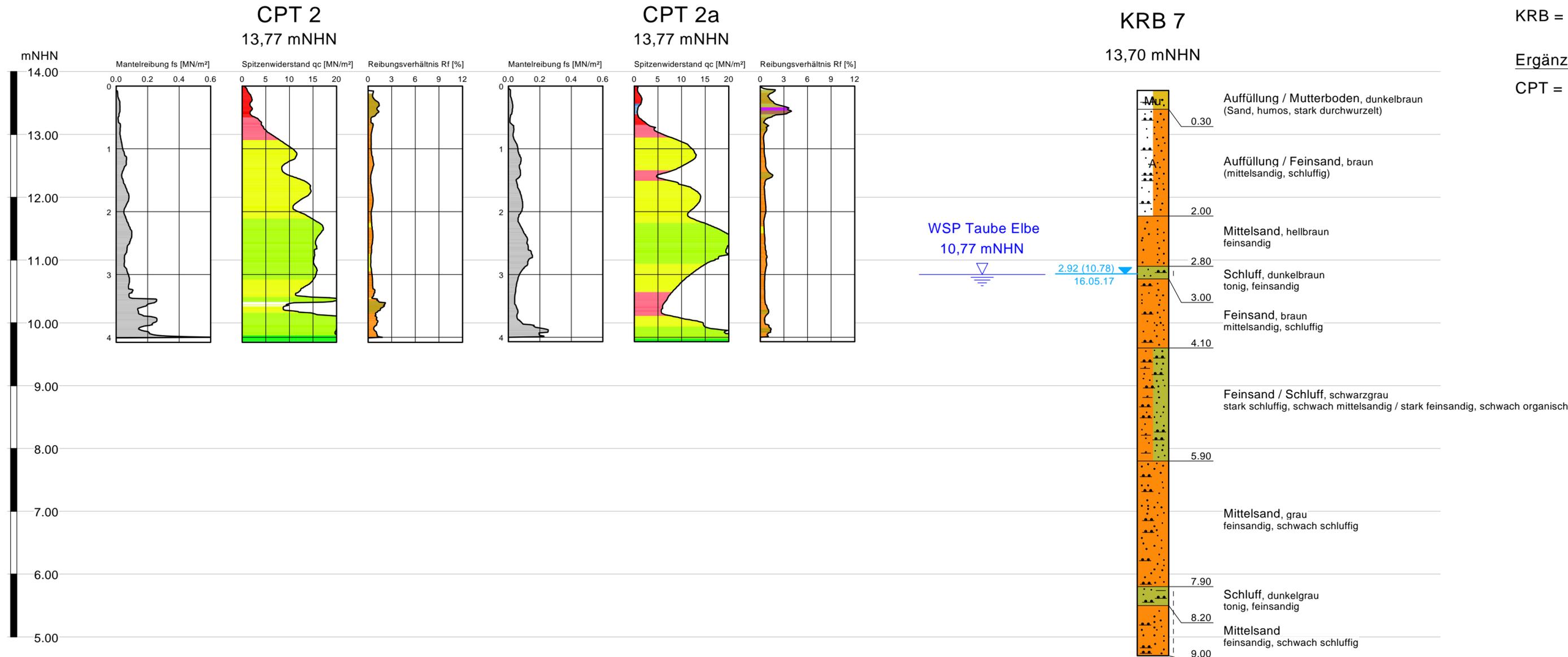
Bodenprofil 4 / Zulauf (Taube Elbe) Ostseite
 Maßstab d. H. 1 : 50

Übernommen aus GGU-Bericht 10018/2017 vom 26.06.2017

KRB = Kleinrammbohrung (KRB 36/60 nach DIN EN ISO 22475-1)

Ergänzende Erkundungen vom 06.11.2017

CPT = Drucksondierung (DIN EN ISO 22476-1)
 (Joern Thiel Baugrunduntersuchung GmbH, Hamburg)



Konsistenzen:

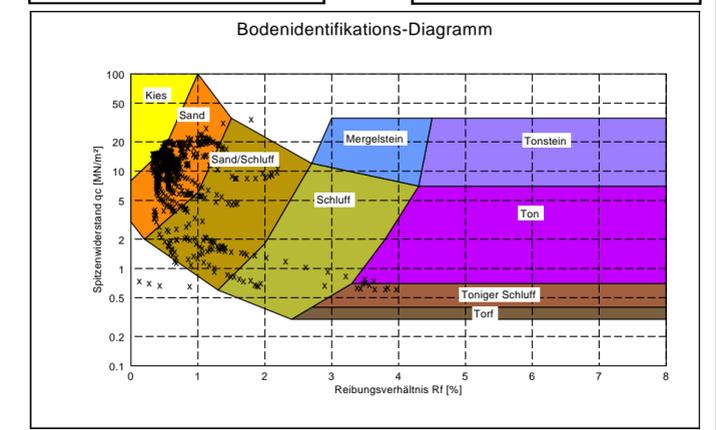
steif

Legende Reibungsverhältnis

- Kies
- Sand
- Schluff
- Ton
- Torf

Legende Spitzenwiderstand

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht
- breiig
- weich
- steif
- halbfest



Konsistenzen:

steif

Bodenprofil 5 / Versickerungsmulde

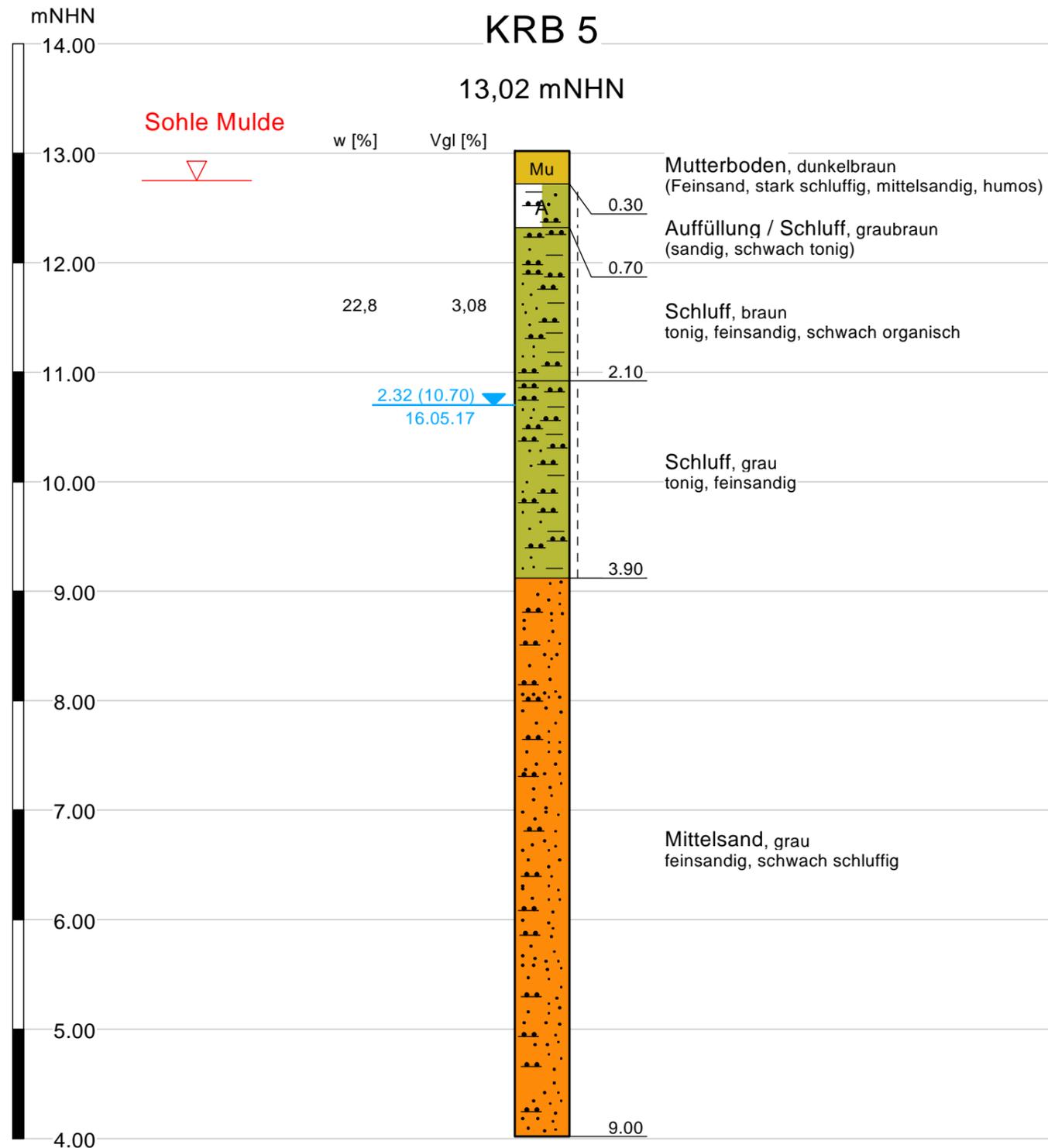
Maßstab d. H. 1 : 50

Übernommen aus GGU-Bericht 10018/2017 vom 26.06.2017

KRB = Kleinrammbohrung (KRB 36/60 nach DIN EN ISO 22475-1)

Vgl = Glühverlust

w = Wassergehalt





Gesellschaft für Grundbau
und Umwelttechnik mbH
Am Hafen 22
38112 Braunschweig
Tel.: 0531 / 312895

Körnungslinie

Penkefitz

Schöpfwerk Taube Elbe

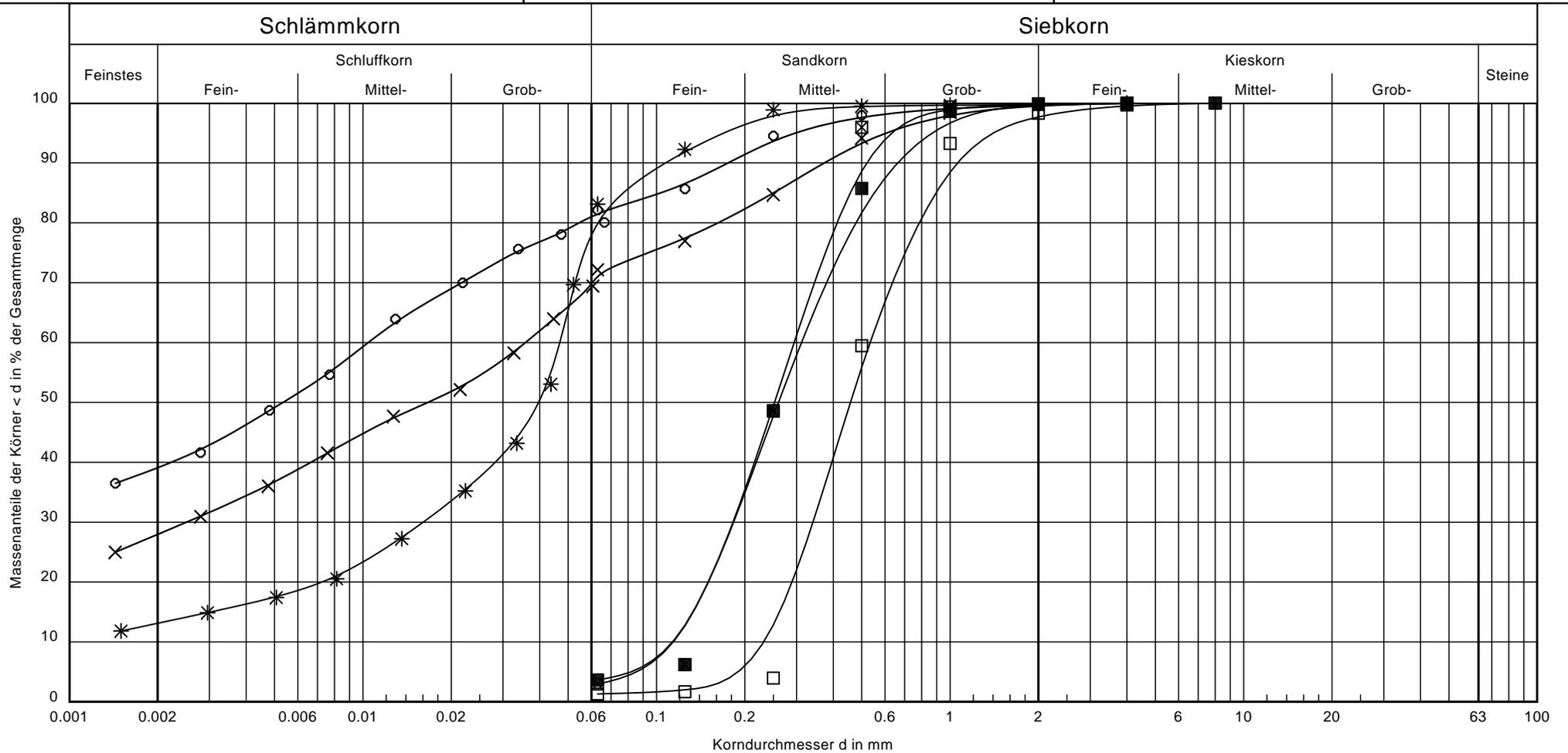
Probe entnommen am: 19.05.2017

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Sieb- und Schlämmanalyse, Nasssiebung

Bearbeiter: OI

Datum: 12.06.2017



Kurve:	○—○	×—×	□—□	⊠—⊠	*—*	■—■
Entnahmestelle:	KRB 1	KRB 2	KRB 3	KRB 3	KRB 5	KRB 6
Tiefe:	0,6 - 1,2 m	0,2 - 1,2 m	0,6 - 3,6 m	3,6 - 7,0 m	0,7 - 2,1 m	2,4 - 5,8 m
Bodenart:	U, t, s	U, s, t	mS, gs	mS, fs, gs'	U, fs, t	mS, fs, gs'
Cu/Cc:	-/-	-/-	2.3/0.9	2.6/1.0	-/-	2.8/0.9
k [m/s] (Beyer):	-	-	$5.4 \cdot 10^{-4}$	$1.3 \cdot 10^{-4}$	-	$1.3 \cdot 10^{-4}$
T/U/S/G [%]:	39.1/42.4/18.2/0.4	28.0/43.0/28.5/0.5	- /1.3/96.4/2.3	- /3.0/96.9/0.2	13.1/66.7/19.9/0.3	- /3.6/96.0/0.4

Bemerkungen:

Bericht:
10018.2/2018
Anlage:
3.1



Gesellschaft für Grundbau
und Umwelttechnik mbH
Am Hafen 22
38112 Braunschweig
Tel.: 0531 / 312895

Bearbeiter: KK

Datum: 22.12.2017

Körnungslinie

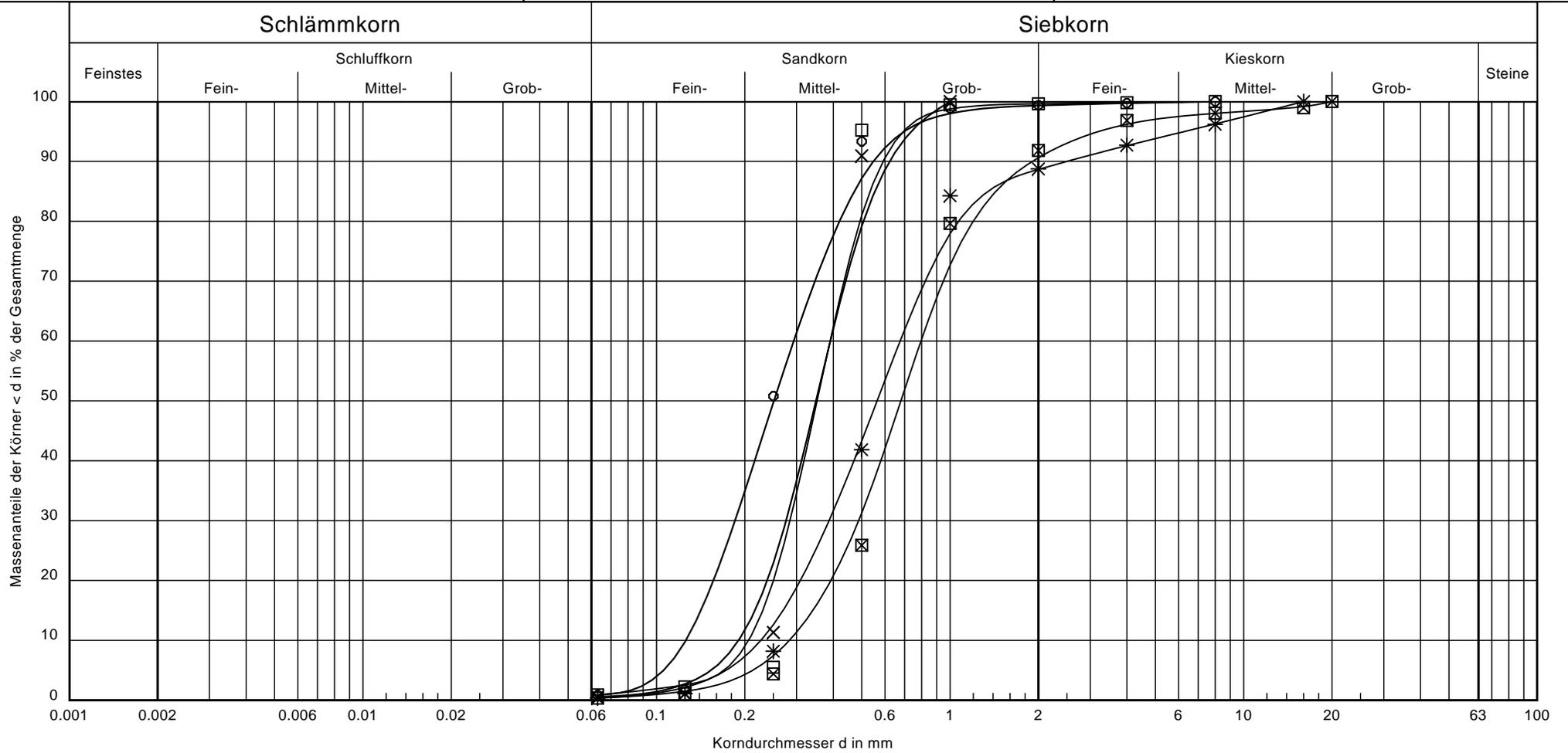
Penkefitz

Schöpfwerk Taube Elbe

Probe entnommen am: 19.12.2017

Art der Entnahme: gestört

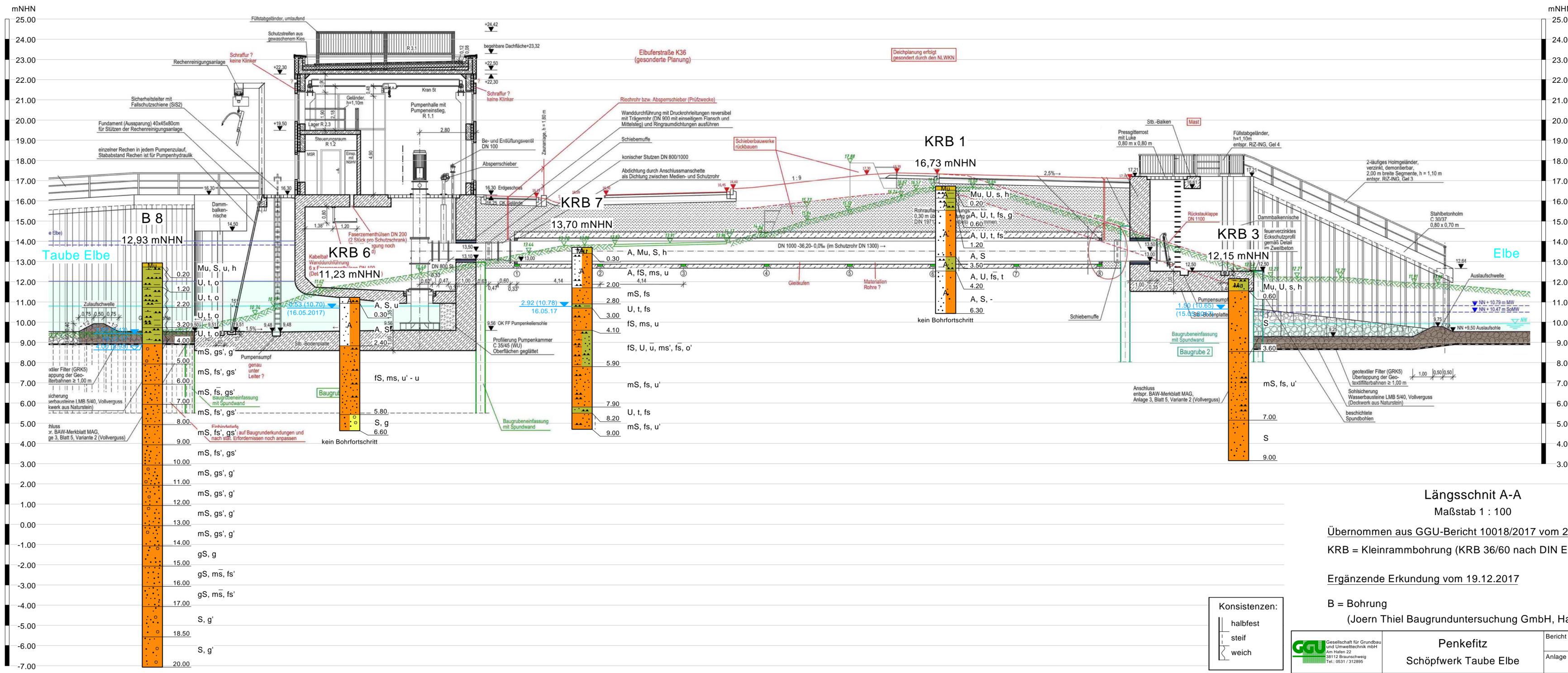
Arbeitsweise: Nasssiebung



Kurve:	○—○	×—×	□—□	⊠—⊠	*—*
Entnahmestelle:	B 8	B 8	B 8	B 8	B 8
Tiefe:	6,0 - 7,0 m	9,0 - 10,0 m	10,0 - 11,0 m	15,0 - 16,0 m	17,0 - 18,0 m
Bodenart:	mS, fs, gs'	mS, fs', gs'	mS, fs', gs'	gS, ms, fg'	mS, gs, fs', g'
Cu/Cc:	2.3/0.9	2.1/1.0	1.9/1.0	2.8/1.1	3.0/1.0
k [m/s] (Beyer):	$1.6 \cdot 10^{-4}$	$3.6 \cdot 10^{-4}$	$4.6 \cdot 10^{-4}$	$8.0 \cdot 10^{-4}$	$5.1 \cdot 10^{-4}$
T/U/S/G [%]:	- /0.9/98.5/0.7	- /0.6/99.4/ -	- /0.9/98.7/0.4	- /0.3/90.3/9.4	- /0.4/88.3/11.3

Bemerkungen:

Bericht:
10018.2/2018
Anlage:
3.2



Längsschnitt A-A

Maßstab 1 : 100

Übernommen aus GGU-Bericht 10018/2017 vom 26.06.2017
 KRB = Kleinrammbohrung (KRB 36/60 nach DIN EN ISO 22475-1)

Ergänzende Erkundung vom 19.12.2017

B = Bohrung
 (Joern Thiel Baugrunduntersuchung GmbH, Hamburg)

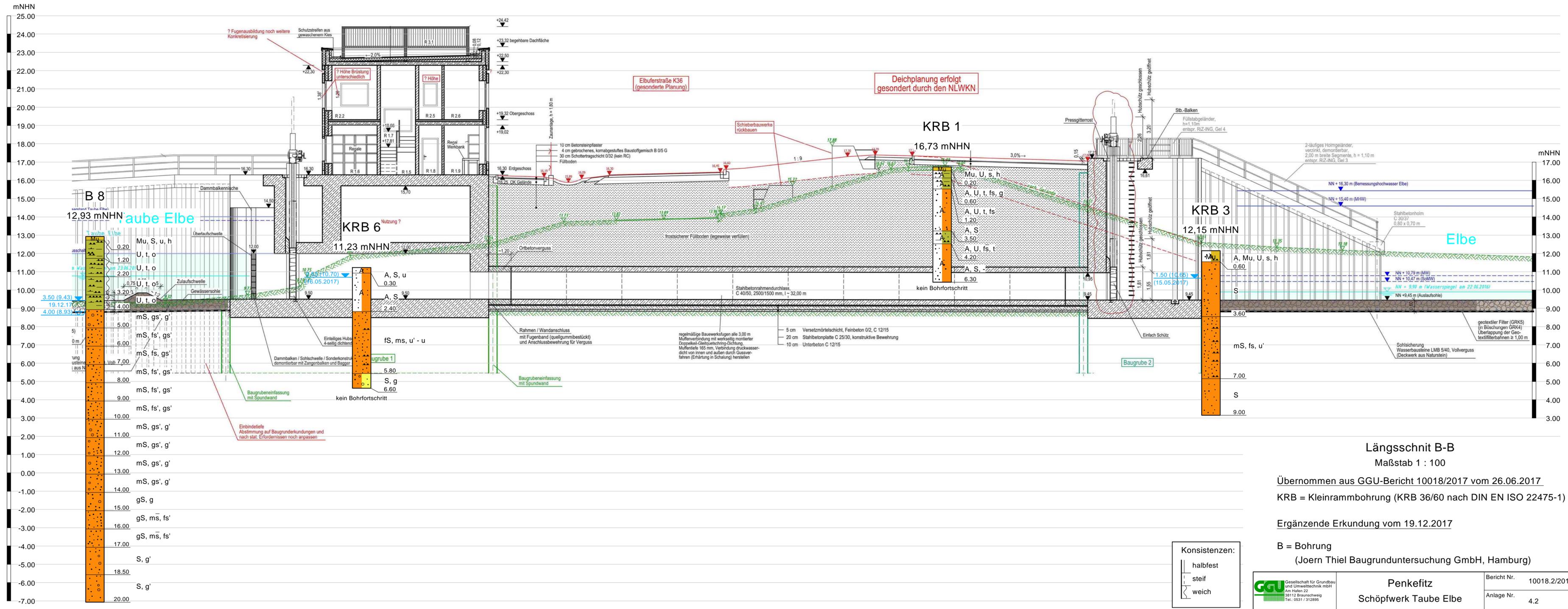
Konsistenzen:

	halbfest
	steif
	weich



Penkefitz
 Schöpfwerk Taube Elbe

Bericht Nr.	10018.2/2018
Anlage Nr.	4.1



Längsschnitt B-B
Maßstab 1 : 100

Übernommen aus GGU-Bericht 10018/2017 vom 26.06.2017
KRB = Kleinrammbohrung (KRB 36/60 nach DIN EN ISO 22475-1)

Ergänzende Erkundung vom 19.12.2017

B = Bohrung
(Joern Thiel Baugrunduntersuchung GmbH, Hamburg)

Konsistenzen:

	halbfest
	steif
	weich

GGU Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH
Am Hellen 22
38112 Braunschweig
Tel.: 0531 / 312895

Penkefitz
Schöpfwerk Taube Elbe

Bericht Nr.	10018.2/2018
Anlage Nr.	4.2

Protokoll Wasserprobenahme

Datum der Probenahme: 19.05.2017

Probenehmer: We

Messstelle	Einlauf					
vorherige Messstelle	-					
Ausbau (Ø , Material)	-					
Lufttemperatur [°C]	19					
GW [m u. ROK] vor Pumpbeginn	-					
Tiefe des Brunnens [m]	-					
Pumpe	geschöpft					
Einhängetiefe [m]	-					
Pumpleistung [m³/h]	-					
Beginn des Vorpumpens (Uhrzeit)	-					
Probenahme (Uhrzeit)	9:30					
Vorpumpdauer [Min]	-					
Farbe ¹	-					
Trübung ¹	leicht					
Geruch ¹	keiner					
Leitfähigkeit [µS/cm] PM ² : 25	713					
Temperatur [°C] PM ² : 25	13,6					
Sauerstoff [mg/l] PM ² : 24	2,9					
pH - Wert PM ² : 25	7,5					
GW [m u. ROK] bei Probenahme	-					
Probenbehälter, Konservierung ³	100,2x102,106,107,108,200,204					
Lagerung/Transport	Kühltasche					
Bemerkungen						

Abkürzungen:

1 Farbe: farblos = -; braun = bn; gelb = ge; grün = gn; grau = gr; schwarz = sw

1 Trübung: ohne = -; leicht = l; stark = s

1 Geruch: ohne = -; Öl = Ö; Benzin = B; Lösemittel = LM; faulig = f; Müll = M

2 PM = Prüfmittel, Nummer des benutzten Prüfmittels entspr. Gerätekenzeichnung

3 1 = Glas, Schraubverschluss alukaschiert, keine Konservierung

2 = PE (1 ml HNO₃)

3 = PE (2 ml HCl)

4 = Glas (1 ml K₂Cr₂O₇/HNO₃)

5 = Glas (0,5 ml 1m Na₂SO₃)

6 = HS, Teflonseptum, Kupfersulfat

7 = Glas, Schraubverschluss, Marmor
(Betonaggressivität)

Penkefitz Schöpfwerk Taube Elbe

Bericht: 10018.2/2018

Anlagen 5.2

Analysenergebnisse

UCL Umwelt Control Labor GmbH
Edemissen

(2 Seiten)

UCL Umwelt Control Labor GmbH // Eddesser Straße 1 // 31234 Edemissen // Deutschland

GGU Gesellschaft für Umwelttechnik mbH
 - Frau Ulrike Cramer -
 Am Hafen 22
 38112 Braunschweig

UCL Umwelt Control Labor GmbH
 Standort Hannover // Eddesser Straße 1
 31234 Edemissen // Deutschland
 Karsten Goldbach
 T 05176-989751
 F 05176989744
 karsten.goldbach@ucl-labor.de

Prüfbericht - Nr.: 17-25556/1

Probe-Nr.: 17-25556-001
Prüfgegenstand: Wasser
Auftraggeber / KD-Nr.: GGU Gesellschaft für Umwelttechnik mbH, Am Hafen 22, 38112 Braunschweig / 51932
Projektbezeichnung: 10018
Probeneingang am / durch: 24.05.2017 / Paketdienst
Prüfzeitraum: 24.05.2017 - 08.06.2017

Parameter	Probenbezeichnung Probe-Nr. Einheit	Einlauf 17-25556-001	Bestimmungsgrenze	Methode
Analyse der Originalprobe				
pH-Wert		7,1	1	DIN EN ISO 10523;L
Temperatur (pH-Wert)	°C	19		DIN 38404 C4;L
Chlorid	mg/l	180	1	DIN EN ISO 10304-1;L
Sulfat	mg/l	57,7	1	DIN EN ISO 10304-1;L
Sulfid leicht freisetzb.	mg/l	< 0,1	0,1	DIN 38405 D27;L
Ammonium (NH4)	mg/l	1,4	0,04	DIN EN ISO 11732;L
Calcium	mg/l	79	1	DIN EN ISO 11885;L
Magnesium	mg/l	10	1	DIN EN ISO 11885;L
Gesamthärte	mmol/l	2,4	0,1	DIN 38409 H6;L
Gesamthärte	°dH	13	1	DIN 38409 H6;L
Carbonathärte	mmol/l	3,2	0,1	DIN 38409 H7;L
Nichtcarbonathärte	mmol/l	< 0,1	0,1	DIN 38409 H7;L
Kalkaggressiv. n. Heyer	mg/l	7,5	0,1	DIN 4030 (20°C);L
alk. KMnO4-Verbrauch	mg/l	10	1	DIN 4030 Teil 2;L
Säurekapazität pH 4,3	mmol/l	3,2	0,1	DIN 38409 H7;L
Beurteilung auf Betonaggressivität gem. DIN 4030				
Expositionsklasse		<XA1		DIN 4030;L
Beurteilung auf Stahlaggressivität gem. DIN 50929				
Wasserart		stehende Gewässer		;-AG
Lage des Objektes		Unterwasserbereich		;-AG
Korrosionswahrlkt.		-3		DIN 50929;L
Güte der Deckschichten		4		DIN 50929;L
Mulden-/Lochkorrosion		gering		DIN 50929;L
Flächenkorrosion		sehr gering		DIN 50929;L

20170608-13539306

UCL Umwelt Control Labor GmbH // Josef-Rethmann-Str. 5 // 44536 Lünen // Deutschland // T +49 2306 2409-0 // F +49 2306 2409-10 // info@ucl-labor.de
 ucl-labor.de // Amtsgericht Dortmund, HRB 17247 // Geschäftsführer: Oliver Koenen, Martin Langkamp, Dr. André Nientiedt

Durch die DAkKS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium und bekanntgegebene Messstelle nach § 29b Bundesimmissionsschutzgesetz.
 Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren. Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand.
 Die Veröffentlichung und Vervielfältigung unserer Prüfberichte sowie deren Verwendung zu Werbezwecken bedürfen- auch auszugsweise - unserer schriftlichen Genehmigung.



Parameter	Probenbezeichnung Probe-Nr. Einheit	Einlauf 17-25556-001	Bestimmungsgrenze	Methode
Güte		sehr gut		DIN 50929;L

n.b. = nicht bestimmbar n.a. = nicht analysiert ° = nicht akkreditiert FV = Fremdvergabe UA=Unterauftragvergabe AG=Auftraggeberdaten += durchgeführt
Standortkennung (Der Norm nachgestellte Buchstabenkombination): H=Hannover, KI=Kiel, L=Lünen, HE=Heide

Probenkommentare**DIN 50929**

Die Bewertung basiert auf den getroffenen Annahmen zur Wasserart und Lage des Objektes



08.06.2017

Dipl.-Geol. Karsten Goldbach (Kundenbetreuer)

Penkefitz Schöpfwerk Taube Elbe

Bericht: 10018.2/2018

Anlagen 5.3

Analysenergebnisse

UCL Umwelt Control Labor GmbH
Edemissen

(4 Seiten)

UCL Umwelt Control Labor GmbH // Eddesser Straße 1 // 31234 Edemissen // Deutschland

GGU Gesellschaft für Umwelttechnik mbH
 - Frau Ulrike Cramer -
 Am Hafen 22
 38112 Braunschweig

UCL Umwelt Control Labor GmbH
 Standort Hannover // Eddesser Straße 1
 31234 Edemissen // Deutschland
 Karsten Goldbach
 T 05176-989751
 F 05176989744
 karsten.goldbach@ucl-labor.de

Prüfbericht - Nr.: 17-29739/1

Probe-Nr.: 17-29739-001
Prüfgegenstand: Boden
Auftraggeber / KD-Nr.: GGU Gesellschaft für Umwelttechnik mbH, Am Hafen 22, 38112 Braunschweig / 51932
Projektbezeichnung: 10018
Probeneingang am / durch: 16.06.2017 / Paketdienst
Prüfzeitraum: 16.06.2017 - 24.06.2017

Parameter	Probenbezeichnung		Bestimmungsgrenze	Methode
	Probe-Nr.	Einheit		
	MP 1 Sand			
		17-29739-001		
Analyse der Originalprobe				
spezifische Bodenart (LAGA)		Sand		DIN 19682-2;L
Färbung		braun		-;L
Geruch		ohne		-;L
Aussehen		sandig		-;L
Trockenrückstand 105°C	% OS	91,0	0,1	DIN EN 12880 (S2a);L
Analyse bez. auf den Trockenrückstand 105°C				
Arsen	mg/kg TS	8,6	1	DIN EN ISO 11885;L
Blei	mg/kg TS	11	1	DIN EN ISO 11885;L
Cadmium	mg/kg TS	0,26	0,1	DIN EN ISO 11885;L
Chrom gesamt	mg/kg TS	8,5	1	DIN EN ISO 11885;L
Kupfer	mg/kg TS	6,5	1	DIN EN ISO 11885;L
Nickel	mg/kg TS	7,1	1	DIN EN ISO 11885;L
Quecksilber	mg/kg TS	0,14	0,1	DIN EN 1483;L
Zink	mg/kg TS	91	10	DIN EN ISO 11885;L
EOX	mg/kg TS	< 1	1	DIN 38414 S17;L
KW-Index, mobil	mg/kg TS	< 50	50	LAGA KW04;L
Kohlenwasserstoffindex	mg/kg TS	< 50	50	LAGA KW04;L
Kohlenstoff org. (TOC), wf	% TS	0,4	0,1	DIN ISO 10694;L

Parameter	Probenbezeichnung Probe-Nr. Einheit	MP 1 Sand 17-29739-001	Bestimmungsgrenze	Methode
PAK				
Naphthalin	mg/kg TS	< 0,05	0,05	LUA Merkbl. Nr. 1 NRW;L
Acenaphthylen	mg/kg TS	< 0,5	0,5	LUA Merkbl. Nr. 1 NRW;L
Acenaphthen	mg/kg TS	< 0,05	0,05	LUA Merkbl. Nr. 1 NRW;L
Fluoren	mg/kg TS	< 0,05	0,05	LUA Merkbl. Nr. 1 NRW;L
Phenanthren	mg/kg TS	< 0,05	0,05	LUA Merkbl. Nr. 1 NRW;L
Anthracen	mg/kg TS	< 0,05	0,05	LUA Merkbl. Nr. 1 NRW;L
Fluoranthren	mg/kg TS	< 0,05	0,05	LUA Merkbl. Nr. 1 NRW;L
Pyren	mg/kg TS	< 0,05	0,05	LUA Merkbl. Nr. 1 NRW;L
Benzo[a]anthracen	mg/kg TS	< 0,05	0,05	LUA Merkbl. Nr. 1 NRW;L
Chrysen	mg/kg TS	< 0,05	0,05	LUA Merkbl. Nr. 1 NRW;L
Benzo[b]fluoranthen*	mg/kg TS	< 0,05	0,05	LUA Merkbl. Nr. 1 NRW;L
Benzo[k]fluoranthen*	mg/kg TS	< 0,05	0,05	LUA Merkbl. Nr. 1 NRW;L
Benzo[a]pyren	mg/kg TS	< 0,05	0,05	LUA Merkbl. Nr. 1 NRW;L
Dibenz[ah]anthracen	mg/kg TS	< 0,05	0,05	LUA Merkbl. Nr. 1 NRW;L
Benzo[ghi]perylen*	mg/kg TS	< 0,05	0,05	LUA Merkbl. Nr. 1 NRW;L
Indeno[1,2,3-cd]pyren*	mg/kg TS	< 0,05	0,05	LUA Merkbl. Nr. 1 NRW;L
Summe best. PAK (EPA)	mg/kg TS	0,00		LUA Merkbl. Nr. 1 NRW;L
*best. PAK nach TVO	mg/kg TS	0,00		LUA Merkbl. Nr. 1 NRW;L
Analyse aus dem Eluat				
pH-Wert		9,2	1	DIN EN ISO 10523;L
Temperatur (pH-Wert)	°C	23		DIN 38404 C4;L
Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	66		DIN EN 27888;L
Chlorid	mg/l	2,6	1	DIN EN ISO 10304-1;L
Sulfat	mg/l	3,8	1	DIN EN ISO 10304-1;L
Arsen	µg/l	< 10	10	DIN EN ISO 11885;L
Blei	µg/l	< 10	10	DIN EN ISO 11885;L
Cadmium	µg/l	< 1	1	DIN EN ISO 11885;L
Chrom gesamt	µg/l	< 10	10	DIN EN ISO 11885;L
Kupfer	µg/l	< 10	10	DIN EN ISO 11885;L
Nickel	µg/l	< 10	10	DIN EN ISO 11885;L
Quecksilber	µg/l	< 0,2	0,2	DIN EN 1483;L
Zink	µg/l	< 10	10	DIN EN ISO 11885;L
Hinweise zur Probenvorbereitung				
Säureaufschluss		+		DIN EN 13346 (S7a);L
Elution nach DEV S4		+		DIN 38414-4 (S4);L

n.b. = nicht bestimmbar n.a. = nicht analysiert ° = nicht akkreditiert FV = Fremdvergabe UA=Unterauftragvergabe AG=Auftraggeberdaten += durchgeführt
Standortkennung (Der Norm nachgestellte Buchstabenkombination): H=Hannover, KI=Kiel, L=Lünen, HE=Heide

Seite 3 von 4 zum Prüfbericht Nr. 17-29739/1

20170626-13623050

Probe-Nr.: 17-29739-002
Prüfgegenstand: Boden
Auftraggeber / KD-Nr.: GGU Gesellschaft für Umwelttechnik mbH, Am Hafen 22, 38112 Braunschweig / 51932
Projektbezeichnung: 10018
Probeneingang am / durch: 16.06.2017 / Paketdienst
Prüfzeitraum: 16.06.2017 - 24.06.2017

Parameter	Probenbezeichnung		MP 2 Schluff	Bestimmungsgrenze	Methode
	Probe-Nr.	Einheit			
			17-29739-002		
Analyse der Originalprobe					
spezifische Bodenart (LAGA)			Lehm/Schluff		DIN 19682-2;L
Färbung			braun		-;L
Geruch			ohne		-;L
Aussehen			lehmig		-;L
Trockenrückstand 105°C	% OS		81,7	0,1	DIN EN 12880 (S2a);L
Analyse bez. auf den Trockenrückstand 105°C					
Arsen	mg/kg TS		15	1	DIN EN ISO 11885;L
Blei	mg/kg TS		24	1	DIN EN ISO 11885;L
Cadmium	mg/kg TS		0,16	0,1	DIN EN ISO 11885;L
Chrom gesamt	mg/kg TS		39	1	DIN EN ISO 11885;L
Kupfer	mg/kg TS		23	1	DIN EN ISO 11885;L
Nickel	mg/kg TS		23	1	DIN EN ISO 11885;L
Quecksilber	mg/kg TS		0,15	0,1	DIN EN 1483;L
Zink	mg/kg TS		92	10	DIN EN ISO 11885;L
EOX	mg/kg TS		< 1	1	DIN 38414 S17;L
KW-Index, mobil	mg/kg TS		< 50	50	LAGA KW04;L
Kohlenwasserstoffindex	mg/kg TS		< 50	50	LAGA KW04;L
Kohlenstoff org. (TOC), wf	% TS		1,2	0,1	DIN ISO 10694;L
PAK					
Naphthalin	mg/kg TS		< 0,05	0,05	LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L
Acenaphthylen	mg/kg TS		< 0,5	0,5	LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L
Acenaphthen	mg/kg TS		< 0,05	0,05	LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L
Fluoren	mg/kg TS		< 0,05	0,05	LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L
Phenanthren	mg/kg TS		< 0,05	0,05	LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L
Anthracen	mg/kg TS		< 0,05	0,05	LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L
Fluoranthren	mg/kg TS		< 0,05	0,05	LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L
Pyren	mg/kg TS		< 0,05	0,05	LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L
Benzo[a]anthracen	mg/kg TS		< 0,05	0,05	LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L
Chrysen	mg/kg TS		< 0,05	0,05	LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L
Benzo[b]fluoranthen*	mg/kg TS		< 0,05	0,05	LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L
Benzo[k]fluoranthen*	mg/kg TS		< 0,05	0,05	LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L
Benzo[a]pyren	mg/kg TS		< 0,05	0,05	LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L
Dibenz[ah]anthracen	mg/kg TS		< 0,05	0,05	LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L
Benzo[ghi]perylen*	mg/kg TS		< 0,05	0,05	LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L
Indeno[1,2,3-cd]pyren*	mg/kg TS		< 0,05	0,05	LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L
Summe best. PAK (EPA)	mg/kg TS		0,00		LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L

Parameter	Probenbezeichnung Probe-Nr. Einheit	MP 2 Schluff		Bestimmungsgrenze	Methode
		17-29739-002			
*best. PAK nach TVO	mg/kg TS	0,00			LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L
Analyse aus dem Eluat					
pH-Wert		8,2		1	DIN EN ISO 10523;L
Temperatur (pH-Wert)	°C	23			DIN 38404 C4;L
Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	71			DIN EN 27888;L
Chlorid	mg/l	< 1		1	DIN EN ISO 10304-1;L
Sulfat	mg/l	3,8		1	DIN EN ISO 10304-1;L
Arsen	µg/l	< 10		10	DIN EN ISO 11885;L
Blei	µg/l	< 10		10	DIN EN ISO 11885;L
Cadmium	µg/l	< 1		1	DIN EN ISO 11885;L
Chrom gesamt	µg/l	< 10		10	DIN EN ISO 11885;L
Kupfer	µg/l	< 10		10	DIN EN ISO 11885;L
Nickel	µg/l	< 10		10	DIN EN ISO 11885;L
Quecksilber	µg/l	< 0,2		0,2	DIN EN 1483;L
Zink	µg/l	13		10	DIN EN ISO 11885;L
Hinweise zur Probenvorbereitung					
Säureaufschluss		+			DIN EN 13346 (S7a);L
Elution nach DEV S4		+			DIN 38414-4 (S4);L

n.b. = nicht bestimmbar n.a. = nicht analysiert ° = nicht akkreditiert FV = Fremdvergabe UA=Unterauftragvergabe AG=Auftraggeberdaten += durchgeführt
 Standortkennung (Der Norm nachgestellte Buchstabenkombination): H=Hannover, KI=Kiel, L=Lüden, HE=Heide

i.A. A.Schwader

26.06.2017

i.A. M.Sc. Anna-Lena Schrader (Kundenbetreuer)

Zusammenstellung der chemischen Analysen
LAGA TR Boden

Parameter	Maßeinheit	Zuordnungswerte nach LAGA TR Boden							MP 1 (Sand)	MP 2 (Schluff)	
		Z 0 Sand	Z 0 Lehm/ Schluff	Z 0 Ton	Z 0*	Z 1		Z 2			
						Z 1.1	Z 1.2				
Feststoff	TOC	Gew-% TM	0,5	0,5	0,5	0,5	1,5		5	0,4	1.1
	EOX	mg/kg	1	1	1	1	3		10	< 1,0	< 1,0
	Kohlenwasserstoffe	mg/kg	100	100	100	400	600		2.000	< 50	< 50
	mobiler Anteil bis C22	mg/kg	100	100	100	200	300		1.000	< 50	< 50
	Summe BTEX	mg/kg	1	1	1	1	1	1	1	-	-
	Summe LCKW	mg/kg	1	1	1	1	1	1	1	-	-
	Summe PCB	mg/kg	0,05	0,05	0,05	0,1	0,1	0,15	0,5	-	-
	Summe PAK	mg/kg	3	3	3	3	3 (9) ³⁾		30	0,00	0,00
	Benzo(a)pyren	mg/kg	0,3	0,3	0,3	0,6	0,9		3	< 0,05	< 0,05
	Arsen	mg/kg	10	15	20	15	45		150	8,6	15
	Blei	mg/kg	40	70	100	140	210		700	11,0	24
	Cadmium	mg/kg	0,4	1	1,5	1	3		10	0,26	0,16
	Chrom ges.	mg/kg	30	60	100	120	180		600	8,5	39
	Kupfer	mg/kg	20	40	60	80	120		400	6,5	23
	Nickel	mg/kg	15	50	70	100	150		500	7,1	23
	Quecksilber	mg/kg	0,1	0,5	1,0	1,0	1,5		5	0,14	0,15
	Thallium	mg/kg	0,4	0,7	1,0	0,7	2,1		7	-	-
	Zink	mg/kg	60	150	200	300	450		1.500	91	92
	Cyanid, gesamt	mg/kg	-	-	-	-	3		10	-	-
Eluat	pH-Wert (Elu.)		6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12	9,2	8,2	
	elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	250	250	250	250	250	1.500	2.000	66	71
	Chlorid	in mg/l	30	30	30	30	30	50	100	2,6	< 1,0
	Sulfat	in mg/l	20	20	20	20	20	50	200	3,8	3,8
	Cyanide	in µg/l	5	5	5	5	5	10	20	-	-
	Phenolindex	in µg/l	20	20	20	20	20	40	100	-	-
	Arsen	in µg/l	14	14	14	14	14	20	60	< 10	< 10
	Blei	in µg/l	40	40	40	40	40	80	200	< 10	< 10
	Cadmium	in µg/l	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	3	6	< 1,0	< 1,0
	Chrom ges.	in µg/l	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	25	60	< 10	< 10
	Kupfer	in µg/l	20	20	20	20	20	60	100	< 10	< 10
	Nickel	in µg/l	15	15	15	15	15	20	70	< 10	< 10
	Quecksilber	in µg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,5	1	2	< 0,2	< 0,2
Zink	in µg/l	150	150	150	150	150	200	600	< 10	13	
Einbauklasse nach LAGA									Z 1.1	Z 1.1	

³⁾ Bodenmaterial mit Zuordnungswerten > 3 mg/kg und ≤ 9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden