

Oktober 2018

Auftragsnummer (AG):

Projektnummer (AN): G-10660

Verbesserung des Hochwasserschutzes Frankfurt (Oder)
auf ein HW 200
– Abschnitt Uferpromenade – Los 2, LP 1 und 2
Grundwassermodellierung und Baugrundvoruntersuchung

Geotechnischer Bericht
zur Baugrundvoruntersuchung

Auftraggeber: iKD Ingenieur Consult GmbH
Zur Wetterwarte 50, 01109 Dresden

Auftragnehmer:



An der Pikardie 8, 01277 Dresden

☎ 0351 / 21 683 – 30

Projektleiter: Dr. R. Lewis

Bearbeiter: Geol.-Tech. T. Müller

Handwritten signature in blue ink
.....
Handwritten signature in blue ink
.....

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-----|---|----|
| 1. | Veranlassung und Aufgabenstellung | 2 |
| 2. | Unterlagen..... | 3 |
| 3. | Örtliche Verhältnisse | 3 |
| 3.1 | Lage und Topographie | 3 |
| 3.2 | Geologie und Hydrogeologie | 3 |
| 4. | Untersuchungsprogramm | 4 |
| 4.1 | Geotechnische Aufschlüsse und Probenahme | 4 |
| 4.2 | Laboruntersuchungen | 5 |
| 5. | Untersuchungsergebnisse..... | 6 |
| 5.1 | Allgemeiner Schichtenaufbau | 6 |
| 5.2 | Felduntersuchungen..... | 8 |
| 5.3 | Bodenmechanische Laboruntersuchungen | 9 |
| 5.4 | Chemische Laboruntersuchungen..... | 12 |
| 5.5 | Bodenklassifikation und Homogenbereiche..... | 12 |
| 5.6 | Bodenkennwerte für statische Berechnungen | 15 |
| 6. | Baugrundbeschreibung / Baugrundmodell..... | 16 |
| 6.1 | Baugrundverhältnisse..... | 16 |
| 6.2 | Grundwasserverhältnisse | 17 |
| 7. | Hinweise und Empfehlungen | 18 |
| 7.1 | Allgemeines und Geotechnische Kategorie | 18 |
| 7.2 | Massivbauwerke..... | 19 |
| 7.3 | Wasserhaltung | 21 |
| 7.4 | Wiederverwendung Bauaushub..... | 21 |
| 7.5 | Empfehlungen für die Baugrundhauptuntersuchung (BHU)..... | 21 |
| 8. | Schlussbemerkungen..... | 22 |
| | Abkürzungsverzeichnis | 22 |
| | Anlagenverzeichnis..... | 23 |
| | Tabellenverzeichnis | 23 |
| | Abbildungsverzeichnis | 23 |
| | Verzeichnis der Normen, Regelwerke und Empfehlungen | 24 |

1. Veranlassung und Aufgabenstellung

Die Deich- und Uferanlagen von Frankfurt (Oder) wurden zuletzt in der Folge des Sommerhochwassers von 1997 saniert und erhöht. Die Ufermauer wurde als Stahlspundwand mit aufgesetztem Stahlbetonholm hergestellt. In 2 Bereichen wird sie durch Freitreppen (Treppe am Holzmarkt, Römertreppe) unterbrochen. Fehlhöhen in diesen Bereichen sowie der insgesamt tieferliegenden Abschnitt Holzmarkt wurden 2004 durch ein mobiles System ergänzt. Das maßgebliche Bemessungshochwasser ist ein 200-jährliches Hochwasser.

Da das mobile System nicht für Eisdruck bemessen ist, kommt es bei Winterhochwasser nicht zum Einsatz. Im Winter besteht somit bei entsprechend hohen Wasserständen nach wie vor eine Hochwassergefahr für innerstädtische Bereiche und das Klingetal.

Aus diesem Grund wurde im Januar 2018 eine Machbarkeitsstudie zur Sicherung des Hochwasserschutzes an Holzmarkt und Römertreppe erstellt. Dabei wurde u.a. die Rückverlegung der Hochwasserschutzanlage geprüft.

Im Ergebnis der Machbarkeitsstudie wurde unter mehreren betrachteten Varianten eine Vorzugslösung herausgearbeitet, welche im Rahmen der derzeit in Bearbeitung befindlichen Grundlagenermittlung und Vorplanung (Leistungsphasen 1 und 2 nach HOAI 2013) weiter konkretisiert wird. Die Vorzugslösung geht von einer zurückversetzten Hochwasserschutzanlage (HWSA) mit einzelnen Objektschutzmaßnahmen aus. Infolgedessen findet bei Hochwasser weiterhin eine Überflutung der Uferpromenade statt.

Für die weiteren Planungen waren Aussagen zum Baugrund im Rahmen einer Baugrundvoruntersuchung erforderlich. Ziel der Baugrundvoruntersuchung (BVU) sollte sein, die im Rahmen der Vorplanung benötigten geologischen, hydrogeologischen und geotechnischen Grundlagen für das Untersuchungsgebiet zu ermitteln. Im Ergebnis der BVU sollten geotechnische Empfehlungen für die Gründung der Anlagen im Rahmen der Vorplanung gegeben sowie eine erweiterte Datenbasis für das 3D Grundwassermodell geschaffen werden.

Hierbei sollten sich die Untersuchungen auf den Abschnitt südlich der Stadtbrücke und insbesondere auf die Standorte der geplanten Stemmtore und der vorhandenen Uferwand konzentrieren. Für den Abschnitt nördlich der Stadtbrücke liegen bereits Untersuchungen zum Baugrund aus den Jahren 1997/98, /U 3/ und /U 4/ vor, deren Ergebnisse in die Bewertung der geplanten HWS-Maßnahmen des Gesamtgebietes mit einfließen sollten.

Gemäß DIN 4020 sind die geplanten Maßnahmen vorläufig in die Geotechnische Kategorie 2 einzuordnen. Die Erkundungs-, Versuchs- und Analyseergebnisse sollten in einem geotechnischen Bericht gemäß DIN 4020 und DIN EN 1997-2 zusammengefasst werden. Weiterhin sollte eine vorläufige Einstufung der angetroffenen Böden in Homogenbereiche gemäß DIN 18300 erfolgen.

Darüber hinaus waren im Rahmen der Baugrundvoruntersuchung mögliche Auswirkungen von häufigeren Überflutungen für den Überflutungsbereich der Uferpromenade (Bereich zwischen Uferlinie und zurückgesetzter HWS-Anlage) insbesondere hinsichtlich möglicher Hohlraumverdachtsflächen aus geotechnischer Sicht zu bewerten und ggf. Empfehlungen für vertiefende Untersuchungen vorzuschlagen.

Die Planungsgesellschaft Scholz + Lewis mbH wurde mit der Ausführung der Baugrundvoruntersuchung von der Ingenieur-Consult GmbH beauftragt.

2. Unterlagen

- /U 1/ VERTRAG ÜBER DIE AUSFÜHRUNG VON INGENIEURLEISTUNGEN:
Verbesserung HWS Frankfurt (Oder) auf HW 200, Grundwassermodellierung und
Baugrundvoruntersuchung, Ingenieur-Consult GmbH / Planungsgesellschaft
Scholz+Lewis mbH, 24.07./30.07.2018
- /U 2/ iKD Ingenieur-Consult GmbH:
Machbarkeitsstudie Verbesserung HWS Frankfurt (Oder) auf HW 200, 15.01.2018
und Angaben aus der Vorplanung vom 30.08.2018
- /U 3/ Ingenieurbüro Köbsch:
Geotechnischer Bericht Ufermauer in Frankfurt (Oder) im Bereich Stadtbrücke bis
Hafen – Hohlraumerkundung-, 08.10.1998
- /U 4/ Ingenieurbüro Köbsch:
Baugrundgutachten zur Instandsetzung der Ufermauer in Frankfurt (Oder),
15.10.1997
- /U 5/ LBGR:
Schichtenverzeichnisse Altbohrungen Modellgebiet
- /U 6/ Geologische Karte:
Blatt Frankfurt (Oder), Blatt-Nr.: 3653, Maßstab 1:25.000, LBGR
- /U 7/ Hydrogeologische Karte:
Blatt Frankfurt (Oder) Nr. L3752, Maßstab 1:25.000, LBGR 2009
- /U 8/ Lithofazieskarte Quartär:
Blatt Gorgast / Frankfurt / Oder, Nr. 1970 / 2070, Maßstab 1:50.000, Berlin 1986

3. Örtliche Verhältnisse

3.1 Lage und Topographie

Das Bearbeitungsgebiet befindet sich im Zentrum der Stadt Frankfurt (Oder). Die für die Baugrundvoruntersuchung relevanten Abschnitte der geplanten Hochwasserschutzmaßnahmen erstrecken sich nördlich und südlich der Stadtbrücke entlang der Uferpromenade in etwa von Fluss-km 583,50 bis Fluss-km 584,40. Der Untersuchungsbereich ist durch Bebauung mit zwischengelagerten Grünflächen geprägt.

3.2 Geologie und Hydrogeologie

Gemäß den ausgewerteten Kartenwerken (/U 6/ bis /U 8/) sowie der Baugrunduntersuchungen aus den Jahren 1997/1998 (/U 3/ und /U 4/) und den Daten der Altbohrungen aus /U 5/ liegt der Untersuchungsabschnitt innerhalb der Aue der Oder. Oberflächennah stehen aufgefüllte Böden an, welche zu einem großen Teil aus Bauschutt bestehen. In den Aufschlüssen der Baugrunduntersuchung nördlich der Stadtbrücke aus dem Jahr 1997, /U 4/, wurden die aufgefüllten Böden mit einer Mächtigkeit zwischen 7 m und 10 m erbohrt. Hier sind innerhalb der Auffüllungen nicht selten Hohlräume angetroffen worden, welche wahrscheinlich auf Auskolkungserscheinungen zurückzuführen sind. In dem Aufschluss Ig 56/66 aus /U 5/, Höhe Fluss-km 583,7 - Kreuzung Faberstraße / Bischofstraße, wurden die aufgefüllten Böden

mit einer Mächtigkeit von 2,80 m unter GOK nachgewiesen. Südlich des Untersuchungsgebietes weisen Altbohrungen aus /U 5/ bei Fluss-km 583,4 eine Mächtigkeit der aufgefüllten Bodenschichten zwischen 1 m und 2,50 m auf.

Die aufgefüllten Böden werden teilweise von Auelehm bzw. von Sanden unterlagert. Vereinzelt sind in den Altbohrungen aus /U 5/ auch Torfe angetroffen worden. In den Aufschlüssen aus /U 4/ sind nördlich der Stadtbrücke im Liegenden der aufgefüllten Böden Beckenschluffe erbohrt worden, welche von glazifluvialen Sanden unterlagert werden.

Eine Grundwasserführung ist in den grob- und gemischtkörnigen aufgefüllten Böden sowie den quartären Sanden zu erwarten. Die Grundwasserstände werden stark vom nahen Vorfluter, der Oder, beeinflusst.

4. Untersuchungsprogramm

4.1 Geotechnische Aufschlüsse und Probenahme

Zur Erkundung der Schichtenverhältnisse für die geplanten Hochwasserschutzmaßnahmen und die geplante Grundwassermodellierung im Bereich der Uferpromenade südlich der Stadtbrücke wurden insgesamt 7 Rammkernsondierungen (RKS) und 5 schwere Rammsondierungen (DPH) abgeteuft.

Zur Bewertung der Schichtenverhältnisse im Bereich der geplanten Hochwasserschutzmaßnahmen nördlich der Stadtbrücke sind die Ergebnisse der Baugrunduntersuchungen aus den Jahren 1997 /U 4/ und 1998 /U 3/ herangezogen worden.

Die Lage der ausgeführten Aufschlüsse können den Lageplänen der Anlage 1 entnommen werden.

Die nachfolgende Tabelle 4-1 enthält eine Aufstellung der geotechnischen Aufschlüsse mit Angaben zur Lage sowie den ausgeführten Erkundungstiefen.

Tabelle 4-1 Übersicht der geotechnischen Aufschlüsse

| Aufschluss | Ansatzhöhe m NHN | Lage Fluss-km | Lagekoordinaten RD 83 | | Endteufe (m u. GOK) | Bemerkungen |
|---|---------------------|--------------------|-----------------------|---------------|---------------------------|---|
| | | | Rechts- wert | Hoch- wert | | |
| <i>Aufschlüsse nördlich Stadtbrücke aus /U 3/ und /U 4/</i> | | | | | | |
| B 5 | 23,07 | 584,31 | k.A. | k.A. | 16,00 | Erkundung /U 4/ |
| B 13 | 23,35 | 584,31 | k.A. | k.A. | 16,00 | Erkundung /U 4/ |
| DPH 11 – DPH 33 | 22,98 – 23,12 | 584,32 – 584,35 | k.A. | k.A. | 3,00– 7,00 | Hohlraumverdachtsflächen III und IV aus /U 3/ |
| B 6, B 6a | 23,12 | 584,36 | k.A. | k.A. | 16,00 | Erkundung /U 4/ |
| DPH 34 – DPH 43 | 22,95 – 23,02 | 584,38 – 584,4 | k.A. | k.A. | 1,00– 10,00 | Hohlraumverdachtsfläche V aus /U 3/ |
| B 7 | 23,02 | 584,4 | k.A. | k.A. | 16,00 | Erkundung /U 4/ |

| Aufschluss | Ansatzhöhe m NHN | Lage Fluss-km | Lagekoordinaten RD 83 | | Endteufe (m u. GOK) | Bemerkungen |
|---|---------------------|------------------|-----------------------|---------------|---------------------------|--|
| | | | Rechts- wert | Hoch- wert | | |
| <i>Aufschlüsse südlich Stadtbrücke, Planungsgesellschaft Scholz+Lewis mbH, 2018</i> | | | | | | |
| RKS 1 | 23,01 | 583,55 | 469888 | 5799272 | 8,00 | - |
| DPH 1 | 23,01 | 583,55 | 469888 | 5799273 | 8,00 | - |
| RKS 2 | 24,08 | 583,67 | 469873 | 5799377 | 8,00 | - |
| DPH 2-A | 24,08 | 583,67 | 469873 | 5799375 | 0,80 | Sondierhindernis, umgesetzt auf DPH 1b |
| DPH 2-B | 24,08 | 583,67 | 469873 | 5799375 | 8,80 | kein Sondierfortschritt, umgesetzt auf DPH 2-B |
| RKS 3 | 24,07 | 583,71 | 469855 | 5799413 | 4,80 | kein Bohrfortschritt |
| DPH 3 | 24,07 | 583,71 | 469854 | 5799414 | 4,70 | kein Sondierfortschritt |
| RKS 4 | 23,79 | 583,77 | 469844 | 5799464 | 3,20 | kein Bohrfortschritt |
| DPH 4 | 23,79 | 583,77 | 469845 | 5799462 | 3,90 | kein Sondierfortschritt |
| RKS 5 | 24,09 | 583,85 | 469822 | 5799548 | 8,00 | - |
| RKS 6 | 24,70 | 584,02 | 469723 | 5799686 | 5,00 | kein Bohrfortschritt |
| DPH 6 | 24,70 | 584,02 | 469723 | 5799687 | 8,00 | - |
| RKS 7a | 23,94 | 584,05 | 469698 | 5799722 | 0,30 | kein Bohrfortschritt |
| RKS 7b | 22,75 | 584,10 | 469673 | 5799763 | 2,50 | kein Bohrfortschritt |
| DPH 7 | 23,94 | 584,05 | 469698 | 5799722 | 0,50 | kein Sondierfortschritt |

k. A. – keine Angaben

Die geotechnischen Aufschlüsse südlich der Stadtbrücke wurden von der Planungsgesellschaft Scholz+Lewis mbH in dem Zeitraum vom 30./31.08.2018 ausgeführt. Alle Aufschlüsse sind nach Lage und Höhe eingemessen worden. Die Bohrprofile der Rammkernsondierungen sind in der Anlage 2.1 aufgeführt. Die Rammdiagramme der DPH sind in der Anlage 2.2 dargestellt.

Die Profile der relevanten Bohrungen für die geplanten Hochwasserschutzmaßnahmen nördlich der Stadtbrücke sind in Anlage 2.3 und Anlage 2.4 zusammengestellt.

4.2 Laboruntersuchungen

In dem Erkundungszeitraum 08/2018 wurden insgesamt 33 gestörte Bodenproben entnommen.

Bodenmechanische Laboruntersuchungen

An repräsentativen Bodenproben sind bodenmechanische Untersuchungen ausgeführt worden. Es wurde folgendes bodenmechanisches Untersuchungsprogramm realisiert:

- 2 x Kornverteilung, 2 x Zustandsgrenzen, 4 x Glühverlust und 4 x Wassergehalt.

Die Protokolle der bodenmechanischen Laborversuche sind in der Anlage 3 enthalten. Die Durchführung der bodenmechanischen Versuche erfolgte im geotechnischen Labor der Planungsgesellschaft Scholz+Lewis mbH.

Chemische Laboruntersuchungen

Für eine Einschätzung der Wiederverwendbarkeit potenzieller Aushubschichten sind die angetroffenen aufgefüllten grob- und gemischtkörnigen Bodenschichten hinsichtlich ihrer Schadstoffbelastung nach TR LAGA untersucht worden. Gemäß den vertraglichen Vorgaben wurden ausgewählte Einzelproben zu einer homogenisierten Mischprobe vereinigt. Die Ergebnisse der bodenchemischen Untersuchungen nach TR LAGA sind in der Anlage 4.1 enthalten.

5. Untersuchungsergebnisse

5.1 Allgemeiner Schichtenaufbau

Anhand der Bohrprofile in der Anlage 2.1, Anlage 2.3 und Anlage 2.4 können die angetroffenen Böden einem allgemeinen Schichtenmodell zugeordnet werden. Aufgrund des punktförmigen Charakters der Aufschlüsse sind lokal auch Abweichungen möglich.

Tabelle 5-1 Allgemeiner Schichtenaufbau

| Schicht | Bezeichnung | Bezeichnung DIN 4023 | Boden- gruppe DIN 18196 | Mäch- tigkeit [m] | Bemerkungen |
|--|---|---------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|--|
| S 1: Auffüllungen | | | | | |
| S 1.1 | Auffüllung, bindig bzw. gemischt- körnig mit plastischen Eigenschaften | A U, ± s, ± g (o') | [SU*, UL, UM] | bis 0,50 | umgelagerte Auesedimente, Keramik- und Ziegelbruch, Be- ton, mineralische Fremd- bestandteile meist > 10% Konsistenz weich-steif |
| S 1.2 | Auffüllung, gemischt- körnig, ohne bindige Eigenschaften | A, S-G, ± u, (± x) | [SU, SU*, GU] | bis 3,90 /> 5 | umgelagerte Sande/ Kiese, Ke- ramik- und Ziegelbruch, Beton, mineralischen Fremdbestandtei- le ca. 10%, Lagerung sehr lo- cker-locker, z.T. mitteldicht- dicht, nach /U 4/ meist locker, gemäß /U 3/ sehr locker bis locker, häufig Hohlräume |
| S 1.3 | Auffüllung, grobkörnig | A, S-G, (± x) | [SW, SE, GE, GI, GW] | in /U 4/ bis 10,5 m | |
| S 2: feinkörnige Böden (> 40 % Massenanteil < 0,06 mm) | | | | | |
| S 2.1 | leicht plastischer Schluff / Ton | - | TL/ UL | - | nicht erbohrt |
| S 2.2 | mittel plastischer Schluff / Ton | T - U, ± s, (± o) | UM, TM | > 1,60 in /U 4/ bis 10 m | Bänderschluff, in RKS 2, RKS 3 und RKS 5, Konsistenz weich- steif, z.T. breiig, in /U 4/ als Be- ckenschluff / Geschiebemergel Konsistenz hier steif - halbfest |
| S 2.3 | ausgeprägt plastischer Schluff / Ton | T - U, ± s, ± o | UA, TA, UA-OT, TA-OT | in /U 4/ > 6 m | in /U 4/ als Beckenton, Kohlean- teile, Wechsellagerung mit S5.1, Konsistenz steif - halbfest |
| S 3: gemischtkörnige Böden (0-40 % Massenanteil < 0,06 mm) | | | | | |
| S 3.1 | Sand, mit plastischen Eigenschaften | U, ± s, (± o) / S, ± u | - | in /U 4/ bis 4,50 m | in /U 4/ als Auelehm bzw. Be- ckenschluff angetroffen |
| S 3.2 | Sande, Kiese ohne plastische Eigenschaften | S, ± u, (± g) | SU, SU- SU* | > 4,0 in /U 4/ > 7 m | nur in RKS 2, RKS 3 und RKS 5 Lagerung locker bis mitteldicht, in /U 4/ mitteldicht bis dicht |

| Schicht | Bezeichnung | Bezeichnung DIN 4023 | Boden- gruppe DIN 18196 | Mäch- tigkeit [m] | Bemerkungen |
|---|-----------------------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------|---|
| S 4: grobkörnige Böden (0-5 % Massenanteil < 0,06 mm) | | | | | |
| S 4.1 | Sande | - | - | - | in /U 4/ nur nördlich der geplanten HWS-Maßnahmen |
| S 4.2 | Kiese | - | - | - | in /U 4/ nur nördlich der geplanten HWS-Maßnahmen |
| S 5: organische bzw. organogene Böden | | | | | |
| S 5.1 | Schluff / Ton, organisch | T - U, ± s, ± o | OT | in /U 4/ > 7 m | in /U 4/ im Liegenden der Auffüllung als Beckenschluff bzw. Beckenton angetroffen, häufig Kohleanteile - Wechsellagerung mit Schicht S 2.3 Konsistenz steif - halbfest |
| S 5.1 | Torf | H, u, s' | HN-HZ | > 0,60 | nur in RKS 3 erbohrt, in /U 4/ nicht angetroffen |
| S 5.2 | Kohle | - | - | - | in /U 4/ nur nördlich der geplanten HWS-Maßnahmen |

Die Angaben zu den Lagerungsdichten der grob- und gemischtkörnigen Böden sind aus den Schlagzahlen der DPH (Anlage 2.2) sowie der Bohrbarkeit abgeleitet worden. Bei den Angaben zur Lagerungsdichte wurden die Ergebnisse aus /U 4/ berücksichtigt.

Tabelle 5-2 Schichtzuordnung Erkundungsergebnisse aus /U 4/

| Schicht | Bezeichnung | Schichtbezeichnung in /U 4/ |
|--|--|---|
| S 1: Auffüllungen | | |
| S 1.1 | Auffüllung feinkörnig und gemischtkörnig mit plastischen Eigenschaften | Auffüllung, bindig |
| S 1.2 | Auffüllung, gemischtkörnig, ohne plastische Eigenschaften | Auffüllung schwach und nicht bindig |
| S 1.3 | Auffüllung, grobkörnig | |
| S 2: feinkörnige Böden (> 40 % Massenanteil < 0,06 mm) | | |
| S 2.1 | leicht plastischer Schluff / Ton | Schluff organisch, Auelehm, Beckenschluff |
| S 2.2 | mittel plastischer Schluff / Ton | Ton / Schluff, feinsandig, Beckenschluff, Geschiebemergel |
| S 2.3 | ausgeprägt plastischer Schluff / Ton | Ton und Schluff, feinsandig, kohlig, Beckenton |
| S 3: gemischtkörnige Böden (5-40 % Massenanteil < 0,06 mm) | | |
| S 3.1 | Auesand mit plastischen Eigenschaften | Schluff organisch, Auesand |
| S 3.2 | Auesande/ Flusskiese) ohne plastische Eigenschaften | Feinsand, schluffig, Beckensand / Schmelzwassersand |
| S 4: grobkörnige Böden (< 5 % Massenanteil < 0,06 mm) | | |
| S 4.1 | Sande | Schmelzwassersand |
| S 4.2 | Kiese | Schmelzwassersand |
| S 5: organische Böden | | |
| S 5.1 | Schluff / Ton, organisch | Ton und Schluff, feinsandig, kohlig, Beckenton |
| S 5.2 | Torf | - |
| S 5.3 | Braunkohle | Kohle |

Die verwendete Schichtbezeichnung weicht von dem in /U 4/ angegebenen Schichtensystem teilweise ab. Zum Vergleich ist in der Tabelle 5-2 eine Zuordnung der Schichten aus /U 4/ angegeben worden. In /U 3/ ist keine Schichtzuordnung erfolgt.

5.2 Felduntersuchungen

Rammsondierungen

Die Auswertung der Schweren Rammsondierungen (DPH) erfolgte unter Einbeziehung der Ergebnisse der Schlüsselbohrungen.

Tabelle 5-3: Zusammenhang von Lagerungsdichte und Schlagzahl N_{10} bei DPH

| Schicht | DIN 18196 | DPH | Tiefe (m) | Schlagzahl N_{10H} | Schlagzahl $\varnothing N_{10H}$ | Lagerungsdichte* |
|-----------------|-----------|---------|-------------|----------------------|----------------------------------|--|
| S 1.2 / S1.3 | [SU, SW] | DPH 1 | 4,50 – 8,00 | (2) - 12 | 6,88 | $I_D =$ nicht auswertbar – 0,45, slo - d , $\varnothing I_D = 0,32$ lo |
| | | DPH 2 B | 0,20 – 0,60 | (2) – 4 | (2,75) | $I_D =$ nicht auswertbar – 0,19, slo - lo |
| | | | 3,00 – 5,30 | (0) – 5 | (1,43) | $I_D =$ nicht auswertbar – 0,24, slo - lo |
| | | DPH 3 | 0,20 – 1,40 | (0) – 3 | (1,42) | $I_D =$ nicht auswertbar – 0,12, slo |
| | | DPH 4 | 0,20 – 2,20 | (0) – 8 | (2,15) | $I_D =$ nicht auswertbar – 0,36, slo - md |
| | | DPH 6 | 0,50 – 2,60 | (1) – 30 | 8,38 | $I_D =$ nicht auswertbar – 0,67, slo - d, $\varnothing I_D = 0,37$, md |
| S 1.3 | [SE] | DPH 1 | 0,30 - 0,60 | 5 – 11 | 7,3 | $I_D = 0,40 – 0,55$, md, $\varnothing I_D = 0,48$, md |
| | | | 4,00 – 4,50 | (1) – 4 | (2,4) | $I_D =$ nicht auswertbar – 0,36, slo - md |
| | | DPH 6 | 0,15 – 0,50 | (1) – (2) | (1,5) | $I_D =$ nicht auswertbar, slo |
| | [GI] | DPH 1 | 0,60 – 3,90 | (1) – 14 | 5,9 | $I_D =$ nicht auswertbar – 0,49, slo – md, $\varnothing I_D = 0,29$, lo |
| | | DPH 2 B | 0,60 – 2,50 | (1) – 11 | 5,2 | $I_D =$ nicht auswertbar – 0,43, slo – md, $\varnothing I_D = 0,25$, lo |
| | | DPH 3 | 1,40 – 2,10 | (1) – 3 | (2,4) | $I_D =$ nicht auswertbar – 0,12, slo |
| | | DPH 4 | 2,70 – 3,20 | 6 – 45 | 15,8 | $I_D = 0,29 – 0,77$, lo – d, $\varnothing I_D = 0,52$, md |
| | | DPH 6 | 2,60 – 5,00 | 3 – 51 | 20,2 | $I_D = 0,12 – 0,77$, slo – d, $\varnothing I_D = 0,58$, md |
| S 3.2 | SU | DPH 2 B | 5,80 – 6,40 | 3 – 6 | 4 | $I_D = 0,12– 0,29$, slo – lo, $\varnothing I_D = 0,19$ lo |
| | | DPH 3 | 2,60 – 3,50 | 5 – 28 | 9,4 | $I_D = 0,24– 0,66$, lo – md, $\varnothing I_D = 0,40$ md |

* slo – sehr locker, lo – locker, md – mitteldicht, d - dicht

Die Angaben zur Lagerungsdichte für die Sande und Kiese wurden aus den Beispielen in Anhang G DIN EN 1997-2 (siehe /R 46/) abgeleitet:

- weitgestufte Sande und Kiese ($C_u \geq 6$) über Grundwasser – S 1.2, S 1.3, S 3.2

$$I_D = -0,14 + 0,550 \lg N_{10}$$

Aus den korrelativen Zusammenhängen ergeben sich in Abhängigkeit von den Schlagzahlen N_{10} folgende Lagerungsdichten gemäß Tabelle 5-3.

5.3 Bodenmechanische Laboruntersuchungen

Korngrößenverteilung und Abschätzung der Wasserdurchlässigkeit

In den Untersuchungen aus /U 4/ und 08/2018 sind insgesamt an 15 Bodenproben die Kornverteilung bestimmt worden. In den Untersuchungen aus /U 4/ waren die Ergebnisse von 2 untersuchten Bodenproben nicht zuordenbar. Die anhand der Kornverteilungen ermittelte Durchlässigkeit und Kenngrößen sind in der Tabelle 5-4 dargestellt.

Tabelle 5-4: Kenngrößen der Kornverteilungen

| Aufschluss | Probe | Schicht | DIN 18196 | C_u | d_{10} | d_{20} | k_f BEYER | k_f USBR |
|--|-------|------------------|--------------|------------------|----------|----------|-------------|------------|
| | | | | [-] | [mm] | [mm] | [m/s] | [m/s] |
| <i>Untersuchungsergebnisse nördlich Stadtbrücke aus /U 4/</i> | | | | | | | | |
| B 3 | - | S 2.3 / S 5.1 | UA-OT | 7,1 | 0,0017 | 0,0050 | - | 1,84E-08 |
| B 3 | - | S 3.2 | SU* | 10,6 | 0,0110 | 0,0220 | - | 5,54E-07 |
| B 4 | - | S 2.2 | TM | k. A. | k. A. | 0,0025 | - | 3,73E-09 |
| B 6 | - | S 3.2 | SU* | nicht auswertbar | | | | |
| B 7 | - | S 3.1 | SU* | 9,8 | 0,0013 | 0,0280 | - | 9,66E-07 |
| B 8 | - | S 2.2 / S 3.1 | k. A. | 9,5 | 0,0150 | 0,0250 | - | 7,44E-07 |
| B 9 | - | S 2.2 | k. A. | 4,7 | 0,0060 | 0,0120 | - | 1,38E-07 |
| B 13 | - | S 2.2 | k. A. | nicht auswertbar | | | | |
| <i>Untersuchungsergebnisse Planungsgesellschaft Scholz + Lewis mbH, 2018</i> | | | | | | | | |
| RKS 1 | P 3 | S 1.3 | [GI] | 62,6 | 0,2480 | 0,5429 | 3,69E-04 | - |
| RKS 2 | P 3 | S 1.3 | [GI] | 30,3 | 0,2130 | 0,3463 | 2,72E-04 | - |
| RKS 2 | P 4 | S 1.1 | [SU*] | 35,3 | 0,0030 | 0,0108 | - | 1,08E-07 |
| RKS 3 | P 5 | S 3.2 | SU | 4,2 | 0,1120 | 0,2103 | 1,13E-04 | - |
| RKS 5 | P 6 | S 3.2 | SU* | 8,1 | 0,0260 | 0,0804 | - | 1,09E-05 |

k. A. – keine Angaben

Nach DIN 18130 gelten anhand der Kornverteilung folgende Durchlässigkeitsbereiche:

- Schicht S 1.1 schwach durchlässig
- Schicht S 1.3 stark durchlässig
- Schicht S 2.2 schwach durchlässig bis sehr schwach durchlässig
- Schicht S 3.2 schwach durchlässig bis stark durchlässig

Konsistenzgrenzen bindiger Böden

Die nachfolgende Tabelle 5-5 enthält eine Übersicht der in den bindigen Böden bestimmten Zustandsgrenzen.

Tabelle 5-5 Konsistenzgrenzen bindiger Böden

| Aufschluss | Probe | Schicht | DIN 18196 | Überkornanteil | w | w _L | w _p | I _p | I _c | Konsistenz- |
|--|-------|---------------|-----------|----------------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------|
| | | | | | [%] | [%] | [%] | [%] | [%] | |
| <i>Untersuchungsergebnisse nördlich Stadtbrücke aus /U 4/</i> | | | | | | | | | | |
| B 1 | - | S 2.3 / S 5.1 | TA-OT | - | 31,1 | 73,8 | 31,4 | 42,4 | 1,01 | halbfest |
| B 2 | - | S 2.3 / S 5.1 | UA-OT | - | 37,1 | 54,4 | 36,3 | 18,1 | 0,96 | steif |
| B 4 | - | S 2.2 | TM | - | 18,4 | 46,0 | 16,9 | 29,1 | 0,95 | steif |
| B 5 | - | S 2.3 | TA | - | 37,2 | 87,0 | 29,8 | 57,2 | 0,87 | steif |
| B 6 | - | S 2.3 | UA | - | 23,7 | 53,7 | 34,9 | 18,8 | 1,60 | halbfest |
| B 8 | - | S 2.2 | UM-TM | - | 24,7 | 49,8 | 26,1 | 23,7 | 1,06 | halbfest |
| B 13 | - | S 2.2 | TM | - | 18,5 | 46,5 | 17,1 | 29,4 | 0,95 | steif |
| <i>Untersuchungsergebnisse Planungsgesellschaft Scholz+Lewis mbH, 2018</i> | | | | | | | | | | |
| RKS 2 | P 6 | S 2.2 | TM | - | 37,6 | 43,4 | 24,0 | 19,4 | 0,30 | breiig |
| RKS 3 | P 6 | S 2.2 | UM | - | 34,1 | 47,4 | 27,3 | 20,1 | 0,66 | weich |

Die untersuchten Böden der Schicht S 2.2 besitzen die Eigenschaften eines mittelplastischen Schluffes bzw. Tones (Bodengruppen TM bzw. UM nach /R 24/). Die Konsistenz ist mit weich bis breiig beziehungsweise mit steif bis halbfest in /U 4/ ermittelt worden.

Die Untersuchungsergebnisse wurden bei der Bodenansprache berücksichtigt.

Organischer Anteil (Glühverlust) und Wassergehalte

Im Rahmen dieser Baugrunduntersuchung wurde der organische Anteil als Glühverlust nach DIN 18128 bestimmt. Die Untersuchungsergebnisse sowie die Ergebnisse aus /U 4/ sind in Tabelle 5-6 aufgeführt.

Tabelle 5-6 Organischer Anteile und Wassergehalte

| Aufschluss | Probe | Schicht | DIN 18196 | V _{GI} [%] | W [%] |
|--|------------------|---------------|-----------|---------------------|-------|
| <i>Untersuchungsergebnisse nördlich Stadtbrücke aus /U 4/</i> | | | | | |
| B 1 | - | S 2.3 / S 5.1 | TA-OT | 17,33 | k. A. |
| B 2 | - | S 2.3 / S 5.1 | UA-OT | 12,96 | 37,1 |
| B 3 | - | S 2.3 / S 5.1 | UA-OT | 11,63 | k. A. |
| B 4 | - | S 2.2 | TM | 4,07 | 18,4 |
| B 8 | - | S 2.2 | UM-TM | 5,42 | k. A. |
| B 11 | - | S 3.1 | SU* | 1,60 | k. A. |
| B 14 | nicht zuordenbar | | | 5,54 | 28,2 |
| B 15 | nicht zuordenbar | | | 6,75 | k. A. |
| B 15 | nicht zuordenbar | | | 21,48 | k. A. |
| <i>Untersuchungsergebnisse Planungsgesellschaft Scholz+Lewis mbH, 2018</i> | | | | | |
| RKS 1 | P 3 | S 1.3 | [GI] | 1,69 | 6,07 |
| RKS 2 | P 6 | S 2.2 | UM | 6,46 | 30,22 |
| RKS 3 | P 6 | S 2.2 | UM | 6,17 | 34,10 |
| RKS 5 | P 4 | S 2.2 | UM | 4,70 | 30,75 |

Die untersuchten Bodenproben der Schicht S 1.3 und S 3.1 weisen sehr geringe organische Anteile auf. Die untersuchten Bodenproben der Schicht S 2.2 weisen geringe bis mittlere organische Anteile auf. Die untersuchten Bodenproben des Schichtenkomplexes S 2.3 / S 5.1 weisen mittlere organische Anteile auf.

Dichte und Korndichte

In den Altuntersuchungen von 1997 /U 4/ sind an 4 Bodenproben die Roh- und Trockendichten (ρ , ρ_d), die Korndichte (ρ_s) sowie der Porenanteil (n) und die Porenzahl (e) bestimmt worden. Die Ergebnisse wurden in der Tabelle 5-7 zusammengefasst.

Tabelle 5-7: Dichte, Korndichte und Porenanteil

| Aufschluss | Schicht | DIN 18196 | w (%) | ρ (g/cm ³) | ρ_d (g/cm ³) | ρ_s (g/cm ³) | n | e |
|------------|---------------|-----------|-------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------|-------|
| B 1 | S 2.3 / S 5.1 | TA-OT | 31,1 | 1,859 | 1,418 | 2,476 | 0,427 | 0,746 |
| B 2 | | UA-OT | 37,1 | 1,475 | 1,273 | 2,477 | 0,486 | 0,946 |
| B 4 | S 2.2 | TM | 18,4 | 2,109 | 1,781 | 2,628 | 0,322 | 0,476 |
| B 13 | | TM | 18,5 | 2,109 | 1,780 | 2,626 | 0,322 | 0,475 |

Die Ergebnisse der Dichtebestimmung sind bei der Festlegung der charakteristischen Bodenkennwerte berücksichtigt worden.

5.4 Chemische Laboruntersuchungen

Zur Bewertung der untersuchten Mischprobe der grob- und gemischtkörnigen Auffüllung, Schichten S 1.2 und S 1.3, wurden die Zuordnungswerte aus Tabelle II.1.2-2 (Feststoff) und Tabelle II.1.2-3 (Eluat) der TR LAGA Boden herangezogen.

Tabelle 5-8: Bewertung nach LAGA TR Boden

| Probe | HOM* | Schicht | Zuordnung LAGA TR Boden / Deponieklasse |
|-------|------|--------------|---|
| MP 1 | A 2 | S 1.2/ S 1.3 | Einbauklasse 1 ($\leq Z 1$) Überschreitung: Z 0: TOC, Pb, Cu, Hg im Feststoff |

* Homogenbereiche gemäß Tabelle 5-9

In der Tabelle 5-8 sind die Bewertungsergebnisse zusammenfassend dargestellt. Die Untersuchungsprotokolle sowie die Bewertungen der Ergebnisse nach TR LAGA sind in der Anlage 4.1 enthalten.

5.5 Bodenklassifikation und Homogenbereiche

Auf Grundlage der geotechnischen Erkundung erfolgte eine Bodenklassifikation (siehe Tabelle 5-9) gemäß DIN 18196 (Bodengruppen), VOB/C (Homogenbereiche gemäß DIN 18300) und ZTVE-StB 17 (Frostempfindlichkeitsklassen).

Ein Homogenbereich ist ein begrenzter Bereich, bestehend aus einzelnen oder mehreren Bodenschichten, der für einsetzbare Geräte (hier das Gewerk Erdarbeiten) vergleichbare Eigenschaften aufweist.

Tabelle 5-9: Bodenklassifikation und Homogenbereiche

| Schicht | Bezeichnung | Bodengruppe DIN 18196 | Homogenbereich DIN 18300 | Frostempfindlichkeit ZTVE-StB 17 |
|---------|--|--------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|
| S 1.1 | Auffüllung, bindig bzw. gemischtkörnig mit plastischen Eigenschaften | [SU*, UL, UM] | A 1 | F3 |
| S 1.2 | Auffüllung, gemischtkörnig, ohne bindige Eigenschaften | [SU, SU*, GU] | A 2 | F2– F3 |
| S 1.3 | Auffüllung, grobkörnig | [SW, SE, GE, GI, GW] | | F1 |
| S 2.2 | mittel plastischer Schluff / Ton | UM, TM | B 1 | F3 |
| S 2.3 | ausgeprägt plastischer Schluff / Ton | UA, TA, UA-OT, TA-OT | B 2 | F2 |
| S 3.1 | Sand, plastische Eigenschaften | SU* | B 1 | F 3 |
| S 3.2 | Sande, Kiese ohne plastische Eigenschaften | SU, SU-SU* | C | F2 – F3 (F1) |
| S 5.1 | Schluff / Ton, organisch | UA-OT, TA-OT | B 2 | F2 |
| S 5.2 | Torf | HN-HZ | D | - |

Die Kennwerte der Homogenbereiche sind in Tabelle 5-10 dargestellt. Sie beruhen auf den Ergebnissen der Feld- und Laborarbeiten sowie Erfahrungswerten (*kursiv*).

Tabelle 5-10: Kennwerte der Homogenbereiche A und B (VOB/C)

| Parameter /Eigenschaft | Homogenbereiche (HOM) | | | | | |
|--|-----------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------|---------------------|-------------|
| | A 1 | A 2 | B 1 | B 2 | C | D |
| Modellschicht | S 1.1 | S 1.2 / S 1.3 | S 2.2, S3.1 | S 2.3, S 5.1 | S 3.2 | S 5.2 |
| Körnungsbänder | siehe HOM B 1 | siehe Abbildung 5-1 | siehe Abbildung 5-2 | siehe Abbildung 5-3 | siehe Abbildung 5-4 | - |
| Masseanteil Steine [%] | 0 - 15 | 5 - 35 | 0 - 15 | 0 - 5 | 10 - 30 | 0 |
| Masseanteil Blöcke [%] | 0 - 2 | 0 - 10 | 0 | 0 | 5 - 15 | 0 |
| Masseanteil große Blöcke [%] | 0 | 0 - 5 | 0 | 0 | < 5 | 0 |
| Dichte, feucht [g/cm ³] | 1,8 – 2,2 | 1,8 – 2,3 | 1,8 – 2,2 | 1,47 – 2,0 | 1,8 – 2,1 | 0,8 – 1,4 |
| undrÄnirierte Scherfestigkeit [kN/m ²] | 20 bis 50 | <i>n.b.</i> | 10 bis 75 | 40 bis 150 | <i>n.b.</i> | 10 bis 40 |
| Wassergehalt [%] | 15 - 33 | 5 - 19 | 18 – 37 | 24 – 37 | 9 - 16 | 40 – 80 |
| Konsistenzzahl I _c [-] | 0,5 - 1,0 | <i>n.b.</i> | 0,3 – 1,06 | 0,5 - 1,6 | <i>n.b.</i> | <i>n.b.</i> |
| Plastizitätszahl I _p [%] | 10 - 25 | <i>n.b.</i> | 18 - 38 | 27-40 | <i>n.b.</i> | <i>n.b.</i> |
| Lagerungsdichte I _D [-] | <i>n.b.</i> | 0,0 – 0,77 | <i>n.b.</i> | <i>n.b.</i> | 0,12 – 0,66 | <i>n.b.</i> |
| organischer Anteil [V _{GI} , %] | 2 - 5 | 0 - 5 | 1 - 7 | 10 - 20 | 0 - 5 | 10- 40 |
| Kalkgehalt [%] | <1 - 5 | <1 - 5 | <1 - >5 | <1 - 2 | <1 - 2 | <1 |
| Bodengruppe DIN 18196 | [SU*, UL, UM] | [SW, SE, GE, GI, GW, SU, SU*, GU] | UM, TM | UA-OT, TA-OT | SU, SU-SU* | HN-HZ |
| ortsübliche Bezeichnung | Auffüllung, bindig | Auffüllung, nicht bindig | Becken-schluff, Geschiebe-mergel | Beckenton | Sande | Torf |
| Schadstoffbelastung, LAGA TR Boden | <i>n.u.</i> | Z 1 | <i>n.u.</i> | <i>n.u.</i> | <i>n.u.</i> | <i>n.u.</i> |

n.b. = nicht bestimmbar, *kursiv* = Erfahrungswerte, *n.u.* = nicht untersucht

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die anhand der ausgeführten Untersuchungen und Erfahrungswerten erstellten Körnungsbänder der Homogenbereiche A 2, B1, B2 und C.

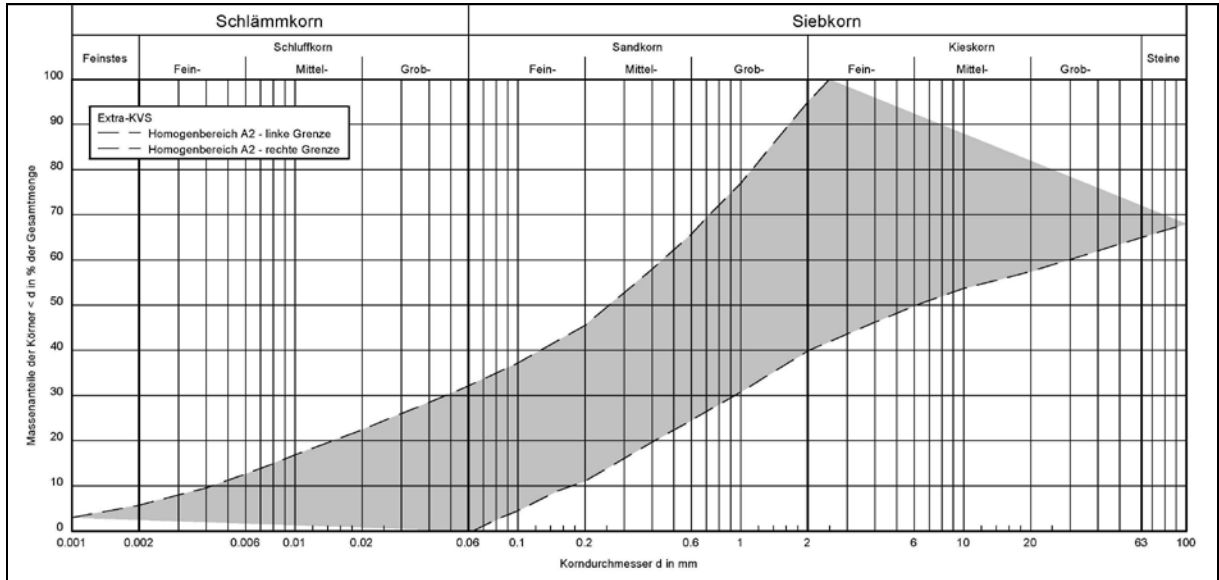


Abbildung 5-1: Kornverteilungsband HOM A2 (Schichten S 1.2/ S 1.3)

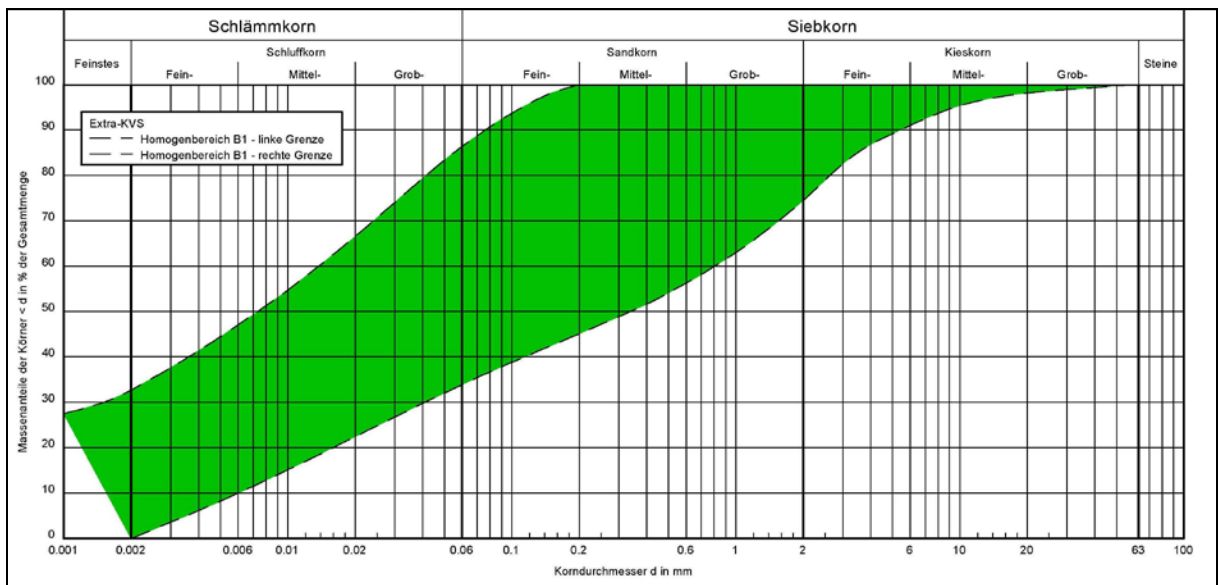


Abbildung 5-2: Kornverteilungsband HOM B1 (Schicht S 2.2, S 3.1)

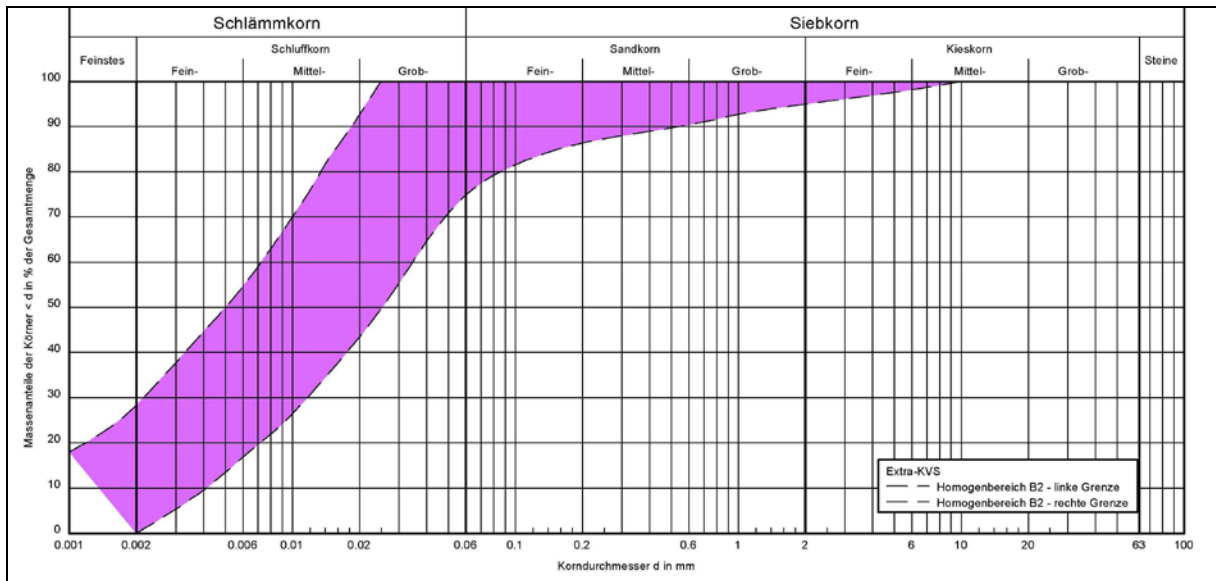


Abbildung 5-3: Kornverteilungsband HOM B2 (Schicht S 2.3, S 5.1)

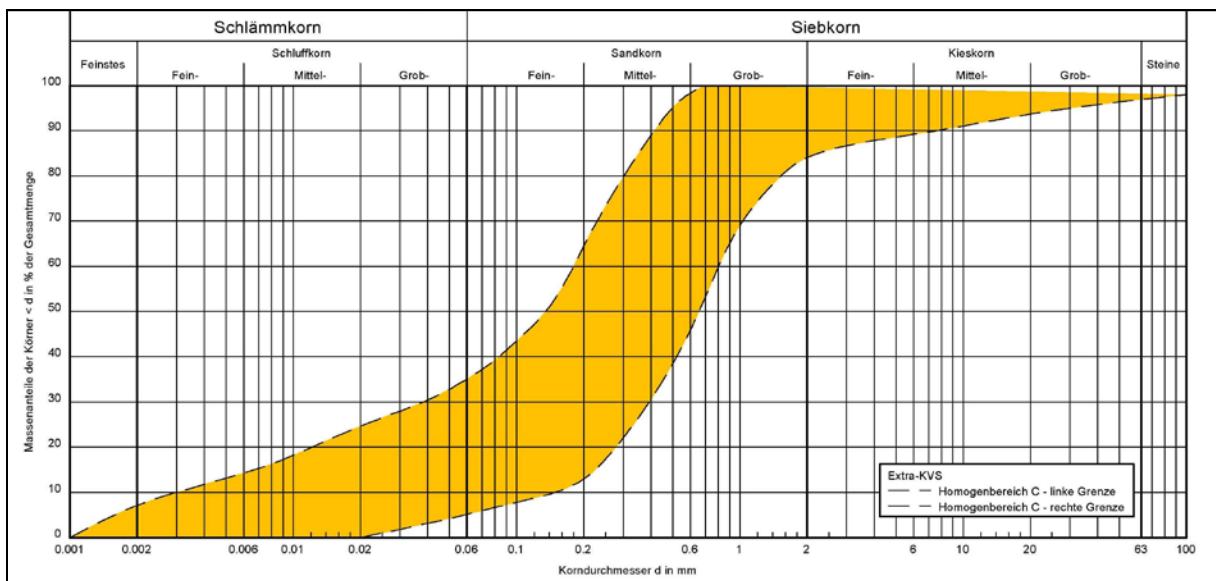


Abbildung 5-4: Kornverteilungsband HOM C (Schicht S 3.2)

5.6 Bodenkennwerte für statische Berechnungen

In der Tabelle 5-11 sind die vorläufigen Bodenkennwerte der maßgeblichen Hauptvertreter der angetroffenen Schichten für erdstatische Berechnungen dargestellt. Die ausgewiesenen Kennwerte wurden unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Labor- und Felduntersuchungen, der DIN 1055-2 (siehe /R 2/) sowie Erfahrungswerten vergleichbarer Vorhaben zusammengestellt.

Tabelle 5-11: vorläufige Bodenkennwerte

| Schicht | Bodenart | k_f | $cal \gamma / cal \gamma'$ | $cal \varphi'$ | $cal c'$ | E_s |
|------------------|-------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|----------------|----------------------|-------------------------|
| | DIN 18196 | [m/s] | [kN/m ³] | [°] | [kN/m ²] | [MN/m ²] |
| S 1.1 S 3.1 | [SU*, UL, UM] | $1 \times 10^{-8} - 1 \times 10^{-6}$ | 19,0 / 9,0 (w) 20,0 / 10,0 (st) | 22,5 | 0 (w) 5 (st) | 1-2,5 (w) 2,5-5 (st) |
| S 1.2 | [SU, SU*, GU] | $1 \times 10^{-7} - 1 \times 10^{-5}$ | 17,0 / 11,5 | 30,0 | 0 | 5 - 10 |
| S 1.3 | [SW, SE, GE, GI, GW] | $1 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-3}$ | 19,0 / 11,0 | 32,5 | 0 | 10 - 20 |
| S 2.2 | UM, TM | $1 \times 10^{-9} - 1 \times 10^{-7}$ | 18,0 / 8,0 (w) 19,0 9,0 (st) | 25,0 | 0 (w) 5 (st) | 1-2,5 (w) 2,5-5 (st) |
| S 2.3 / S 5.1 | UA-OT, TA-OT | $1 \times 10^{-9} - 1 \times 10^{-7}$ | 19,0 / 9,0 (hf) | 15,0 | 6 - 20 | 5-10 |
| S 3.2 | SU, SU-SU* | $1 \times 10^{-5} - 5 \times 10^{-4}$ | 16,5 / 9,0 | 30,0 | 0 | 10 - 30 |
| S 5.2 | HN-HZ | $1 \times 10^{-8} - 1 \times 10^{-5}$ | 11 / 1 | 15 | 0 | 1 - 2 |

Erläuterungen zur Bodenkennwert-Tabelle:
 $cal \gamma$... Wichte, erdfeucht,
 $cal \gamma'$... Wichte, unter Auftrieb,
 $cal \varphi'$... Reibungswinkel,
 $cal c'$... Kohäsion,
 E_s ... Steifemodul, Spannungsbereich 100 – 400 kN/m²,
(...) ... Angabe der Bodenart in Klammern; tritt nur untergeordnet auf,
Abkürzung Konsistenz: br ... breiig, w ... weich, st ... steif

6. Baugrundbeschreibung / Baugrundmodell

6.1 Baugrundverhältnisse

HWS-Maßnahmen südlich Stadtbrücke, Fluss-km 583,5 bis 583,84

Im Bereich der geplanten Hochwasserschutzmaßnahmen, Fluss-km 583,50 bis 583,84 stehen oberflächennah aufgefüllte Böden an. Mit den in diesem Bereich ausgeführten direkten Aufschlüssen, RKS 1 bis RKS 5, konnte die Unterkante und die Mächtigkeit der Auffüllungen nur zum Teil nachgewiesen werden. Die Unterkante der aufgefüllten Böden ist zwischen 2,60 m und 5,30 m unter GOK in RKS 2, RKS 3 und RKS 5 nachgewiesen worden. In den RKS 1 und RKS 4 ist die Basis der aufgefüllten Böden nicht erreicht worden. Die Auffüllung besteht größtenteils aus grob- und gemischtkörnigen Böden der Schichten S 1.2 und S 1.3. Die bindigen aufgefüllten Bodenschichten sind vor allem in den Aufschlüssen RKS 2 und RKS 3 nachgewiesen worden. In den aufgefüllten Böden finden sich häufig Bauschuttreste in Form von Ziegel-, Beton- und Keramikbruchstücken. Die Lagerung der grob- und gemischtkörnigen Auffüllung reicht von sehr locker bis dicht. Stellenweise mussten die Aufschlüsse, DPH 2 A und RKS 4 /DPH 4, auf Grund zu hoher Bohrwiderstände innerhalb der Schichten S 1.2 / S 1.3 vorzeitig abgebrochen werden. In RKS 4 sind Hohlräume in den Tiefen von 1,50 m bis 2,0 m unter GOK sowie 2,50 bis 2,70 m unter GOK und mit der DPH 4 von 1,0 m bis 2,7 m unter GOK ermittelt worden. Eine Existenz weiterer Hohlräume ist auch unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus /U 3/ und /U 4/ nicht auszuschließen.

Die Auffüllungen werden von Sanden der Schicht S 3.2 sowie bindigen Böden der Schicht S 2.2 unterlagert. In der RKS 3 wurde in einer Tiefe von 4,20 m bis 4,80 m unter GOK eine Torfschicht, Schicht S 5.2, erbohrt. Die Basis dieser Schicht konnte auf Grund zu hoher Bohrwiderstände nicht erreicht werden. Auf Grund der zu erwartenden hohen Bohrwiderstände, insbesondere in den aufgefüllten Böden, wird im Rahmen weiterer Erkundungsmaßnahmen die Ausführung von verrohrten Bohrungen (Durchmesser mindestens 219 mm) empfohlen. Im Zuge der weiteren Erkundungen sind entsprechende direkte und indirekte Aufschlüsse (Schwere Rammsondierungen und Bohrungen) zur Untersuchungen möglicher Hohlräume vorzusehen.

HWS-Maßnahmen nördlich Stadtbrücke, Fluss-km 584,3 bis 584,4

Unter einer 8,50 m bis ca. 10 m mächtigen Schicht aus aufgefüllten Böden der Schichten S 1.1 bis S 1.3 stehen überwiegend bindige Böden der Schichten S 2.2, S 2.3 und S.5 1 an. Diese bindigen Böden sind in /U 4/ als Beckenschluffe bzw. Beckentone beschrieben worden. Die Konsistenz dieser Schichten wurde in den Untersuchungen von 1997 größtenteils mit steif bis halbfest ermittelt. Stellenweise sind Beckensande (Schicht S 3.2) in die bindigen Böden eingelagert.

In den Untersuchungen aus dem Jahr 1998 /U 3/ sind nördlich der Stadtbrücke zahlreiche Hohlräume innerhalb der aufgefüllten Böden ermittelt worden. Die Lage dieser Hohlraumverdachtsflächen ist in dem Lageplan der Anlage 2 mit dargestellt. Überwiegend ist bei den aufgefüllten Böden mit einer lockeren bis sehr lockeren Lagerung zu rechnen.

Nach Angaben der Stadt Frankfurt/Oder wurden die erkundeten Hohlräume nördlich der Stadtbrücke verpresst. Unterlagen oder Dokumentationen zu Art und Umfang der Verpressarbeiten liegen nicht vor.

6.2 Grundwasserverhältnisse

Die Grundwasserführung ist in den ausgeführten Baugrunderkundungen in den aufgefüllten Schichten S 1.2 und S 1.3 sowie den quartären Sanden der Schicht S 3.2 festgestellt worden. Die nachfolgende Tabelle 6-1 enthält eine Aufstellung der im Zuge der Erkundungsarbeiten 2018 erfassten Grundwasserstände.

Tabelle 6-1 Grundwasserstände in den RKS im Untersuchungszeitraum

| RKS | | Grundwasseranschnitt | | Grundwasserstand Ende Bohrung | | Zustand GWL |
|----------|---------|----------------------|-------|----------------------------------|-------|-----------------------------|
| Bez. | Station | m u. GOK | m NHN | m u. GOK | m NHN | |
| RKS 1 | 583,55 | 4,50 | 18,51 | - | - | ungespannte GW-Verhältnisse |
| RKS 2 | 583,67 | 5,00 | 19,08 | - | - | ungespannte GW-Verhältnisse |
| RKS 3 | 583,71 | - | - | - | - | - |
| RKS 4 | 583,77 | - | - | - | - | - |
| RKS 5 | 583,85 | 5,00 | 19,09 | 5,00 | 19,09 | ungespannte GW-Verhältnisse |
| RKS 6 | 584,02 | - | - | - | - | - |
| RKS 07-A | 584,05 | - | - | - | - | - |
| RKS 07-B | 584,10 | - | - | - | - | - |

Die Grundwasserstände werden vom nahen Vorfluter, der Oder, beeinflusst. Der Wasserstand der Oder ist zum Zeitpunkt der Erkundungsarbeiten, 30.08.2018, mit 18,60 m in Höhe des Fluss-km 583,7 eingemessen worden. Die erhöhten Wasserstände gegenüber dem Wasserstand der Oder sind durch die Entfernung der Ansatzpunkte zum Vorfluter sowie der teilweisen Abriegelung des Vorfluters zum Grundwasserleiter zu begründen.

Die Entnahme einer Grundwasserprobe war in den ausgeführten Rammkernsondierungen nicht möglich.

In der Baugrunduntersuchung aus dem Jahr 1997 /U 4/ sind zwei Grundwasserproben hinsichtlich betonangreifender Inhaltsstoffe nach DIN 4030 und stahlkorrosiver Inhaltsstoffen nach DIN 50929 untersucht worden. Gemäß den Angaben in /U 4/ ist das Grundwasser als nicht betonangreifend zu bewerten. Die Stahlkorrosivität hinsichtlich Mulden/Loch- und Flächenkorrosion ist als sehr gering zu bewerten.

In den weiterführenden Erkundungen sind entsprechende Grundwasserprobenahmen und Laboruntersuchungen hinsichtlich Betonaggressivität und Stahlkorrosivität vorzusehen.

7. Hinweise und Empfehlungen

7.1 Allgemeines und Geotechnische Kategorie

Gemäß den Angaben aus der Vorplanung (vgl. /U 2/) wurde die Variante A als Vorzugsvariante festgelegt.

Diese umfasst folgende, geotechnische relevante Maßnahmen zur Sicherung des Hochwasserschutzes:

nördlich der Grenzbrücke

Schiebetor – Lebuser Mauerstraße (Variante A)

Doppeltor – Lebuser Mauerstraße (Variante C, Maßnahme 7)

Umschließung Römertreppe mit Glaswand und 2 Toren (Variante C, Maßnahme 8)

südlich der Grenzbrücke

Stemmtor – Uferstraße (Variante A und Variante C, Maßnahme 1)

Stemm-/Schiebetor - Ufer-/ Bischofsstraße (Variante A)

Stemm-/Schiebetor - Bischofsstraße/ Holzmarkt (Variante A)

Stemm-/Schiebetor - Holzmarkt - Parkplatz (Variante A und Variante B, Maßnahme 4)

Einzelne Varianten zur Gründung der o.g. Bauwerke wurden planungsseitig bisher nicht vorgegeben. Erste Hinweise und Empfehlungen zu möglichen Gründungsarten werden in Abschnitt 7.2 erläutert.

Gemäß DIN 4020 wurden die geplanten Maßnahmen vorläufig in die Geotechnische Kategorie 2 eingeordnet. Auf der Grundlage der nunmehr vorliegenden Erkundungsergebnisse und der damit festgestellten flächendeckenden Verbreitung einer unkontrolliert geschütteten Auffüllung, welche eine Mächtigkeit zwischen 2 m und 10 m und zahlreiche Hohlräume aufweist, erfolgt eine Höherstufung in die Geotechnische Kategorie 3 (GK 3). Bei Verhältnissen nach

der Geotechnischen Kategorie 3 ist zu prüfen, ob über den für die Geotechnische Kategorie 2 erforderlichen Umfang hinaus weitere Untersuchungen notwendig sind, die sich aus den besonderen Abmessungen, Eigenschaften und Beanspruchungen des Bauwerks oder aus Sonderfragen des Baugrunds, des Grundwassers oder der Umgebung ergeben. Die Umfang und Notwendigkeit von weiteren Untersuchungen werden in Kapitel 7.5 dargestellt.

7.2 Massivbauwerke

Als wesentliche Maßnahmen zur Sicherungen des Hochwasserschutzes sind lokale Maßnahmen geplant, die in der Vorzugsvariante (Variante A) zum überwiegenden Teil in der Errichtung von Schiebe- oder Stemmtoren zwischen vorhandenen Gebäudeteilen bestehen, die in der Folge zu einer Abriegelung der dahinter liegenden Straßenzüge führen. Dadurch bedingt, liegen die Gründungen der Gebäude bzw. Bauwerke im unmittelbaren Einflussbereich der geplanten Schiebe- oder Stemmtore.

nördlich der Grenzbrücke

Schiebetor – Lebuser Mauerstraße (Variante A) und Doppeltor – Lebuser Mauerstraße (Variante C, Maßnahme 7):

Die Baugrundsituation im Bereich der o.g. Tore wird gemäß /U 4/ durch die Baugrundaufschlüsse B7 und die DPH 34 – DPH 43 beschrieben (siehe Anlage 1). Demnach ist unmittelbar im Anschlussbereich der Tore an die vorhandene Uferbefestigung (Spundwand) mit einer Mächtigkeit der locker gelagerten Auffüllung von ca. 10 m zu rechnen. Zudem befindet sich der Anschlussbereich im Gebiet einer Hohlraumverdachtsfläche. Gemäß /U 4/ muss bis 15 m landeinwärts hinter der Uferbefestigung mit einer Mächtigkeit der Auffüllung von mindestens 7 m gerechnet werden. Damit liegt der Anschlussbereich der Tore an die Umschließung der Konzerthalle, deren Gründungsverhältnisse z.Z. nicht bekannt sind, ebenfalls innerhalb einer mächtigen Auffüllung. Hohlräume sind auch hier nicht auszuschließen. Im Liegenden der meist grobkörnigen Auffüllung folgt eine Wechsellagerung aus Sanden und Bänderschuff bis zur erkundeten Endtiefe von 16 m unter GOK. Der Grundwasserspiegel ist bei mittleren Wasserständen der Oder bei ca. 3 m unter GOK zu erwarten.

Eine Flachgründung der Torpfeiler ist in den anstehenden aufgefüllten Böden nicht ohne eine grundlegende Baugrundverbesserung (Verdichtung, Injektionen, Bodenvermörtelung) möglich. Eine Verdichtung z.B. mit Tiefenrüttlern ist auf Grund von negativen Auswirkungen auf die innerstädtische Bebauung nicht zu empfehlen. Eher geeignet sind Injektionen zur Hohlraumverfüllung, z.B. mit Zement. Der Injektionserfolg ist durch geeignete Aufschlussverfahren zu kontrollieren. Hochdruckinjektionen können jedoch ebenfalls negative Auswirkungen auf die angrenzende Bebauung haben. Das Druckniveau ist daher entsprechend festzulegen. Eine weitere Möglichkeit der Baugrundverbesserung besteht in der sogenannten Bodenvermörtelung (Deep-Soil-Mixing – DSM). Dieses Verfahren ist erschütterungsarm und kommt ebenfalls ohne Bodenentnahme aus. Zudem bietet es die Möglichkeit, den Baugrund soweit zu verbessern, dass eine direkte Unterströmung des Torbereiches bei Hochwasser, die die Gefahr des Materialtransportes und einer damit verbundenen Hohlraumbildung in sich birgt, verhindert werden kann.

Als Alternative zu einer Flachgründung auf einer Bodenverbesserung ist eine Tiefgründung z.B. mittels verrohrten Bohrpfählen denkbar, die in den gewachsenen Boden einbinden. Hierbei ist jedoch bei der Pfahlherstellung sicherzustellen, dass die Stabilität des Pfahls nicht durch Abwanderung von Beton in Hohlräume gefährdet ist. Die Pfähle sind in Abhängigkeit von den Baugrundverhältnissen überwiegend als Mantelreibungspfähle auszubilden. Eine Mantelreibung ist jedoch im Bereich der aufgefüllten Böden nicht anzusetzen. Es ist zu empfehlen, dass jeder Pfahl einer Integritätsprüfung zu unterziehen ist. Weiterhin ist der Boden zwischen den Torpfeilern zu vergüten, um eine direkte Unterströmung zu verhindern.

Umschließung Römertreppe mit Glaswand und 2 Toren (Variante C, Maßnahme 8):

Der Baugrund wird gemäß /U 4/ durch die Baugrundaufschlüsse B5 und B6 sowie die DPH 11 – DPH 33 beschrieben. Die Mächtigkeit der Auffüllung beträgt demnach zwischen 7 und 10 m. Der geplante Baubereich befindet sich ebenfalls innerhalb einer größeren Hohlraumverdachtsfläche (Verdachtsfläche III gemäß Anlage 1) sowie der kleineren Verdachtsfläche IV. Im Liegenden der Auffüllung folgen wiederum Sande und der Bänderschlufl.

Auf Grund vergleichbarer Baugrundverhältnisse gelten die Gründungsempfehlungen zum Schiebetor Lebuser Mauerstraße in analoger Weise.

südlich der Grenzbrücke

Stemmtor – Uferstraße (Variante A und Variante C, Maßnahme 1):

In der RKS 1 wurde bis in 8 m Tiefe eine grobkörnige Auffüllung nachgewiesen, wobei mit der Endtiefe der RKS der gewachsene Boden nicht erreicht wurde. Die Schlagzahlen der Rammsondierung DPH 1 wiesen eine sehr lockere bis lockere, selten mitteldichte Lagerung auf. Auch hier sind Hohlräume nicht auszuschließen. Grundwasser wurde bei ca. 4,5 m unter GOK angeschnitten.

Stemm-/Schiebetor - Ufer-/ Bischofstraße (Variante A):

Die Mächtigkeit der Auffüllung beträgt hier ca. 5,5 m (RKS 2) und im Liegenden folgt bis 8 m Tiefe eine Wechsellagerung aus Sanden und Bänderschlufl. Zwischen 2 und 5 m Tiefe liegen die Schlagzahlen der DPH 2 zwischen 0 und 2. Dies kann als Hinweis auf eine Hohlraumbildung gewertet werden. Der Grundwasserstand lag bei ca. 5 m unter GOK.

Stemm-/Schiebetor - Bischofstraße/ Holzmarkt (Variante A):

Die aufgefüllten Böden erreichen eine Mächtigkeit von ca. 2,5 m. Im Liegenden folgen Sande und Schluffe. Ab einer Tiefe von 4,2 m unter GOK bis 4,8 m Unter GOK (keine weiterer Bohrfortschritt) wurden Holzlagen nachgewiesen. Die Lagerungsdichte der Auffüllung lag wiederum bei sehr locker bis locker und der Grundwasserspiegel bei 4,5 m unter GOK.

Stemm-/Schiebetor - Holzmarkt - Parkplatz (Variante A und Variante C, Maßnahme 4):

Die aufgefüllten Böden wurden mit der RKS 4 nicht durchteuft. Die RKS musste bei 3,2 m Tiefe abgebrochen werden. Mit der DPH 4 wurden Hohlräume zwischen 1,0 und 2,7 m unter GOK nachgewiesen (Schlagzahlen zwischen 0 und 1).

Auf Grund der vergleichbaren Baugrundverhältnisse gelten die Gründungsempfehlungen für den Bauabschnitt nördlichen der Grenzbrücke in gleicher Weise für den Bereich südlich der Grenzbrücke, angepasst auf die Mächtigkeit der anstehenden aufgefüllten Bodenschichten.

7.3 Wasserhaltung

Für den Fall einer Tiefgründung der Torpfeiler sind keine Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich. Bei einer Flachgründung auf einer Bodenverbesserung muss bei mittleren Wasserständen der Oder mit einem Grundwasserstand von 2 bis 3 m unter GOK gerechnet werden. Bei einer Gründungstiefe bis zu 2 m kann eine Wasserhaltung entfallen bzw. ist eine offene Wasserhaltung vorzusehen. Bei höheren Wasserständen der Oder als Mittelwasser, wären Wasserhaltungsmaßnahmen mittels geschlossener Wasserhaltung notwendig bzw. sind die Arbeiten abzurechnen.

7.4 Wiederverwendung Bauaushub

Nach den bisher vorliegenden Untersuchungsergebnissen sind die aufgefüllten Böden der Einbauklasse Z1 zuzuordnen. Sie eignen sich daher für einen eingeschränkten offenen Einbau (wasserdurchlässige Bauweise).

Bei Vergütung des anstehenden, aufgefüllten Bodens mittels Injektionen oder Bodenvermörtelung fallen jedoch nur sehr geringe Mengen Bodenmaterial an. Diese entstammen dann dem Aushubbereich für die Flachgründungen.

Bei einer Bohrpfeilergründung fallen neben Auffüllböden vor allem Bänderschluße und quartäre Sande an. Für diese Böden liegen noch keine LAGA-Untersuchungen vor.

7.5 Empfehlungen für die Baugrundhauptuntersuchung (BHU)

Im Zuge der Baugrundhauptuntersuchung sind folgende, weitergehende Untersuchungen gemäß GK 3 durchzuführen:

- je 2 großkalibrige Kernbohrungen (BK) an den konkreten Torstandorten bis 16 m Tiefe,
- je 2 Schwere Rammsondierungen (DPH) an den konkreten Torstandorten bis 16 m Tiefe bzw. alternativ SPT-Versuche im Bohrloch, falls die DPH nicht die geplante Endtiefe erreichen sollten,
- Bodenmechanische Laboruntersuchungen aller angetroffener Bodenschichten, insbesondere der Auffüllung zur Festlegung von bodenverbessernden Maßnahmen sowie Kennwerten für die Bemessung von Tief- und Flachgründung (Scherbeiwerte),
- chemische Laboruntersuchungen aller angetroffener Bodenschichten, insbesondere des gewachsenen Bodens zur Festlegung von Einbauklassen sowie des Grundwassers hinsichtlich Betonaggressivität und Stahlkorrosivität,
- Recherche und Erkundung der Gründungssituation der angrenzenden Bebauung zur Wahl schonender Einbautechnologien,
- weitere Schwere Rammsondierungen (DPH) südlich der Grenzbrücke zum Nachweis von Holräumen

Auswirkungen von häufigeren Überflutungen für den Überflutungsbereich der Uferpromenade (Bereich zwischen Uferlinie und zurückgesetzter HWS-Anlage) ergeben sich insbesondere hinsichtlich möglicher Hohlraumverdachtsflächen. Ein weiterer Austrag oder eine Verlagerung von Bodenmaterial und damit eine zunehmende Hohlraumbildung bzw. eine Neubildung von Hohlräumen kann aus geotechnischer Sicht nicht ausgeschlossen werden. Daher werden für den südlich der Grenzbrücke gelegenen Teil des Untersuchungsgebietes weitere Rammsondierungen vorgeschlagen, um entsprechende Hohlraumverdachtsflächen zu lokalisieren.

Weiterführende geophysikalische Erkundungen werden vorerst nicht empfohlen.

8. Schlussbemerkungen

Abschließend sei darauf hingewiesen, dass die durchgeführten Aufschlüsse lediglich punktförmigen Charakter tragen. Daher müssen die daraus resultierenden Aussagen nicht auf jede Stelle des Untersuchungsgebietes zutreffen. Eventuell auftretende Abweichungen von den prognostizierten Verhältnissen sollten durch die an der Baumaßnahme Beteiligten beraten werden.

Abkürzungsverzeichnis

| | |
|-------|--|
| BK | Kernbohrung |
| D | Dichte |
| DPH | Schwere Rammsondierung (dynamic probing heavy) |
| GK | Geotechnische Kategorie bzw. Güteklasse von Proben |
| GOK | Geländeoberkante |
| GW | Grundwasser |
| GWL | Grundwasserleiter |
| GWLK | Grundwasserleitender stratigrafischer Komplex |
| HWS | Hochwasserschutz |
| k_f | gesättigte Wasserdurchlässigkeit |
| KV | Korngrößenverteilung |
| LAGA | Länderarbeitsgemeinschaft Abfall |
| LAK | Abrasivitäts-Koeffizient |
| MP | Mischprobe |
| P | Einzelprobe |
| RKS | Rammkernsondierung |
| ST | (Einschlag-) Stutzen |
| TR | Technische Regeln |
| VGL | Glühverlust |
| w_n | Wassergehalt |
| Z | Zuordnungswert (LAGA) |
| ZG | Zustandsgrenzen |

Abkürzung der Bodenarten nach DIN 4023 und der Bodengruppen nach DIN 18196

Anlagenverzeichnis

| | |
|------------|--|
| Anlage 1 | Lagepläne mit Darstellung der geotechnischen Aufschlüsse, M 1: 1.000 |
| Anlage 2 | Felduntersuchungen |
| Anlage 2.1 | Rammkernsondierungen, Bohrprofile nach DIN 4023 |
| Anlage 2.2 | Schwere Rammsondierungen, Rammdiagramme nach DIN 22476 |
| Anlage 2.3 | Bohrprofile Bohrungen B 5, B 6, B 7 und B 13 aus /U 4/ |
| Anlage 2.4 | Bohrprofile Bohrungen Ig 56/66 |
| Anlage 3 | Bodenmechanische Laboruntersuchungen |
| Anlage 3.1 | Kornverteilungen |
| Anlage 3.2 | Konsistenzgrenzen |
| Anlage 3.3 | Glühverlust / Wassergehalt |
| Anlage 4 | Chemische Laboruntersuchungen |
| Anlage 4.1 | TR LAGA Boden |

Tabellenverzeichnis

| | | |
|---------------|---|----|
| Tabelle 4-1 | Übersicht der geotechnischen Aufschlüsse..... | 4 |
| Tabelle 5-1 | Allgemeiner Schichtenaufbau..... | 6 |
| Tabelle 5-2 | Schichtzuordnung Erkundungsergebnisse aus /U 4/..... | 7 |
| Tabelle 5-3: | Zusammenhang von Lagerungsdichte und Schlagzahl N_{10} bei DPH..... | 8 |
| Tabelle 5-4: | Kenngößen der Kornverteilungen | 9 |
| Tabelle 5-5 | Konsistenzgrenzen bindiger Böden..... | 10 |
| Tabelle 5-6 | Organischer Anteile und Wassergehalte..... | 11 |
| Tabelle 5-7: | Dichte, Korndichte und Porenanteil..... | 11 |
| Tabelle 5-8: | Bewertung nach LAGA TR Boden..... | 12 |
| Tabelle 5-9: | Bodenklassifikation und Homogenbereiche | 12 |
| Tabelle 5-10: | Kennwerte der Homogenbereiche A und B (VOB/C)..... | 13 |
| Tabelle 5-11: | vorläufige Bodenkennwerte..... | 16 |
| Tabelle 6-1 | Grundwasserstände in den RKS im Untersuchungszeitraum | 17 |

Abbildungsverzeichnis

| | | |
|----------------|---|----|
| Abbildung 5-1: | Kornverteilungsband HOM A2 (Schichten S 1.2/ S 1.3) | 14 |
| Abbildung 5-2: | Kornverteilungsband HOM B1 (Schicht S 2.2, S 3.1) | 14 |
| Abbildung 5-3: | Kornverteilungsband HOM B2 (Schicht S 2.3, S 5.1) | 15 |
| Abbildung 5-4: | Kornverteilungsband HOM C (Schicht S 3.2) | 15 |

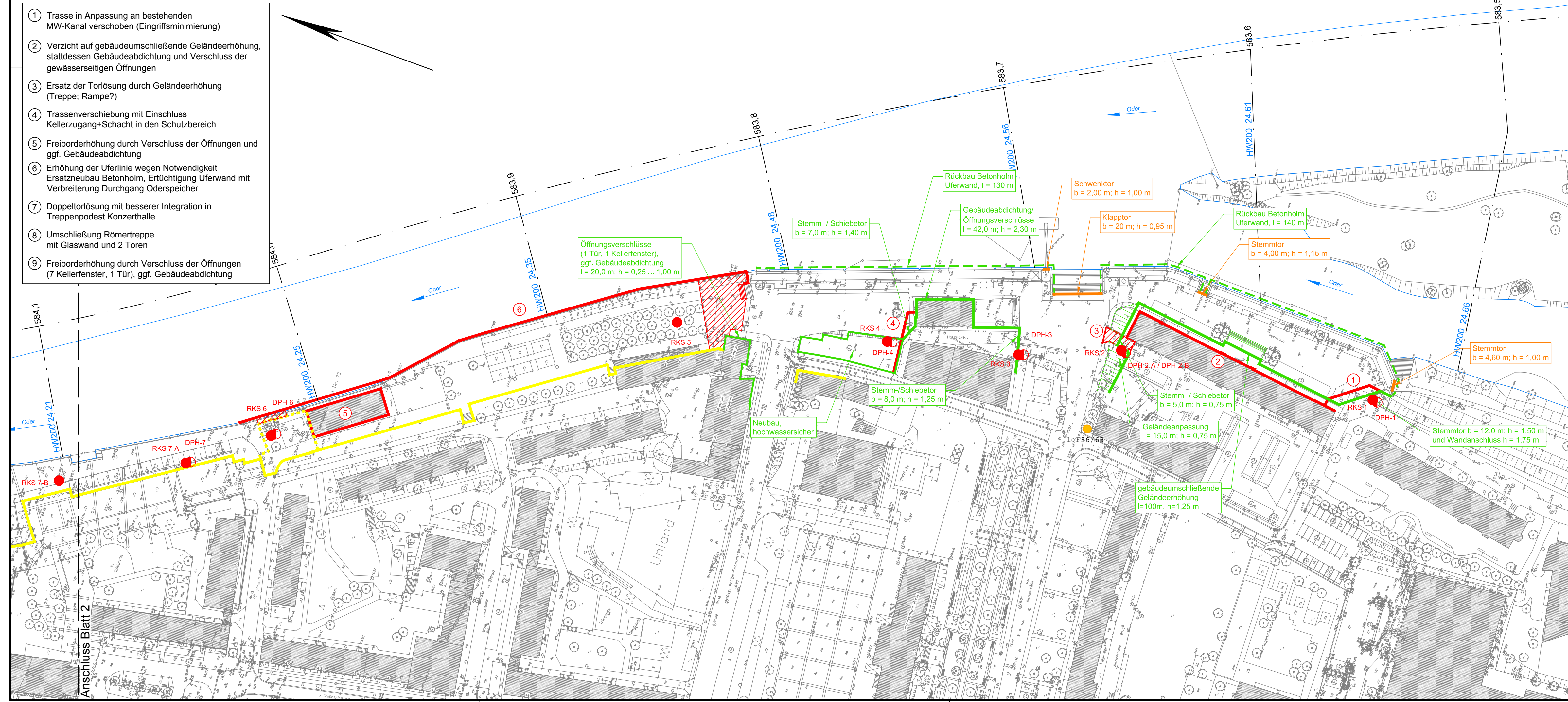
Verzeichnis der Normen, Regelwerke und Empfehlungen

- /R 1/ DIN 1054: 2010-12: „Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1“ mit Änderungen A1 und A2
- /R 2/ DIN 1055-2: 2010-11: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 2: Bodenkenngrößen“
- /R 3/ DIN 4020: 2010-12: „Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2“
- /R 4/ DIN 4023: 2006-02: „Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse von Bohrungen und sonstigen direkten Aufschlüssen“
- /R 5/ DIN 4093:2015-11: „Bemessung von verfestigten Bodenkörpern – Hergestellt mit Düsenstrahl-, Deep-Mixing- oder Injektions-Verfahren“
- /R 6/ DIN 4094-2:2003-05: „Baugrund – Felduntersuchungen, Teil 2 Bohrlochrammsondierungen“
- /R 7/ DIN 4094-3:2002-01: „Baugrund – Felduntersuchungen, Teil 3 Rammsondierungen“
- /R 8/ DIN 4123:2013-04:“Aussachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude“
- /R 9/ DIN 4124:2012-01:“Baugruben und Gräben – Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten“
- /R 10/ DIN 18122-1: 1997-07: „Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Zustandsgrenzen (Konsistenzgrenzen) - Teil 1: Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze“
- /R 11/ DIN 18123: 2011-04; „Baugrund, Untersuchung von Bodenproben – Bestimmung der Korngrößenverteilung“
- /R 12/ DIN 18126: 1996-11: „Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung der Dichte nichtbindiger Böden bei lockerster und dichtester Lagerung“
- /R 13/ DIN 18128: 2002-12: „Baugrund - Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung des Glühverlustes“
- /R 14/ DIN 18196: 2011-05 „Erd- und Grundbau – Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke“
- /R 15/ DIN 18300: 2016-09: „VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Erdarbeiten“
- /R 16/ DIN 18301: 2016-09: „VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Bohrarbeiten“
- /R 17/ DIN 18304: 2016-09: „VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten“

- /R 18/ DIN EN 1536: 2015-10: „Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau – Bohrpfähle“ und DIN SPEC 18140:2012-02: Ergänzende Festlegungen
- /R 19/ DIN EN 1537: 2014-07: „Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau – Verpressanker“ und DIN SPEC 18537:2012-02: Ergänzende Festlegungen
- /R 20/ DIN EN 1538: 2015-10: „Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau – Schlitzwände“
- /R 21/ DIN EN 1997-1: 2014-03: “Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln“ mit nationalem Anhang DIN EN 1997-1/NA: 2010-12
- /R 22/ DIN EN 1997-2: 2010-10: “Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds“ mit nationalem Anhang DIN EN 1997-2/NA: 2010-12
- /R 23/ DIN EN 12715: 2000-10: „Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) – Injektionen“ und DIN SPEC 18187:2015-08: Ergänzende Festlegungen
- /R 24/ DIN EN 12716: 2001-12: Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) – Düsenstrahlverfahren (Hochdruckinjektionen, Hochdruckvermörtelung, Jetting)“
- /R 25/ DIN EN 1993-5: 2010-12: Eurocode 3: „Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 5: Pfähle und Spundwände“
- /R 26/ DIN EN ISO 14688-1: 2013-12: „Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden, Teil 1: Benennung und Beschreibung“
- /R 27/ DIN EN ISO 14688-2: 2013-12: „Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Böden, Teil 2: Grundlagen für Bodenklassifizierungen“
- /R 28/ DIN EN ISO 17892-1: 2015-03: „Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Laborversuche an Bodenproben – Bestimmung des Wassergehalts“
- /R 29/ DIN EN ISO 17892-2: 2015-03: „Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Laborversuche an Bodenproben – Bestimmung der Dichte des Bodens“
- /R 30/ DIN EN ISO 22475-1: 2007-01 „Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Aufschluss- und Probenentnahmeverfahren und Grundwassermessungen, Teil 1: Technische Grundlagen der Ausführung“
- /R 31/ DIN EN ISO 22476-2: 2012-03: „Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Felduntersuchungen – Teils 2: Rammsondierungen“
- /R 32/ DIN EN ISO 22476-3: 2012-03: „Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Felduntersuchungen – Teils 3: Standard Penetration Test“
- /R 33/ ZTV-W - Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen für den Wasserbau: Leistungsbereich 203 „Baugrunderschließung und Bohrarbeiten“, Ausgabe 2016

- /R 34/ ZTV-W - Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen für den Wasserbau:
Leistungsbereich 205 „Erdarbeiten“, Ausgabe 2015
- /R 35/ ZTV-W - Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen für den Wasserbau:
Leistungsbereich 209 „Baugrubenverbau, Baugrundverbesserung“, Ausgabe 2005
- /R 36/ ZTV-W - Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen für den Wasserbau:
Leistungsbereich 214 „Spundwände, Pfähle, Verankerungen“, Ausgabe 2008
- /R 37/ ZTVE-StB 17: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für
Erdarbeiten im Straßenbau, Ausgabe 2017
- /R 38/ LAGA TR Boden – Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen
Abfällen, Bodenmaterial, Ausgabe 2004
- /R 39/ LAGA PN 98: Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, chemischen und bio-
logischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Verwertung/Beseitigung von
Abfällen, Ausgabe 2001
- /R 40/ DWA-M 512-2: Merkblatt „Dichtungssysteme im Wasserbau – Teil 2: Flächenhafte
Dichtungen an Massivbauwerken“, Dezember 2016
- /R 41/ MMB – Merkblatt: Materialtransport im Boden, Bundesanstalt für Wasserbau, Aus-
gabe 2013 mit Änderung A1:2015
- /R 42/ EA-Pfähle: Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“, Verlag Ernst & Sohn, 2. Auf-
lage, 2012
- /R 43/ EAU 2012: Empfehlungen des Arbeitsausschusses „Ufereinfassungen“ Häfen und
Wasserstraßen, Verlag Ernst & Sohn, 11. Auflage, 2012

- ① Trasse in Anpassung an bestehenden MW-Kanal verschoben (Eingriffsminimierung)
- ② Verzicht auf gebäudeumschließende Geländeerhöhung, stattdessen Gebäudeabdichtung und Verschluss der gewässerseitigen Öffnungen
- ③ Ersatz der Torlösung durch Geländeerhöhung (Treppe; Rampe?)
- ④ Trassenverschiebung mit Einschluss Kellerzugang+Schacht in den Schutzbereich
- ⑤ Freiborderhöhung durch Verschluss der Öffnungen und ggf. Gebäudeabdichtung
- ⑥ Erhöhung der Uferlinie wegen Notwendigkeit Ersatzneubau Betonholm, Ertüchtigung Uferwand mit Verbreiterung Durchgang Oderspeicher
- ⑦ Doppeltorlösung mit besserer Integration in Treppenpodest Konzerthalle
- ⑧ Umschließung Römertreppe mit Glaswand und 2 Toren
- ⑨ Freiborderhöhung durch Verschluss der Öffnungen (7 Kellerfenster, 1 Tür), ggf. Gebäudeabdichtung



LEGENDE

- Planung:**
- Vorzugsvariante = Variante A: zurückgesetzte HWS-Linie (Einbeziehung von Geländehochlagen und Gebäuden)
 - Variante B: HW 10 - Schutz an der Uferlinie (Ergänzung zu Var. A) (Betonholm am Holzmarkt belassen, Tore an den Treppen)
 - Variante C: lokale Anpassungen ① bis ⑨
 - bestehende HWS-Linie mit HW 200 - Sicherheit (Wände/Mauern und Geländesprünge)
- Geotechnik:**
- RKS Rammkernsondierung 2018
 - DPH schwere Rammsondierung 2018
 - Hohlräumverdachtsfläche 1998 /U3/
 - DPH schwere Rammsondierung 1998 /U3/
 - B (...) Bohrung (Achtbezeichnung-LBGR /U5/) 1997 /U4/

Anlage 1.1

Bestand:

- Bestandsvermessung
- Gewässerachse mit Kilometrierung und HW200-Wasserstand

HW200 24.36

VORABZUG
30.08.2018

Änderungen

| Index | Datum | Name | Signum | Bemerkung |
|-------|----------|--------|--------|---|
| a | 11.10.18 | Müller | | Eingtragung der geotechnischen Ansatzpunkte |

VORPLANUNG

Vorhabensträger

lfu Landesamt für Umwelt
 Seeburger Chaussee 2 Telefon: 033201/442 118
 14476 Potsdam OT Groß Glienicke Telefax: 033201/442 662 (Datum) (Unterschrift)

Auftragnehmer

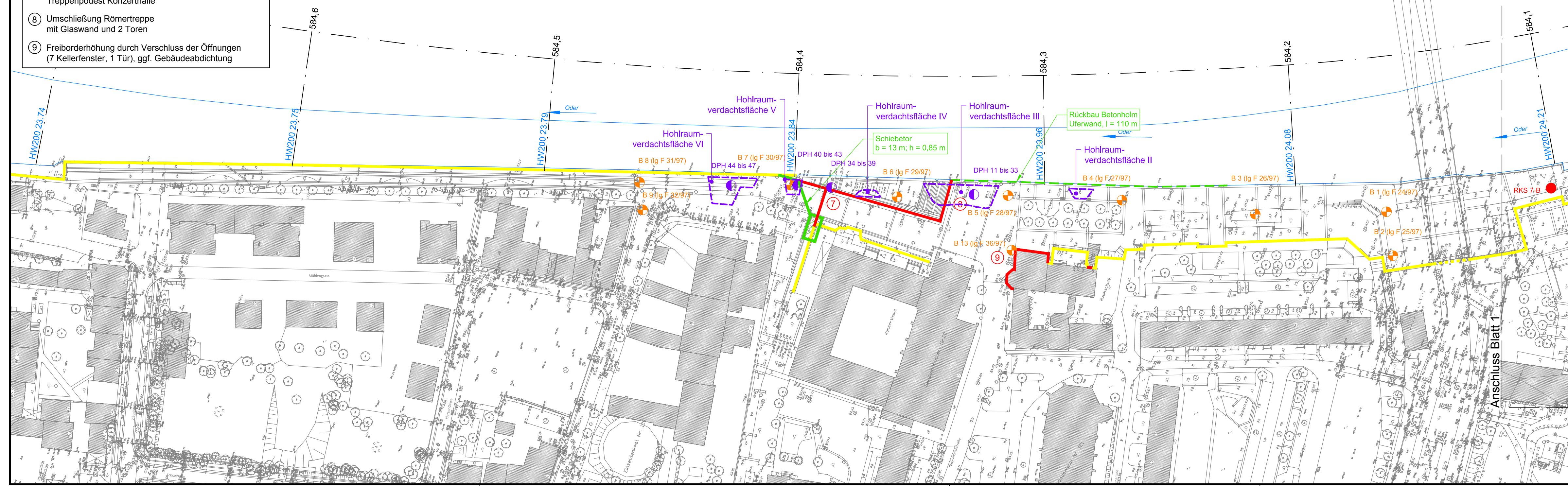
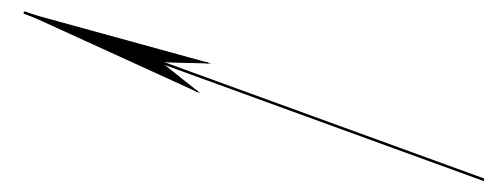
ikD Ingenieur-Consult GmbH
 Zur Wetterwarte 50, Haus 337/G Telefon: 0351-88441-0 http://www.ikd-consult.de
 01109 Dresden Telefax: 0351-88441-33 E-mail: dresden@ikd-consult.de

Vorhaben

Verbesserung Hochwasserschutz Frankfurt (Oder) auf HW 200, Abschnitt Uferpromenade

| | | | |
|-------------|----------------------|--|-----------------|
| Proj.-Nr.: | 161706 | Planbezeichnung: | |
| entw. | 30.08.2018 Goldacker | Lageplan 1 - Bereich südlich der Stadtbrücke | Maßstab: 1:1000 |
| gez. | 30.08.2018 Neubert | | |
| gepr. | 30.08.2018 Drechsler | | |
| Lagebezug: | ETRS89 UTM33 | Plan-Nr.: | LP-1.10 |
| Höhenbezug: | DHHN92 | Blatt-Nr.: | 1 |
| Plangröße: | 900 x 297 | | |

- ① Trasse in Anpassung an bestehenden MW-Kanal verschoben (Eingriffsminimierung)
- ② Verzicht auf gebäudeumschließende Geländeerhöhung, stattdessen Gebäudeabdichtung und Verschluss der gewässerseitigen Öffnungen
- ③ Ersatz der Torlösung durch Geländeerhöhung (Treppe; Rampe?)
- ④ Trassenverschiebung mit Einschluss Kellerzugang+Schacht in den Schutzbereich
- ⑤ Freiborderhöhung durch Verschluss der Öffnungen und ggf. Gebäudeabdichtung
- ⑥ Erhöhung der Uferlinie wegen Notwendigkeit Ersatzneubau Betonholm, Ertüchtigung Uferwand mit Verbreiterung Durchgang Oderspeicher
- ⑦ Doppeltorlösung mit besserer Integration in Treppenpodest Konzerthalle
- ⑧ Umschließung Römertreppe mit Glaswand und 2 Toren
- ⑨ Freiborderhöhung durch Verschluss der Öffnungen (7 Kellerfenster, 1 Tür), ggf. Gebäudeabdichtung



LEGENDE

- Planung:**
- Vorzugsvariante = Variante A: zurückgesetzte HWS-Linie (Einbeziehung von Geländehochlagen und Gebäuden)
 - Variante B: HW 10 - Schutz an der Uferlinie (Ergänzung zu Var. A) (Betonholm am Holzmarkt belassen, Tore an den Treppen)
 - Variante C: lokale Anpassungen ① bis ⑨
 - bestehende HWS-Linie mit HW 200 - Sicherheit (Wände/Mauern und Geländesprünge)

Geotechnik:

- RKS Rammkernsondierung 2018
- DPH schwere Rammsondierung 2018
- Hohraumverdachtsfläche 1998 /U3/
- DPH schwere Rammsondierung 1998 /U3/
- B (...) Bohrung (Achivbezeichnung-LBGR /U5/) 1997 /U4/

Anlage 1.2

Bestand:
Bestandsvermessung
Gewässerachse mit Kilometrierung und HW200-Wasserstand
HW200 24.36

VORABZUG
30.08.2018

| Änderungen | | | | |
|------------|----------|--------|--------|---|
| Index | Datum | Name | Signum | Bemerkung |
| a | 11.10.18 | Müller | | Eingtragung der geotechnischen Ansatzpunkte |

VORPLANUNG

Vorhabensträger

Landesamt für Umwelt
Landesamt für Umwelt

Landesamt für Umwelt
Seeburger Chaussee 2
14476 Potsdam OT Groß Glienicke

Telefon: 033201/442 118
Telefax: 033201/442 662

(Datum) (Unterschrift)

Auftragnehmer

iKD Ingenieur-Consult GmbH
Zur Wetterwarte 50, Haus 337/G
01109 Dresden

Telefon: 0351-88441-0
Telefax: 0351-88441-33

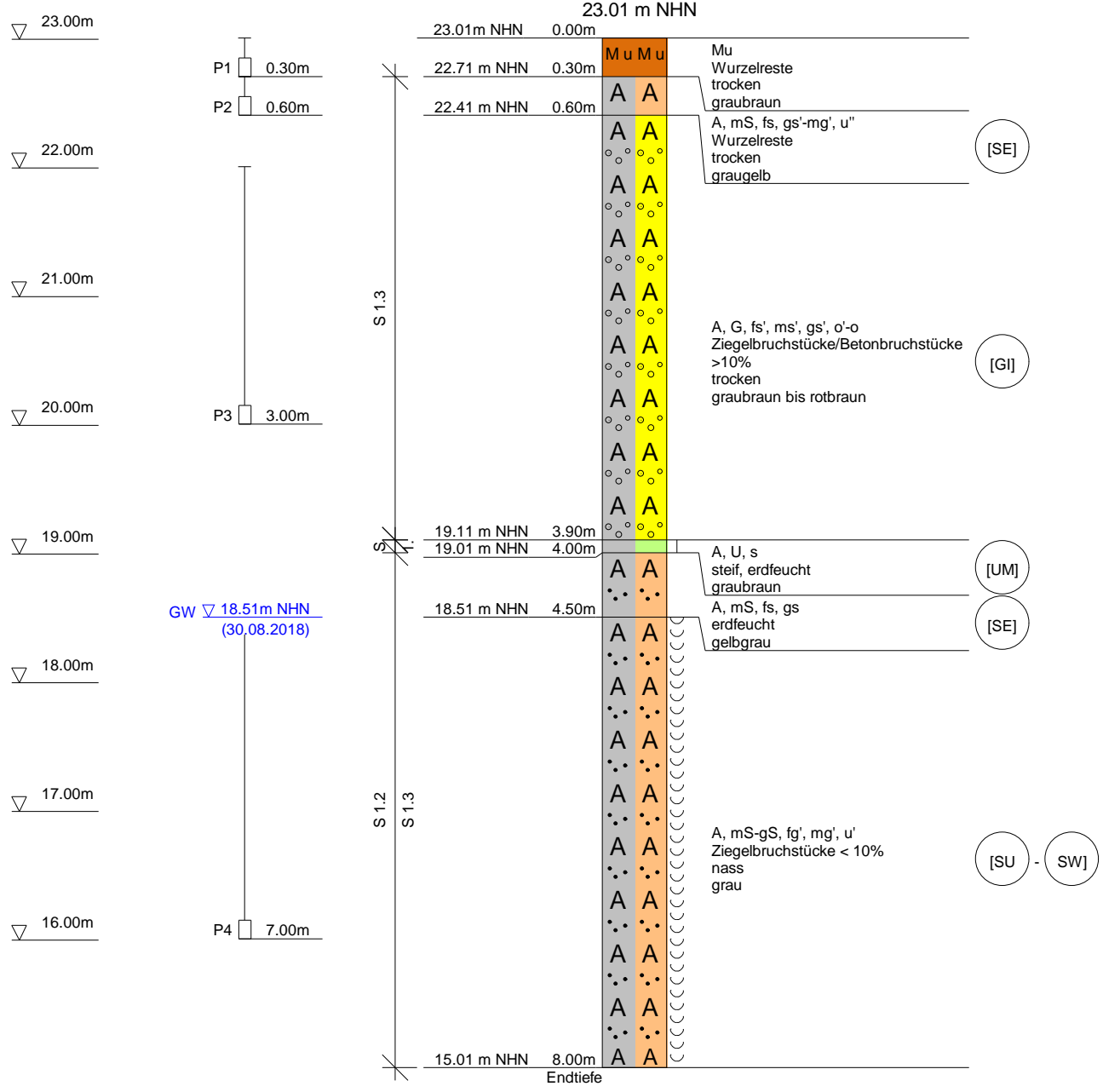
http://www.ikd-consult.de
E-mail: dresden@ikd-consult.de

Vorhaben

Verbesserung Hochwasserschutz Frankfurt (Oder) auf HW 200, Abschnitt Uferpromenade

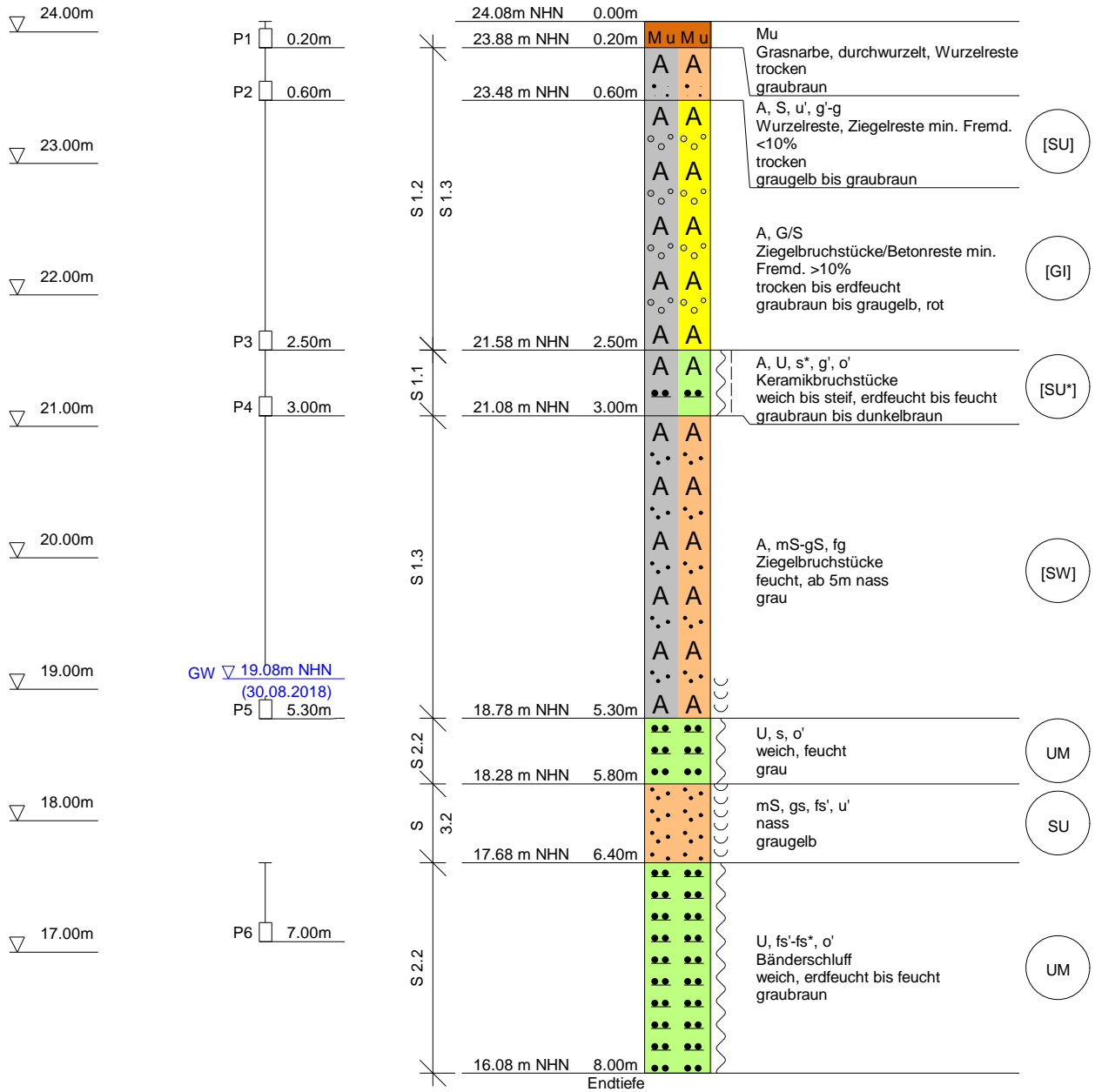
| | | | |
|-------------|--------------|------------------|--------------|
| Proj.-Nr.: | 161706 | Planbezeichnung: | |
| | | | |
| entw. | 30.08.2018 | Name | Unterschrift |
| gez. | 30.08.2018 | Neubert | |
| gepr. | 30.08.2018 | Drechsler | |
| Lagebezug: | ETRS89 UTM33 | | |
| Höhenbezug: | DHHN92 | | |
| Plangröße: | 900 x 297 | | |
| | | Maßstab: | 1:1000 |
| | | Plan-Nr.: | LP-1.20 |
| | | Blatt-Nr.: | 1 |

RKS 1



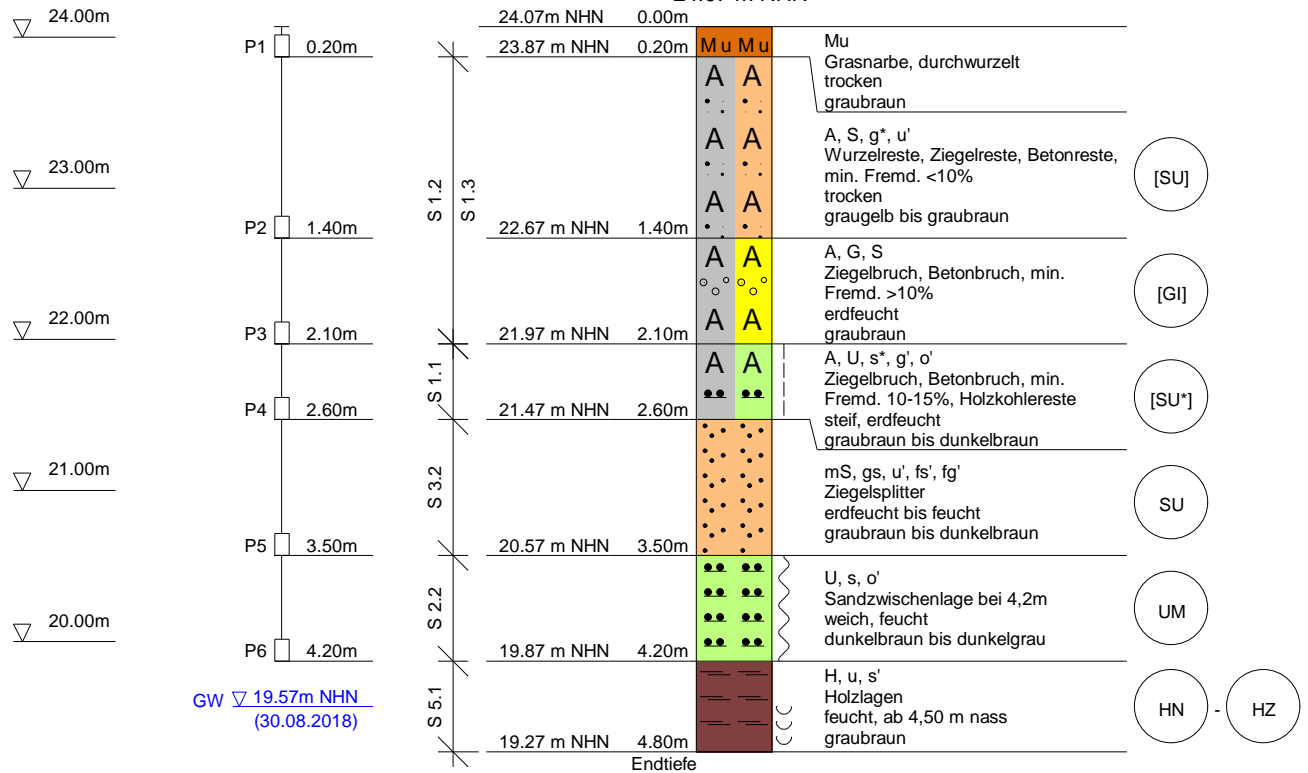
RKS 2

24.08 m NHN



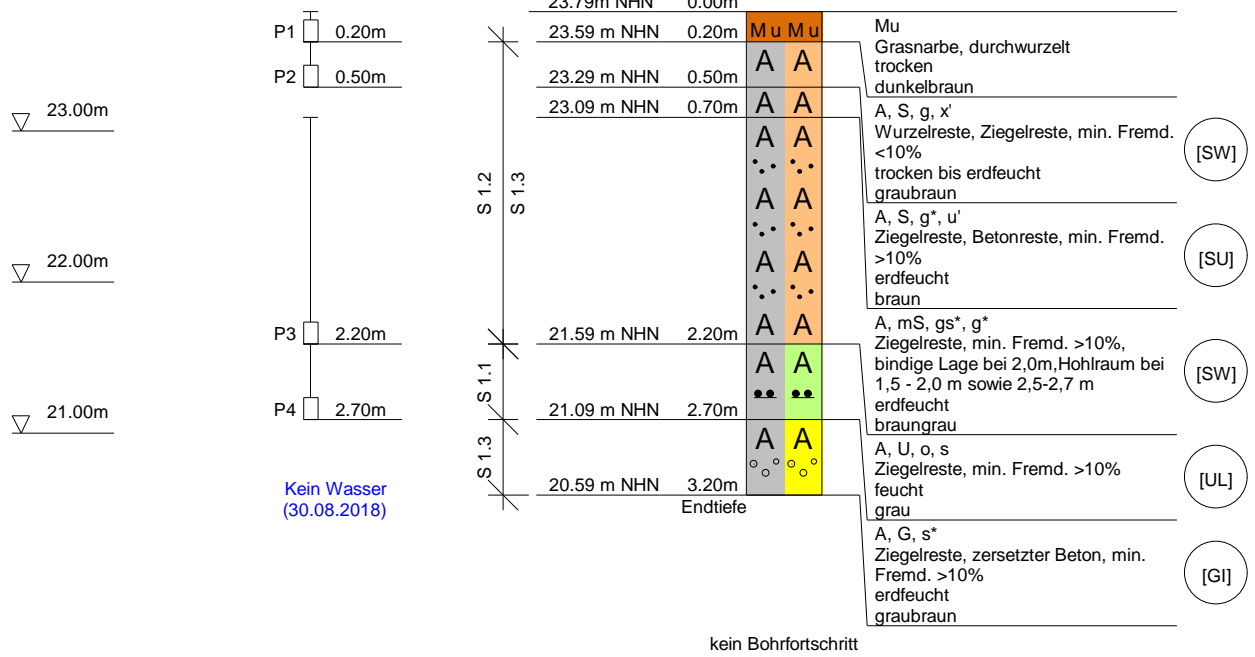
RKS 3

24.07 m NHN



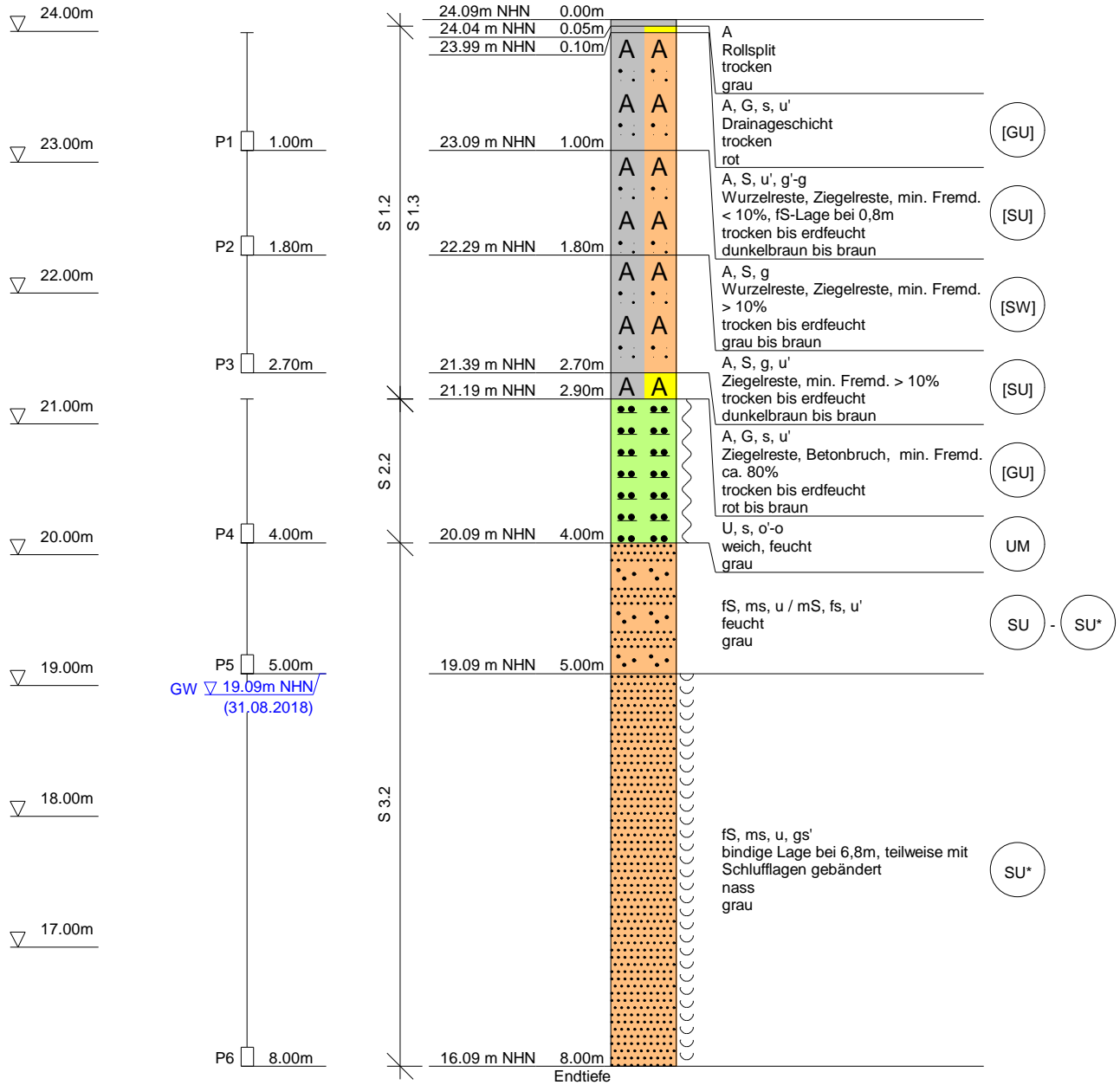
RKS 4

23.79 m NHN



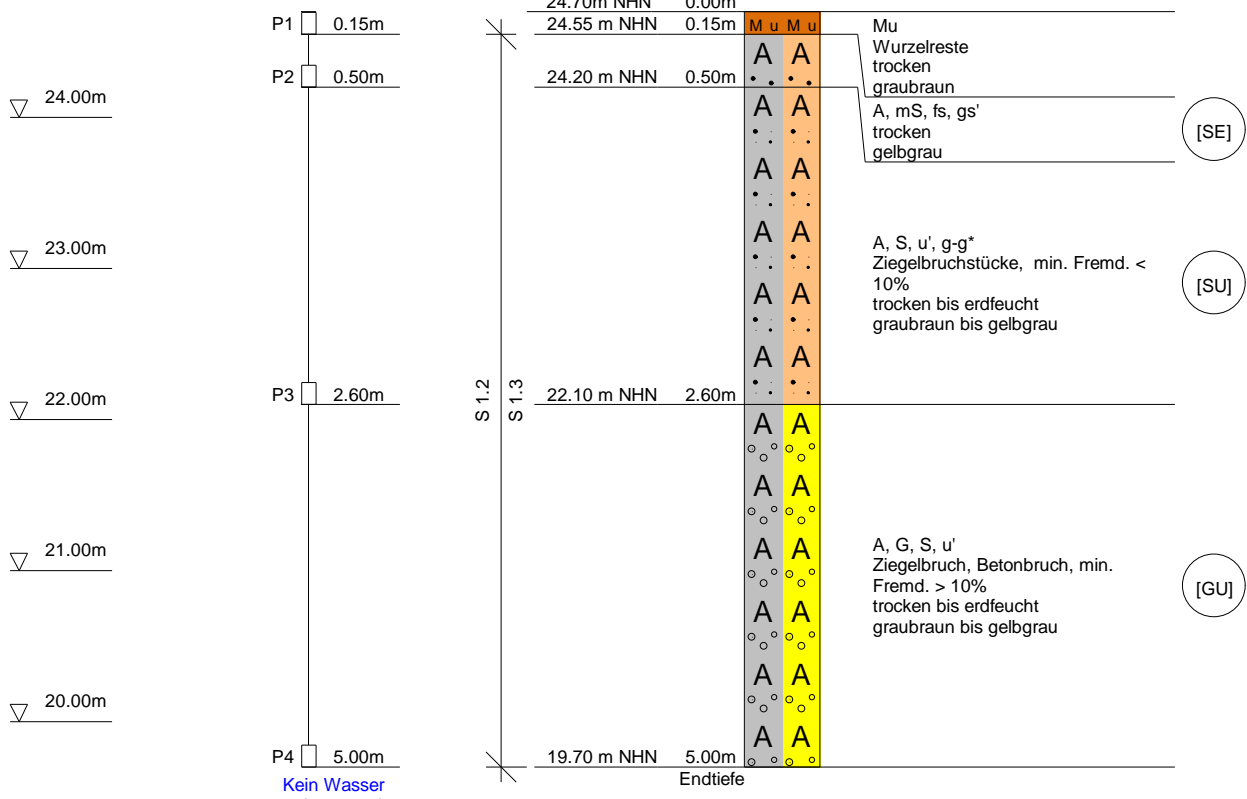
RKS 5

24.09 m NHN



RKS 6

24.70 m NHN



RKS 7-A

23.94 m NHN



23.94m NHN

0.00m

A A

A, G, S, u', x'
trocken
graubraun

[GU]

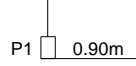
Kein Wasser
(30.08.2018)

kein Bohrfortschritt

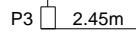
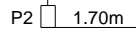
RKS 7-B

22.75 m NHN

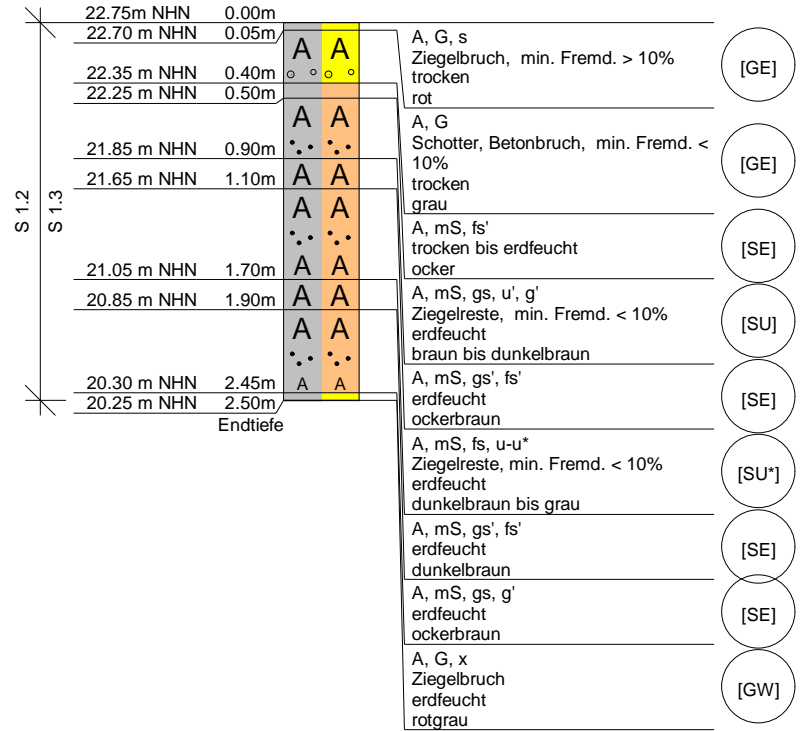
▽ 22.00m



▽ 21.00m



Kein Wasser
(31.08.2018)



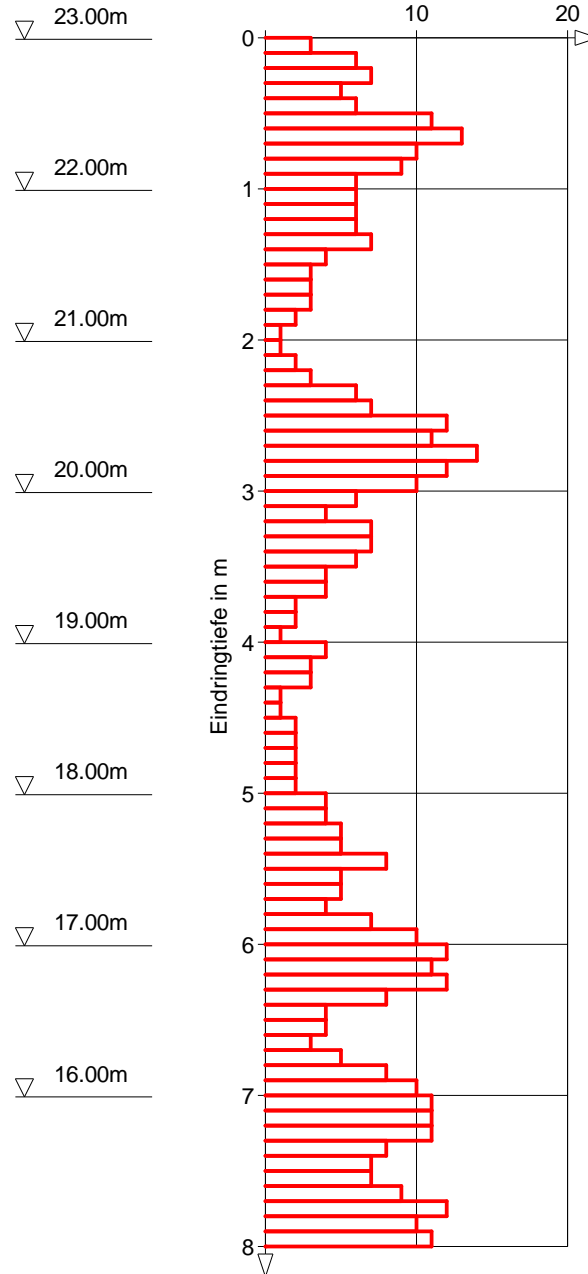
kein Bohrfortschritt

| Tiefe | N ₁₀ | Tiefe | N ₁₀ |
|-------|-----------------|-------|-----------------|
| 0.10 | 3 | 6.10 | 12 |
| 0.20 | 6 | 6.20 | 11 |
| 0.30 | 7 | 6.30 | 12 |
| 0.40 | 5 | 6.40 | 8 |
| 0.50 | 6 | 6.50 | 4 |
| 0.60 | 11 | 6.60 | 4 |
| 0.70 | 13 | 6.70 | 3 |
| 0.80 | 10 | 6.80 | 5 |
| 0.90 | 9 | 6.90 | 8 |
| 1.00 | 6 | 7.00 | 10 |
| 1.10 | 6 | 7.10 | 11 |
| 1.20 | 6 | 7.20 | 11 |
| 1.30 | 6 | 7.30 | 11 |
| 1.40 | 7 | 7.40 | 8 |
| 1.50 | 4 | 7.50 | 7 |
| 1.60 | 3 | 7.60 | 7 |
| 1.70 | 3 | 7.70 | 9 |
| 1.80 | 3 | 7.80 | 12 |
| 1.90 | 2 | 7.90 | 10 |
| 2.00 | 1 | 8.00 | 11 |
| 2.10 | 1 | | |
| 2.20 | 2 | | |
| 2.30 | 3 | | |
| 2.40 | 6 | | |
| 2.50 | 7 | | |
| 2.60 | 12 | | |
| 2.70 | 11 | | |
| 2.80 | 14 | | |
| 2.90 | 12 | | |
| 3.00 | 10 | | |
| 3.10 | 6 | | |
| 3.20 | 4 | | |
| 3.30 | 7 | | |
| 3.40 | 7 | | |
| 3.50 | 6 | | |
| 3.60 | 4 | | |
| 3.70 | 4 | | |
| 3.80 | 2 | | |
| 3.90 | 2 | | |
| 4.00 | 1 | | |
| 4.10 | 4 | | |
| 4.20 | 3 | | |
| 4.30 | 3 | | |
| 4.40 | 1 | | |
| 4.50 | 1 | | |
| 4.60 | 2 | | |
| 4.70 | 2 | | |
| 4.80 | 2 | | |
| 4.90 | 2 | | |
| 5.00 | 2 | | |
| 5.10 | 4 | | |
| 5.20 | 4 | | |
| 5.30 | 5 | | |
| 5.40 | 5 | | |
| 5.50 | 8 | | |
| 5.60 | 5 | | |
| 5.70 | 5 | | |
| 5.80 | 4 | | |
| 5.90 | 7 | | |
| 6.00 | 10 | | |

DPH-1

Ansatzpunkt: 23.01 m NHN

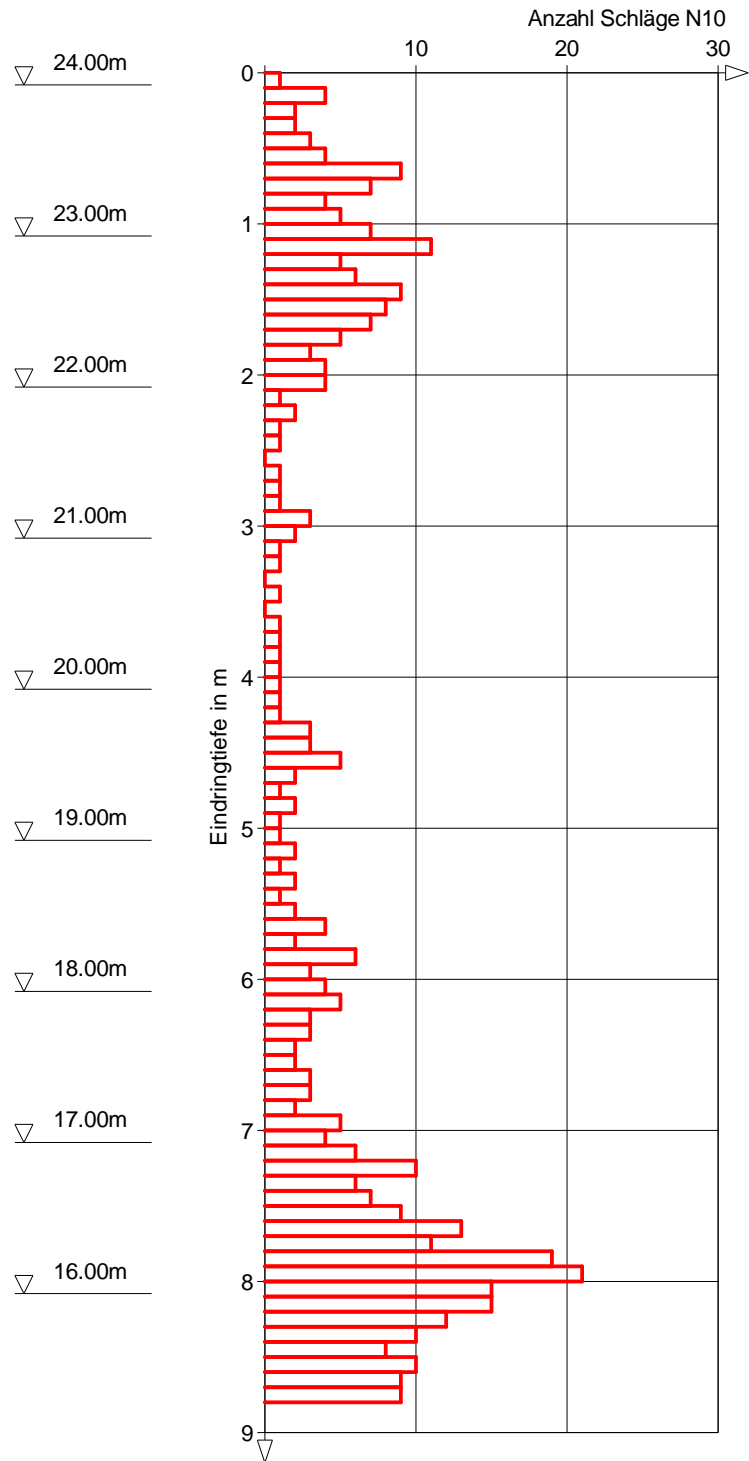
Anzahl Schläge N₁₀



| Tiefe | N ₁₀ | Tiefe | N ₁₀ |
|-------|-----------------|-------|-----------------|
| 0.10 | 1 | 6.10 | 4 |
| 0.20 | 4 | 6.20 | 5 |
| 0.30 | 2 | 6.30 | 3 |
| 0.40 | 2 | 6.40 | 3 |
| 0.50 | 3 | 6.50 | 2 |
| 0.60 | 4 | 6.60 | 2 |
| 0.70 | 9 | 6.70 | 3 |
| 0.80 | 7 | 6.80 | 3 |
| 0.90 | 4 | 6.90 | 2 |
| 1.00 | 5 | 7.00 | 5 |
| 1.10 | 7 | 7.10 | 4 |
| 1.20 | 11 | 7.20 | 6 |
| 1.30 | 5 | 7.30 | 10 |
| 1.40 | 6 | 7.40 | 6 |
| 1.50 | 9 | 7.50 | 7 |
| 1.60 | 8 | 7.60 | 9 |
| 1.70 | 7 | 7.70 | 13 |
| 1.80 | 5 | 7.80 | 11 |
| 1.90 | 3 | 7.90 | 19 |
| 2.00 | 4 | 8.00 | 21 |
| 2.10 | 4 | 8.10 | 15 |
| 2.20 | 1 | 8.20 | 15 |
| 2.30 | 2 | 8.30 | 12 |
| 2.40 | 1 | 8.40 | 10 |
| 2.50 | 1 | 8.50 | 8 |
| 2.60 | 0 | 8.60 | 10 |
| 2.70 | 1 | 8.70 | 9 |
| 2.80 | 1 | 8.80 | 9 |
| 2.90 | 1 | | |
| 3.00 | 3 | | |
| 3.10 | 2 | | |
| 3.20 | 1 | | |
| 3.30 | 1 | | |
| 3.40 | 0 | | |
| 3.50 | 1 | | |
| 3.60 | 0 | | |
| 3.70 | 1 | | |
| 3.80 | 1 | | |
| 3.90 | 1 | | |
| 4.00 | 1 | | |
| 4.10 | 1 | | |
| 4.20 | 1 | | |
| 4.30 | 1 | | |
| 4.40 | 3 | | |
| 4.50 | 3 | | |
| 4.60 | 5 | | |
| 4.70 | 2 | | |
| 4.80 | 1 | | |
| 4.90 | 2 | | |
| 5.00 | 1 | | |
| 5.10 | 1 | | |
| 5.20 | 2 | | |
| 5.30 | 1 | | |
| 5.40 | 2 | | |
| 5.50 | 1 | | |
| 5.60 | 2 | | |
| 5.70 | 4 | | |
| 5.80 | 2 | | |
| 5.90 | 6 | | |
| 6.00 | 3 | | |

DPH-2-B

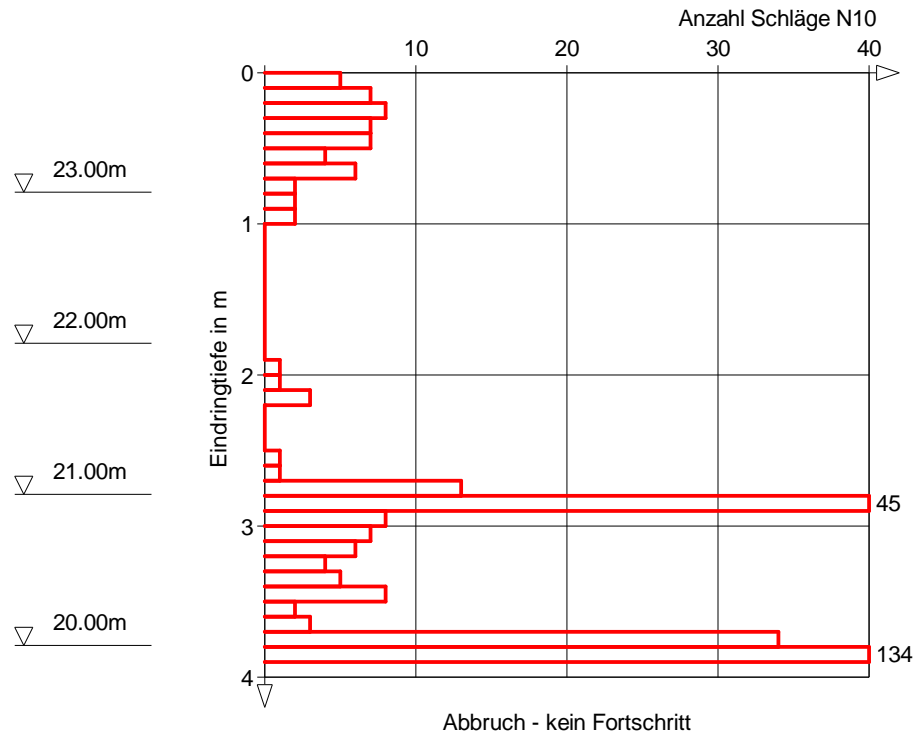
Ansatzpunkt: 24.08 m NHN



| Tiefe | N ₁₀ |
|-------|-----------------|
| 0.10 | 5 |
| 0.20 | 7 |
| 0.30 | 8 |
| 0.40 | 7 |
| 0.50 | 7 |
| 0.60 | 4 |
| 0.70 | 6 |
| 0.80 | 2 |
| 0.90 | 2 |
| 1.00 | 2 |
| 1.10 | 0 |
| 1.20 | 0 |
| 1.30 | 0 |
| 1.40 | 0 |
| 1.50 | 0 |
| 1.60 | 0 |
| 1.70 | 0 |
| 1.80 | 0 |
| 1.90 | 0 |
| 2.00 | 1 |
| 2.10 | 1 |
| 2.20 | 3 |
| 2.30 | 0 |
| 2.40 | 0 |
| 2.50 | 0 |
| 2.60 | 1 |
| 2.70 | 1 |
| 2.80 | 13 |
| 2.90 | 45 |
| 3.00 | 8 |
| 3.10 | 7 |
| 3.20 | 6 |
| 3.30 | 4 |
| 3.40 | 5 |
| 3.50 | 8 |
| 3.60 | 2 |
| 3.70 | 3 |
| 3.80 | 34 |
| 3.90 | 134 |

DPH-4

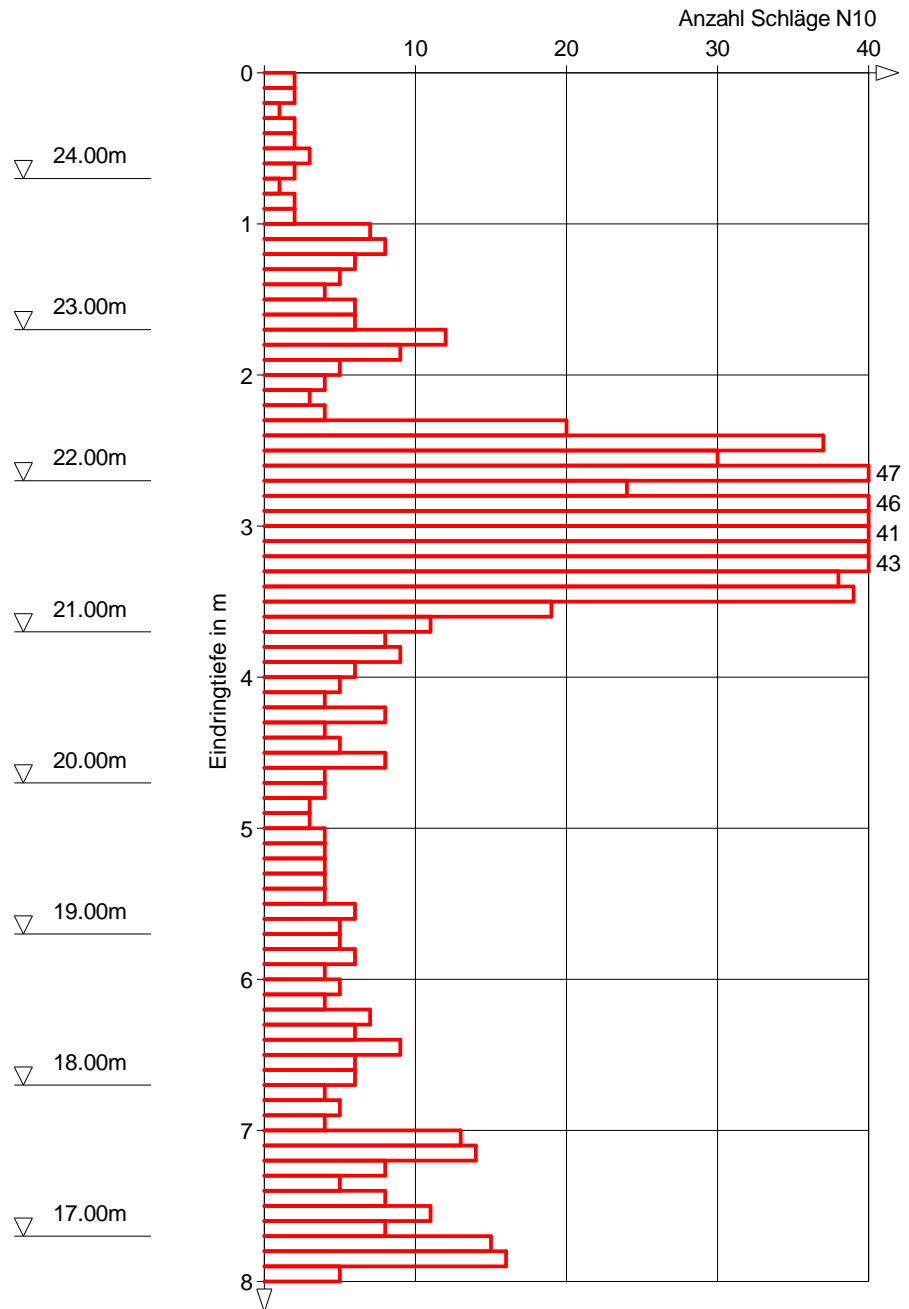
Ansatzpunkt: 23.79 m NHN



| Tiefe | N ₁₀ | Tiefe | N ₁₀ |
|-------|-----------------|-------|-----------------|
| 0.10 | 2 | 6.10 | 5 |
| 0.20 | 2 | 6.20 | 4 |
| 0.30 | 1 | 6.30 | 7 |
| 0.40 | 2 | 6.40 | 6 |
| 0.50 | 2 | 6.50 | 9 |
| 0.60 | 3 | 6.60 | 6 |
| 0.70 | 2 | 6.70 | 6 |
| 0.80 | 1 | 6.80 | 4 |
| 0.90 | 2 | 6.90 | 5 |
| 1.00 | 2 | 7.00 | 4 |
| 1.10 | 7 | 7.10 | 13 |
| 1.20 | 8 | 7.20 | 14 |
| 1.30 | 6 | 7.30 | 8 |
| 1.40 | 5 | 7.40 | 5 |
| 1.50 | 4 | 7.50 | 8 |
| 1.60 | 6 | 7.60 | 11 |
| 1.70 | 6 | 7.70 | 8 |
| 1.80 | 12 | 7.80 | 15 |
| 1.90 | 9 | 7.90 | 16 |
| 2.00 | 5 | 8.00 | 5 |
| 2.10 | 4 | | |
| 2.20 | 3 | | |
| 2.30 | 4 | | |
| 2.40 | 20 | | |
| 2.50 | 37 | | |
| 2.60 | 30 | | |
| 2.70 | 47 | | |
| 2.80 | 24 | | |
| 2.90 | 46 | | |
| 3.00 | 46 | | |
| 3.10 | 41 | | |
| 3.20 | 51 | | |
| 3.30 | 43 | | |
| 3.40 | 38 | | |
| 3.50 | 39 | | |
| 3.60 | 19 | | |
| 3.70 | 11 | | |
| 3.80 | 8 | | |
| 3.90 | 9 | | |
| 4.00 | 6 | | |
| 4.10 | 5 | | |
| 4.20 | 4 | | |
| 4.30 | 8 | | |
| 4.40 | 4 | | |
| 4.50 | 5 | | |
| 4.60 | 8 | | |
| 4.70 | 4 | | |
| 4.80 | 4 | | |
| 4.90 | 3 | | |
| 5.00 | 3 | | |
| 5.10 | 4 | | |
| 5.20 | 4 | | |
| 5.30 | 4 | | |
| 5.40 | 4 | | |
| 5.50 | 4 | | |
| 5.60 | 6 | | |
| 5.70 | 5 | | |
| 5.80 | 5 | | |
| 5.90 | 6 | | |
| 6.00 | 4 | | |

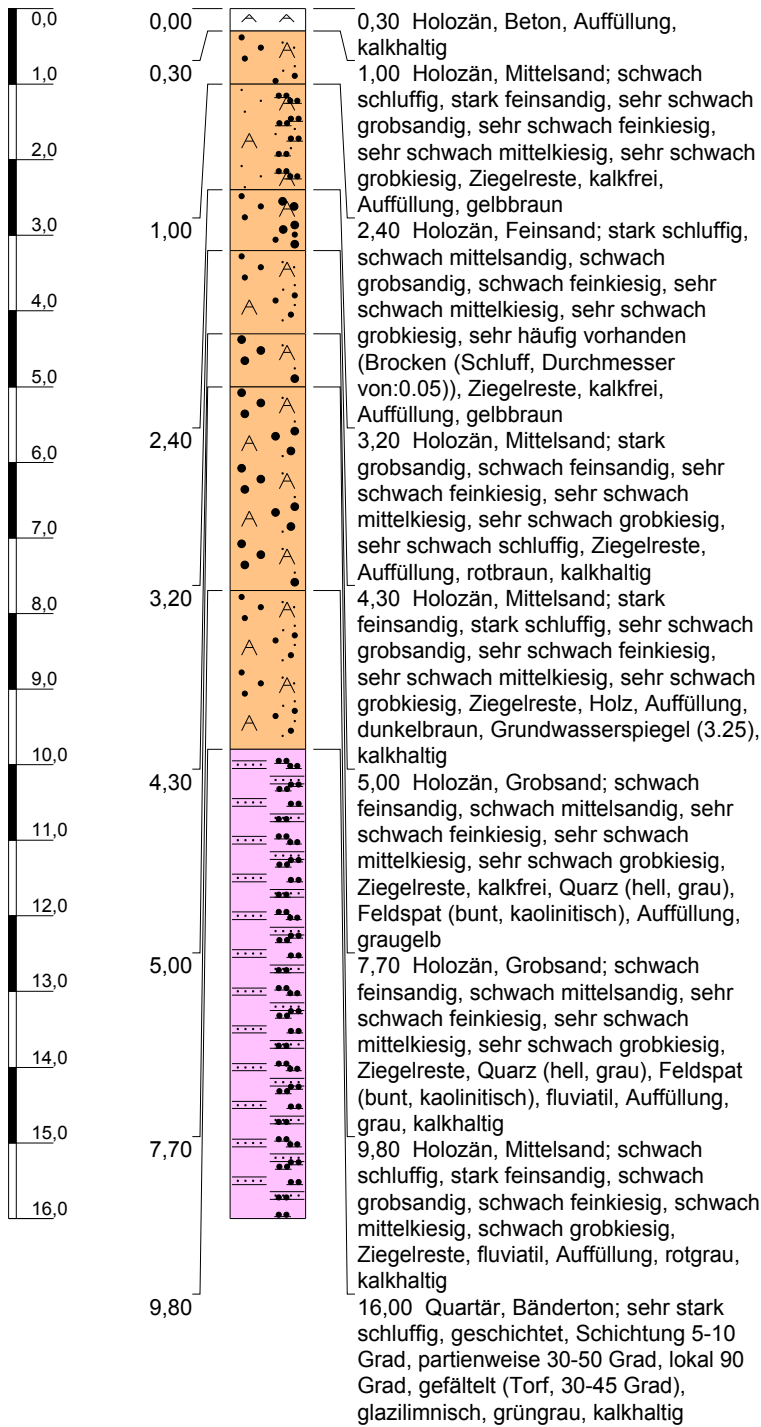
DPH-6

Ansatzpunkt: 24.70 m NHN



m u. GOK (23,00 m NN)

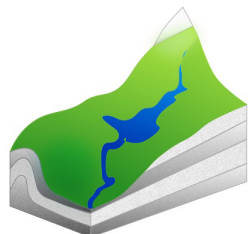
Ig F 28/97



Höhenmaßstab: 1:100

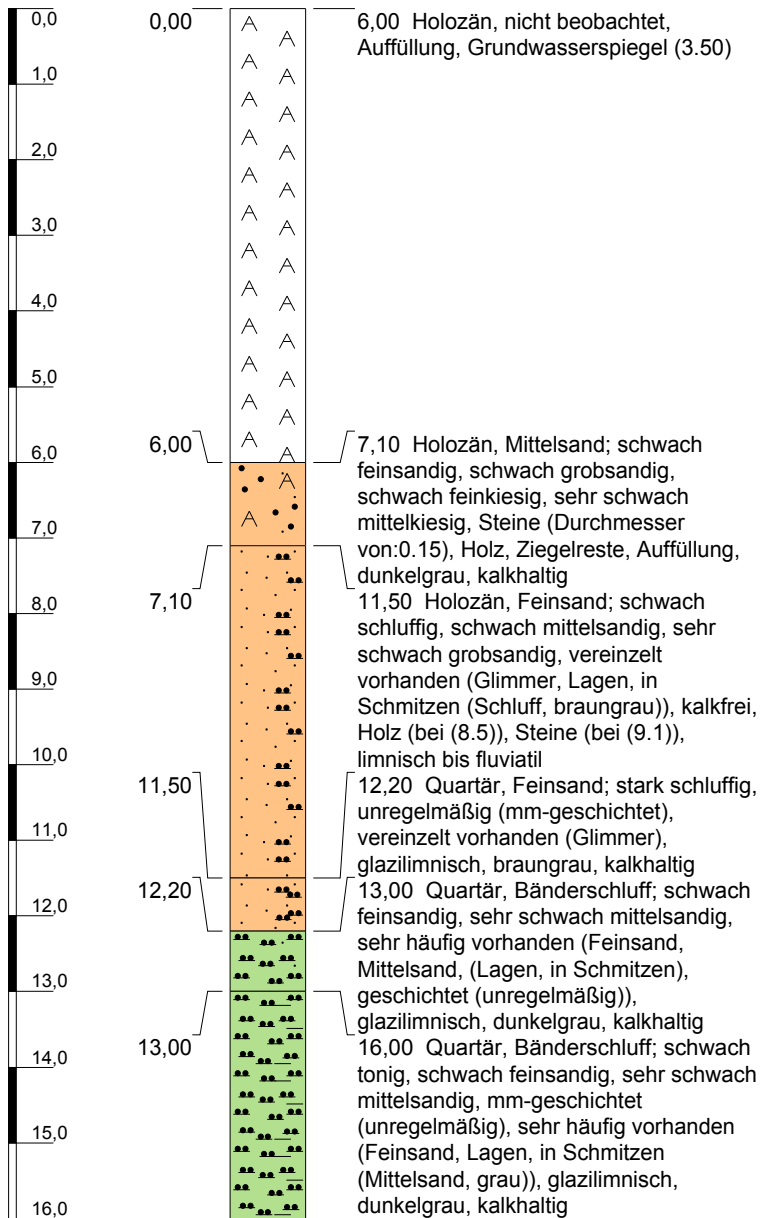
Horizontalmaßstab:

Blatt 1 von 1

| | | |
|--|--------------------|---|
| Projekt: Baugrd.untersuchg. Uferbefestigung, Ffo. | |  |
| Bohrung: Ig F 28/97 | | |
| Auftraggeber: 5000 | Ostwert: 5469710 | |
| Bohrfirma: Kling Bohrtechnik GmbH, NL Dresden | Nordwert: 5801845 | |
| Bearbeiter: Hartzsch | Ansatzhöhe: 23,00m | |
| Datum: | Anlage 1 | Endtiefe: 16,00 m |

m u. GOK (23,00 m NN)

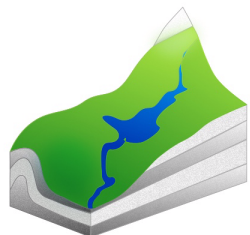
Ig F 29/97



Höhenmaßstab: 1:100

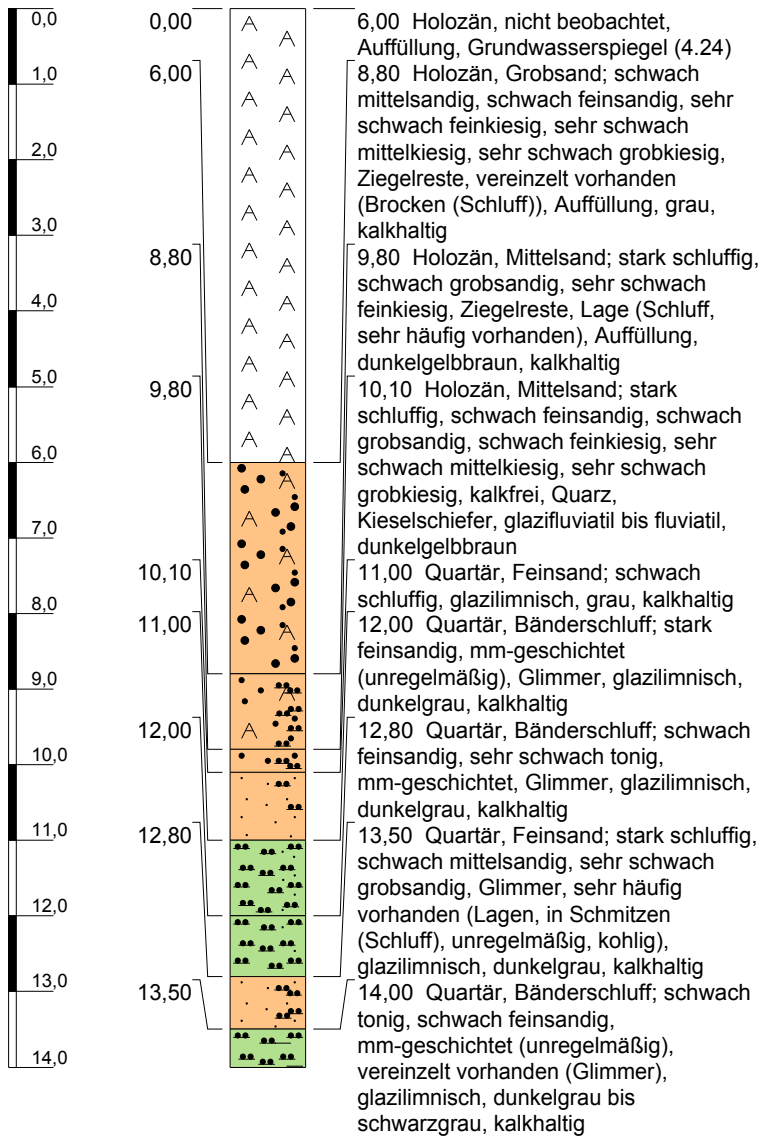
Horizontalmaßstab:

Blatt 1 von 1

| | | |
|--|--------------------|---|
| Projekt: Baugrd.unters. Uferbefestigung, Ffo. | |  |
| Bohrung: Ig F 29/97 | | |
| Auftraggeber: 5000 | Ostwert: 5469690 | |
| Bohrfirma: Kling Bohrtechnik GmbH,NL Dresden | Nordwert: 5801890 | |
| Bearbeiter: Hartzsch | Ansatzhöhe: 23,00m | |
| Datum: | Anlage 1 | Endtiefe: 16,00 m |

m u. GOK (23,03 m NN)

Ig F 30/97



Höhenmaßstab: 1:100

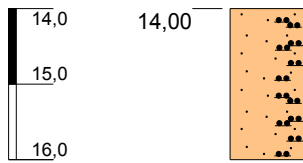
Horizontalmaßstab:

Blatt 1 von 2

| | | |
|---|--------------------|-------------------|
| Projekt: Baugrd.unterschg. Uferbefestigung, Ffo. | | |
| Bohrung: Ig F 30/97 | | |
| Auftraggeber: 5000 | Ostwert: 5469680 | |
| Bohrfirma: Kling Bohrtechnik GmbH, NL Dresden | Nordwert: 5801930 | |
| Bearbeiter: Hartzsch | Ansatzhöhe: 23,03m | |
| Datum: | Anlage 1 | Endtiefe: 16,00 m |

m u. GOK (23,03 m NN)

Ig F 30/97



16,00 Quartär, Feinsand; schwach mittelsandig, schwach grobsandig, stark schluffig, sehr häufig vorhanden (Lagen, in Schmitzen (Schluff), unregelmäßig), Quarz (hell, grau), glazilimnisch, grau, kalkhaltig

Höhenmaßstab: 1:100

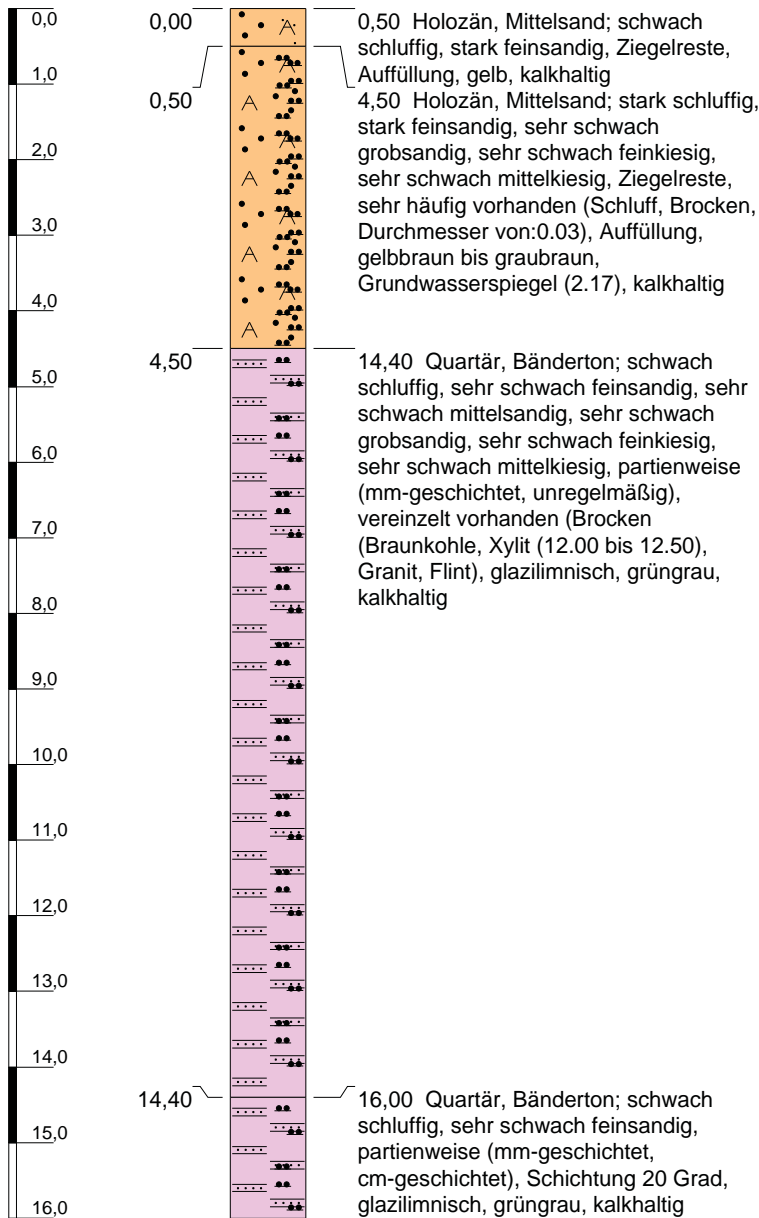
Horizontalmaßstab:

Blatt 2 von 2

| | | |
|---|--------------------|-------------------|
| Projekt: Baugrd.unterschg. Uferbefestigung, Ffo. | | |
| Bohrung: Ig F 30/97 | | |
| Auftraggeber: 5000 | Ostwert: 5469680 | |
| Bohrfirma: Kling Bohrtechnik GmbH,NL Dresden | Nordwert: 5801930 | |
| Bearbeiter: Hartzsch | Ansatzhöhe: 23,03m | |
| Datum: | Anlage 1 | Endtiefe: 16,00 m |

m u. GOK (23,44 m NN)

Ig F 36/97



Höhenmaßstab: 1:100

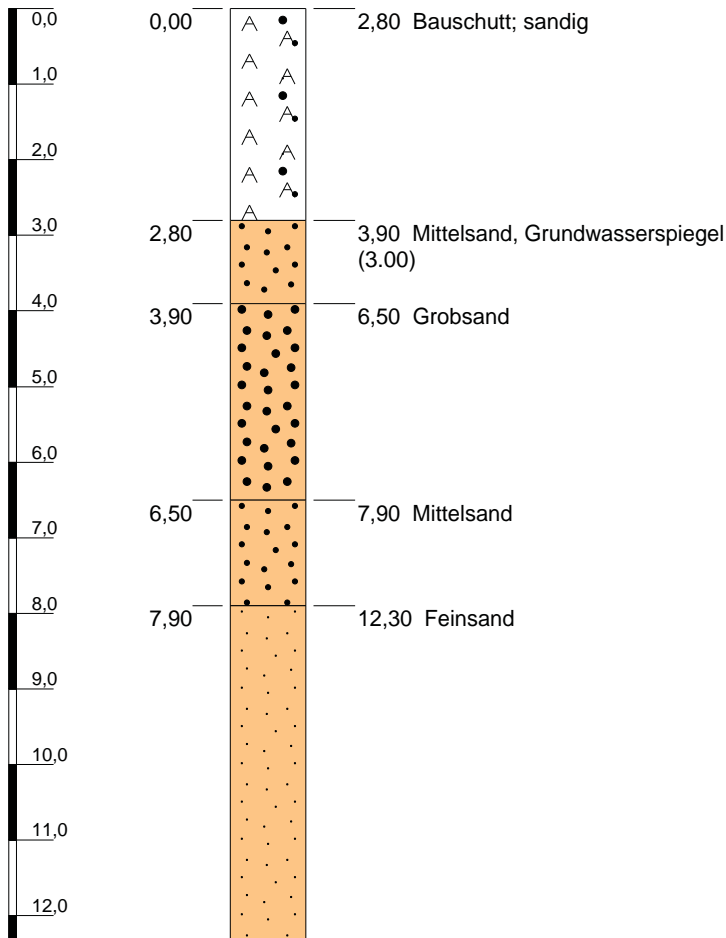
Horizontalmaßstab:

Blatt 1 von 1

| | | |
|---|--------------------|-------------------|
| Projekt: Baugrd.unterschg. Uferbefestigung, Ffo. | | |
| Bohrung: Ig F 36/97 | | |
| Auftraggeber: 5000 | Ostwert: 5469690 | |
| Bohrfirma: Kling Bohrtechnik GmbH, NL Dresden | Nordwert: 5801835 | |
| Bearbeiter: Hartzsch | Ansatzhöhe: 23,44m | |
| Datum: | Anlage 1 | Endtiefe: 16,00 m |

m u. GOK (25,00 m NN)


Ig F 56/66



Höhenmaßstab: 1:100

Horizontalmaßstab:

Blatt 1 von 1

| | | |
|-------------------------------------|--------------------|---|
| Projekt: Kleist-Gedenkstätte | |  |
| Bohrung: Ig F 56/66 | | |
| Auftraggeber: 5546 | Ostwert: 5469960 | |
| Bohrfirma: nb | Nordwert: 5801255 | |
| Bearbeiter: BABINSKY | Ansatzhöhe: 25,00m | |
| Datum: | Anlage 1 | Endtiefe: 12,30 m |

Schlämmkorn

Schluffkorn

Siebkorn

Kieskorn

Steine

Feinstes

Fein-

Mittel-

Grob-

Fein-

Mittel-

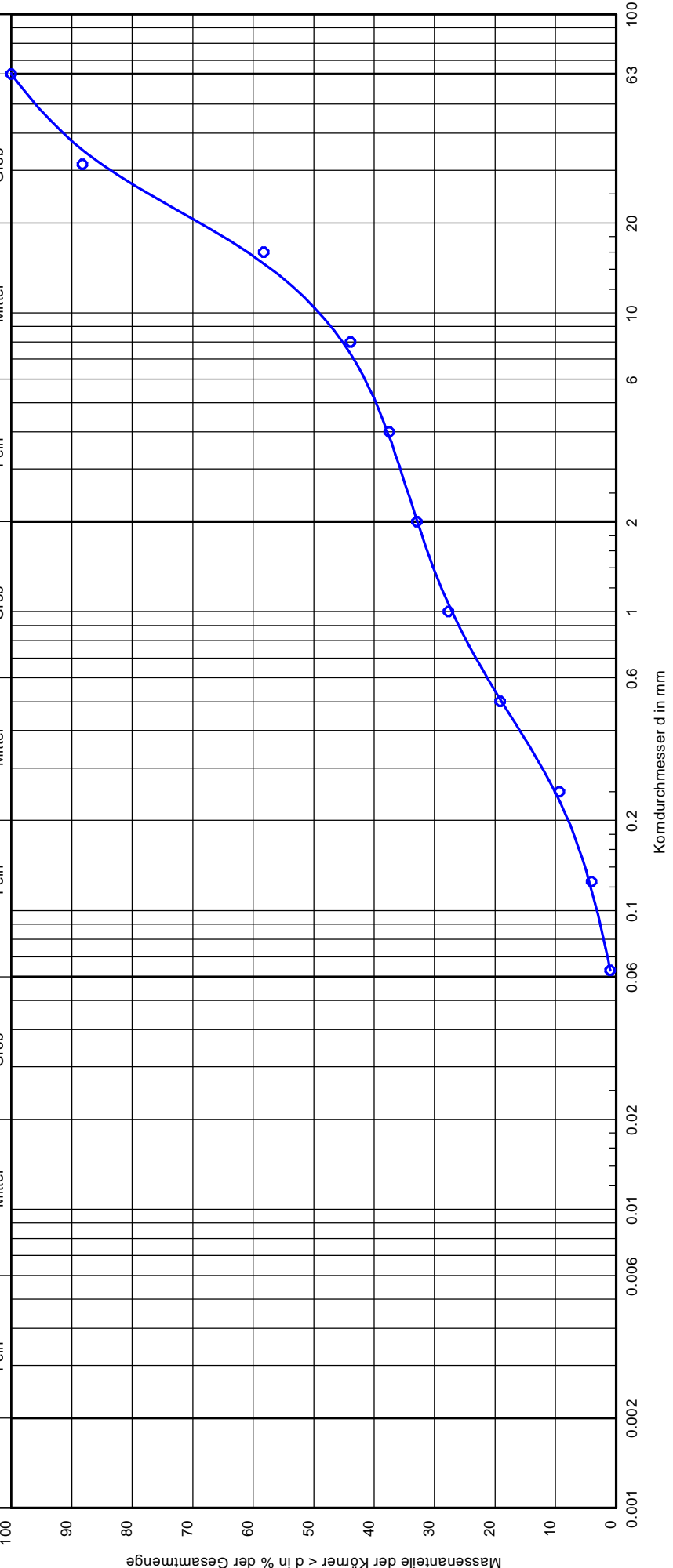
Grob-

Fein-

Mittel-

Grob-

Steine



| | |
|---------------------|------------------------|
| Bezeichnung: | P3 |
| Bodenart: | G, fs', ms', gs' |
| Bodengruppe: | Gl |
| Tiefe: | 1.0 - 3.0 m |
| Entnahmestelle: | RKS 1 |
| U/Cc: | 62.6/0.5 |
| kf-Wert nach Seiler | 1.8 · 10 ⁻³ |
| d20 [mm]: | 0.5429 |
| d60 [mm]: | 15.5081 |

Bemerkungen:

Bericht:
Anlage:
3.1

Körnungslinie

Grundwassermodellierung

Frankfurt Oder

Prüfungsnummer: G-10660-2018083031

Probe entnommen am: 30.08.2018

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: DIN 18123

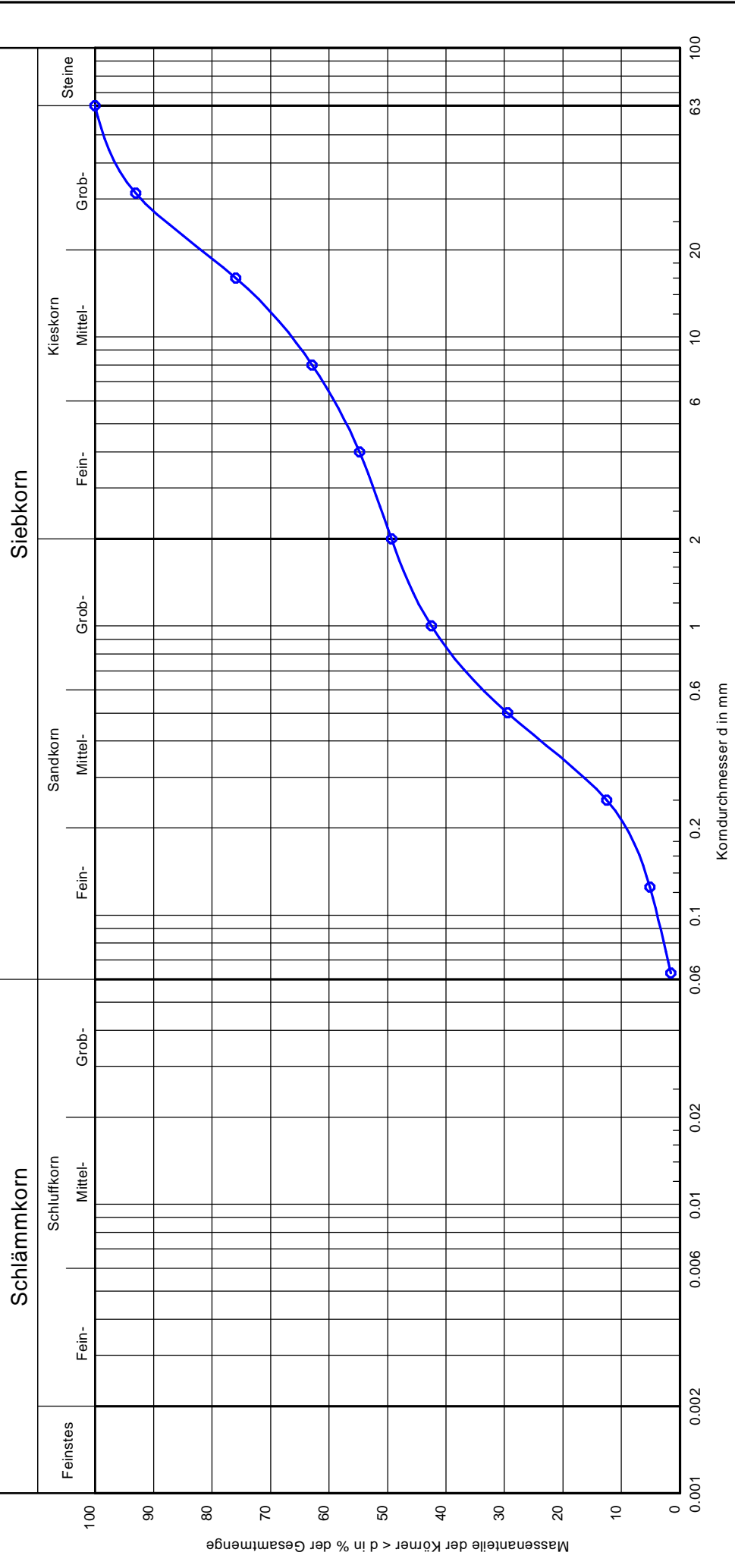
Bearbeiter: B. Scholz

Datum: 21.09.2018

Bezeichnung: P3
 Bodenart: G, fs', ms', gs'
 Bodengruppe: GI
 Tiefe: 1,0 - 3,0 m
 Entnahmestelle: RKS 1
 U/Cc: 62.6/0.5
 kf-Wert nach Seiler 1.811E-3
 d₂₀ [mm]: 0.5429
 d₆₀ [mm]: 15.5081
 d₁₀/d₃₀/d₆₀ [mm]: 0.248 / 1.373 / 15.508
 Siebanalyse:
 Trockenmasse [g]: 973.56

Siebanalyse

| Korngröße [mm] | Rückstand [g] | Rückstand [%] | Siebdurchgänge [%] |
|----------------|---------------|---------------|--------------------|
| 63.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 31.5 | 114.92 | 11.80 | 88.20 |
| 16.0 | 291.03 | 29.89 | 58.30 |
| 8.0 | 140.26 | 14.41 | 43.90 |
| 4.0 | 62.37 | 6.41 | 37.49 |
| 2.0 | 44.09 | 4.53 | 32.96 |
| 1.0 | 51.23 | 5.26 | 27.70 |
| 0.5 | 83.51 | 8.58 | 19.12 |
| 0.25 | 95.17 | 9.78 | 9.35 |
| 0.125 | 51.22 | 5.26 | 4.08 |
| 0.063 | 30.50 | 3.13 | 0.95 |
| Schale | 9.26 | 0.95 | - |
| Summe | 973.56 | | |
| Siebverlust | 0.00 | | |



| | | |
|---------------------|------------------------|----------------------------|
| Bezeichnung: | P3 | Bemerkungen: |
| Bodenart: | SLG | |
| Bodengruppe: | GI | Bericht: Anlage: 3.1 |
| Tiefe: | 0.6 - 2.5 m | |
| Entnahmestelle: | RKS 2 | |
| U/Cc: | 30.3/0.2 | |
| kf-Wert nach Seiler | 1.9 · 10 ⁻⁴ | |
| d20 [mm]: | 0.3463 | |
| d60 [mm]: | 6.4613 | |

Körnungslinie

Grundwassermodellierung

Frankfurt Oder

Bearbeiter: B. Scholz

Datum: 21.09.2018

Prüfungsnummer: G-10660-2018083031

Probe entnommen am: 30.08.2018

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: DIN 18123

Bezeichnung: P3
 Bodenart: S, G
 Bodengruppe: GI
 Tiefe: 0,6 - 2,5 m
 Entnahmestelle: RKS 2
 U/Cc: 30.3/0.2
 kf-Wert nach Seiler 1.949E-4
 d₂₀ [mm]: 0.3463
 d₆₀ [mm]: 6.4613
 d₁₀/d₃₀/d₆₀ [mm]: 0.213 / 0.511 / 6.461
 Siebanalyse:
 Trockenmasse [g]: 1052.60

Siebanalyse

| Korngröße [mm] | Rückstand [g] | Rückstand [%] | Siebdurchgänge [%] |
|----------------|---------------|---------------|--------------------|
| 63.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 31.5 | 72.79 | 6.92 | 93.08 |
| 16.0 | 180.49 | 17.15 | 75.94 |
| 8.0 | 137.38 | 13.05 | 62.89 |
| 4.0 | 85.26 | 8.10 | 54.79 |
| 2.0 | 57.55 | 5.47 | 49.32 |
| 1.0 | 71.95 | 6.84 | 42.48 |
| 0.5 | 136.96 | 13.01 | 29.47 |
| 0.25 | 178.02 | 16.91 | 12.56 |
| 0.125 | 78.06 | 7.42 | 5.14 |
| 0.063 | 37.68 | 3.58 | 1.56 |
| Schale | 16.46 | 1.56 | - |
| Summe | 1052.60 | | |
| Siebverlust | 0.00 | | |

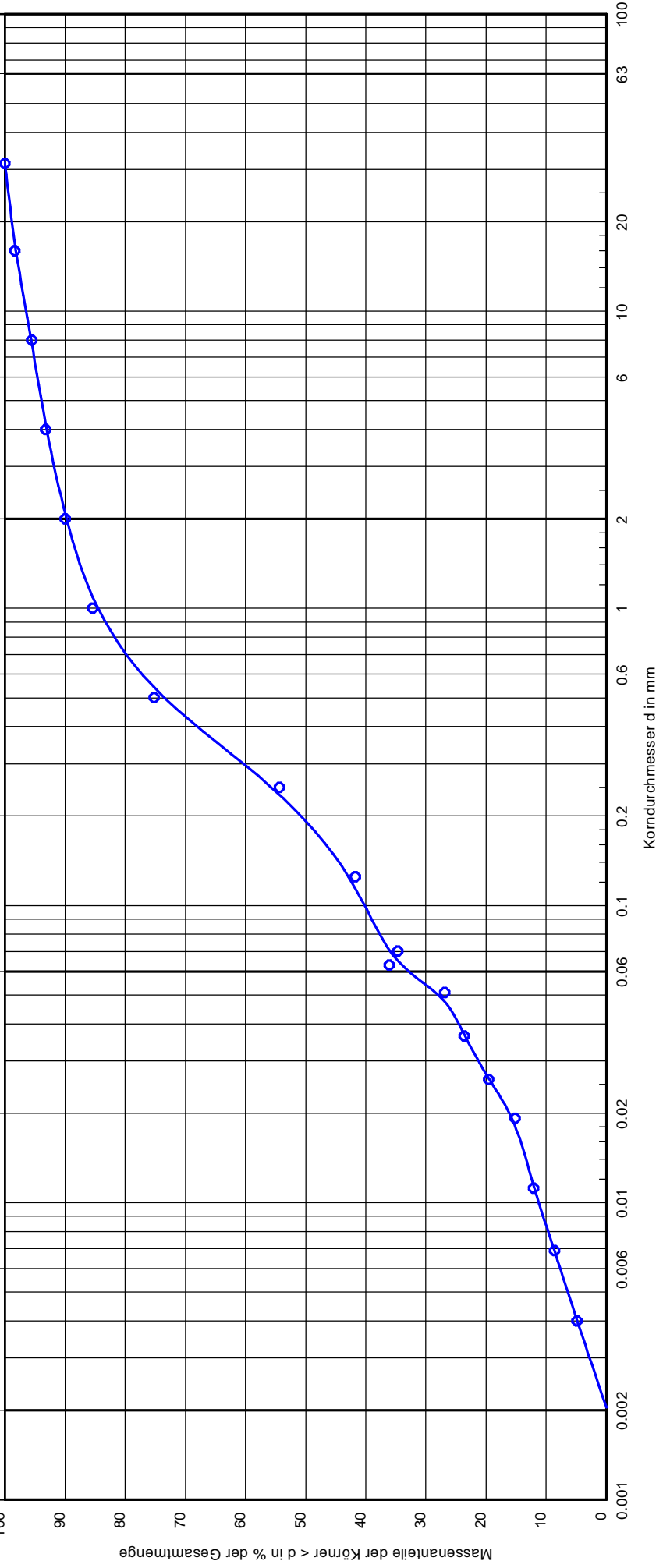
Schlämmkorn

Feinstes Fein- Mittel- Grob-

Sandkorn Fein- Mittel- Grob-

Siebkorn Fein- Mittel- Grob-

Steine



| | |
|--------------------|------------------------|
| Bezeichnung: | P4 |
| Bodenart: | S, u, g* |
| Bodengruppe: | SU* |
| Tiefe: | 2.5 - 3.0 m |
| Entnahmestelle: | RKS 2 |
| U/Cc: | 35.3/1.2 |
| kf-Wert nach USBR: | 8.9 · 10 ⁻⁷ |
| d20 [mm]: | 0.0271 |
| d60 [mm]: | 0.2959 |

Bemerkungen:

Report: Bericht:
Drawing: Anlage:
3.1

Körnungslinie

Grundwassermodellierung

Frankfurt Oder

Prüfungsnummer: G-10660-2018083031
 Probe entnommen am: 30.08.2018
 Art der Entnahme: gestört
 Arbeitsweise: DIN 18123

Bearbeiter: B. Scholz

Datum: 21.09.2018

Bezeichnung: P4
 Bodenart: S, u, g'
 Bodengruppe: SU*
 Tiefe: 2,5 - 3,0 m
 Entnahmestelle: RKS 2
 U/Cc: 100.1/1.1
 kf-Wert nach USBR 1.087E-7
 d₂₀ [mm]: 0.0108
 d₆₀ [mm]: 0.2959
 d₁₀/d₃₀/d₆₀ [mm]: 0.003 / 0.031 / 0.296
 Siebanalyse:
 Trockenmasse [g]: 770.00
 Schlämmanalyse:
 Trockenmasse [g]: 17.80
 Korndichte [g/cm³]: 2.000
 Aräometer:
 Bezeichnung: PGSL Aräom. weiße Spitze
 Volumen Aräometerbirne [cm³]: 61.10
 Fläche Messzylinder [cm²]: 28.33
 Länge Aräometerbirne [cm]: 16.30
 Länge der Skala [cm]: 15.40
 Abstd. OK Birne - UK Skala [cm]: 0.98
 Meniskuskorrektur C_m: 1.00

Siebanalyse

| Korngröße [mm] | Rückstand [g] | Rückstand [%] | Siebdurchgänge [%] |
|----------------|---------------|---------------|--------------------|
| 31.5 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 16.0 | 12.81 | 1.66 | 98.34 |
| 8.0 | 21.26 | 2.76 | 95.58 |
| 4.0 | 18.44 | 2.39 | 93.18 |
| 2.0 | 24.82 | 3.22 | 89.96 |
| 1.0 | 34.75 | 4.51 | 85.44 |
| 0.5 | 78.80 | 10.23 | 75.21 |
| 0.25 | 160.52 | 20.85 | 54.36 |
| 0.125 | 97.31 | 12.64 | 41.73 |
| 0.063 | 43.38 | 5.63 | 36.09 |
| Schale | 277.91 | 36.09 | - |
| Summe | 770.00 | | |
| Siebverlust | 0.00 | | |

Schlämmanalyse

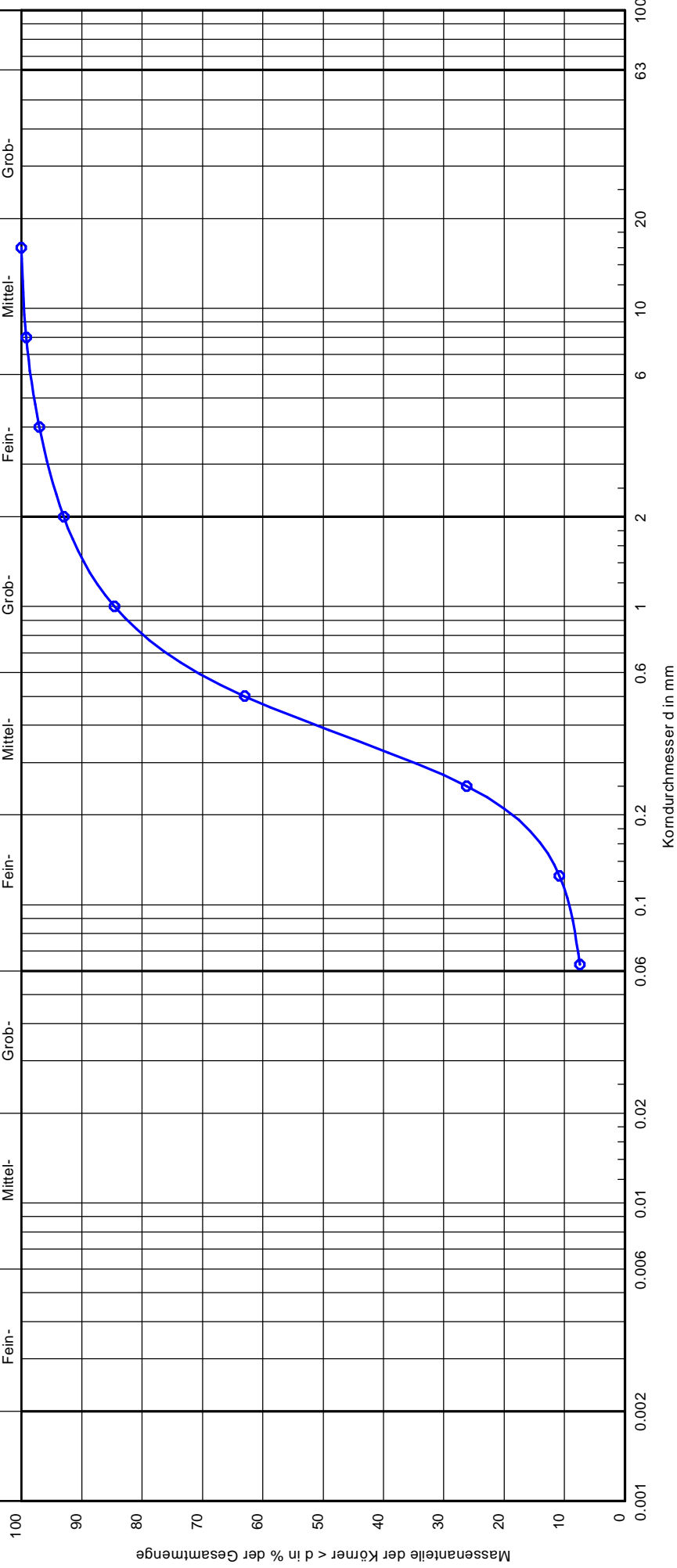
| Zeit [h] | Zeit [min] | R' [g] | R = R' + C _m [g] | Korngröße [mm] | T [°C] | C _T [g] | R + C _T [g] | Durchgang [%] |
|----------|------------|--------|-----------------------------|----------------|--------|--------------------|------------------------|---------------|
| 0 | 1 | 7.10 | 8.10 | 0.0700 | 23.7 | 0.73 | 8.83 | 35.82 |
| 0 | 2 | 6.90 | 7.90 | 0.0497 | 23.7 | 0.73 | 8.63 | 35.01 |
| 0 | 4 | 6.10 | 7.10 | 0.0355 | 23.7 | 0.73 | 7.83 | 31.77 |
| 0 | 8 | 5.10 | 6.10 | 0.0254 | 23.7 | 0.73 | 6.83 | 27.71 |
| 0 | 15 | 4.00 | 5.00 | 0.0188 | 23.7 | 0.73 | 5.73 | 23.25 |
| 0 | 45 | 3.20 | 4.20 | 0.0109 | 23.9 | 0.78 | 4.98 | 20.18 |
| 2 | 0 | 2.30 | 3.30 | 0.0067 | 24.1 | 0.82 | 4.12 | 16.71 |
| 6 | 0 | 1.30 | 2.30 | 0.0039 | 24.5 | 0.91 | 3.21 | 13.01 |
| 24 | 0 | -0.30 | 0.70 | 0.0020 | 23.9 | 0.78 | 1.48 | 5.99 |

Schlämmkorn

Feinstes Fein- Mittel- Grob- Schluffkorn

Siebkorn

Fein- Mittel- Grob- Sandkorn Fein- Mittel- Grob- Kieskorn Fein- Mittel- Grob- Steine



| | |
|-----------------------|--|
| Bezeichnung: | P5 |
| Bodenart: | mS _{gs} , u _i , fs _i , fg |
| Bodengruppe: | SU |
| Tiefe: | 2,6 - 3,6 |
| Entnahmestelle: | RKS 3 |
| U/Cc: | 4,2/1,4 |
| kf-Wert nach Beyer | 1,1 · 10 ⁻⁴ |
| d ₂₀ [mm]: | 0,2103 |
| d ₆₀ [mm]: | 0,4709 |

Bemerkungen:

Bericht:
Anlage:
3.1

Körnungslinie

Grundwassermodellierung

Frankfurt Oder

Bearbeiter: B. Scholz

Datum: 21.09.2018

Prüfungsnummer: G-10660-2018083031

Probe entnommen am: 30.08.2018

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: DIN 18123

Bezeichnung: P5
 Bodenart: mS, gs, u', fs', fg'
 Bodengruppe: SU
 Tiefe: 2,6 - 3,6
 Entnahmestelle: RKS 3
 U/Cc: 4.2/1.4
 kf-Wert nach Beyer 1.133E-4
 d₂₀ [mm]: 0.2103
 d₆₀ [mm]: 0.4709
 d₁₀/d₃₀/d₆₀ [mm]: 0.112 / 0.272 / 0.471
 Siebanalyse:
 Trockenmasse [g]: 315.99

Siebanalyse

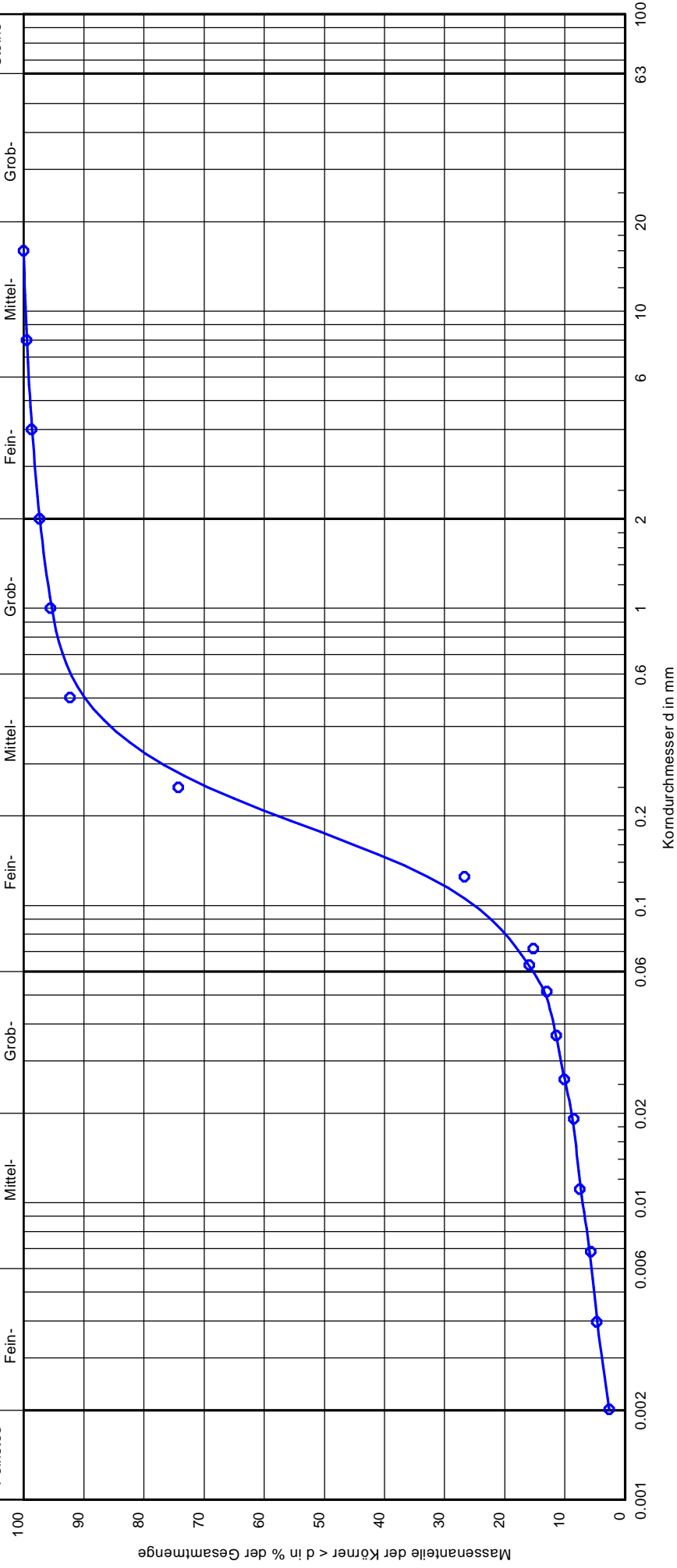
| Korngröße [mm] | Rückstand [g] | Rückstand [%] | Siebdurchgänge [%] |
|----------------|---------------|---------------|--------------------|
| 16.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 8.0 | 2.48 | 0.78 | 99.22 |
| 4.0 | 7.00 | 2.22 | 97.00 |
| 2.0 | 12.75 | 4.03 | 92.96 |
| 1.0 | 26.59 | 8.41 | 84.55 |
| 0.5 | 68.02 | 21.53 | 63.02 |
| 0.25 | 116.36 | 36.82 | 26.20 |
| 0.125 | 48.45 | 15.33 | 10.87 |
| 0.063 | 10.69 | 3.38 | 7.48 |
| Schale | 23.65 | 7.48 | - |
| Summe | 315.99 | | |
| Siebverlust | 0.00 | | |

Schlammkorn

Feinstes Fein- Mittel- Grob-

Siebkorn

Fein- Sandkorn Mittel- Grob- Kieskorn Fein- Mittel- Grob- Steine



| | | |
|---------------------|------------------------|-----------------|
| Bezeichnung: | P6 | Bemerkungen: |
| Bodenart: | fS. ms. u. gs' SU* | |
| Bodengruppe: | | Report: 3.1 |
| Tiefe: | 5.0 - 8.0 m | Attachment: 3.1 |
| Entnahmestelle: | RKS 5 | |
| U/Cc: | 8.1/2.5 | |
| kf-Wert nach Seiler | 9.9 · 10 ⁻⁶ | |
| d20 [mm]: | 0.0804 | |
| d60 [mm]: | 0.2086 | |

Körnungslinie

Grundwassermodellierung

Frankfurt Oder

Prüfungsnummer: G-10660-2018083031
 Probe entnommen am: 30.08.2018
 Art der Entnahme: gestört
 Arbeitsweise: DIN 18123

Bearbeiter: B. Scholz

Datum: 21.09.2018

Bezeichnung: P6
 Bodenart: fS, ms, u, gs'
 Bodengruppe: SU*
 Tiefe: 5,0 - 8,0 m
 Entnahmestelle: RKS 5
 U/Cc: 8.1/2.5
 kf-Wert nach Seiler 9.875E-6
 d20 [mm]: 0.0804
 d60 [mm]: 0.2086
 d10/d30/d60 [mm]: 0.026 / 0.116 / 0.209
 Siebanalyse:
 Trockenmasse [g]: 407.47
 Schlämmanalyse:
 Trockenmasse [g]: 14.17
 Korndichte [g/cm³]: 2.000
 Aräometer:
 Bezeichnung: PGSL Aräom. weiße Spitze
 Volumen Aräometerbirne [cm³]: 61.10
 Fläche Messzylinder [cm²]: 28.33
 Länge Aräometerbirne [cm]: 16.30
 Länge der Skala [cm]: 15.40
 Abstd. OK Birne - UK Skala [cm]: 0.98
 Meniskuskorrektur Cm: -1.00

Siebanalyse

| Korngröße [mm] | Rückstand [g] | Rückstand [%] | Siebdurchgänge [%] |
|----------------|---------------|---------------|--------------------|
| 16.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 8.0 | 1.96 | 0.48 | 99.52 |
| 4.0 | 3.54 | 0.87 | 98.65 |
| 2.0 | 5.08 | 1.25 | 97.40 |
| 1.0 | 7.56 | 1.86 | 95.55 |
| 0.5 | 13.40 | 3.29 | 92.26 |
| 0.25 | 73.08 | 17.94 | 74.32 |
| 0.125 | 194.05 | 47.62 | 26.70 |
| 0.063 | 43.97 | 10.79 | 15.91 |
| Schale | 64.83 | 15.91 | - |
| Summe | 407.47 | | |
| Siebverlust | 0.00 | | |

Schlämmanalyse

| Zeit [h] [min] | | R' [g] | R = R' + C _m [g] | Korngröße [mm] | T [°C] | C _T [g] | R + C _T [g] | Durchgang [%] |
|------------------|----|--------|-----------------------------|----------------|--------|--------------------|------------------------|---------------|
| 0 | 1 | 7.00 | 6.00 | 0.0716 | 24.0 | 0.80 | 6.80 | 15.27 |
| 0 | 2 | 6.00 | 5.00 | 0.0512 | 24.0 | 0.80 | 5.80 | 13.02 |
| 0 | 4 | 5.30 | 4.30 | 0.0365 | 24.0 | 0.80 | 5.10 | 11.45 |
| 0 | 8 | 4.70 | 3.70 | 0.0260 | 24.0 | 0.80 | 4.50 | 10.10 |
| 0 | 15 | 4.00 | 3.00 | 0.0191 | 24.0 | 0.80 | 3.80 | 8.53 |
| 0 | 45 | 3.50 | 2.50 | 0.0111 | 24.2 | 0.84 | 3.34 | 7.51 |
| 2 | 0 | 2.70 | 1.70 | 0.0068 | 24.2 | 0.84 | 2.54 | 5.71 |
| 6 | 0 | 2.20 | 1.20 | 0.0040 | 24.5 | 0.91 | 2.11 | 4.74 |
| 24 | 0 | 1.40 | 0.40 | 0.0020 | 23.9 | 0.78 | 1.18 | 2.64 |

| | |
|---------------------|--|
| Projekt-Nr.: | G-10660 |
| Projekt-Name: | Grundwassermodellierung Frankfurt Oder |
| Ausgeführt am: | 20.-22.09.2018 |
| Bearbeiter: | B. Scholz |
| Probenahmedatum: | 30.08.2018 |
| Art der Probenahme: | gestört |

Bestimmung des Wassergehaltes

durch Ofentrocknung nach DIN 18121, Teil 1

| | | | |
|---|-------------|--------|--------|
| Entnahmestelle: | RKS 1 | | |
| Entnahmetiefe (m): | 1,0 - 3,0 m | | |
| Probenummer: | P3 | | |
| Versuchsnummer: | 1 | 2 | 3 |
| Behälter-Nr. | BK 10 | BK 11 | BK 12 |
| Massen feuchte Probe + Behälter ($m+m_B$) | 140,33 | 145,68 | 143,87 |
| Massen trockene Probe + Behälter (m_d+m_B) | 135,80 | 140,60 | 139,02 |
| Masse Behälter m_B | 59,34 | 57,97 | 59,82 |
| Masse Porenwasser ($m+m_B$) - (m_d+m_B) = m_w | 4,53 | 5,08 | 4,85 |
| Masse trockene Probe (m_d+m_B) - $m_B = m_d$ | 76,46 | 82,63 | 79,20 |
| Wassergehalt $w = m_w : m_d$ in % | 5,92% | 6,15% | 6,12% |
| Mittelwert $W_{nat.}$ in % | 6,07% | | |

alle Massenangaben in g

Bestimmung des organischen Anteils; Glühverlust

nach DIN 18128

| | | | |
|--|-------------|-------|-------|
| Entnahmestelle: | RKS 1 | | |
| Entnahmetiefe (m): | 1,0 - 3,0 m | | |
| Probenummer: | P3 | | |
| Versuchsnummer: | 1 | 2 | 3 |
| Behälter-Nr. | 7 | 8 | 9 |
| Massen trockene Probe + Behälter (m_d+m_B) | 45,98 | 46,76 | 50,26 |
| Massen geglühte Probe + Behälter ($m_{gl}+m_B$) | 45,60 | 46,34 | 49,78 |
| Masse Behälter m_B | 22,46 | 22,33 | 22,44 |
| Masse org. Anteil (m_d+m_B) - ($m_{gl}+m_B$) = Δm_{gl} | 0,38 | 0,42 | 0,48 |
| Masse trockene Probe (m_d+m_B) - $m_B = m_d$ | 23,52 | 24,43 | 27,82 |
| Glühverlust $V_{gl} = \Delta m_{gl} : m_d$ | 1,62% | 1,72% | 1,73% |
| Mittelwert V_{gl} in % | 1,69% | | |

alle Massenangaben in g

| | |
|---------------------|--|
| Projekt-Nr.: | G-10660 |
| Projekt-Name: | Grundwassermodellierung Frankfurt Oder |
| Ausgeföhrt am: | 08.-09.10-18 |
| Bearbeiter: | B. Scholz |
| Probenahmedatum: | 30.08.2018 |
| Art der Probenahme: | gestört |

Bestimmung des Wassergehaltes

durch Ofentrocknung nach DIN 18121, Teil 1

| | | | |
|---|-------------|--|--|
| Entnahmestelle: | RKS 2 | | |
| Entnahmetiefe (m): | 6,4 - 7,0 m | | |
| Probenummer: | P 6 | | |
| Versuchsnummer: | 1 | | |
| Behälter-Nr. | BK 1 | | |
| Massen feuchte Probe + Behälter ($m+m_B$) | 128,48 | | |
| Massen trockene Probe + Behälter (m_d+m_B) | 113,00 | | |
| Masse Behälter m_B | 61,78 | | |
| Masse Porenwasser ($m+m_B$) - (m_d+m_B) = m_w | 15,48 | | |
| Masse trockene Probe (m_d+m_B) - m_B = m_d | 51,22 | | |
| Wassergehalt $w = m_w : m_d$ in % | 30,22% | | |
| Mittelwert $W_{nat.}$ in % | 30,22% | | |

alle Massenangaben in g

Bestimmung des organischen Anteils; Glühverlust

nach DIN 18128

| | | | |
|--|-------------|-------|-------|
| Entnahmestelle: | RKS 2 | | |
| Entnahmetiefe (m): | 6,4 - 7,0 m | | |
| Probenummer: | P 6 | | |
| Versuchsnummer: | 1 | 2 | 3 |
| Behälter-Nr. | 1 | 2 | 3 |
| Massen trockene Probe + Behälter (m_d+m_B) | 42,76 | 42,87 | 40,93 |
| Massen geglühte Probe + Behälter ($m_{gl}+m_B$) | 41,59 | 41,57 | 39,59 |
| Masse Behälter m_B | 23,05 | 22,25 | 22,18 |
| Masse org. Anteil (m_d+m_B) - ($m_{gl}+m_B$) = Δm_{gl} | 1,17 | 1,30 | 1,34 |
| Masse trockene Probe (m_d+m_B) - m_B = m_d | 19,71 | 20,62 | 18,75 |
| Glühverlust $V_{gl} = \Delta m_{gl} : m_d$ | 5,94% | 6,30% | 7,15% |
| Mittelwert V_{gl} in % | 6,46% | | |

alle Massenangaben in g

| | |
|---------------------|--|
| Projekt-Nr.: | G-10660 |
| Projekt-Name: | Grundwassermodellierung Frankfurt Oder |
| Ausgeführt am: | 20.-22.09.2018 |
| Bearbeiter: | B. Scholz |
| Probenahmedatum: | 30.08.2018 |
| Art der Probenahme: | gestört |

Bestimmung des Wassergehaltes

durch Ofentrocknung nach DIN 18121, Teil 1

| | | | |
|---|-----------|--------|--------|
| Entnahmestelle: | RKS 3 | | |
| Entnahmetiefe (m): | 3,5 - 4,2 | | |
| Probenummer: | P6 | | |
| Versuchsnummer: | 1 | 2 | 3 |
| Behälter-Nr. | B 12 | B13 | B 14 |
| Massen feuchte Probe + Behälter ($m+m_B$) | 223,88 | 231,35 | 211,62 |
| Massen trockene Probe + Behälter (m_d+m_B) | 193,86 | 200,85 | 183,38 |
| Masse Behälter m_B | 99,42 | 107,85 | 108,53 |
| Masse Porenwasser ($m+m_B$) - (m_d+m_B) = m_w | 30,02 | 30,50 | 28,24 |
| Masse trockene Probe (m_d+m_B) - $m_B = m_d$ | 94,44 | 93,00 | 74,85 |
| Wassergehalt $w = m_w : m_d$ in % | 31,79% | 32,80% | 37,73% |
| Mittelwert $W_{nat.}$ in % | 34,10% | | |

alle Massenangaben in g

Bestimmung des organischen Anteils; Glühverlust

nach DIN 18128

| | | | |
|--|-----------|-------|-------|
| Entnahmestelle: | RKS 3 | | |
| Entnahmetiefe (m): | 3,5 - 4,2 | | |
| Probenummer: | P6 | | |
| Versuchsnummer: | 1 | 2 | 3 |
| Behälter-Nr. | 1 | 2 | 3 |
| Massen trockene Probe + Behälter (m_d+m_B) | 39,77 | 37,78 | 38,10 |
| Massen geprühte Probe + Behälter ($m_{gl}+m_B$) | 38,81 | 36,82 | 37,05 |
| Masse Behälter m_B | 23,05 | 22,25 | 22,17 |
| Masse org. Anteil (m_d+m_B) - ($m_{gl}+m_B$) = Δm_{gl} | 0,96 | 0,96 | 1,05 |
| Masse trockene Probe (m_d+m_B) - $m_B = m_d$ | 16,72 | 15,53 | 15,93 |
| Glühverlust $V_{gl} = \Delta m_{gl} : m_d$ | 5,74% | 6,18% | 6,59% |
| Mittelwert V_{gl} in % | 6,17% | | |

alle Massenangaben in g

| | |
|---------------------|--|
| Projekt-Nr.: | G-10660 |
| Projekt-Name: | Grundwassermodellierung Frankfurt Oder |
| Ausgeführt am: | 20.-22.09.2018 |
| Bearbeiter: | B. Scholz |
| Probenahmedatum: | 30.08.2018 |
| Art der Probenahme: | gestört |

Bestimmung des Wassergehaltes

durch Ofentrocknung nach DIN 18121, Teil 1

| | | | |
|---|-------------|--------|--|
| Entnahmestelle: | RKS 5 | | |
| Entnahmetiefe (m): | 2,9 - 4,0 m | | |
| Probenummer: | P 4 | | |
| Versuchsnummer: | 1 | 2 | |
| Behälter-Nr. | B 4 | B 6 | |
| Massen feuchte Probe + Behälter ($m+m_B$) | 384,65 | 376,11 | |
| Massen trockene Probe + Behälter (m_d+m_B) | 341,81 | 330,22 | |
| Masse Behälter m_B | 192,83 | 190,07 | |
| Masse Porenwasser ($m+m_B$) - (m_d+m_B) = m_w | 42,84 | 45,89 | |
| Masse trockene Probe (m_d+m_B) - m_B = m_d | 148,98 | 140,15 | |
| Wassergehalt $w = m_w : m_d$ in % | 28,76% | 32,74% | |
| Mittelwert $W_{nat.}$ in % | 30,75% | | |

alle Massenangaben in g

Bestimmung des organischen Anteils; Glühverlust

nach DIN 18128

| | | | |
|--|-------------|-------|-------|
| Entnahmestelle: | RKS 5 | | |
| Entnahmetiefe (m): | 2,9 - 4,0 m | | |
| Probenummer: | P 4 | | |
| Versuchsnummer: | 1 | 2 | 3 |
| Behälter-Nr. | 7 | 8 | 9 |
| Massen trockene Probe + Behälter (m_d+m_B) | 39,17 | 41,83 | 42,66 |
| Massen geglühte Probe + Behälter ($m_{gl}+m_B$) | 38,41 | 40,91 | 41,68 |
| Masse Behälter m_B | 22,46 | 22,33 | 22,44 |
| Masse org. Anteil (m_d+m_B) - ($m_{gl}+m_B$) = Δm_{gl} | 0,76 | 0,92 | 0,98 |
| Masse trockene Probe (m_d+m_B) - m_B = m_d | 16,71 | 19,50 | 20,22 |
| Glühverlust $V_{gl} = \Delta m_{gl} : m_d$ | 4,55% | 4,72% | 4,85% |
| Mittelwert V_{gl} in % | 4,70% | | |

alle Massenangaben in g

Ergebnisse der LAGA-Analytik, Auffüllung

| Parameter | Einheit | Zuordnungswert | | | | | MP 1 | |
|--|---------|----------------|-----------|---------|-------|--------|--------------------------------------|--------|
| | | Z 0 (S) | Z 0 (L/U) | Z 0 (T) | Z 1 | Z 2 | Gehalt | Zuord. |
| Boden | - | | | | | | Auffüllung, grob- und gemischtkörnig | |
| Kohlenw.-Index | mg/kg | 100 | | | 300 | 1000 | 43 | Z 0 |
| EOX | mg/kg | 1 | | | 3 | 10 | < 0,5 | Z 0 |
| TOC | Gew.-% | 0,5 (1,0) | | | 1,5 | 5 | 0,61 | Z 1 |
| PAK ₁₆ (EPA) | mg/kg | 3 | | | 3 (9) | 30 | 1,63 | Z 0 |
| Benzo(a)pyren | mg/kg | 0,3 | | | 0,9 | 3 | 0,19 | Z 0 |
| Arsen | mg/kg | 10 | 15 | 20 | 45 | 150 | 4,5 | Z 0 |
| Blei | mg/kg | 40 | 70 | 100 | 210 | 700 | 55 | Z 1 |
| Cadmium | mg/kg | 0,4 | 1 | 1,5 | 3 | 10 | 0,26 | Z 0 |
| Chrom | mg/kg | 30 | 60 | 100 | 180 | 600 | 9,2 | Z 0 |
| Kupfer | mg/kg | 20 | 40 | 60 | 120 | 400 | 30 | Z 1 |
| Nickel | mg/kg | 15 | 50 | 70 | 150 | 500 | 6,6 | Z 0 |
| Quecksilber | mg/kg | 0,1 | 0,5 | 1 | 1,5 | 5 | 0,29 | Z 1 |
| Zink | mg/kg | 60 | 150 | 200 | 450 | 1500 | 58 | Z 0 |
| Eluat | | Z 0 / Z 1.1 | | | Z 1.2 | Z 2 | | |
| pH-Wert | - | 6,5-9,5 | | | 6-12 | 5,5-12 | 8,4 | Z 0 |
| el. Leitfähigkeit | µS/cm | 250 | | | 1500 | 2000 | 64,3 | Z 0 |
| Chlorid | mg/l | 30 | | | 50 | 100 | 3,7 | Z 0 |
| Sulfat | mg/l | 20 | | | 50 | 200 | 6,1 | Z 0 |
| Arsen | µg/l | 14 | | | 20 | 60 | < 10 | Z 0 |
| Blei | µg/l | 40 | | | 80 | 200 | < 10 | Z 0 |
| Cadmium | µg/l | 1,5 | | | 3 | 6 | < 0,5 | Z 0 |
| Chrom | µg/l | 12,5 | | | 25 | 60 | < 3 | Z 0 |
| Kupfer | µg/l | 20 | | | 60 | 100 | 5 | Z 0 |
| Nickel | µg/l | 15 | | | 20 | 70 | < 2 | Z 0 |
| Quecksilber | µg/l | 0,5 | | | 1 | 2 | < 0,2 | Z 0 |
| Zink | µg/l | 150 | | | 200 | 600 | 6 | Z 0 |
| Einbauklasse nach LAGA TR Boden | | | | | | | 1 (≤ Z 1) | |



WESSLING GmbH, Moritzburger Weg 67, 01109 Dresden

 Planungsgesellschaft Scholz + Lewis mbH
 Herr Scholz
 An der Pikardie 8
 01277 Dresden

 Geschäftsfeld: Umwelt
 Ansprechpartner: R. Teufert
 Durchwahl: +49 351 8 116 4927
 Fax: +49 351 8 116 4928
 E-Mail: Roswitha.Teufert@wessling.de

Prüfbericht

Projekt: Grundwassermodellierung Frankfurt Oder
Projektnummer: 10660

| Prüfbericht Nr. | CDR18-004132-1 | Auftrag Nr. | CDR-01875-18 | Datum | 28.09.2018 |
|---------------------|----------------|-------------|--------------|-------|------------|
| Probe Nr. | 18-152401-01 | | | | |
| Eingangsdatum | 21.09.2018 | | | | |
| Bezeichnung | MP 1 | | | | |
| Probenart | Boden | | | | |
| Probenahme durch | Auftraggeber | | | | |
| Probengefäß | PE-Eimer | | | | |
| Anzahl Gefäße | 1 | | | | |
| Untersuchungsbeginn | 21.09.2018 | | | | |
| Untersuchungsende | 27.09.2018 | | | | |

In der Originalsubstanz

| | | |
|-------------|--------------|-------------|
| Probe Nr. | 18-152401-01 | |
| Bezeichnung | MP 1 | |
| Farbe | OS | braun |
| Aussehen | OS | Erde+Steine |

| | | | |
|---------------------------------------|---------------------------------|--|-------------------------|
| Prüfbericht Nr. CDR18-004132-1 | Auftrag Nr. CDR-01875-18 | | Datum 28.09.2018 |
|---------------------------------------|---------------------------------|--|-------------------------|

Probenvorbereitung

| | | | |
|-------------------------------|--------------|----|------------|
| Probe Nr. | 18-152401-01 | | |
| Bezeichnung | MP 1 | | |
| Volumen des Auslaugungsmittel | ml | OS | 992 |
| Frischmasse der Messprobe | g | OS | 108 |
| Königswasser-Extrakt | | TS | 26.09.2018 |
| Feuchtegehalt | % | TS | 7,3 |

Physikalische Untersuchung

| | | | |
|------------------|--------------|----|------|
| Probe Nr. | 18-152401-01 | | |
| Bezeichnung | MP 1 | | |
| Trockenrückstand | Gew% | OS | 92,7 |

Summenparameter

| | | | |
|-----------------------------------|--------------|----|------|
| Probe Nr. | 18-152401-01 | | |
| Bezeichnung | MP 1 | | |
| EOX | mg/kg | TS | <0,5 |
| Kohlenwasserstoff-Index > C10-C22 | mg/kg | TS | <20 |
| Kohlenwasserstoff-Index | mg/kg | TS | 43 |
| TOC | Gew% | TS | 0,61 |
| TOC korrigiert | Gew% | TS | 0,61 |
| Störstoffe ges. | Gew% | TS | 0 |

Im Königswasser-Extrakt**Elemente**

| | | | |
|------------------|--------------|----|------|
| Probe Nr. | 18-152401-01 | | |
| Bezeichnung | MP 1 | | |
| Arsen (As) | mg/kg | TS | 4,5 |
| Blei (Pb) | mg/kg | TS | 55 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg | TS | 0,26 |
| Chrom (Cr) | mg/kg | TS | 9,2 |
| Kupfer (Cu) | mg/kg | TS | 30 |
| Nickel (Ni) | mg/kg | TS | 6,6 |
| Zink (Zn) | mg/kg | TS | 58 |
| Quecksilber (Hg) | mg/kg | TS | 0,29 |

Prüfbericht Nr. **CDR18-004132-1** Auftrag Nr. **CDR-01875-18** Datum **28.09.2018**
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

| | | | | |
|--------------------------|-------|----|-------|--------------|
| Probe Nr. | | | | 18-152401-01 |
| Bezeichnung | | | | MP 1 |
| Naphthalin | mg/kg | TS | <0,06 | |
| Acenaphthylen | mg/kg | TS | <0,06 | |
| Acenaphthen | mg/kg | TS | <0,06 | |
| Fluoren | mg/kg | TS | <0,06 | |
| Phenanthren | mg/kg | TS | 0,1 | |
| Anthracen | mg/kg | TS | <0,06 | |
| Fluoranthen | mg/kg | TS | 0,31 | |
| Pyren | mg/kg | TS | 0,28 | |
| Benzo(a)anthracen | mg/kg | TS | 0,14 | |
| Chrysen | mg/kg | TS | 0,14 | |
| Benzo(b)fluoranthen | mg/kg | TS | 0,13 | |
| Benzo(k)fluoranthen | mg/kg | TS | 0,09 | |
| Benzo(a)pyren | mg/kg | TS | 0,19 | |
| Dibenz(ah)anthracen | mg/kg | TS | <0,06 | |
| Benzo(ghi)perylene | mg/kg | TS | 0,14 | |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren | mg/kg | TS | 0,12 | |
| Summe nachgewiesener PAK | mg/kg | TS | 1,63 | |

Im Eluat**Physikalische Untersuchung**

| | | | | |
|-----------------------------------|-------|----|------|--------------|
| Probe Nr. | | | | 18-152401-01 |
| Bezeichnung | | | | MP 1 |
| pH-Wert | | WE | 8,4 | |
| Messtemperatur pH-Wert | °C | WE | 21 | |
| Leitfähigkeit [25°C], elektrische | µS/cm | WE | 64,3 | |

Kationen, Anionen und Nichtmetalle

| | | | | |
|---------------------------|------|----|-----|--------------|
| Probe Nr. | | | | 18-152401-01 |
| Bezeichnung | | | | MP 1 |
| Chlorid (Cl) | mg/l | WE | 3,7 | |
| Sulfat (SO ₄) | mg/l | WE | 6,1 | |

Prüfbericht Nr. **CDR18-004132-1** Auftrag Nr. **CDR-01875-18** Datum **28.09.2018**
Elemente

| Probe Nr. | | | | 18-152401-01 |
|------------------|------|-----|--|--------------|
| Bezeichnung | | | | MP 1 |
| Arsen (As) | µg/l | W/E | | <10 |
| Blei (Pb) | µg/l | W/E | | <10 |
| Cadmium (Cd) | µg/l | W/E | | <0,5 |
| Chrom (Cr) | µg/l | W/E | | <3,0 |
| Kupfer (Cu) | µg/l | W/E | | 5,0 |
| Nickel (Ni) | µg/l | W/E | | <2,0 |
| Zink (Zn) | µg/l | W/E | | 6,0 |
| Quecksilber (Hg) | µg/l | W/E | | <0,2 |

Seite 4 von 5


 Deutsche
 Akkreditierungsstelle
 D-PL-14162-01-00

Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für den in der Urkundenanlage [D-PL-14162-01-00] aufgeführten Akkreditierungsumfang. Akkreditierte Verfahren sind mit * gekennzeichnet. Prüfberichte dürfen ohne Genehmigung der WESSLING GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Messergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die vorliegenden Prüfobjekte.

 Geschäftsführer:
 Julia Weßling, Florian Weßling,
 Marc Hitzke
 HRB 1953 AG Steinfurt

| | | | | | |
|-----------------|----------------|-------------|--------------|-------|------------|
| Prüfbericht Nr. | CDR18-004132-1 | Auftrag Nr. | CDR-01875-18 | Datum | 28.09.2018 |
|-----------------|----------------|-------------|--------------|-------|------------|

Hinweis für PAK: Bei von 0,02 mg/kg abweichenden Bestimmungsgrenzen, Erhöhung aufgrund von Verdünnungsschritten.

Abkürzungen und Methoden

Gesamter organischer Kohlenstoff (TOC) in Abfall

DIN EN 13137 (2001-12)^A

Trockenrückstand/Wassergehalt in Abfällen

DIN EN 14346 Ver. A (2007-03)^A

Kohlenwasserstoffe in Abfall (GC)

DIN EN 14039 (2005-01)^A

Extrahierbare organische Halogenverbindungen (EOX)

DIN 38414 S17 (2017-01)^A

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

DIN 38414 S23 (2002-02)^A

Königswasser-Extrakt vom Feststoff (Abfälle)

DIN EN 13657 (2003-01)^A

Quecksilber (AAS) in Feststoff

DIN EN ISO 12846 (2012-08)^A

Auslaugung, Schüttelverfahren W/F-10 l/kg

DIN EN 12457-4 (2003-01)^A

Feuchtegehalt

DIN EN 12457-4 (2003-01)^A

Gelöste Anionen, Chlorid in Wasser/Eluat

DIN EN ISO 10304-1 (2009-07)^A

Gelöste Anionen, Sulfat in Wasser/Eluat

DIN EN ISO 10304-1 (2009-07)^A

pH-Wert in Wasser/Eluat

DIN 38404-5 (2009-07)^A

Leitfähigkeit, elektrisch

DIN EN 27888 (1993-11)^A

Aussehen, Farbe, Geruch (F)

WES 088

Quecksilber (AAS), in Wasser/Eluat

DIN EN ISO 12846 (2012-08)^A

Metalle/Elemente in Feststoff

DIN EN ISO 11885 (2009-09)^A

Metalle/Elemente in Wasser/Eluat

DIN EN ISO 11885 (2009-09)^A

OS

Originalsubstanz

TS

Trockensubstanz

WE

Wasser/Eluat

ausführender Standort

Umweltanalytik Oppin

Umweltanalytik Oppin

Umweltanalytik Oppin

Umweltanalytik Oppin

Umweltanalytik Oppin

Umweltanalytik Oppin

Umweltanalytik Oppin

Umweltanalytik Oppin

Umweltanalytik Oppin

Umweltanalytik Oppin

Umweltanalytik Oppin

Umweltanalytik Oppin

Umweltanalytik Oppin

Umweltanalytik Oppin

Umweltanalytik Oppin

Umweltanalytik Oppin

Umweltanalytik Oppin



Roswitha Teufert

Dipl.-Ing. Gärungstechnologie

Sachverständige Umwelt und Wasser

Seite 5 von 5



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-14162-01-00

Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für den in der Urkundenanlage [D-PL-14162-01-00] aufgeführten Akkreditierungsumfang. Akkreditierte Verfahren sind mit ^A gekennzeichnet. Prüfberichte dürfen ohne Genehmigung der WESSLING GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Messergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die vorliegenden Prüfobjekte.

Geschäftsführer:
Julia Weßling, Florian Weßling,
Marc Hitzke
HRB 1953 AG Steinfurt