# Geotechnischer Bericht

## Verbesserung des Hochwasserschutzes für Frankfurt Oder auf ein HW 200

| | |
|---|---|
| Auftraggeber: | Landesamt für Umwelt, Referat W12<br>Postfach 601061<br>14410 Potsdam |
| Datum: | 18.05.2020 |
| Projektnummer: | 70-19-181 |
| bearbeitet durch: | IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH<br>Waisenhausstraße 10<br>09599 Freiberg<br>Tel.: 03731/79890 |

| gesehen: | bearbeitet: |
|---|---|
| Dipl.-Ing. B. Schlesinger | Dipl.-Min. R. Kretschmer |

Der Untersuchungsbericht umfasst 131 Blatt einschließlich Anlagen.

# Inhaltsverzeichnis

**Tabellenverzeichnis** ... **3**

**Anlagenverzeichnis** ... **4**

**1 Zusammenfassung der Ergebnisse** ... **5**

**2 Unterlagen** ... **6**

**3 Veranlassung und Aufgabenstellung** ... **7**

**4 Feld- und Laborarbeiten** ... **7**

**5 Darstellung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse** ... **10**

5.1 Erkundungsergebnisse und Vor-Ort-Aufnahme ... 10

5.1.1 Allgemeine Angaben zu den örtlichen Verhältnissen ... 10

5.1.2 Geologisches Erwartungsprofil ... 11

5.1.3 Hydrogeologisches Erwartungsprofil ... 11

5.1.4 Erdbebenrisiko ... 11

5.1.5 Bodenarten und Schichtenfolge ... 12

5.1.6 Ramm- und Bohrlochsondierungen ... 13

5.2 Laborergebnisse ... 13

5.2.1 Klassifizierung ... 13

5.2.2 Bodenmechanische Kennwerte ... 14

5.2.3 Umweltchemische Untersuchungen ... 15

5.2.4 Beton- und Stahlaggressivität des Grundwassers ... 16

5.2.5 Glühverluste ... 17

5.2.6 Abrasivität ... 18

5.2.7 Durchlässigkeitsbeiwerte ... 19

5.3 Hydrogeologische Verhältnisse ... 19

5.4 Bewertung der Rammbarkeit ... 20

**6 Geotechnische Schlussfolgerungen** ... **21**

6.1 Allgemeines ... 21

6.2 Tragfähigkeit ... 21

6.3 Bohrpfahlwand ... 22

6.4 Rückverankerung ... 24

6.4.1 Vorgespannte Anker ... 25

6.4.2 Schlaffe Zugpfähle (Mikropfähle) ... 26

6.5 Baugruben ... 27

6.6 Wasserhaltung ... 27

6.7 Wiederverwendung von Aushubmaterial....28

**7 Homogenbereiche nach VOB Teil C ....29**

**8 Vorschläge für weiterführende Untersuchungen....30**

**9 Schlussbemerkungen....31**

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Verzeichnis bodenmechanischer Laboruntersuchungen .... 8

Tabelle 2: Verzeichnis bodenchemischer Laboruntersuchungen ....10

Tabelle 3: Zusammenstellung der charakteristischen geotechnischen Bodenkennwerte ..14

Tabelle 4: Maßgebende Analysen- und Zuordnungswerte für die umweltchemische Einstufung der untersuchten Bodenproben gemäß LAGA....15

Tabelle 5: Maßgebende Analysen- und Zuordnungswerte für die umweltchemische Einstufung der untersuchten Bodenproben gemäß DepV ....16

Tabelle 6: Bestimmung der Bewertungszahlen für Wasser nach DIN 50929-3 ....17

Tabelle 7: Korrosionswahrscheinlichkeit nach DIN 50929-3 (2018-03) ....17

Tabelle 8: Glühverluste....18

Tabelle 9: Durchlässigkeitsbeiwerte aus bodenmechanischen Versuchen und Erfahrungswerten ....19

Tabelle 10: Grundwasserstände zum Erkundungszeitpunkt ....19

Tabelle 11: Bewertung der Rammbarkeit der Baugrundschichten nach /16/....20

Tabelle 12: Bodenkennwerte für Bohrpfähle nach EA-Pfähle ....24

Tabelle 13: Bodenkennwerte für Rückverhängung aus /19/....26

Tabelle 14: Einteilung der erkundeten Bodenschichten in Homogenbereiche entsprechend der Gewerke ....30

# Anlagenverzeichnis


| | | |
|---|---|---|
| Anlage 1 | Planunterlagen | |
| Anlage 1.1 | Übersichtslageplan; unmaßstäblich | 1 Blatt |
| Anlage 1.2 | Lageplan der Aufschlüsse, Maßstab 1:500 | 1 Blatt |
| Anlage 2 | Graphische Darstellung der Aufschlüsse, Maßstab 1:100 | 17 Blatt |
| Anlage 3 | Geotechnischer Schnitt | entfällt |
| Anlage 4 | Laboruntersuchungen | |
| Anlage 4.1 | Korngrößenverteilung | 15 Blatt |
| Anlage 4.2 | Wassergehaltsbestimmung | 2 Blatt |
| Anlage 4.3 | Fließ- und Ausrollgrenze | 7 Blatt |
| Anlage 4.4 | Laborprüfbericht GBA - Untersuchungen Stahl- und Betonaggressivität an Wasser | 3 Blatt |
| Anlage 4.5 | Laborprüfbericht GBA - Untersuchungen Boden n. LAGA M20 (2004) | 8 Blatt |
| Anlage 4.6 | Laborprüfbericht GBA - Untersuchungen Boden n. DepV | 5 Blatt |
| Anlage 4.7 | Laborprüfbericht GBA – Untersuchungen Glühverluste n. DIN EN 15935 | 4 Blatt |
| Anlage 4.8 | Laborprüfbericht HTW – Untersuchungen Abrasivität, LCPC-Test | 12 Blatt |
| Anlage 4.9 | Fotodokumentation | |
| Anlage 4.10 | Fotodokumentation Aufschlüsse | 7 Blatt |
| Anlage 4.11 | Fotodokumentation Bohrgut | 15 Blatt |
| Anlage 6 | Kennwerte für Homogenbereiche | 3 Blatt |

# 1 Zusammenfassung der Ergebnisse

Für die geplante Verbesserung des Hochwasserschutzes und Neugestaltung der Uferpromenade in Frankfurt/Oder wurden durch die IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH Baugrunduntersuchungen durchgeführt. Anhand der in den Anlagen dargestellten Untersuchungsergebnissen und der in Absatz 2 aufgeführten Unterlagen wurde der vorliegende Geotechnische Bericht (Baugrundgutachten) ausgearbeitet.

Der für die Baumaßnahme maßgebende Baugrund wird durch sandig-kiesige Auffüllungen, organische Auelehme, pleistozäne und/oder tertiäre Sande in Wechsellagerung mit schluffig-tonigen Böden gebildet. Das Bauvorhaben kann nach DIN 4020 hinsichtlich des geplanten Bauvorhabens sowie in Bezug auf die erkundeten baugrundtechnischen und hydrogeologischen Randbedingungen der Geotechnischen Kategorie **GK 2** zugeordnet werden.

Das Untersuchungsgebiet ist durch eine engräumig wechselnde Baugrundschichtung gekennzeichnet, die aus der scheinbar regellosen Wechsellagerung zwischen Sanden und Tonen/Schluffen resultiert. Die erkundeten Auffüllungen sind i. d. R. locker geschüttet bzw. gelagert. Die örtlich auftretenden Auelehme weisen hohe organische Anteile und eine lediglich weiche Konsistenz auf. Die natürlich anstehenden Sande sind bei ungestörter Lagerung mitteldicht bis dicht gelagert. Die mit den Sanden wechsellagernden schluffig-tonigen Böden wurden in einer meist halbfesten, tlw. steifen Konsistenz angetroffen. Basierend auf signifikant unterschiedlichen Auffüllungsmächtigkeiten lässt sich der betrachtete Bauabschnitt in zwei Teilabschnitte (Süd und Nord) unterteilen.

Die Auffüllungen wurden umweltchemisch untersucht und sind nach den Ergebnissen als Z2 und > Z 2 zu deklarieren.

Entsprechend den Ergebnissen der Baugrunderkundung bestehen keine grundlegenden Einwände gegen das Bauvorhaben. Zur Abklärung der Baugrundverhältnisse im Flussbett der Oder werden weiterführende Untersuchungen erforderlich.

# 2 Unterlagen

Neben den einschlägigen Vorschriften und Richtlinien standen uns für die Ausarbeitung des Gutachtens folgende Unterlagen zur Verfügung:

Projektspezifische Unterlagen:

/1/ Angebotsabfrage Baugrunderkundung durch Landesamt für Umwelt vom 05.09.2019

/2/ Angebot Geotechnische Erkundungs- und Beratungsleistungen; IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH vom 12.09.2019

/3/ Auftragserteilung durch Vergabestelle Landesamt für Umwelt vom 19.09.2019

/4/ Laborprüfbericht GBA Freiberg 2019P45150 / 1, Untersuchung Wasser auf Beton- und Stahlaggressivität, Freiberg, 19.12.2019

/5/ Laborprüfberichte GBA Freiberg 2020P40459 / 1 und 2020P41065 / 1 und 2, Untersuchung Bodenproben nach LAGA M20 bzw. DepV, Freiberg, 04.02., 17.03. und 27.03.2020

/6/ Laborprüfbericht GBA Freiberg 2020P40460 / 1 und 2020P41234 / 1 , Untersuchung Glühverluste Boden, Freiberg, 04.02.2020 und 30.03.2020

/7/ Laborprüfbericht HTW Dresden Aufttragsnr. Labor 20038zl, Untersuchung Abrasivität Bodenproben, Dresden, 18.03.2020

/8/ Baugrundgutachten zur Instandsetzung der Ufermauer in Frankfurt (Oder); Ingenieurbüro Köbsch, Dresden 1997 (AZ: 97 / 100)

/9/ Unterlagen und Erläuterungsbericht zur Entwurfs- und Genehmigungsplanung; Dr.-Ing. Heinrich Ingenieurgesellschaft mbH, Freiberg, Februar 2020

/10/ Hydrologiedaten (Pegelständen Grundwasser und Oder), LfU Brandenburg, per email vom 23. und 29.04.2020

Allgemeine Unterlagen:

/11/ BGR Viewer (http://geoviewer.bgr.de), abgerufen Januar 2020

/12/ GFZ Potsdam (http://www.gfz-potsdam.de/din4149_erdbebenzonenabfrage), abgerufen Januar 2020

/13/ Geologische Übersichtskarte des Landes Brandenburg, Maßstab 1:300 000, 1997

/14/ LAGA M20 – Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen – Technische Regeln, Stand 31.08.2004

/15/ Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV) enthalten in Verordnung zur Vereinfachung des Deponierechts, vom 27. April 2009; Bundesgesetzblatt Jahrgang 2009 Teil I Nr. 22; zuletzt geändert am 04.03.2016

/16/ BAW Merkblatt: Einteilung des Baugrunds in Homogenbereiche nach VOB/C (MEH), Ausgabe 2017

/17/ Empfehlungen des Arbeitskreises "Pfähle" – EA Pfähle; DGGT 2012, 2. Auflage

/18/ Grundbau - Taschenbuch, 5. Auflage, Teil 2, Ernst & Sohn, Verlag für Architektur und technische Wissenschaften (1996)

/19/ Bemessungsfibel Ischebeck Mikropfählen Titannach EC 7 und Zulassung Z-34.14-209 vom Januar 2015

# 3 Veranlassung und Aufgabenstellung

Im Rahmen der Begutachtung der vorhandenen Spundwand an der Uferpromenade Frankfurt (Oder) wurde für den Abschnitt 1 (Römertreppe - Ziegelstraße) festgestellt, dass aufgrund hoher Abrostungsraten die Standsicherheit rechnerisch nicht mehr regelkonform nachgewiesen werden kann. Für diesen Abschnitt ist ein Ersatz der Spundwand durch eine Bohrpfahlwand vorgesehen. Da die aus einer früheren Baugrunduntersuchung /8/ vorliegenden Daten für die diesbezüglich notwendige Baugrundbeurteilung nicht ausreichend sind, wurden neue, ergänzende Untersuchungen erforderlich.

Das Landesamt für Umwelt Potsdam erteilte unserem Institut den Auftrag /3/ zur Baugrunduntersuchung und Begutachtung der im Baugelände anstehenden Bodenverhältnisse sowie zur Erstellung eines geotechnischen Berichtes entsprechend der Angaben aus /1/ und /2/.

# 4 Feld- und Laborarbeiten

Der Aufschlussumfang und die Vorgehensweise wurden gemäß /1/ festgelegt sowie der vor Ort angetroffenen Situation operativ angepasst. Die Feldarbeiten wurden in der Zeit vom 09. bis 12.12.2019 und vom 10.02. bis 03.03.2020 ausgeführt.

Zur Erkundung der geologischen Untergrundbedingungen waren 7 Kleinrammbohrungen (KRB 1/19 - KRB 7/19), 7 schwere Rammsondierungen (DPH 1/19 - DPH 7/19) und 7 Kernbohrungen (B 1/20 – B 7/20) auszuführen.

Die KRB 7/19 musste bereits bei 0,4 m wegen Beton abgebrochen werden. Mit den anderen Kleinrammbohrungen wurden Tiefen zwischen 3,5 und 9,5 m erreicht. DPH 2/19 wurde nach dreimaligem Umsetzen in einer Tiefe von 4,6 m an einem Hindernis (alte Uferbefestigung?)

abgebrochen. Mit den anderen schweren Rammsondierungen konnten Tiefen zwischen 10,9 und 13,3 m erreicht werden. Bohrung B 3/20 musste in 7 m Tiefe an einem massiven Bohrhindernis abgebrochen werden und konnte erst im zweiten Anlauf nach Umsetzen des Bohrgerätes als Bohrung B 3A/20 das Erkundungsziel von 25 m erreichen.

Die Kleinrammbohrungen und schweren Rammsondierungen wurden durch die IBES selbst ausgeführt. Die maschinellen Rotationskernbohrungen erfolgten durch die Fa. Grimm, Hohenstein-Ernstthal als Nachunternehmer.

In der Auswertung der Erkundungsergebnisse wurden die im Untersuchungsabschnitt durchgeführten Altaufschlüsse (B 7, B 8, B 9 und B 10 aus /8/) berücksichtigt. Durch diese Altaufschlüsse wurden die neuen Erkundungsergebnisse für den Südteil des Untersuchungsabschnittes im Wesentlichen bestätigt. Auf eine nochmalige Darstellung der Ergebnisse wurde deshalb verzichtet.

Die Lage der Aufschlusspunkte und des Höhenbezugspunktes wurde mit dem lokalen Bezug zum Bestandsbauwerk erfasst. Die Einmessung der Höhen erfolgte mit dem Bezug zu einem Schachtdeckel (Höhe 23,08 m HN) Fußgängerpromenade/Am Graben.

Die Lage der Aufschlusspunkte ist der Anlage 1.2 zu entnehmen. Die Erkundungsergebnisse werden in Anlage 2 in Form von Bohrprofilen und Rammdiagrammen dargestellt.

Die festgestellten Bodenschichten wurden nach bodenmechanischen und organoleptischen Gesichtspunkten angesprochen und beprobt. Es wurden insgesamt 100 gestörte Bodenproben entnommen. An ausgewählten Einzelproben wurden bodenmechanische Laborversuche durchgeführt, welche in Tabelle 1 aufgeführt sind.

Tabelle 1: Verzeichnis bodenmechanischer Laboruntersuchungen

| Aufschluss | Entnahmehorizont [m u. GOK] | Schicht, Bodenart | Untersuchungs-umfang |
|---|---|---|---|
| KRB 1/19 | 7,00 – 8,10 | Auelehm, Schluff | $w_n$, ZG |
| KRB 2/19 | 1,40 – 3,90 | Auffüllung, Sand | KV |
| | 8,90 – 9,50 | Flusssand, Sand | KV |
| KRB 3/19 | 7,90 – 9,10 | Auelehm, Schluff | $w_n$, ZG |
| KRB 4/19 | 2,80 – 4,10 | Auffüllung, Sand | KV |
| | 7,80 – 8,50 | Flusssand, Sand | KV |
| KRB 5/19 | 5,90 – 7,90 | Auelehm, Schluff | $w_n$, ZG, GV |
| B 1/20 | 21,40 – 25,00 | Tertiärsand, Sand | KV |
| B 2/20 | 11,60 – 11,90 | Braunkohlenton, Ton | $w_n$, ZG, GV |
| B 2/20 | 13,20 – 13,50 | Braunkohlenton, Ton | $w_n$ |
| B 3A/20 | 2,10 – 3,80 | Tertiärsand, Sand | KV, Abr |

| Aufschluss | Entnahmehorizont [m u. GOK] | Schicht, Bodenart | Untersuchungs-umfang |
|---|---|---|---|
| B 3A/20 | 12,00 – 12,30 | Braunkohlenton, Ton | $w_n$, ZG, GV |
| B 3A/20 | 10,30 – 16,40 | Braunkohlenton, Ton | $w_n$ |
| B 3A/20 | 14,10 – 14,40 | Braunkohlenton, Ton | $w_n$, ZG, GV |
| B 3A/20 | 16,40 – 22, 70 | Tertiärsand, Sand | KV, Abr |
| B 4/20 | 8,10 – 8,40 | Braunkohlenton, Ton, Kohle | $w_n$, GV |
| B 4/20 | 9,70 – 10 00 | Braunkohlenton, Ton | $w_n$ |
| B 4/20 | 9,50 – 10,40 | Braunkohlenton, Ton | $w_n$, ZG, GV |
| B 4/20 | 18,50 – 25,00 | Tertiärsand, Sand | KV |
| B 5/20 | 6,90 – 10,10 | Flusssand, Sand | KV |
| B 5/20 | 10,10 – 11,00 | Braunkohlenton, Ton | $w_n$ |
| B 5/20 | 18,10 – 18,40 | Braunkohlenton, Ton | $w_n$ |
| B 5/20 | 22,00 – 22,30 | Braunkohlenton, Ton | $w_n$ |
| B 5/20 | 23,40 – 23,65 | Braunkohlenton, Ton | $w_n$, ZG, GV |
| B 5/20 | 17,00 – 25,00 | Tertiärsand, Sand | KV |
| B 6/20 | 0,20 – 3,70 | Auffüllung, Sand | KV, Abr |
| B 6/20 | 7,40 – 10,40 | Flusssand, Sand | KV |
| B 6/20 | 10,40 – 17,60 | Tertiärsand, Sand | KV, Abr |
| B 7/20 | 17,50 – 25,00 | Tertiärsand, Sand | KV, Abr |

| Abkürzungen: | | |
|---|---|---|
| | KV | - Kornverteilung durch Nasssiebung bzw. Sieb- Schlämmanalyse nach DIN 18 123 |
| | $w_n$ | - Wassergehalt nach DIN 18 121 |
| | GV | - Glühverlust nach DIN 18 128 |
| | ZG | - Zustandsgrenzen nach DIN 18 122 |
| | Abr | - Abrasivität |

Das Laborprogramm wurde den angetroffenen Böden angepasst. Die Kornverteilungen, Wassergehalte und Zustandsgrößen wurden durch das bodenmechanische Labor der IBES bestimmt. Die Laborergebnisse sind in Anlage 4.1 bis Anlage 4.3 dargestellt. Die Untersuchungen zum Glühverlust erfolgten bei der GBA Freiberg, die zur Abrasivität an der HTW Dresden. Die Laborergebnisse sind Anlage 4.7 bzw. 4.8 zu entnehmen.

Zur Bestimmung der Zuordnungswerte nach LAGA M20 wurden repräsentative Bodenproben als Mischproben entsprechend Tabelle 2 zusammengestellt. Die Untersuchung der Proben erfolgte durch die GBA Freiberg. Proben mit Zuordnungswerten > Z 2 wurden zusätzlich nach DepV untersucht. Die Analyseergebnisse sind als Prüfberichte in der Anlage 4.5 bzw. Anlage 4.6 enthalten.

Tabelle 2: Verzeichnis bodenchemischer Laboruntersuchungen

| Probe | Aufschluss | Entnahmehorizont [m u. GOK] | Schicht Bodenart | Untersuchungsumfang |
|---|---|---|---|---|
| MP 1/19 | KRB 6a/19<br>KRB 6b/19 | 0,30 – 3,70 | Auffüllung Sand | LAGA M20 (2004) unspezifischer Verdacht Tab. II 1.2-1 mit min. Fremdbestandteile<br>(siehe Anlage 4.5) |
| MP 1/20 | B 1/20 | 9,60 – 11,30 | Auffüllung Sand | |
| MP 2/20 | B 3/20 | 3,05 – 7,00 | Auffüllung Sand | |
| MP 3/20 | B 4/20 | 3,10 – 4,70 | Auffüllung Sand | |
| MP 4/20 | B 6/20 | 3,70 – 7,30 | Auffüllung Sand | |

Für die Beurteilung der Beton- und Stahlaggressivität von Wasser wurden eine Grundwasserprobe und eine Flusswasserprobe aus der Oder durch die GBA Freiberg nach DIN 4030 und DIN 50929 analysiert. Die Analyseergebnisse sind als Prüfbericht Anlage 4.4 zu entnehmen.

Aus den durchgeführten Untersuchungen können die notwendigen bodenmechanischen und bodenchemischen Eigenschaften der Böden abgeleitet werden.

# 5 Darstellung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse

## 5.1 Erkundungsergebnisse und Vor-Ort-Aufnahme

### 5.1.1 Allgemeine Angaben zu den örtlichen Verhältnissen

Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich am westlichen Ufer der Oder von der Römertreppe bis zur Ziegelstraße auf einer Länge von ca. 380 m (Oder Fluss-km: ca. 584,3 bis 584,7). Die Untersuchungen erfolgten einerseits unmittelbar hinter der bestehenden Uferstützwand, d. h. im Bereich der künftigen Bohrpfahlwand (Rotationskernbohrungen und Schwere Rammsondierungen) und andererseits in einem Abstand von ca. 12 m zur Uferstützwand (Kleinrammbohrungen für die Erkundung des Baugrundes im Bereich der geplanten Rückverankerungen). Die Geländehöhen differieren im Untersuchungsgebiet nur geringfügig und liegen bei ca. 23 m ü HN.

Das Untersuchungsgebiet gehört zu keinem Landschaftsschutzgebiet und liegt in keinem Schutzgebiet für Wasser oder Heilquellen.

### 5.1.2 Geologisches Erwartungsprofil

Das Untersuchungsgebiet verdankt seinen geologischen sowie landschaftlichen Charakter den Ablagerungen der tertiären Braunkohlenformation und der später erfolgten eiszeitlichen Überprägung. Der geologische Untergrund des Untersuchungsraumes wird von tertiären Ablagerungen (Sande, Kiese, Tone, Braunkohlenflöze) bestimmt. Die darüber befindliche pleistozäne Bedeckung wird durch sandig-kiesige Schmelzwasserablagerungen, Geschiebelehme und Beckentone gebildet. Diese werden in der Flussaue der Oder von holozänen Auesedimenten (Auelehme, Auesande) verdrängt bzw. überlagert.

Die natürliche geologische Abfolge kann im Zuge anthropogener Einflüsse teilweise abgetragen, umgelagert bzw. durch verschiedenartige Auffüllungen ersetzt bzw. überschüttet worden sein. Das trifft für den Bereich der Uferpromenade zu, die heute deutlich über dem ursprünglichen Niveau des Geländes liegt.

### 5.1.3 Hydrogeologisches Erwartungsprofil

Die tertiären und darüber lagernden pleistozänen Sande/Kiese bilden den Hauptgrundwasserleiter in der Region. Für den Porengrundwasserleiter sind hohe Durchlässigkeiten von $k_f = 10^{-5}$ - $10^{-4}$ m/s zu erwarten. Die Grundwasserstände im Uferbereich korrespondieren mit dem Wasserstand der Oder.

Die Uferpromenade ist überflutungsgefährdet. Der höchste bekannte Wasserstand der Oder am Pegel Frankfurt (Oder) liegt bei 24,07 m HN /10/. D. h. im Hochwasserfall können kurzzeitig oberflächennahe bzw. –gleiche Grundwasserstände auftreten.

Als Planungsgrundlage für den Hochwasserschutz ist der Wasserstand eines 200-jährlichen Hochwassers ($HW_{200}$) der Oder festgelegt. Nach Auskunft des LfU ist der Wert für $HW_{200}$ am Pegel Frankfurt (Oder) PKZ (6030300), Strom-km 584,00 mit 24,26 m HN festgesetzt.

### 5.1.4 Erdbebenrisiko

Das Untersuchungsgebiet gehört nach DIN 4149 /12/, bezogen auf die Koordinaten der Ortsmitte von Frankfurt (Oder), zu keiner Erdbebenzone.

### 5.1.5 Bodenarten und Schichtenfolge

Die nach Kapitel 5.1.2 zu erwartende geologische Situation wurde durch die Erkundung grundsätzlich bestätigt. Mit den Aufschlüssen konnten folgende Baugrundschichten ausgehalten werden:

- ***Auffüllung, Pflastersteine;*** Mächtigkeit 0,10 bis 0,20 m
- ***Auffüllung, Mutterboden (Schicht 0*)**; Mächtigkeit 0,20 m bis 0,40 m
- ***Grob- und gemischtkörnige Auffüllungen (Schicht 1);*** Mächtigkeiten zwischen ca. 6 m (KRB 5/19) und max. ca. 11 m (B 1/20)

  überwiegend Sand, tw. auch Kies mit unterschiedlichen Feinkornanteilen und Beimengungen von Bauschutt (Ziegel, Beton, Holz), meist nur locker gelagert, mitunter massive Bauwerksreste (alte Uferstützmauer)
- ***Auelehm (Schicht 2);*** (durchgehende) Mächtigkeit 0,90 m bis 2,00 m

  Schluff, tonig bis stark tonig, organisch, tlw. feinsandig, grau bis schwarz, meist weich, tlw. weich bis steif

  Die Auelehme wurden ausschließlich mit den Kleinrammbohrungen (Abstand zur Uferstützmauer ca. 10 -12 m) in Tiefen zwischen ca. 6 bis 9 m angetroffen.
- ***Pleistozäne und tertiäre Sande (Schicht 3);*** Gesamtmächtigkeit > 15 m

  meist Fein- bis Mittelsand, schwach schluffig bis schluffig, vereinzelt auch stark schluffig, schwach tonig, mit (sehr) geringen Kiesanteilen, mitteldicht bis dicht

  untergeordnet jedoch auch Mittel- bis Grobsande, tlw. schwach schluffig, mit erhöhten Kiesanteilen, mitteldicht bis dicht

  Eine klare Trennung zwischen sandigen, pleistozänen Ab- bzw. Umlagerungen und den unterlagernden, sandigen, tertiären Ablagerungen war aufgrund des Fehlens einer deutlich erkennbaren, scharfen Grenze nicht möglich und erscheint aufgrund ähnlicher bodenmechanischer Merkmale und Eigenschaften nicht nötig.

  Innerhalb der Sande bzw. neben den Sanden kamen örtlich
- ***(Becken- bzw. Braunkohlen-) Tone bzw. Schluffe (Schicht 4);*** mit Mächtigkeiten von wenigen cm bis, von sandigen Zwischenlagen unterbrochenen, ca. 6 m (B2/20) vor.

Diese häufig (schwach) sandigen Tone und Schluffe enthielten tlw. organische Beimengungen und wurden, wie bereits in den Altaufschlüssen /8/, in meist halbfester, mindestens aber steifer Konsistenz angetroffen.

Insgesamt ist das Untersuchungsgebiet durch eine häufig engräumig wechselnde Baugrundschichtung gekennzeichnet, die aus der scheinbar regellosen Wechsellagerung zwischen den Sanden (Schicht 3) und Tonen/Schluffen (Schicht 4) resultiert. Basierend auf signifikant unterschiedlichen Auffüllungsmächtigkeiten lässt sich der betrachtete Bauabschnitt in zwei Teilabschnitte (Süd und Nord) unterteilen. Die Grenze zwischen den Teilabschnitten liegt ungefähr in der Mitte der Untersuchungsstrecke.

### 5.1.6 Ramm- und Bohrlochsondierungen

Für die Bestimmung der Lagerungsdichten erfolgten einerseits Schwere Rammsondierungen (DPH) neben den Kernbohrungen und andererseits Bohrlochsondierungen (BDP). Die Ergebnisse sind in Anlage 2 dargestellt. Zusammenfassend können folgende Aussagen getroffen werden, die größtenteils mit den Ergebnissen von 1997 /8/ korrespondieren:

Die Auffüllungen (Schicht 1) wurden in meist lediglich lockerer Lagerung angetroffen (Schlagzahlen $N_{10} < 5$). Vereinzelt vorkommende, deutlich höhere Schlagzahlen waren auf Einlagerungen (z. B. Beton) in den Auffüllungen zurückzuführen. So musste DPH 2/19 trotz mehrfachem Umsetzen in den Auffüllungen letztlich abgebrochen werden.

In den Sanden (Schicht 3) konnte mit Schlagzahlen $N_{10} > 10$ (DPH) und $N_{30} > 20$ (DPD) eine mindestens mitteldichte Lagerung nachgewiesen werden. Einige Bohrlochsondierungen (BDP) führten zu unplausiblen Ergebnissen, weil der hydraulische Druck in der der Bohrung vorauseilenden Verrohrung so groß war, dass der (Fein-) Sand durch den Auftrieb bereits aufgelockert war.

Für die Becken- und Braunkohlentone und –schluffe (Schicht 4) bestätigten die Ergebnisse der Sondierungen (DPH), die im Labor nachgewiesene steife bzw. halbfeste Konsistenz der bindigen Böden.

## 5.2 Laborergebnisse

### 5.2.1 Klassifizierung

Zur Klassifizierung der angetroffenen Lockergesteine wurden bodenmechanische Untersuchungen ausgeführt.

Die untersuchten Proben der **grob- und gemischtkörnigen Auffüllungen** (Schicht 1) können den Bodengruppen [GI], [GU] und [SU*] zugeordnet werden.

Für die untersuchten Proben der **Auelehme** (Schicht 2) wurden die Bodengruppen TL, OU, OT und eine weiche Konsistenz ($I_C$ = 0,60 … 0,71) bestimmt.

Für die untersuchten Proben aus den **Sanden** (Schicht 3) wurden die Bodengruppen SE, SU und SU* festgestellt.

Die untersuchten Proben der **Tone und Schluffe** (Schicht 4) sind den Bodengruppen TA, TM, UM, UA zuzuordnen. Für die Proben wurde eine halbfeste bzw. steife bis halbfeste Konsistenz ($I_C$ = 0,90 … 1,21) bestimmt.

### 5.2.2 Bodenmechanische Kennwerte

Nachfolgend werden in Tabelle 3 die charakteristischen geotechnischen Kennwerte für die erkundeten Böden angegeben. Zu beachten ist die tlw. Zuordnung der Tabellenwerte hinsichtlich der Zustandsformen. Werden im Zuge großflächiger Aufschlüsse während der Baumaßnahme abweichende Verhältnisse angetroffen (Konsistenzverschlechterungen etc.), sind ggf. Werteanpassungen vorzunehmen. Die Festlegungen beruhen auf der makroskopischen Schichtenansprache bzw. den in DIN 1055 und im Allgemeinen bautechnischen Schrifttum angegebenen Richtwerten.

Die Angaben werden um die Einteilung der Böden gemäß DIN 4023:2006-02 bzw. DIN EN ISO 14688-01 sowie für bautechnische Zwecke gemäß DIN 18 196 (2011-05) in bestimmte Gruppensymbole und die Angabe der Lagerungsdichte/Konsistenz ergänzt.

Tabelle 3: Zusammenstellung der charakteristischen geotechnischen Bodenkennwerte

| Bodenarten (DIN EN ISO 14688-01) | Bodenarten (DIN 4023) | Bodengruppe (DIN 18196) | Lagerungsdichte/ Konsistenz | Wichte $\gamma_k$ | Wichte $\gamma'_k$ | Reibungswinkel $\varphi'_k$ | Kohäsion $c'_k$ | Steifemodul $E_{s,k}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | [kN/m³] | | [°] | [kN/ m²] | [MN/ m²] |
| ***Auffüllungen (Schicht 1)*** | | | | | | | | |
| sisaGr | G, s, u'-u* | [GI], [GU], [GU*] | lo | 17 - 18 | 9 - 10 | 32,5 | 0 | 15 - 20 |
| sigrSa | S, g'-g*, u'-u* | [SU], [SU*] | lo | 17 - 18 | 9 - 10 | 30 | 0 | 10 - 15 |
| ***Auelehm (Schicht 2)*** | | | | | | | | |
| saSiCl | T, U, fs'-fs,o | TL, OT, OU | we | 16 - 17 | 6 - 7 | 20 | 2 | 3 - 5 |
| ***Sande (Schicht 3)*** | | | | | | | | |
| siSa | S, u`-u* | SU/SU* | md | 18 - 19 | 10 - 11 | 30 - 32,5 | 0 - 2 | 40 - 60 |
| sigrSa | S, tlw. u`, g' | SE/SU | md - d | 19 - 20 | 11 - 12 | 32,5 - 35 | 0 | 60 - 80 |
| ***(Becken- bzw. Braunkohlen-) Tone und Schluffe (Schicht 4)*** | | | | | | | | |
| saClSi | T, U, fs' | TM, TA UM,UA | st - hf | 19 - 20 | 9 - 10 | 22,5 - 25 | 10 - 20 | 10 - 15 |

| Boden-arten (DIN EN ISO 14688-01) | Bodenarten (DIN 4023) | Boden-gruppe (DIN 18196) | Lagerungs-dichte/ Konsistenz | Wichte $\gamma_k$ | Wichte $\gamma'_k$ | Reibungs winkel $\varphi'_k$ | Kohäsion $c'_k$ | Steife-modul $E_{s,k}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | [kN/m³] | | [°] | [kN/ m²] | [MN/ m²] |
| ***Abkürzungen nach DIN EN ISO 14688-01*** | Gr = Kies; Sa = Sand; Si = Schluff; Cl = Ton;<br>gr = kiesig; sa = sandig, si = schluffig; cl = tonig; | | | | | | | |
| ***Abkürzungen nach DIN 4023:*** | G = Kies; S = Sand; U = Schluff; T = Ton;<br>g' = schwach kiesig, g = kiesig; g* = stark kiesig;<br>s' = schwach sandig; s = sandig, s* = stark sandig;<br>u' = schwach schluffig; u = schluffig; u* = stark schluffig;<br>t' = schwach tonig; t = tonig; t* = stark tonig | | | | | | | |
| ***Lagerungsdichte / Konsistenz:*** | lo = locker, md = mitteldicht, d = dicht,<br>we = weich, st = steif, hf = halbfest, f = fest | | | | | | | |

### 5.2.3 Umweltchemische Untersuchungen

Entsprechend der Aufgabenstellung sollte eine mögliche Kontamination der in den Aushub fallenden Böden untersucht werden, um Verwertungsmöglichkeiten im geplanten Bauvorhaben realisieren bzw. den Massenüberschuss deklarieren zu können.

Zur groben Einschätzung der Verwertbarkeit wurden für die beim Aushub potentiell anfallenden Materialien chemische Untersuchungen gemäß LAGA M20 (2004) beauftragt. Die Probenzusammensetzung ist Tabelle 2 zu entnehmen. Die chemischen Laboranalysen erfolgten durch GBA Freiberg. Die maßgebenden Analysen- und entsprechenden Zuordnungswerte der untersuchten Mischprobe sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen. Der vollständige Laboranalysenbericht kann der Anlage 4.5 entnommen werden.

Tabelle 4: Maßgebende Analysen- und Zuordnungswerte für die umweltchemische Einstufung der untersuchten Bodenproben gemäß LAGA

| Aufschluss | Probe | Analyse | maßgebende Parameter | Analysewert | Zuordnung gem. LAGA M20 (2004) /14/ |
|---|---|---|---|---|---|
| KRB 6a/19<br>KRB 6b/19 | MP 1/19 | Feststoff | TOC | 4,3 Masse% | **Z 2** |
| | | Eluat | Sulfat | 179 mg/l | **Z 2** |
| B 1/20 | MP 1/20 | Feststoff | PAK | 33 mg/kg TM | **> Z 2** |
| | | Eluat | -- | -- | Z 0 |
| B 3/20 | MP 2/20 | Feststoff | PAK | 769 mg/kg TM | **> Z 2** |
| | | | Benzo(a)pyren | 30 mg/kg TM | |
| | | Eluat | Arsen | 490 µg/l | Z 1.2 |
| B 4/20 | MP 3/20 | Feststoff | Kupfer | 724 mg/kg TM | **> Z 2** |
| | | Eluat | Leitfähigkeit | 281 µS/cm | Z 1.2 |

| Aufschluss | Probe | Analyse | maßgebende Parameter | Analysewert | Zuordnung gem. LAGA M20 (2004) /14/ |
|---|---|---|---|---|---|
| B 6/20 | MP 4/20 | Feststoff | TOC | 2,8 Masse% | **Z 2** |
| | | | PAK | 11,4 mg/kg TM | |
| | | Eluat | pH | 10,4 | Z 1.2 |
| | | | Leitfähigkeit | 253 µS/cm | |
| | | | Sulfat | 32 mg/l | |
| | | | Chrom ges. | 14 µg/l | |

Für die drei Proben mit Zuordnungswerten > Z 2 wurden zusätzliche Parameter nach DepV (Anlage 4.6) bestimmt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 5 zusammengestellt.

Tabelle 5: Maßgebende Analysen- und Zuordnungswerte für die umweltchemische Einstufung der untersuchten Bodenproben gemäß DepV

| Aufschluss | Probe | Analyse | maßgebende Parameter | Analysewert | Zuordnung gem. DepV /15/ |
|---|---|---|---|---|---|
| B 1/20 | MP 1/20 | Feststoff | PAK | 33 mg/kg TM | **DK I** |
| | | Eluat | -- | -- | **--** |
| B 3/20 | MP 2/20 | Feststoff | TOC | 9,7 Masse-% TM | **DK III** |
| | | | Glühverlust | 18,8 Masse-% TM | |
| | | Eluat | Arsen | 490 µg/l | **DK III** |
| B 4/20 | MP 3/20 | Feststoff | TOC | 1,7 Masse-% TM | **DK II** |
| | | Eluat | -- | -- | **--** |

Die Analyseergebnisse geben eine erste Indikation zu möglichen Verwertungs- und Entsorgungsmehraufwendungen. Wir empfehlen baubegleitend die Haufwerksbildung und - beprobung nach LAGA PN 98 durchzuführen und die chemische Analytik entsprechend den Vorgaben des Entsorgers.

### 5.2.4 Beton- und Stahlaggressivität des Grundwassers

Zur Beurteilung der Aggressivität des Grundwassers gegenüber Beton bzw. Stahl wurden eine Grundwasserprobe und eine Flusswasserprobe auf beton- und stahlaggressive Inhaltsstoffe untersucht. Die detaillierten Ergebnisse sind der Anlage 4.4 zu entnehmen. Die Ergebnisse der beiden Wasserproben zeigen hinsichtlich der Betonaggressivität keine Auffälligkeiten und sind gemäß DIN 4030: 2008-06 keiner Expositionsklasse zuzuordnen.

Die Untersuchungsergebnisse für die Stahlkorrosion sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt. Zur Abschätzung der **Korrosionswahrscheinlichkeit** werden laut DIN 50929-3: 2018-03 Bewertungszahlen ermittelt. Diese Bewertungszahlen beruhen auf den

Wasseranalysen und den örtlichen Verhältnissen (Wasserart, Lage des Objektes, Objekt / Wasser - Potential $U_H$). Die Bewertung der Stahlaggressivität erfolgt in Tabelle 6 und Tabelle 7.

Tabelle 6: Bestimmung der Bewertungszahlen für Wasser nach DIN 50929-3

| **Bezeichnung** | **Bewertungszahl** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **$N_1$ ($M_1$)** | **$N_2$ ($M_2$)** | **$N_3$ ($M_3$)** | **$N_4$ ($M_4$)** | **$N_5$ ($M_5$)** | **$N_6$ ($M_6$)** |
| Merk-mal / Probe- Nr. | Wasserart | Lage des Objektes | Chlorid und Sulfat | Säurekapazität bis pH 4,3 | Calcium | pH-Wert |
| B 2 | -1 (1) | 1 (-6) | -2 (0) | 5 (-1) | 1 (3) | 1 (1) |
| Oder | 0 (-2) | 1 (-6) | -4 (-1) | 3 (1) | 1 (3) | 1 (1) |

Tabelle 7: Korrosionswahrscheinlichkeit nach DIN 50929-3 (2018-03)

| **Freie Korrosion unlegierter und niedriglegierter Eisenwerkstoffe im Unterwasserbereich** | | | |
|---|---|---|---|
| **Probe** | **Bewertungszahl** | **Flächenkorrosion** | **Mulden- und Lochkorrosion** |
| B 2 | $W_0$ = 3,6 | sehr gering | sehr gering |
| Oder | $W_0$ = - 0,33 | sehr gering | gering |
| **Korrosion unlegierter und niedriglegierter Eisenwerkstoffe an der Wasser-/ Luft-Grenze** | | | |
| **Probe** | **Bewertungszahl** | **Flächenkorrosion** | **Mulden- und Lochkorrosion** |
| B 2 | $W_1$ = 2,6 | sehr gering | sehr gering |
| Oder | $W_1$ = - 4,33 | gering | mittel |
| **Güte der Deckschicht für feuerverzinkte Stähle im Unterwasserbereich** | | | |
| B 2 | | $W_D$ = 4 | sehr gut |
| Oder | | $W_D$ = 2 | sehr gut |
| **Güte der Deckschicht für feuerverzinkte Stähle im Wasser/Luft-Bereich** | | | |
| B 2 | | $W_L$ = -2 | gut |
| Oder | | $W_L$ = -4 | gut |

Für weitere Angaben (z. B. Elementbildung mit Fremdkathoden und hochlegierte nichtrostende Stähle) wird auf DIN 50929-3: 2018-03 verwiesen.

### 5.2.5 Glühverluste

Mit der Ermittlung der Glühverluste an Bodenproben erhält man Anhaltswerte für die Größenordnung von organischen Beimengungen in den Böden. Zu beachten ist jedoch insbesondere bei feinkörnigen Böden (Tone, Schluffe) bzw. gemischtkörnigen Böden mit hohen Feinanteilen, dass das beim Glühen der Bodenproben aus Tonmineralen entweichende Kristallwasser sich ebenfalls im Glühverlust niederschlägt.

Als organische Böden werden gemäß DIN 1054 nichtbindige Böden mit mehr als 3 % und bindige Böden mit mehr als 5 % organischen Beimengungen bezeichnet. Böden mit mehr als 20 % organischen Anteilen sind als hochorganische Böden für Gründungszwecke ungeeignet.

Die Auswertung der Glühverlustbestimmungen (s. Anlage 4.7) kann Tabelle 8 entnommen werden.

Tabelle 8: Glühverluste

| **Aufschluss Probe** | **Bodenart** | **Glühverlust [Masse-% TM]** | **Organischer Anteil Interpretation** |
|---|---|---|---|
| KRB 5<br>5,9 – 7,9 m | Auelehm | 17,8 | mittel bis hoch<br>organischer Boden |
| B 2/20<br>11,6 – 11-9 m | (Becken- bzw. Braunkohlen-)<br>Ton bzw. Schluff | 8,5 | mittel<br>organischer Boden |
| B 3A/20<br>12,0 – 12,3 m | (Becken- bzw. Braunkohlen-)<br>Ton bzw. Schluff | 9,8 | mittel<br>organischer Boden |
| B 3A/20<br>14,1 – 14,4 m | (Becken- bzw. Braunkohlen-)<br>Ton bzw. Schluff | 14,9 | mittel bis hoch<br>organischer Boden |
| B 4/20<br>8,1 – 8,4 m | (Becken- bzw. Braunkohlen-)<br>Ton bzw. Schluff | 28,1 | sehr hoch<br>hochorganischer Boden |
| B 4/20<br>9,5 – 10,4 m | (Becken- bzw. Braunkohlen-)<br>Ton bzw. Schluff | 2,7 | gering<br>kein organischer Boden |
| B 5/20<br>23,4 -23,65 m | (Becken- bzw. Braunkohlen-)<br>Ton bzw. Schluff | 7,8 | mittel<br>organischer Boden |

### 5.2.6 Abrasivität

Für Lockergesteine besteht ein enger Zusammenhang zwischen dem Grobkornanteil und der Abrasivität. Feinkörnige Böden sind als nicht bzw. kaum abrasiv einzustufen. Deshalb wurden 5 ausgewählte Bodenproben mit erhöhten bzw. hohen Grobkornanteilen ausgewählt und hinsichtlich Abrasivität im Labor der HTW Dresden untersucht. Die Ergebnisse sind Anlage 4.8 zu entnehmen. Als LCPC Abrasivitäts Koeffizient **LAK** wurden Werte zwischen **690,0 und 1168,0 g/t** ermittelt. Damit sind die untersuchten Böden als „**stark abrasiv**“ einzustufen.

### 5.2.7 Durchlässigkeitsbeiwerte

Aus Erfahrungswerten können für die erkundeten Schichten die in der nachfolgenden Tabelle 9 angegebenen Durchlässigkeitsbeiwerte angegeben werden. Diese dienen aufgrund ihrer Bestimmungsweise zur Orientierung und können für Vorbemessungszwecke angesetzt werden. Für die Ermittlung der Wassermenge sollten dabei die höheren Durchlässigkeiten und für die Ermittlung des Brunnenabstandes die geringen angesetzt werden.

Tabelle 9: Durchlässigkeitsbeiwerte aus bodenmechanischen Versuchen und Erfahrungswerten

| Bodenart | | Durchlässigkeitsbeiwert [m/s] | Durchlässigkeit DIN 18 130 |
|---|---|---|---|
| Nr. | Bezeichnung | | |
| 1 | Auffüllungen | $10^{-3}$ - $10^{-7}$ | stark durchlässig bis schwach durchlässig |
| 2 | Auelehm | $10^{-7}$ - $10^{-9}$ | schwach durchlässig bis sehr schwach durchlässig |
| 3 | Sand | $10^{-3}$ - $10^{-7}$ | stark durchlässig bis schwach durchlässig |
| 4 | Ton und Schluff | $10^{-8}$ - $10^{-9}$ | schwach durchlässig bis sehr schwach durchlässig |

## 5.3 Hydrogeologische Verhältnisse

Zusammenfassend sind die im Untersuchungszeitraum erkundeten Grundwasserstände der nachfolgenden Tabelle 10 zu entnehmen.

Tabelle 10: Grundwasserstände zum Erkundungszeitpunkt

| Aufschluss | Datum | Wasserstand, relativ [m u. GOK] | Wasserstand, absolut [m HN] |
|---|---|---|---|
| KRB 1/19 | 11.12.2019 | k. W. | -- |
| KRB 2/19 | 19.11.2019 | 2,60 (SW) | 20,42 |
| KRB 3/19 | 19.11.2019 | 3,70 | 19,37 |
| KRB 4/19 | 11.12.2019 | k. W. | -- |
| KRB 5/19 | 12.12.2019 | k. W. | -- |
| KRB 6a/19 u. 6b/19 | 12.12.2019 | k. W. | -- |
| KRB 7/19 | 12.12.2019 | k. W. | -- |
| B 1/20 | 02.03.2020 | 3,81 | 19,23 |
| B 2/20 | 27.02.2020 | 3,61 | 19,41 |
| B 3/20 | 20.02.2020 | 3,34 | 19,83 |
| B 3A/20 | 24.02.2020 | 3,36 | 19,81 |
| B 4/20 | 19.02.2020 | 3,37 | 19,68 |
| B 5/20 | 17.02.2020 | 3,51 | 19,71 |
| B 6/20 | 10.02.2020 | 3,91 | 19,31 |
| B 7/20 | 12.02.2020 | 3,46 | 19,64 |

Die in der Nähe zum Erkundungsgebiet befindlichen Grundwassermessstellen liegen alle in einer Entfernung von mehr als 500 m zur Uferstützmauer. Bei den dort im Erkundungszeitraum festgestellten Messwerten /10/ handelt es sich um niedrige Wasserstände unterhalb der Mittelwerte (MW). Die an den Messstellen höchsten gemessenen Grundwasserstände lagen ca. 1 bis 2 m über den in der Erkundungszeit ermittelten Messwerten.

Die Grundwasserstände im Untersuchungsgebiet werden weit stärker durch die Oder beeinflusst als die Grundwasserstände an den Messpegeln. Die Grundwasserstände im Uferbereich korrespondieren zeitverzögert mit dem Wasserstand der Oder. Bei den in den Bohrungen ermittelten Grundwasserständen (Tabelle 10) handelt es sich jedoch ebenfalls um eher niedrige Werte, da die für die Oder im Untersuchungszeitraum festgestellten Wasserstände zwischen MNW und MW lagen /10/.

Als Bemessungswasserstand für die Bauzeit empfehlen wir deshalb, die in Tabelle 10 genannten Wasserstände mit 1,5 m zu beaufschlagen. Im Hochwasserfall können kurzzeitig auch höhere Werte vorkommen.

Für den Endzustand des Bauwerkes schlagen wir für die Bemessung vor, von zeitweise oberflächennahen bzw. geländegleichen Grundwasserständen hinter der Hochwasserschutzwand auszugehen.

## 5.4 Bewertung der Rammbarkeit

Die zusammenfassende Bewertung der Rammbarkeit erfolgt in Tabelle 11 nach /16/. Für die Beurteilung der Rammbarkeit im Bereich der derzeit geplanten bauzeitlichen Spundwand in der Oder werden ergänzende Baugrunduntersuchungen (vgl. Punkt 8) noch erforderlich. Im Ergebnis kann es ggf. noch zu Verifizierungen in der Tab. 11 kommen.

Tabelle 11: Bewertung der Rammbarkeit der Baugrundschichten nach /16/

| Schicht | | Lagerungsdichte/ Konsistenz | Rammbarkeit nach /16/ |
|---|---|---|---|
| Nr. | Bezeichnung | | |
| 1 | Auffüllungen | locker | leicht bis schwer rammbar, bei massiven Bauwerksresten nicht rammbar |
| 2 | Auelehm | weich | leicht rammbar |
| 3 | Sand | mitteldicht bis dicht | mittelschwer bis schwer rammbar |
| 4 | Ton und Schluff | steif bis halbfest | mittelschwer bis schwer rammbar |

# 6 Geotechnische Schlussfolgerungen

## 6.1 Allgemeines

Der Ersatzneubau der Ufermauer erfolgt auf einer Gesamtlänge von 374 m zwischen Oder Fluss-km ca. 584,3 bis ca. 584,7. Das Grundsystem der Hochwasserschutzlinie besteht aus einer Hochwasserschutzmauer (Betonholm), welche auf einer tangierenden Bohrpfahlwand mit Kopfbalken aufgesetzt wird.

Nach Fertigstellung der Bohrpfahlwand soll die alte Spundwandmauer abgebrochen werden. Aufgrund der langen Standzeit kann ein Ziehen der Spundwandbohlen mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden sein. Außerdem können beim Ziehen Kräfte auftreten, die möglicherweise die Mantelreibung der Bohrpfähle beeinträchtigen. Deshalb sollte die alte Spundwand mit dem Schneidbrenner abgebrannt werden.

Gewässerseitig wird anschließend vor der Bohrpfahlwand eine Betonvorsatzschale (Sichtbeton) als verlorene Schalung gesetzt, die mit Ortbeton hinterfüllt wird. Der Verbund von Ortbeton, Fertigteilen und Bohrpfählen wird über eine konstruktive Bewehrung hergestellt.

## 6.2 Tragfähigkeit

Die erkundeten Baugrundschichten unterscheiden sich erheblich in ihren Eigenschaften und Tragfähigkeiten.

Die überwiegend sandigen, tlw. auch kiesigen, sehr inhomogenen **Auffüllungen** (Schicht 1) mit ihren sehr unterschiedlichen Feinkornanteilen und Beimengungen von Bauschutt (Ziegel, Beton, Holz) sind meist nur locker gelagert und weisen deshalb eine nur eingeschränkte Tragfähigkeit auf.

Die schluffig-tonigen, organischen, tlw. feinsandigen, grauschwarzen **Auelehme** (Schicht 2) weisen eine meist nur weiche, tlw. weiche bis steife Konsistenz auf. Damit sind diese Böden unzureichend tragfähig und für eine Lastabtragung praktisch nicht geeignet.

Tragfähiger, natürlicher Baugrund wurde i.d.R. a b einer Tiefe von ca. 7 bis 10 m angetroffen. Dabei handelte es sich um **Sande** (Schicht 3), die ab o. g. Tiefen die dominierende Baugrundschicht darstellten. Diese Fein- bis Mittelsande mit wechselnden Schluff- und Tonanteilen und meist fehlenden oder vereinzelt (sehr) geringen Kiesanteilen, untergeordnet auch schwach schluffige Mittel- bis Grobsande mit erhöhten Kiesanteilen weisen eine mitteldichte bis dichte Lagerung und damit sehr gute Fähigkeit für die Abtragung von Lasten auf.

In bzw. neben den Sanden kommen **Tone und Schluffe** (Schicht 4) mit sehr unterschiedlichen Mächtigkeiten vor. Mit der nachgewiesenen meist halbfesten, mindestens aber steifen bis halbfesten Konsistenz sind diese bindigen Böden bei ungestörter Lagerung bedingt tragfähig. Bei Bodenstörung und oder Wasserzutritt neigen diese Böden zum Aufweichen und Tragfähigkeitsverlusten.

## 6.3 Bohrpfahlwand

Nach derzeitigem Planungsstand soll die tangierende Bohrpfahlwand mit Freilassung der Bestandsanker aus Bohrpfählen mit einem Durchmesser von 0,88 m hergestellt werden. Erste statische Berechnungen für die Entwurfs- und Genehmigungsplanung auf der Grundlage des Baugrundgutachtens von 1997 /8/ ergaben für die Bohrpfähle eine Mindesteinbindetiefe von 6,5 m im tragfähigen Baugrund und eine Bohrpfahllänge von 14,5 m. Dabei soll jeder zweite Bohrpfahl mit einem Verpressanker (Länge 16,9 m und Ankerneigung 20°) rückverankert werden.

Mit den neuen Erkundungsergebnissen zeichnet sich aber ab, dass der betrachtete Bauabschnitt an der Uferpromenade in zwei Teilabschnitte (s. Abschnitt 5.1.5) unterteilt werden muss:

1. Nördlicher Abschnitt: Auffüllungen 6,9 m bis 7,8 m (Ø 7,5 m)
2. Südlicher Abschnitt: Auffüllungen 8,5 m bis 11,3 m (Ø 10 m)

Die Grenze zwischen den beiden Abschnitten liegt offenbar etwa in der Mitte der Untersuchungsstrecke (bei B 4/20). Im Zuge der ohnehin erforderlichen Baugrundnacherkundung kann der Übergangsbereich zwischen den beiden Teilabschnitten durch ergänzende Aufschlüsse verifiziert werden.

D. h., zur Gewährleistung einer Einbindung von 6,5 m im tragfähigen Baugrund müssen für die beiden Teilabschnitte unterschiedliche Pfahllängen vorgesehen werden. Ausgehend von den durchschnittlichen Auffüllungsmächtigkeiten ergeben sich für die bisherige Einbindelänge von 6,5 m in tragfähige Bodenschichten im Nordteil eine min. Pfahllänge von 13,5 m und im Südteil eine Pfahllänge von mindestens 16,0 m (Pfahlkopf jeweils ca. 0,5 m unter GOK).

An der Römertreppe reichten die Auffüllungen bis in eine Tiefe von 11,3 m (B1/20). Für eine Einbindung von 6,5 m im gewachsenen, tragfähigen Baugrund wäre hier eine Pfahllänge von ca. 17,5 m erforderlich. Mit DPH 1/19 wurde für die Auffüllungen ab ca. 10 m Tiefe eine mitteldichte Lagerung festgestellt. Bei einem durch weitere, ergänzende Untersuchungen (z. B. Schwere Rammsondierungen und/oder Drucksondierungen) abgesicherten Nachweis dieser mitteldichten Lagerung könnten die Bohrpfähle jedoch auch in diesem Bereich ggf. nur mit einer Länge von 16 m ausgeführt werden.

Mit den min. Pfahllängen von 13,5 m bzw. 16,0 m liegen die Pfahlfüße im Bereich der Bohrpunkte (B1/20 bis B7/20) in den gut tragfähigen Sanden (Schicht 3). Durch die Wechsellagerung mit den Tonen/Schluffen ist jedoch nicht ausgeschlossen, dass die Pfahlfüße örtlich auch in den Tonen/Schluffen (Schicht 4) zu liegen kommen.

Die maßgebenden Regelungen zu Pfahlgründungen sind im Allgemeinen der DIN 1054 (2010) zu entnehmen und im Speziellen für Bohrpfähle in der DIN EN 1536 geregelt.

Entsprechend den Hinweisen der EA-Pfähle /17/ sind nachfolgende Grundsätze für eine tragfähige Schicht einzuhalten:

- Mindesteinbindetiefe: 2,5 m
- Mindestmächtigkeit unterhalb des Pfahlfußes:
  bei Bohrpfählen 3 x Pfahlfußdurchmesser, aber mind. 1,5 m
- Spitzendruck der maßgebenden Baugrundschichten $q_c \geq 7{,}5$ MN/m$^2$, wobei empfohlen wird die Pfahlfüße in Bereichen mit $q_c \geq 10$ MN/m² abzusetzen

Gemäß vorgenannten Bedingungen eignen sich zur Lastabtragung sowohl die erkundeten Sande der Schicht 3 als auch die Tone/Schluffe der Schicht 4, letztere bei mindestens halbfester Konsistenz.

### 6.3.1 Bauausführung

Bei der Herstellung von Pfahlgründungen sind die Anforderungen der Herstellungsnormen für Bohrpfähle nach DIN EN 1536 zu erfüllen. Die in Kapitel 5.2.4 aufgeführten Ausführungen zum Grundwasserverhalten hinsichtlich Betonaggressivität und dem Stahlkorrosionsverhalten sind zu berücksichtigen.

### 6.3.2 Baugrundkennwerte

Auf der Grundlage der Baugrunderkundung kann für die Bohrpfahlwand nachfolgendes geotechnisches Regelprofil zur Pfahlbemessung angesetzt werden:

| | |
|---|---|
| Auffüllungen (Schicht 1), locker | Niveau bis ca. 13,0 m HN im südlichen bzw. 15,5 m HN im nördlichen Abschnitt |
| Tone/Schluffe (Schicht 4), steif bis halbfest | Niveau bis ca. 7,0 m HN |
| Sande (Schicht 3), mitteldicht | Niveau ab ca. 7,0 m HN |

Dieses Regelprofil repräsentiert den eher ungünstigen Fall (z. B. B2/20, B3a/20). An anderer Stelle (B4/20) ist Schicht 4 deutlich geringmächtiger ausgebildet, an anderer Stelle (B1/20, B6/20, B7/20) fehlt Schicht 4.

Nach DIN 1054 soll die Widerstandssetzungslinie aufgrund von statischen Probebelastungen oder von Erfahrungen mit vergleichbaren Probebelastungen festgelegt werden. Wird dies nicht ausgeführt, darf der charakteristische axiale Pfahlwiderstand des Einzelpfahls aus allgemeinen Erfahrungswerten bestimmt werden. Für Bohrpfähle können die axialen Pfahlwiderstände nach den Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“ (EA – Pfähle /17/) ermittelt werden. Eine Bemessung der Pfähle kann mittels der Angaben aus der nachfolgenden Tabelle erfolgen:

Tabelle 12: Bodenkennwerte für Bohrpfähle nach EA-Pfähle

| **Schicht-Nr.** | **$\varphi'_k$ [°]** | **$c'_{u,k}$ [kN/m²]** | **$q_c$ [MN/m²]** | **$q_{s,k}$ [MN/m²]** | **$q_{b,k0,02}$ [MN/m²]** | **$q_{b,k0,03}$ [MN/m²]** | **$q_{b,k0,1}$ [MN/m²]** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 30 – 32,5 | -- | 5 - 6 | -- | -- | -- | -- |
| 3 | 32,5 - 35 | -- | 10 - 15 | 0,080 – 0,120 | 0,800 – 1,000 | 0,900 – 1,200 | 2,500 – 3,000 |
| 4 | 22,5 - 25 | 80 - 120 | 7 - 10 | 0,045 – 0,050 | 0,350 – 0,450 | 0,450 – 0,550 | 0,800 – 1,000 |

*$\varphi'_k$ = charakteristischer Wert für Winkel der inneren Reibung*
*$c`_{u,K}$ = charakteristischer Wert für undr. Kohäsion (abgeleitet aus den Ergebnissen der Felderkundung und Erfahrungswerten)*
*$q_c$ = mittlerer Spitzendruck der Drucksondierung (abgeleitet aus den Ergebnissen der Felderkundung und Erfahrungswerten)*
*$q_{s,k}$ = charakteristischer Wert für Mantelreibung*
*$q_{b,k}$ = charakteristischer Wert für Spitzendruck bei s/D = 0,02, 0,03 und 0,1 nach EA-Pfähle* /17/

## 6.4 Rückverankerung

Auftragsgemäß wurde der Baugrund im Bereich der geplanten Rückverankerung mit Kleinrammbohrungen (KRB) erkundet. Im Gegensatz zu den Bohrungen in der Flucht der geplanten Bohrpfahlwand wurde im planmäßigen Lasteintragungsbereich der Verankerungen zwischen den locker gelagerten Auffüllungen (Schicht 1) und den unterlagernden tragfähigen Böden (Schicht 3 und Schicht 4) eine bis maximal 2 m mächtige Lage eines meist weichen, organischen Auelehms (Schicht 2) festgestellt, die für eine Abtragung von Lasten nicht geeignet ist. Dieser Auelehm wurde bereits in dem Baugrundgutachten von 1997 /8/ mit den Altaufschlüssen B11, B12, B14 und B15 nachgewiesen und beschrieben. Der Auelehm wurde jedoch nicht in dem für die Entwurfs- und Genehmigungsplanung ausgewählten Regelprofil berücksichtigt, weil die o. g. Aufschlüsse außerhalb des Planungsbereiches lagen.

Bei der vorab für die Verankerung ermittelten Variante /9/ (Ansatzpunkt Anker bei 20,93 m HN, Ankerneigung 20°, Ankerlänge 16,90 m) würden die Verpresskörper nach neuem Erkenntnisstand hauptsächlich in den locker gelagerten Auffüllungen und den für eine Lastabtragung ungeeigneten Auelehmen liegen.

Wir empfehlen deshalb, die Höhe der Ansatzpunkte, Länge und Neigung der Anker so zu wählen, dass die Verpresskörper der Anker mit ausreichender Länge in die tragfähigen Böden (Schicht 3 und/oder Schicht 4) einbinden. Das wäre z. B. rein geometrisch betrachtet bei einem 0,5 m tiefer liegendem Ansatzpunkt der Anker, einer Ankerneigung von 30° und einer

Ankerlänge > 19,00 m der Fall. Genauere Festlegungen dazu sind im Rahmen der Ausführungsplanung auf der Basis des Baugrundgutachtens zu ermitteln.

Die Verankerung der Bohrpfähle kann über vorgespannte Anker (z. B. Litzenanker) oder schlaffe Zugpfähle (Mikropfähle) erfolgen. Mit den vorgespannten Ankern können deutlich größere Lasten abgetragen werden, als mit den Zugpfählen. Ferner können durch die Vorspannung die Horizontalbewegungen minimiert bzw. ausgeschlossen werden. Nachteilig wirkt sich jedoch die Nachkontrolle der Vorspannung in regelmäßigen Abständen aus.

### 6.4.1 Vorgespannte Anker

Bei Verankerungen ist die Krafteintragungslänge von vorgespannten Ankern vorzugsweise in einer geeigneten, einheitlichen und tragfähigen Bodenschicht auszubilden. Unter Berücksichtigung der Erkundungsergebnisse werden vglw. steil geneigte und / oder lange Ankerlängen erforderlich (s. o.).

Die Bemessung der Anker erfolgt nach /18/.

Für die erkundeten Tone/Schluffe (Schicht 4) kann bei halbfester Konsistenz und einer Krafteintragungslänge von 5,0 m bei Anwendung eines mittleren Verpresskörper-durchmessers von 125 mm ohne Nachverpressung eine Grenzmantelreibung $\tau_M$ von ca. 200 kN/m², mit Nachverpressung ca. 300 kN/m² angesetzt werden /18/.

In den Sanden (Schicht 3) kann bei einer Krafteintragungslänge von 5,0 m und einem mittleren Verpresskörperdurchmesser von 125 mm vorab von einer Grenzlast F von ca. 0,5 MN ausgegangen werden /18/.

Die tatsächliche Tragkraft der Anker ist durch Zugversuche (Eignungsprüfung nach DIN EN 1537 und DIN SPEC 18537) zu ermitteln bzw. zu bestätigen. Da die Tragfähigkeit der Anker von Schwankungen der Untergrundverhältnisse abhängt, sollte jeder Anker einer (abgekürzten) Abnahmeprüfung unterzogen werden /18/. Für vorgespannte Anker ist zu gewährleisten, dass auch später Nachprüfungen und ggf. ein Nachspannen erfolgen können.

Der Mindestabstand der Verpresskörper zu Fundamenten und anderweitig sensiblen Bauten, wie z. B. Kanälen, sollte dabei 3 m und zu Verkehrsflächen mit dynamischen Belastungen 4 m (Hinweise Eurocode 7 DIN 1054 und DIN EN 1537 beachten) betragen. Bei empfindlichen Bauwerken sollten die Verpresskörper nicht unter dem Bauwerk zu liegen kommen.

### 6.4.2 Schlaffe Zugpfähle (Mikropfähle)

Es besteht auch die Möglichkeit, für die Rückverankerung nicht vorgespannte Mikropfähle als schlaffe Zugpfähle einzusetzen. Diese können z. B. verroht mit einem Tragglied aus Gewindestahl (GEWI) oder auch unverrohrt als Selbstbohranker System Ischebeck ausgeführt werden. Im Unterschied zu den vorgespannten Ankern werden die Mikropfähle über die gesamte Länge verpresst. Die zulässige Pfahlbelastung ist nach Probebelastungen festzulegen, sofern keine speziellen Erfahrungen von vergleichbaren Verhältnissen vorliegen (DIN 14199 und DIN SPEC 18539). Nachfolgend können vorab in Anlehnung an /17/ unter Berücksichtigung von /19/ und den erkundeten Baugrundverhältnissen Vorbemessungswerte für die Grenzmantelreibung der angetroffenen Böden aus der Tabelle 13 entnommen werden.

Tabelle 13: Bodenkennwerte für Rückverhängung aus /19/

| Schicht-nummer | Bodenbeschreibung | Schichtunterkante [m NHN] | Verpresster Mikropfahl GEWI | Rohrverpresspfahl Titan System Ischebeck |
|---|---|---|---|---|
| | | | $q_{s1,k}$ [kN/m²] | $q_{s1,k}$ [kN/m²] |
| Schicht 1 | Auffüllungen | 16,5 | 30 | 40 |
| Schicht 2 | Auelehm | 14,5 | 20 | 25 |
| Schicht 4 | Tone/Schluffe | 7,0 | 90 | 110 |
| Schicht 3 | Sande | -2,0 | 180 | 220 |

Nach EA Pfähle /17/ sind Abnahmeprüfungen (Zugversuche) an 3 %, mindestens aber 2 der eingebauten Mikropfähle vorzunehmen. Durch Eignungsprüfungen zu Beginn der Baumaßnahmen kann der gewählte, rechnerische Ansatz geprüft bzw. bestätigt werden.

Bei den Prüfungen sind Wartezeiten nach der Mikropfahlherstellung zu beachten, die für nichtbindige Böden mindestens 5 bis 7 Tage und bindige Böden mindestens 2 bis 3 Wochen betragen müssen.

Mit den Zugpfählen besteht die Möglichkeit der Rückverankerung auch oberhalb der Schichten 3 und 4, d. h. die Ankerneigung kann flacher sein als bei vorgespannten Ankern. Die Anzahl der Mikropfähle wird größer sein, als bei den vorgespannten Ankern. Bei der Bemessung ist zu berücksichtigen, dass eine lineare Zunahme der aktivierbaren Mantelreibung über die Pfahllänge begrenzt werden sollte. Sollte diese Variante weiter verfolgt werden, werden jedoch insbesondere im Hinblick auf die Lastabtragung in den Schichten 1 und 2 im Vorfeld Probebelastungen als Grundsatzprüfungen zwingend erforderlich.

## 6.5 Baugruben

Es sind zu unterscheiden zum einen landseitige und zum anderen wasserseitige Baugruben.

Die landseitigen Baugruben sind nach der DIN 4124 (Zuwegung und Sicherung der Baugrube) herzustellen. Bei den in Betracht kommenden Böden ist ein Böschungswinkel von max. 45° möglich. Die Böschungsflächen sind vor Witterungseinflüssen, insbesondere Stark- bzw. Dauerregen (ggf. durch Planen) und Frost-/ Tauwechsel zu schützen.

Allgemein ist bei nicht verbauten Baugruben und Fahrzeugen bis 12 t Gesamtgewicht ein lastfreier Streifen (Abstand zur Böschungsschulter) von 1,0 m einzuhalten. Lasten von mehr als 12 t erfordern einen Bereich von 2,0 m. Der Abstand von Aushubmaterial zur Böschungsschulter sollte 0,6 m nicht unterschreiten.

Alternativ können die Baugruben bei eingeschränkter Baufreiheit durch einen geeigneten Verbau (z. B. Trägerbohlwand) gesichert werden.

Die wasserseitigen Baugruben sollen die zur Bauausführung benötigte, wasserseitige Baustraße aufnehmen und abschnittsweise als wasserdichter Spundwandkasten ausgebildet werden. Dazu soll im Abstand von ca. 5 m zur vorhandenen Uferstützwand eine Spundwand eingepresst werden. Zur Begrenzung der einzelnen Bauabschnitte sollen die Baugruben durch Querschotts geschlossen werden. Es ist im Vorfeld der Baumaßnahmen zu klären, ob am Ufer bzw. in Ufernähe eine Befestigung mittels Wasserbausteinen erfolgt ist. Diese Wasserbausteine wären ggf. mit dem Fortschreiten der Baumaßnahmen örtlich zu beräumen, bevor mit dem Einpressen der Spundwandbohlen für die Querschotts begonnen werden kann. Mit dem derzeitigen Kenntnisstand können aus geotechnischer Sicht keine verbindlichen Hinweise zur Ausführung der wasserseitigen Baugruben gegeben werden, weil bislang keine Baugrunduntersuchungen in der Oder erfolgt sind. Alle bisherigen Betrachtungen gehen davon aus, dass sich der landseitig erkundete Baugrund unterhalb einer unbestimmten Flusssedimentbedeckung fortsetzt. Eine Baugrundnacherkundung wird hier zwingend erforderlich, da bei einem Scheitern des Einbringens der bauzeitlichen Spundwand die bauliche Umsetzung der Planung in Frage zu stellen ist.

## 6.6 Wasserhaltung

Es sind zu unterscheiden zum einen die landseitige und zum anderen die wasserseitige Wasserhaltung.

Entsprechend den uns vorliegenden Unterlagen der Entwurfs-/Genehmigungsplanung /9/ werden die Baugrubensohlen **landseitig** oberhalb des Mittelwasserstandes der Oder liegen. Da der Grundwasserstand im Bauabschnitt mit dem Wasserstand der Oder korrespondiert,

werden umfänglichere Maßnahmen zur Trockenhaltung der Baugrube ab dem Wasserstand: Mittleres Hochwasser erforderlich. Für erhöhte Wasserstände ist die entsprechende Ausrüstung für eine offene Wasserhaltung vorzuhalten. Für Extremfälle kommen auch eine Flutung der Baugrube und eine Bauunterbrechung in Betracht. Örtlich und/oder temporär zufließendes Schichten- oder Oberflächenwasser ist ggf. mit offener Wasserhaltung zu beseitigen.

Für die **wasserseitige Wasserhaltung** zur Herstellung und Unterhaltung der Baustraße innerhalb der geplanten (wasserdichten) Spundwandkästen können baugrundseitig vorab folgende Hinweise gegeben werden:

Die entsprechend dem Baugrundgutachten von 1997 /8/ bislang in der Entwurfs-/Genehmigungsplanung /9/ in ca. 10 m Tiefe angenommene Schicht 4 (Tone/Schluffe) wurde nur mit den Bohrungen B2/20 und B3a/20 in dieser Tiefe und mit aushaltender Mächtigkeit angetroffen (s. Abschnitt 6.3.2). In den Bohrungen B1/20, B5/20, B6/20 und B7/20 fehlte Schicht 4 (als natürliche Sohldichtung) und in Bohrung B4/20 war diese nur gering mächtig ausgebildet. Damit ist in Teilabschnitten mit unterschiedlich hohem Wasserandrang aus der Sohle zu rechnen. Für eine Abgrenzung der Teilbereiche wird ebenfalls eine ergänzende Baugrunderkundung erforderlich. Bei zu erwartendem sehr hohem Sohlwasserdruck kann der Aufwand für die notwendigen Wasserhaltungsmaßnahmen durch eine künstliche Dichtsohle, die an die seitlich dichten Baugrubenwände anschließt, reduziert werden.

In Abhängigkeit der Durchlässigkeit der Sohle und der anfallenden Wassermenge ist die Größe der wasserseitigen Baugruben und die Einbindetiefe der Spundwände zu bestimmen, um den Wasserspiegel mit Pumpbrunnen ausreichend tief unter Baugrubensohle (min. 0,5 m) absenken zu können. Die Sicherheit gegen hydraulischen Grundbruch ist nachzuweisen. Um diesen Nachweis führen zu können, werden ebenfalls die ergänzenden wasserseitigen Baugrunduntersuchungen erforderlich. Im Hochwasserfall ist die Baugrube ggf. zu fluten.

Das bauzeitliche Wasserhaltungskonzept ist genehmigungspflichtig. Im Vorfeld sollte daher mit der Genehmigungsbehörde abgeklärt werden, ob und in welchem Umfang ergänzende Untersuchungen, z. B. im Hinblick auf den Wasserchemismus erforderlich werden.

## 6.7 Wiederverwendung von Aushubmaterial

Das im Untersuchungsabschnitt erkundete Bodenmaterial kann hinsichtlich seiner Wiedereinbaufähigkeit wie folgt bewertet werden (ausschließlich unter bodenmechanischem Aspekt):

***Grob- bis gemischtkörnige Böden*** der Schicht 1 und Schicht 3 sind bei Feinanteilen bis 15 M.-% als verdichtungsfähig und für einen generellen Wiedereinbau als geeignet

einzustufen. Bei Feinkornanteilen von > 15 % - ≤ 40 % ist operativ hinsichtlich des vorgesehenen Verwendungszwecks zu entscheiden. Ihre Wiederverwendungsfähigkeit hängt zu großen Teilen von der Witterung im Bauzeitraum und dem natürlichen Wassergehalt ab.

Für das Material **feinkörniger Böden** (Schicht 4) ist von einer Wiederverwertung abzusehen. Diese sind in der Regel verdichtungsunwillig und neigen unter mechanischer Belastung vielmehr zum Aufweichen und Ausfließen. Bei mindestens steifer Konsistenz sind Böden für einen Wiedereinbau geeignet. Der Wiedereinbau bzw. eine Wiederverwendung sollte vor Ort nach Begutachtung bzw. Bewertung der Einbaufähigkeit erfolgen. Für die Verdichtung ist ein entsprechend geeignetes Gerät (z. B. Schaffußwalze für feinkörnige Böden) zu verwenden.

***Organische Böden*** (Schicht 2), sowie ***ausgeprägt plastische Tone und Schluffe*** (tlw. Schicht 4) sind für einen Wiedereinbau ungeeignet und generell von der Baustelle zu entfernen.

***Bauwerkteile, Steine und Blöcke*** mit Kantenlängen > 10 cm sind generell zu separieren. Derartige Kornfraktionen sind für den Wiedereinbau aufgrund ihrer schlechten Verdichtbarkeit ungeeignet. Nach einer Aufbereitung (Brechen, Selektieren von Fremdbestandteilen) ist zu prüfen, ob eine Verwertung innerhalb der Baumaßnahme möglich ist.

Werden für den Wiedereinbau Gütenachweise erforderlich, sind am Aushubmaterial baubegleitend einbauspezifische Parameter zu bestimmen (Kornzusammensetzung, Wassergehalt, Proctordichte, ggf. Kalkanweisung) und diese den Verdichtungsangaben und -prüfungen zugrunde zu legen.

Das Aushubmaterial ist während der Seitenablage vor relevanten Wassergehaltserhöhungen zu schützen (z. B. Abdeckung mit einer Folie).

Sämtliche Erdbaumaßnahmen sind auf der Grundlage der ZTV E-StB 17 auszuführen.

# 7 Homogenbereiche nach VOB Teil C

Bei einem Homogenbereich handelt es sich nach der DIN 4020:2003-09 um einen begrenzten Bereich von Boden oder Fels, dessen Eigenschaften eine definierte Streuung aufweisen und sich von den Eigenschaften der abgegrenzten Bereiche abheben.

Im vorliegenden Fall liegen vglw. homogene Baugrundverhältnisse vor. Im Hinblick auf Erdarbeiten (DIN 18 300), Bohrarbeiten (DIN 18 301) und Ramm-, Rüttel- und Verpressarbeiten (DIN 18 304) werden aus geotechnischer Sicht für die erkundeten Böden die in der nachfolgenden Tabelle 14 zu entnehmenden Unterteilungen in Homogenbereiche empfohlen.

Tabelle 14: Einteilung der erkundeten Bodenschichten in Homogenbereiche entsprechend der Gewerke

| Bodenschicht | Homogenbereich für Gewerk | | |
|---|---|---|---|
| | **Gewerk I Erdbau DIN 18 300** | **Gewerk II Bohrarbeiten DIN 18 301** | **Gewerk III Ramm-, Rüttel- und Verpressarbeiten DIN 18 304** |
| Schicht 1 | Homogenbereich I.A | Homogenbereich II.A | Homogenbereich III.A |
| Schicht 2 | Homogenbereich I.B | Homogenbereich II.B | Homogenbereich III.B |
| Schicht 3 | Homogenbereich I.C | Homogenbereich II.C | Homogenbereich III.C |
| Schicht 4 | Homogenbereich I.D | Homogenbereich II.D | Homogenbereich III.D |

Die nach VOB Teil C geforderten Kennwerte / Eigenschaften der einzelnen Homogenbereiche sind zusammenfassend in der Anlage 6 dargestellt. Alle im gesamten Baubereich ausgeführten bodenmechanischen Versuche wurden bei der Angabe der Anlage 6 der oberen und unteren Grenze der Eigenschaften berücksichtigt.

# 8 Vorschläge für weiterführende Untersuchungen

Wie in Abschnitt 6.5 ausgeführt, lassen sich aus geotechnischer Sicht mit dem derzeitigen Kenntnisstand keine verbindlichen Hinweise zur Ausführung der wasserseitigen Baugruben geben. Auch zu der für die Herstellung und Unterhaltung der Baustraße notwendigen Wasserhaltung lassen sich derzeit nur einige sehr allgemeine Hinweise geben. Zudem haben die bisherigen Baugrunduntersuchungen eher inhomogene Baugrundverhältnisse insbesondere auch im Bereich der anstehenden Böden ergeben. Ob die Spundwände in der Oder mit oder ohne Einbringhilfen überhaupt eingepresst werden können, ist eine wesentliche Planungsgrundlage. Sollte wegen fehlender Baugrunderkundung hier das falsche Einbringverfahren weiter geplant und ausgeschrieben werden, kann das zu einer kompletten Bauunterbrechung und nicht unerheblichen Mehrkosten führen.

Zur Beseitigung der bestehenden Kenntnislücken und dem damit verbundenen Baugrundrisiko schlagen wir deshalb weiterführende Untersuchungen vor.

Wir empfehlen dazu Drucksondierungen (CPT) in der Achse der für die Bauzeit geplanten, uferparallelen Spundwand, um Aussagen zu Zusammensetzung, Eigenschaften und Mächtigkeit der Flusssedimente und zur Abklärung des darunter folgenden Untergrundes zu erhalten. Diese Drucksondierungen müssten von einem Ponton aus erfolgen.

In Verbindung mit diesen Untersuchungen empfehlen wir, zur Erhöhung der Aufschlussdichte und zur weiteren Verbesserung des Kenntnisstandes zusätzlich zwischen den landseitig erfolgten Bohrungen Drucksondierungen auszuführen. Durch diese zusätzlichen Erkundungsergebnisse kann die Grenze zwischen dem nördlichen Teilabschnitt mit einer

derzeit angenommenen Bohrpfahllänge von 13,5 m und dem südlichen Teilabschnitt mit einer derzeit angenommenen Bohrpfahllänge von 16,0 m näher bestimmt werden. Außerdem lässt sich die Verbreitung der Tone/Schluffe (Schicht 4), die in den wasserseitigen Baugruben eine natürliche Sohlabdichtung bilden kann, näher bestimmen.

# 9 Schlussbemerkungen

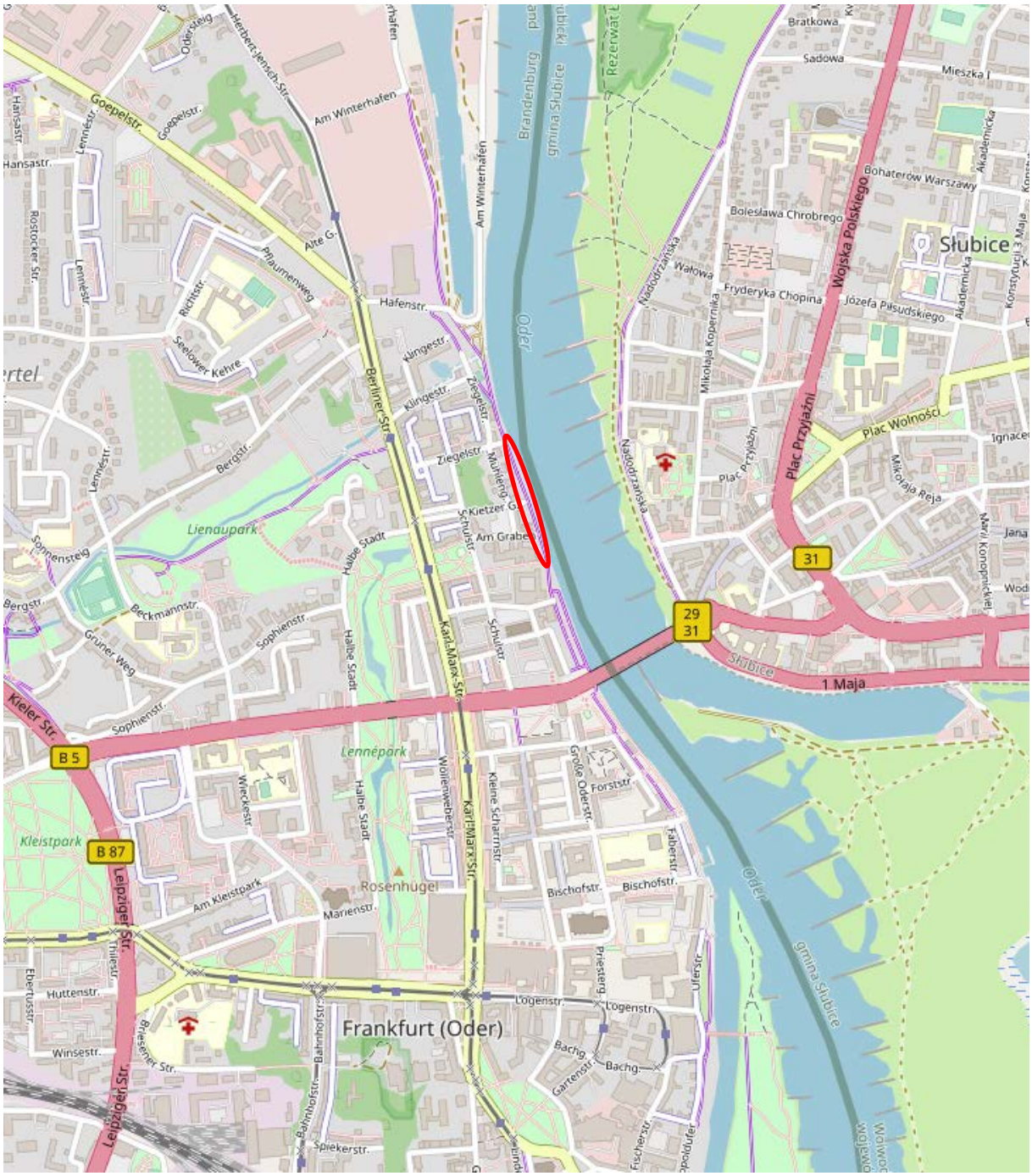
Das vorliegende Gutachten wurde anhand der in den Anlagen dargestellten Untersuchungsergebnissen und der o. g. Unterlagen ausgearbeitet.

Aufgrund der punktuellen Erkundung des Baugrundes sind Abweichungen der Untergrundverhältnisse von den im Gutachten getroffenen Aussagen zwischen den Aufschlüssen nicht auszuschließen. Streng genommen gelten die Aussagen nur für die erkundeten Stellen zum Zeitpunkt der Erkundung.

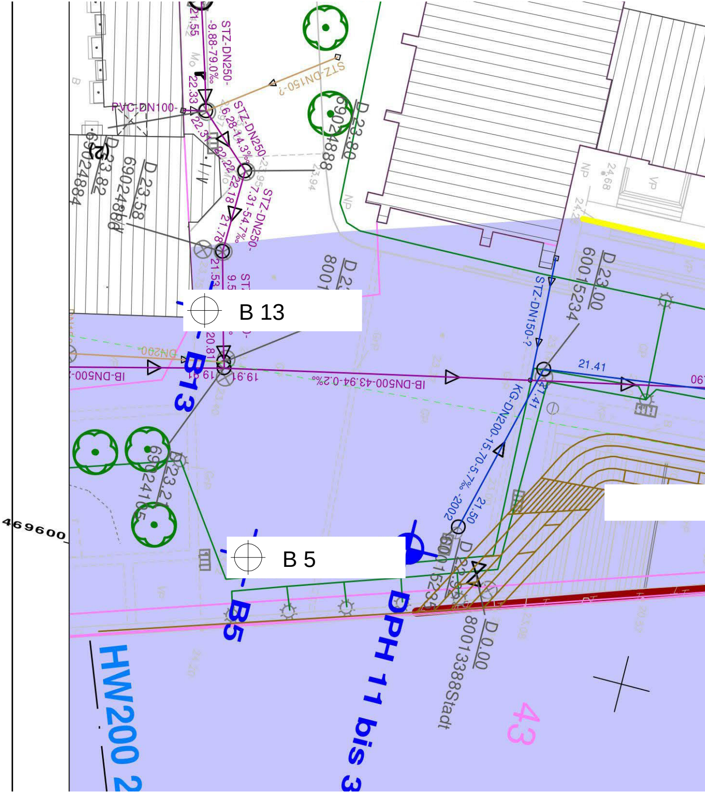
Daher werden eine sorgfältige Überwachung der Bohr- und Gründungsarbeiten zur Überprüfung der prognostizierten Baugrundverhältnisse empfohlen.

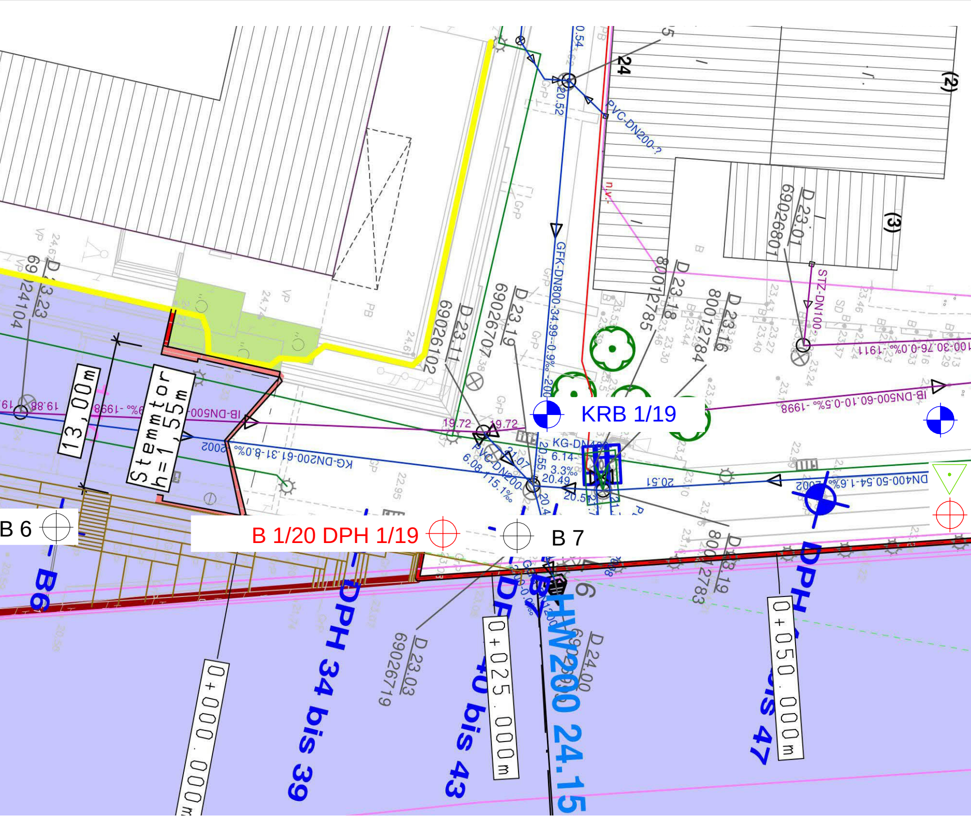
Im Zuge des weiteren Planungsfortschrittes ist unser Institut bezüglich der geotechnischen Belange der Planung betreffenden Änderungen / Präzisierungen zu informieren, um im Bedarfsfall Stellung nehmen zu können. Auf diesbezügliche Aussagen der DIN 4020 wird verwiesen.

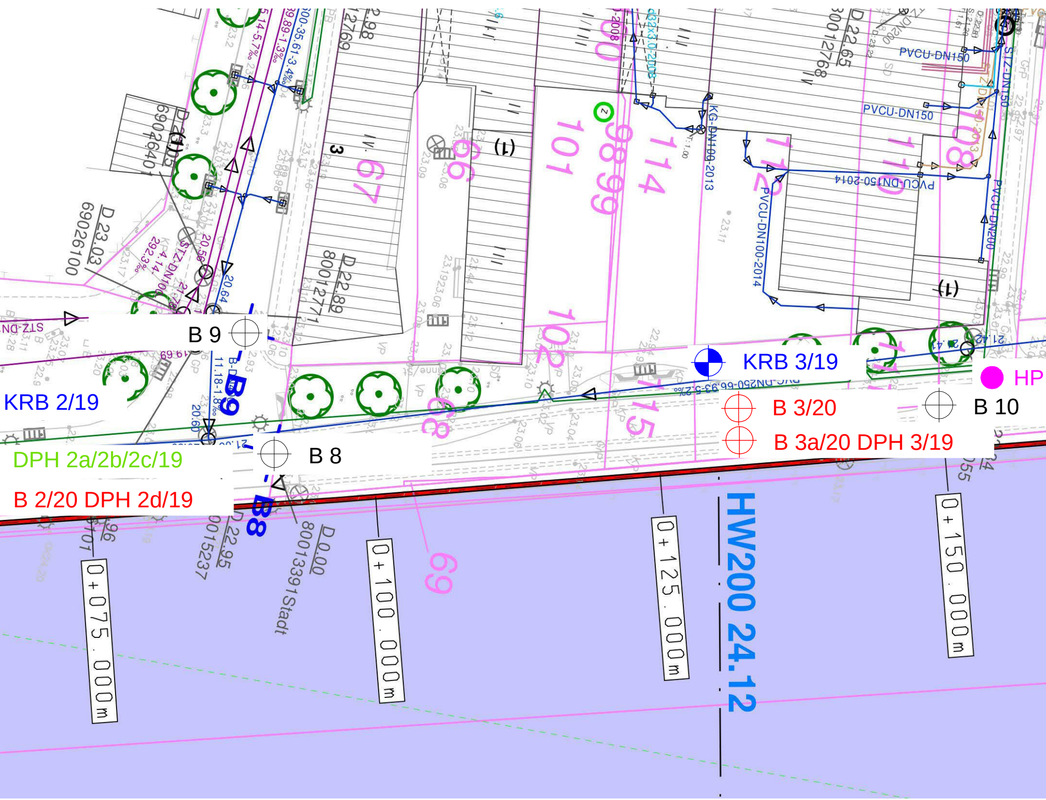
Sollten beim Aufschluss andere Untergrundverhältnisse als dem Gutachten zugrunde liegende festgestellt werden, bzw. Planungsvorgaben geändert werden, ist unser Institut zu benachrichtigen, um die Ursachen und die Auswirkungen auf die im Gutachten genannten Empfehlungen überprüfen und gegebenenfalls ergänzen zu können. Das Gutachten ist nur in seiner Gesamtheit verbindlich.

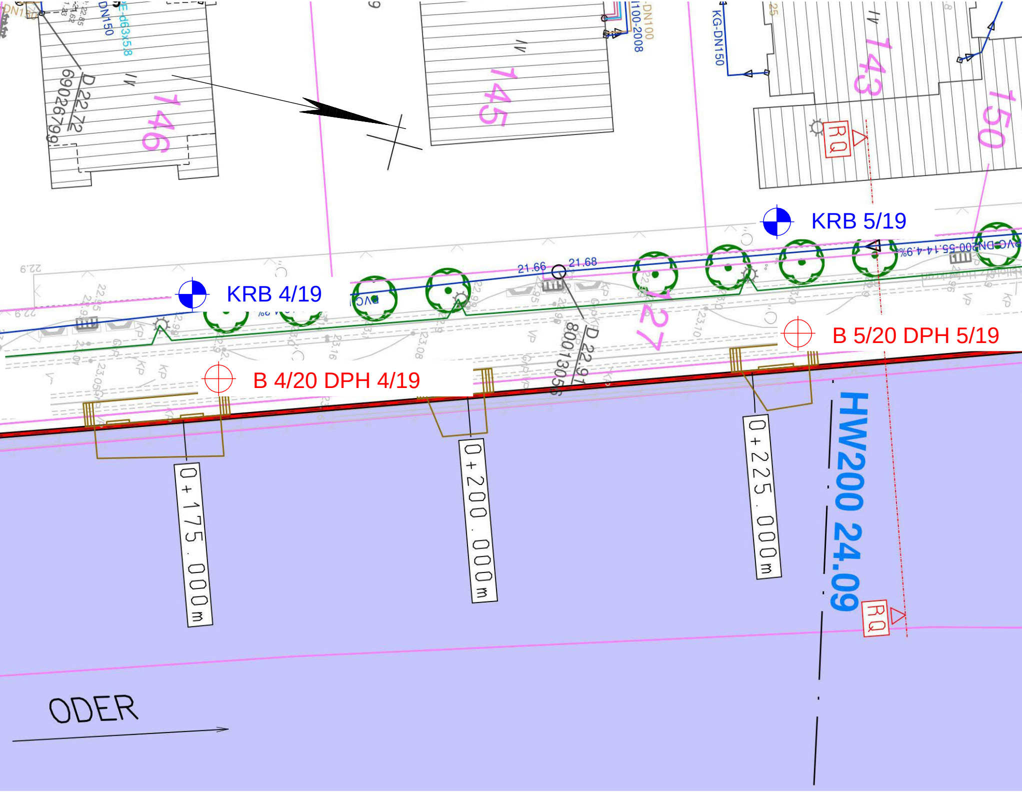


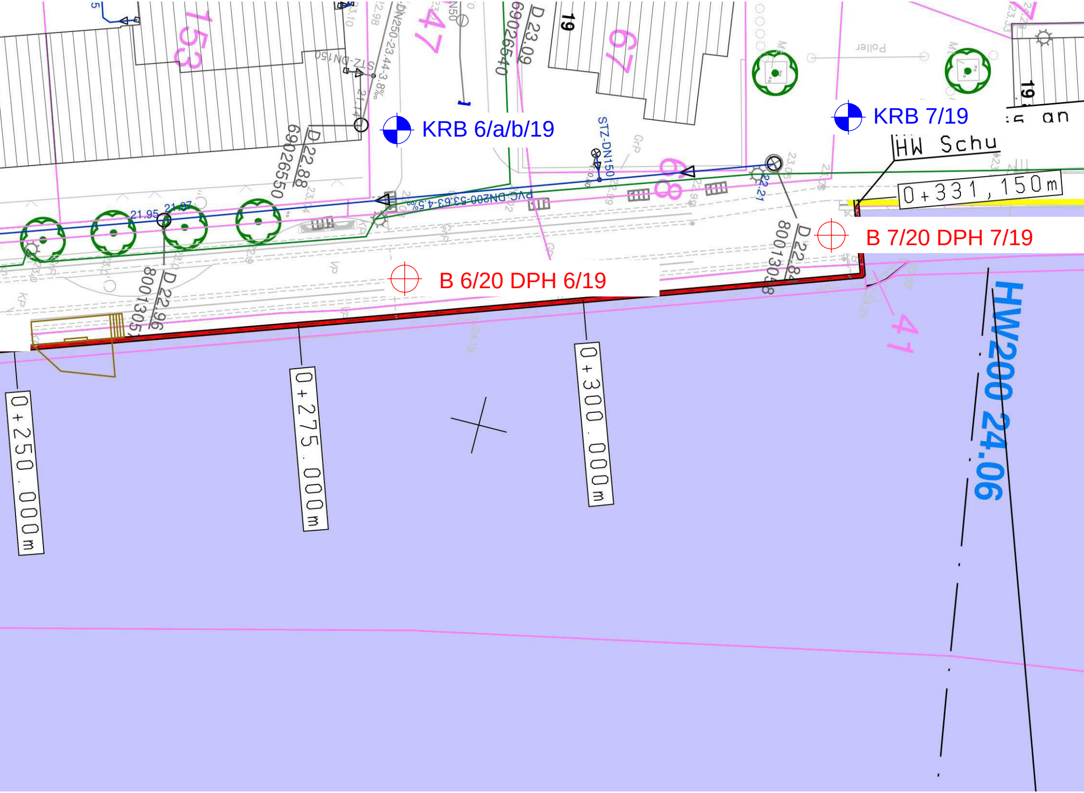

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Projekt:** Verbesserung des Hochwasserschutzes für Frankfurt Oder auf ein HW 200 | | IBES BAUGRUNDINSTITUT | IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH<br>Waisenhausstraße 10<br>09599 Freiberg |
| Übersichtslageplan | M.: ohne | | Proj.-Nr.: 70-19-181 |
| | Gez.: Kretschmer | | Anl.-Nr.: 1.1 |
| | Bearb.: Kretschmer | | Datum: 04.03.2020 |


B 13
B 5
B13
B5
DPH 11 bis 3
HW200 2
43
469600
STZ-DN250-9.88-79.0‰
STZ-DN150-?
PVC-DN100-
STZ-DN250-6.28-14.3‰
STZ-DN250-7.31-54.7‰
IB-DN500-43.94-0.2‰
IB-DN500-
DN200
STZ-DN150-?
KG-DN200-15.70-5.7‰-2002
D 23.80
6902 4888
D 23.82
6902 4884
D 23.58
6902488
D 23.00
60015234
D 0.00
80013388Stadt
R 23.2
6902416
21.55
22.33
22.31
22.18
21.78
21.53
20.81
19.91
21.41
21.50
24.68
23.94
NP
VP


KRB 1/19
B 6
B 1/20 DPH 1/19
B 7
13,00m
Stemmtor h=1,55m
DPH 34 bis 39
DPH 40 bis 43
DPH 44 bis 47
B6
B7
HW200 24.15
0+000.000m
0+025.000m
0+050.000m
D 23.23 6902 4104
D 23.11 69026102
D 23.19 69026707
D 23.18 80012785
D 23.16 80012784
D 23.01 69026801
D 23.03 69026719
D 23.19 80012783
D 24.00
GFK-DN800-34.99--0.9‰-2002
PVC-DN200-?
STZ-DN100-?
IB-DN500-60.10-0.5‰-1998
IB-DN500-61.33-0.9‰-1998
KG-DN200-61.31-8.0‰-2002
DN400-50.54-1.6‰-2002
KG-DN400 6.14-3.3‰
PVC-DN200 6.08-115.1‰
100-30.76-0.0‰-1911
19.72
19.72
19.88
20.49
20.51
20.52
20.54
20.55
21.07
22.95
24.6
24.74
(2)
(3)
24
5
6
GrP
VP
PB
SD
n.v.


B 9
KRB 2/19
B 8
DPH 2a/2b/2c/19
B 2/20 DPH 2d/19
KRB 3/19
HP
B 3/20
B 10
B 3a/20 DPH 3/19
HW200 24.12
0+075.000m
0+100.000m
0+125.000m
0+150.000m
PVCU-DN150
PVCU-DN150-2014
PVCU-DN100-2014
PVCU-DN200
KG-DN100-2013
STZ-DN150
D 23.03
69026100
D 22.89
80012771
D 22.65
80012768
D 0.00
80013391Stadt
D 22.95
80015237
69026401
67
66
101
98
99
114
112
110
108
102
115
68
69


KRB 4/19
KRB 5/19
B 4/20 DPH 4/19
B 5/20 DPH 5/19
0+175.000m
0+200.000m
0+225.000m
HW200 24.09
RQ
RQ
ODER
146
145
143
150
27
21.66
21.68
D 22.72
6902679.9
D 22.91
8001305
KG-DN150
DN150
PE-d63x5.8
DN100
1100-2008
PVC-DN200-55.14-4.9%
22.9
25


KRB 6/a/b/19
KRB 7/19
B 6/20 DPH 6/19
B 7/20 DPH 7/19
HW Schu
0+331,150m
0+250.000m
0+275.000m
0+300.000m
HW200 24.06
D 22.88
69026550
D 23.09
69026540
D 22.96
80013057
D 22.84
80013058
PVC-DN200-53.63-4.5‰
DN250-23.44-3.8‰
STZ-DN150
21.95
21.97
22.21
153
147
67
68
41
19
Poller

Legende

- ◕ KRB Kleinrammbohrung
- ⊕ B/DPH Bohrung/schwere Rammsondierung
  B Bohrung
- ▽ DPH Schwere Rammsondierung
- ⊕ B Bohrung vorhanden
- ● HP Höhenbezugspunkt 23,08 m HN

Projekt: Verbesserung des Hochwasserschutzes
für Frankfurt Oder auf ein HW 200

IBES
BAUGRUNDINSTITUT

IBES Baugrundinstitut
Freiberg GmbH
Waisenhausstraße 10
09599 Freiberg

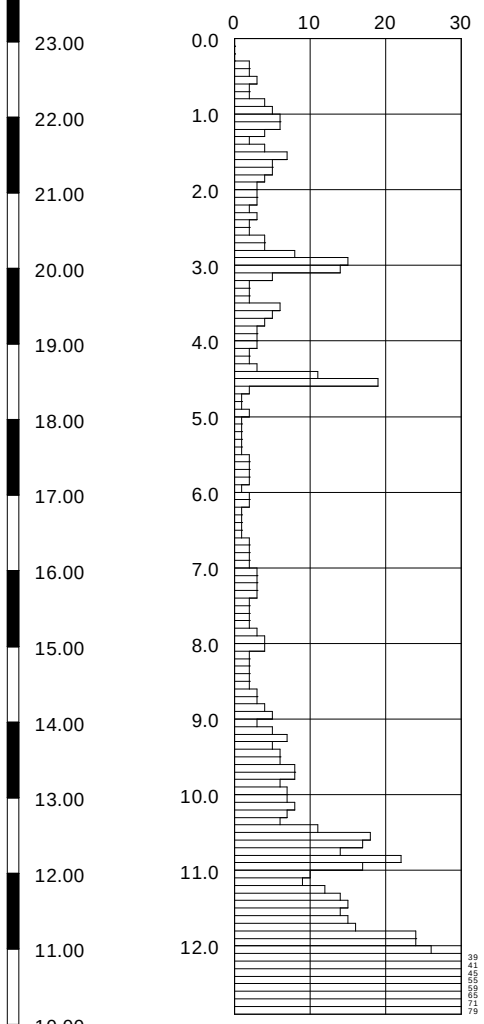
Lageplan der Aufschlüsse

M.:	1 : 500	Proj.-Nr.:	70-19-181
Gez.:	Kunert	Anl.-Nr.:	1.2
Bearb.:	Kretschmer	Datum:	13.05.2020

# DPH 1/19

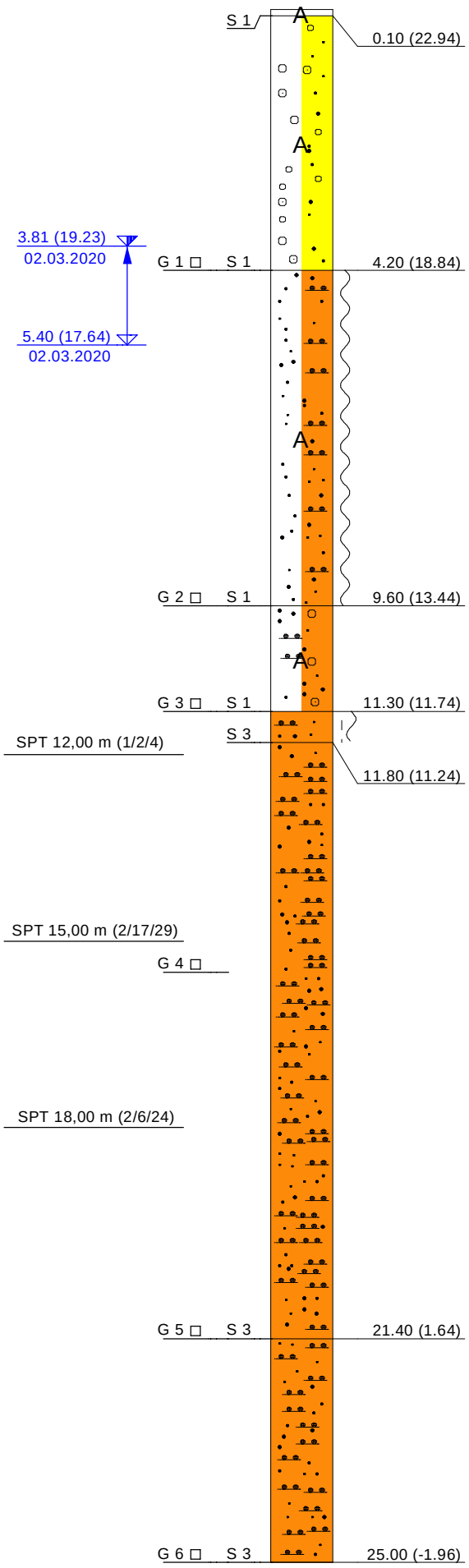
23,04 m HN

Schlagzahlen je 10 cm




# B 1/20

23,04 m HN




Auffüllung, Pflaster

Auffüllung, Kies
sandig, Ziegel, locker, leicht zu bohren, grau

Auffüllung, Sand
schluffig, Wurzeln und Holz, organisch, weich, leicht zu bohren, grau, schwarz

Auffüllung, Sand
kiesig, schwach schluffig bis schluffig, Ziegel, locker, leicht zu bohren, grau, braun

Sand
stark schluffig, weich-steif, leicht zu bohren, grau, braun

SPT 12,00 m (1/2/4)

SPT 15,00 m (2/17/29)

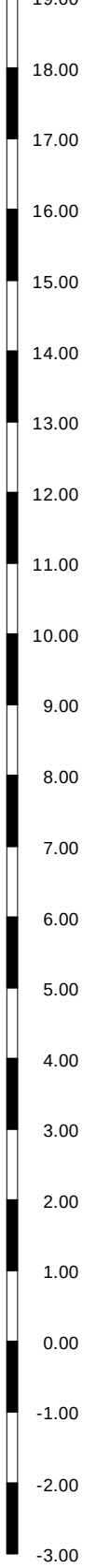
Sand
schwach schluffig bis schluffig, Schwemmsande, nass, locker, leicht zu bohren, grau

SPT 18,00 m (2/6/24)

Sand
schwach schluffig, Schwemmsande, locker, leicht zu bohren, hellgrau bis grau

SU

m HN




**Projekt:** Verbesserung des Hochwasserschutzes für Frankfurt Oder auf ein HW 200

Graphische Darstellung der Aufschlüsse

IBES Baugrundinstitut
Freiberg GmbH
Waisenhausstraße 10
09599 Freiberg

M.: 1 : 100

Gez.: Kunert

Bearb.: Kretschmer

Proj.-Nr.: 70-19-181

Anl.-Nr.: 2.1

Erk.-Datum: Dez. 19/März 20

## DPH 2 d/19

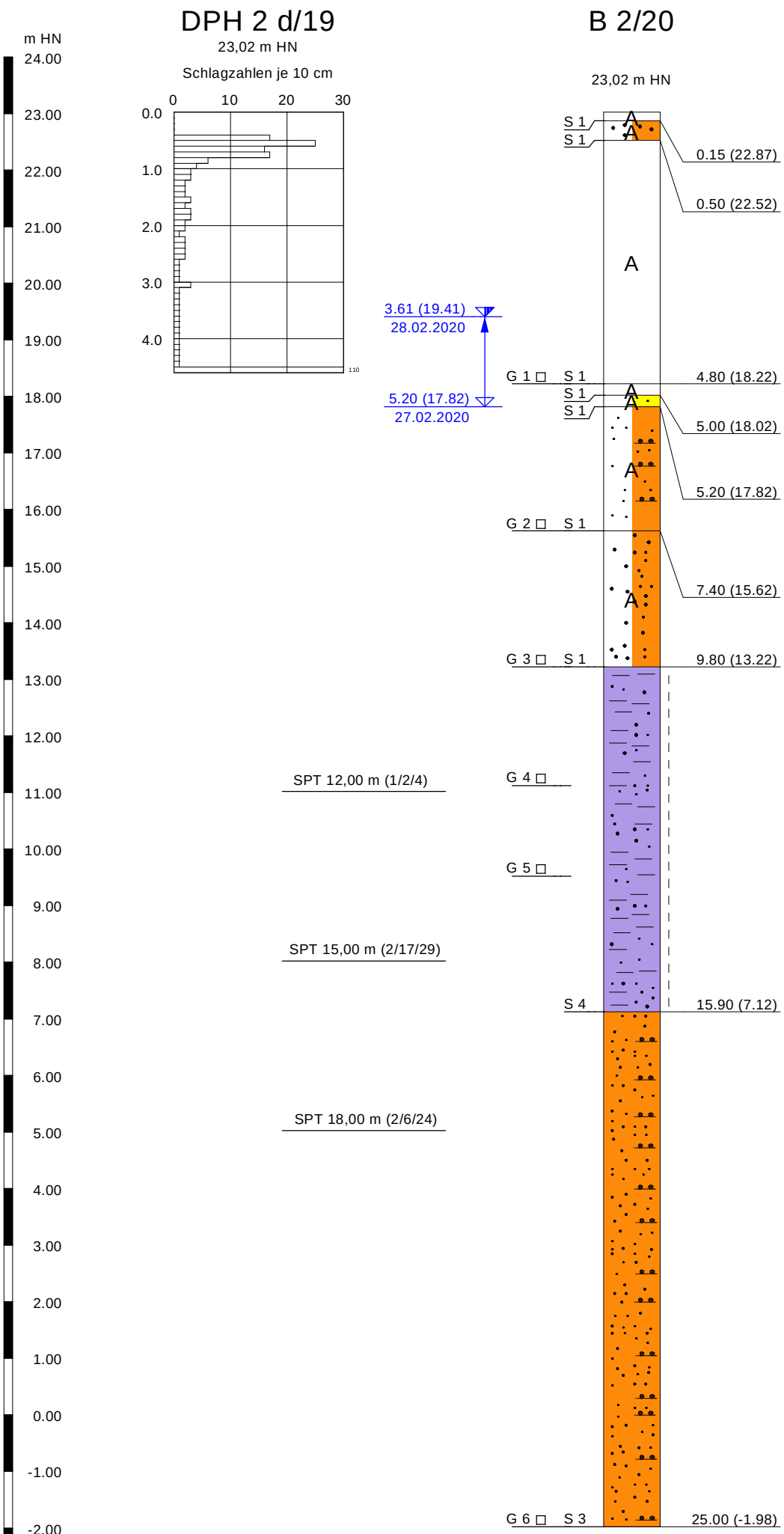
23,02 m HN

Schlagzahlen je 10 cm




## B 2/20

23,02 m HN



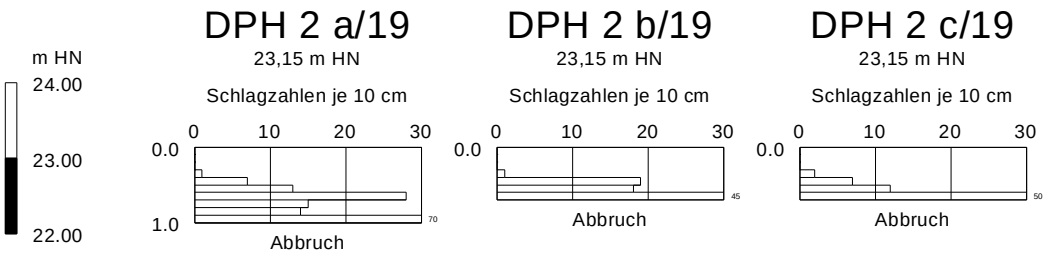

**Projekt:** Verbesserung des Hochwasserschutzes für Frankfurt Oder auf ein HW 200

Graphische Darstellung der Aufschlüsse

IBES Baugrundinstitut
Freiberg GmbH
Waisenhausstraße 10
09599 Freiberg

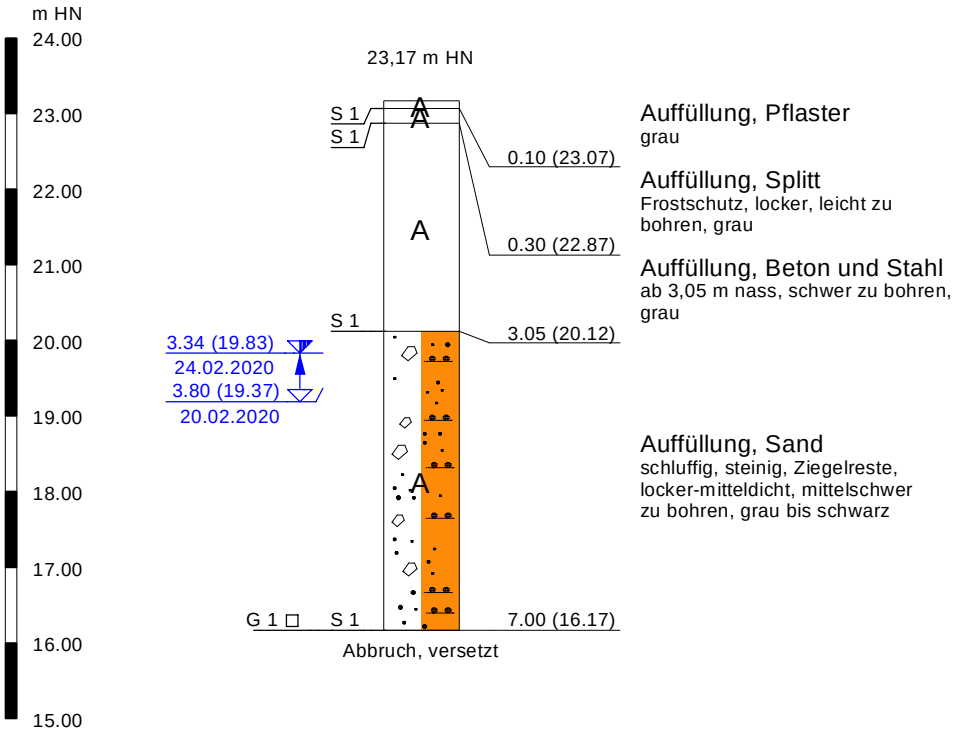
M.: 1 : 100
Gez.: Kunert
Bearb.: Kretschmer

Proj.-Nr.: 70-19-181
Anl.-Nr.: 2.2
Erk.-Datum: Dez. 19/März 20




| | | |
|---|---|---|
| **Projekt:** Verbesserung des Hochwasserschutzes für Frankfurt Oder auf ein HW 200 | IBES BAUGRUNDINSTITUT | IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg |
| Graphische Darstellung der Aufschlüsse | M.: 1 :100 | Proj.-Nr.: 70-19-181 |
| | Gez.: Kunert | Anl.-Nr.: 2.3 |
| | Bearb.: Kretschmer | Erk.-Datum: 10.12.2019 |

# B 3/20

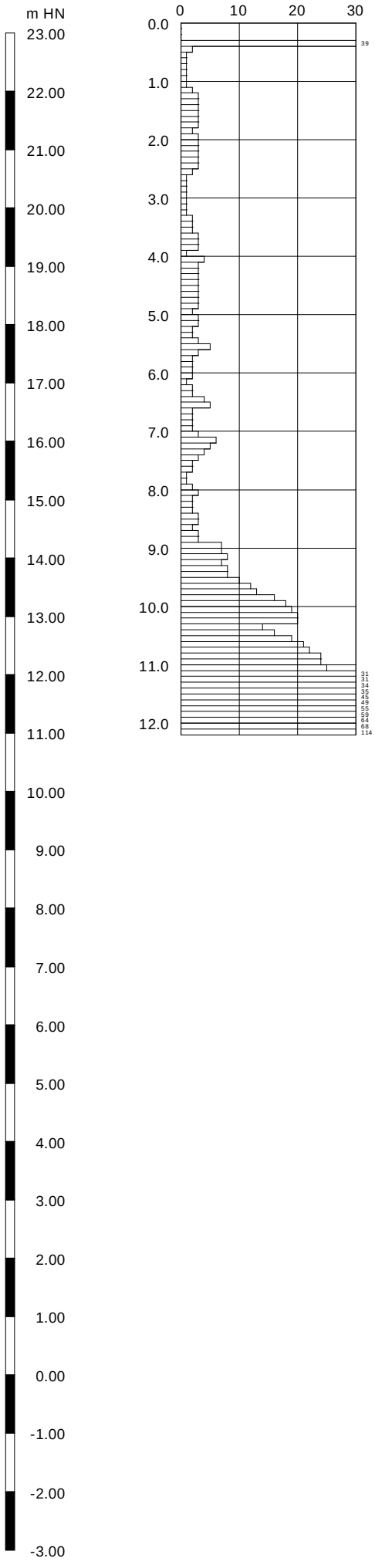



| | | |
|---|---|---|
| **Projekt:** Verbesserung des Hochwasserschutzes für Frankfurt Oder auf ein HW 200 | IBES BAUGRUNDINSTITUT | IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH<br>Waisenhausstraße 10<br>09599 Freiberg |
| Graphische Darstellung der Aufschlüsse | M.: 1 : 100<br>Gez.: Kunert<br>Bearb.: Kretschmer | Proj.-Nr.: 70-19-181<br>Anl.-Nr.: 2.4<br>Erk.-Datum: 20.-22.02.2020 |

## DPH 3/19

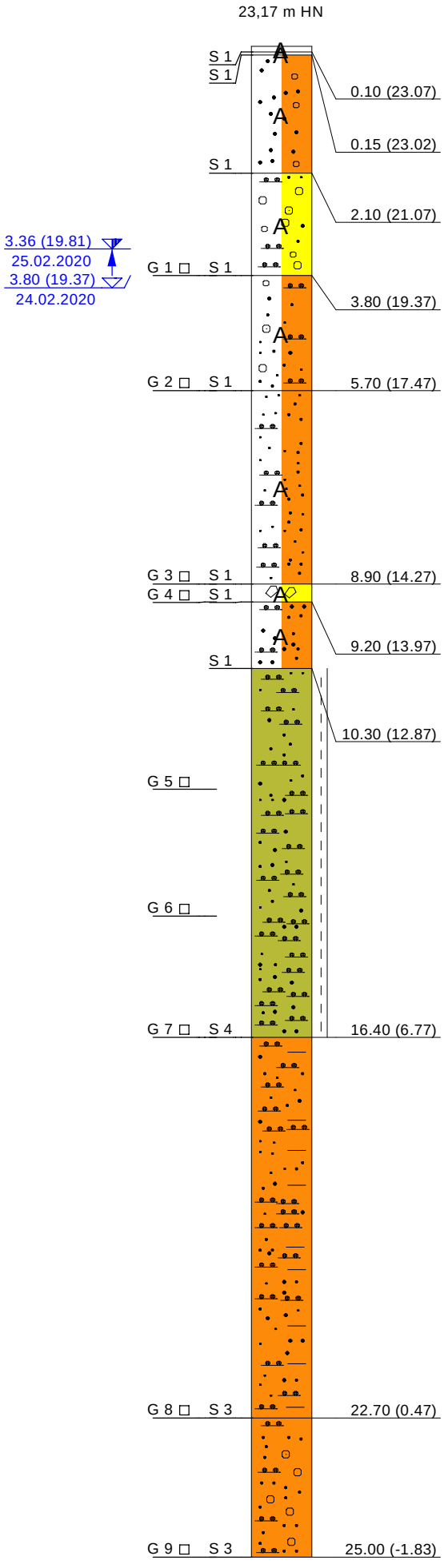
23,17 m HN

Schlagzahlen je 10 cm




## B 3a/20

23,17 m HN




Auffüllung, Pflaster
grau

Auffüllung, Beton
grau

Auffüllung, Grobsand
kiesig, locker, leicht zu bohren, ocker

Auffüllung, Kies
sandig, schwach schluffig, locker, leicht zu bohren, grau

[GU]

Auffüllung, Sand
schluffig, kiesig, nass, locker, leicht zu bohren, grau

Auffüllung, Fein- bis Mittelsand
schwach schluffig, Ziegelsplitter, nass, locker, leicht zu bohren, grau

Auffüllung, Steine
Kiesgeröll, schwer zu bohren, grau

Auffüllung, Grob- bis Mittelsand
schwach schluffig, mit Ziegelbröckchen, nass, mitteldicht, mittelschwer zu bohren, dunkelgrau

Schluff
sandig, stellenweise stark sandig, Sandlagen, feucht bis nass, steif-halbfest, mittelschwer zu bohren, schwarz, grau

UM-UA

Sand
schluffig, schwach tonig, vereinzelt kiesig, mitteldicht, mittelschwer zu bohren, grau

SU*

Mittelsand
schwach kiesig bis kiesig, schwach schluffig, Schlufflagen, mitteldicht, mittelschwer zu bohren, grau

**Projekt:** Verbesserung des Hochwasserschutzes für Frankfurt Oder auf ein HW 200

Graphische Darstellung der Aufschlüsse

IBES Baugrundinstitut
Freiberg GmbH
Waisenhausstraße 10
09599 Freiberg

M.: 1 : 100

Gez.: Kunert

Bearb.: Kretschmer

Proj.-Nr.: 70-19-181

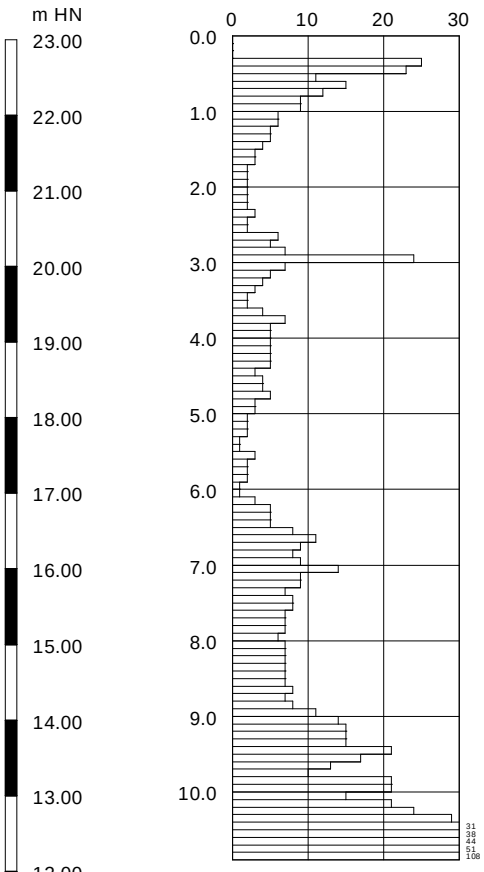
Anl.-Nr.: 2.5

Erk.-Datum: Dez. 19/Febr. 20

## DPH 4/19

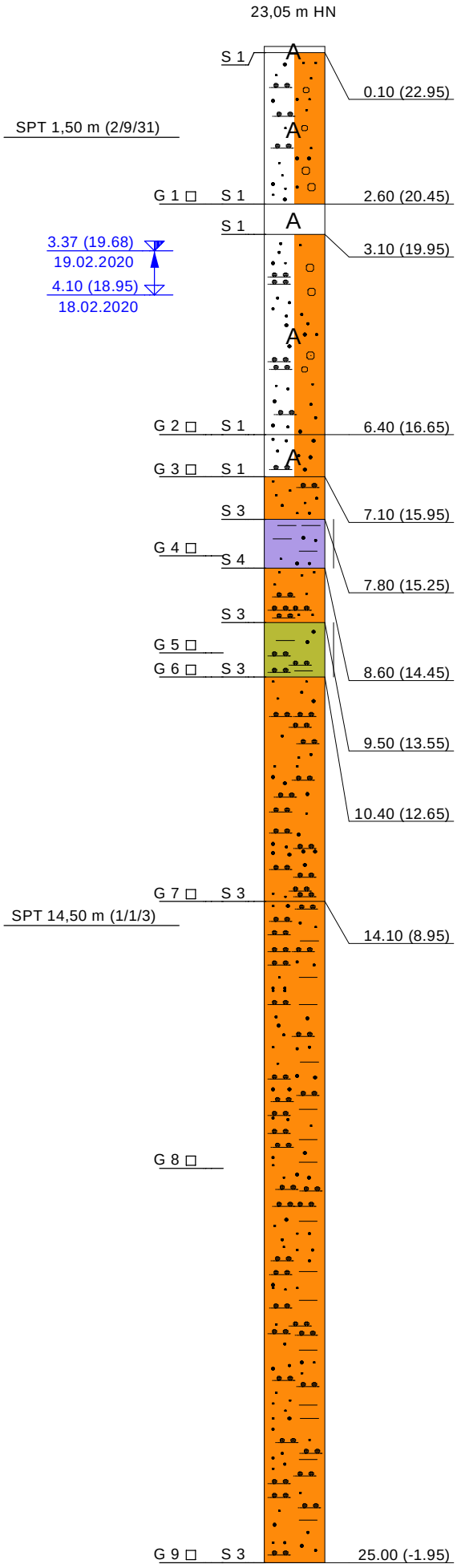
23,05 m HN

Schlagzahlen je 10 cm




## B 4/20

23,05 m HN




**Auffüllung, Pflaster**
grau

**Auffüllung, Sand**
schwach kiesig, schwach schluffig, Glasscherben, locker, leicht zu bohren, ocker

**Auffüllung, Beton**
schwer zu bohren, grau

**Auffüllung, Sand**
kiesig, schluffig, Kohlereste, Stahl, steinig, ab 3,80 m nass, leicht bis schwer zu bohren, schwarz

**Auffüllung, Mittel- bis Grobsand**
schwach schluffig, schwach steinig, nass, locker, leicht zu bohren, dunkelgrau

**Fein- bis Mittelsand**
stark schluffig, mitteldicht, mittelschwer zu bohren, grau

**Ton**
sandig, kohlig, erdfeucht, halbfest, leicht bis mittel zu bohren, schwarz, braun

**Feinsand**
schluffig, locker, leicht z ubohren, grau

**Schluff** TL
tonig, sandig, halbfest, leicht zu bohren, braun

**Sand**
schluffig, im Wechsel mit Schluff, sandig, stellenweise kiesig, steinig, feucht bis nass, locker-mitteldicht, leicht bis mittel zu bohren, grau, dunkelgrau

**Sand** SU*
stark schluffig, tonig, mitteldicht, mittelschwer zu bohren, grau

**Projekt:** Verbesserung des Hochwasserschutzes für Frankfurt Oder auf ein HW 200

Graphische Darstellung der Aufschlüsse

IBES Baugrundinstitut
Freiberg GmbH
Waisenhausstraße 10
09599 Freiberg

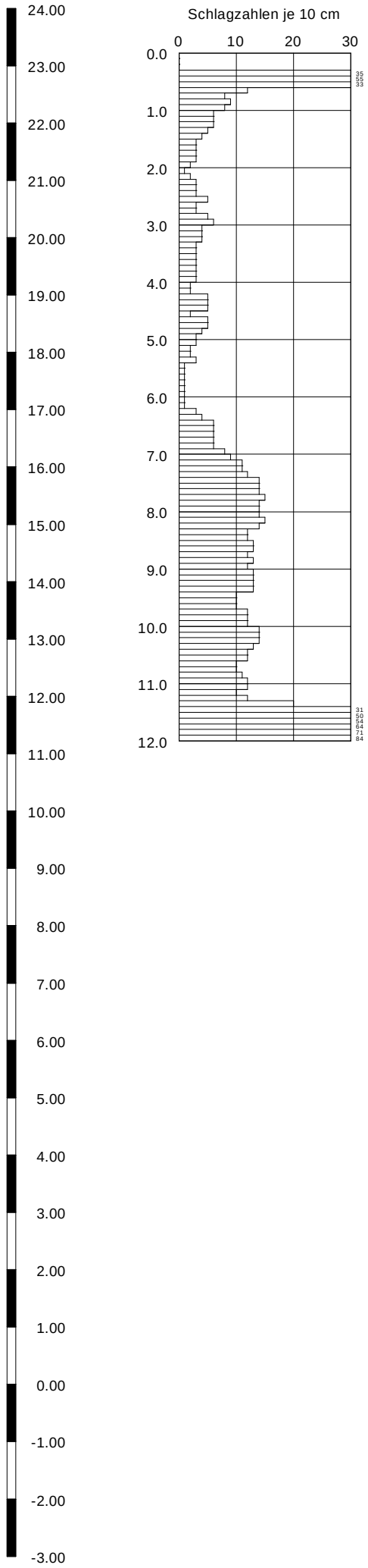
M.: 1 : 100
Gez.: Kunert
Bearb.: Kretschmer

Proj.-Nr.: 70-19-181
Anl.-Nr.: 2.6
Erk.-Datum: Dez. 19/Febr. 20

# DPH 5/19

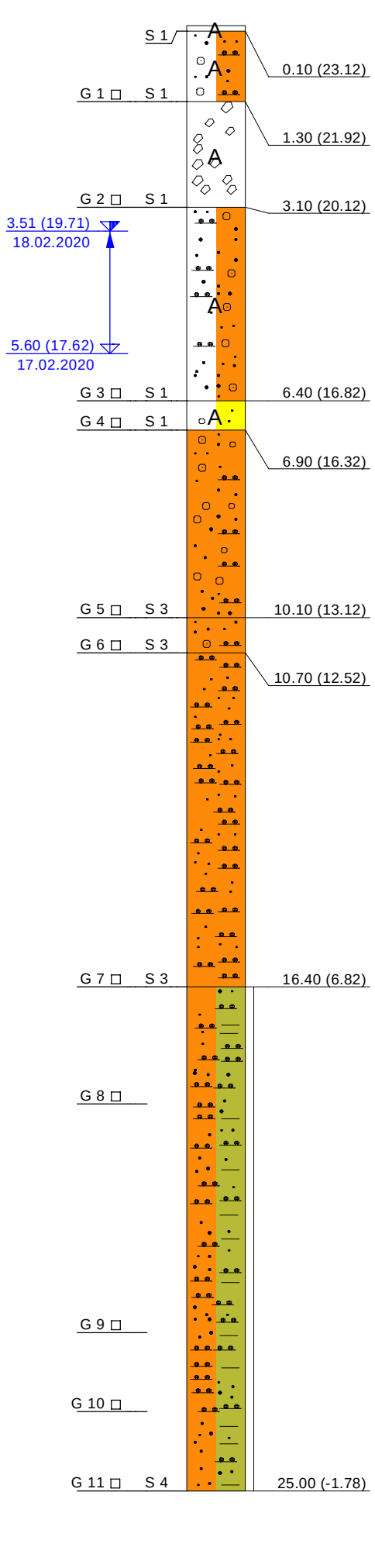
23,22 m HN

Schlagzahlen je 10 cm




# B 5/20

23,22 m HN




**Auffüllung, Pflaster**
grau

**Auffüllung, Sand**
schluffig, kiesig, locker, leicht zu bohren, grau, ocker

**Auffüllung**
steinig, Betonbruch, Stahl, schwer zu bohren, grau

**Auffüllung, Sand**
kiesig, schluffig, ab 3,70 m nass, locker, leicht zu bohren, dunkelgrau, grau

**Auffüllung, Kies**
sandig, Ziegelsplitter, Holz, nass, locker, leicht zu bohren, ocker

**Sand** SU
stark kiesig, schwach schluffig, nass, fauliger Geruch, mitteldicht, mittelschwer zu bohren, braun, schwarz

**Fein- bis Mittelsand**
schluffig, kiesig, nass, mitteldicht, mittelschwer zu bohren, grau

**Feinsand**
schluffig bis stark schluffig, nass, mitteldicht, mittelschwer zu bohren, grau

**Sand + Schluff** SU*-TM
schwach tonig, halbfest, mittelschwer zu bohren, hellgrau bis grau, Tonlagen (TM)

**Projekt:** Verbesserung des Hochwasserschutzes für Frankfurt Oder auf ein HW 200

Graphische Darstellung der Aufschlüsse

IBES Baugrundinstitut
Freiberg GmbH
Waisenhausstraße 10
09599 Freiberg

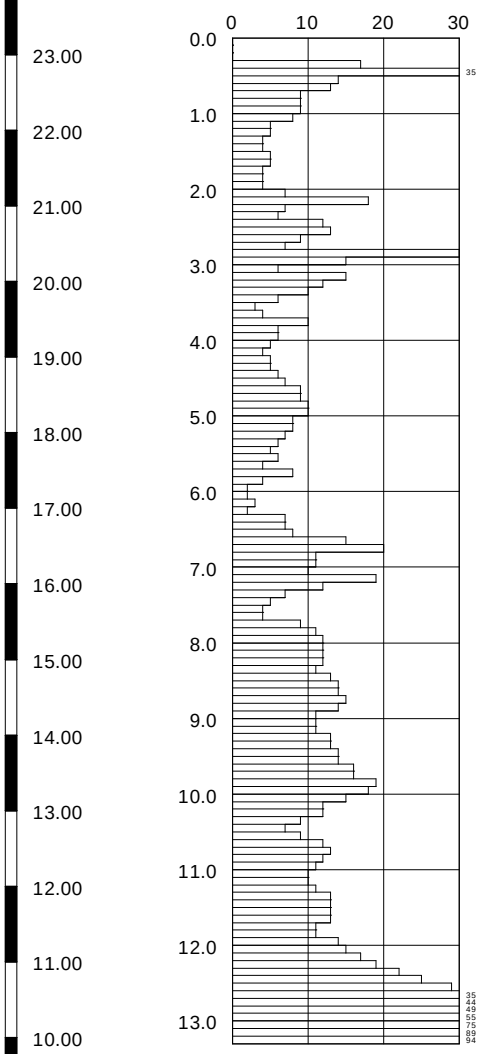
M.: 1 : 100
Gez.: Kunert
Bearb.: Kretschmer

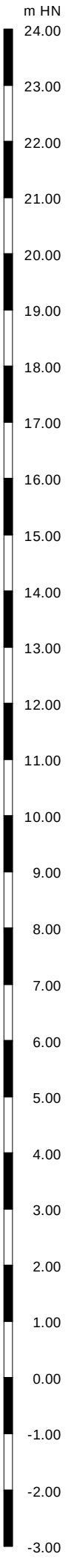
Proj.-Nr.: 70-19-181
Anl.-Nr.: 2.7
Erk.-Datum: Dez. 19/Febr. 20

## DPH 6/19

23,22 m HN

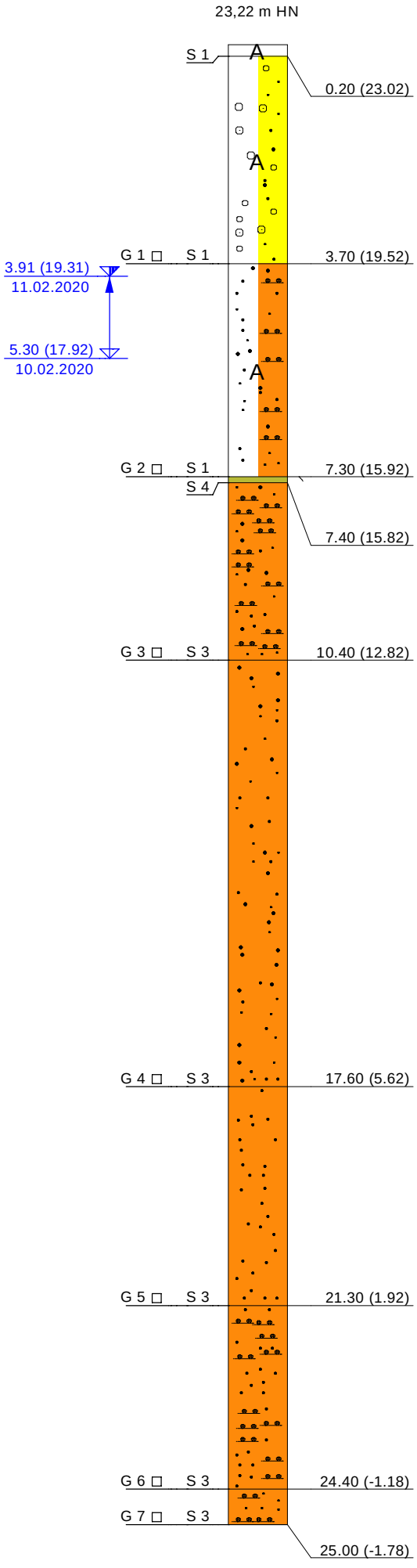
Schlagzahlen je 10 cm




## B 6/20

23,22 m HN




**Auffüllung, Pflaster**
grau

**Auffüllung, Kies + Sand** [GI]
locker, leicht zu bohren, grau

**Auffüllung, Sand**
schluffig, Bauschutt, Eisen, ab 5,10 m nass, locker-mitteldicht, leicht bis mittelschwer zu bohren, schwarz

**Schluff**
sandig, weich, leicht zu bohren, grau

**Sand** [SU]
schwach schluffig, stellenweise stark schluffig, nass, mitteldicht, mittelschwer zu bohren, grau, ocker

**Sand** [SE]
mitteldicht, nass, mittelschwer zu bohren, grau

**Mittelsand**
mitteldicht, mittelschwer zu bohren, braun

**Mittelsand**
schwach schluffig, mitteldicht, mittelschwer zu bohren, grau

**Feinsand**
stark schluffig, mitteldicht, mittelschwer zu bohren, hellgrau

**Projekt:** Verbesserung des Hochwasserschutzes für Frankfurt Oder auf ein HW 200

Graphische Darstellung der Aufschlüsse

IBES Baugrundinstitut
Freiberg GmbH
Waisenhausstraße 10
09599 Freiberg

M.: 1 : 100
Gez.: Kunert
Bearb.: Kretschmer

Proj.-Nr.: 70-19-181
Anl.-Nr.: 2.8
Erk.-Datum: Dez. 19/Febr. 20

## DPH 7/19

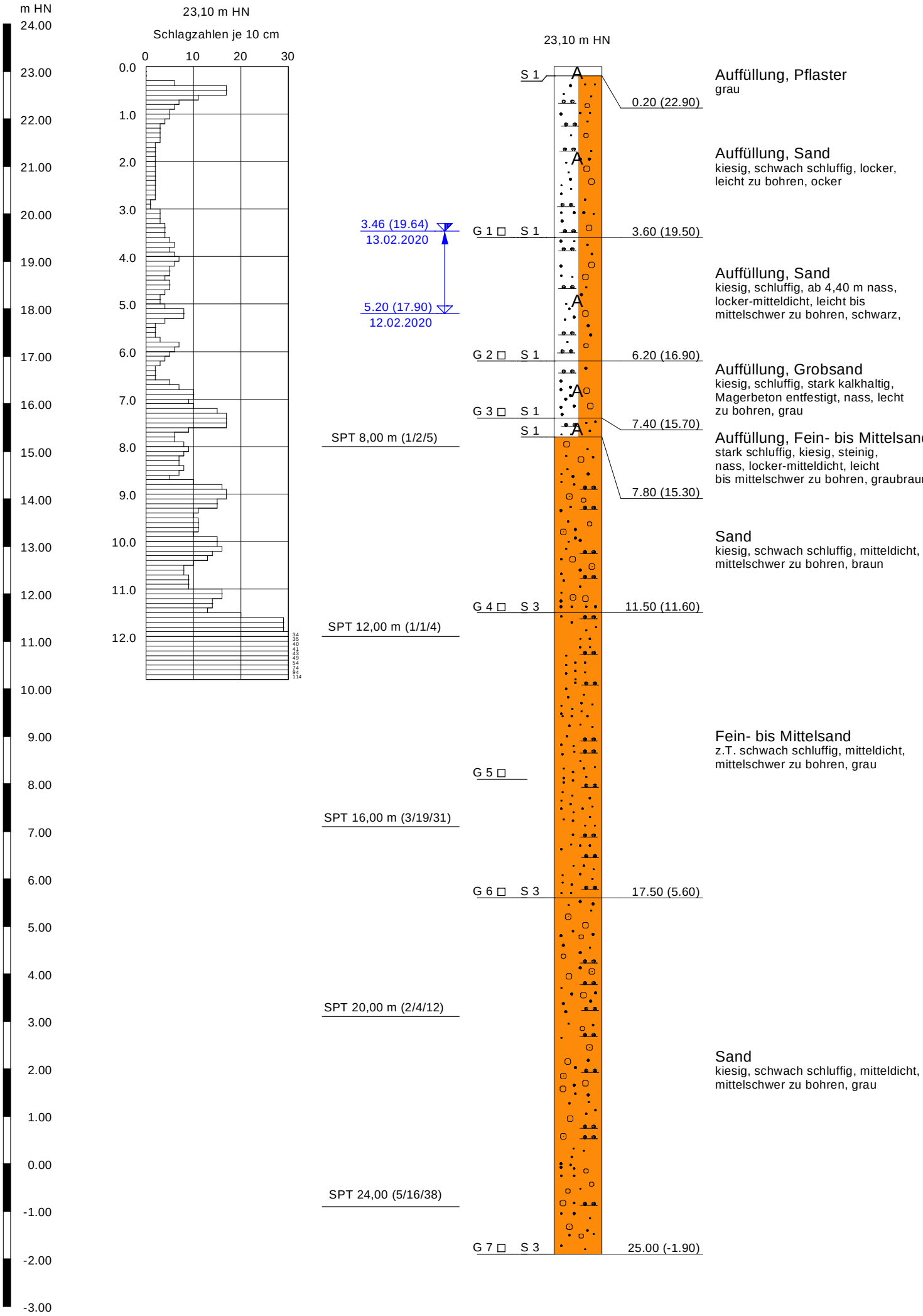
23,10 m HN

Schlagzahlen je 10 cm




## B 7/20

23,10 m HN




m HN

24.00
23.00
22.00
21.00
20.00
19.00
18.00
17.00
16.00
15.00
14.00
13.00
12.00
11.00
10.00
9.00
8.00
7.00
6.00
5.00
4.00
3.00
2.00
1.00
0.00
-1.00
-2.00
-3.00

**Projekt:** Verbesserung des Hochwasserschutzes für Frankfurt Oder auf ein HW 200

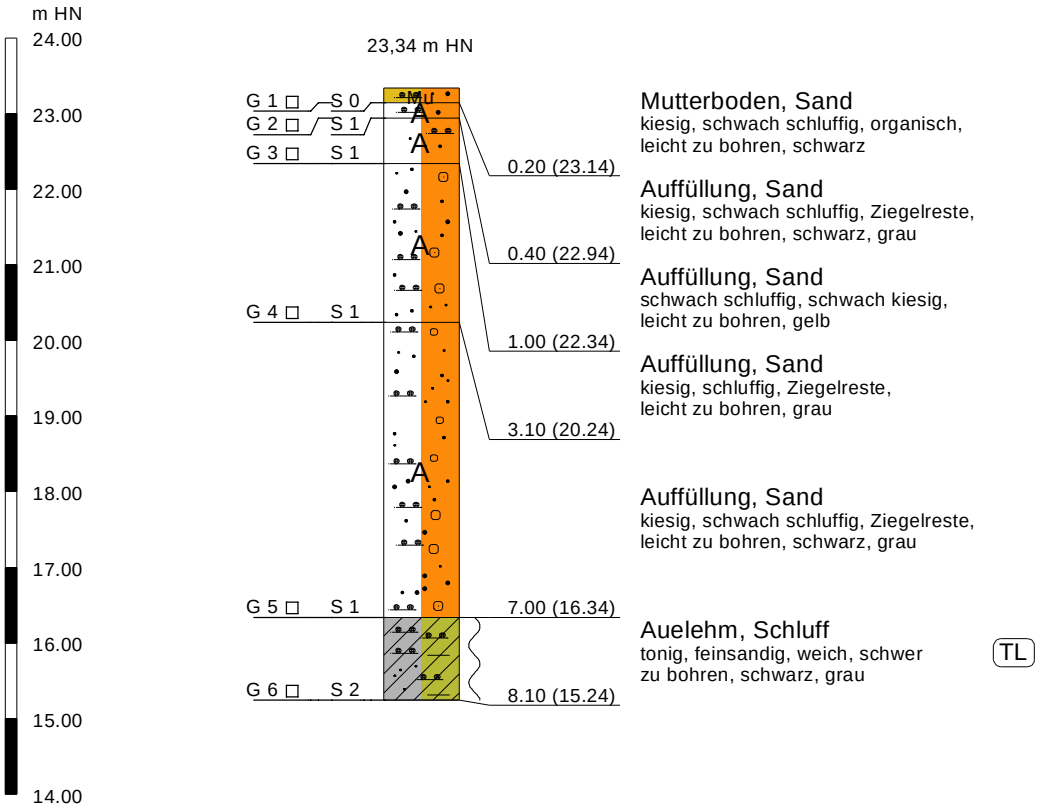
Graphische Darstellung der Aufschlüsse

IBES Baugrundinstitut
Freiberg GmbH
Waisenhausstraße 10
09599 Freiberg

M.: 1 : 100
Gez.: Kunert
Bearb.: Kretschmer

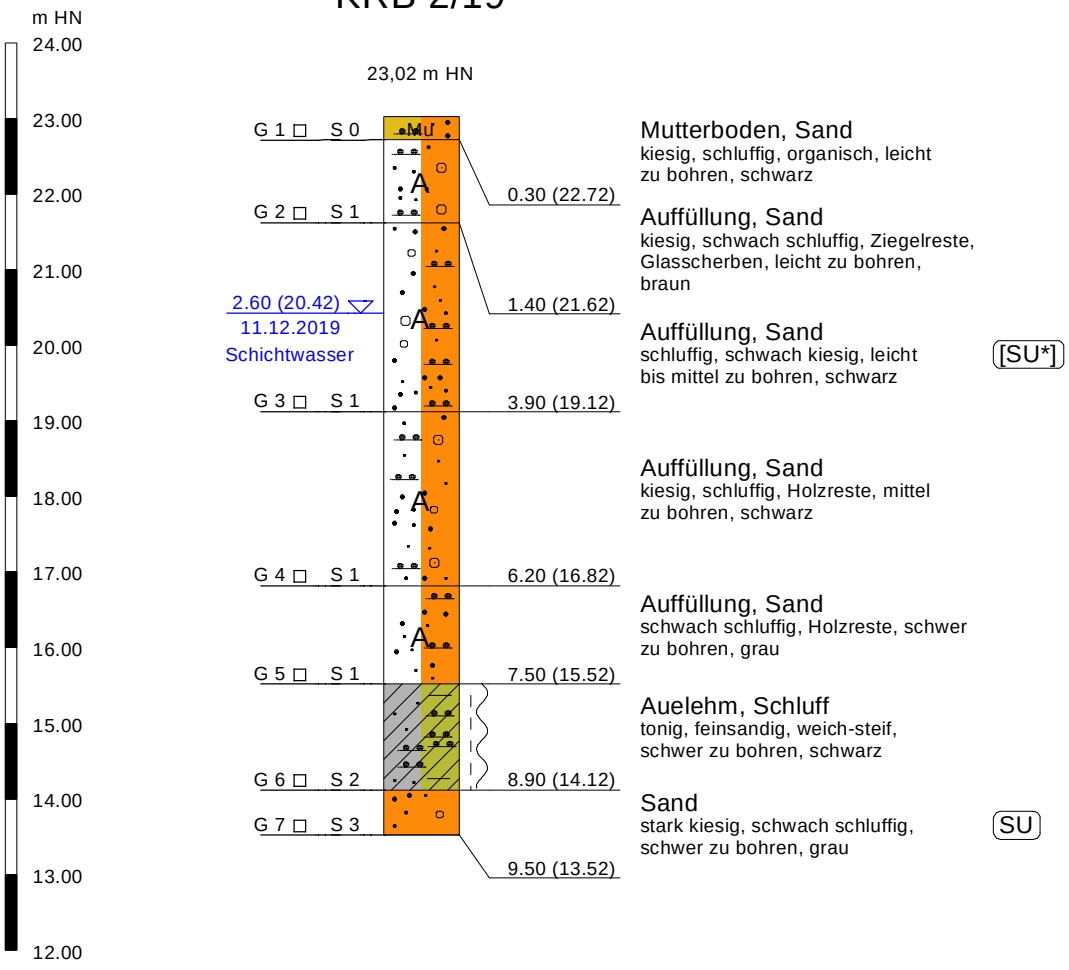
Proj.-Nr.: 70-19-181
Anl.-Nr.: 2.9
Erk.-Datum: Dez. 19/März 20

# KRB 1/19



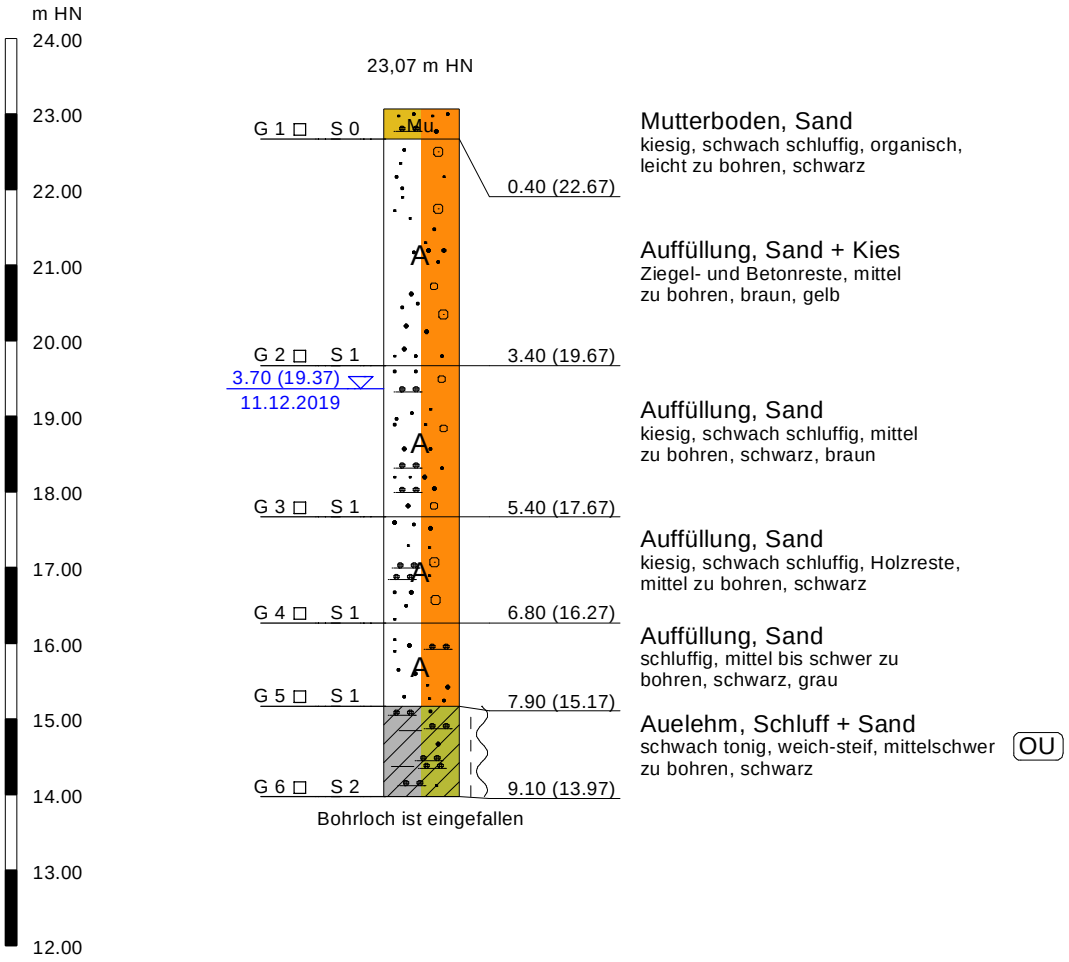

| | | |
|---|---|---|
| **Projekt:** Verbesserung des Hochwasserschutzes für Frankfurt Oder auf ein HW 200 | IBES BAUGRUNDINSTITUT | IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg |
| Graphische Darstellung der Aufschlüsse | M.: 1 : 100 | Proj.-Nr.: 70-19-181 |
| | Gez.: Kunert | Anl.-Nr.: 2.10 |
| | Bearb.: Kretschmer | Erk.-Datum: 11.12.2019 |

# KRB 2/19



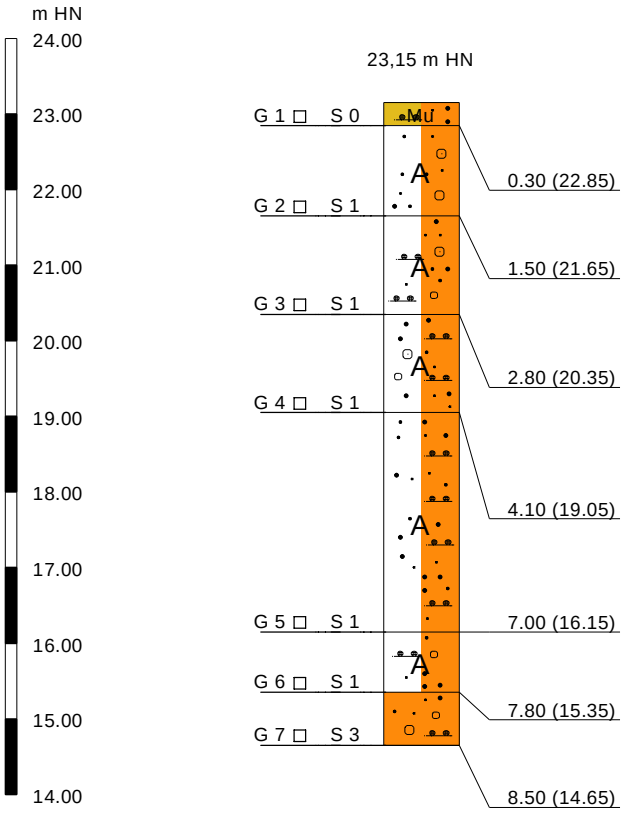

| | | |
|---|---|---|
| **Projekt:** Verbesserung des Hochwasserschutzes für Frankfurt Oder auf ein HW 200 | IBES BAUGRUNDINSTITUT | IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg |
| Graphische Darstellung der Aufschlüsse | M.: 1 : 100 | Proj.-Nr.: 70-19-181 |
| | Gez.: Kunert | Anl.-Nr.: 2.11 |
| | Bearb.: Kretschmer | Erk.-Datum: 11.12.2019 |

# KRB 3/19




| | | | |
|---|---|---|---|
| **Projekt:** Verbesserung des Hochwasserschutzes für Frankfurt Oder auf ein HW 200 | | | IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg |
| Graphische Darstellung der Aufschlüsse | M.: | 1 : 100 | Proj.-Nr.: 70-19-181 |
| | Gez.: | Kunert | Anl.-Nr.: 2.12 |
| | Bearb.: | Kretschmer | Erk.-Datum: 11.12.2019 |

# KRB 4/19




**Mutterboden, Sand**
kiesig, schwach schluffig, organisch, leicht zu bohren, grau, schwarz

**Auffüllung, Sand + Kies**
Ziegel- und Betonreste, leicht zu bohren, schwarz

**Auffüllung, Sand**
kiesig, schwach schluffig, Ziegel- und Betonreste, schwer zu bohren, braun, grau

**Auffüllung, Sand**
schluffig, schwach kiesig, schwach tonig, organisch, Ziegelreste, Holzreste, schwer zu bohren, schwarz, grau [SU*]

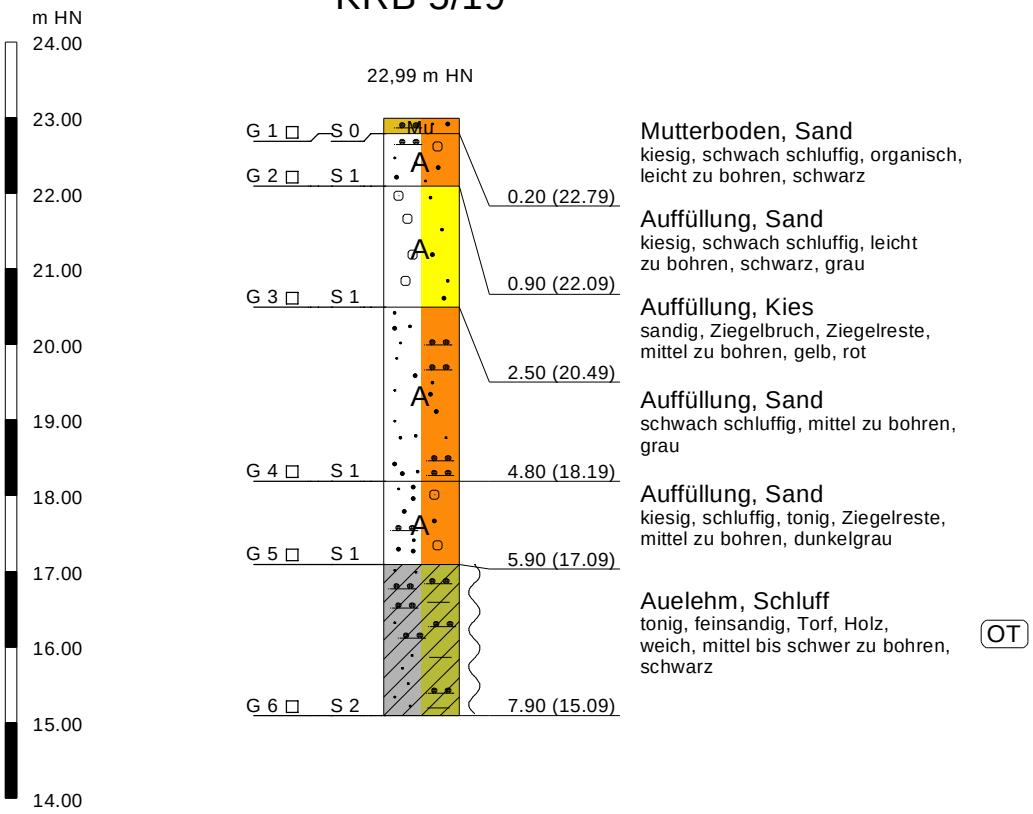
**Auffüllung, Sand**
stark schluffig, Ziegelreste, schwer zu bohren, grau

**Auffüllung, Sand + Kies**
schluffig, Ziegel- und Kalkreste, schwer zu bohren, grau

**Sand**
kiesig, schwach schluffig, sehr schwer zu bohren, grau, braun SU

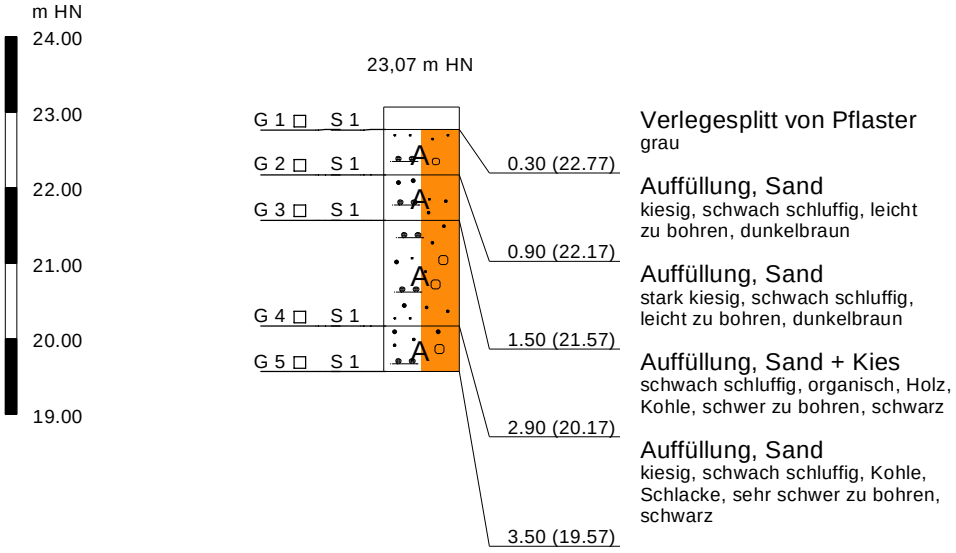
| | | |
|---|---|---|
| **Projekt:** Verbesserung des Hochwasserschutzes für Frankfurt Oder auf ein HW 200 | IBES BAUGRUNDINSTITUT | IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg |
| Graphische Darstellung der Aufschlüsse | M.: 1 : 100 | Proj.-Nr.: 70-19-181 |
| | Gez.: Kunert | Anl.-Nr.: 2.13 |
| | Bearb.: Kretschmer | Erk.-Datum: 11.12.2019 |

# KRB 5/19



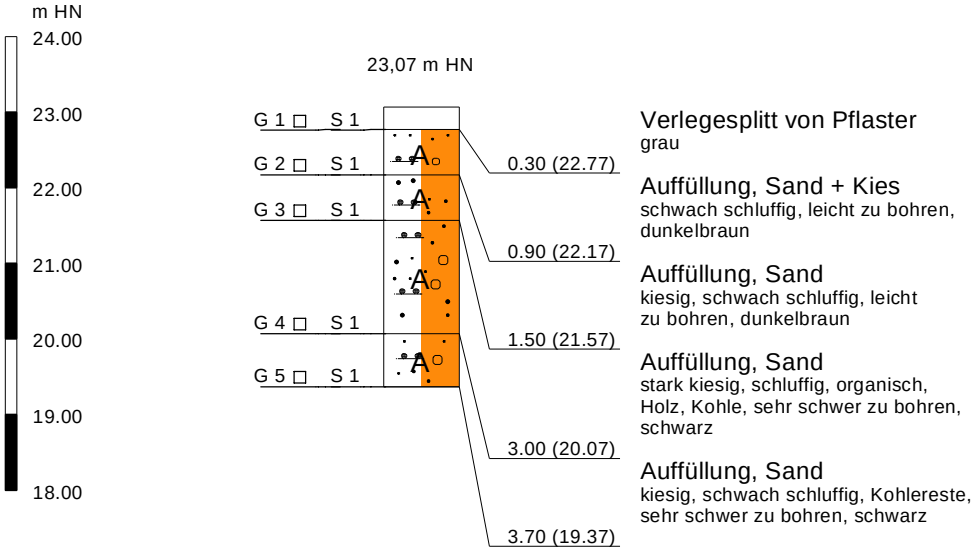

| | | |
|---|---|---|
| **Projekt:** Verbesserung des Hochwasserschutzes für Frankfurt Oder auf ein HW 200 | IBES BAUGRUNDINSTITUT | IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg |
| Graphische Darstellung der Aufschlüsse | M.: 1 : 100 | Proj.-Nr.: 70-19-181 |
| | Gez.: Kunert | Anl.-Nr.: 2.14 |
| | Bearb.: Kretschmer | Erk.-Datum: 12.12.2019 |

# KRB 6a/19



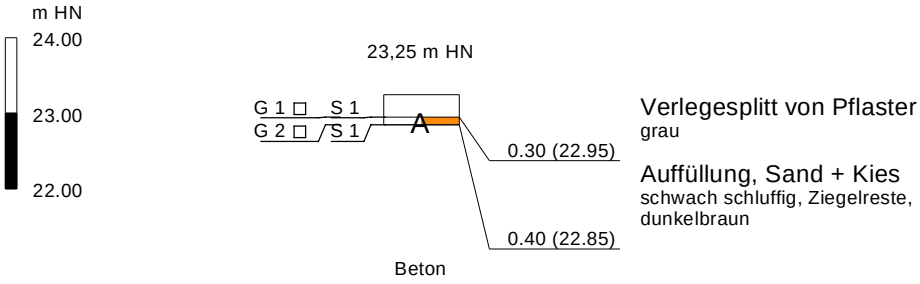

| | | |
|---|---|---|
| **Projekt:** Verbesserung des Hochwasserschutzes für Frankfurt Oder auf ein HW 200 | IBES BAUGRUNDINSTITUT | IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg |
| Graphische Darstellung der Aufschlüsse | M.: 1 : 100 | Proj.-Nr.: 70-19-181 |
| | Gez.: Kunert | Anl.-Nr.: 2.15 |
| | Bearb.: Kretschmer | Erk.-Datum: 12.12.2019 |

# KRB 6 b/19




| | | |
|---|---|---|
| **Projekt:** Verbesserung des Hochwasserschutzes für Frankfurt Oder auf ein HW 200 | IBES BAUGRUNDINSTITUT | IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg |
| Graphische Darstellung der Aufschlüsse | M.: 1 : 100 | Proj.-Nr.: 70-19-181 |
| | Gez.: Kunert | Anl.-Nr.: 2.16 |
| | Bearb.: Kretschmer | Erk.-Datum: 12.12.2019 |

# KRB 7/19




| | | |
|---|---|---|
| **Projekt:** Verbesserung des Hochwasserschutzes für Frankfurt Oder auf ein HW 200 | | IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg |
| Graphische Darstellung der Aufschlüsse | M.: 1 : 100 | Proj.-Nr.: 70-19-181 |
| | Gez.: Kunert | Anl.-Nr.: 2.17 |
| | Bearb.: Kretschmer | Erk.-Datum: 12.12.2019 |

IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH
Waisenhausstraße 10
09599 Freiberg
Tel. 03731 / 7989 0 Fax 03731 / 7989 29

Bearbeiter: Locke Datum: 16.03.2020

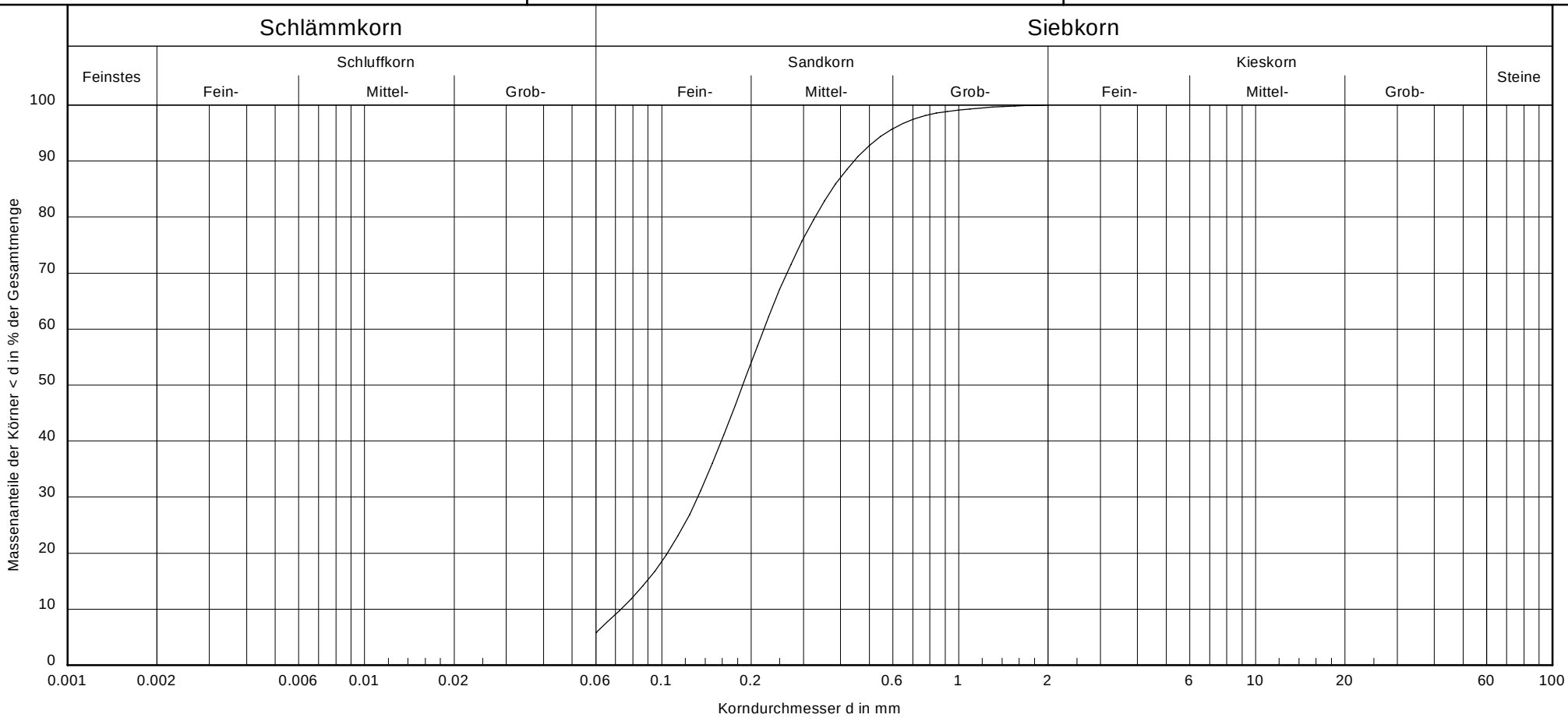
# Korngrößenverteilung

nach DIN 18123

Bauvorhaben: Verbesserung des Hochwasserschutzes für Frankfurt Oder auf ein HW 200

Art der Entnahme: gestört

Probe entnommen am: 02.03.2020




| | |
|---|---|
| Entnahmestelle: | B 1/20 |
| Tiefe [m]: | 21,40 - 25,00 |
| Bodenart: | S, u' |
| U/Cc | 3.0/1.1 |
| Bodengruppe : | SU |
| T/U/S/G [%]: | - /6.8/93.2/ - |

Bemerkungen:

Projektnummer: 70-19-181
Anlage: 4.1.1

IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH
Waisenhausstraße 10
09599 Freiberg
Tel. 03731 / 7989 0 Fax 03731 / 7989 29

Bearbeiter: Locke Datum: 16.03.2020

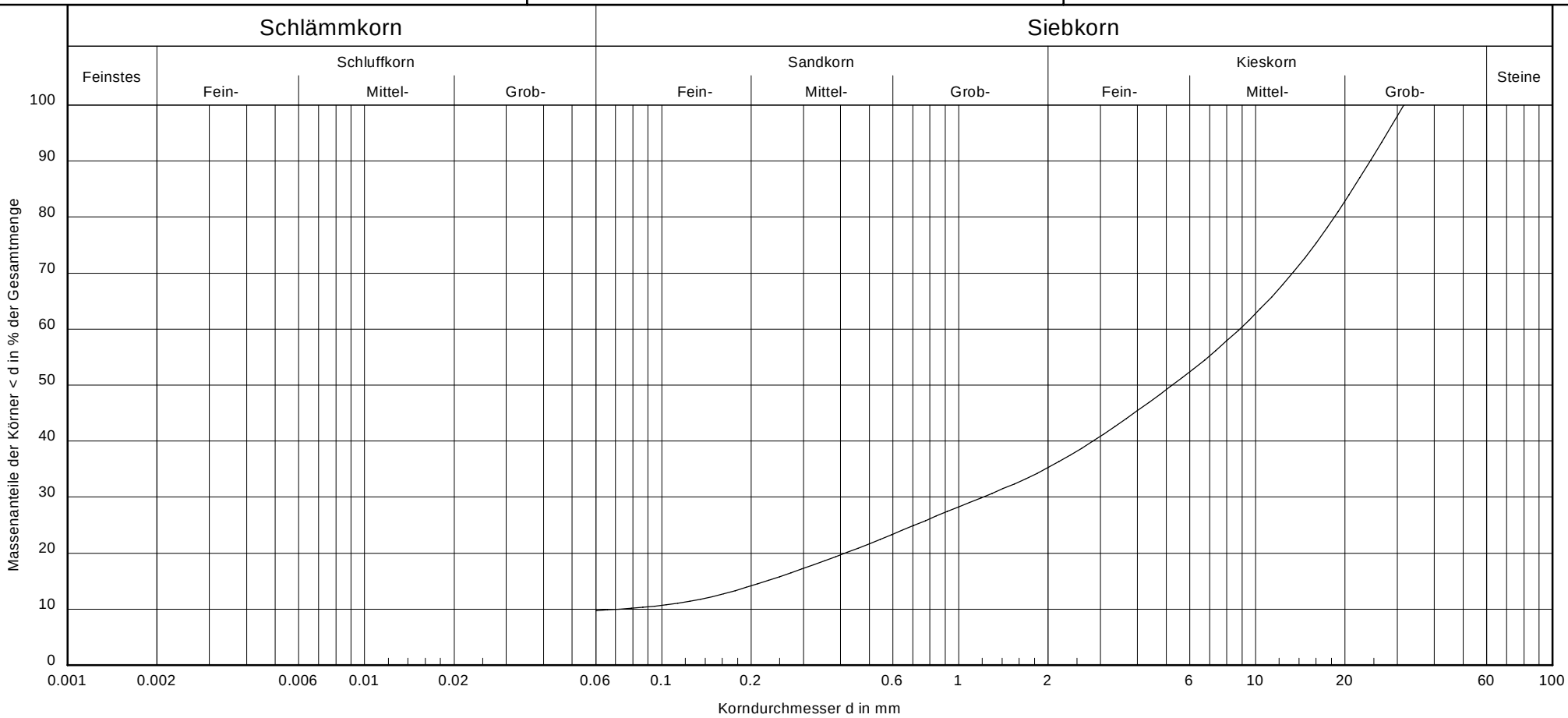
# Korngrößenverteilung

nach DIN 18123

Bauvorhaben: Verbesserung des Hochwasserschutzes für Frankfurt Oder auf ein HW 200

Art der Entnahme: gestört

Probe entnommen am: 24.-25.02.2020




| | |
|---|---|
| Entnahmestelle: | B 3a/20 |
| Tiefe [m]: | 2,10 - 3,80 |
| Bodenart: | G, s, u' |
| U/Cc | 122.6/2.3 |
| Bodengruppe : | [GU] |
| T/U/S/G [%]: | - /9.8/25.4/64.8 |

Bemerkungen:

Projektnummer: 70-19-181
Anlage: 4.1.2

IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH
Waisenhausstraße 10
09599 Freiberg
Tel. 03731 / 7989 0 Fax 03731 / 7989 29

Bearbeiter: Locke Datum: 16.03.2020

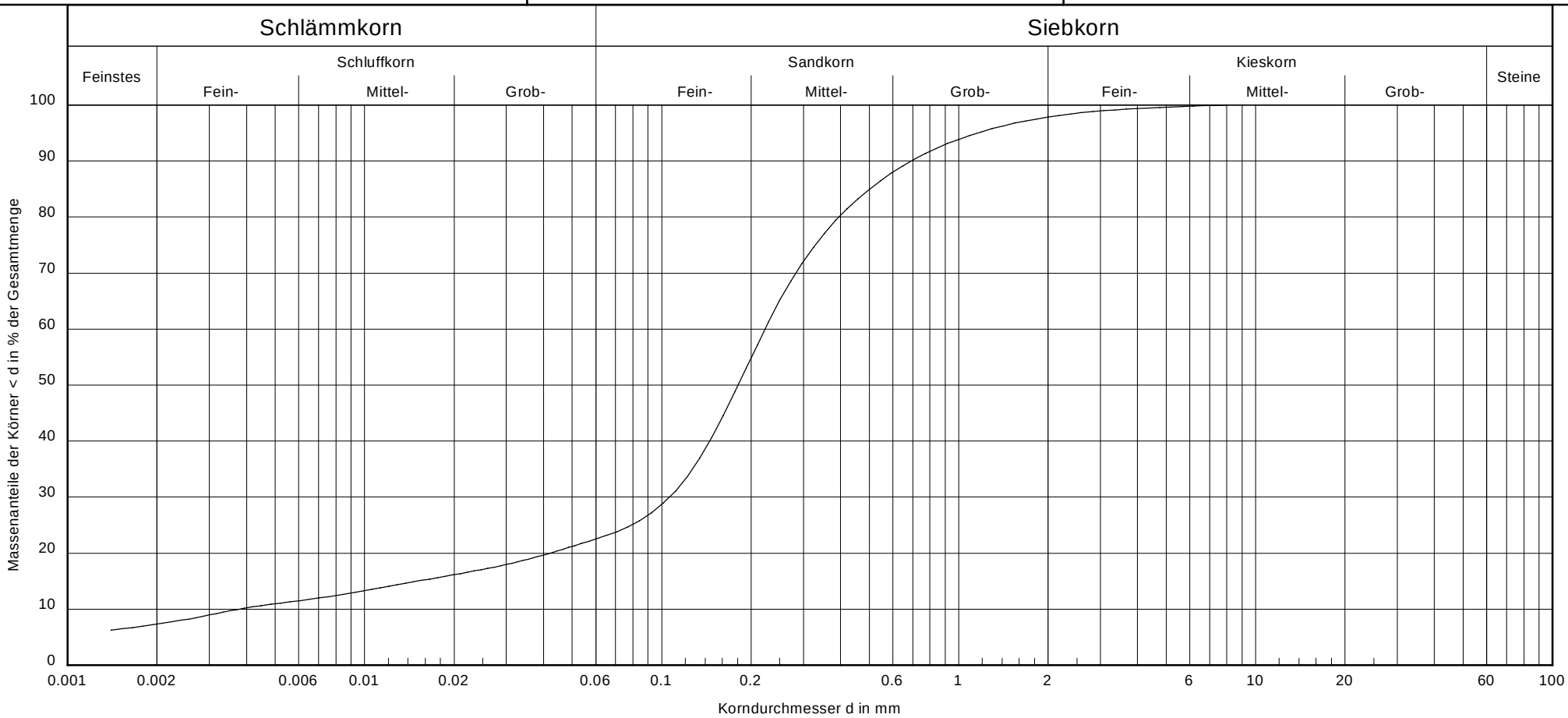
# Korngrößenverteilung

nach DIN 18123

Bauvorhaben: Verbesserung des Hochwasserschutzes für Frankfurt Oder auf ein HW 200

Art der Entnahme: gestört

Probe entnommen am: 24.-25.02.2020




| | |
|---|---|
| Entnahmestelle: | B 3a/20 |
| Tiefe [m]: | 16,40 - 22,70 |
| Bodenart: | S, u, t' |
| U/Cc | 58.9/13.4 |
| Bodengruppe : | SU* |
| T/U/S/G [%]: | 7.3/15.6/75.0/2.1 |

Bemerkungen:

Projektnummer: 70-19-181
Anlage: 4.1.3

IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH
Waisenhausstraße 10
09599 Freiberg
Tel. 03731 / 7989 0 Fax 03731 / 7989 29

Bearbeiter: Locke Datum: 16.03.2020

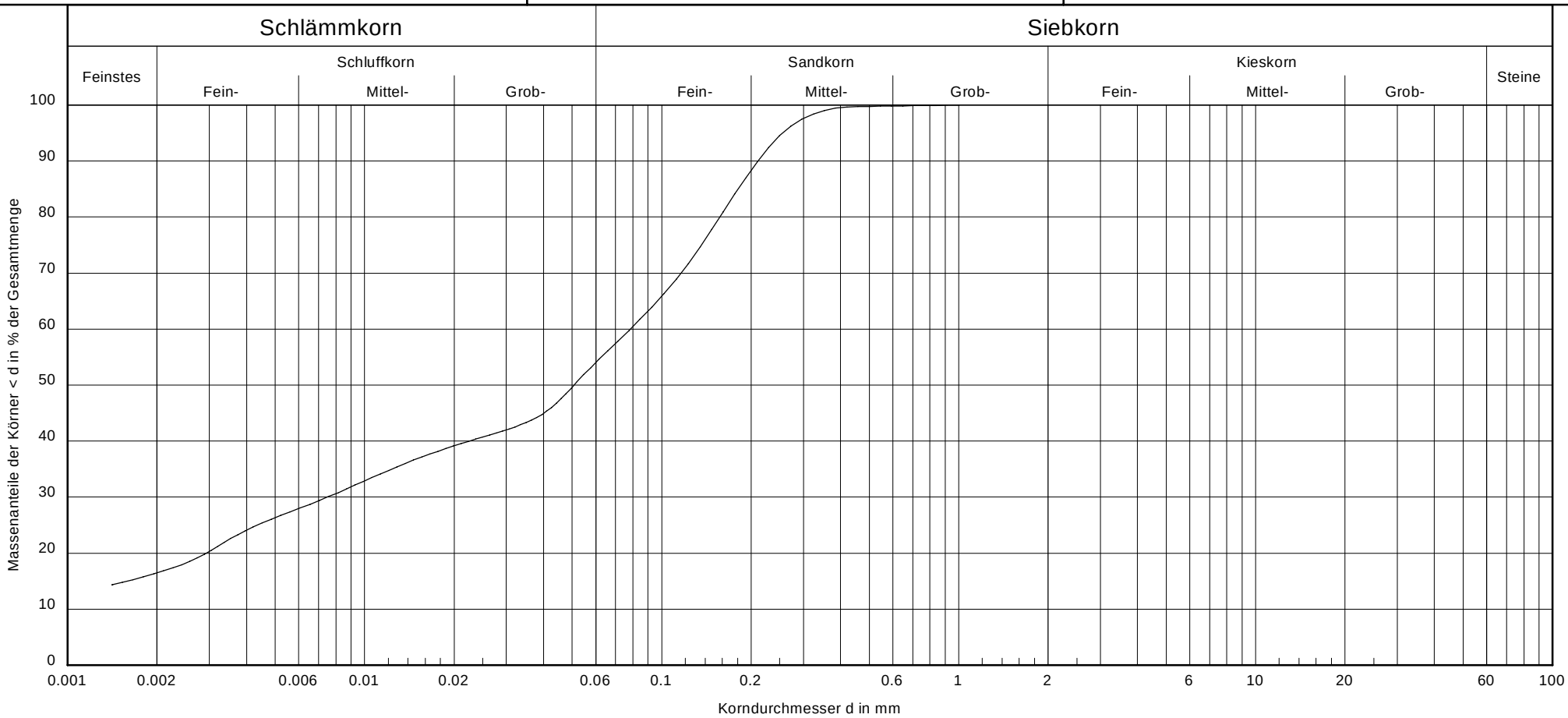
# Korngrößenverteilung

nach DIN 18123

Bauvorhaben: Verbesserung des Hochwasserschutzes für Frankfurt Oder auf ein HW 200

Art der Entnahme: gestört

Probe entnommen am: 18.-19.02.2020




| | |
|---|---|
| Entnahmestelle: | B 4/20 |
| Tiefe [m]: | 18,50 - 25,00 |
| Bodenart: | S, $\bar{u}$, t |
| U/Cc | -/- |
| Bodengruppe : | SU* |
| T/U/S/G [%]: | 16.4/38.7/44.9/ - |

Bemerkungen:

Projektnummer: 70-19-181
Anlage: 4.1.4

IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH
Waisenhausstraße 10
09599 Freiberg
Tel. 03731 / 7989 0 Fax 03731 / 7989 29

Bearbeiter: Locke Datum: 16.03.2020

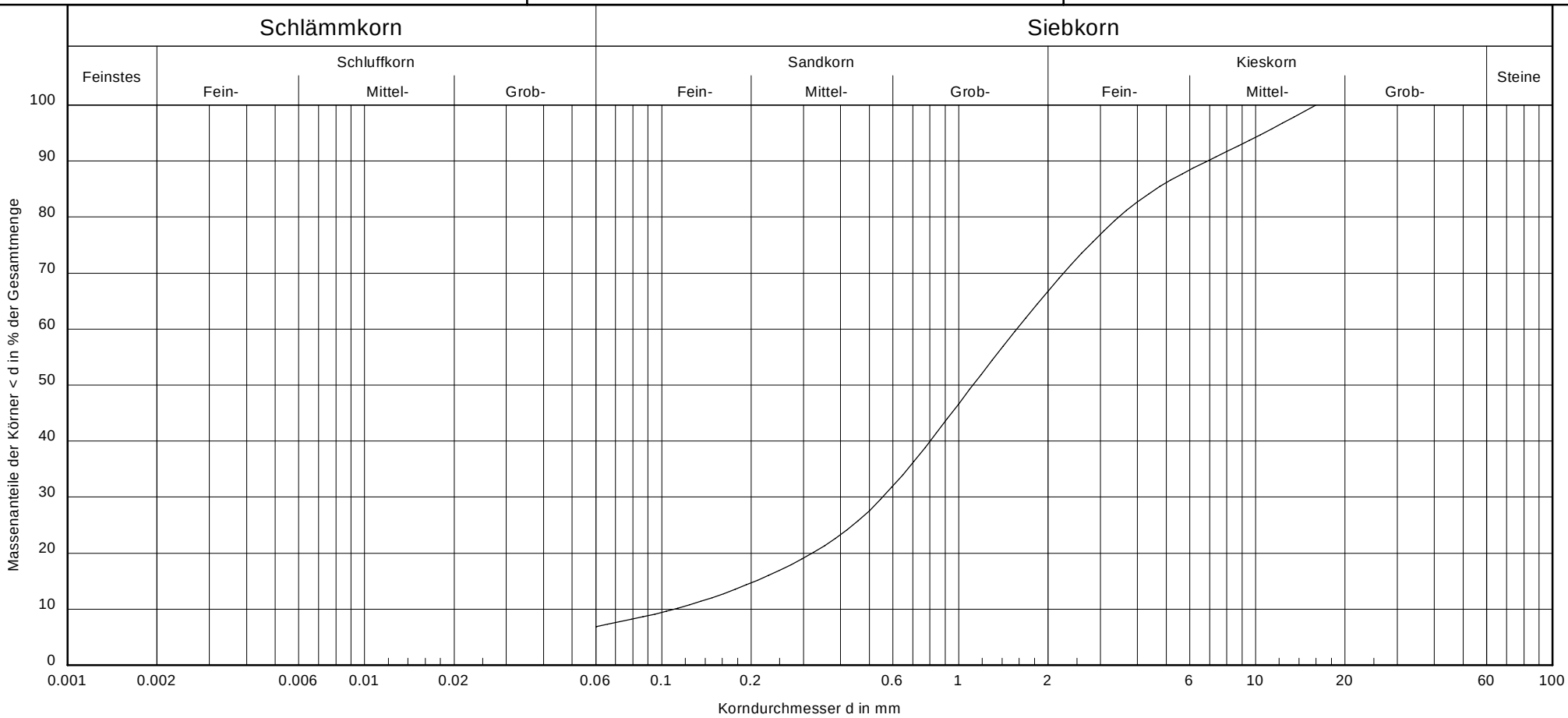
# Korngrößenverteilung

nach DIN 18123

Bauvorhaben: Verbesserung des Hochwasserschutzes für Frankfurt Oder auf ein HW 200

Art der Entnahme: gestört

Probe entnommen am: 18.-19.02.2020




| | |
|---|---|
| Entnahmestelle: | B 5/20 |
| Tiefe [m]: | 6,90 - 10,10 |
| Bodenart: | S, $\bar{g}$, u' |
| U/Cc | 14.3/1.8 |
| Bodengruppe : | SU |
| T/U/S/G [%]: | - /7.0/59.7/33.2 |

Bemerkungen:

Projektnummer: 70-19-181
Anlage: 4.1.5

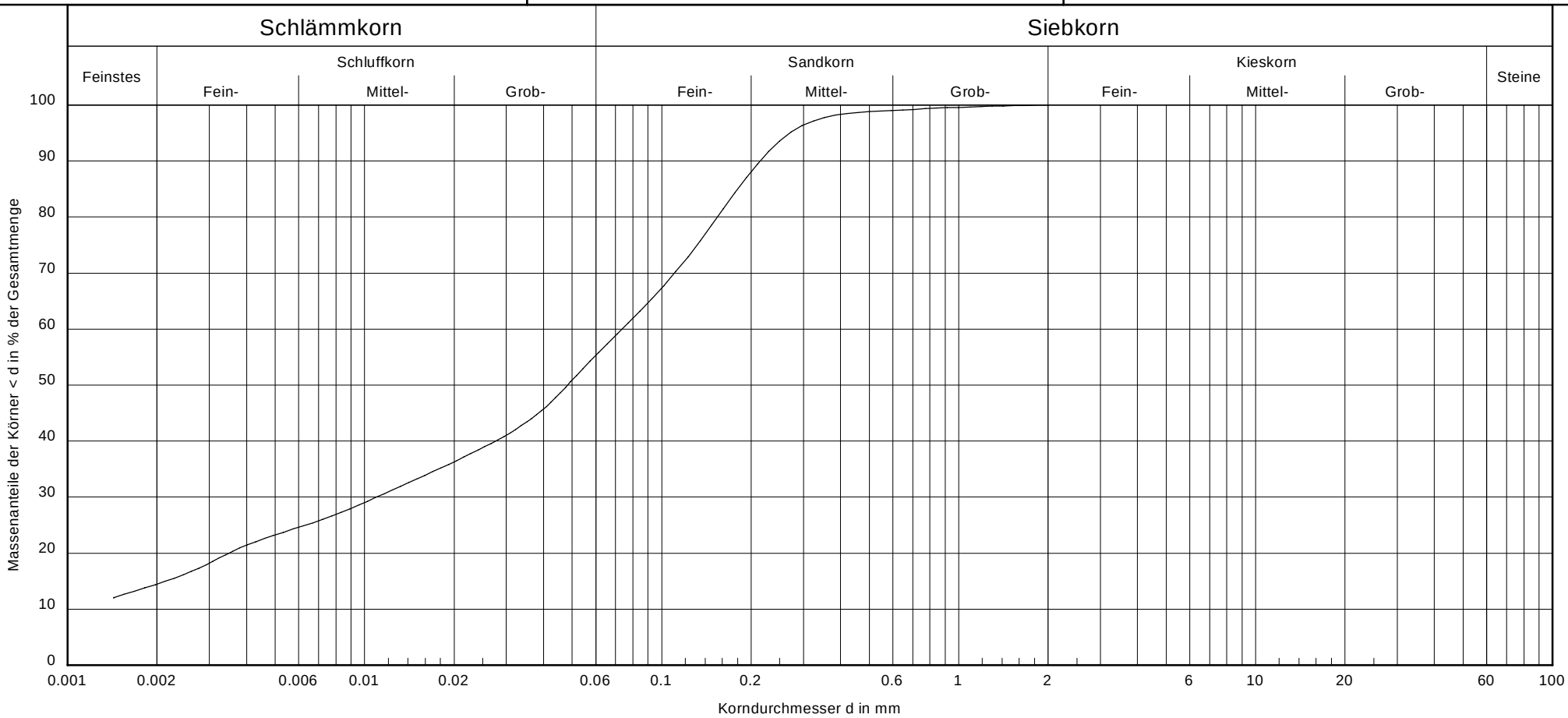
IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH
Waisenhausstraße 10
09599 Freiberg
Tel. 03731 / 7989 0 Fax 03731 / 7989 29

Bearbeiter: Locke Datum: 16.03.2020

# Korngrößenverteilung

nach DIN 18123

Bauvorhaben: Verbesserung des Hochwasserschutzes
für Frankfurt Oder auf ein HW 200
Art der Entnahme: gestört
Probe entnommen am: 18.-19.02.2020




| | |
|---|---|
| Entnahmestelle: | B 5/20 |
| Tiefe [m]: | 17,00 - 25,00 |
| Bodenart: | S + U, t' |
| U/Cc | -/- |
| Bodengruppe : | SU* - TM |
| T/U/S/G [%]: | 14.5/41.9/43.6/ - |

Bemerkungen:

Projektnummer: 70-19-181
Anlage: 4.1.6

IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH
Waisenhausstraße 10
09599 Freiberg
Tel. 03731 / 7989 0 Fax 03731 / 7989 29

Bearbeiter: Locke Datum: 16.03.2020

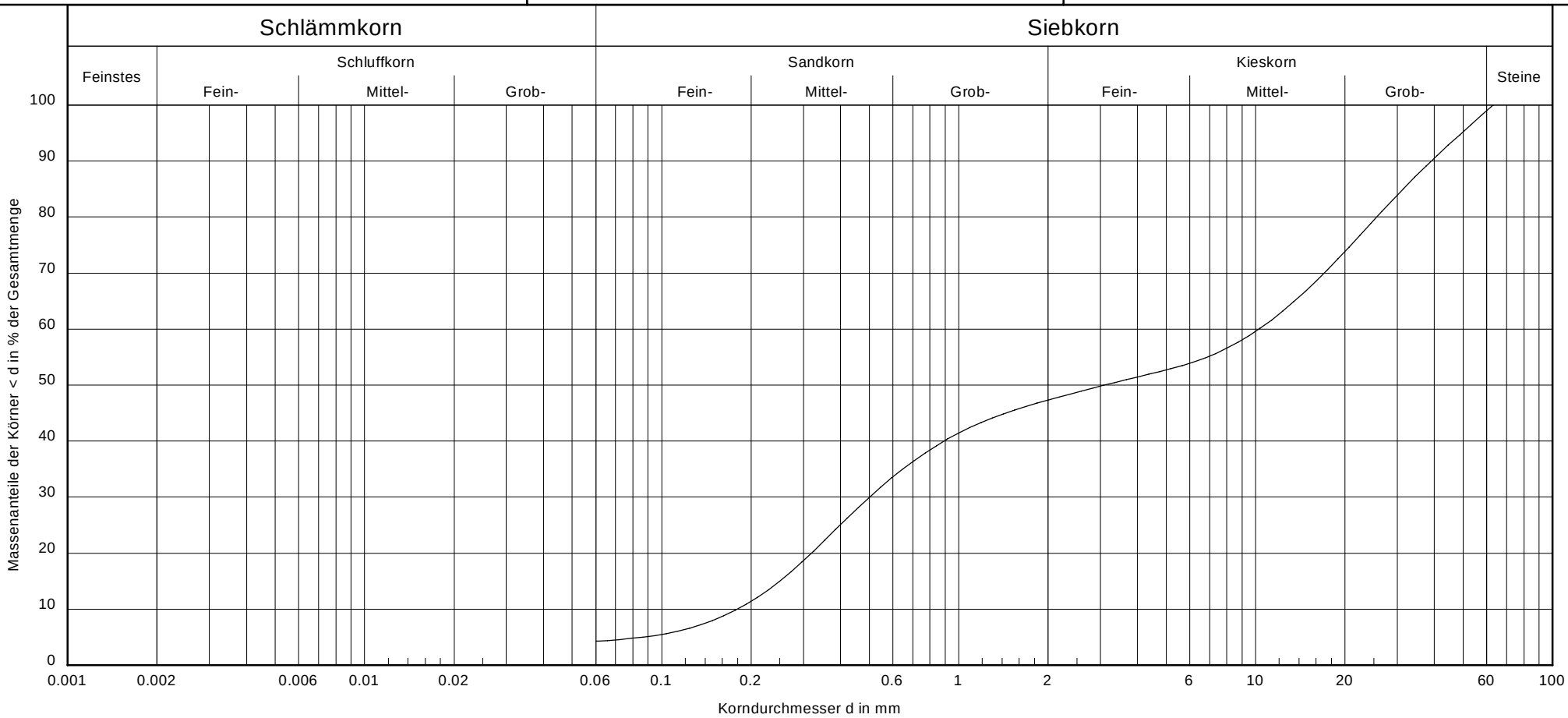
# Korngrößenverteilung

nach DIN 18123

Bauvorhaben: Verbesserung des Hochwasserschutzes für Frankfurt Oder auf ein HW 200

Art der Entnahme: gestört

Probe entnommen am: 10.-11.02.2020




| | |
|---|---|
| Entnahmestelle: | B 6/20 |
| Tiefe [m]: | 0,20 - 3,70 |
| Bodenart: | G + S |
| U/Cc | 57.0/0.1 |
| Bodengruppe : | [GI] |
| T/U/S/G [%]: | - /4.3/43.0/51.7 |

Bemerkungen:

Projektnummer: 70-19-181
Anlage: 4.1.7

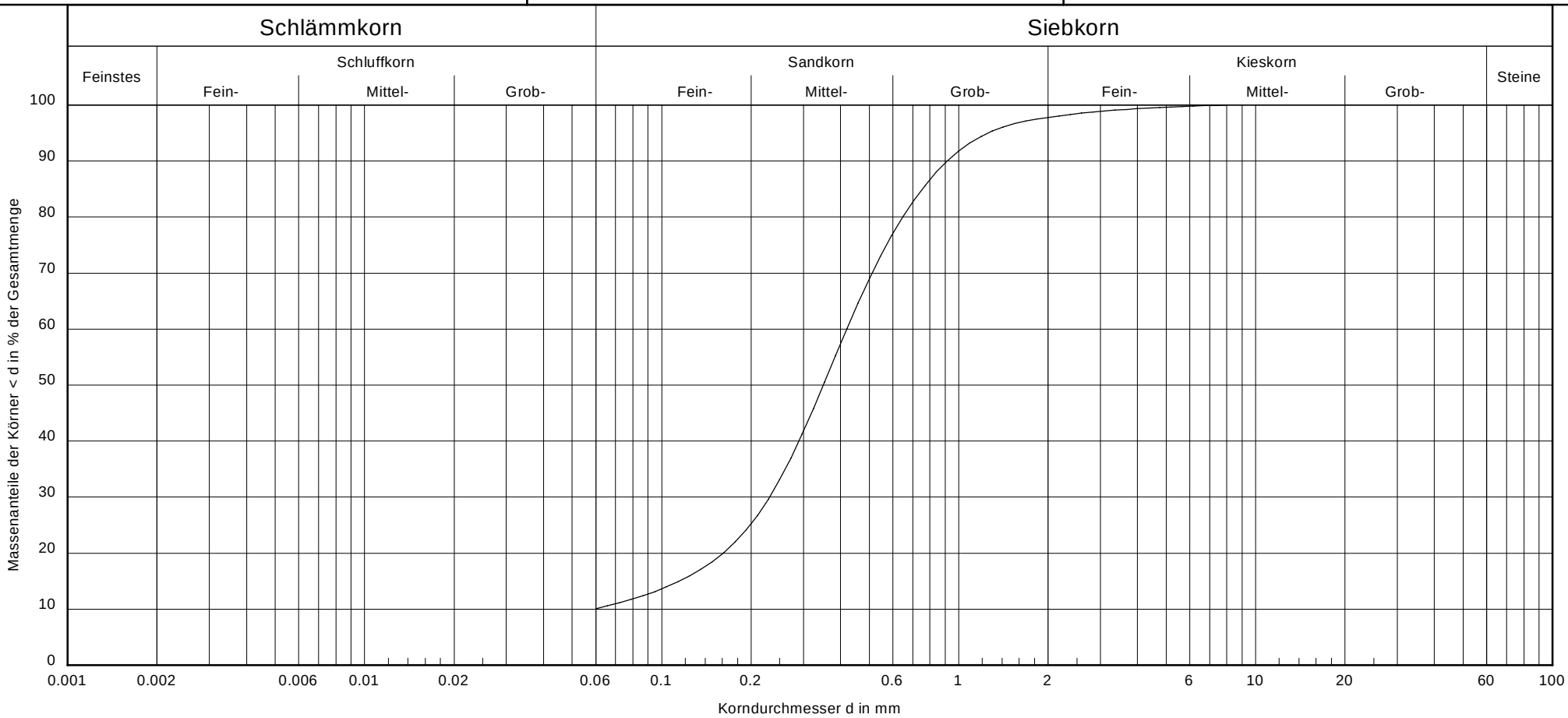
IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH
Waisenhausstraße 10
09599 Freiberg
Tel. 03731 / 7989 0 Fax 03731 / 7989 29

Bearbeiter: Locke Datum: 16.03.2020

# Korngrößenverteilung

nach DIN 18123

Bauvorhaben: Verbesserung des Hochwasserschutzes
für Frankfurt Oder auf ein HW 200
Art der Entnahme: gestört
Probe entnommen am: 10.-11.02.2020




| | |
|---|---|
| Entnahmestelle: | B 6/20 |
| Tiefe [m]: | 7,40 - 10,40 |
| Bodenart: | S, u' |
| U/Cc | -/- |
| Bodengruppe : | SU |
| T/U/S/G [%]: | - /10.3/87.5/2.2 |

Bemerkungen:

Projektnummer: 70-19-181
Anlage: 4.1.8

IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH
Waisenhausstraße 10
09599 Freiberg
Tel. 03731 / 7989 0 Fax 03731 / 7989 29

Bearbeiter: Locke Datum: 16.03.2020

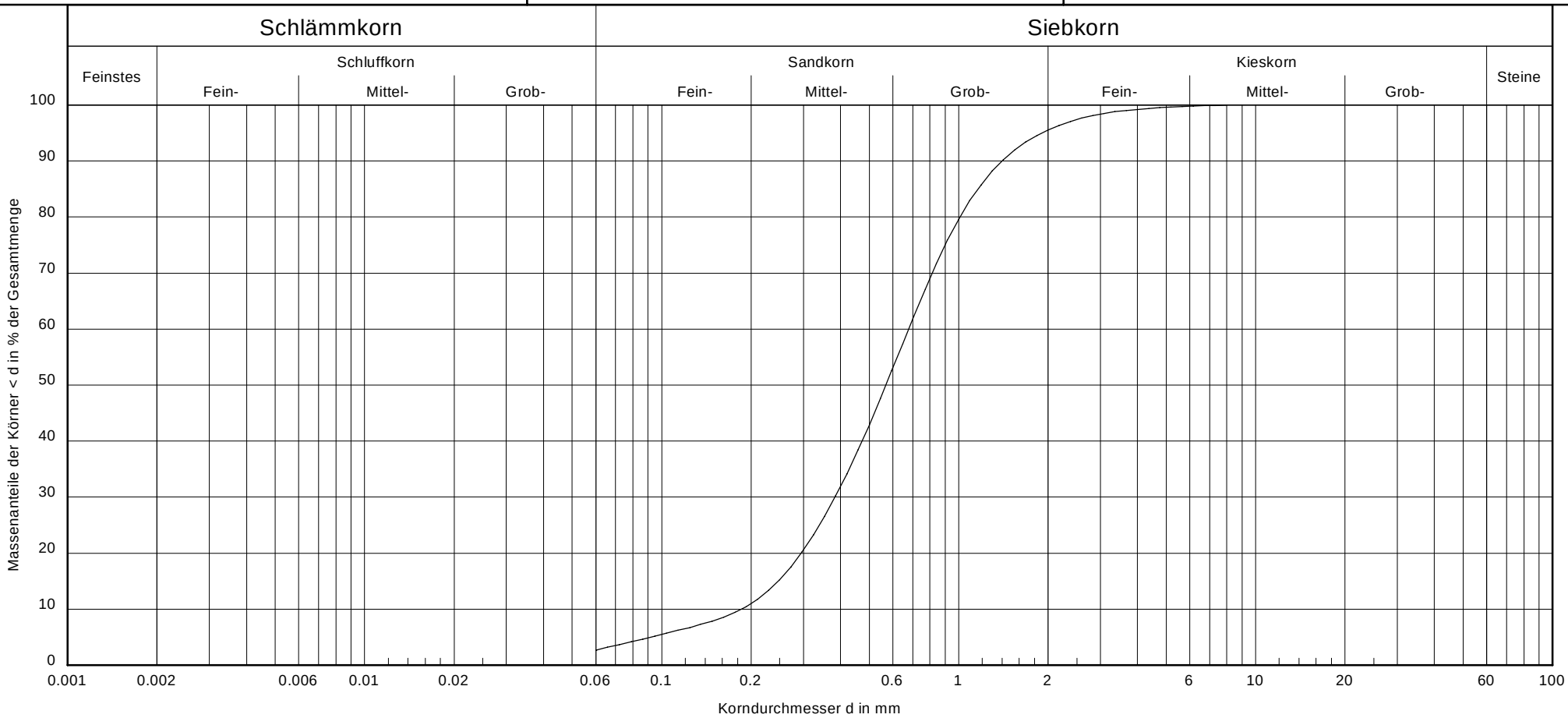
# Korngrößenverteilung

nach DIN 18123

Bauvorhaben: Verbesserung des Hochwasserschutzes für Frankfurt Oder auf ein HW 200

Art der Entnahme: gestört

Probe entnommen am: 10.-11.02.2020




| | |
|---|---|
| Entnahmestelle: | B 6/20 |
| Tiefe [m]: | 10,40 - 17,60 |
| Bodenart: | S |
| U/Cc | 3.7/1.2 |
| Bodengruppe : | SE |
| T/U/S/G [%]: | - /2.9/92.6/4.5 |

Bemerkungen:

Projektnummer: 70-19-181
Anlage: 4.1.9

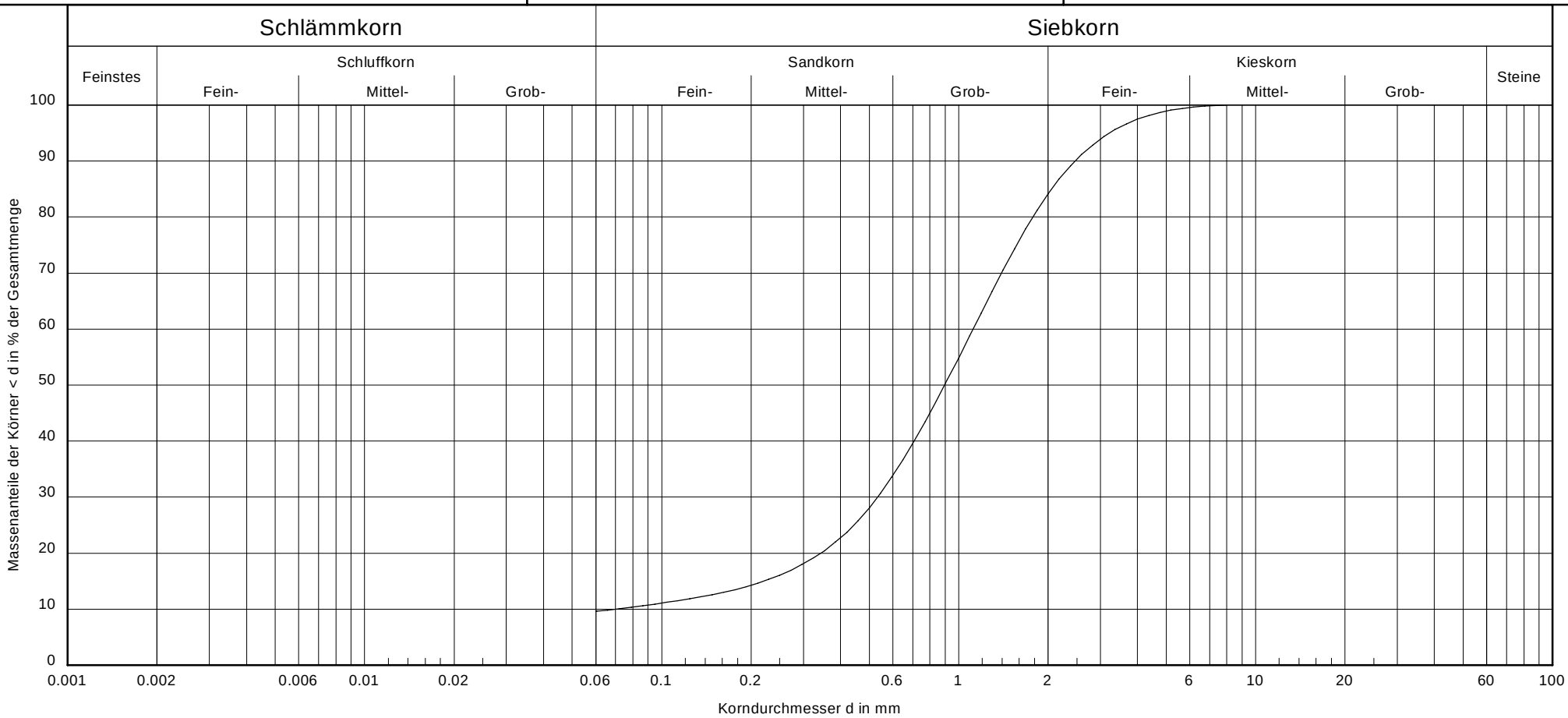
IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH
Waisenhausstraße 10
09599 Freiberg
Tel. 03731 / 7989 0 Fax 03731 / 7989 29

Bearbeiter: Locke Datum: 16.03.2020

# Korngrößenverteilung

nach DIN 18123

Bauvorhaben: Verbesserung des Hochwasserschutzes
für Frankfurt Oder auf ein HW 200
Art der Entnahme: gestört
Probe entnommen am: 12.-13.02.2020




| | |
|---|---|
| Entnahmestelle: | B 7/20 |
| Tiefe [m]: | 17,50 - 25,00 |
| Bodenart: | S, g, u' |
| U/Cc | 16.0/3.6 |
| Bodengruppe : | SU |
| T/U/S/G [%]: | - /9.7/74.5/15.8 |

Bemerkungen:

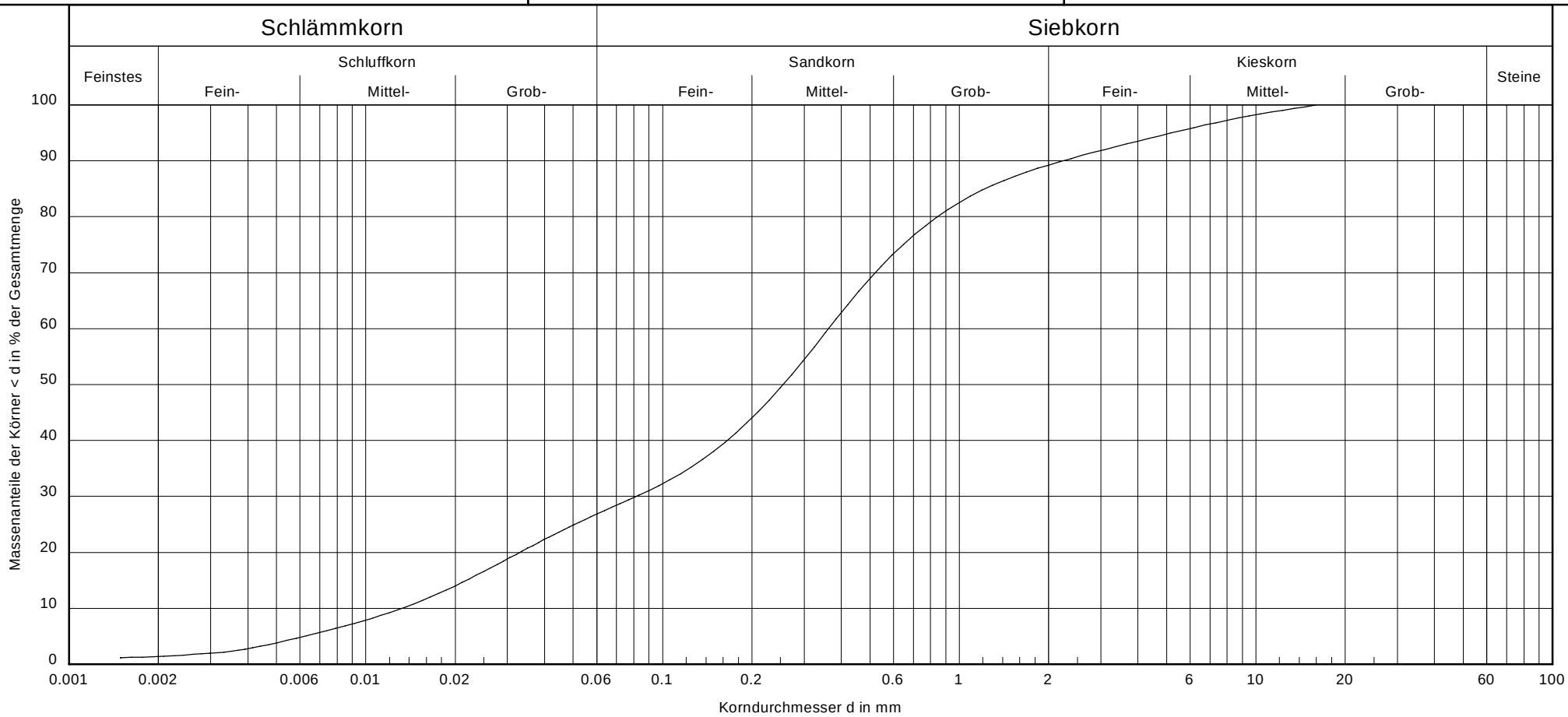
Projektnummer: 70-19-181
Anlage: 4.1.10

IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH
Waisenhausstraße 10
09599 Freiberg
Tel. 03731 / 7989 0 Fax 03731 / 7989 29
Bearbeiter: C. Locke Datum: 29.01.2020

# Korngrößenverteilung

nach DIN 18123

Bauvorhaben: Verbesserung des Hochwasserschutzes für Frankfurt Oder auf ein HW 200
Art der Entnahme: gestört
Probe entnommen am: Dezember 2019




| | |
|---|---|
| Entnahmestelle: | KRB 2/19 |
| Tiefe [m]: | 1,40 - 3,90 |
| Bodenart: | S, u, g' |
| U/Cc | 27.3/1.4 |
| Bodengruppe : | [SU*] |
| T/U/S/G [%]: | 1.4/25.9/61.9/10.7 |

Bemerkungen:

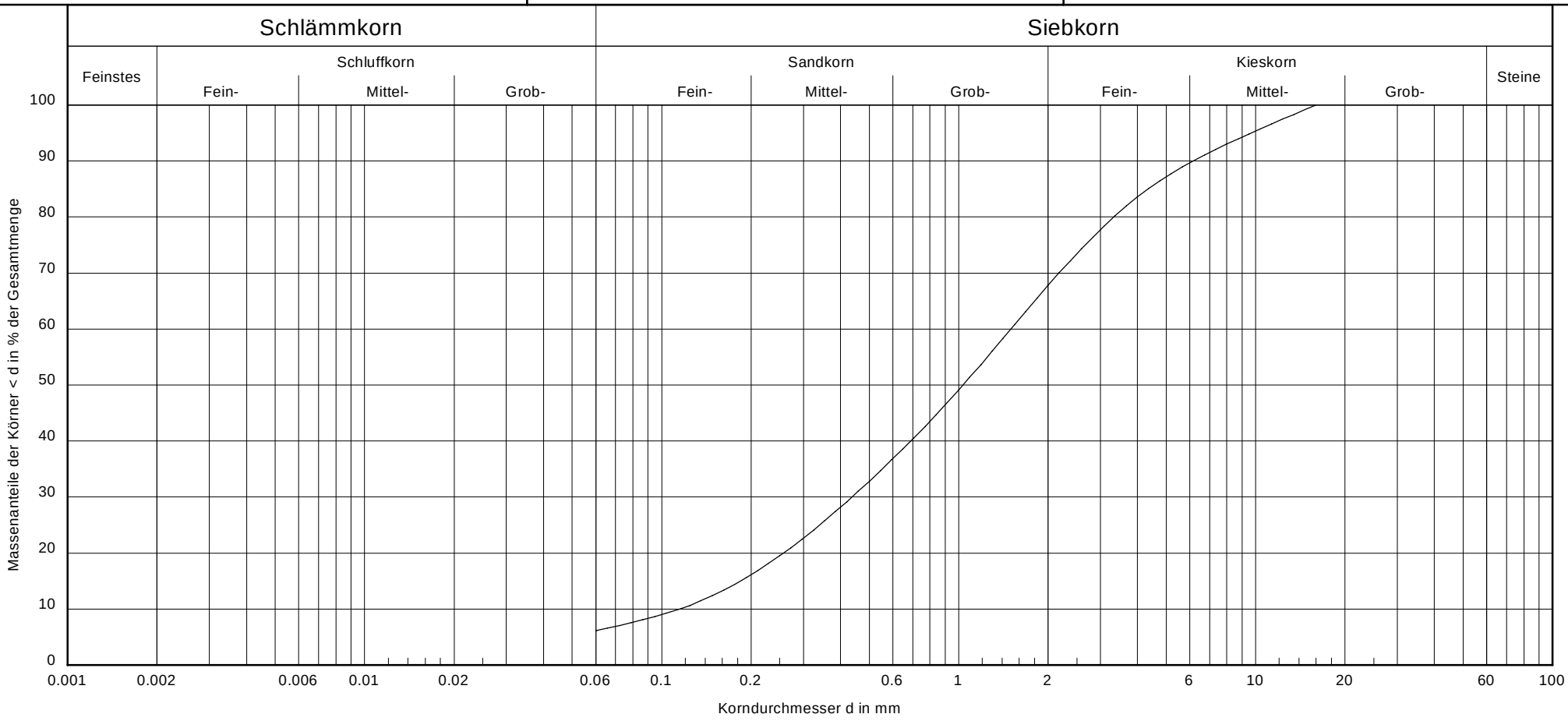
Projektnummer: 70-19-181
Anlage: 4.1.11

IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH
Waisenhausstraße 10
09599 Freiberg
Tel. 03731 / 7989 0 Fax 03731 / 7989 29
Bearbeiter: C. Locke Datum: 29.01.2020

# Korngrößenverteilung

nach DIN 18123

Bauvorhaben: Verbesserung des Hochwasserschutzes für Frankfurt Oder auf ein HW 200
Art der Entnahme: gestört
Probe entnommen am: Dezember 2019




| | |
|---|---|
| Entnahmestelle: | KRB 2/19 |
| Tiefe [m]: | 8,90 - 9,50 |
| Bodenart: | S, $\bar{g}$, u' |
| U/Cc | 13.0/1.1 |
| Bodengruppe : | SU |
| T/U/S/G [%]: | - /6.4/61.4/32.2 |

Bemerkungen:

Projektnummer: 70-19-181
Anlage: 4.1.12

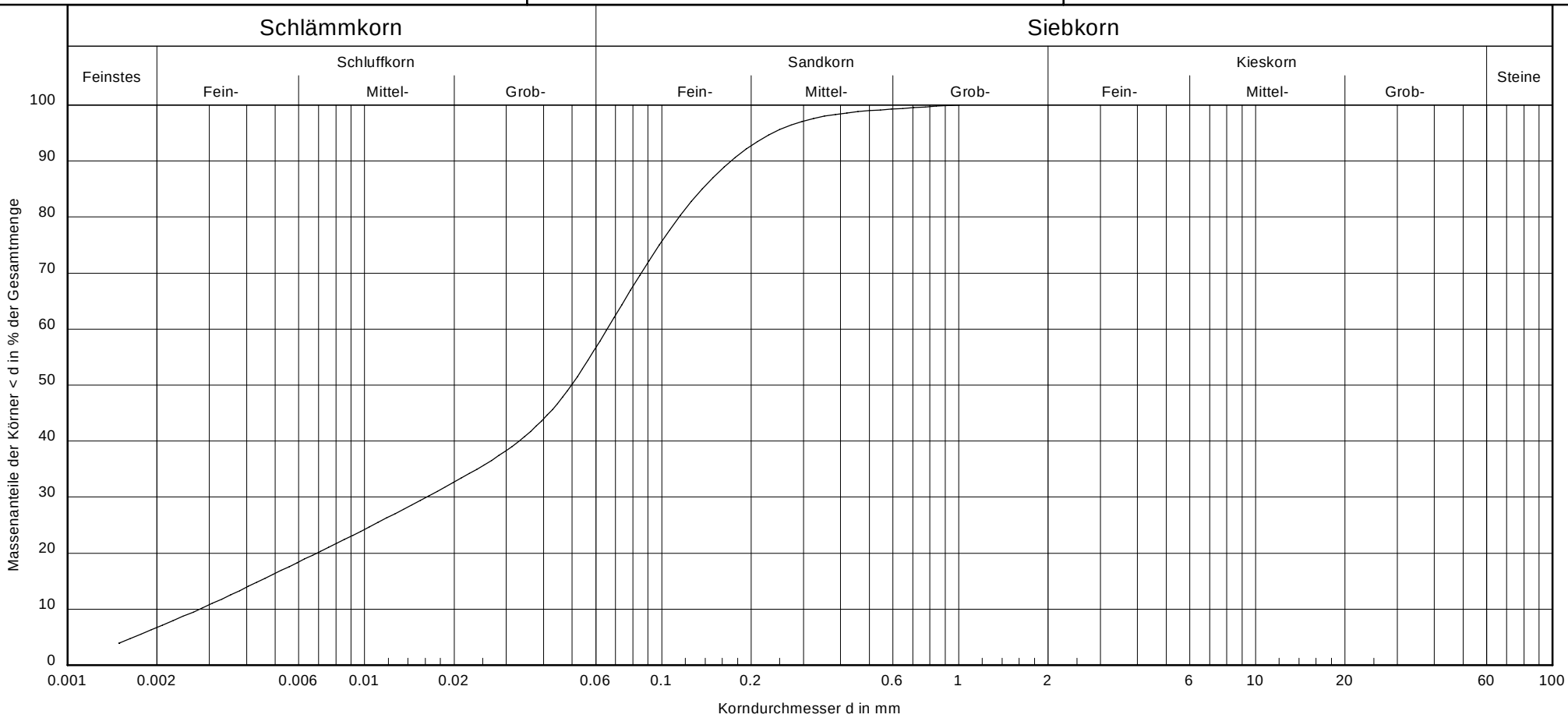
IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH
Waisenhausstraße 10
09599 Freiberg
Tel. 03731 / 7989 0 Fax 03731 / 7989 29

Bearbeiter: C. Locke Datum: 29.01.2020

# Korngrößenverteilung

## nach DIN 18123

Bauvorhaben: Verbesserung des Hochwasserschutzes
für Frankfurt Oder auf ein HW 200
Art der Entnahme: gestört
Probe entnommen am: Dezember 2019




| | |
|---|---|
| Entnahmestelle: | KRB 3/19 |
| Tiefe [m]: | 7,90 - 9,10 |
| Bodenart: | U + S, t' |
| U/Cc | 23.5/1.4 |
| Bodengruppe : | OU |
| T/U/S/G [%]: | 6.7/51.8/41.5/ - |

Bemerkungen:

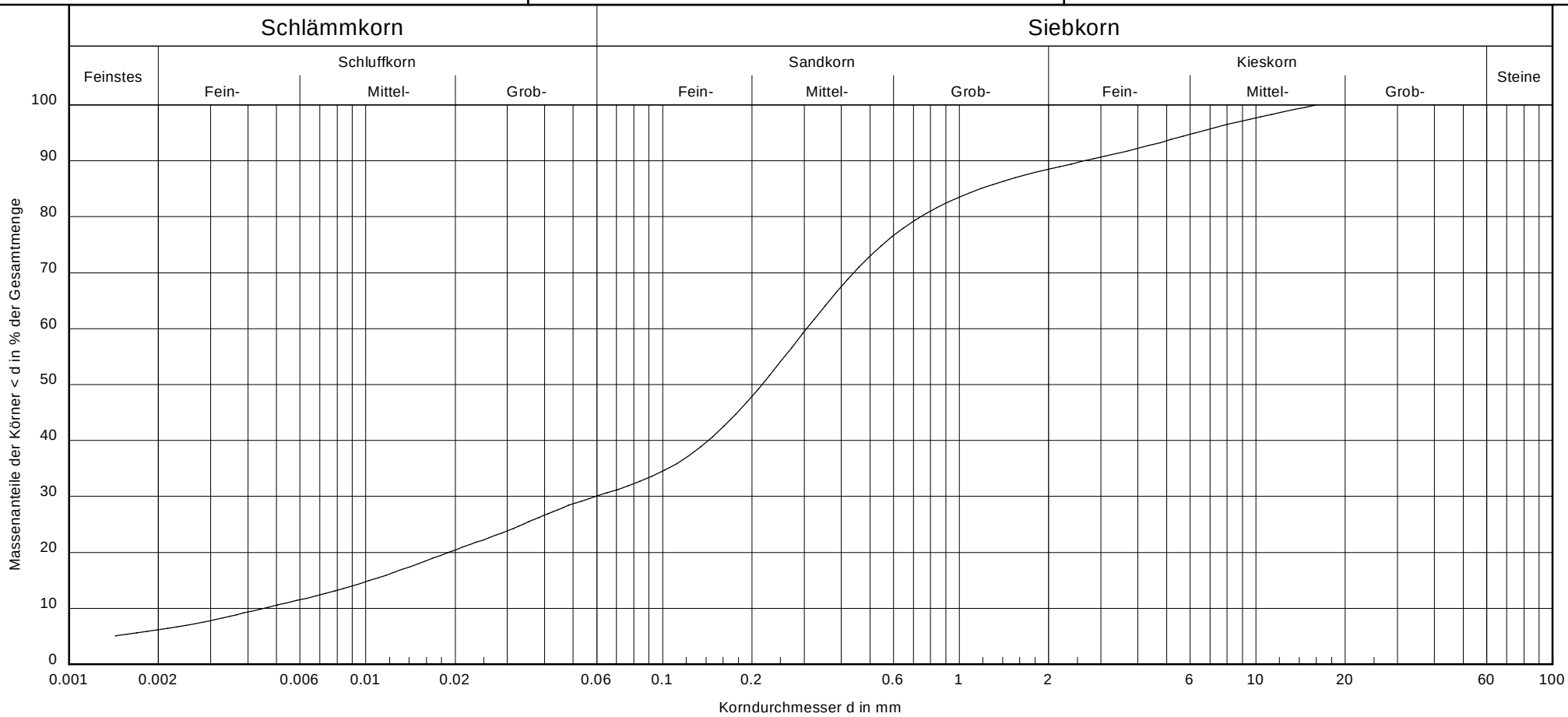
Projektnummer: 70-19-181
Anlage: 4.1.13

IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH
Waisenhausstraße 10
09599 Freiberg
Tel. 03731 / 7989 0 Fax 03731 / 7989 29
Bearbeiter: C. Locke Datum: 29.01.2020

# Korngrößenverteilung

nach DIN 18123

Bauvorhaben: Verbesserung des Hochwasserschutzes
für Frankfurt Oder auf ein HW 200
Art der Entnahme: gestört
Probe entnommen am: Dezember 2019




| | |
|---|---|
| Entnahmestelle: | KRB 4/19 |
| Tiefe [m]: | 2,80 - 4,10 |
| Bodenart: | S, u, g', t' |
| U/Cc | 67.5/2.6 |
| Bodengruppe : | [SU*] |
| T/U/S/G [%]: | 6.2/24.2/58.1/11.5 |

Bemerkungen:

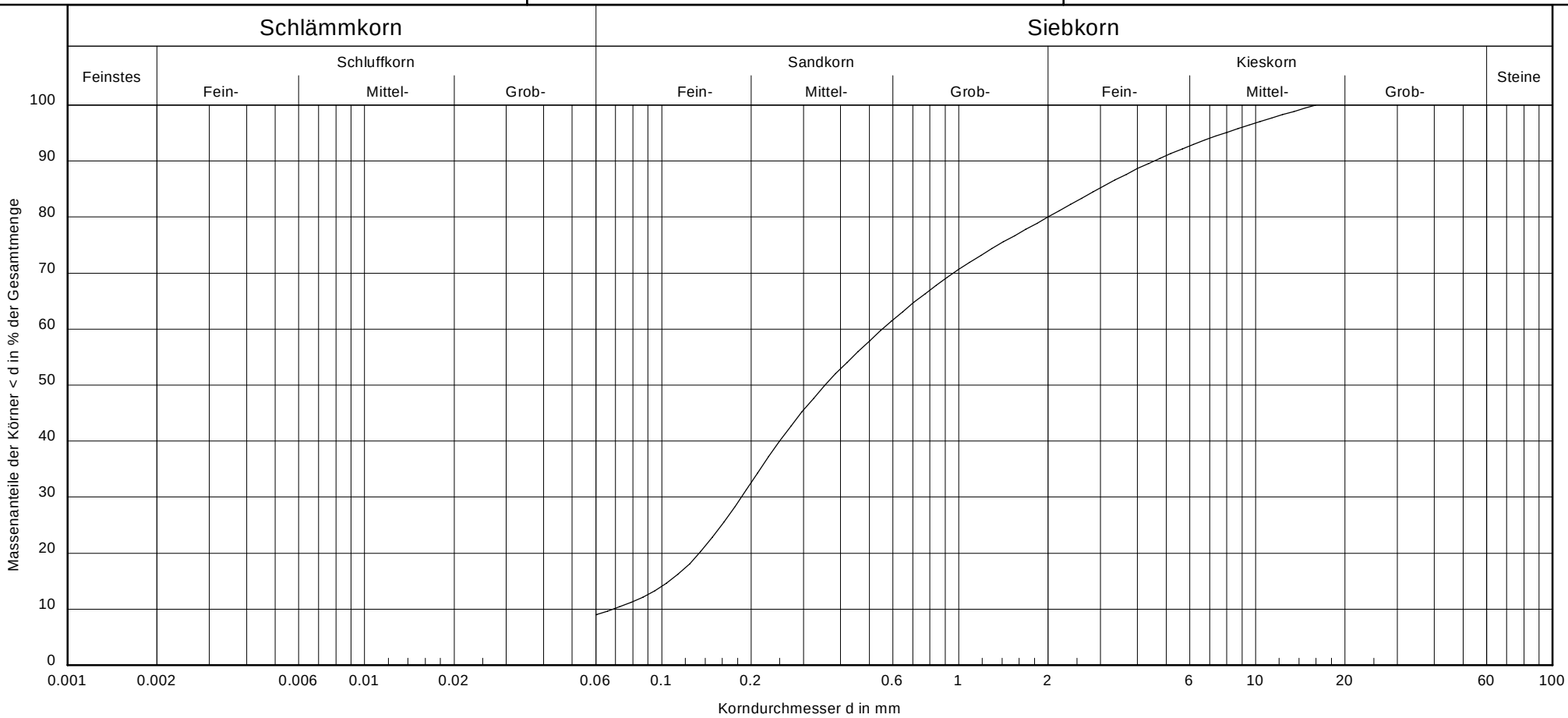
Projektnummer: 70-19-181
Anlage: 4.1.14

IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH
Waisenhausstraße 10
09599 Freiberg
Tel. 03731 / 7989 0 Fax 03731 / 7989 29
Bearbeiter: C. Locke Datum: 29.01.2020

# Korngrößenverteilung

nach DIN 18123

Bauvorhaben: Verbesserung des Hochwasserschutzes für Frankfurt Oder auf ein HW 200
Art der Entnahme: gestört
Probe entnommen am: Dezember 2019




| | |
|---|---|
| Entnahmestelle: | KRB 4/19 |
| Tiefe [m]: | 7,80 - 8,50 |
| Bodenart: | S, g, u' |
| U/Cc | 8.1/0.9 |
| Bodengruppe : | SU |
| T/U/S/G [%]: | - /9.3/70.7/20.0 |

Bemerkungen:

Projektnummer: 70-19-181
Anlage: 4.1.15

IBES Baugrundistitut Freiberg GmbH
Ingenieure und Geologen für Bauwesen
09599 Freiberg Waisenhausstraße 10
Tel. 03731 / 7989 0 Fax 03731 / 7989 29

Bericht: 70-19-181

Anlage: 4.2.1

# Wassergehalt nach DIN 18 121

Verbesserung des Hochwasserschutzes
für Frankfurt Oder auf ein HW 200

Bearbeiter: Locke Datum: 16.03.2020

| Probenbezeichnung: | B 2/20 | B 2/20 | B 3a/20 |
|---|---|---|---|
| Teufe [m] | 11,60 - 11,90 | 13,20 - 13,50 | 10,30 - 12,30 |
| Feuchte Probe + Behälter [g]: | 82.35 | 70.49 | 112.17 |
| Trockene Probe + Behälter [g]: | 76.29 | 66.31 | 98.71 |
| Behälter [g]: | 55.95 | 53.32 | 55.69 |
| Porenwasser [g]: | 6.06 | 4.18 | 13.46 |
| Trockene Probe [g]: | 20.34 | 12.99 | 43.02 |
| Wassergehalt [%] | 29.79 | 32.18 | 31.29 |

| Probenbezeichnung: | B 3a/20 | B 3a/20 | B 4/20 |
|---|---|---|---|
| Teufe [m] | 12,30 - 14,40 | 14,40 - 16,40 | 8,10 - 8,40 |
| Feuchte Probe + Behälter [g]: | 77.78 | 68.14 | 32.91 |
| Trockene Probe + Behälter [g]: | 71.72 | 62.34 | 29.10 |
| Behälter [g]: | 54.71 | 48.74 | 21.53 |
| Porenwasser [g]: | 6.06 | 5.80 | 3.81 |
| Trockene Probe [g]: | 17.01 | 13.60 | 7.57 |
| Wassergehalt [%] | 35.63 | 42.65 | 50.33 |

| Probenbezeichnung: | B 4/20 | B 5/20 | B 5/20 |
|---|---|---|---|
| Teufe [m] | 9,50 - 10,40 | 10,10 - 10,70 | 18,10 - 18,40 |
| Feuchte Probe + Behälter [g]: | 76.53 | 182.21 | 30.04 |
| Trockene Probe + Behälter [g]: | 74.01 | 173.33 | 28.45 |
| Behälter [g]: | 50.91 | 54.09 | 21.53 |
| Porenwasser [g]: | 2.52 | 8.88 | 1.59 |
| Trockene Probe [g]: | 23.10 | 119.24 | 6.92 |
| Wassergehalt [%] | 10.91 | 7.45 | 22.98 |

| Probenbezeichnung: | B 5/20 | B 5/20 | |
|---|---|---|---|
| Teufe [m] | 22,00 - 22,30 | 23,40 - 23,65 | |
| Feuchte Probe + Behälter [g]: | 35.86 | 72.80 | |
| Trockene Probe + Behälter [g]: | 33.76 | 69.40 | |
| Behälter [g]: | 21.20 | 54.45 | |
| Porenwasser [g]: | 2.10 | 3.40 | |
| Trockene Probe [g]: | 12.56 | 14.95 | |
| Wassergehalt [%] | 16.72 | 22.74 | |

IBES Baugrundistitut Freiberg GmbH
Ingenieure und Geologen für Bauwesen
09599 Freiberg Waisenhausstraße 10
Tel. 03731 / 7989 0 Fax 03731 / 7989 29

Bericht: 70-19-181

Anlage: 4.2.2

# Wassergehalt nach DIN 18 121

Verbesserung des Hochwasserschutzes
für Frankfurt Oder auf ein HW 200

Bearbeiter: C. Locke Datum: 29.01.2020

| Probenbezeichnung: | KRB 1/19 |
|---|---|
| Teufe [m] | 7,00 - 8,10 |
| Feuchte Probe + Behälter [g]: | 198.84 |
| Trockene Probe + Behälter [g]: | 189.40 |
| Behälter [g]: | 151.17 |
| Porenwasser [g]: | 9.44 |
| Trockene Probe [g]: | 38.23 |
| Wassergehalt [%] | 24.69 |

| Probenbezeichnung: | KRB 3/19 |
|---|---|
| Teufe [m] | 7,90 - 9,10 |
| Feuchte Probe + Behälter [g]: | 203.99 |
| Trockene Probe + Behälter [g]: | 192.57 |
| Behälter [g]: | 155.79 |
| Porenwasser [g]: | 11.42 |
| Trockene Probe [g]: | 36.78 |
| Wassergehalt [%] | 31.05 |

| Probenbezeichnung: | KRB 5/19 |
|---|---|
| Teufe [m] | 5,90 - 7,90 |
| Feuchte Probe + Behälter [g]: | 178.95 |
| Trockene Probe + Behälter [g]: | 167.65 |
| Behälter [g]: | 155.09 |
| Porenwasser [g]: | 11.30 |
| Trockene Probe [g]: | 12.56 |
| Wassergehalt [%] | 89.97 |

IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH
Ingenieure und Geologen für Bauwesen
09599 Freiberg Waisenhausstraße 10
Tel. 03731 / 7989 0 Fax 03731 / 7989 29

Bericht: 70-19-181

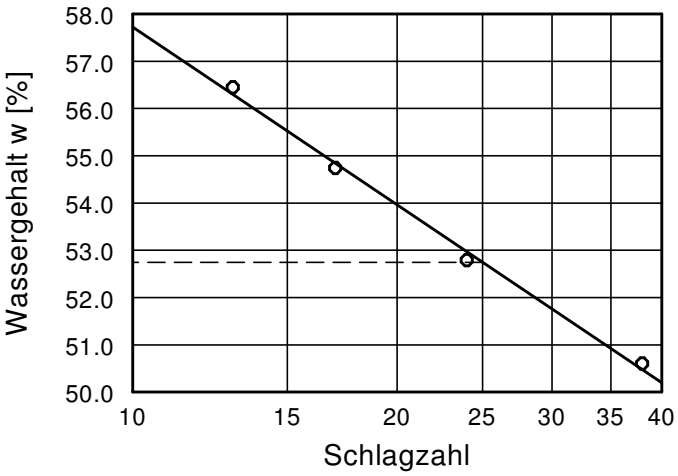
Anlage: 4.3.1

# Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

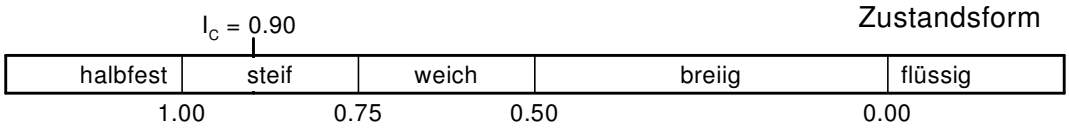
Verbesserung des Hochwasserschutzes
für Frankfurt Oder auf ein HW 200

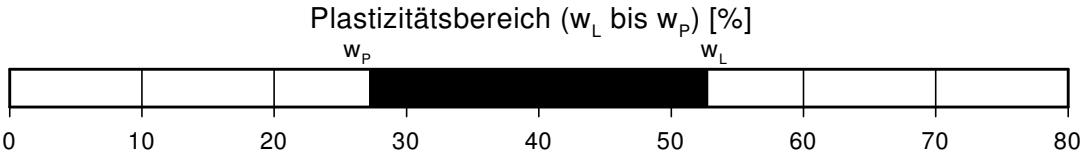
Bearbeiter: Locke Datum: 17.03.2020

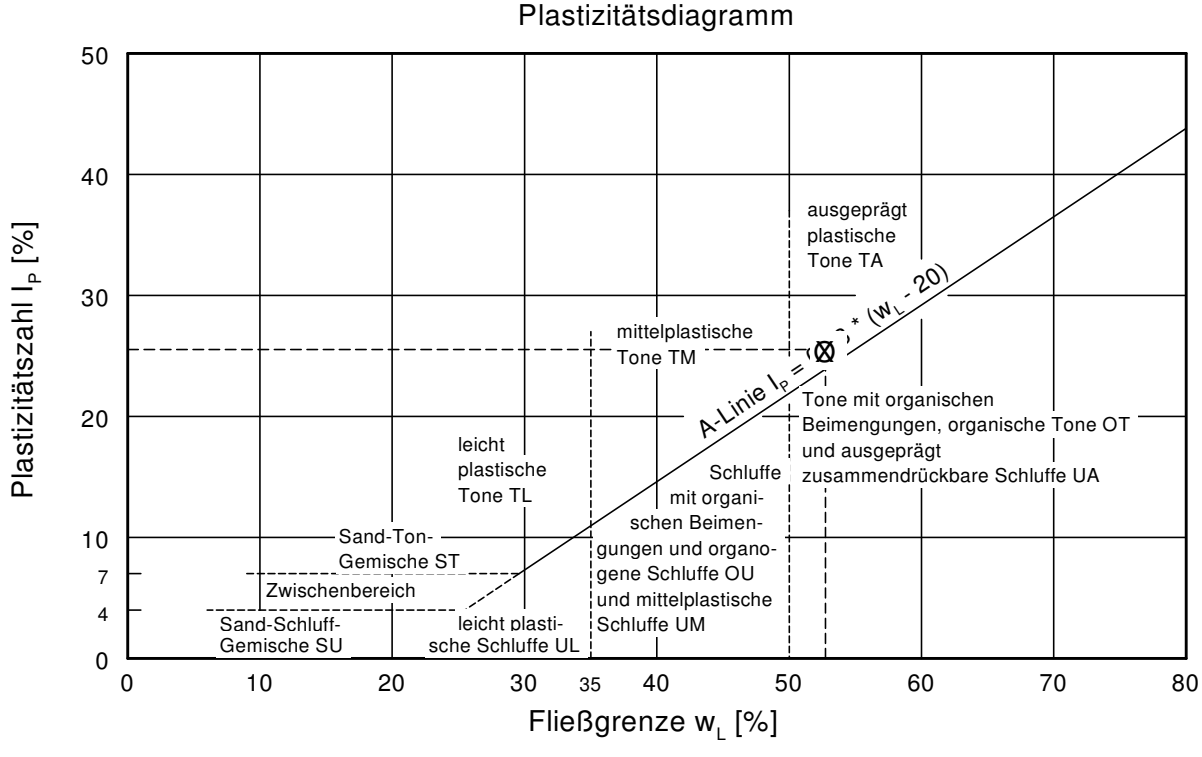
Entnahmestelle: B 2/20
Tiefe: 11,60 - 11,90
Art der Entnahme: gestört
Bodenart: T, s'
Bodengruppe: TA
Probe entnommen am: 27.-28.2.2020




| | |
|---|---|
| Wassergehalt w = | 29.8 % |
| Fließgrenze $w_L$ = | 52.7 % |
| Ausrollgrenze $w_P$ = | 27.2 % |
| Plastizitätszahl $I_P$ = | 25.5 % |
| Konsistenzzahl $I_C$ = | 0.90 |



IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH
Ingenieure und Geologen für Bauwesen
09599 Freiberg Waisenhausstraße 10
Tel. 03731 / 7989 0 Fax 03731 / 7989 29

Bericht: 70-19-181

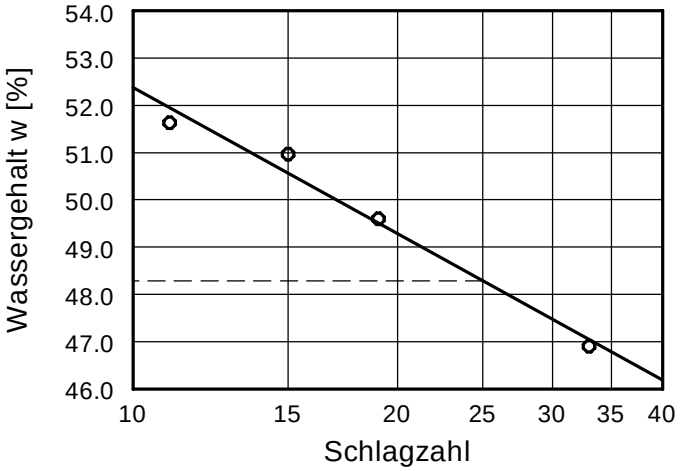
Anlage: 4.3.2

# Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

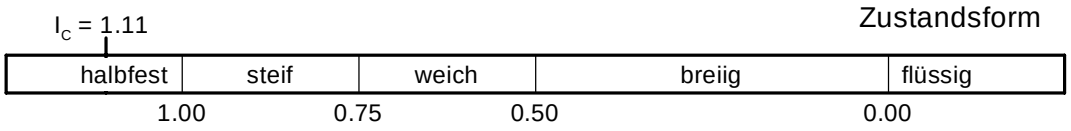
Verbesserung des Hochwasserschutzes
für Frankfurt Oder auf ein HW 200

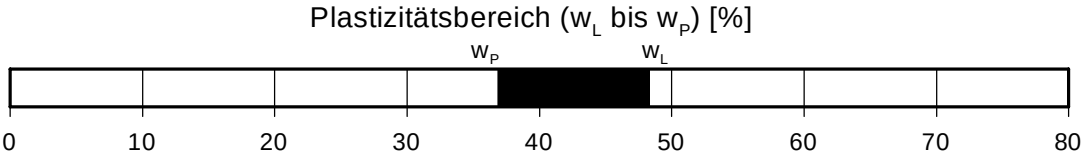
Bearbeiter: Locke Datum: 17.03.2020

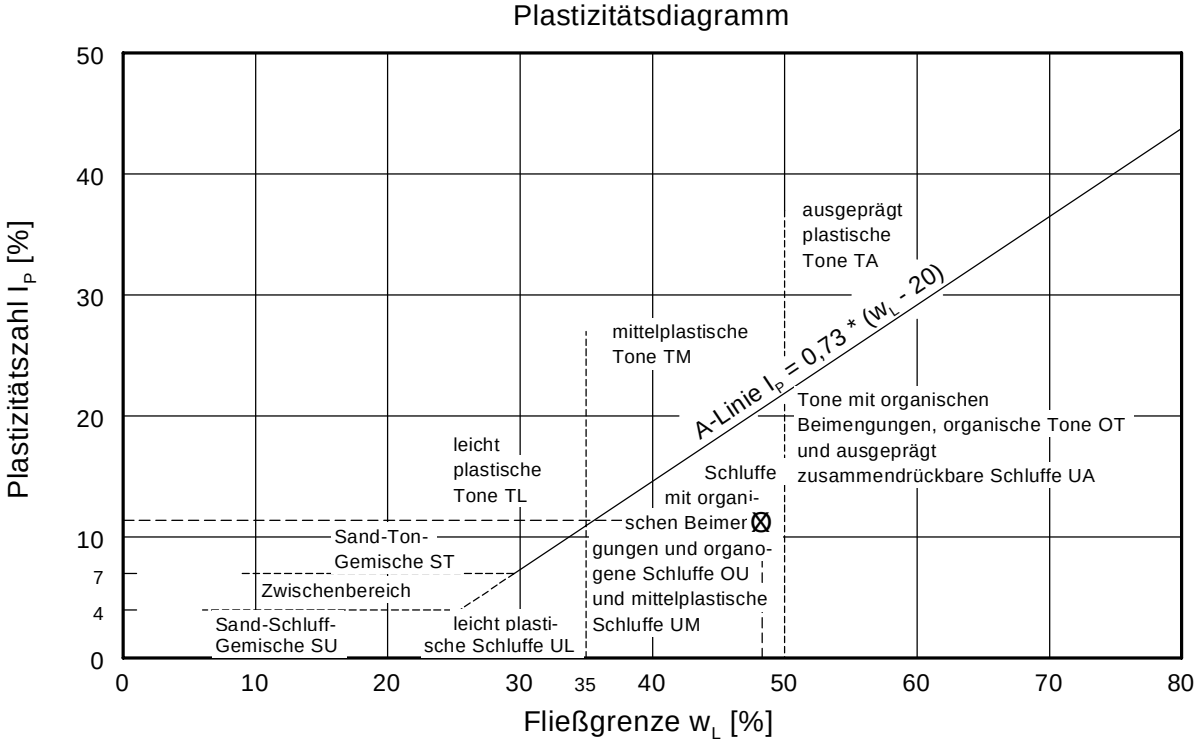
Entnahmestelle: B 3a/20
Tiefe: 12,00 - 12,30
Art der Entnahme: gestört
Bodenart: U, s
Bodengruppe: UM-OU
Probe entnommen am: 24.-25.02.2020




| | |
|---|---|
| Wassergehalt w = | 35.6 % |
| Fließgrenze $w_L$ = | 48.3 % |
| Ausrollgrenze $w_P$ = | 36.9 % |
| Plastizitätszahl $I_P$ = | 11.4 % |
| Konsistenzzahl $I_C$ = | 1.11 |



IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH
Ingenieure und Geologen für Bauwesen
09599 Freiberg Waisenhausstraße 10
Tel. 03731 / 7989 0 Fax 03731 / 7989 29

Bericht: 70-19-181

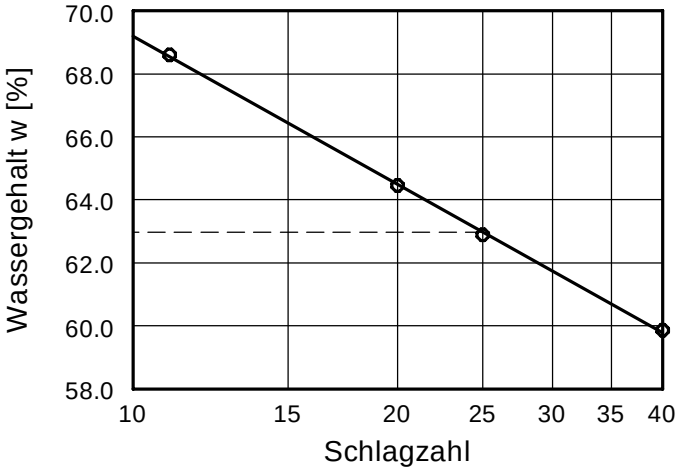
Anlage: 4.3.3

# Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

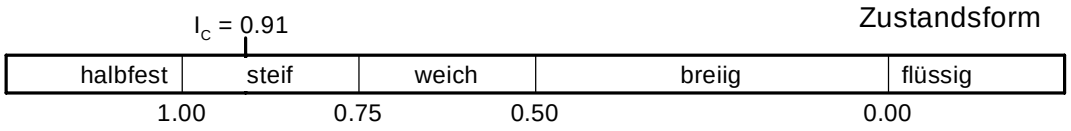
Verbesserung des Hochwasserschutzes
für Frankfurt Oder auf ein HW 200

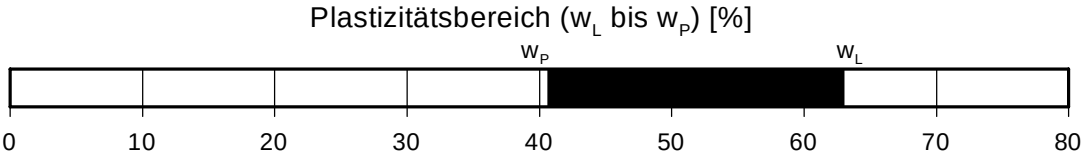
Bearbeiter: Locke Datum: 17.03.2020

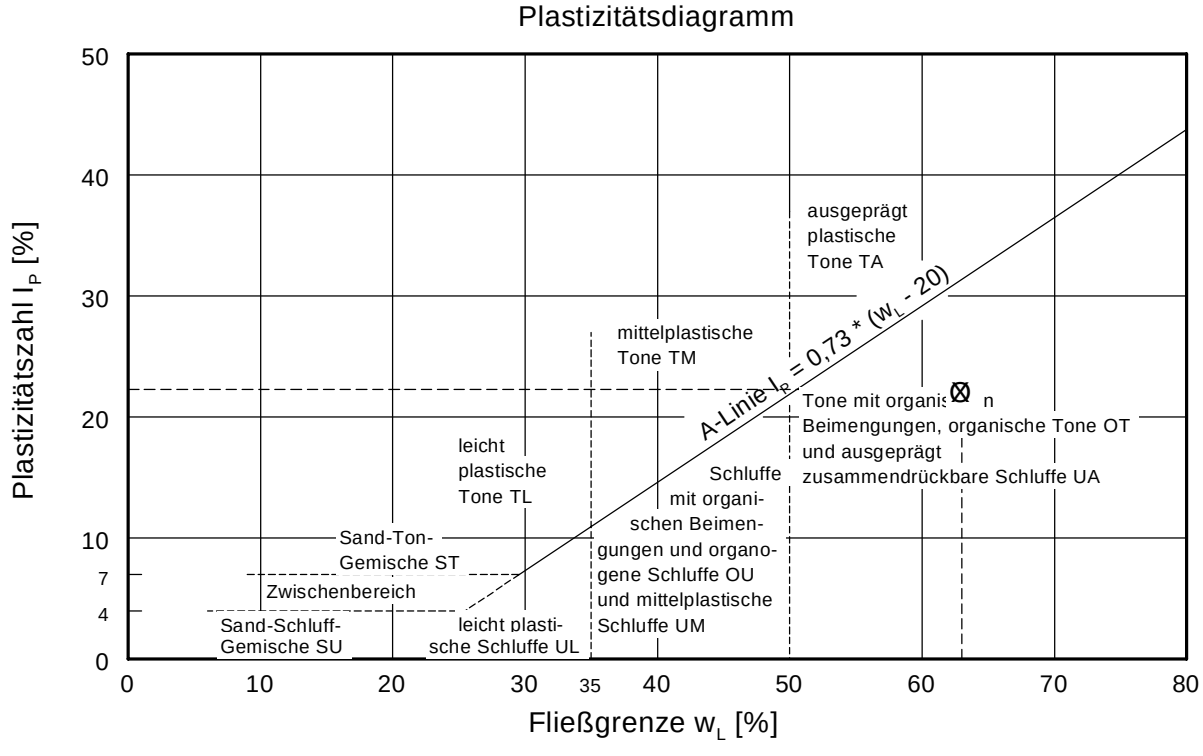
Entnahmestelle: B 3a/20
Tiefe: 14,10 - 14,40
Art der Entnahme: gestört
Bodenart: U, s
Bodengruppe: UA-OT
Probe entnommen am: 24.-25.02.2020




| | |
|---|---|
| Wassergehalt w = | 42.6 % |
| Fließgrenze $w_L$ = | 63.0 % |
| Ausrollgrenze $w_P$ = | 40.7 % |
| Plastizitätszahl $I_P$ = | 22.3 % |
| Konsistenzzahl $I_C$ = | 0.91 |



IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH
Ingenieure und Geologen für Bauwesen
09599 Freiberg Waisenhausstraße 10
Tel. 03731 / 7989 0 Fax 03731 / 7989 29

Bericht: 70-19-181

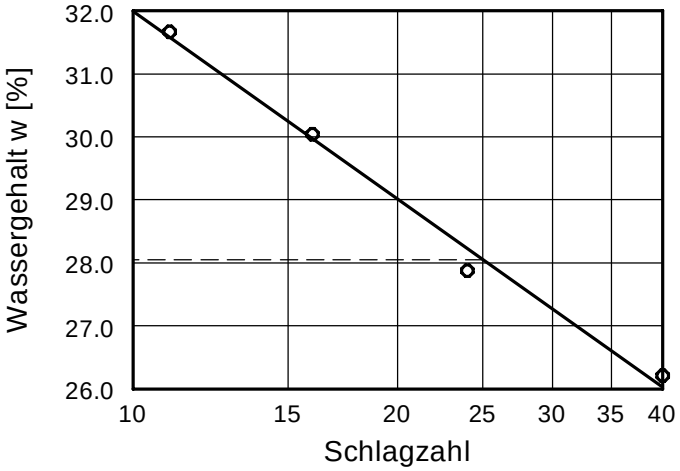
Anlage: 4.3.4

# Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

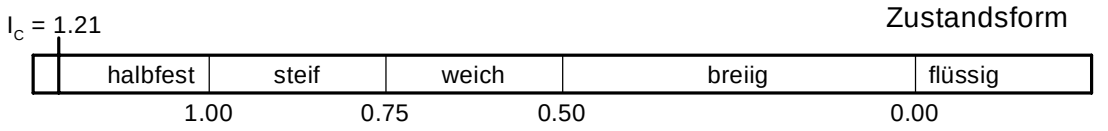
Verbesserung des Hochwasserschutzes
für Frankfurt Oder auf ein HW 200

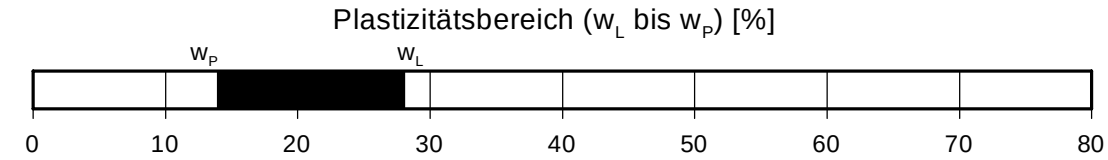
Bearbeiter: Locke Datum: 17.03.2020

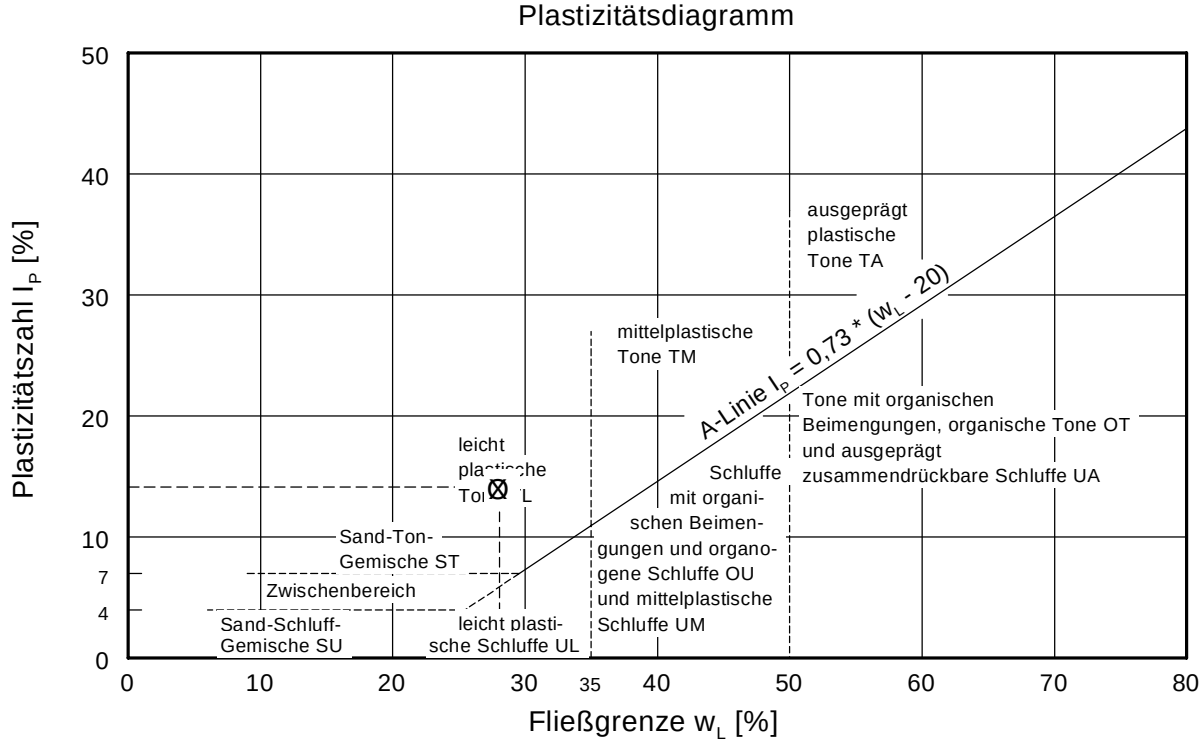
Entnahmestelle: B 4/20
Tiefe: 9,50 - 10,40
Art der Entnahme: gestört
Bodenart: U, t, s
Bodengruppe: TL
Probe entnommen am: 18.-19.02.2020




| | |
|---|---|
| Wassergehalt w = | 10.9 % |
| Fließgrenze $w_L$ = | 28.0 % |
| Ausrollgrenze $w_P$ = | 13.9 % |
| Plastizitätszahl $I_P$ = | 14.1 % |
| Konsistenzzahl $I_C$ = | 1.21 |



IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH
Ingenieure und Geologen für Bauwesen
09599 Freiberg Waisenhausstraße 10
Tel. 03731 / 7989 0 Fax 03731 / 7989 29

Bericht: 70-19-181

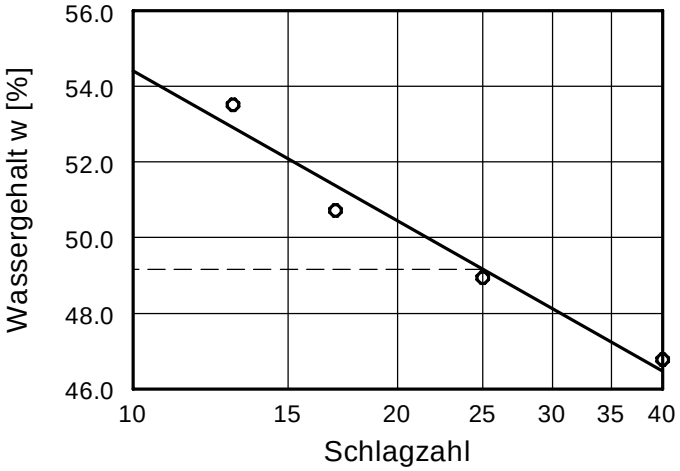
Anlage: 4.3.5

# Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

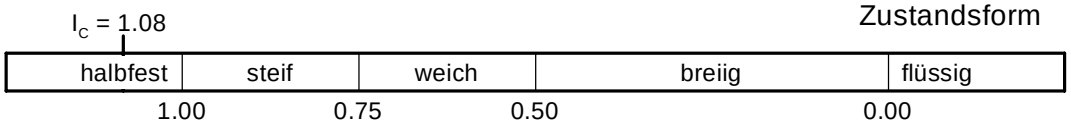
Verbesserung des Hochwasserschutzes
für Frankfurt Oder auf ein HW 200

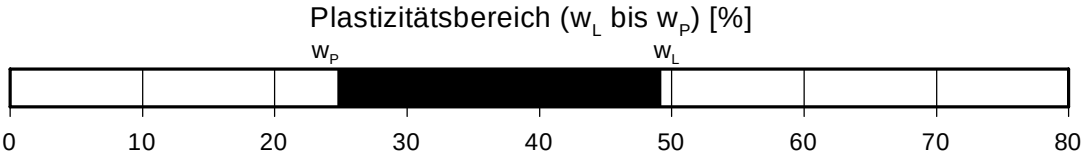
Bearbeiter: Locke Datum: 17.03.2020

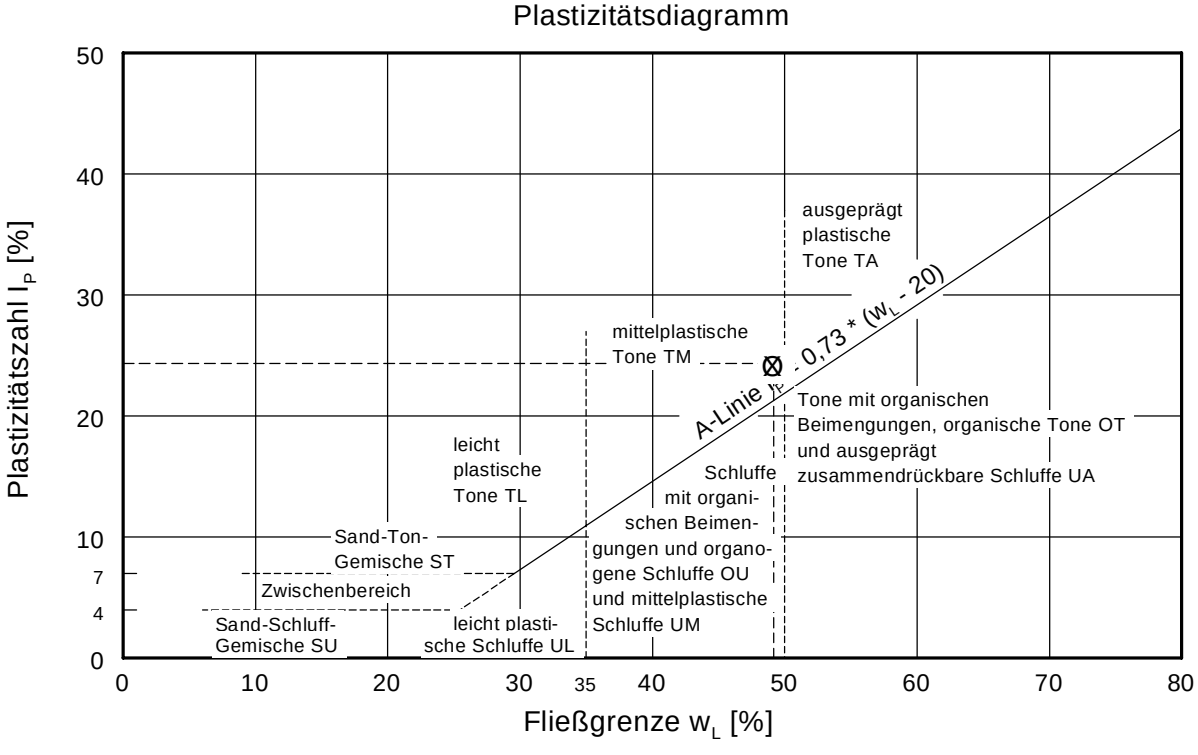
Entnahmestelle: B 5/20
Tiefe: 23,40 - 23,65
Art der Entnahme: gestört
Bodenart: S + U, t'
Bodengruppe: TM
Probe entnommen am: 17.-18.02.2020




| | |
|---|---|
| Wassergehalt w = | 22.7 % |
| Fließgrenze $w_L$ = | 49.2 % |
| Ausrollgrenze $w_P$ = | 24.8 % |
| Plastizitätszahl $I_P$ = | 24.4 % |
| Konsistenzzahl $I_C$ = | 1.08 |



IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH
Ingenieure und Geologen für Bauwesen
09599 Freiberg Waisenhausstraße 10
Tel. 03731 / 7989 0 Fax 03731 / 7989 29

Bericht: 70-19-181

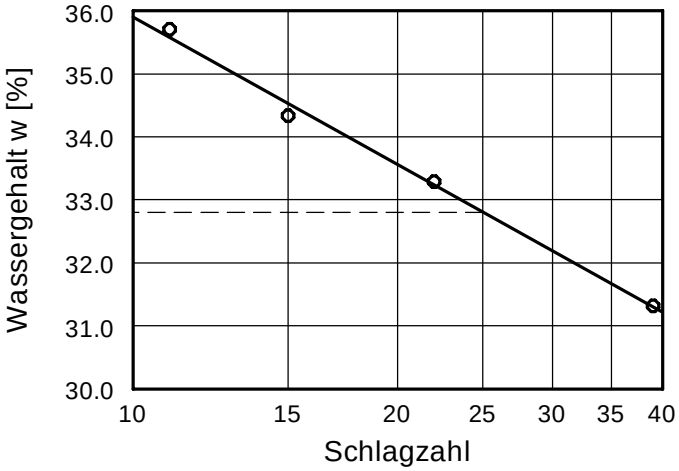
Anlage: 4.3.6

# Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

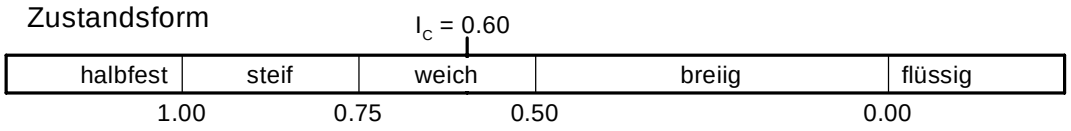
Verbesserung des Hochwasserschutzes
für Frankfurt Oder auf ein HW 200

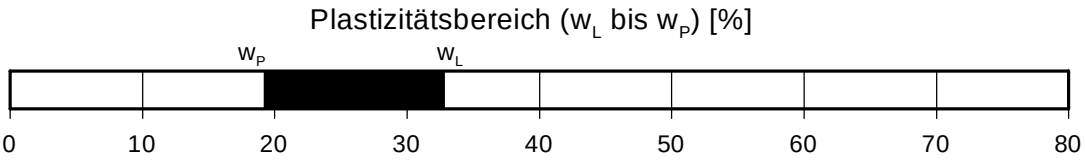
Bearbeiter: C. Locke Datum: 29.01.2020

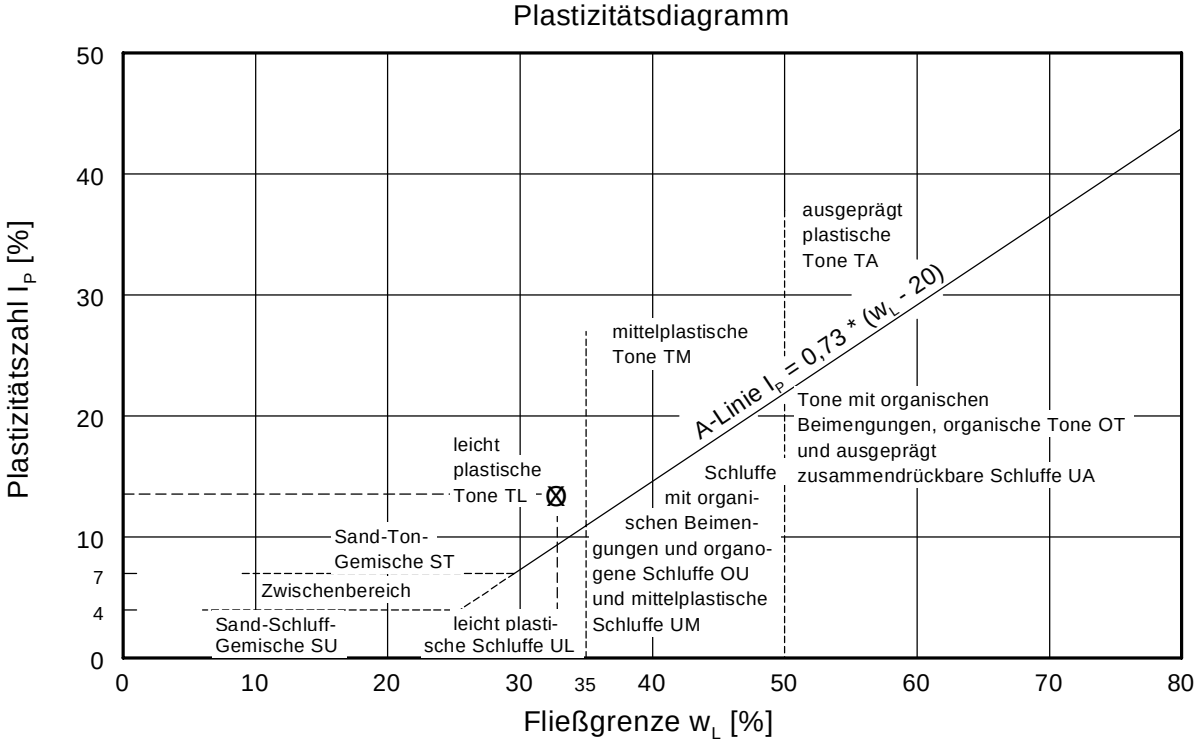
Entnahmestelle: KRB 1/19
Tiefe: 7,00 - 8,10 m
Art der Entnahme: gestört
Bodenart: U, t, fs
Bodengruppe: TL
Probe entnommen am: Dezember 2019




| | |
|---|---|
| Wassergehalt w = | 24.7 % |
| Fließgrenze $w_L$ = | 32.8 % |
| Ausrollgrenze $w_P$ = | 19.2 % |
| Plastizitätszahl $I_P$ = | 13.6 % |
| Konsistenzzahl $I_C$ = | 0.60 |
| Anteil Überkorn ü = | 11.0 % |
| Wassergeh. Überk. $w_Ü$ = | 24.7 % |
| Korr. Wassergehalt = | 24.7 % |



IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH
Ingenieure und Geologen für Bauwesen
09599 Freiberg Waisenhausstraße 10
Tel. 03731 / 7989 0 Fax 03731 / 7989 29

Bericht: 70-19-181

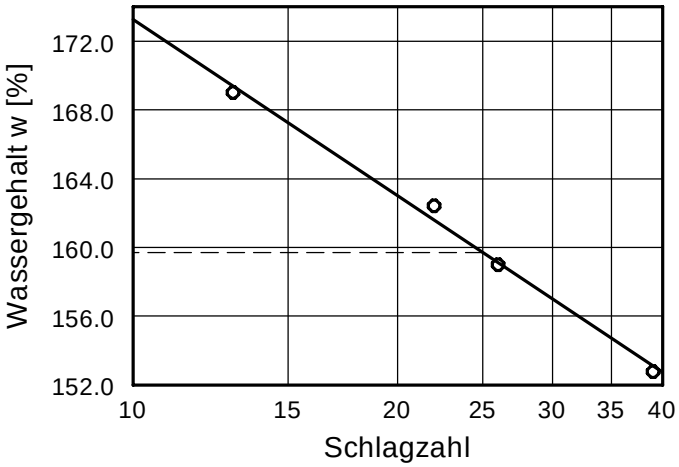
Anlage: 4.3.7

# Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

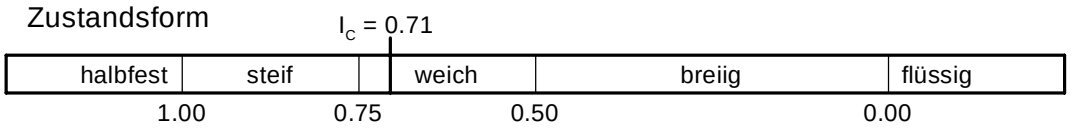
Verbesserung des Hochwasserschutzes
für Frankfurt Oder auf ein HW 200

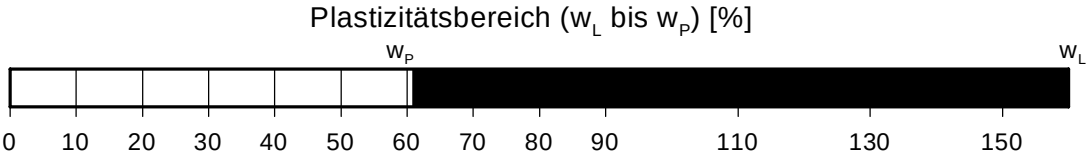
Bearbeiter: C. Locke Datum: 29.01.2020

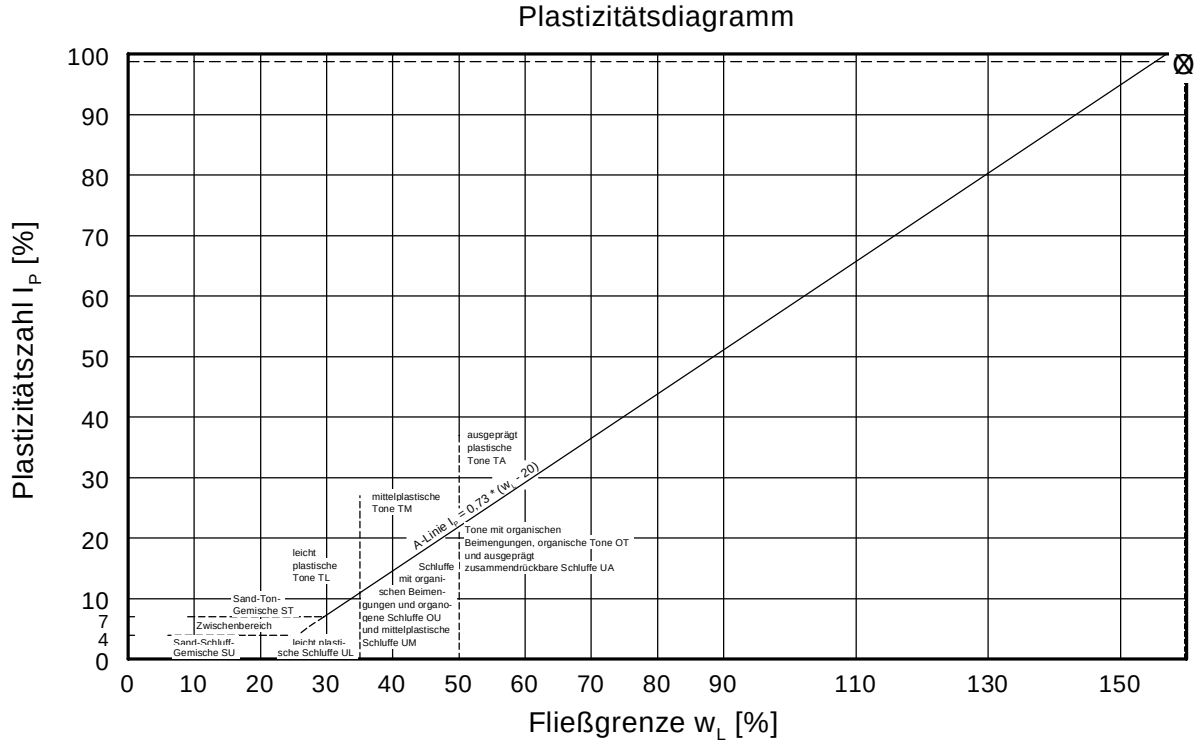
Entnahmestelle: KRB 5/19
Tiefe: 5,90 - 7,90 m
Art der Entnahme: gestört
Bodenart: U, t, fs
Bodengruppe: OT (Torf)
Probe entnommen am: Dezember 2019




| | |
|---|---|
| Wassergehalt w = | 90.0 % |
| Fließgrenze $w_L$ = | 159.7 % |
| Ausrollgrenze $w_P$ = | 60.9 % |
| Plastizitätszahl $I_P$ = | 98.8 % |
| Konsistenzzahl $I_C$ = | 0.71 |
| Anteil Überkorn ü = | 5.0 % |
| Wassergeh. Überk. $w_Ü$ = | 90.0 % |
| Korr. Wassergehalt = | 90.0 % |



GBA GROUP ENVIRONMENT

GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH · Meißner Ring 3 · 09599 Freiberg

IBES
Baugrundinstitut Freiberg GmbH
Herr Kretschmer
Waisenhausstraße 10

**09599 Freiberg**

ISO 14001
ISO 45001
zertifiziert

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-14170-01-00

## Prüfbericht-Nr.: 2019P45150 / 1

| | |
|---|---|
| **Auftraggeber** | IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH |
| | |
| **Eingangsdatum** | 13.12.2019 |
| **Projekt** | HWS Frankfurt Oder |
| **Material** | Grundwasser |
| **Kennzeichnung** | siehe Tabelle |
| **Auftrag** | 70-19-181 |
| **Verpackung** | PE-Flasche |
| **Probenmenge** | 1,5 L |
| **GBA-Nummer** | **1943978** |
| **Probenahme** | durch den Auftraggeber |
| **Probentransport** | Kunde |
| **Labor** | GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH |
| **Prüfbeginn** | 13.12.2019 |
| **Prüfende** | 19.12.2019 |
| **Methoden** | siehe Anlage |
| **Unteraufträge** | keine |
| **Bemerkung** | keine |
| **Probenaufbewahrung** | Wenn nicht anders vereinbart, werden Bodenproben drei Monate und Wasserproben vier Wochen aufbewahrt. |

Freiberg, 19.12.2019

i. A. P. Jedlicka

i. A. P. Jedlicka
Projektbearbeitung

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme übernommen, wenn die Proben nicht durch die GBA oder in ihrem Auftrag genommen wurden. In diesem Fall beziehen sich die Ergebnisse auf die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung der GBA darf der Prüfbericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln der GBA sind in den AGBs einzusehen.



GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Meißner Ring 3, 09599 Freiberg
Telefon +49 (0)3731 / 163083 - 0
Fax +49 (0)3731 / 163083 - 4
E-Mail freiberg@gba-group.de
www.gba-group.com

HypoVereinsbank
IBAN DE45 2003 0000 0050 4043 92
SWIFT BIC HYVEDEMM300
Commerzbank Hamburg
IBAN DE67 2004 0000 0449 6444 00
SWIFT-BIC COBADEHHXXX

Sitz der Gesellschaft:
Hamburg
Handelsregister:
Hamburg HRB 42774
USt-Id.Nr. DE 118 554 138
St.-Nr. 47/723/00196

Geschäftsführer:
Ralf Murzen,
Dr. Roland Bernerth,
Kai Plinke,
Dr. Dominik Obeloer

30 Jahre 1989–2019

GBA GBAGROUP ENVIRONMENT

**Prüfbericht-Nr.: 2019P45150 / 1**

**HWS Frankfurt Oder**

| **GBA-Nummer** | | 1943978 | 1943978 |
|---|---|---|---|
| **Probe-Nr.** | | 001 | 002 |
| **Material** | | Grundwasser | Grundwasser |
| **Probenbezeichnung** | | **B 2** | **Oder** |
| **Probemenge** | | 1,5 L | 1,5 L |
| **Probeneingang** | | 13.12.2019 | 13.12.2019 |
| | | | |
| ***Analysenergebnisse*** | ***Einheit*** | | |
| Betonaggressivität (Referenzverfahren) | | | |
| Aussehen | | trübe | klare Flüssigkeit |
| Geruch | | stark muffig | schwach muffig |
| Geruch (angesäuerte Probe) | | unverändert | unverändert |
| pH-Wert | | 7,8 | 7,9 |
| Härtehydrogencarbonat | °dH | 25 | 6,5 |
| Chlorid | mmol/L | 1,1 | 6,4 |
| Chlorid | mg/L | 39 | 228 |
| Sulfat | mmol/L | 1,6 | 0,99 |
| Sulfat | mg/L | 153 | 95 |
| Neutralsalze | mmol/L | 4,3 | 8,4 |
| Kohlendioxid, kalklösend | mg/L | <5,0 | <5,0 |
| Permanganat-Verbrauch | mg KMnO4/L | 19 | 20 |
| Ammonium | mg/L | 0,89 | 0,27 |
| Sulfid, l. freis. | mg/L | <0,040 | <0,040 |
| Stahlaggressivität | | | |
| Säurekapazität bis pH 4,3 | mmol/L | 8,8 | 2,3 |
| | | | |
| Gesamthärte | °dH | 32 | 15 |
| Calcium | mg/L | 203 | 84 |
| Calcium | mmol/L | 5,1 | 2,1 |
| Magnesium | mg/L | 15 | 14 |
| Calcium | mmol/L | 5,1 | 2,1 |
| Calcium | mg/L | 203 | 84 |

GBA

GBAGROUP ENVIRONMENT

**Prüfbericht-Nr.: 2019P45150 / 1**
**HWS Frankfurt Oder**

**Prüfbericht-Nr.:** 2019P45150 / 1

**Angewandte Verfahren und Bestimmungsgrenzen (BG)**

| Parameter | BG | Einheit | Methode |
|---|---|---|---|
| Betonaggressivität (Referenzverfahren) | | | DIN 4030-2: 2008-06[a] 4 |
| Aussehen | | | visuell[a] 4 |
| Geruch | | | DIN EN 1622 Anhang C: 2006-10[a] 4 |
| Geruch (angesäuerte Probe) | | | DIN EN 1622 Anhang C: 2006-10[a] 4 |
| pH-Wert | | | DIN EN ISO 10523: 2012-04[a] 4 |
| Härtehydrogencarbonat | 0,050 | °dH | DIN 38 405-D8: 1971[a] 4 |
| Chlorid | | mmol/L | DIN EN ISO 10304-1: 2009-07[a] 5 |
| Chlorid | | mg/L | DIN EN ISO 10304-1: 2009-07[a] 5 |
| Sulfat | | mmol/L | DIN EN ISO 10304-1: 2009-07[a] 5 |
| Sulfat | | mg/L | DIN EN ISO 10304-1: 2009-07[a] 5 |
| Neutralsalze | | mmol/L | berechnet 5 |
| Kohlendioxid, kalklösend | 5,0 | mg/L | DIN 4030-2: 2008-06[a] 4 |
| Permanganat-Verbrauch | | mg KMnO4/L | DIN EN ISO 8467: 1995-05[a] 4 |
| Ammonium | 0,20 | mg/L | DIN EN ISO 11732: 2005-05[a] 5 |
| Sulfid, l. freis. | 0,040 | mg/L | DIN 38405-27: 2017-10[a] 5 |
| Stahlaggressivität | | | DIN 50929-3: 2018-03 4 |
| Säurekapazität bis pH 4,3 | 0,050 | mmol/L | DIN 38409-7: 2005-12[a] 4 |
| Gesamthärte | | °dH | DIN 38409-6: 1986-01[a] 5 |
| Calcium | 0,020 | mg/L | DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09[a] 5 |
| Calcium | | mmol/L | DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09[a] 5 |
| Magnesium | 0,10 | mg/L | DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09[a] 5 |
| Calcium | | mmol/L | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01[a] 5 |
| Calcium | | mg/L | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01[a] 5 |

Die mit [a] gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen können matrixbedingt variieren.
Untersuchungslabor: 4GBA Freiberg 5GBA Pinneberg

GBA GROUP ENVIRONMENT

GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH · Meißner Ring 3 · 09599 Freiberg

IBES
Baugrundinstitut Freiberg GmbH
Herr Kretschmer

Waisenhausstraße 10

**09599 Freiberg**

ISO 14001
ISO 45001
zertifiziert

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-14170-01-00

## Prüfbericht-Nr.: 2020P40459 / 1

| | |
|---|---|
| **Auftraggeber** | IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH |
| | |
| **Eingangsdatum** | 29.01.2020 |
| **Projekt** | Verbesserung Hochwasserschutz Frankfurt / Oder |
| **Material** | Boden |
| **Kennzeichnung** | MP 1/19 |
| **Auftrag** | 70-19-181 |
| **Verpackung** | PE-Eimer |
| **Probenmenge** | ca 1 kg |
| **Auftragsnummer** | 2040288 |
| **Probenahme** | durch den Auftraggeber |
| **Probentransport** | Kunde |
| **Labor** | GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH |
| **Prüfbeginn / -ende** | 29.01.2020 - 04.02.2020 |
| **Methoden** | siehe letzte Seite |
| **Unteraufträge** | keine |
| **Bemerkung** | keine |
| **Probenaufbewahrung** | Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben bis zwei Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt. |

Freiberg, 04.02.2020

i. A. P. Jedlicka

i. A. P. Jedlicka
Projektbearbeitung

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme übernommen, wenn die Proben nicht durch die GBA oder in ihrem Auftrag genommen wurden. In diesem Fall beziehen sich die Ergebnisse auf die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung der GBA darf der Prüfbericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln der GBA sind in den AGBs einzusehen.



GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Meißner Ring 3, 09599 Freiberg
Telefon +49 (0)3731 / 163083 - 0
Fax +49 (0)3731 / 163083 - 4
E-Mail freiberg@gba-group.de
www.gba-group.com

HypoVereinsbank
IBAN DE45 2003 0000 0050 4043 92
SWIFT BIC HYVEDEMM300
Commerzbank Hamburg
IBAN DE67 2004 0000 0449 6444 00
SWIFT-BIC COBADEHHXXX

Sitz der Gesellschaft:
Hamburg
Handelsregister:
Hamburg HRB 42774
USt-Id.Nr. DE 118 554 138
St.-Nr. 47/723/00196

Geschäftsführer:
Ralf Murzen,
Dr. Roland Bernerth,
Kai Plinke,
Dr. Dominik Obeloer

30 Jahre 1989–2019

GBA GBAGROUP ENVIRONMENT

**Prüfbericht-Nr.: 2020P40459 / 1**

**Verbesserung Hochwasserschutz Frankfurt / Oder**

**Zuordnungswerte gem. LAGA-Boden (M20, Fassung 2004)**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Auftrag** | | 2040288 | |
| **Probe-Nr.** | | 001 | |
| **Material** | | Boden | |
| **Probenbezeichnung** | | **MP 1/19** | |
| **Probemenge** | | ca 1 kg | |
| **Probeneingang** | | 29.01.2020 | |
| **Zuordnung gemäß** | | Sand | |
| **Trockenrückstand** | Masse-% | 87,2 | --- |
| **TOC** | Masse-% TM | 4,3 | Z2 |
| **Kohlenwasserstoffe** | mg/kg TM | 130 | Z1 |
| **mobiler Anteil bis C22** | mg/kg TM | <50 | Z0 |
| **EOX** | mg/kg TM | <1,0 | Z0 |
| **Arsen** | mg/kg TM | 8,4 | Z0 |
| **Blei** | mg/kg TM | 37 | Z0 |
| **Cadmium** | mg/kg TM | 0,29 | Z0 |
| **Chrom ges.** | mg/kg TM | 14 | Z0 |
| **Kupfer** | mg/kg TM | 50 | Z1 |
| **Nickel** | mg/kg TM | 14 | Z0 |
| **Quecksilber** | mg/kg TM | <0,10 | Z0 |
| **Zink** | mg/kg TM | 167 | Z1 |
| **Eluat** | | | |
| **pH-Wert** | | 8,0 | Z0 |
| **Leitfähigkeit** | µS/cm | 499 | Z1.2 |
| **Chlorid** | mg/L | 0,71 | Z0 |
| **Sulfat** | mg/L | 179 | Z2 |
| **Arsen** | µg/L | 0,54 | Z0 |
| **Blei** | µg/L | 1,9 | Z0 |
| **Cadmium** | µg/L | <0,30 | Z0 |
| **Chrom ges.** | µg/L | <1,0 | Z0 |
| **Kupfer** | µg/L | 2,3 | Z0 |
| **Nickel** | µg/L | 1,1 | Z0 |
| **Quecksilber** | µg/L | <0,20 | Z0 |
| **Zink** | µg/L | 14 | Z0 |

Zuordnungswert in Klammern gilt nur in besonderen Fällen

GBA GBAGROUP ENVIRONMENT

**Prüfbericht-Nr.: 2020P40459 / 1**

**Verbesserung Hochwasserschutz Frankfurt / Oder**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Auftrag** | | 2040288 | |
| **Probe-Nr.** | | 001 | |
| **Material** | | Boden | |
| **Probenbezeichnung** | | **MP 1/19** | |
| **Summe PAK (EPA)** | mg/kg TM | 2,38 | Z0 |
| **Naphthalin** | mg/kg TM | <0,050 | --- |
| **Acenaphthylen** | mg/kg TM | <0,050 | --- |
| **Acenaphthen** | mg/kg TM | <0,050 | --- |
| **Fluoren** | mg/kg TM | <0,050 | --- |
| **Phenanthren** | mg/kg TM | 0,25 | --- |
| **Anthracen** | mg/kg TM | 0,078 | --- |
| **Fluoranthen** | mg/kg TM | 0,34 | --- |
| **Pyren** | mg/kg TM | 0,28 | --- |
| **Benz(a)anthracen** | mg/kg TM | 0,18 | --- |
| **Chrysen** | mg/kg TM | 0,23 | --- |
| **Benzo(b)fluoranthen** | mg/kg TM | 0,23 | --- |
| **Benzo(k)fluoranthen** | mg/kg TM | 0,18 | --- |
| **Benzo(a)pyren** | mg/kg TM | 0,18 | Z0 |
| **Indeno(1,2,3-cd)pyren** | mg/kg TM | 0,19 | --- |
| **Dibenz(ah)anthracen** | mg/kg TM | 0,054 | --- |
| **Benzo(g,h,i)perylen** | mg/kg TM | 0,19 | --- |

Zuordnungswert in Klammern gilt nur in besonderen Fällen

GBA GBAGROUP ENVIRONMENT

**Prüfbericht-Nr.: 2020P40459 / 1**

**Verbesserung Hochwasserschutz Frankfurt / Oder**

**Angewandte Verfahren und Bestimmungsgrenzen (BG)**

| Parameter | BG | Einheit | Methode |
|---|---|---|---|
| Trockenrückstand | 0,40 | Masse-% | DIN ISO 11465: 1996-12[a] 4 |
| TOC | 0,050 | Masse-% TM | DIN EN 13137: 2001-12 (als Einfachbest.)[a] 5 |
| Kohlenwasserstoffe | 100 | mg/kg TM | DIN EN ISO 16703: 2011-09[a]i.V.m. LAGA KW/04: 2009-12[a] 5 |
| mobiler Anteil bis C22 | 50 | mg/kg TM | DIN EN ISO 16703: 2011-09[a]i.V.m. LAGA KW/04: 2009-12[a] 5 |
| EOX | 1,0 | mg/kg TM | DIN 38414-17: 2017-01[a] 5 |
| Arsen | 1,0 | mg/kg TM | DIN EN 16171: 2017-01[a] 5 |
| Blei | 1,0 | mg/kg TM | DIN EN 16171: 2017-01[a] 5 |
| Cadmium | 0,10 | mg/kg TM | DIN EN 16171: 2017-01[a] 5 |
| Chrom ges. | 1,0 | mg/kg TM | DIN EN 16171: 2017-01[a] 5 |
| Kupfer | 1,0 | mg/kg TM | DIN EN 16171: 2017-01[a] 5 |
| Nickel | 1,0 | mg/kg TM | DIN EN 16171: 2017-01[a] 5 |
| Quecksilber | 0,10 | mg/kg TM | DIN EN 16171: 2017-01[a] 5 |
| Zink | 1,0 | mg/kg TM | DIN EN 16171: 2017-01[a] 5 |
| Eluat | | | DIN EN 12457-4: 2003-01[a] 4 |
| pH-Wert | | | DIN EN ISO 10523: 2012-04[a] 4 |
| Leitfähigkeit | 20 | µS/cm | DIN EN 27888: 1993-11[a] 4 |
| Chlorid | 0,60 | mg/L | DIN EN ISO 10304-1: 2009-07[a] 5 |
| Sulfat | 0,50 | mg/L | DIN EN ISO 10304-1: 2009-07[a] 5 |
| Arsen | 0,50 | µg/L | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01[a] 5 |
| Blei | 1,0 | µg/L | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01[a] 5 |
| Cadmium | 0,30 | µg/L | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01[a] 5 |
| Chrom ges. | 1,0 | µg/L | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01[a] 5 |
| Kupfer | 1,0 | µg/L | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01[a] 5 |
| Nickel | 1,0 | µg/L | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01[a] 5 |
| Quecksilber | 0,20 | µg/L | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01[a] 5 |
| Zink | 10 | µg/L | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01[a] 5 |
| Summe PAK (EPA) | | mg/kg TM | berechnet 5 |
| Naphthalin | 0,050 | mg/kg TM | DIN ISO 18287: 2006-05[a] 5 |
| Acenaphthylen | 0,050 | mg/kg TM | DIN ISO 18287: 2006-05[a] 5 |
| Acenaphthen | 0,050 | mg/kg TM | DIN ISO 18287: 2006-05[a] 5 |
| Fluoren | 0,050 | mg/kg TM | DIN ISO 18287: 2006-05[a] 5 |
| Phenanthren | 0,050 | mg/kg TM | DIN ISO 18287: 2006-05[a] 5 |
| Anthracen | 0,050 | mg/kg TM | DIN ISO 18287: 2006-05[a] 5 |
| Fluoranthen | 0,050 | mg/kg TM | DIN ISO 18287: 2006-05[a] 5 |
| Pyren | 0,050 | mg/kg TM | DIN ISO 18287: 2006-05[a] 5 |
| Benz(a)anthracen | 0,050 | mg/kg TM | DIN ISO 18287: 2006-05[a] 5 |
| Chrysen | 0,050 | mg/kg TM | DIN ISO 18287: 2006-05[a] 5 |
| Benzo(b)fluoranthen | 0,050 | mg/kg TM | DIN ISO 18287: 2006-05[a] 5 |
| Benzo(k)fluoranthen | 0,050 | mg/kg TM | DIN ISO 18287: 2006-05[a] 5 |
| Benzo(a)pyren | 0,050 | mg/kg TM | DIN ISO 18287: 2006-05[a] 5 |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren | 0,050 | mg/kg TM | DIN ISO 18287: 2006-05[a] 5 |
| Dibenz(ah)anthracen | 0,050 | mg/kg TM | DIN ISO 18287: 2006-05[a] 5 |
| Benzo(g,h,i)perylen | 0,050 | mg/kg TM | DIN ISO 18287: 2006-05[a] 5 |

Zuordnungswert in Klammern gilt nur in besonderen Fällen

Die mit [a] gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen können matrixbedingt variieren.
Untersuchungslabor: 4GBA Freiberg 5GBA Pinneberg

GBA GROUP ENVIRONMENT

GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH · Meißner Ring 3 · 09599 Freiberg

IBES
Baugrundinstitut Freiberg GmbH
Herr Kretschmer

Waisenhausstraße 10

**09599 Freiberg**

ISO 14001
ISO 45001
zertifiziert

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-14170-01-00

## Prüfbericht-Nr.: 2020P41065 / 1

| | |
|---|---|
| **Auftraggeber** | IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH |
| | |
| **Eingangsdatum** | 11.03.2020 |
| **Projekt** | Verbesserung Hochwasserschutz Frankfurt / Oder |
| **Material** | Boden |
| **Kennzeichnung** | siehe Tabelle |
| **Auftrag** | 70-19-181 |
| **Verpackung** | PE-Eimer |
| **Probenmenge** | siehe Tabelle |
| **Auftragsnummer** | 2040786 |
| **Probenahme** | durch den Auftraggeber |
| **Probentransport** | Kunde |
| **Labor** | GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH |
| **Prüfbeginn / -ende** | 11.03.2020 - 17.03.2020 |
| **Methoden** | siehe letzte Seite |
| **Unteraufträge** | keine |
| **Bemerkung** | keine |
| **Probenaufbewahrung** | Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben bis zwei Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt. |

Freiberg, 17.03.2020

i. A. P. Jedlicka

i. A. P. Jedlicka
Projektbearbeitung

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme übernommen, wenn die Proben nicht durch die GBA oder in ihrem Auftrag genommen wurden. In diesem Fall beziehen sich die Ergebnisse auf die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung der GBA darf der Prüfbericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln der GBA sind in den AGBs einzusehen.



GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Meißner Ring 3, 09599 Freiberg
Telefon +49 (0)3731 / 163083 - 0
Fax +49 (0)3731 / 163083 - 4
E-Mail freiberg@gba-group.de
www.gba-group.com

HypoVereinsbank
IBAN DE45 2003 0000 0050 4043 92
SWIFT BIC HYVEDEMM300
Commerzbank Hamburg
IBAN DE67 2004 0000 0449 6444 00
SWIFT-BIC COBADEHHXXX

Sitz der Gesellschaft:
Hamburg
Handelsregister:
Hamburg HRB 42774
USt-Id.Nr. DE 118 554 138
St.-Nr. 47/723/00196

Geschäftsführer:
Ralf Murzen,
Dr. Roland Bernerth,
Kai Plinke,
Dr. Dominik Obeloer

30 Jahre 1989–2019

GBA GBAGROUP ENVIRONMENT

**Prüfbericht-Nr.: 2020P41065 / 1**

**Verbesserung Hochwasserschutz Frankfurt / Oder**

**Zuordnungswerte gem. LAGA-Boden (M20, Fassung 2004)**

| Auftrag | | 2040786 | | 2040786 | | 2040786 | | 2040786 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Probe-Nr. | | 001 | | 002 | | 003 | | 004 | |
| Material | | Boden | | Boden | | Boden | | Boden | |
| Probenbezeichnung | | **MP 1/20** | | **MP 2/20** | | **MP 3/20** | | **MP 4/20** | |
| Probemenge | | 1,4 kg | | 0,9 kg | | 1,2 kg | | 1,0 kg | |
| Probeneingang | | 11.03.2020 | | 11.03.2020 | | 11.03.2020 | | 11.03.2020 | |
| Zuordnung gemäß | | Sand | | Sand | | Sand | | Sand | |
| Trockenrückstand | Masse-% | 89,8 | --- | 60,1 | --- | 89,0 | --- | 93,1 | --- |
| TOC | Masse-% TM | 0,10 | Z0 | 9,7 | >Z2 | 1,7 | Z2 | 2,8 | Z2 |
| Kohlenwasserstoffe | mg/kg TM | <100 | Z0 | <100 | Z0 | <100 | Z0 | <100 | Z0 |
| mobiler Anteil bis C22 | mg/kg TM | <50 | Z0 | <50 | Z0 | <50 | Z0 | <50 | Z0 |
| EOX | mg/kg TM | <1,0 | Z0 | <1,0 | Z0 | <1,0 | Z0 | <1,0 | Z0 |
| Arsen | mg/kg TM | 1,9 | Z0 | 48 | Z2 | 6,4 | Z0 | 8,0 | Z0 |
| Blei | mg/kg TM | 12 | Z0 | 26 | Z0 | 152 | Z1 | 87 | Z1 |
| Cadmium | mg/kg TM | <0,10 | Z0 | 0,21 | Z0 | 0,18 | Z0 | 0,23 | Z0 |
| Chrom ges. | mg/kg TM | 5,8 | Z0 | 12 | Z0 | 12 | Z0 | 20 | Z0 |
| Kupfer | mg/kg TM | 21 | Z1 | 32 | Z1 | 724 | >Z2 | 65 | Z1 |
| Nickel | mg/kg TM | 4,1 | Z0 | 7,2 | Z0 | 9,2 | Z0 | 38 | Z1 |
| Quecksilber | mg/kg TM | <0,10 | Z0 | 0,32 | Z1 | 0,32 | Z1 | 0,12 | Z1 |
| Zink | mg/kg TM | 18 | Z0 | 77 | Z1 | 127 | Z1 | 150 | Z1 |
| Eluat | | | | | | | | | |
| pH-Wert | | 8,4 | Z0 | 8,3 | Z0 | 8,0 | Z0 | 10,4 | Z1.2 |
| Leitfähigkeit | µS/cm | 93 | Z0 | 322 | Z1.2 | 281 | Z1.2 | 253 | Z1.2 |
| Chlorid | mg/L | 1,1 | Z0 | 4,8 | Z0 | 0,78 | Z0 | 5,2 | Z0 |
| Sulfat | mg/L | 6,8 | Z0 | 90 | Z2 | 85 | Z2 | 32 | Z1.2 |
| Arsen | µg/L | 1,8 | Z0 | 490 | >Z2 | 2,9 | Z0 | 14 | Z0 |
| Blei | µg/L | 1,2 | Z0 | <1,0 | Z0 | <1,0 | Z0 | <1,0 | Z0 |
| Cadmium | µg/L | <0,30 | Z0 | <0,30 | Z0 | <0,30 | Z0 | <0,30 | Z0 |
| Chrom ges. | µg/L | <1,0 | Z0 | <1,0 | Z0 | <1,0 | Z0 | 14 | Z1.2 |
| Kupfer | µg/L | 4,8 | Z0 | 2,4 | Z0 | 2,5 | Z0 | 12 | Z0 |
| Nickel | µg/L | <1,0 | Z0 | 1,8 | Z0 | <1,0 | Z0 | <1,0 | Z0 |
| Quecksilber | µg/L | <0,20 | Z0 | <0,20 | Z0 | <0,20 | Z0 | <0,20 | Z0 |
| Zink | µg/L | <10 | Z0 | <10 | Z0 | <10 | Z0 | <10 | Z0 |

Zuordnungswert in Klammern gilt nur in besonderen Fällen

GBA

GBAGROUP ENVIRONMENT

**Prüfbericht-Nr.: 2020P41065 / 1**

**Verbesserung Hochwasserschutz Frankfurt / Oder**

| Auftrag | | 2040786 | | 2040786 | | 2040786 | | 2040786 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Probe-Nr. | | 001 | | 002 | | 003 | | 004 | |
| Material | | Boden | | Boden | | Boden | | Boden | |
| Probenbezeichnung | | **MP 1/20** | | **MP 2/20** | | **MP 3/20** | | **MP 4/20** | |
| Summe PAK (EPA) | mg/kg TM | 33,0 | >Z2 | 769 | >Z2 | 1,86 | Z0 | 11,4 | Z2 |
| Naphthalin | mg/kg TM | <0,050 | --- | 8,3 | --- | 0,053 | --- | 0,059 | --- |
| Acenaphthylen | mg/kg TM | 0,067 | --- | 6,8 | --- | <0,050 | --- | 0,16 | --- |
| Acenaphthen | mg/kg TM | 1,0 | --- | 3,2 | --- | <0,050 | --- | 0,050 | --- |
| Fluoren | mg/kg TM | 1,8 | --- | 22 | --- | <0,050 | --- | 0,14 | --- |
| Phenanthren | mg/kg TM | 0,75 | --- | 250 | --- | 0,21 | --- | 1,4 | --- |
| Anthracen | mg/kg TM | 1,6 | --- | 11 | --- | 0,053 | --- | 0,38 | --- |
| Fluoranthen | mg/kg TM | 12 | --- | 160 | --- | 0,26 | --- | 1,7 | --- |
| Pyren | mg/kg TM | 8,4 | --- | 120 | --- | 0,21 | --- | 1,5 | --- |
| Benz(a)anthracen | mg/kg TM | 2,4 | --- | 27 | --- | 0,17 | --- | 0,96 | --- |
| Chrysen | mg/kg TM | 2,7 | --- | 30 | --- | 0,16 | --- | 1,0 | --- |
| Benzo(b)fluoranthen | mg/kg TM | 0,63 | --- | 32 | --- | 0,15 | --- | 0,93 | --- |
| Benzo(k)fluoranthen | mg/kg TM | 0,63 | --- | 25 | --- | 0,15 | --- | 0,85 | --- |
| Benzo(a)pyren | mg/kg TM | 0,55 | Z1 | 30 | >Z2 | 0,13 | Z0 | 0,88 | Z1 |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren | mg/kg TM | 0,21 | --- | 22 | --- | 0,16 | --- | 0,68 | --- |
| Dibenz(ah)anthracen | mg/kg TM | 0,061 | --- | 3,3 | --- | <0,050 | --- | 0,16 | --- |
| Benzo(g,h,i)perylen | mg/kg TM | 0,17 | --- | 18 | --- | 0,15 | --- | 0,60 | --- |

Zuordnungswert in Klammern gilt nur in besonderen Fällen

GBA

GBAGROUP ENVIRONMENT

**Prüfbericht-Nr.: 2020P41065 / 1**

**Verbesserung Hochwasserschutz Frankfurt / Oder**

**Angewandte Verfahren und Bestimmungsgrenzen (BG)**

| Parameter | BG | Einheit | Methode |
|---|---|---|---|
| Trockenrückstand | 0,40 | Masse-% | DIN ISO 11465: 1996-12[a] 4 |
| TOC | 0,050 | Masse-% TM | DIN EN 13137: 2001-12 (als Einfachbest.)[a] 5 |
| Kohlenwasserstoffe | 100 | mg/kg TM | DIN EN ISO 16703: 2011-09[a]i.V.m. LAGA KW/04: 2009-12[a] 5 |
| mobiler Anteil bis C22 | 50 | mg/kg TM | DIN EN ISO 16703: 2011-09[a]i.V.m. LAGA KW/04: 2009-12[a] 5 |
| EOX | 1,0 | mg/kg TM | DIN 38414-17: 2017-01[a] 5 |
| Arsen | 1,0 | mg/kg TM | DIN EN 16171: 2017-01[a] 5 |
| Blei | 1,0 | mg/kg TM | DIN EN 16171: 2017-01[a] 5 |
| Cadmium | 0,10 | mg/kg TM | DIN EN 16171: 2017-01[a] 5 |
| Chrom ges. | 1,0 | mg/kg TM | DIN EN 16171: 2017-01[a] 5 |
| Kupfer | 1,0 | mg/kg TM | DIN EN 16171: 2017-01[a] 5 |
| Nickel | 1,0 | mg/kg TM | DIN EN 16171: 2017-01[a] 5 |
| Quecksilber | 0,10 | mg/kg TM | DIN EN 16171: 2017-01[a] 5 |
| Zink | 1,0 | mg/kg TM | DIN EN 16171: 2017-01[a] 5 |
| Eluat | | | DIN EN 12457-4: 2003-01[a] 4 |
| pH-Wert | | | DIN EN ISO 10523: 2012-04[a] 4 |
| Leitfähigkeit | 20 | µS/cm | DIN EN 27888: 1993-11[a] 4 |
| Chlorid | 0,60 | mg/L | DIN EN ISO 10304-1: 2009-07[a] 5 |
| Sulfat | 0,50 | mg/L | DIN EN ISO 10304-1: 2009-07[a] 5 |
| Arsen | 0,50 | µg/L | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01[a] 5 |
| Blei | 1,0 | µg/L | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01[a] 5 |
| Cadmium | 0,30 | µg/L | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01[a] 5 |
| Chrom ges. | 1,0 | µg/L | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01[a] 5 |
| Kupfer | 1,0 | µg/L | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01[a] 5 |
| Nickel | 1,0 | µg/L | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01[a] 5 |
| Quecksilber | 0,20 | µg/L | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01[a] 5 |
| Zink | 10 | µg/L | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01[a] 5 |
| Summe PAK (EPA) | | mg/kg TM | berechnet 5 |
| Naphthalin | 0,050 | mg/kg TM | DIN ISO 18287: 2006-05[a] 5 |
| Acenaphthylen | 0,050 | mg/kg TM | DIN ISO 18287: 2006-05[a] 5 |
| Acenaphthen | 0,050 | mg/kg TM | DIN ISO 18287: 2006-05[a] 5 |
| Fluoren | 0,050 | mg/kg TM | DIN ISO 18287: 2006-05[a] 5 |
| Phenanthren | 0,050 | mg/kg TM | DIN ISO 18287: 2006-05[a] 5 |
| Anthracen | 0,050 | mg/kg TM | DIN ISO 18287: 2006-05[a] 5 |
| Fluoranthen | 0,050 | mg/kg TM | DIN ISO 18287: 2006-05[a] 5 |
| Pyren | 0,050 | mg/kg TM | DIN ISO 18287: 2006-05[a] 5 |
| Benz(a)anthracen | 0,050 | mg/kg TM | DIN ISO 18287: 2006-05[a] 5 |
| Chrysen | 0,050 | mg/kg TM | DIN ISO 18287: 2006-05[a] 5 |
| Benzo(b)fluoranthen | 0,050 | mg/kg TM | DIN ISO 18287: 2006-05[a] 5 |
| Benzo(k)fluoranthen | 0,050 | mg/kg TM | DIN ISO 18287: 2006-05[a] 5 |
| Benzo(a)pyren | 0,050 | mg/kg TM | DIN ISO 18287: 2006-05[a] 5 |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren | 0,050 | mg/kg TM | DIN ISO 18287: 2006-05[a] 5 |
| Dibenz(ah)anthracen | 0,050 | mg/kg TM | DIN ISO 18287: 2006-05[a] 5 |
| Benzo(g,h,i)perylen | 0,050 | mg/kg TM | DIN ISO 18287: 2006-05[a] 5 |

Zuordnungswert in Klammern gilt nur in besonderen Fällen

Die mit [a] gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen können matrixbedingt variieren.
Untersuchungslabor: 4GBA Freiberg 5GBA Pinneberg

GBA GROUP ENVIRONMENT

GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH · Meißner Ring 3 · 09599 Freiberg

IBES
Baugrundinstitut Freiberg GmbH
Herr Kretschmer

Waisenhausstraße 10

**09599 Freiberg**

ISO 14001
ISO 45001
zertifiziert

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-14170-01-00

## Prüfbericht-Nr.: 2020P41065 / 2

| | |
|---|---|
| **Auftraggeber** | IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH |
| | |
| **Eingangsdatum** | 11.03.2020 |
| **Projekt** | Verbesserung Hochwasserschutz Frankfurt / Oder |
| **Material** | Boden |
| **Kennzeichnung** | siehe Tabelle |
| **Auftrag** | 70-19-181 |
| **Verpackung** | PE-Eimer |
| **Probenmenge** | siehe Tabelle |
| **Auftrags.-Nr.** | 2040786 |
| **Probenahme** | durch den Auftraggeber |
| **Probentransport** | Kunde |
| **Labor** | GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH |
| **Prüfbeginn / -ende** | 11.03.2020 - 27.03.2020 |
| **Methoden** | siehe letzte Seite |
| **Unteraufträge** | keine |
| **Bemerkung** | Dieser Prüfbericht ergänzt den Prüfbericht-Nr. 2020P41065/1. |
| **Probenaufbewahrung** | Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben vier Wochen aufbewahrt. |

Freiberg, 27.03.2020

i. A. P. Jedlicka

i. A. P. Jedlicka
Projektbearbeitung

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme übernommen, wenn die Proben nicht durch die GBA oder in ihrem Auftrag genommen wurden. In diesem Fall beziehen sich die Ergebnisse auf die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung der GBA darf der Prüfbericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln der GBA sind in den AGBs einzusehen.



GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Meißner Ring 3, 09599 Freiberg
Telefon +49 (0)3731 / 163083 - 0
Fax +49 (0)3731 / 163083 - 4
E-Mail freiberg@gba-group.de
www.gba-group.com

HypoVereinsbank
IBAN DE45 2003 0000 0050 4043 92
SWIFT BIC HYVEDEMM300
Commerzbank Hamburg
IBAN DE67 2004 0000 0449 6444 00
SWIFT-BIC COBADEHHXXX

Sitz der Gesellschaft:
Hamburg
Handelsregister:
Hamburg HRB 42774
USt-Id.Nr. DE 118 554 138
St.-Nr. 47/723/00196

Geschäftsführer:
Ralf Murzen,
Dr. Roland Bernerth,
Kai Plinke,
Dr. Dominik Obeloer

30 Jahre 1989–2019

GBA GBAGROUP ENVIRONMENT

**Prüfbericht-Nr.: 2020P41065 / 2**

**Verbesserung Hochwasserschutz Frankfurt / Oder**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Auftrag** | | 2040786 | 2040786 | 2040786 |
| **Probe-Nr.** | | 001 | 002 | 003 |
| **Material** | | Boden | Boden | Boden |
| **Probenbezeichnung** | | **MP 1/20** | **MP 2/20** | **MP 3/20** |
| **Probemenge** | | 1,4 kg | 0,9 kg | 1,2 kg |
| **Probeneingang** | | 11.03.2020 | 11.03.2020 | 11.03.2020 |
| ***Analysenergebnisse*** | ***Einheit*** | | | |
| Trockenrückstand | **Masse-%** | 89,8 | 60,1 | 89,0 |
| TOC | **Masse-% TM** | 0,10 | 9,7 | 1,7 |
| Kohlenwasserstoffe | **mg/kg TM** | <100 | <100 | <100 |
| mobiler Anteil bis C22 | **mg/kg TM** | <50 | <50 | <50 |
| EOX | **mg/kg TM** | <1,0 | <1,0 | <1,0 |
| Arsen | **mg/kg TM** | 1,9 | 48 | 6,4 |
| Blei | **mg/kg TM** | 12 | 26 | 152 |
| Cadmium | **mg/kg TM** | <0,10 | 0,21 | 0,18 |
| Chrom ges. | **mg/kg TM** | 5,8 | 12 | 12 |
| Kupfer | **mg/kg TM** | 21 | 32 | 724 |
| Nickel | **mg/kg TM** | 4,1 | 7,2 | 9,2 |
| Quecksilber | **mg/kg TM** | <0,10 | 0,32 | 0,32 |
| Zink | **mg/kg TM** | 18 | 77 | 127 |
| Eluat | | | | |
| pH-Wert | | 8,4 | 8,3 | 8,0 |
| Leitfähigkeit | **µS/cm** | 93 | 322 | 281 |
| Chlorid | **mg/L** | 1,1 | 4,8 | 0,78 |
| Sulfat | **mg/L** | 6,8 | 90 | 85 |
| Arsen | **µg/L** | 1,8 | 490 | 2,9 |
| Blei | **µg/L** | 1,2 | <1,0 | <1,0 |
| Cadmium | **µg/L** | <0,30 | <0,30 | <0,30 |
| Chrom ges. | **µg/L** | <1,0 | <1,0 | <1,0 |
| Kupfer | **µg/L** | 4,8 | 2,4 | 2,5 |
| Nickel | **µg/L** | <1,0 | 1,8 | <1,0 |
| Quecksilber | **µg/L** | <0,20 | <0,20 | <0,20 |
| Zink | **µg/L** | <10 | <10 | <10 |

GBA GROUP ENVIRONMENT

**Prüfbericht-Nr.: 2020P41065 / 2**

**Verbesserung Hochwasserschutz Frankfurt / Oder**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Auftrag** | | 2040786 | 2040786 | 2040786 |
| **Probe-Nr.** | | 001 | 002 | 003 |
| **Material** | | Boden | Boden | Boden |
| **Probenbezeichnung** | | **MP 1/20** | **MP 2/20** | **MP 3/20** |
| **Probemenge** | | 1,4 kg | 0,9 kg | 1,2 kg |
| **Probeneingang** | | 11.03.2020 | 11.03.2020 | 11.03.2020 |
| ***Analysenergebnisse*** | ***Einheit*** | | | |
| Summe PAK (EPA) | mg/kg TM | 33,0 | 769 | 1,86 |
| Naphthalin | mg/kg TM | <0,050 | 8,3 | 0,053 |
| Acenaphthylen | mg/kg TM | 0,067 | 6,8 | <0,050 |
| Acenaphthen | mg/kg TM | 1,0 | 3,2 | <0,050 |
| Fluoren | mg/kg TM | 1,8 | 22 | <0,050 |
| Phenanthren | mg/kg TM | 0,75 | 250 | 0,21 |
| Anthracen | mg/kg TM | 1,6 | 11 | 0,053 |
| Fluoranthen | mg/kg TM | 12 | 160 | 0,26 |
| Pyren | mg/kg TM | 8,4 | 120 | 0,21 |
| Benz(a)anthracen | mg/kg TM | 2,4 | 27 | 0,17 |
| Chrysen | mg/kg TM | 2,7 | 30 | 0,16 |
| Benzo(b)fluoranthen | mg/kg TM | 0,63 | 32 | 0,15 |
| Benzo(k)fluoranthen | mg/kg TM | 0,63 | 25 | 0,15 |
| Benzo(a)pyren | mg/kg TM | 0,55 | 30 | 0,13 |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren | mg/kg TM | 0,21 | 22 | 0,16 |
| Dibenz(ah)anthracen | mg/kg TM | 0,061 | 3,3 | <0,050 |
| Benzo(g,h,i)perylen | mg/kg TM | 0,17 | 18 | 0,15 |
| Parameter gem. DepV - DK I - III (2013) | | | | |
| Glühverlust | Masse-% TM | 0,6 | 18,8 | 2,9 |
| Lipophile Stoffe | Masse-% | <0,010 | 0,038 | <0,010 |
| Säureneutralisationskapazität | mmol/kg | 59 | 311 | 130 |
| DOC | mg/L | 2,6 | 8,9 | 2,5 |
| Cyanid l. freis. (CFA) | mg/L | <0,0050 | <0,0050 | <0,0050 |
| Fluorid | mg/L | 0,22 | 0,24 | 0,24 |
| Ges.-Gehalt an gel. Feststoffen | mg/L | <100 | 297 | 224 |
| Barium | mg/L | 0,0065 | 0,026 | 0,031 |
| Molybdän | mg/L | 0,0028 | 0,012 | 0,0032 |
| Antimon | mg/L | <0,0010 | 0,0080 | 0,0031 |
| Selen | mg/L | <0,0020 | <0,0020 | <0,0020 |
| Phenolindex | mg/L | <0,0050 | <0,0050 | <0,0050 |

GBA GROUP ENVIRONMENT

**Prüfbericht-Nr.: 2020P41065 / 2**

**Verbesserung Hochwasserschutz Frankfurt / Oder**

**Angewandte Verfahren und Bestimmungsgrenzen (BG)**

| Parameter | BG | Einheit | Methode |
|---|---|---|---|
| Trockenrückstand | 0,40 | Masse-% | DIN ISO 11465: 1996-12[a] 4 |
| TOC | 0,050 | Masse-% TM | DIN EN 13137: 2001-12 (als Einfachbest.)[a] 5 |
| Kohlenwasserstoffe | 100 | mg/kg TM | DIN EN ISO 16703: 2011-09[a]i.V.m. LAGA KW/04: 2009-12[a] 5 |
| mobiler Anteil bis C22 | 50 | mg/kg TM | DIN EN ISO 16703: 2011-09[a]i.V.m. LAGA KW/04: 2009-12[a] 5 |
| EOX | 1,0 | mg/kg TM | DIN 38414-17: 2017-01[a] 5 |
| Arsen | 1,0 | mg/kg TM | DIN EN 16171: 2017-01[a] 5 |
| Blei | 1,0 | mg/kg TM | DIN EN 16171: 2017-01[a] 5 |
| Cadmium | 0,10 | mg/kg TM | DIN EN 16171: 2017-01[a] 5 |
| Chrom ges. | 1,0 | mg/kg TM | DIN EN 16171: 2017-01[a] 5 |
| Kupfer | 1,0 | mg/kg TM | DIN EN 16171: 2017-01[a] 5 |
| Nickel | 1,0 | mg/kg TM | DIN EN 16171: 2017-01[a] 5 |
| Quecksilber | 0,10 | mg/kg TM | DIN EN 16171: 2017-01[a] 5 |
| Zink | 1,0 | mg/kg TM | DIN EN 16171: 2017-01[a] 5 |
| Eluat | | | DIN EN 12457-4: 2003-01[a] 4 |
| pH-Wert | | | DIN EN ISO 10523: 2012-04[a] 4 |
| Leitfähigkeit | 20 | µS/cm | DIN EN 27888: 1993-11[a] 4 |
| Chlorid | 0,60 | mg/L | DIN EN ISO 10304-1: 2009-07[a] 5 |
| Sulfat | 0,50 | mg/L | DIN EN ISO 10304-1: 2009-07[a] 5 |
| Arsen | 0,50 | µg/L | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01[a] 5 |
| Blei | 1,0 | µg/L | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01[a] 5 |
| Cadmium | 0,30 | µg/L | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01[a] 5 |
| Chrom ges. | 1,0 | µg/L | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01[a] 5 |
| Kupfer | 1,0 | µg/L | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01[a] 5 |
| Nickel | 1,0 | µg/L | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01[a] 5 |
| Quecksilber | 0,20 | µg/L | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01[a] 5 |
| Zink | 10 | µg/L | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01[a] 5 |
| Summe PAK (EPA) | | mg/kg TM | berechnet 5 |
| Naphthalin | 0,050 | mg/kg TM | DIN ISO 18287: 2006-05[a] 5 |
| Acenaphthylen | 0,050 | mg/kg TM | DIN ISO 18287: 2006-05[a] 5 |
| Acenaphthen | 0,050 | mg/kg TM | DIN ISO 18287: 2006-05[a] 5 |
| Fluoren | 0,050 | mg/kg TM | DIN ISO 18287: 2006-05[a] 5 |
| Phenanthren | 0,050 | mg/kg TM | DIN ISO 18287: 2006-05[a] 5 |
| Anthracen | 0,050 | mg/kg TM | DIN ISO 18287: 2006-05[a] 5 |
| Fluoranthen | 0,050 | mg/kg TM | DIN ISO 18287: 2006-05[a] 5 |
| Pyren | 0,050 | mg/kg TM | DIN ISO 18287: 2006-05[a] 5 |
| Benz(a)anthracen | 0,050 | mg/kg TM | DIN ISO 18287: 2006-05[a] 5 |
| Chrysen | 0,050 | mg/kg TM | DIN ISO 18287: 2006-05[a] 5 |
| Benzo(b)fluoranthen | 0,050 | mg/kg TM | DIN ISO 18287: 2006-05[a] 5 |
| Benzo(k)fluoranthen | 0,050 | mg/kg TM | DIN ISO 18287: 2006-05[a] 5 |
| Benzo(a)pyren | 0,050 | mg/kg TM | DIN ISO 18287: 2006-05[a] 5 |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren | 0,050 | mg/kg TM | DIN ISO 18287: 2006-05[a] 5 |
| Dibenz(ah)anthracen | 0,050 | mg/kg TM | DIN ISO 18287: 2006-05[a] 5 |
| Benzo(g,h,i)perylen | 0,050 | mg/kg TM | DIN ISO 18287: 2006-05[a] 5 |

GBA

GBAGROUP ENVIRONMENT

**Prüfbericht-Nr.: 2020P41065 / 2**

**Verbesserung Hochwasserschutz Frankfurt / Oder**

**Angewandte Verfahren und Bestimmungsgrenzen (BG)**

| Parameter | BG | Einheit | Methode |
|---|---|---|---|
| Parameter gem. DepV - DK I - III (2013) | | | |
| Glühverlust | 0,10 | Masse-% TM | DIN EN 15169: 2007-05[a] 4 |
| Lipophile Stoffe | 0,010 | Masse-% | LAGA KW/04: 2009-12[a] 5 |
| Säureneutralisationskapazität | | mmol/kg | LAGA EW 98p: 2017-09[a] 4 |
| DOC | 1,0 | mg/L | DIN EN 1484: 1997-08[a] 5 |
| Cyanid l. freis. (CFA) | 0,0050 | mg/L | DIN EN ISO 14403-2 (D3): 2012-10[a] 5 |
| Fluorid | 0,15 | mg/L | DIN EN ISO 10304-1: 2009-07[a] 5 |
| Ges.-Gehalt an gel. Feststoffen | 100 | mg/L | DIN 38409-2: 1987-03[a] 4 |
| Barium | 0,0010 | mg/L | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01[a] 5 |
| Molybdän | 0,0010 | mg/L | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01[a] 5 |
| Antimon | 0,0010 | mg/L | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01[a] 5 |
| Selen | 0,0020 | mg/L | DIN EN ISO 17294-2: 2017-01[a] 5 |
| Phenolindex | 0,0050 | mg/L | DIN EN ISO 14402: 1999-12[a] 5 |

Die mit [a] gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen können matrixbedingt variieren.

Untersuchungslabor: 4GBA Freiberg 5GBA Pinneberg

GBA GROUP ENVIRONMENT

GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH · Meißner Ring 3 · 09599 Freiberg

IBES
Baugrundinstitut Freiberg GmbH
Herr Kretschmer
Waisenhausstraße 10

ISO 14001
ISO 45001
zertifiziert

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-14170-01-00

**09599 Freiberg**

## Prüfbericht-Nr.: 2020P40460 / 1

| | |
|---|---|
| **Auftraggeber** | IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH |
| | |
| **Eingangsdatum** | 29.01.2020 |
| **Projekt** | Verbesserung Hochwasserschutz Frankfurt / Oder |
| **Material** | Schluff |
| **Kennzeichnung** | G6 aus KRB 5/19 |
| **Auftrag** | 70-19-181 |
| **Verpackung** | PE-Eimer |
| **Probenmenge** | ca 30 g |
| **GBA-Nummer** | **2040289** |
| **Probenahme** | durch den Auftraggeber |
| **Probentransport** | Kunde |
| **Labor** | GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH |
| **Prüfbeginn** | 29.01.2020 |
| **Prüfende** | 04.02.2020 |
| **Methoden** | siehe Anlage |
| **Unteraufträge** | keine |
| **Bemerkung** | keine |
| **Probenaufbewahrung** | Wenn nicht anders vereinbart, werden Bodenproben drei Monate und Wasserproben vier Wochen aufbewahrt. |

Freiberg, 04.02.2020

i. A. P. Jedlicka

i. A. P. Jedlicka
Projektbearbeitung

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme übernommen, wenn die Proben nicht durch die GBA oder in ihrem Auftrag genommen wurden. In diesem Fall beziehen sich die Ergebnisse auf die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung der GBA darf der Prüfbericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln der GBA sind in den AGBs einzusehen.



GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Meißner Ring 3, 09599 Freiberg
Telefon +49 (0)3731 / 163083 - 0
Fax +49 (0)3731 / 163083 - 4
E-Mail freiberg@gba-group.de
www.gba-group.com

HypoVereinsbank
IBAN DE45 2003 0000 0050 4043 92
SWIFT BIC HYVEDEMM300
Commerzbank Hamburg
IBAN DE67 2004 0000 0449 6444 00
SWIFT-BIC COBADEHHXXX

Sitz der Gesellschaft:
Hamburg
Handelsregister:
Hamburg HRB 42774
USt-Id.Nr. DE 118 554 138
St.-Nr. 47/723/00196

Geschäftsführer:
Ralf Murzen,
Dr. Roland Bernerth,
Kai Plinke,
Dr. Dominik Obeloer

30 Jahre 1989–2019

GBA GBAGROUP ENVIRONMENT

**Prüfbericht-Nr.: 2020P40460 / 1**

**Verbesserung Hochwasserschutz Frankfurt / Oder**

| | | |
|---|---|---|
| **GBA-Nummer** | | 2040289 |
| **Probe-Nr.** | | 001 |
| **Material** | | Schluff |
| **Probenbezeichnung** | | **G6 aus KRB 5/19** |
| **Probemenge** | | ca 30 g |
| **Probeneingang** | | 29.01.2020 |
| | | |
| ***Analysenergebnisse*** | ***Einheit*** | |
| Trockenrückstand | Masse-% | 48,2 |
| Glühverlust | Masse-% TM | 17,8 |

**Prüfbericht-Nr.: 2020P40460 / 1**

**Angewandte Verfahren und Bestimmungsgrenzen (BG)**

| Parameter | BG | Einheit | Methode |
|---|---|---|---|
| Trockenrückstand | 0,4 | Masse-% | DIN ISO 11465: 1996-12[a] [4] |
| Glühverlust | 0,1 | Masse-% TM | DIN EN 15935: 2012-11[a] [4] |

Die mit [a] gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen können matrixbedingt variieren.
Untersuchungslabor: [4]GBA Freiberg

GBA GROUP ENVIRONMENT

GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH · Meißner Ring 3 · 09599 Freiberg

ISO 14001
ISO 45001
zertifiziert

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-14170-01-00

IBES
Baugrundinstitut Freiberg GmbH
Herr Kretschmer

Waisenhausstraße 10

**09599 Freiberg**

## Prüfbericht-Nr.: 2020P41234 / 1

| | |
|---|---|
| **Auftraggeber** | IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH |
| | |
| **Eingangsdatum** | 25.03.2020 |
| **Projekt** | Verbesserung Hochwasserschutz Frankfurt / Oder |
| **Material** | Boden |
| **Kennzeichnung** | siehe Tabelle |
| **Auftrag** | 70-19-181 |
| **Verpackung** | PE-Becher |
| **Probenmenge** | siehe Tabelle |
| **Auftragsnummer** | 2040953 |
| **Probenahme** | durch den Auftraggeber |
| **Probentransport** | Kunde |
| **Labor** | GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH |
| **Prüfbeginn / -ende** | 25.03.2020 - 30.03.2020 |
| **Methoden** | siehe letzte Seite |
| **Unteraufträge** | keine |
| **Bemerkung** | keine |
| **Probenaufbewahrung** | Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben vier Wochen aufbewahrt. |

Freiberg, 30.03.2020

i. A. P. Jedlicka

i. A. P. Jedlicka
Projektbearbeitung

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme übernommen, wenn die Proben nicht durch die GBA oder in ihrem Auftrag genommen wurden. In diesem Fall beziehen sich die Ergebnisse auf die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung der GBA darf der Prüfbericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln der GBA sind in den AGBs einzusehen.



GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Meißner Ring 3, 09599 Freiberg
Telefon +49 (0)3731 / 163083 - 0
Fax +49 (0)3731 / 163083 - 4
E-Mail freiberg@gba-group.de
www.gba-group.com

HypoVereinsbank
IBAN DE45 2003 0000 0050 4043 92
SWIFT BIC HYVEDEMM300
Commerzbank Hamburg
IBAN DE67 2004 0000 0449 6444 00
SWIFT-BIC COBADEHHXXX

Sitz der Gesellschaft:
Hamburg
Handelsregister:
Hamburg HRB 42774
USt-Id.Nr. DE 118 554 138
St.-Nr. 47/723/00196

Geschäftsführer:
Ralf Murzen,
Dr. Roland Bernerth,
Kai Plinke,
Dr. Dominik Obeloer

30 Jahre 1989–2019

GBA GBAGROUP ENVIRONMENT

**Prüfbericht-Nr.: 2020P41234 / 1**

**Verbesserung Hochwasserschutz Frankfurt / Oder**

| **Auftrag** | | 2040953 | 2040953 | 2040953 |
|---|---|---|---|---|
| **Probe-Nr.** | | 001 | 002 | 003 |
| **Material** | | Boden | Boden | Boden |
| **Probenbezeichnung** | | **B2/20 11,6 - 11,9 m** | **B3A/20 12,0 - 12,3 m** | **B3A/20 14,1 - 14,4 m** |
| **Probemenge** | | 470 g | 560 g | 770 g |
| **Probeneingang** | | 25.03.2020 | 25.03.2020 | 25.03.2020 |
| ***Analysenergebnisse*** | ***Einheit*** | | | |
| **Trockenrückstand** | **Masse-%** | 73,2 | 72,3 | 68,3 |
| **Glühverlust** | **Masse-% TM** | 8,5 | 9,8 | 14,9 |

| **Auftrag** | | 2040953 | 2040953 | 2040953 |
|---|---|---|---|---|
| **Probe-Nr.** | | 004 | 005 | 006 |
| **Material** | | Boden | Boden | Boden |
| **Probenbezeichnung** | | **B4/20 8,1 - 8,4 m** | **B4/20 9,5 - 10,4 m** | **B5/20 23,4 - 23,65 m** |
| **Probemenge** | | 510 | 400 g | 610 g |
| **Probeneingang** | | 25.03.2020 | 25.03.2020 | 25.03.2020 |
| ***Analysenergebnisse*** | ***Einheit*** | | | |
| **Trockenrückstand** | **Masse-%** | 63,0 | 89,1 | 80,6 |
| **Glühverlust** | **Masse-% TM** | 28,1 | 2,7 | 7,8 |

**Angewandte Verfahren und Bestimmungsgrenzen (BG)**

| **Parameter** | **BG** | **Einheit** | **Methode** |
|---|---|---|---|
| Trockenrückstand | 0,40 | Masse-% | DIN ISO 11465: 1996-12[a] 4 |
| Glühverlust | 0,10 | Masse-% TM | DIN EN 15935: 2012-11[a] 4 |

Die mit [a] gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen können matrixbedingt variieren.

Untersuchungslabor: 4GBA Freiberg

Zentrum für angewandte Forschung und Technologie
ZAFT e. V. an der HTW Dresden
Fachgebiet Geotechnik

**Geotechnik Labor**

Friedrich-List-Platz 1
01069 Dresden
Telefon: 0351 462 3435
Telefax: 0351 462 2165
e-mail: geotech@htw-dresden.de

# Bericht Nr. 20038zl
## Labor-Bericht: Prüfergebnisse

| | | |
|---|---|---|
| Projekt | : | HWS, Uferpromenade |
| Projekt-Nr. | : | 70-19-181 |
| Auftraggeber | : | IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH<br>Waisenhausstraße 10<br>09599 Freiberg |
| Bearbeiter | : | Dipl.-Ing. Carsten Lauer |
| Laborbericht Nr. | : | 20038zl |
| Datum | : | 18. März 2020 |

i. A. Lauer

Prof. Dr.-Ing. habil. J. Engel
Leiter des Fachgebiets Geotechnik

Zentrum für angewandte Forschung und Technologie
ZAFT e. V. an der HTW Dresden
Fachgebiet Geotechnik

**Geotechnik Labor**

Friedrich-List-Platz 1
01069 Dresden
Telefon: 0351 462 3435
Telefax: 0351 462 2165
e-mail: geotech@htw-dresden.de

| | | | |
|---|---|---|---|
| Auftragsnr. (Labor): | 20038zl | Projekt: | HWS, Uferpromenade |
| Auftragsnr. (A.geber): | 70-19-181 | Ort: | Frankfurt (Oder) |
| | | Anlage: | |



## Kennwertübersicht

| Labor Nr. | Aufschluss | OKG [m] | UKG [m] | $w$ [-] | $LAK$ [g/Mg] |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | B 3a | 1.50 | 3.80 | 0.0211 | 690.0 |
| 2 | B 3a | 22.00 | 25.00 | 0.0716 | 905.8 |
| 3 | B 6 | 0.20 | 3.50 | 0.0272 | 854.1 |
| 4 | B 6 | 14.00 | 17.00 | 0.0379 | 1168.0 |
| 5 | B 7 | 21.00 | 25.00 | 0.0392 | 1075.9 |

Zentrum für angewandte Forschung und Technologie
ZAFT e. V. an der HTW Dresden
Fachgebiet Geotechnik

**Geotechnik Labor**

Friedrich-List-Platz 1
01069 Dresden
Telefon: 0351 462 3435
Telefax: 0351 462 2165
e-mail: geotech@htw-dresden.de

## Bestimmung durch Ofentrocknung

Benennung :
Beschreibung :
Bodengruppe :

Bemerkung :

| | | |
|---|---|---|
| **Mittlerer Kennwert** | **0.0211** | **[-]** |
| Versuchsanzahl | 1 | |
| Standardabweichung | 0 | |

| $m + m_B$ [g] | $m_d + m_B$ [g] | $m_B$ [g] | $m_w$ [g] | $m_d$ [g] | $w$ [-] |
|---|---|---|---|---|---|
| 14398.600 | 14121.100 | 947.700 | 277.500 | 13173.400 | 0.0211 |

Bestimmung des Wassergehaltes

| | |
|---|---|
| Probe Nr.: 1 | Probenbez.: |
| Aufschluss: B 3a | Entnahmedatum: |
| Tiefe u. Gel.: 1.50 - 3.80 m | Probenqualität DIN 4021: 3 |
| Versuch Nummer: 1 | Versuchsdatum: |

Auftragsnr.(Labor): 20038zl
Auftragsnr.(A.geber): 70-19-181
Projekt: HWS, Uferpromenade
Ort: Frankfurt (Oder)
Anlage:

Zentrum für angewandte Forschung und Technologie
ZAFT e. V. an der HTW Dresden
Fachgebiet Geotechnik

**Geotechnik Labor**

Friedrich-List-Platz 1
01069 Dresden
Telefon: 0351 462 3435
Telefax: 0351 462 2165
e-mail: geotech@htw-dresden.de

## Abrasivitätsindex (LCPC)

Benennung :
Beschreibung :
Bodengruppe :

Bemerkung :

### Ausgangskörnung

| | | |
|---|---|---|
| $m_{ges}$ | 13173.500 | [g] |
| $m_{4mm}$ | 5458.600 | [g] |
| $m_{4-6,3mm}$ | 1276.400 | [g] |
| $m_{6,3mm}$ | 6438.600 | [g] |

### Versuchsergebnisse

| | | 1 |
|---|---|---|
| $m_{F,0}$ | [g] | 46.839 |
| $m_F$ | [g] | 46.494 |
| $m_{Probe}$ | [g] | 500.020 |
| $m_{<1,6mm}$ | [g] | 184.780 |
| | | |
| $LAK$ | [g/t] | 690.0 |
| $LBR$ | [%] | 37.0 |

LCPC
Probe Nr.: 1
Aufschluss: B 3a
Tiefe u. Gel.: 1.50 - 3.80 m
Versuch Nummer: 1
Probenbez.:
Entnahmedatum:
Probenqualität DIN 4021: 3
Versuchsdatum:

Auftragsnr.(Labor): 20038zl
Auftragsnr.(A.geber): 70-19-181
Projekt: HWS, Uferpromenade
Ort: Frankfurt (Oder)
Anlage:

Datum: 2020-03-18 11:19:06 Schema: s2-gtp-brs Datensatz: 601

Zentrum für angewandte Forschung und Technologie
ZAFT e. V. an der HTW Dresden
Fachgebiet Geotechnik

**Geotechnik Labor**

Friedrich-List-Platz 1
01069 Dresden
Telefon: 0351 462 3435
Telefax: 0351 462 2165
e-mail: geotech@htw-dresden.de

## Bestimmung durch Ofentrocknung

Benennung :
Beschreibung :
Bodengruppe :

Bemerkung :

| | | |
|---|---|---|
| **Mittlerer Kennwert** | **0.0716** | **[-]** |
| Versuchsanzahl | 1 | |
| Standardabweichung | 0 | |

| $m + m_B$ [g] | $m_d + m_B$ [g] | $m_B$ [g] | $m_w$ [g] | $m_d$ [g] | $w$ [-] |
|---|---|---|---|---|---|
| 8174.400 | 7666.100 | 563.800 | 508.300 | 7102.300 | 0.0716 |

Bestimmung des Wassergehaltes

| | |
|---|---|
| Probe Nr.: 2 | Probenbez.: |
| Aufschluss: B 3a | Entnahmedatum: |
| Tiefe u. Gel.: 22.00 - 25.00 m | Probenqualität DIN 4021: 3 |
| Versuch Nummer: 1 | Versuchsdatum: |

Auftragsnr.(Labor): 20038zl
Auftragsnr.(A.geber): 70-19-181
Projekt: HWS, Uferpromenade
Ort: Frankfurt (Oder)
Anlage:

Zentrum für angewandte Forschung und Technologie
ZAFT e. V. an der HTW Dresden
Fachgebiet Geotechnik

**Geotechnik Labor**

Friedrich-List-Platz 1
01069 Dresden
Telefon: 0351 462 3435
Telefax: 0351 462 2165
e-mail: geotech@htw-dresden.de

## Abrasivitätsindex (LCPC)

Benennung :
Beschreibung :
Bodengruppe :

Bemerkung :

### Ausgangskörnung

| | | |
|---|---|---|
| $m_{ges}$ | 13278.100 | [g] |
| $m_{4mm}$ | 9730.400 | [g] |
| $m_{4-6,3mm}$ | 509.770 | [g] |
| $m_{6,3mm}$ | 3033.700 | [g] |

### Versuchsergebnisse

| | | 1 |
|---|---|---|
| $m_{F,0}$ | [g] | 46.860 |
| $m_F$ | [g] | 46.407 |
| $m_{Probe}$ | [g] | 500.090 |
| $m_{<1,6mm}$ | [g] | 196.590 |
| | | |
| $LAK$ | [g/t] | 905.8 |
| $LBR$ | [%] | 39.3 |

| | | |
|---|---|---|
| LCPC | | Auftragsnr.(Labor): 20038zl |
| Probe Nr.: 2 | Probenbez.: | Auftragsnr.(A.geber): 70-19-181 |
| Aufschluss: B 3a | Entnahmedatum: | Projekt: HWS, Uferpromenade |
| Tiefe u. Gel.: 22.00 - 25.00 m | Probenqualität DIN 4021: 3 | Ort: Frankfurt (Oder) |
| Versuch Nummer: 1 | Versuchsdatum: 18.03.2020 | Anlage: |

Datum: 2020-03-18 11:19:06 Schema: s2-gtp-brs Datensatz: 602

Zentrum für angewandte Forschung und Technologie
ZAFT e. V. an der HTW Dresden
Fachgebiet Geotechnik

**Geotechnik Labor**

Friedrich-List-Platz 1
01069 Dresden
Telefon: 0351 462 3435
Telefax: 0351 462 2165
e-mail: geotech@htw-dresden.de

## Bestimmung durch Ofentrocknung

Benennung :
Beschreibung :
Bodengruppe :

Bemerkung :

| | | |
|---|---|---|
| **Mittlerer Kennwert** | **0.0272** | [-] |
| Versuchsanzahl | 1 | |
| Standardabweichung | 0 | |

| $m + m_B$ [g] | $m_d + m_B$ [g] | $m_B$ [g] | $m_w$ [g] | $m_d$ [g] | $w$ [-] |
|---|---|---|---|---|---|
| 13254.000 | 12923.200 | 768.400 | 330.800 | 12154.800 | 0.0272 |

Bestimmung des Wassergehaltes

| | |
|---|---|
| Probe Nr.: 3 | Probenbez.: |
| Aufschluss: B 6 | Entnahmedatum: |
| Tiefe u. Gel.: 0.20 - 3.50 m | Probenqualität DIN 4021: 3 |
| Versuch Nummer: 1 | Versuchsdatum: |

Auftragsnr.(Labor): 20038zl
Auftragsnr.(A.geber): 70-19-181
Projekt: HWS, Uferpromenade
Ort: Frankfurt (Oder)
Anlage:

Zentrum für angewandte Forschung und Technologie
ZAFT e. V. an der HTW Dresden
Fachgebiet Geotechnik

**Geotechnik Labor**

Friedrich-List-Platz 1
01069 Dresden
Telefon: 0351 462 3435
Telefax: 0351 462 2165
e-mail: geotech@htw-dresden.de

## Abrasivitätsindex (LCPC)

Benennung :
Beschreibung :
Bodengruppe :

Bemerkung :

### Ausgangskörnung

| | | |
|---|---|---|
| $m_{ges}$ | 12154.800 | [g] |
| $m_{4mm}$ | 9517.200 | [g] |
| $m_{4-6,3mm}$ | 621.270 | [g] |
| $m_{6,3mm}$ | 2013.900 | [g] |

### Versuchsergebnisse

| | | 1 |
|---|---|---|
| $m_{F,0}$ | [g] | 46.870 |
| $m_F$ | [g] | 46.443 |
| $m_{Probe}$ | [g] | 499.960 |
| $m_{<1,6mm}$ | [g] | 203.280 |
| | | |
| $LAK$ | [g/t] | 854.1 |
| $LBR$ | [%] | 40.7 |

Datum: 2020-03-18 11:19:06 Schema: s2-gtp-brs Datensatz: 603

| | | |
|---|---|---|
| LCPC | | Auftragsnr.(Labor): 20038zl |
| Probe Nr.: 3 | Probenbez.: | Auftragsnr.(A.geber): 70-19-181 |
| Aufschluss: B 6 | Entnahmedatum: | Projekt: HWS, Uferpromenade |
| Tiefe u. Gel.: 0.20 - 3.50 m | Probenqualität DIN 4021: 3 | Ort: Frankfurt (Oder) |
| Versuch Nummer: 1 | Versuchsdatum: 18.03.2020 | Anlage: |

Zentrum für angewandte Forschung und Technologie
ZAFT e. V. an der HTW Dresden
Fachgebiet Geotechnik

**Geotechnik Labor**

Friedrich-List-Platz 1
01069 Dresden
Telefon: 0351 462 3435
Telefax: 0351 462 2165
e-mail: geotech@htw-dresden.de

## Bestimmung durch Ofentrocknung

Benennung :
Beschreibung :
Bodengruppe :

Bemerkung :

| | | |
|---|---|---|
| **Mittlerer Kennwert** | **0.0379** | **[-]** |
| Versuchsanzahl | 1 | |
| Standardabweichung | 0 | |

| $m + m_B$ [g] | $m_d + m_B$ [g] | $m_B$ [g] | $m_w$ [g] | $m_d$ [g] | $w$ [-] |
|---|---|---|---|---|---|
| 12967.600 | 12529.200 | 947.300 | 438.399 | 11581.900 | 0.0379 |

Bestimmung des Wassergehaltes

| | |
|---|---|
| Probe Nr.: 4 | Probenbez.: |
| Aufschluss: B 6 | Entnahmedatum: |
| Tiefe u. Gel.: 14.00 - 17.00 m | Probenqualität DIN 4021: 3 |
| Versuch Nummer: 1 | Versuchsdatum: |

Auftragsnr.(Labor): 20038zl
Auftragsnr.(A.geber): 70-19-181
Projekt: HWS, Uferpromenade
Ort: Frankfurt (Oder)
Anlage:

Zentrum für angewandte Forschung und Technologie
ZAFT e. V. an der HTW Dresden
Fachgebiet Geotechnik

**Geotechnik Labor**

Friedrich-List-Platz 1
01069 Dresden
Telefon: 0351 462 3435
Telefax: 0351 462 2165
e-mail: geotech@htw-dresden.de

## Abrasivitätsindex (LCPC)

Benennung :
Beschreibung :
Bodengruppe :

Bemerkung : Zusätzlich Material kleiner 4,0mm verwendet.

### Ausgangskörnung

| | | |
|---|---|---|
| $m_{ges}$ | 11581.900 | [g] |
| $m_{4mm}$ | 11465.000 | [g] |
| $m_{4-6,3mm}$ | 108.590 | [g] |
| $m_{6,3mm}$ | 3.600 | [g] |

### Versuchsergebnisse

| | | 1 |
|---|---|---|
| $m_{F,0}$ | [g] | 46.814 |
| $m_F$ | [g] | 46.230 |
| $m_{Probe}$ | [g] | 500.000 |
| $m_{<1,6mm}$ | [g] | 437.740 |
| | | |
| $LAK$ | [g/t] | 1168.0 |
| $LBR$ | [%] | 87.5 |

LCPC
Probe Nr.: 4
Aufschluss: B 6
Tiefe u. Gel.: 14.00 - 17.00 m
Versuch Nummer: 1

Probenbez.:
Entnahmedatum:
Probenqualität DIN 4021: 3
Versuchsdatum: 18.03.2020

Auftragsnr.(Labor): 20038zl
Auftragsnr.(A.geber): 70-19-181
Projekt: HWS, Uferpromenade
Ort: Frankfurt (Oder)
Anlage:

Datum: 2020-03-18 11:19:06 Schema: s2-gtp-brs Datensatz: 604

Zentrum für angewandte Forschung und Technologie
ZAFT e. V. an der HTW Dresden
Fachgebiet Geotechnik

**Geotechnik Labor**

Friedrich-List-Platz 1
01069 Dresden
Telefon: 0351 462 3435
Telefax: 0351 462 2165
e-mail: geotech@htw-dresden.de

## Bestimmung durch Ofentrocknung

Benennung :
Beschreibung :
Bodengruppe :

Bemerkung :

| | | |
|---|---|---|
| **Mittlerer Kennwert** | **0.0392** | [-] |
| Versuchsanzahl | 1 | |
| Standardabweichung | 0 | |

| $m + m_B$ [g] | $m_d + m_B$ [g] | $m_B$ [g] | $m_w$ [g] | $m_d$ [g] | $w$ [-] |
|---|---|---|---|---|---|
| 13704.400 | 13216.600 | 769.700 | 487.801 | 12446.900 | 0.0392 |

Bestimmung des Wassergehaltes

| | |
|---|---|
| Probe Nr.: 5 | Probenbez.: |
| Aufschluss: B 7 | Entnahmedatum: |
| Tiefe u. Gel.: 21.00 - 25.00 m | Probenqualität DIN 4021: 3 |
| Versuch Nummer: 1 | Versuchsdatum: |

| | |
|---|---|
| Auftragsnr.(Labor): | 20038zl |
| Auftragsnr.(A.geber): | 70-19-181 |
| Projekt: | HWS, Uferpromenade |
| Ort: | Frankfurt (Oder) |
| Anlage: | |

Zentrum für angewandte Forschung und Technologie
ZAFT e. V. an der HTW Dresden
Fachgebiet Geotechnik

**Geotechnik Labor**

Friedrich-List-Platz 1
01069 Dresden
Telefon: 0351 462 3435
Telefax: 0351 462 2165
e-mail: geotech@htw-dresden.de

## Abrasivitätsindex (LCPC)

Benennung :
Beschreibung :
Bodengruppe :

Bemerkung : Zusätzlich Material kleiner 4,0mm verwendet.

### Ausgangskörnung

| | | |
|---|---|---|
| $m_{ges}$ | 12447.100 | [g] |
| $m_{4mm}$ | 12362.400 | [g] |
| $m_{4-6,3mm}$ | 79.840 | [g] |
| $m_{6,3mm}$ | 0.000 | [g] |

### Versuchsergebnisse

| | | 1 |
|---|---|---|
| $m_{F,0}$ | [g] | 46.845 |
| $m_F$ | [g] | 46.307 |
| $m_{Probe}$ | [g] | 500.060 |
| $m_{<1,6mm}$ | [g] | 446.910 |
| | | |
| $LAK$ | [g/t] | 1075.9 |
| $LBR$ | [%] | 89.4 |

Datum: 2020-03-18 11:19:06 Schema: s2-gtp-brs Datensatz: 605

| | | |
|---|---|---|
| LCPC | | Auftragsnr.(Labor): 20038zl |
| Probe Nr.: 5 | Probenbez.: | Auftragsnr.(A.geber): 70-19-181 |
| Aufschluss: B 7 | Entnahmedatum: | Projekt: HWS, Uferpromenade |
| Tiefe u. Gel.: 21.00 - 25.00 m | Probenqualität DIN 4021: 3 | Ort: Frankfurt (Oder) |
| Versuch Nummer: 1 | Versuchsdatum: | Anlage: |

Bild 1 B 1/20 und DPH 1/19

Bild 2 KRB 1/19

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Projekt:** Verbesserung des Hochwasserschutzes für Frankfurt Oder auf ein HW 200 | | IBES BAUGRUNDINSTITUT | IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg |
| Fotodokumentation | | | Proj.-Nr.: 70-19-181 |
| | | Gez.: Kretschmer | Anl.-Nr.: 5.1.1 |
| | | Bearb.: Kretschmer | Datum: 26.03.2020 |

Bild 3 B 2/20 und DPH 2/19

Bild 4 KRB 2/19

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Projekt:** | Verbesserung des Hochwasserschutzes für Frankfurt Oder auf ein HW 200 | IBES BAUGRUNDINSTITUT | IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg |
| Fotodokumentation | | | Proj.-Nr.: 70-19-181 |
| | | Gez.: Kretschmer | Anl.-Nr.: 5.2.2 |
| | | Bearb.: Kretschmer | Datum: 26.03.2020 |

Bild 5 B 3/20 und DPH 3/19

Bild 6 KRB 3/19

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Projekt:** | Verbesserung des Hochwasserschutzes für Frankfurt Oder auf ein HW 200 | IBES BAUGRUNDINSTITUT | IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg |
| Fotodokumentation | | | Proj.-Nr.: 70-19-181 |
| | | Gez.: Kretschmer | Anl.-Nr.: 5.3.3 |
| | | Bearb.: Kretschmer | Datum: 26.03.2020 |

Bild 7 B 4/20 und DPH 4/19

Bild 8 KRB 4/19

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Projekt:** | Verbesserung des Hochwasserschutzes für Frankfurt Oder auf ein HW 200 | IBES BAUGRUNDINSTITUT | IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg |
| Fotodokumentation | | | Proj.-Nr.: 70-19-181 |
| | | Gez.: Kretschmer | Anl.-Nr.: 5.4.4 |
| | | Bearb.: Kretschmer | Datum: 26.03.2020 |

Bild 9 B 5/20 und DPH 5/19

Bild 10 KRB 5/19

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Projekt:** | Verbesserung des Hochwasserschutzes für Frankfurt Oder auf ein HW 200 | IBES BAUGRUNDINSTITUT | IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg |
| Fotodokumentation | | | Proj.-Nr.: 70-19-181 |
| | | Gez.: Kretschmer | Anl.-Nr.: 5.5.5 |
| | | Bearb.: Kretschmer | Datum: 26.03.2020 |

Bild 51 B 6/20 und DPH 6/19

Bild 16 KRB 6/19

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Projekt:** | Verbesserung des Hochwasserschutzes für Frankfurt Oder auf ein HW 200 | IBES BAUGRUNDINSTITUT | IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg |
| Fotodokumentation | | | Proj.-Nr.: 70-19-181 |
| | | Gez.: Kretschmer | Anl.-Nr.: 5.6.6 |
| | | Bearb.: Kretschmer | Datum: 26.03.2020 |

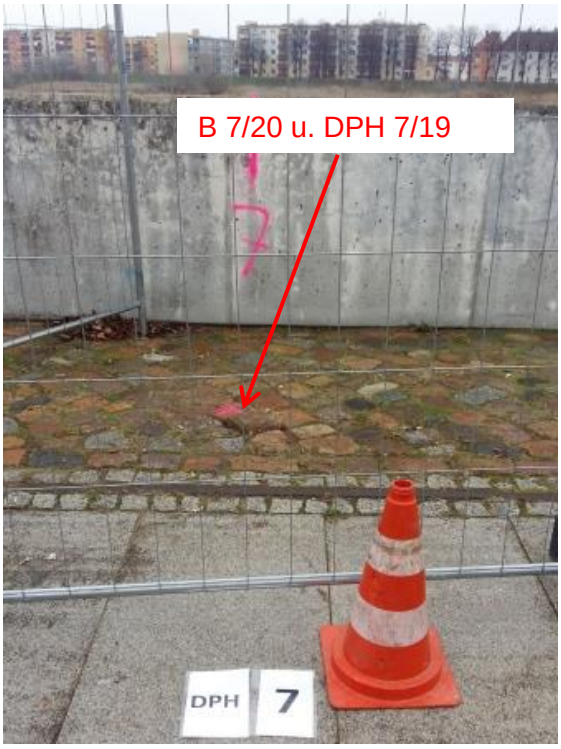



Bild 73 B 7/20 und DPH 7/19

Bild 14 KRB 7/19

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Projekt:** Verbesserung des Hochwasserschutzes für Frankfurt Oder auf ein HW 200 | | IBES BAUGRUNDINSTITUT | IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg |
| Fotodokumentation | | | Proj.-Nr.: 70-19-181 |
| | | Gez.: Kretschmer | Anl.-Nr.: 5.7.7 |
| | | Bearb.: Kretschmer | Datum: 26.03.2020 |

0 m – 1 m

1 m – 2 m

2 m – 3 m

3 m – 4 m

4 m – 5 m

5 m – 6 m

6 m – 7 m

7 m – 8 m

8 m – 9 m

9 m – 10 m

10 m – 11 m

11 m – 12 m

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Projekt:** Verbesserung des Hochwasserschutzes für Frankfurt Oder auf ein HW 200 | | IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg | |
| Fotodokumentation Bohrgut B 1/20 (0 – 12 m) in Kernkisten ausgelegt | | Proj.-Nr.: | 70-19-181 |
| | Gez.: Kretschmer | Anl.-Nr.: | 5.2.1 |
| | Bearb.: Kretschmer | Datum: | 23.03.2020 |

12 m

13 m

14 m

15 m

13 m

14 m

15 m

16 m

16 m

17 m

17 m

18 m

18 m

19 m

19 m

20 m

20 m

21 m

21 m

22 m

22 m

23 m

23 m

24 m

24 m

25 m

| | | |
|---|---|---|
| **Projekt:** Verbesserung des Hochwasserschutzes für Frankfurt Oder auf ein HW 200 | IBES BAUGRUNDINSTITUT | IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg |
| Fotodokumentation Bohrgut B 1/20 (12 – 25 m) in Kernkisten ausgelegt | | Proj.-Nr.: 70-19-181 |
| | Gez.: Kretschmer | Anl.-Nr.: 5.2.2 |
| | Bearb.: Kretschmer | Datum: 23.03.2020 |

0 m – 1 m

1 m – 2 m

2 m – 3 m

3 m – 4 m

4 m – 5 m

5 m – 6 m

6 m – 7 m

7 m – 8 m

8 m – 9 m

9 m – 10 m

10 m – 11 m

11 m – 12 m

| | | |
|---|---|---|
| **Projekt:** Verbesserung des Hochwasserschutzes für Frankfurt Oder auf ein HW 200 | IBES BAUGRUNDINSTITUT | IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg |
| Fotodokumentation Bohrgut B 2/20 (0 – 12 m) in Kernkisten ausgelegt | | Proj.-Nr.: 70-19-181 |
| | Gez.: Kretschmer | Anl.-Nr.: 5.2.3 |
| | Bearb.: Kretschmer | Datum: 23.03.2020 |

12 m

13 m

14 m

15 m

13 m

14 m

15 m

16 m

16 m

17 m

17 m

18 m

18 m

19 m

19 m

20 m

20 m

21 m

21 m

22 m

22 m

23 m

23 m

24 m

24 m

25 m

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Projekt:** Verbesserung des Hochwasserschutzes für Frankfurt Oder auf ein HW 200 | | IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg | |
| Fotodokumentation Bohrgut B 2/20 (12 – 25 m) in Kernkisten ausgelegt | | Proj.-Nr.: | 70-19-181 |
| | Gez.: Kretschmer | Anl.-Nr.: | 5.2.4 |
| | Bearb.: Kretschmer | Datum: | 23.03.2020 |

0 m

1 m

2 m

3 m

1 m

2 m

3 m

4 m

4 m

5 m

5 m

6 m

6 m

7 m

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Projekt:** Verbesserung des Hochwasserschutzes für Frankfurt Oder auf ein HW 200 | | IBES BAUGRUNDINSTITUT | IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg |
| Fotodokumentation Bohrgut B 3/20 (0 – 7 m) in Kernkisten ausgelegt | | | Proj.-Nr.: 70-19-181 |
| | | Gez.: Kretschmer | Anl.-Nr.: 5.2.5 |
| | | Bearb.: Kretschmer | Datum: 23.03.2020 |

0 m

1 m

2 m

3 m

1 m

2 m

3 m

4 m

4 m

5 m

5 m

6 m

6 m

7 m

7 m

8 m

8 m

9 m

9 m

10 m

10 m

11 m

11 m

12 m

| | | |
|---|---|---|
| **Projekt:** Verbesserung des Hochwasserschutzes für Frankfurt Oder auf ein HW 200 | | IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg |
| Fotodokumentation Bohrgut B 3A/20 (0 – 12 m) in Kernkisten ausgelegt | | Proj.-Nr.: 70-19-181 |
| | Gez.: Kretschmer | Anl.-Nr.: 5.2.6 |
| | Bearb.: Kretschmer | Datum: 23.03.2020 |

12 m

13 m

14 m

15 m

13 m

14 m

15 m

16 m

16 m

17 m

17 m

18 m

18 m

19 m

19 m

20 m

20 m

21 m

21 m

22 m

22 m

23 m

23 m

24 m

24 m

25 m

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Projekt:** Verbesserung des Hochwasserschutzes für Frankfurt Oder auf ein HW 200 | | IBES BAUGRUNDINSTITUT | IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg |
| Fotodokumentation Bohrgut B 3A/20 (12 – 25 m) in Kernkisten ausgelegt | | | Proj.-Nr.: 70-19-181 |
| | Gez.: Kretschmer | | Anl.-Nr.: 5.2.7 |
| | Bearb.: Kretschmer | | Datum: 23.03.2020 |

0 m

1 m

1 m

2 m

2 m

3 m

3 m

4 m

4 m

5 m

5 m

6 m

6 m

7 m

7 m

8 m

8 m

9 m

9 m

10 m

10 m

11 m

11 m

12 m

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Projekt:** Verbesserung des Hochwasserschutzes für Frankfurt Oder auf ein HW 200 | | IBES BAUGRUNDINSTITUT | IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg |
| Fotodokumentation Bohrgut B 4/20 (0 – 12 m) in Kernkisten ausgelegt | | | Proj.-Nr.: 70-19-181 |
| | | Gez.: Kretschmer | Anl.-Nr.: 5.2.8 |
| | | Bearb.: Kretschmer | Datum: 23.03.2020 |

12 m 13 m

13 m 14 m

14 m 15 m

15 m 16 m

16 m 17 m

17 m 18 m

18 m 19 m

19 m 20 m

20 m 21 m

21 m 22 m

22 m 23 m

23 m 24 m

24 m 25 m

| | | |
|---|---|---|
| **Projekt:** Verbesserung des Hochwasserschutzes für Frankfurt Oder auf ein HW 200 | IBES BAUGRUNDINSTITUT | IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg |
| Fotodokumentation Bohrgut<br>B 4/20 (12 – 25 m) in Kernkisten ausgelegt | | Proj.-Nr.: 70-19-181 |
| | Gez.: Kretschmer | Anl.-Nr.: 5.2.9 |
| | Bearb.: Kretschmer | Datum: 23.03.2020 |

0 m – 1 m

1 m – 2 m

2 m – 3 m

3 m – 4 m

4 m – 5 m

5 m – 6 m

6 m – 7 m

7 m – 8 m

8 m – 9 m

9 m – 10 m

10 m – 11 m

11 m – 12 m

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Projekt:** Verbesserung des Hochwasserschutzes für Frankfurt Oder auf ein HW 200 | | IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg | |
| Fotodokumentation Bohrgut B 5/20 (0 – 12 m) in Kernkisten ausgelegt | | Proj.-Nr.: | 70-19-181 |
| | Gez.: Kretschmer | Anl.-Nr.: | 5.2.10 |
| | Bearb.: Kretschmer | Datum: | 23.03.2020 |

12 m

13 m

14 m

15 m

13 m

14 m

15 m

16 m

16 m

17 m

17 m

18 m

18 m

19 m

19 m

20 m

20 m

21 m

21 m

22 m

22 m

23 m

23 m

24 m

24 m

25 m

| | | |
|---|---|---|
| **Projekt:** Verbesserung des Hochwasserschutzes für Frankfurt Oder auf ein HW 200 | IBES BAUGRUNDINSTITUT | IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg |
| Fotodokumentation Bohrgut<br>B 5/20 (12 – 25 m) in Kernkisten ausgelegt | | Proj.-Nr.: 70-19-181 |
| | Gez.: Kretschmer | Anl.-Nr.: 5.2.11 |
| | Bearb.: Kretschmer | Datum: 23.03.2020 |

0 m

1 m

1 m

2 m

2 m

3 m

3 m

4 m

4 m

5 m

5 m

6 m

6 m

7 m

7 m

8 m

8 m

9 m

9 m

10 m

10 m

11 m

11 m

12 m

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Projekt:** Verbesserung des Hochwasserschutzes für Frankfurt Oder auf ein HW 200 | | IBES BAUGRUNDINSTITUT | IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg |
| Fotodokumentation Bohrgut B 6/20 (0 – 12 m) in Kernkisten ausgelegt | | | Proj.-Nr.: 70-19-181 |
| | Gez.: | Kretschmer | Anl.-Nr.: 5.2.12 |
| | Bearb.: | Kretschmer | Datum: 23.03.2020 |

12 m

13 m

14 m

15 m

13 m

14 m

15 m

16 m

16 m

17 m

17 m

18 m

18 m

19 m

19 m

20 m

20 m

21 m

21 m

22 m

22 m

23 m

23 m

24 m

24 m

25 m

| | | |
|---|---|---|
| **Projekt:** Verbesserung des Hochwasserschutzes für Frankfurt Oder auf ein HW 200 | IBES BAUGRUNDINSTITUT | IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg |
| Fotodokumentation Bohrgut B 6/20 (12 – 25 m) in Kernkisten ausgelegt | | Proj.-Nr.: 70-19-181 |
| | Gez.: Kretschmer | Anl.-Nr.: 5.2.13 |
| | Bearb.: Kretschmer | Datum: 23.03.2020 |

0 m

1 m

1 m

2 m

2 m

3 m

3 m

4 m

4 m

5 m

5 m

6 m

6 m

7 m

7 m

8 m

8 m

9 m

9 m

10 m

10 m

11 m

11 m

12 m

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Projekt:** Verbesserung des Hochwasserschutzes für Frankfurt Oder auf ein HW 200 | | IBES BAUGRUNDINSTITUT | IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg |
| Fotodokumentation Bohrgut B 7/20 (0 – 12 m) in Kernkisten ausgelegt | | | Proj.-Nr.: 70-19-181 |
| | | Gez.: Kretschmer | Anl.-Nr.: 5.2.14 |
| | | Bearb.: Kretschmer | Datum: 23.03.2020 |

12 m

13 m

14 m

15 m

13 m

14 m

15 m

16 m

16 m

17 m

18 m

19 m

17 m

18 m

19 m

20 m

20 m

21 m

22 m

23 m

21 m

22 m

23 m

24 m

24 m

25 m

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Projekt:** | Verbesserung des Hochwasserschutzes für Frankfurt Oder auf ein HW 200 | IBES BAUGRUNDINSTITUT | IBES Baugrundinstitut<br>Freiberg GmbH<br>Waisenhausstraße 10<br>09599 Freiberg |
| Fotodokumentation Bohrgut<br>B 7/20 (12 – 25 m) in Kernkisten ausgelegt | | | Proj.-Nr.: 70-19-181 |
| | | Gez.: Kretschmer | Anl.-Nr.: 5.2.15 |
| | | Bearb.: Kretschmer | Datum: 23.03.2020 |

| Kennwert/Eigen-schaft | Homogenbereich I.A | Homogenbereich I.B | Homogenbereich I.C | Homogenbereich I.D |
|---|---|---|---|---|
| **ortsübliche Be-zeichnung** | **Auffüllungen (Schicht 1)** | **Auelehm (Schicht 2)** | **Sande (Schicht 3)** | **Tone/Schluffe (Schicht 4)** |
| **Bodengruppen** | **A [Gl], [GU],** [GU*], [SU], [SU*] | **TL, OT, OU** | **SU, SU*, SE, SU** | **TM, TA, UM, UA** |
| **Korngrößenverteilung** | **T: 1,4 – 6,2% U: 4,3 – 25,9% S: 25,4 – 61,9% G: 2,1 – 64,8%** | **T: 6,7% U: 51,8% S: 41,5%** | **T: 0 – 16,4% U: 2,9 – 41,9% S: 43,6 – 93,2% G: 0 – 33,2%** | **--** |
| **Massenanteil an Steinen** | n. b. | n. b. (≤ 3%) | n. b. (≤ 3%) | n. b. (≤ 3%) |
| **Massenanteil an Blöcken** | n. b. | n. b. (≤ 1%) | n. b. (≤ 1%) | n. b. (≤ 1%) |
| **Massenanteil an großen Blöcken** | n. b. | n. b. (≤ 1%) | n. b. (≤ 1%) | n. b. (≤ 1%) |
| **Dichte** | n. b. (1,7 – 1,8 g/cm³) | n. b. (1,6 – 1,7 g/cm³) | n. b. 1,8 - 2,0 g/cm³ | n. b. 1,8 - 2,0 g/cm³ |
| **undränierte Scherfestigkeit** | **-** | n. b. (5 - 15 kN/m²) | **--** | n. b. (50 - 150 kN/m²) |
| **Wassergehalt[1)]** | **--** | **24,7 – 90 %** | **--** | **16,7 – 50,3 %** |
| **Konsistenzzahl[1)]** | **--** | **0,6 – 0,71** | **--** | **0,9 – 1,21** |
| **Plastizitätszahl[1)]** | **--** | **13,6 bis 98,8%** | **--** | **14,1 bis 36,9%** |
| **Lagerungsdichte** | **locker bis mitteldicht** | **weich** | **mitteldicht bis dicht** | **steif bis halbfest** |
| **Organischer Anteil** | n. b (≤ 3%) | **17,8 %** | n. b (≤ 3%) | **2,7 bis 28,1%** |
| **LAGA[2)] (Deponieklassen)** | **Z 2 und > Z 2 (DK I bis DK III)** | n. b. | n. b. | n. b. |

n. b.- nicht bestimmt (anhand von Erfahrungswerten und Literaturangaben)

**Versuchsergebnisse sind durch Fettdruck hervorgehoben**

[1)] abhängig von Witterungs- und Grundwasserverhältnissen zum Zeitpunkt der Bauausführung

[2)] Anlage 4.6 – 4.7

| | | |
|---|---|---|
| **Projekt:** Verbesserung des Hochwasserschutzes für Frankfurt Oder auf ein HW 200 | IBES BAUGRUNDINSTITUT | IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg |
| Kennwerte für Homogenbereiche - Gewerk I (Erdbau), GK II | | Proj.-Nr.: 70-19-181 |
| | Gez.: Kretschmer | Anl.-Nr.: 6.1 |
| | Bearb.: Kretschmer | Datum: 14.05.2020 |

| Kennwert/Eigenschaft | Homogenbereich II.A | Homogenbereich II.B | Homogenbereich II.C | Homogenbereich II.D |
|---|---|---|---|---|
| **ortsübliche Bezeichnung** | **Auffüllungen (Schicht 1)** | **Auelehm (Schicht 2)** | **Sande (Schicht 3)** | **Tone/Schluffe (Schicht 4)** |
| **Bodengruppen** | **A [Gl], [GU],** [GU*], [SU], [SU*] | **TL, OT, OU** | **SU, SU*, SE, SU** | **TM, TA, UM, UA** |
| **Einaxiale Druckfestigkeit** | -- | -- | -- | -- |
| **Korngrößenverteilung** | **T: 1,4 – 6,2% U: 4,3 – 25,9% S: 25,4 – 61,9% G: 2,1 – 64,8%** | **T: 6,7% U: 51,8% S: 41,5%** | **T: 0 – 16,4% U: 2,9 – 41,9% S: 43,6 – 93,2% G: 0 – 33,2%** | -- |
| **Massenanteil an Steinen** | n. b. | n. b. (≤ 3%) | n. b. (≤ 3%) | n. b. (≤ 3%) |
| **Massenanteil an Blöcken** | n. b. | n. b. (≤ 1%) | n. b. (≤ 1%) | n. b. (≤ 1%) |
| **Massenanteil an großen Blöcken** | n. b. | n. b. (≤ 1%) | n. b. (≤ 1%) | n. b. (≤ 1%) |
| **Kohäsion** | -- | n. b. (2 kN/m²) | - | n. b. (10 bis 20 kN/m²) |
| **undränierte Scherfestigkeit** | - | n. b. (5 - 15 kN/m²) | -- | n. b. (50 - 150 kN/m²) |
| **Wassergehalt[1)]** | -- | **24,7 – 90 %** | -- | **16,7 – 50,3 %** |
| **Konsistenzzahl[1)]** | -- | **0,6 – 0,71** | -- | **0,9 – 1,21** |
| **Plastizitätszahl[1)]** | -- | **13,6 bis 98,8%** | -- | **14,1 bis 36,9%** |
| **Lagerungsdichte** | **locker bis mitteldicht** | **weich** | **mitteldicht bis dicht** | **steif bis halbfest** |
| **Organischer Anteil** | n. b (≤ 3%) | **17,8 %** | n. b (≤ 3%) | **2,7 bis 28,1%** |
| **Abrasivität** | **stark abrasiv** | n. b. (kaum abrasiv) | **stark abrasiv** | n. b. (kaum abrasiv) |
| **LAGA[2)] (Deponieklassen)** | **Z 2 und > Z 2 (DK I bis DK III)** | n. b. | n. b. | n. b. |

n. b.- nicht bestimmt (anhand von Erfahrungswerten und Literaturangaben)

**Versuchsergebnisse sind durch Fettdruck hervorgehoben**

[1)] abhängig von Witterungs-, Bach- und Grundwasserverhältnissen zum Zeitpunkt der Bauausführung

[2)] Anlage 4.6 – 4.7

| | | |
|---|---|---|
| **Projekt:** Verbesserung des Hochwasserschutzes für Frankfurt Oder auf ein HW 200 | IBES BAUGRUNDINSTITUT | IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH Waisenhausstraße 10 09599 Freiberg |
| Kennwerte für Homogenbereiche - Gewerk II (Bohrarbeiten), GK II | | Proj.-Nr.: 70-19-181 |
| | Gez.: Kretschmer | Anl.-Nr.: 6.2 |
| | Bearb.: Kretschmer | Datum: 14.05.2020 |

| Kennwert/Eigenschaft | Homogenbereich III.A | Homogenbereich III.B | Homogenbereich III.C | Homogenbereich III.D |
|---|---|---|---|---|
| **ortsübliche Bezeichnung** | **Auffüllungen (Schicht 1)** | **Auelehm (Schicht 2)** | **Sande (Schicht 3)** | **Tone/Schluffe (Schicht 4)** |
| **Bodengruppen** | **A [Gl], [GU],** [GU*], [SU], [SU*] | **TL, OT, OU** | **SU, SU*, SE, SU** | **TM, TA, UM, UA** |
| **Korngrößenverteilung** | **T: 1,4 – 6,2% U: 4,3 – 25,9% S: 25,4 – 61,9% G: 2,1 – 64,8%** | **T: 6,7% U: 51,8% S: 41,5%** | **T: 0 – 16,4% U: 2,9 – 41,9% S: 43,6 – 93,2% G: 0 – 33,2%** | **--** |
| **Massenanteil an Steinen** | n. b. | n. b. (≤ 3%) | n. b. (≤ 3%) | n. b. (≤ 3%) |
| **Massenanteil an Blöcken** | n. b. | n. b. (≤ 1%) | n. b. (≤ 1%) | n. b. (≤ 1%) |
| **Massenanteil an großen Blöcken** | n. b. | n. b. (≤ 1%) | n. b. (≤ 1%) | n. b. (≤ 1%) |
| **Wassergehalt[1)]** | **--** | **24,7 – 90 %** | **--** | **16,7 – 50,3 %** |
| **Konsistenzzahl[1)]** | **--** | **0,6 – 0,71** | **--** | **0,9 – 1,21** |
| **Plastizitätszahl[1)]** | **--** | **13,6 bis 98,8%** | **--** | **14,1 bis 36,9%** |
| **Lagerungsdichte** | **locker bis mitteldicht** | **weich** | **mitteldicht bis dicht** | **steif bis halbfest** |

n. b.- nicht bestimmt (anhand von Erfahrungswerten und Literaturangaben)

**Versuchsergebnisse sind durch Fettdruck hervorgehoben**

[1)] abhängig von Witterungs- und Grundwasserverhältnissen zum Zeitpunkt der Bauausführung