

Erdbaulabor Leipzig GmbH · 04416 Markkleeberg · Magdeborner Straße 9

Nach RAP-Str a anerkannte Prüfstelle für die Fachbereiche:

A1; A3; A4: Böden einschl. Bodenverbesserungen

H1; H3: Hydraulisch gebundene Gemische einschl. Bodenverfestigungen

I3: Gemische für Schichten ohne Bindemittel

## BAUGRUNDUNTERSUCHUNG und BODENGUTACHTEN

<i>Bauvorhaben:</i>	Ersatzneubau Georg-Schwarz-Brücke / BW II R12 - Bauwerk 2 Brücke über die Strecke 6383 / Leipzig-Leutzsch - Probstzella im Zuge der Georg-Schwarz-Straße in Leipzig
<i>Bauherr:</i>	<b>Stadt Leipzig, Verkehrs- und Tiefbauamt</b> <b>Abt. Straßenentwurf</b> Prager Straße 118, Haus C D-04317 Leipzig
<i>Bauplaner:</i>	<b>ICL Ingenieur Consult</b> Diezmannstraße 67 D-04207 Leipzig
<i>Auftragnehmer:</i>	<b>Erdbaulabor Leipzig GmbH</b> Magdeborner Straße 9 D-04416 Markkleeberg
<i>geotechnische Kategorie (DIN 4020):</i>	2 (Hauptuntersuchung)
<i>Umfang:</i>	30 Seiten Text, 11 Tabellen, 8 Anlagen
<i>Ausfertigung:</i>	.... von 4 [BG 1282-2/17] (3 x AG und 1 x Archiv)

Dipl.-Ing. N. Barthel  
öffentl. best. u. vereid.  
Sachverständiger für Baugrunduntersuchung

Markkleeberg, den 20. Dezember 2017

*Veröffentlichung oder auszugsweise Wiedergabe bedarf  
der schriftlichen Genehmigung des Autors*

**INHALTSVERZEICHNIS**

**Seite**

<b>1</b>	<b>UNTERLAGEN</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>VORGANG</b> .....	<b>4</b>
2.1	Veranlassung.....	4
2.2	Bauvorhaben .....	4
2.3	Geländeverhältnisse .....	5
<b>3</b>	<b>BAUGRUNDERKUNDUNG UND LABORUNTERSUCHUNGEN</b> .....	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>BAUGRUND</b> .....	<b>8</b>
4.1	Regionalgeologie .....	8
4.2	Hydrogeologische Standortverhältnisse .....	9
<b>5</b>	<b>BAUGRUNDBEURTEILUNG</b> .....	<b>10</b>
5.1	Baugrundmodell .....	10
5.2	Baugrundeigenschaften .....	11
5.3	Homogenbereiche gemäß VOB, Teil C von 09-2016.....	15
5.4	Tragfähigkeit .....	19
5.5	Bodenkennwerte .....	19
<b>6</b>	<b>GEOTECHNISCHE BERATUNG</b> .....	<b>20</b>
6.1	Allgemeine Einschätzung der Baugrund- und Gründungsverhältnisse .....	20
6.2	Gründungsberatung.....	21
<b>7</b>	<b>BAUTECHNISCHE EMPFEHLUNGEN</b> .....	<b>26</b>
7.1	Baugrubengestaltung .....	26
7.2	Wasserhaltung, Betonschutz und Korrosionsverhalten .....	26
7.3	Empfehlungen zur Ausführung von Bohrpfählen.....	28
7.4	Hinweise zum Erdbau.....	28
<b>8</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSBEMERKUNGEN</b> .....	<b>29</b>

**VERZEICHNIS DER ANLAGEN**

<b>Anlage 1: Übersichtsplan</b> .....	<b>(M 1 : 20.000)</b>
<b>Anlage 2: Aufschlussplan</b> .....	<b>(M 1 : 250)</b>
<b>Anlage 3: Geotechnische Baugrundschnitte</b>	
Anlage 3.1: Geotechnischer Baugrundschnitt 4 .....	<b>(M 1 : 200 / 1: 125)</b>
Anlage 3.2: Geotechnischer Baugrundschnitt 5 .....	<b>(M 1 : 200 / 1: 125)</b>
<b>Anlage 4: Schichtenverzeichnis und Protokoll der Schweren Rammsondierungen,</b>	
<b>Anlage 5: Protokolle der bodenphysikalischen und der chemischen Untersuchungen</b>	
<b>Anlage 6: Abfallverwertungs- und Entsorgungskonzeption mit Prüfberichten</b>	
<b>Anlage 7: PC – Ausdrucke der geotechnischen Berechnungen</b>	
<b>Anlage 8: Körnungsbänder der Homogenbereiche</b>	

## 1 UNTERLAGEN

- /U1/ Vertrag (Vertrag-Nr. 66.2/135.123.2); zur ergänzenden Baugrunduntersuchung für den Ersatzneubau der Georg-Schwarz-Brücken /Brückenbauwerke 1 - 3 in Leipzig vom Verkehrs- und Tiefbauamt der Stadt Leipzig am 04.11.2016
- /U 2/ Aufgabenstellung / Leistungsverzeichnis zur ergänzenden Baugrunduntersuchung mit Vorgabe der Aufschlusspunkte auf 6 Lageplanteile (M 1 : 1.000) für den Ersatzneubau der Georg-Schwarz-Brücken in Leipzig, Projektteil Brückenbauwerke 1 - 3; übergeben vom Verkehrs- und Tiefbauamt der Stadt Leipzig, Abteilung Straßenentwurf mit der Angebotsaufforderung vom 19.07.2016
- /U3/ Baugrundgutachten zum Bauvorhaben Mittlerer Ring NW „Georg-Schwarz-Brücken“, für das Brückenbauwerk 2 - Brücke „BW II R12“ von der Geophysik GGD mbH vom 14.03.2003; übergeben vom Verkehrs- und Tiefbauamt der Stadt Leipzig, Abteilung Straßenentwurf auf Daten-CD am 13.09.2016
- /U4/ Erläuterungsbericht der Vorplanung für das Brückenbauwerk 2 – Brücke „BW II R12“ /Stand: 13.09.2016/ zum Bauvorhaben Mittlerer Ring NW „Georg-Schwarz-Brücken“, übergeben von Herrn Zils Senior Projektingenieur der ICL Ingenieur Consult GmbH aus Leipzig per E-Mail am 27.11.2017
- /U5/ Auskunft zu den Grundwasserverhältnissen im Untersuchungsbereich der Georg-Schwarz-Brücken in Leipzig, übergeben von Frau Schäfer vom Sachgebiet Wasserbehörde des Amtes für Umweltschutz der Stadt Leipzig per E-Mail am 28.11.2017
- /U6/ Altlastenauskunft zu Altlastenstandorten im Untersuchungsbereich der Verkehrsanlagen der Georg-Schwarz-Brücken in Leipzig, übergeben von Frau Pietzsch vom Sachgebiet Abfall-/Bodenschutzbehörde des Amtes für Umweltschutz der Stadt Leipzig als E-Mail am 27.11.2017
- /U7/ Geologische Karte von Sachsen, Blatt Leipzig Nr. 11 (2. Auflage); herausgegeben vom Finanzministerium 1924, M 1 : 25.000
- /U8/ Lithofazieskarte Quartär, Blatt Leipzig, Nr. 2565; erarbeitet durch das Zentrale Geologische Institut der DDR, April 1973, M 1 : 50.000
- /U9/ Ingenieurgeologische Karte der Stadt Leipzig, Blatt 2<sup>c</sup>; erarbeitet von der Abt. Geologie des Rates des Bezirkes Leipzig vom Oktober 1973, M 1 : 10.000
- /U10/ Lithofazieskarte Tertiär, Blatt Leipzig, Nr. 2565; herausgegeben vom Landesamt für Umwelt und Geologie, September 2002, M 1 : 50.000
- /U11/ Schichtenverzeichnis der Trockenkernbohrung TKB 4/17; aufgestellt durch die Bohrfirma Dietmar Unteutsch Bohrung und Sondierungen aus Leipzig GmbH vom 09.10.2017
- /U12/ Protokoll der Schweren Rammsondierung DPH 4/17; aufgestellt durch die Bohrfirma Dietmar Unteutsch Bohrung und Sondierungen aus Leipzig GmbH vom 20.10.2017
- /U 13/ Koordinatenliste der Baugrundaufschlusspunkte für den Ersatzneubau Georg-Schwarz-Brücken / Brückenbauwerk 1 und 2 im Zuge der Georg-Schwarz-Straße in Leipzig; übergeben vom Vermessungsbüro Dipl.-Ing Ulf Becker aus Nobitz - Oberarndorf per E-Mail am 10.11.2017

- /U 14/ Ergebnisse der bodenmechanischen Laborprüfungen der Bodenproben; ausgeführt von der Erdbaulabor Leipzig GmbH vom 06.10.bis zum 03.12.2017
- /U 15/ Prüfbericht der Wasserprobe nach DIN 4030 und DIN 50929; ausgeführt von der Analysen Service GmbH aus Leipzig vom 13.10.2017
- /U16/ Bericht zum Abfallverwertungs- und Entsorgungskonzeption der untersuchten Material- und Bodenproben mit den chemischen Prüfberichten; ausgeführt durch die Hubert Beyer Umwelt Consult GmbH aus Leipzig vom 20.12.2017

## **2 VORGANG**

### **2.1 Veranlassung**

Das

#### ***Verkehrs- und Tiefbauamt***

der Stadt Leipzig plant im Rahmen des Ausbaus des Mittleren Rings den Ersatzneubau der beiden Georg-Schwarz-Brücken im Zuge der Georg-Schwarz-Straße. Der Ersatzneubau der Georg-Schwarz-Brücke über die Strecke 6383 Leipzig-Leutzsch – Probstzella - Brücke „BW II R12“ / Bauwerk 2 südlich der Einmündung der Ludwig-Hupfeld-Straße in die Georg-Schwarz-Straße wird in der übergebenen Aufgabenstellung als Bauwerk 2 bezeichnet (s. Übersichtsplan - Anlage 1).

Die bautechnische Planung für den geplanten Ersatzneubau der Brücke „BW II R12“ – Bauwerk 2 wurde vom Verkehrs- und Tiefbauamt der Stadt Leipzig an die ICL Ingenieur Consult GmbH aus Leipzig übertragen. Im Rahmen der Erarbeitung der Planungsunterlagen wurde die Erdbaulabor Leipzig GmbH durch das Verkehrs- und Tiefbauamt beauftragt, in Ergänzung der Baugrunduntersuchung der Geophysik GGD - Gesellschaft für Geowissenschaftliche Dienste mbH aus Leipzig aus dem Jahre 2003 die Baugrundverhältnisse im Baubereich der Brücke zu untersuchen und in einem zu erarbeitenden ergänzenden Bodengutachten /Hauptuntersuchung gemäß DIN EN 1997-2 und DIN 4020/ zu bewerten. Im Zuge der Baugrunduntersuchung sollte auch eine Schadstoffuntersuchung und Bewertung für des beim Bau anfallenden Bodenaushubes vorgenommen werden.

### **2.2 Bauvorhaben**

Die Brücke „BW II R12“ – Bauwerk 2 im Zuge der Georg-Schwarz-Straße überbrückt die im Ost-West-Richtung verlaufenden Gleise 204 und 205 der DB –Strecke 6383 von Leipzig-Leutzsch nach Probstzella. Unmittelbar östlich des Brückenbauwerkes befindet sich zwischen den beiden Gleisen der Bahnsteig des S-Bahn-Haltespunkte Leipzig-Leutzsch.

Bei der derzeitigen 1-Feld-Brücke wurden im Zuge von Brückenprüfungen deutliche Schäden an der vorhandenen Tragkonstruktion ermittelt, welche eine zeitnahe Instandsetzung des Brückenbauwerkes

erfordern würde. Im Rahmen der Neugestaltung des Verkehrsraumes der Georg-Schwarz-Straße ist der Ersatzneubau des Brückenbauwerkes 2 vorgesehen.

Die Georg-Schwarz-Straße fungiert als Hauptverbindungsstraße zwischen den Stadtteilen Leutzsch und Böhlitz-Ehrenberg der Stadt Leipzig.

Nach dem Erläuterungsbericht ist der Ersatzneubau als 1-Feld-Brücke mit einer Brückenbreite von ca. 30,85 m bzw. 31,70 und einer Stützweite von ca. 12,6 m angedacht. Die Gründung des Ersatzneubaus kann nach dem vorliegenden Baugrundgutachten der Geophysik GGD von 2003 als Pfahlgründung – Variante A oder als Flachgründung – Variante B ausgeführt werden. Im Rahmen der Vorplanung wurde vom Bauplaner ICL nachfolgende Varianten der Bauwerkskonstruktion untersucht:

- *Variante 1: Stahlbetonrahmen überschüttet,*
- *Variante 2: Walzträger in Beton (WIB),*
- *Variante 3: Stahlbetonrahmen direkt befahren,*
- *Variante 4: Spannbetonplattenbalken und*
- *Variante 5: Stahlüberbau.*

In der Vorplanung wurde die Variante 1 - Stahlbetonrahmen überschüttet mit der Gründungsvariante A - Pfahlgründung als Vorzugsvariante herausgearbeitet.

Weitergehende Bauangaben für den vorgesehenen Ersatzneubau waren zum Zeitpunkt der Gutachtenbearbeitung nicht verfügbar.

### **2.3 Geländeverhältnisse**

Die Brücke „BW II R12“ – Brückenbauwerk 2 im Zuge der Georg-Schwarz-Straße über die DB – Strecke 6383, befindet sich ca. 4.300 m nordwestlich der Innenstadt von Leipzig westlich der Aue der Weißen Elster, Luppe und Nahle (s. Anlage 1 / Übersichtsplan). Die Georg-Schwarz-Straße befindet sich beidseitig des Brückenbauwerkes in Dammlage mit einer Dammhöhe von ca. 5 m bis 6,5 m. Nach dem übergebenen Bestandsplan liegt die Fahrbahngradienten der Georg-Schwarz-Straße im Brückenbereich bei 113,2 m NHN.

Das Brückenbauwerk 2 besitzt derzeit eine Fahrbahnbreite von ca. 12 m. Die beiden überfahrbaren Straßenbahngleise der LVB-GmbH befinden sich in Fahrbahnmittellage. Beidseitig der Fahrbahn ist im Brückenbereich ein ca. 3 m breiter Gehweg vorhanden. Die Treppenanlagen für den Zugang zu den beiden Bahnsteigen befinden sich östlich und nördlich des Brückenbauwerkes. Die beiden Richtungsfahrbahnen der Georg-Schwarz-Straße und die beidseitigen Gehwege besitzen oberflächlich eine Asphaltdeckschicht.

Unmittelbar westlich des untersuchten Brückenbauwerkes befindet sich das unter Denkmalschutz stehende, derzeit ungenutzte Polygraphgebäude (s. Foto). Östlich der Brücke grenzt an die Dammaufschüttung die umzäunte Gleiswendeschleife der LVB GmbH.



☞ TKB 4/17 im Fahrbahnbereich der Georg-Schwarz-Straße nördlich vom Bauwerk 2 (Foto Barthel vom 12.10.2017)

Die Geländeoberfläche seitlich des Straßendamms schwankt im unmittelbaren Brückenumfeld zwischen ca. 108,2 m NHN und ca. 107,0 m NHN.

Großflächig fällt die Geländeoberfläche im Auebereich mit der Fließrichtung der Weißen Elster, Nahle und Luppe von Südost nach Nordwest begrenzt ein.

Nach Auskunft des Sachgebietes Abfall-/Bodenschutzbehörde des Amtes für Umweltschutz der Stadt Leipzig /U6/ sind im unmittelbaren Baubereich der „BW II R12“ – Brückenbauwerk 2 keine Altlastenverdachtsflächen im Sächsischen Altlastenkataster ausgewiesen.

### **3 BAUGRUNDERKUNDUNG UND LABORUNTERSUCHUNGEN**

#### ***Baugrunderkundung***

Im Zuge der Baugrunduntersuchung der Geophysik GGD mbH im Jahre 2002/2003 wurden 4 Kernbohrungen /BK 13 bis BK 16/ bis 7,9 m bzw. bis 20,0 u. OK Gelände seitlich der Brückenwiderlager

angeordnet. Weiterhin wurden bei der Baugrunduntersuchung 2002 parallel zu den 4 Kernbohrungen Schwere Rammsondierungen bis 2,7 m bzw. bis 6,2 m u. OK Gelände abgerammt.

Entsprechend der übergebenen Aufgabenstellung - Leistungsverzeichnis wurde als Ergänzung die Trockenkernbohrung /TKB 4/17/ bis 20,0 m u. OK Fahrbahn im Bereich der stadteinwärtigen Fahrbahn westlich des nördlichen Brückenwiderlagers abgeteuft. Das Bohrverfahren entspricht dem Rotations-Trockenkernbohrverfahren der DIN EN ISO 22475-1 mit einem Durchmesser von 178 mm. Im Vorfeld der Bohrarbeiten wurde die Schwere Rammsondierung DPH 4/17 nach DIN EN ISO 22476-2 mit einem Spitzenquerschnitt von 15 cm<sup>2</sup> bis 13,6 m u. OK Fahrbahn abgerammt. Die ergänzende Baugrunduntersuchung wurde in unserem Auftrag von der Bohrfirma Dietmar Unteutsch Bohrungen und Sondierungen aus Leipzig in der Zeit von 10.10 bis 12.10.2017 ausgeführt.

Die Lage der einzelnen Aufschlusspunkte kann dem Aufschlussplan /Anlage 2/ entnommen werden. Die Ergebnisse der Kernbohrungen und der Schwere Rammsondierungen aus dem Jahre 2002 sowie die aktuell ausgeführte Trockenkernbohrung und Schwere Rammsondierung sind als geotechnische Baugrundschnitte 4 und 5 in den Anlagen 3.1 und 3.2 als schematische Säulenprofile bzw. Liniendiagramme aufgetragen. Das Schichtenverzeichnis und das Rammprotokoll der aktuell ausgeführten Trockenkernbohrung sowie Schwere Rammsondierung wurden dem Gutachten als Anlage 4 beigelegt. Die aktuellen Aufschlusspunkte wurden in Vorbereitung zur Felderkundung vom Vermessungsbüro Dipl.-Ing Ulf Becker aus Nobitz nach den Vorgaben des Gutachtenbearbeiters abgesteckt und während der Ausführung lage- und höhenmäßig eingemessen. Die Koordinatenliste der Aufschlusspunkte mit den m NHN-Höhen wurde als Beiblatt der Anlage 4 beigelegt. Die Lage der Baugrundaufschlüsse aus dem Jahre 2002 wurde aus dem übergebenen Aufschlussplan übernommen, da kein Vermessungsprotokoll verfügbar war. Die auf das Höhensystem NN eingemessenen Ansatzpunkte der Baugrundaufschlüsse aus dem Jahr 2002 wurden im Rahmen der Gutachtenbearbeitung ohne Korrektur in das aktuelle Höhensystem NHN übernommen.

### ***Laboruntersuchungen***

Zur Durchführung von bodenphysikalischen bzw. bodenmechanischen und chemischen Laborversuchen wurden aus der aktuell ausgeführten Trockenkernbohrung gestörte Bodenproben entnommen. Im Einzelnen wurden von der Erdbaulabor Leipzig GmbH nach Vorgaben des Gutachtenbearbeiters, in Ergänzung der bereits vorliegenden bodenphysikalischen Daten, nachfolgende Laboruntersuchungen vorgenommen:

- ◆ 6 x Wassergehalt nach DIN 18 121,
- ◆ 4 x Korngrößenverteilung nach DIN 18 123 und
- ◆ 1 x Zustandsgrenzen nach DIN 18 122.

Zur Beurteilung der Betonaggressivität und des Korrosionsverhaltens gegenüber Stahl des Grundwassers im Baubereich der Brücke wurde eine Wasserprobe aus der TKB 4/17 entnommen und gemäß DIIN 4030 und DIN 50929 untersucht.

Zur abfallrechtlichen Bewertung, der im Baubereich des geplanten Ersatzneubaus vorhandenen Rückbaumaterialien, wurden separate Bodenproben entnommen und der Hubert Beyer Umwelt Consult GmbH aus Leipzig, zur Untersuchung und Bewertung übergeben. Der Bericht zum Abfallverwertungs- und Entsorgungskonzeption mit Prüfberichten wurde dem Bodengutachten als Anlage 6 beigeheftet.

## **4 BAUGRUND**

### **4.1 Regionalgeologie**

Der untersuchte Baubereich der Brücke „BW II R12“ – Bauwerk 2 im Zuge der Georg-Schwarz-Straße liegt aus regionalgeologischer Sicht am östlichen Rand einer pleistozänen Hochfläche aus der Saalekaltzeit. Unmittelbar östlich der Georg Schwarz-Straße beginnt nach den eingesehenen Spezialkarten die holozäne Aue der Luppe / Weißen Elster.

Nach der ausgeführten ingenieurgeologischen Standortrecherche stehen im Untersuchungsbereich ca. 3 m bzw. 6 m u. OK Gelände pleistozäne Flussschotter der saalekaltzeitlichen Mulde an. In der Lithofazieskarte Quartär ist ausgewiesen, dass innerhalb der grobkörnigen Flussschotter bereichsweise gemischtkörnige Schichtbereiche eingelagert sind. Unterhalb der Flussschotter folgt nach der ingenieurgeologischen Recherche ab ca. 103 m NHN bzw. ab ca. 101 m NHN die Verwitterungszone einer Festgesteinsaufwölbung aus dem Siles / unteres Karbon. Das oberflächennah verwitterte Festgestein ist in der Lithofazieskarte Tertiär als überwiegend grobkörnige Sedimentgesteine in Form Sandsteinen und Konglomeraten verzeichnet. Eine Einlagerung von tertiären Bodenschichten zwischen dem pleistozänen Flussschottern und den liegenden verwittertem Festgestein, wie in älteren geologischen Karten dargestellt, ist in der Lithofazieskarte Tertiär von 2002 nicht ausgewiesen.

Infolge der vorhandenen Bebauung/Dammaufschüttung und der Geländeregulierung werden die natürlich gewachsenen Bodenschichten im gesamten Untersuchungsbereich durch eine anthropogene Auffüllungsschicht überdeckt. Nach den vorliegenden Aufschlussergebnissen und den eingesehenen geologischen Unterlagen muss im Untersuchungsbereich von einer Schichtdicke der Auffüllung von ca. 0,8 m bis 5,8 m (Dammaufschüttung usw.) ausgegangen werden. Die Auffüllung ist entsprechend ihrer Entstehung (Dammaufschüttung, Straßenbau, Leitungsbau, Geländeregulierung usw.) heterogen zusammengesetzt.

Gemäß den ausgewerteten geologischen Unterlagen sind aus ingenieurgeologischer Sicht im Bebauungsgebiet keine Schwächezonen (Auslaugungszonen usw.) des tieferen Untergrunds zu erwarten. Der

Untersuchungsbereich liegt nach der Übersichtskarte der DIN 4149:2005-04 in der Erdbebenzone 0. Der am Baustandort anstehende Baugrund ist nach DIN EN 1998-1:2010-12 /EC 8 - Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben/ Baugrundklasse A einzuordnen.

## 4.2 Hydrogeologische Standortverhältnisse

In den abgeteufte Baugrundaufschlüssen wurde das Grundwasser im Regelfall im Schichtniveau der Flussschotter ab 1,9 m bzw. ab 8,7 m u. Bohransatzhöhe angeschnitten. Durch die Kernbohrung BK 13/02 im Oktober 2002 wurde der Grundwasserspiegel bereits bei 1,4 m u. OK Gelände an der Schichtbasis der Auffüllung angetroffen.

Der saalekaltzeitliche Flussschotter als Hauptgrundwasserleiter im Untersuchungsgebiet wird nach dem hydrogeologischen Großraummodell für Leipzig als sog. Mitteltrassenschotter – Grundwasserleiter HWL 1.5 eingestuft. Der bei den Aufschlussarbeiten 2002 gemessene Ruhewasserspiegel lag teilweise bis ca. 1 m über und teilweise bis ca. 2 m unter dem Anschnittniveau. In der aktuell abgeteufte Trockenkernbohrung 4/17 war der Grundwasseranschnitt und der Ruhewasserspiegel nach Bohrende gleich. Der nach Bohrende gemessene Ruhewasserspiegel, stellte sich bei den Felduntersuchungen im Juli 2002 bis November 2002 zwischen 103,5 m NHN und 106,7 m NHN ein. Im Oktober 2017 bei den aktuellen Felduntersuchungen wurde der Ruhewasserspiegel nach Bohrende bei 104,7 m NHN eingemessen.

Nachfolgend sind die während der Bohrarbeiten vom 09.7. bis 12.11.2002 bzw. am 12.10.2017 ermittelten Grundwasserstände in der Tabelle 1 zusammengestellt:

Tabelle 1: Grundwasserstände im Juli 2002 und Oktober 2017

<b>Aufschlussnummer - Geländehöhe in m NHN</b>	<b>Wasserspiegelanschnitt m u. OKG / m NHN</b>	<b>Ruhewasserspiegel nach Bohrende m u. OKG / m NHN + Datum</b>
BK 13/02 – 106,92	1,4 / 105,5	3,4 / 103,5 am 01.10.2002
BK 14/02 – 107,30	1,9 / 105,4	2,5 / 104,8 am 09.07.2002
BK 15/02 – 108,14	2,3 / 105,8	1,8 / 106,3 am 12.11.2002
BK 16/02 – 113,25	7,7 / 105,6	6,7 / 106,7 am 31.07.2002
TKB 4/17 – 113,20	8,7 / 104,5	8,7 / 104,5 am 12.10.2017

Entsprechend der erkundeten hydrogeologischen Standortverhältnisse und denen, bei den Felduntersuchungen gemessenen Grundwasserständen, ist für den untersuchten Bereich des Ersatzneubaus davon auszugehen, dass der Grundwasserspiegel im Schichtniveau der Flussschotter in Abhängigkeit von eingelagerter gemischtkörniger Zwischenschicht bereichsweise gespannt ist.

Im Anschreiben des Sachgebietes Wasserbehörde des Umweltamtes der Stadt Leipzig /U5/ wird bei mittleren Grundwasserverhältnissen im Untersuchungsbereich ein freier/ausgepegelter mittlerer Grundwasserspiegel /MGW/ von ca. 105,5 m NHN ausgewiesen. Auf der Grundlage, einer von der Wasserbehörde übergebenen Grundwasserganglinie aus dem Baumfeld, ist für den untersuchten Brückenstandort von einer Schwankungsbreite vom mittleren zum höchsten Grundwasserspiegel /HGW/ von ca. 1,2 m auszugehen. Für die weitere Bauplanung ist nach dem derzeitigen Untersuchungsstand für den Baubereich von einem höchsten Grundwasserspiegel von ca. 106,7 m NHN auszugehen.

In Abhängigkeit der Witterungsverhältnisse kann es innerhalb der oberflächlich anstehenden Auffüllung bzw. an der Schichtgrenze Auffüllung zu gemischtkörnigen Zwischenschichten zur Ausbildung von Stau und Schichtenwasser oberhalb des Grundwasserspiegels kommen.

## 5 **BAUGRUNDBEURTEILUNG**

### 5.1 **Baugrundmodell**

Nach der erkundeten Baugrundsichtung kann für den Untersuchungsbereich des geplanten Ersatzneubaus der Brücke „BW II R12“ – Bauwerk 2 von einem

#### ***3-Schichten-Baugrundmodell***

ausgegangen werden. Die einzelnen Baugrundsichten sind nachfolgend in der Tabelle 2 angeführt:

*Tabelle 2: Baugrundmodell*

<b><i>Baugrundsichten /Stratigraphie</i></b>	<b><i>Teufenbereiche der Baugrundsichten</i></b>	<b><i>erkundete Schichtmächtigkeit</i></b>
<i>Schicht 1 : Auffüllung / Holozän</i>	bis 0,8 m bis 5,8 m u. GOK/ 113,2 m NHN bis 105,4 m NHN	von 0,8 m bis 5,8 m
<i>Schicht 2 : Flussschotter mit gemischtkörnige Zwischenschichten / Pleistozän</i>	von 1,1 m bis 10,6 m u. GOK/ 107,4 m NHN bis 100,9 m NHN	von 2,5 m bis 5,3 m
<i>zu Schicht 2: gemischtkörnige Zwischenschichten innerhalb des Flussschotter / Pleistozän</i>	von 6,8 m bis 8,7 m u. GOK / 106,4 m NHN bis 104,5 m NHN	von 0,7 bis 0,9 m
<i>Schicht 3 : verwittertes bis angewittertes / kompaktes Festgestein (Sandstein und Konglomerat) / Karbon</i>	von 4,2 m bis 20,0 m u. GOK / 103,3 m NHN bis 87,3 m NHN	von 3,1 m bis 13,6 m

Außerhalb der Dammaufschüttung wurde durch die Baugrundbohrungen BK 13/02 bis BK 15/02 unter der Auffüllung, eine 0,2 m bis 0,3 m dicke, braune, sandig bis schluffige Tonschicht erkundet. Nach Einschätzung des Gutachtenbearbeiters handelt es sich dabei um ein Relikt der ehemaligen, oberflächlich anstehenden Mutterbodenschicht. Die nur begrenzt dicke Mutterbodenschicht wird nicht als separate Bodenschicht im Baugrundmodell ausgewiesen. In Bezug auf die geotechnischen Eigenschaften und Eignung ist die ehemalige Mutterbodenschicht der Auffüllung zu zurechnen.

## 5.2 Baugrundeigenschaften

### *Schicht 1: Auffüllung [A] (Holozän)*

Nach den vorliegenden Aufschlussergebnissen steht im gesamten Baubereich des Ersatzneubaus oberflächlich eine anthropogene Auffüllungsschicht an. Die dunkelgraubraune über braune bis rötliche Auffüllung mit einer erkundeten Schichtdicke von 0,8 m bis 5,8 m ist entsprechend der Entstehung (Dammaufschüttung beidseitig der Brücke, Straßen-, Gleisbau, Leitungsbau, Geländeregulierung usw.) heterogen zusammengesetzt.

Die aktuell ausgeführte Trockenkernbohrung 4/17 nordwestlich der Bestandsbrücke wurde oberflächlich eine 0,20 m dicke Asphaltsschicht über einer 0,5 m dicken ungebundenen Tragschicht aus einem Schotter-Sand-Gemisch als vorhandenen Fahrbahnoberbau erkundet. Ab 0,7 m bis 5,8 m u. OK Fahrbahn (von 112,5 m NHN bis 107,4 m NHN) wurde ein, dunkelbraunes bis graues, heterogenes Gemisch Sand, Kies und Schluff mit eingelagerten Ziegelsteinstücken als Dammaufschüttung erbohrt. Nach den aufgenommenen Schlagzahlen, der parallel zur Baugrundbohrung, ausgeführten Schweren Rammsondierung DPH 4/17 und der spezifizierten Bohrproben besitzt die fein- bis gemischtkörnige Dammschüttung eine steife bis weiche Konsistenz bzw. die gemischtkörnige Dammschüttung eine lockere Lagerung. Die Aufschlussergebnisse der Kernbohrung BK 16/02 im Gehwegbereich südöstlich der Bestandsbrücke mit einer hier 4,3 m dicken Dammaufschüttung, bestätigen die heterogene Zusammensetzung der vorhandenen Dammaufschüttung.

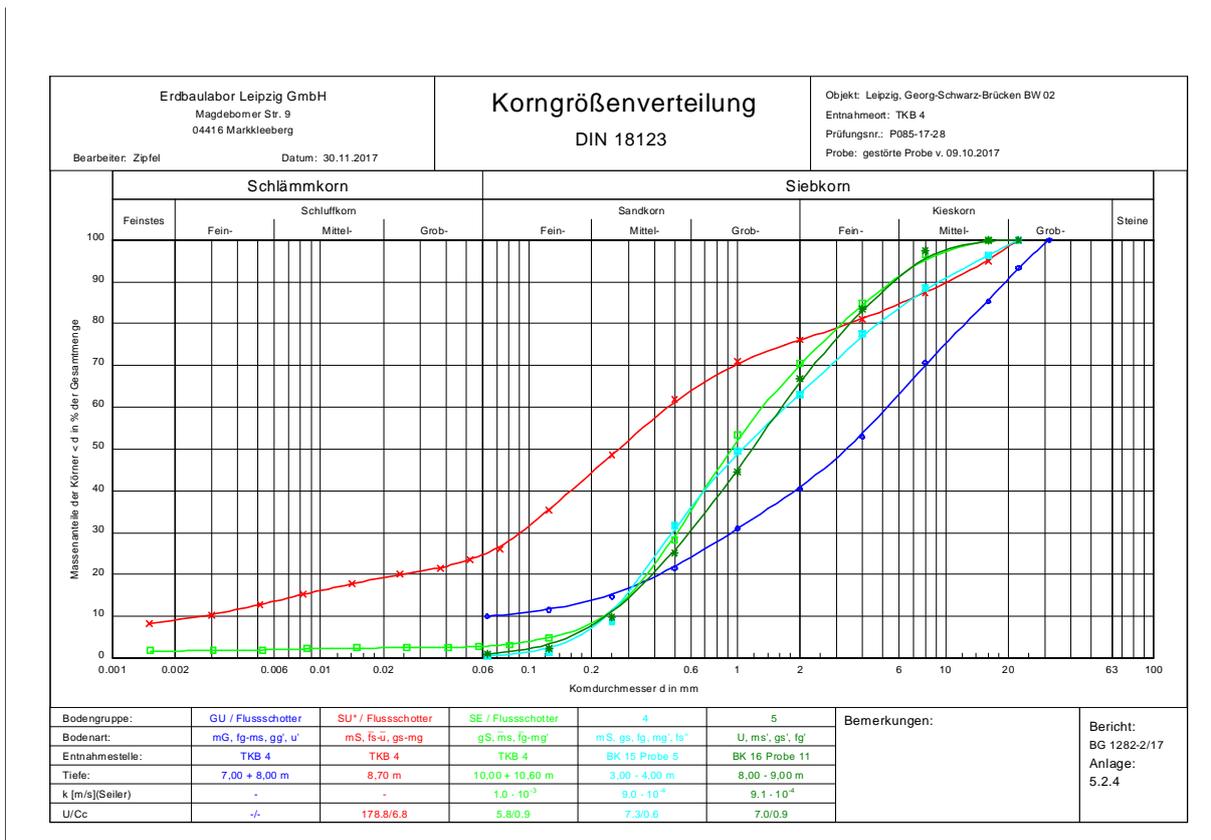
Durch die Kernbohrungen BK 13/02 bis BK 15/02 im Jahre 2002 außerhalb der Dammaufschüttung wurde oberflächlich eine anthropogene Auffüllung aufgeschlossen. Die erkundete Auffüllungsschicht mit einer Dicke von 0,8 m bis 1,8 m wurde gleichfalls als dunkelgraues über braunes bis schwarzes heterogenes Gemisch aus Schluff, Sand, Kies und Ziegelstein- bzw. Betonstücke erkundet.

Die im Baubereich des Brückenbauwerkes 2 erkundete fein- bis gemischtkörnige Auffüllung wird gem. der DIN 18916 bereichsweise als Kies-Sand- Schluff-Gemisch /GU – SU - ST/ bis mittel plastischen Ton /TM/ bzw. eingestuft.

Die Basis der anthropogenen Auffüllung wurde bei der Baugrunduntersuchung im Jahre 2002 und der aktuellen Baugrunduntersuchung zwischen ca. 108,9 m NHN (BK 16/02) und ca. 105,4 m NHN (BK 13/02) angetroffen. Das, an den Aufschlusspunkten BK 13/02 bis RKS 15/02, erbohrte Relikt der ehemaligen Mutterbodenschicht mit einer Schichtdicke von 0,20 m bis 0,30 m wird, wie bereits ausgeführt, aus geotechnischer Sicht der Auffüllungsschicht zugerechnet.

**Schicht 2: Flussschotter [gS - mG] (Pleistozän)**

Im Liegenden der Auffüllung und dem bereichsweise noch vorhandenen Relikt der Mutterbodenschicht stehen an allen Aufschlusspunkten Flussschotter als gewachsene Bodenschicht an. Unter der Auffüllungsschicht folgen bis 4,2 m u. OK Gelände bzw. bis 10,6 m u. OK Dammaufschüttung die Flussschotter der sog. Mittelterrasse der saalekaltzeitlichen Mulde als Kies- und Sandschichten. Die gelbbraune über ocker bis graue Flussschotterschicht ist nach den vorliegenden Korngrößenverteilungen und spezifizierten Bohrproben überwiegend als Mittelkies feinkiesig, grob- bis mittelsandig, schluffig bis Grobsand, fein- bis mittelkiesig, mittelsandig anzusprechen. Bereichsweise besitzen die Flussschotter in einem begrenzt dicken Schichtbereich einen deutlichen Feinkornanteil. Bei der Bohrprobe aus der TKB 4/17 von 8,0 m bis 8,7 m u. OK Fahrbahn wurde ein Feinkornanteil von ca. 25 % ermittelt (s. Korngrößenverteilungen) Die Flussschotter sind gemäß der ermittelten Korngrößenverteilungen nach DIN 18196 als Kies- bzw. Sand-Schluff-Gemisch (GU – SU\*) bzw. als weit bis eng abgestufter Sand (SW - SE) anzusprechen.



↻ Korngrößenverteilungslinien aus 2002 und 2017 der Flussschotter

Nach vorliegenden Erfahrungen aus dem Stadtgebiet von Leipzig kann an der Schichtbasis der Flussschotter eine Stein- bzw. Gerölllage vorhanden sein. Die Blöcke können einen Durchmesser bis > 30 cm aufweisen. Der Flussschotter wird nach den vorliegenden Korngrößenverteilungen und den Erfahrungen aus dem Umfeld als sehr durchlässig bis durchlässig eingestuft. Flussschotterbereiche mit einem Feinkornanteil > 15 % sind als schwach durchlässig zu beurteilen.

Die Lagerungsdichte des Flussschotter wird nach den Ergebnissen der ausgeführten Schweren Rammsondierungen überwiegend als dicht gelagert eingestuft. Bereichsweise sind Flussschotter auch sehr dicht gelagert (Schlagzahlen > 80 Schläge/ 10 cm Eindringtiefe). Die Schweren Rammsondierungen DPH 11/02, DPH 12/02 und DPH 13/02 mussten im dicht bis sehr dicht gelagerten Flussschotter abgebrochen werden.

Die Schichtbasis der Flussschotter wurde durch die Baugrundbohrungen 2002 und 2017 im Bereich der Brücke „BW II R12“ – Bauwerk 2 im Höhenniveau von ca. 103,3 m NHN bis 100,9 m NHN angetroffen. Nach den vorliegenden Bohrprofilen ist davon auszugehen, dass der Schichtübergang vom pleistozänen Flussschotter zum liegenden Festgestein im untersuchten Baubereich des Brückenbauwerkes 2 von Südwest nach Nordwest einfällt.

Die pleistozänen Flussschotter können im Untersuchungsbereich durch die wechselhafte Flusssedimentation bzw. -erosion (zeitlich und örtlich) und den mäandernden Flussverlauf in Schichtausbildung und -dicke unterschiedlich ausgebildet sein.

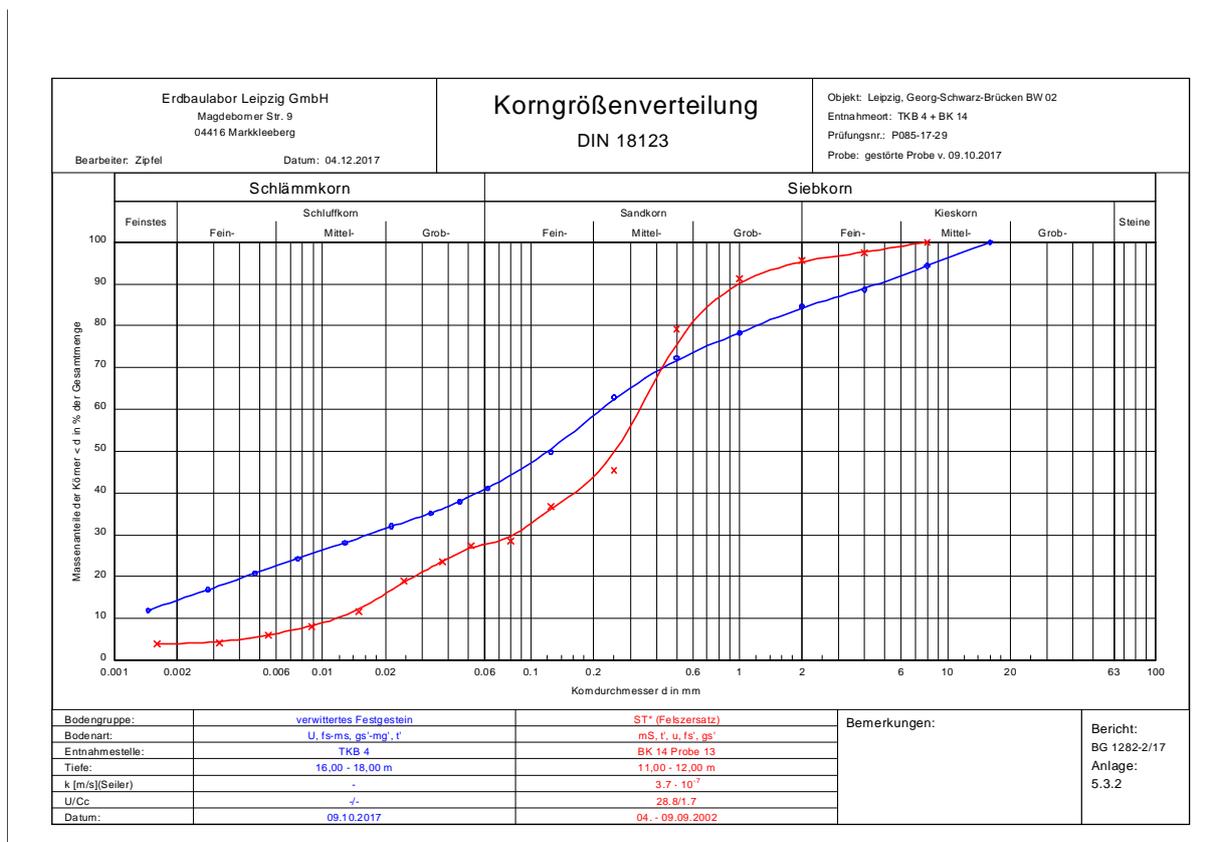
### ***Schicht 3: verwittertes bis angewittertes Festgestein / Sandstein und Konglomerat [Z] (Kabron)***

Im Liegenden der quartären Flussschotter wurde durch alle Baugrundaufschlussbohrungen verwittertes Festgestein aufgeschlossen. Nach den spezifizierten Bohrproben und den ausgewerteten Spezialkarten steht im Untersuchungsbereich klastisches Sedimentgestein in Form von Sandsteinen und Konglomerat aus den Siles – unteres Karbon an. Der Übergang vom Sandstein zum Konglomerat in Bezug auf die Korngröße ist fließend.

Der obere stark verwitterte Festgesteinsbereich wird als Zersatz eingestuft, da dieser Schichtbereich aus geotechnischer Sicht, Lockergesteinseigenschaften besitzt. Nach den ermittelten Korngrößenverteilungen und der Probenaufnahme ist der Zersatz, je nach Verwitterungszustand als Schluff, stark sandig, kiesig, tonig bis Mittelsand, feinsandig bis stark schluffig, grobsandig bis schwach feinkiesig anzusprechen. Der Feinkornanteil bei den untersuchten 2 Einzelproben wurde mit ca. 27 % bis ca. 42 % ermittelt.

Nach DIN 18196 ist der erkundete Festgesteinszersatz, als leicht bzw. mittel plastischer Ton bis Sand-Schluff-Gemisch (TM/TL bis SU/ST) einzustufen. Auf der Grundlage der aufgenommenen Schlagzahlen der ausgeführten Schweren Rammsondierungen und der spezifizierten Bohrproben besitzt der Zersatzbereich in den oberen 2 m bis 3 m eine steife bis halbfeste Konsistenz und darunter eine halbfeste bis feste Konsistenz. Die Schweren Rammsondierungen DPH 10/02 und DPH 4/17 mussten im Übergangsbereich vom steifen bis halbfesten zum halbfesten bis festen Festgesteinszersatz abgebrochen werden, da die Schlagzahlen auf über 100 Schläge pro 10 cm Eindringtiefe anstiegen.

Nach den vorliegenden Bohr- und Rammergebissen besitzt der Festgesteinszersatz im Untersuchungsbereich des Brückenbauwerkes 2 eine sehr wechselhafte Schichtdicke. An den Aufschlusspunkten BK 13/02 und BK 14/02 sowie TKB 4/17 westlich und nördlich der Bestandsbrücke wurde das verwitterte Festgestein zur Endteufe der Baugrundbohrungen / bis 20 m u. OK Bohransatzpunkt (bis 86,9 m NHN) aufgeschlossen. Durch die Kernbohrungen BK 15/02 und BK 16/02 südlich bzw. südöstlich des Brückenbauwerkes 2 wurde der Zersatzbereich nur bis 7,7 m u. OK Gelände (bis 100,4 m NHN) bzw. bis 17,8 m u. OK Dammschüttung (bis 95,4 m NHN) erkundet. In diesem Untersuchungsbereich geht der Festgesteinszersatz bei 95,4 m NHN bzw. bei ca. 100,4 m NHN in angewittertes Festgestein über. Die Kernbohrung BK 15/02 musste nach dem begrenztem Anbohren des nur angewitterten Festgesteins bei einer Bohrtiefe von 7,9 m abgebrochen werden, da kein Bohrfortschritt mehr erzielt werden konnte.



➡ *Korngrößenverteilungslinien / verwittertes Festgesteins von 2002 und 2017*

In Auswertung der vorliegenden Aufschlussergebnissen ist davon auszugehen, dass die Schichtdicke des Festgesteinsersatzes im Untersuchungsbereich von Südwest nach Nordost deutlich zunimmt. In diesem Zusammenhang muss darauf hingewiesen werden, dass der Aufschlusspunkt der BK 15/02 mit einem erkundeten Übergang vom halbfesten bis festen Festgesteinsersatz zum angewitterten Festgestein bei ca. 100,4 m NHN (bei ca. 7,7 m u. OK Gelände) ca. 26 m südwestlich des nördlichen Widerlagers der Bestandsbrücke angesetzt wurde.

Die Aufschlussergebnisse bestätigen die Angaben der ingenieurgeologischen Recherche. In Anlehnung an die DIN 18 196 /Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke/ werden die bautechnischen Eigenschaften und die Eignung der beschriebenen Baugrundsichten nachfolgend in der Tabelle 3 dargestellt:

Tabelle 3: Bautechnische Eigenschaften und Eignung

<i>Bautechnische Eigenschaften/ Eignung</i>	<i>Schicht 1 Auffüllung</i>	<i>Schicht 2 Flussschotter</i>	<i>Schicht 3a Festgesteinszersatz</i>	<i>Schicht 3b angewittertes Festgestein</i>
Tragfähigkeit / Scherfestigkeit	gering	mittel bis groß	mittel bis groß	sehr groß
Verformbarkeit	groß	mittel bis gering	mittel bis gering	nicht - Fels
Verdichtbarkeit	schlecht	mäßig bis mittel	mäßig	nicht - Fels
Durchlässigkeit	gering bis mittel	groß bis mittel	gering	nicht bis mittel Fels
Witterungs-/ Erosionsempfindlichkeit	sehr groß	groß bis gering	groß	nicht - Fels
Frostempfindlichkeit	sehr groß	gering bis groß	sehr groß	gering bis nicht Fels
Rammpbarkeit	leicht bis sehr schwer *	schwer bis sehr schwer	mittel schwer bis sehr schwer *	nicht - Fels
Bohrbarkeit	leicht bis sehr schwer *	schwer bis sehr schwer	mittel schwer bis sehr schwer*	sehr schwer - Fels
Eignung als Gründungsschicht	nicht geeignet	geeignet bis gut geeignet	geeignet bis gut geeignet	sehr gut geeignet

\* bei Geröll- bzw. Steinlagen sehr schwer bohrbar und Rammung mit Einbringhilfe - Vorbohren

Die Eigenschaften bzw. Eignung der Bodenschichten hängen wesentlich vom Feinkornanteil und dem natürlichen Wassergehalt ab.

### 5.3 Homogenbereiche gemäß VOB, Teil C von 09-2016

Mit der Aktualisierung der Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen /VOB; Teil C/ im August 2015/2016 wurden die Boden- und Felsklassen in 10 Tiefbaunormen durch Homogenbereiche ersetzt. Nachfolgend sind die Homogenbereiche mit den erforderlichen Angaben gemäß der Normen DIN 18300:2016-09 /Erdarbeiten/, DIN 18301:2016-09 /Bohrarbeiten/ und DIN 18304:2016-09 /Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten/ der im Untersuchungsbereich unter dem Fahrbahn- und Gleisoberbau angetroffenen Böden tabellarisch zusammengestellt (s. Tabelle 4a + 4b, Tabelle 5a + 5b und Tabelle 6a + 6b).

Tabelle 4a: Homogenbereiche E 1 bis E 3a für Erdarbeiten gemäß DIN 18300:2016-09

<b>Kennwerte / Eigenschaften</b>	<b>E 1</b>	<b>E 2</b>	<b>E 3a</b>
ortsübliche Bezeichnung	Auffüllung	Flussschotter	Festgesteinsersatz
Korngrößenverteilung	Band E 1	Band E 2	Band E 3
Anteil Steine u. Blöcke [%]	< 30	< 10	< 30
Anteil großer Blöcke [%]	< 20	<5	<20
Dichte, feucht [g/cm³]	1,5 – 2,0	1,8 – 2,0	1,9 – 2,2
undrännierte Scherfestigkeit [kN/m²]	40 - 100	n. b. <sup>⊕</sup>	50 - 350
Wassergehalt [%]	8 - 25	6 - 35	8 - 20
Konsistenz	n. e. <sup>⊕</sup>	n. b. <sup>⊕</sup>	n. e. <sup>⊕</sup>
Konsistenzzahl [-]	0,50 – 1,0	n. b. <sup>⊕</sup>	0,75 – 1,4
Plastizität	n. e. <sup>⊕</sup>	n. b. <sup>⊕</sup>	n. e. <sup>⊕</sup>
Plastizitätszahl [-]	0,07 – 0,20	n. b. <sup>⊕</sup>	0,10 – 0,30
Lagerungsdichte I <sub>D</sub> [%]	30 - 70	40 – 90	n. b. <sup>⊕</sup>
Organischer Anteil [%]	< 10	< 5	< 5
Bodengruppe nach DIN 18916	[GW], [GU*], [SU*],[TM]	SE - GU	TM – SU* - ST

⊕ n. b.<sup>⊕</sup> - nicht bestimmbar; n. e.<sup>⊕</sup> - nicht erforderlich;

Tabelle 4b: Homogenbereiche - Fels / E 3b für Erdarbeiten gemäß DIN 18300:2016-09

<b>Kennwerte / Eigenschaften</b>	<b>E 3b</b>
ortsübliche Bezeichnung / Benennung nach DIN EN ISO 14689-1	angewitterte Sandstein und Konglomerat aus dem Karbon / Sedimentgesteine
Dichte [g/cm³]	2,3 – 2,7
Verwitterung, Veränderung und Veränderlichkeit	mäßig verwittert bis frisch / verfärb bis frisch / veränderlich bis nicht veränderlich
Druckfestigkeit [MPa]	25 bis 150
Trennflächeneinrichtung	n. b. <sup>⊕</sup>
Trennflächenabstand	engständig bis weitständig
Gesteinskörperform	gerundet

⊕ n. b.<sup>⊕</sup> - nicht bestimmbar;

Tabelle 5a: Homogenbereiche B 1 bis B 4a für Bohrarbeiten gemäß DIN 18301:2016-09

<b>Kennwerte / Eigenschaften</b>	<b>B 1</b>	<b>B 2</b>	<b>B 3a</b>
ortsübliche Bezeichnung	Auffüllung	Flussschotter	Festgesteinsersatz
Korngrößenverteilung	Band E 1	Band E 2	Band E 3
Anteil Steine u. Blöcke [%]	< 30	< 10	< 30
Anteil großer Blöcke [%]	< 20	<5	<20
Dichte, feucht [g/cm <sup>3</sup> ]	1,5 – 2,0	1,8 – 2,0	1,9 – 2,2
Kohäsion [kN/m <sup>2</sup> ]	n. b. <sup>⊖</sup>	n. b. <sup>⊖</sup>	3 - 30
undränierete Scherfestigkeit [kN/m <sup>2</sup> ]	40 - 100	n. b. <sup>⊖</sup>	50 - 350
Wassergehalt [%]	8 - 25	6 - 35	8 - 20
Konsistenz	n. e. <sup>⊖</sup>	n. b. <sup>⊖</sup>	n. e. <sup>⊖</sup>
Konsistenzzahl [-]	0,50 – 1,0	n. b. <sup>⊖</sup>	0,75 – 1,4
Plastizität	n. e. <sup>⊖</sup>	n. b. <sup>⊖</sup>	n. e. <sup>⊖</sup>
Plastizitätszahl [-]	0,07 – 0,20	n. b. <sup>⊖</sup>	0,10 – 0,30
Lagerungsdichte I <sub>D</sub> [%]	30 - 70	40 – 90	n. b. <sup>⊖</sup>
Abrasivität [-]	abrasiv bis stark abrasiv	stark abrasiv bis extrem abrasiv	abrasiv bis sehr abrasiv
Bodengruppe nach DIN 18916	[GW], [GU*], [SU*],[TM]	SE - GU	TM – SU* - ST

⊖ n. b.<sup>⊖</sup> - nicht bestimmbar; n. e.<sup>⊖</sup> - nicht erforderlich; ⊕ für die Tonschichtbereiche des Bänder-ton

Tabelle 5b: Homogenbereiche - Fels / B 3b für Bohrarbeiten gemäß DIN 18301:2016-09

<b>Kennwerte / Eigenschaften</b>	<b>B 3b</b>
ortsübliche Bezeichnung / Benennung nach DIN EN ISO 14689-1	angewitterte Sandstein und Konglomerat aus dem Karbon / Sedimentgesteine
Dichte [g/cm <sup>3</sup> ]	2,3 – 2,7
Verwitterung, Veränderung und Veränderlichkeit	mäßig verwittert bis frisch / verfärb bis frisch / veränderlich bis nicht veränderlich
Druckfestigkeit [MPa]	25 bis 150
Trennflächeneinrichtung	n. b. <sup>⊖</sup>
Trennflächenabstand	engständig bis weitständig
Gesteinskörperform	gerundet
Abrasivität [-]	abrasiv bis sehr abrasiv

⊖ n. b.<sup>⊖</sup> - nicht bestimmbar;

Tabelle 6a: Homogenbereiche R 1 bis R 3a für Ramm-, Rüttel und Pressarbeiten gemäß DIN 18304:2016-09

Kennwerte / Eigenschaften	R 1	R 2	R 3a
ortsübliche Bezeichnung	Auffüllung	Flussschotter	Festgesteinszersatz
Korngrößenverteilung	Band E 1	Band E 2	Band E 3
Anteil Steine u. Blöcke [%]	< 30	< 10	< 30
Anteil großer Blöcke [%]	< 20	<5	<20
Wassergehalt [%]	8 - 25	6 - 35	8 - 20
Konsistenz	n. e. <sup>⊖</sup>	n. b. <sup>⊖</sup>	n. e. <sup>⊖</sup>
Konsistenzzahl [-]	0,50 – 1,0	n. b. <sup>⊖</sup>	0,75 – 1,4
Plastizität	n. e. <sup>⊖</sup>	n. b. <sup>⊖</sup>	n. e. <sup>⊖</sup>
Plastizitätszahl [-]	0,07 – 0,20	n. b. <sup>⊖</sup>	0,10 – 0,30
Lagerungsdichte I <sub>D</sub> [%]	30 - 70	40 – 90	n. b. <sup>⊖</sup>
Bodengruppe nach DIN 18916	[GW], [GU*], [SU*],[TM]	SE - GU	TM – SU* - ST

⊖ n. b.<sup>⊖</sup> nicht bestimmbar; n. e.<sup>⊖</sup> nicht erforderlich;

Tabelle 6b: Homogenbereiche - Fels / R 3b für Ramm-, Rüttel und Pressarbeiten gemäß DIN 18304:2016-09

Kennwerte / Eigenschaften	R 3b
ortsübliche Bezeichnung / Benennung nach DIN EN ISO 14689-1	angewitterte Sandstein und Konglomerat aus dem Karbon / Sedimentgesteine
Druckfestigkeit [MPa]	25 bis 150

⊖ n. b.<sup>⊖</sup> nicht bestimmbar;

Die Angaben zum Homogenbereich E 3b, B 3b und R 3b für den angewitterten Sandstein bzw. Konglomerat für die Erd- und Bohrarbeiten sowie Ramm-, - Rüttel- und Pressarbeiten wurden auf der Grundlage von vorliegenden Erfahrungswerten zusammengestellt. Eine direkte Ermittlung der Kennwerte und Eigenschaften, im Besonderen der Druckfestigkeit, kann nur an ungestörten Kernproben ermittelt werden. Für die Kerngewinnung ist die Ausführung von Rotationskernbohrungen mit Doppelkernrohr erforderlich.

Für die Verbauarbeiten wird in der DIN 18303:2016-09 im Abschnitt 2.3 -Beschreibung und Einteilung von Boden und Fels- ausgeführt, dass die Regelung der DIN 18300:2016-09 für Erdarbeiten auch für die Verbauarbeiten gemäß DIN 18303 gelten.

Die Homogenbereiche E 1 bis E 3a, B1 bis B 3a und R 1 bis R 3a entsprechen den Schichten 1 bis 3 des Baugrundmodells. Die Körnungsbänder der Homogenbereiche liegen dem Bodengutachten als Anlage 8 bei.

## 5.4 Tragfähigkeit

Die ausgeführten Sondierungen DPH 10/02, 11/02, 12/02 und 13/02 aus dem Jahre 2002 und der aktuellen DPH 4/17 mit der Schwere Rammsonde (DPH) nach DIN EN ISO 22476-2 belegen anhand der Schlagzahl  $N$  des Rammbarren je 10 cm Eindringtiefe, dass die oberflächlich anstehende Auffüllung, nur geringe bis sehr geringe Rammwiderstände (Schlagzahlen von 0 bis 3) aufweist. Im Bereich der grobkörnigen bzw. steinigen Auffüllung wurden lokal Schlagzahlen  $> 20$  ermittelt.

Mit Erreichen der Flussschotterschicht ab ca. 1,2 m bzw. ca. 5,8 m u. Ansatzhöhe /ab ca. 108,9 m NHN bzw. ab ca. 105,2/ steigen die Schlagzahlen auf  $N_{10} \geq 10$  bis  $> 30/10$  cm an. Bei den DPH's 11/02, 12/02 und 13/02 stiegen die Schlagzahlen rasch auf 98 bzw.  $> 100$  Schläge / 10 cm Eindringtiefe und belegen die dichte bis sehr dichte Lagerung der Flussschotter. Die angeführten Schwere Rammsondierungen wurden entsprechend der Abbruchkriterien nach der DIN EN ISO 22476-2 in Flussschotterschichtniveau abgebrochen.

Die DPH 10/02 und 4/17 mussten im Übergangsbereich vom steifen bis halbfesten zum halbfesten bis festen Festgesteinsersatz im Teufenbereich von 6,2 m u. OK Gelände bzw. 13,6 m u. OK Dammschüttung /ca. 100,7 m NHN bzw. 99,5 m NHN/ abgebrochen werden, da die Schlagzahlen auf über 110 Schläge/ 10 cm Eindringtiefe anstiegen.

Allgemein kann die Tragfähigkeit und Scherfestigkeit der erkundeten Baugrundsichten im Baubereich des Brückenbauwerkes 2 wie folgt eingeschätzt werden:

<i>Auffüllung (Schicht 1):</i>	<i>geringe Tragfähigkeit / Scherfestigkeit,</i>
<i>Flussschotter (Schicht 2):</i>	<i>große Tragfähigkeit / Scherfestigkeit.</i>
<i>Festgesteinsersatz (Schicht 3a):</i>	<i>große Tragfähigkeit / Scherfestigkeit,</i>
<i>angewittertes Festgestein (Schicht 3b):</i>	<i>sehr große Tragfähigkeit / Scherfestigkeit,</i>

## 5.5 Bodenkennwerte

Nach den vorliegenden Aufschlussresultaten kann bei den geotechnischen Berechnungen für den Ersatzneubau der Georg-Schwarz-Brücke „BW II R12“ – Bauwerk 2 vereinfacht von einem 3-Schichten-Baugrundmodell ausgegangen werden.

Den einzelnen Baugrundsichten werden auf Grundlage der vorliegenden Erkundungsergebnisse, Laborprüfungen und Erfahrungswerte folgende bodenphysikalische Kennwerte und Zustandsgrößen als charakteristische Bodenkennwerte in der Tabelle 7 zugeordnet:

Tabelle 7: Charakteristische Bodenkennwerte

Kennwerte / Zustandsgrößen	Auffüllung (Schicht 1)	Flussschotter (Schicht 2)	Festgesteinzersatz / angewittertes Festgestein (Schicht 3)
Teufenbereich (m u. OK Gel. / m NHN)	0,0 – 5,8 / 113,2 – 105,4	1,2 – 10,6 / 107,4 – 100,9	4,2 – 20,0 / 103,3 – 87,3
Bodenarten (DIN 4022)	U, S, G, X,	mG - mS, s, g, u	U – mS, g, t bis Fels (Sandstein u. Konglomerat)
Bodengruppen (DIN 18196)	[GW], [GU*], [SU*],[TM]	SE - GU	TM – SU* - ST
Durchlässigkeit $k_f$ (m/s)	$10^{-3} - 10^{-9}$	$10^{-4} - 10^{-6}$	$10^{-7} - 10^{-10}$
Frostgefährdung (ZTVE)	F 1 - F 3	F 1 - F 3	F 3
Rohwichte $\gamma / \gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	16 - 18 / 7 - 9 <sup>1</sup>	18 - 19 / 9 - 10 <sup>1</sup>	20 / 11 <sup>1</sup> [24 / 15] <sup>2</sup>
Steifemodul $E_{sk}$ (MN/m <sup>3</sup> )	3 - 25	80 - 150	25 - 80 [ $>250$ ] <sup>2</sup>
wirksam. Reibungswinkel $\phi_k'$ (°)	25 – 30	30 - 35	28 [40] <sup>2</sup>
wirksam. Kohäsion $c_k'$ (kN/m <sup>2</sup> )	0 - 3	0 - 5	5 - 15 [ $>30$ ] <sup>2</sup>

- <sup>1</sup> Rohwichte unter Auftrieb;
- [<sup>2</sup>] - Kennwerte für angewittertes Festgestein

## 6 GEOTCHNISCHE BERATUNG

### 6.1 Allgemeine Einschätzung der Baugrund- und Gründungsverhältnisse

Der untersuchte Baubereich des geplanten Ersatzneubaus der Georg-Schwarz-Brücke „BW II R12“ – Bauwerk 2 ist nach den vorliegenden Ergebnissen der Felduntersuchungen und Laborprüfungen aus geotechnischer Sicht als bedingt geeignet einzustufen.

Die oberflächlich vorhandene inhomogene Auffüllung muss als begrenzt scherfest und deutlich verformbar beurteilt werden. Für eine statisch sichere und verformungsarme Ausführung der Bauwerksgründung sind die Bauwerks- und Verkehrslasten /Einwirkungen/ in die gut tragfähigen Flussschotter bzw. in den tragfähigen Festgesteinzersatz oder in das sehr gut tragfähige, angewitterte Festgestein einzuleiten.

Die hydrogeologischen Standortverhältnisse sind bei der Realisierung von Flachgründungen für die neuen Brückenfundamente im Schichtniveau der Flussschotter als ungünstig einzuschätzen, da das Gründungsniveau für eine Flachgründung unterhalb des Ruhewasserspiegels des Grundwassers im Baubereich liegt.

Alternativ zu Flachgründungen sollten die Bauwerks- und Verkehrslasten/Einwirkungen über Tiefgründungen (z. B. Bohrpfähle) statisch sicher und verformungsarm im Schichtniveau der Flussschotter und den halbfesten bis festen Festgesteinzersatz bzw. in das nur angewitterte Festgestein abgeleitet werden.

## 6.2 Gründungsberatung

### *Ausführung von Flächgründungen für den Ersatzneubau*

Nach der erkundeten Baugrundsichtung und den Grundwasserverhältnissen kann die Abtragung der Bauwerks- und Verkehrslasten der neuen Brücke in den Baugrund mittels Flächgründungen (Gründungsvariante B) nur eingeschränkt empfohlen werden. Die Flächgründungen mit einer Gründungsordinate bei ca. 105 m NHN im tragfähigen Flussschotter, liegen ca. 1,0 m bzw. bis ca. 1,5 m unterhalb des erkundeten Ruhewasserspiegels des Grundwassers. Für die Realisierung von Flächgründungen für die neuen Brückenfundamente sind geschlossene Spundwandkästen als „wasserdichter Baugrubenverbau“ mit einer Fußeinbindung in den schwach durchlässigen Festgesteinsersatz erforderlich. Ein sog. „schwimmender Spundwandkasten“ mit einem Fußniveau im durchlässigen Flussschotter mit einer bauzeitlichen Wasserhaltung innerhalb des Spundwandkastens, ist aus geotechnischer Sicht nicht zu empfehlen.

Bei den erkundeten Baugrundverhältnissen und den örtlichen Gegebenheiten (Bahngleise unmittelbar seitlich der Brückenfundamente) wird die Ausführung von klassischen Flächgründungen für den Ersatzneubau nicht als Vorzugsvariante empfohlen.

### *Ausführung von Tiefgründungen für den Ersatzneubau*

Eine Tiefgründung mittels Bohrpfähle als mögliche Ausführungsvariante im Schichtniveau der pleistozänen Flussschotter ist nach den Ergebnissen der Baugrunduntersuchung nur eingeschränkt möglich (örtliche Probelastung für Bohrpfahlbemessung). Der erkundete Flussschotter besitzt für eine Pfahlbemessung nach Tabellenwerten der EA Pfähle im Untersuchungsbereich eine zu geringe Schichtdicke. Weiterhin wurden bereichsweise gemischtkörnige Schichteinlagerungen erkundet. Der unterhalb der Flussschotter aufgeschlossene Festgesteinsersatz in halbfester bis fester Konsistenz sowie das nur angewitterte Festgestein sind für eine Lastabtragung über Pfahlmantelreibung und Pfahlspitzendruck geeignet bis gut geeignet.

Der Entwurf und die Bemessung von Bohrpfählen ist gemäß der DIN EN 1997-1:2009-09 auf der Grundlage von statischen bzw. dynamischen Probelastungen oder empirischer bzw. analytischer Berechnungsverfahren vorzunehmen. In der DIN 1054:2010-12 als deutscher Anhang zur DIN EN 1997-1:2009-09 als Berechnungsverfahren zur Ermittlung des Grenzwertes des Druckwiderstandes für Pfähle wird auf die Erfahrungswerte der Pfahlwiderstände der EA - Pfähle /Empfehlungen des Arbeitskreis „Pfähle“ - 2. Auflage von 2012/ verwiesen.

Für die Anwendung der Erfahrungswerte für die axiale Bemessung gemäß EA-Pfähle müssen die Bohrpfähle mindestens 2,5 m in eine ausreichend tragfähige Bodenschicht einbinden und unterhalb

des Pfahlfußniveaus noch mindesten 1,5 m bzw. 2 x D-Pfahldurchmesser in die tragfähige Bodenschicht anstehen.

Am untersuchten Brückenstandort steht unterhalb der Auffüllungsschicht ab ca.1,2 m u. OK Gelände bis ca. 10,6 u. OK Dammschüttung eine ca. 2,5 m bis ca. 5,3 m dicke Flussschotterschicht mit eingelagerten gemischtkörnigen Zwischenschichten über dem verwitterten Festgestein an. Infolge der begrenzten Schichtdicke und den erkundeten gemischtkörnigen Zwischenschichten ist der Flussschotter nach den Anforderungen der EA –Pfähle nur als eingeschränkt tragfähige Bodenschicht zu beurteilen. Um die Vorgabe an tragfähige Bodenschichten gemäß der EA –Pfähle einzuhalten, müssen die Bohrpfähle ausreichend tief in das verwitterte Festgestein in halbfester bis fester Konsistenz bzw. in das nur angewitterte Festgestein einbinden.

➤ *Grenzzustand – Nachweis der Tragfähigkeit einer Bohrpfahlgründung*

Entsprechend der EA - Pfähle kann der charakteristische axiale Pfahlwiderstand eines Einzelpfahls auf der Grundlage von allgemeinen Erfahrungswerten ermittelt werden, wenn keine Ergebnisse einer projektbezogenen Pfahlprobelastung vorliegen.

In Auswertung der vorliegenden Feld- und Laboruntersuchungen werden für die Bemessung der Bohrpfähle gem. der EA - Pfähle in der nachfolgenden Tabelle 8, die charakteristischen Werte für die Pfahlmantelreibung  $q_{s,k}$  und dem Pfahlspitzenwiderstand  $q_{b,k}$ , in Abhängigkeit des Pfahlfußdurchmessers und der Pfahlkopfsetzung aus Erfahrungswerten, empfohlen. Die oberflächlich anstehende Auffüllung liegt nach dem derzeitigen Planungsstand in bzw. oberhalb der vorgesehenen Bohrpfahlkopfene. Somit werden für diese Baugrundsichten keine Bruchwerte für die Mantelreibung und kein horizontaler Bettungsmodul angegeben.

Tabelle 8: Charakteristische Werte für Pfahlmantelreibung und Pfahlspitzenwiderstand

<i>Bodenschicht</i>	<i>Bruchwert der Pfahlmantelreibung</i> $\rho_{s,k}$ in kN/m <sup>2</sup>	<i>Pfahlspitzenwiderstand</i> $\rho_{b,k}$ in kN/m <sup>2</sup>	<i>bezogene Pfahlkopfsetzung</i> s/D bzw. s/D <sub>F</sub>	<i>horizontaler Bettungsmodul</i> $k_s$ <sup>(1)</sup> in MN/m <sup>3</sup>
Auffüllung bis 105,2 m NHN	-/-	-/-	-/-	0 bis 5 linear Ansteigend von UK Bohrpfahlkopfplatte
Flussschotter bis 100,9 m NHN	105			konstant 80
Festgesteinsersatz, steif bis halbfest bis 97,3 m NHN	50			konstant 100
Festgesteinsersatz, halbfest bis fest bis 87,3 m NHN	65	650 830 1.880	0,02 0,03 0,10	konstant 150
angewittertes Festgestein ab 95,4 m NHN / BK 16/02	130	1.750 2.250 4.000	0,02 0,03 0,10	konstant 250

• <sup>(1)</sup> - Bettungsmodul bezogen auf einen Pfahldurchmesser von D = 1,0 m

Bei der exemplarischen Ermittlung des charakteristischen axialen Pfahlwiderstandes /zulässige axiale Pfahltragfähigkeit/ aus Erfahrungswerten für Bohrpfähle mit einem Außendurchmesser D von 0,60 m bis 1,2 m, wurde ein Verhältnis der veränderlichen Lasten zu den Gesamtlasten von 0,25 angesetzt.

Die Berechnungen der zulässigen axialen Pfahltragfähigkeiten wurden mit dem Programm AXPILE der GGU - Software GmbH aus Braunschweig /Version 6.22 von 08-2017/ für den Baubereich des Bauwerkes 2 mit dem geotechnisch ungünstigsten Baugrundprofilen der BK 13/02 ausgeführt. In einem zweiten Berechnungsdurchlauf wurden die zulässigen axialen Pfahltragfähigkeiten mit dem Bohrprofil der BK 16/02 mit einer begrenzten Einbindung des Pfahlfußes in das nur angewitterte Festgestein exemplarisch ermittelt. Beim Ansatz der o. g. Baugrundprofile ist nach der EA – Pfähle, eine Mindesteinbindetiefe in die tragfähige Schicht von 2,5 m und eine Mindestmächtigkeit der tragfähigen Schicht unterhalb der Pfahlfußflächen, von wenigstens  $\geq 1,5$  m bzw.  $2 \times D$  einzuhalten.

In der Tabelle 9 und 10 wurden exemplarisch, die Berechnungsergebnisse für Bohrpfähle mit einem Durchmesser von 0,60 m, 0,80 m, 1,00 m und 1,20 m sowie mit einer Pfahlänge von 12,0 m zusammengestellt.

➤ *Tabelle 9: Berechnungsansätze und Berechnungsergebnisse für die Bohrpfähle / Bohrprofil 13/02*

<b>Berechnungsansätze</b> <b>Berechnungsergebnisse</b>	<b>Bohrpfahl-</b> <b>durchmesser</b> <b>D = 0,60 m</b>	<b>Bohrpfahl-</b> <b>durchmesser</b> <b>D = 0,80 m</b>	<b>Bohrpfahl-</b> <b>durchmesser</b> <b>D = 1,00 m</b>	<b>Bohrpfahl-</b> <b>durchmesser</b> <b>= 1,20 m</b>
angesetzte OK Bohrpfahl /Bohrebene (m NHN)	106,5	106,5	106,5	106,5
Unterkante Pfahl (m NHN)	94,5	94,5	94,5	94,5
Einbindetiefe halbfest bis feste Festgesteinsersatz (m)	2,8	2,8	2,8	2,8
Bohrpfahllänge (m)	12,0	12,0	12,0	12,0
zulässige axiale Pfahltragfähigkeit (MN)	0,92	1,33	1,80	2,31
Pfahlkopfsetzung bei zul. Pfahltragfähigkeit (cm)	0,66	0,85	1,03	1,22

➤ *Tabelle 10: Berechnungsansätze und Berechnungsergebnisse für die Bohrpfähle / Bohrprofil 16/02*

<b>Berechnungsansätze</b> <b>Berechnungsergebnisse</b>	<b>Bohrpfahl-</b> <b>durchmesser</b> <b>D = 0,60 m</b>	<b>Bohrpfahl-</b> <b>durchmesser</b> <b>D = 0,80 m</b>	<b>Bohrpfahl-</b> <b>durchmesser</b> <b>D = 1,00 m</b>	<b>Bohrpfahl-</b> <b>durchmesser</b> <b>= 1,20 m</b>
angesetzte OK Bohrpfahl /Bohrebene (m NHN)	106,5	106,5	106,5	106,5
Unterkante Pfahl (m NHN)	94,5	94,5	94,5	94,5
Einbindetiefe halbfest bis feste Festgesteinsersatz und angewittertes Festgestein (m)	2,8	2,8	2,8	2,8
Bohrpfahllänge (m)	12,0	12,0	12,0	12,0
zulässige axiale Pfahltragfähigkeit (MN)	1,36	2,07	2,91	3,89
Pfahlkopfsetzung bei zul. Pfahltragfähigkeit (cm)	0,84	1,10	1,38	1,67

Die PC-Ausdrucke der Berechnungen mit den Einzelergebnissen sind dem Gutachten als Anlage 7. 1 und 7.2 beigeheftet.

Beim Ansatz des berechneten Bemessungswertes für einen axial belasteten Bohrpfahl wird ein Pfahlmindestabstand von 2 D am Pfahlkopf und 3 D am Pfahlfuß vorausgesetzt. Wird der Mindestabstand am Pfahlfuß von 3D nicht eingehalten, ist eine Abminderung des berechneten Bemessungswertes erforderlich. Weiterhin wird eine normgerechte Ausführung der Bohrpfähle vorausgesetzt.

➤ *Nachweis der Tragfähigkeit axial belasteter Pfähle*

Bei der Ermittlung der resultierenden charakteristischen Beanspruchungen der Konstruktion auf die Pfähle sind die Einwirkungen mit den Teilsicherheitsbeiwerten des Grenzzustands, entsprechend dem Lastfall/Bemessungssituation, zu multiplizieren. Für den Nachweis der Tragfähigkeit müssen die resultierenden charakteristischen Beanspruchungen  $\leq$  dem Bemessungswert des axial belasteten Einzelpfahls entsprechen.

➤ *Nachweis der Tragfähigkeit von quer zur Pfahlachse belasteten Pfählen*

Der Nachweis kann entfallen, wenn bei vollständig im Boden eingebetteten Pfähle, die waagerechte charakteristische Beanspruchung im Lastfall 1 /BS-P/  $\leq 3 \%$  und im Lastfall 2 /BS-T/  $\leq 5 \%$  der lotrechten Beanspruchung liegt. Für die Einschätzung der Pfahlwiderstände quer zur Pfahlachse kann der charakteristische Bettungsmodul von Einzelpfählen für die Beurteilung von Schnittkräften gemäß EA – Pfähle nach der Gleichung  $k_{s,k} \approx E_{s,k} / D_s$  ermittelt werden. Die angeführte Gleichung ist auf eine rechnerische, maximale charakteristische Horizontalverschiebung von 2 cm bzw. von  $0,03 D_s$  begrenzt. Für Bohrpfähle mit einem Pfahlschaftdurchmesser von  $D_s > 1,00$  m ist für die Ermittlung des Bettungsmoduls 1,0 m anzusetzen. Die Biegebeanspruchung kann u. a. nach dem Bettungsmodulverlauf, bezogen auf einen Pfahlschaftdurchmesser von  $D_s = 1,00$  m, wie folgt ermittelt werden:

Der Nachweis der Tragfähigkeit quer zur Pfahlachse ist erbracht, wenn die charakteristische Normalspannung  $\sigma_{h,k}$  zwischen Pfahl und Boden  $\leq$  der im ebenen Fall berechneten charakteristischen passiven Erdwiderstandsspannung  $e_{ph,k}$  ist.

Die Nachweise der Sicherheit gegen Materialversagen und die Beurteilung der ausreichenden Bemessung der Pfahlkopfplatte bzw. des Überbaus bei axial belasteten Druckpfahlgruppen oder Pfahlrosten, wird im Rahmen des vorliegenden Bodengutachtens nicht vorgenommen.

☉ *Nachweis der Gebrauchstauglichkeit einer Bohrpfahlgründung*

Ist die Verformung der Bohrpfahlgründung für das Gesamtbauwerk von Bedeutung, muss gemäß EA – Pfähle eine ausreichende Sicherheit gegen Verlust der Gebrauchstauglichkeit nachgewiesen werden. Bei den exemplarischen Berechnungen wurde für die Bohrpfähle mit einem Pfahldurchmesser von 0,60 m bis 1,20 m, einer Pfahllänge von 12,0 m und einer zulässigen axialen Last/Einwirkung je nach Bodenschichtung von ca. 0,92 MN bis 2,31 MN bzw. von 1,36 MN bis 3,89 MN ermittelt. Bei der ermittelten, zulässigen axialen Last/Einwirkung muss nach den exemplarischen Bohrpfahlberechnun-

gen mit Pfahlsetzung von ca. 0,7 cm bis ca. 1,2 cm (Bohrprofil BK 13/02) bzw. von ca. 0,8 cm bis ca. 1,7 cm (Bohrprofil BK 16/02) gerechnet werden. Bei einer gleichmäßigen Vertikalbelastung der Bohrpfähle mit gleichem Durchmesser kann nach dem Pfahldiagramm (s. Anlage 7.1 u. 7.2 - Pfahlsetzungen in Abhängigkeit des Pfahldurchmessers zu der zulässigen Vertikallast) bei den beiden angesetzten Bohrprofilen von annähernd gleichmäßigen Pfahlsetzungen ausgegangen werden. Bei der Beurteilung der Gebrauchstauglichkeit sind die zu erwartenden Setzungen der Einzelpfähle, wie auch der Pfahlgruppe, zu berücksichtigen.

Bei einer annähernd gleichmäßigen Belastung der Einzelpfähle ist bei der Auslegung des Brückenoberbaus bei einer fachgerechten Ausführung der Bohrpfähle, mit geringen Setzungsdifferenzen von < 0,20 cm auszugehen. Die ausgewiesenen Pfahlsetzungen werden sich unmittelbar (bis 12 Wochen) nach der Lasteintragung vollständig einstellen.

Auf der Grundlage der vorliegenden Ergebnisse der Baugrunduntersuchung und den Planungsvorgaben wird aus geotechnischer Sicht die Ausführung einer Bohrpfahlgründung für den Ersatzneubau der Brücke „BW II R 12“ – Bauwerk 2 empfohlen. Infolge des erkundeten Schichteinfalls der Schichtgrenze Flussschotter/ Festgesteinszersatz und dem Schichtübergang zum nur angewitterten Festgestein ist eine geotechnische Bauüberwachung der Bohrpfahlherstellung dringend angeraten, um eine ausreichende Einbindung der Bohrpfähle in tragfähige Böden gemäß EA- Pfähle zu garantieren.

Bei der Ausführung von Verdrängungspfählen nach DIN EN 12 699 (z. B. Ortbetonrammpfähle, Schraubpfähle) alternativ zu Bohrpfählen für die Gründung des Brückenersatzneubaus, muss nach den Aufschlussresultaten und Erfahrungen aus dem näherem Umfeld im Schichtbereich der Auffüllung und dem Flussschotter mit regellos eingelagerten Steinen bzw. Blöcke als Bohrhindernisse bei Schraubpfählen bzw. als Rammhindernisse bei Rammpfählen / Stahlspundbohlen gerechnet werden. Für eine tragfähige und gering verformbare Bauwerksgründung mittels Verdrängungspfählen oder Stahlspundbohlen muss der Pfahlfuß, Pfahlspitze bzw. Fuß der Stahlspundbohle in den gut tragfähigen Festgesteinszersatz in halbfester bis fester Konsistenz abgesetzt bzw. eingerammt werden.

Bei der empfohlenen Pfahlfußordinate von 94,5 m NHN kann nach dem vorliegenden Bohrprofil der BK 15/02 nicht ausgeschlossen werden, dass im westlichen Baubereich des nördlichen Brückenwiderlagers das angewitterte Festgestein bereits mehrere Meter über der o. g. empfohlenen Pfahlfußordinate angetroffen wird. Im Rahmen der geotechnischen Bauüberwachung ist hier die Bohrpfahllänge gegebenenfalls anzupassen.

Infolge der möglichen Bohr- bzw. Rammhindernisse kann eine sichere Ausführung von Rammpfählen, Stahlspundwänden und Verdrängungspfählen nicht zuverlässig garantiert werden. Die Ausführung von Verdrängungspfählen nach DIN EN 12 699 kann nach dem derzeitigen Erkundungsstand aus geotechnischer Sicht nicht bzw. nur eingeschränkt empfohlen werden.

## **7 BAUTECHNISCHE EMPFEHLUNGEN**

Unter Berücksichtigung der erkundeten Baugrundverhältnisse einerseits und der Planungsvorgaben für den Ersatzneubau der Brücke „BW II R12“ – Brückenbauwerk 2 andererseits, werden für die Bauausführung folgende Empfehlungen gegeben:

### **7.1 Baugrubengestaltung**

Bei denen im Baubereich oberflächlich erkundeten Bodenschichten (Auffüllung und Flussschotter) wird die Ausführung von geböschten Baugruben bis 3 m Tiefe nach DIN 4124 /Baugruben und Gräben – Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreite/ mit einem Böschungswinkel von

$$\beta = 45^\circ$$

empfohlen. Bei geböschten Baugruben mit einer Höhe von 3 m bis 5 m sollte eine Berme angelegt werden. Werden durch die Baugruben locker gelagerte stark inhomogene Auffüllungsbereiche oder Wasser angeschnitten, ist der Böschungswinkel weiter abzuflachen oder ein Verbau vorzusehen. Gemäß der DIN 4124 ist die Standsicherheit bei Böschungen mit einer Höhe von mehr als 5 m nach DIN 4084, objektbezogen nachzuweisen. Die offen liegenden Baugrubenböschungen sind vor Wasser z. B. durch die Abdeckung mit Industriefolie zu schützen, um Erosionserscheinungen vorzubeugen. Um einen verformungsarmen Übergang zwischen der Baugrube und dem vorhandenen Straßendamm zu gewährleisten, wird für diesen Baugrubenbereich eine Böschungsneigung von  $\leq 1 : 1,5$  empfohlen.

Für die Realisierung einer Bohrpfahlgründung ist in Abhängigkeit der höhenmäßigen Einordnung der Bohrebene, die Ausführung von geböschten Baugruben bzw. die Sicherung der Baugruben mittels Trägerbohlverbau möglich. Nach der lage- und höhenmäßigen Festlegung der Bohrebene sollte im Zuge der Planung eine Standsicherheitsuntersuchung erfolgen.

Bei der Auslegung der Baugrubenböschungen bzw. des Baugrubenverbaus müssen die jeweiligen Randbedingungen (z. B. Bestandsbauwerke, Wasserverhältnisse, Verkehrslasten) berücksichtigt werden. Weitere Hinweise und Forderungen bezüglich der Böschungsgestaltung und Baugrubensicherung können der DIN 4124, den Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben (EAB) entnommen werden.

Grundsätzlich ist mit jeder Ausschachtung eine Spannungsänderung im Baugrund verbunden, die zu Verformungen und Veränderungen des umliegenden Bodengefüges führt.

### **7.2 Wasserhaltung, Betonschutz und Korrosionsverhalten**

Zum Fassen und Abpumpen von möglichem Schichten- und/oder Oberflächenwasser ist bauzeitlich eine leistungsstarke offene Wasserhaltung vorzuhalten und gegebenenfalls einzusetzen.

Bei der Ausführung einer Tiefgründung mittels Bohrpfählen wird davon ausgegangen, dass die Bohrebene oberhalb des bauzeitlichen Grundwasserspiegels liegt. Eine bauzeitliche Grundwasserabsenkung innerhalb eines wasserdurchlässigen Baugrubenverbau  $> 0,5$  m unter Grundwasserniveau kann wie bereits erläutert, nicht empfohlen werden. Bei den örtlichen Randbedingungen ist eine großflächige bauzeitliche Grundwasserabsenkung nach den vorliegenden Erfahrungen als nur bedingt genehmigungsfähig, zu beurteilen. Wird die Bohrebene unterhalb des bauzeitlichen Grundwasserstandes eingeordnet, wird ein wasserdichter Baugrubenverbau mittels Stahlspundwänden empfohlen. Die Spundbohlen sind mindesten 1,5 m in den schwach durchlässigen Festgesteinsersatz einzubinden, um eine Umströmung der Spundwände auszuschließen.

Allgemein ist anzumerken, dass für eine bauzeitliche Grundwasserbenutzung eine wasserrechtliche Genehmigung bei der zuständigen Wasserbehörde einzuholen ist.

Zur Beurteilung der Betonaggressivität und der Korrosionswahrscheinlichkeit des Grundwassers wurde im Rahmen der Felduntersuchungen 2002 und 2017 je eine Wasserprobe aus der TKB 4/17 (WP 2) entnommen.

Die aktuell entnommene Wasserprobe von 2017 wurde von der Analysen Service GmbH aus Leipzig auftragsgemäß nach DIN 4030 /Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase/ nach DIN 50 929 /Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe bei äußerer Korrosionsbelastung/ untersucht. Auf der Grundlage der vorliegenden Prüfberichte werden die einzelnen Wasserproben gemäß der o. g. DIN-Vorschriften in der Tabelle 11 beurteilt.

Tabelle 11: Wasserbeurteilung nach DIN 4030 und DIN 50 929

<b>Wasserentnahmestelle</b>	<b>Betonaggressivität nach DIN 4030</b>	<b>Grenzwertüberschreitung nach DIN 4030</b>	<b>Bewertungszahl <math>W_0</math> nach DIN 50929</b>	<b>Bewertungszahl <math>W_1</math> nach DIN 50929</b>
BK 15/02 (2002)	stark angreifend	Sulfat / 1.150 mg/l Grenze $>600 - 3.000$ mg/l	0 $\Rightarrow$ sehr geringe Mulden-/Lochkorrosion und sehr geringe Flächenkorrosion	-3 $\Rightarrow$ geringe Mulden-/Lochkorrosion und sehr geringe Flächenkorrosion
TKB 4/17 (2017)	nicht angreifend	keine Grenzwertüberschreitung	-2,3 $\Rightarrow$ geringe Mulden-/Lochkorrosion und sehr geringe Flächenkorrosion	-5,3 $\Rightarrow$ mittlere Mulden-/Lochkorrosion und geringe Flächenkorrosion

➤ Bewertungszahl  $W_0$  - Freie Korrosion im Unterwasserbereich; ➤ Bewertungszahl  $W_1$  - Korrosion an der Wasser/Luft-Grenze

Der Prüfbericht der Grundwasseruntersuchung wurde dem Gutachten als Anlage 5.5 beigeheftet.

Auf der Grundlage der unterschiedlichen Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen 2002 und 2017 sowie der vorliegenden Prüfberichte aus dem Umfeld wird aus geotechnischer Sicht empfohlen, im Baubereich des Brückenbauwerkes von stark betonangreifendem Grundwasser bei der Festlegung der Betonrezeptur für die Bohrpfähle auszugehen.

### **7.3 Empfehlungen zur Ausführung von Bohrpfählen**

Bei der erkundeten Baugrundsichtung sind die Bohrpfähle als verrohrte Bohrung mit Wasserauflast auszuführen. Gemäß der DIN EN 1536 ist beim Abbohren der Bohrpfähle unterhalb des Grundwassers im Bohrloch, ein Überdruck durch Wasser oder andere geeignete Flüssigkeit mit mindestens 1 m Spiegeldifferenz zu erzeugen, um einen hydraulischen Grundbruch im Bereich der Bohrlochsohle auszuschließen. In diesem Zusammenhang ist auch auf eine angepasste Ziehgeschwindigkeit des Bohrwerkzeuges zu achten. In Abhängigkeit der Witterungsverhältnisse und dem bauzeitlichen Wasserspiegel muss davon ausgegangen werden, dass der entspannte Grundwasserspiegel bis zur bzw. bis über Bohrebene ansteigen kann.

Im Schichtbereich der Auffüllung und des Flussschotters können regellos eingelagerte Steine und Blöcke sowie Holzeinlagerungen als Bohrhindernisse bei der Ausführung der Bohrpfähle nicht ausgeschlossen werden.

Im Rahmen der Fremdüberwachung der Bohrpfahlherstellung sollte die normgerechte Ausführung und im Besonderen die ausreichende Fußeinbindung der Bohrpfähle in das tragfähige verwitterte Festgestein in halbfester bis fester Konsistenz bzw. in das gut tragfähige angewitterte Festgestein überwacht werden.

Das Einbaumaterial für die Hinterfüllung der Baugruben im Bereich der Kopfplatten muss bis auf 100 % der einfachen Proctordichte verdichtet werden, um den angeführten horizontalen Bettungsmodul der Bohrpfähle (s. Tabelle 8) zu gewährleisten.

Die Arbeitsebenen für die Bohrpfahlgeräte sollten aus der Sicht des Baugrundsachverständigen während der Bauausführung über dem Grundwasserspiegel im Brückenbereich von ca. 106 m NHN angeordnet werden. Für die Herstellung der Arbeitsebenen sollte ein scherfestes und verdichtungswilliges Mineralstoffgemisch bzw. vergleichbares Betonrecycling eingebaut werden.

### **7.4 Hinweise zum Erdbau**

Die im Rahmen der Bauausführung oberflächlich aufzuschließenden Bodenschichten sind, wie bereits angesprochen, als frost- und witterungsempfindlich einzustufen. Die Erdbauarbeiten sollten nach Möglichkeit in einer niederschlagsarmen und frostfreien Jahreszeit ausgeführt werden. Die Verminderung der Tragfähigkeit der Baugrubensohle durch Auflockerung, Durchfrieren bzw. Aufweichen ist zu vermeiden. Das Baugrubenplanum sollte durch die Aushub- und Transportfahrzeuge nicht gestört werden. Schwere Geräte sollten nur bis zum Rohplanum (ca. 50 cm über dem definitiven Planum) eingesetzt werden. Der restliche Aushub sollte mit leichten Geräten rückschreitend vom Rohplanum

aus erfolgen. Um einem Aufweichen des Baugrubenplanums vorzubeugen, empfehlen wir, das Planum sofort nach Fertigstellung mit einer Sauberkeitsschicht (z. B. 10 cm Magerbeton) zu versiegeln.

Die im Rahmen des Baugrubenaushubs auszubauenden Bodenschichten (Auffüllung, gemischtkörniger Flussschotter) sind für den Wiedereinbau nur bedingt geeignet, da eine ordnungsgemäße Verdichtung dieser Erdstoffe nur sehr eingeschränkt möglich ist.

Die Hinterfüllung der Brückenwiderlager ist gemäß der Richtzeichnung WAS 7 bzw. nach der ZTVE-StB 09 lagenweise einzubauen und entsprechend den Vorgaben der gen. Richtlinien zu verdichten.

Zur Gewährleistung einer scherfesten und verformungsarmen Hinterfüllung im Bereich des Radweges wird empfohlen, ein korngestuftes, verdichtungswilliges Kies-Sand-Gemisch als Schüttboden lagenweise einzubauen und bis zu einem Verdichtungsgrad von  $D_{Pr} \geq 100\%$  der einfachen Proctordichte zu verdichten.

Allgemein wird in diesem Zusammenhang auf die Ausführungen der Erdarbeiten auf die Vorgaben und Empfehlungen der ZTVE-StB 09, dem Kommentar zur ZTVE, ZTV - Wasserbau und dem Merkblatt für Maßnahmen zum Schutz des Erdplanums hingewiesen. Weiterhin sollte auf eine sorgfältige Entwässerung der Baugruben bei der Bauausführung geachtet werden.

## **8 ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSBEMERKUNGEN**

Nach den vorliegenden Ergebnissen der ausgeführten Baugrunduntersuchung steht im Baubereich des geplanten Ersatzneubaus der Brücke „BW II R 12“ – Bauwerk 2 im Zuge der Georg-Schwarz-Straße in Leipzig unter einer oberflächlichen anthropogenen Auffüllung ab ca. 1,1 m bzw. 5,8 m u. OK Gelände (ab ca. 101,6 m NHN bzw. ab ca. 99,4 m NHN) Flussschotter an. Im Liegenden des Flussschotters wurde bis 20 m u. OK Gelände Festgesteinsersatz erkundet. Der ausgepegelte Grundwasserspiegel wurde in den Baugrundbohrungen 2002 und 2017 bei ca. 104,5 m NHN bzw. 106,7 m NHN im Brückenbereich eingemessen.

Bei der erkundeten Baugrundsichtung und den örtlichen Gegebenheiten kann die Ausführung von Flachgründungen als Ausführungsvariante nur eingeschränkt empfohlen werden.

Ausgehend von den erkundeten Baugrundverhältnissen und dem derzeitigen Planungsstand wird empfohlen, den Ersatzneubau der Brücke „BW II R 12“ – Bauwerk 2 mittels einer Tiefgründung in Form von Bohrpfählen mit einer Fußeinbindung der Pfähle in den Festgesteinsersatz in halbfester bis fester Konsistenz bzw. in das angewitterte Festgestein statisch sicher und verformungsarm zu gründen.



Erdbaulabor Leipzig GmbH · 04416 Markkleeberg · Magdeborner Straße 9

Nach RAP-Str a anerkannte Prüfstelle für die Fachbereiche:

A1; A3; A4: Böden einschl. Bodenverbesserungen

H1; H3: Hydraulisch gebundene Gemische einschl. Bodenverfestigungen

I3: Gemische für Schichten ohne Bindemittel

## BAUGRUNDUNTERSUCHUNG und BODENGUTACHTEN

<i>Bauvorhaben:</i>	Ersatzneubau Georg-Schwarz-Brücke / BW II R12 - Bauwerk 2 Brücke über die Strecke 6383 / Leipzig-Leutzsch - Probstzella im Zuge der Georg-Schwarz-Straße in Leipzig
<i>Bauherr:</i>	<b>Stadt Leipzig, Verkehrs- und Tiefbauamt</b> <b>Abt. Straßenentwurf</b> Prager Straße 118, Haus C D-04317 Leipzig
<i>Bauplaner:</i>	<b>ICL Ingenieur Consult</b> Diezmannstraße 67 D-04207 Leipzig
<i>Auftragnehmer:</i>	<b>Erdbaulabor Leipzig GmbH</b> Magdeborner Straße 9 D-04416 Markkleeberg
<i>geotechnische Kategorie (DIN 4020):</i>	2 (Hauptuntersuchung)
<i>Umfang:</i>	30 Seiten Text, 11 Tabellen, 8 Anlagen
<i>Ausfertigung:</i>	.... von 4 [BG 1282-2/17] (3 x AG und 1 x Archiv)

Dipl.-Ing. N. Barthel  
öffentl. best. u. vereid.  
Sachverständiger für Baugrunduntersuchung

Markkleeberg, den 20. Dezember 2017

*Veröffentlichung oder auszugsweise Wiedergabe bedarf  
der schriftlichen Genehmigung des Autors*

**INHALTSVERZEICHNIS**

**Seite**

<b>1</b>	<b>UNTERLAGEN</b> -----	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>VORGANG</b> -----	<b>4</b>
2.1	Veranlassung-----	4
2.2	Bauvorhaben-----	4
2.3	Geländeverhältnisse-----	5
<b>3</b>	<b>BAUGRUNDERKUNDUNG UND LABORUNTERSUCHUNGEN</b> -----	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>BAUGRUND</b> -----	<b>8</b>
4.1	Regionalgeologie -----	8
4.2	Hydrogeologische Standortverhältnisse-----	9
<b>5</b>	<b>BAUGRUNDBEURTEILUNG</b> -----	<b>10</b>
5.1	Baugrundmodell -----	10
5.2	Baugrundeigenschaften -----	11
5.3	Homogenbereiche gemäß VOB, Teil C von 09-2016-----	15
5.4	Tragfähigkeit -----	19
5.5	Bodenkennwerte -----	19
<b>6</b>	<b>GEOTECHNISCHE BERATUNG</b> -----	<b>20</b>
6.1	Allgemeine Einschätzung der Baugrund- und Gründungsverhältnisse -----	20
6.2	Gründungsberatung-----	21
<b>7</b>	<b>BAUTECHNISCHE EMPFEHLUNGEN</b> -----	<b>26</b>
7.1	Baugrubengestaltung .....	26
7.2	Wasserhaltung, Betonschutz und Korrosionsverhalten .....	26
7.3	Empfehlungen zur Ausführung von Bohrpfählen.....	28
7.4	Hinweise zum Erdbau.....	28
<b>8</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSBEMERKUNGEN</b> -----	<b>29</b>

**VERZEICHNIS DER ANLAGEN**

<b>Anlage 1:</b>	<b>Übersichtsplan</b> -----	<b>(M 1 : 20.000)</b>
<b>Anlage 2:</b>	<b>Aufschlussplan</b> -----	<b>(M 1 : 250)</b>
<b>Anlage 3:</b>	<b>Geotechnische Baugrundschnitte</b>	
Anlage 3.1:	Geotechnischer Baugrundschnitt 4 -----	(M 1 : 200 / 1: 125)
Anlage 3.2:	Geotechnischer Baugrundschnitt 5 -----	(M 1 : 200 / 1: 125)
<b>Anlage 4:</b>	<b>Schichtenverzeichnis und Protokoll der Schweren Rammsondierungen,</b>	
<b>Anlage 5:</b>	<b>Protokolle der bodenphysikalischen und der chemischen Untersuchungen</b>	
<b>Anlage 6:</b>	<b>Abfallverwertungs- und Entsorgungskonzeption mit Prüfberichten</b>	
<b>Anlage 7:</b>	<b>PC – Ausdrucke der geotechnischen Berechnungen</b>	
<b>Anlage 8:</b>	<b>Körnungsbänder der Homogenbereiche</b>	

## 1 UNTERLAGEN

- /U1/ Vertrag (Vertrag-Nr. 66.2/135.123.2); zur ergänzenden Baugrunduntersuchung für den Ersatzneubau der Georg-Schwarz-Brücken /Brückenbauwerke 1 - 3 in Leipzig vom Verkehrs- und Tiefbauamt der Stadt Leipzig am 04.11.2016
- /U2/ Aufgabenstellung / Leistungsverzeichnis zur ergänzenden Baugrunduntersuchung mit Vorgabe der Aufschlusspunkte auf 6 Lageplanteile (M 1 : 1.000) für den Ersatzneubau der Georg-Schwarz-Brücken in Leipzig, Projektteil Brückenbauwerke 1 - 3; übergeben vom Verkehrs- und Tiefbauamt der Stadt Leipzig, Abteilung Straßenentwurf mit der Angebotsaufforderung vom 19.07.2016
- /U3/ Baugrundgutachten zum Bauvorhaben Mittlerer Ring NW „Georg-Schwarz-Brücken“, für das Brückenbauwerk 2 - Brücke „BW II R12“ von der Geophysik GGD mbH vom 14.03.2003; übergeben vom Verkehrs- und Tiefbauamt der Stadt Leipzig, Abteilung Straßenentwurf auf Daten-CD am 13.09.2016
- /U4/ Erläuterungsbericht der Vorplanung für das Brückenbauwerk 2 – Brücke „BW II R12“ /Stand: 13.09.2016/ zum Bauvorhaben Mittlerer Ring NW „Georg-Schwarz-Brücken“, übergeben von Herrn Zils Senior Projektingenieur der ICL Ingenieur Consult GmbH aus Leipzig per E-Mail am 27.11.2017
- /U5/ Auskunft zu den Grundwasserverhältnissen im Untersuchungsbereich der Georg-Schwarz-Brücken in Leipzig, übergeben von Frau Schäfer vom Sachgebiet Wasserbehörde des Amtes für Umweltschutz der Stadt Leipzig per E-Mail am 28.11.2017
- /U6/ Altlastenauskunft zu Altlastenstandorten im Untersuchungsbereich der Verkehrsanlagen der Georg-Schwarz-Brücken in Leipzig, übergeben von Frau Pietzsch vom Sachgebiet Abfall-/Bodenschutzbehörde des Amtes für Umweltschutz der Stadt Leipzig als E-Mail am 27.11.2017
- /U7/ Geologische Karte von Sachsen, Blatt Leipzig Nr. 11 (2. Auflage); herausgegeben vom Finanzministerium 1924, M 1 : 25.000
- /U8/ Lithofazieskarte Quartär, Blatt Leipzig, Nr. 2565; erarbeitet durch das Zentrale Geologische Institut der DDR, April 1973, M 1 : 50.000
- /U9/ Ingenieurgeologische Karte der Stadt Leipzig, Blatt 2<sup>c</sup>; erarbeitet von der Abt. Geologie des Rates des Bezirkes Leipzig vom Oktober 1973, M 1 : 10.000
- /U10/ Lithofazieskarte Tertiär, Blatt Leipzig, Nr. 2565; herausgegeben vom Landesamt für Umwelt und Geologie, September 2002, M 1 : 50.000
- /U11/ Schichtenverzeichnis der Trockenkernbohrung TKB 4/17; aufgestellt durch die Bohrfirma Dietmar Unteutsch Bohrung und Sondierungen aus Leipzig GmbH vom 09.10.2017
- /U12/ Protokoll der Schweren Rammsondierung DPH 4/17; aufgestellt durch die Bohrfirma Dietmar Unteutsch Bohrung und Sondierungen aus Leipzig GmbH vom 20.10.2017
- /U13/ Koordinatenliste der Baugrundaufschlusspunkte für den Ersatzneubau Georg-Schwarz-Brücken / Brückenbauwerk 1 und 2 im Zuge der Georg-Schwarz-Straße in Leipzig; übergeben vom Vermessungsbüro Dipl.-Ing Ulf Becker aus Nobitz - Oberarndorf per E-Mail am 10.11.2017

- /U 14/ Ergebnisse der bodenmechanischen Laborprüfungen der Bodenproben; ausgeführt von der Erdbaulabor Leipzig GmbH vom 06.10.bis zum 03.12.2017
- /U 15/ Prüfbericht der Wasserprobe nach DIN 4030 und DIN 50929; ausgeführt von der Analysen Service GmbH aus Leipzig vom 13.10.2017
- /U16/ Bericht zum Abfallverwertungs- und Entsorgungskonzeption der untersuchten Material- und Bodenproben mit den chemischen Prüfberichten; ausgeführt durch die Hubert Beyer Umwelt Consult GmbH aus Leipzig vom 20.12.2017

## **2 VORGANG**

### **2.1 Veranlassung**

Das

#### ***Verkehrs- und Tiefbauamt***

der Stadt Leipzig plant im Rahmen des Ausbaus des Mittleren Rings den Ersatzneubau der beiden Georg-Schwarz-Brücken im Zuge der Georg-Schwarz-Straße. Der Ersatzneubau der Georg-Schwarz-Brücke über die Strecke 6383 Leipzig-Leutzsch – Probstzella - Brücke „BW II R12“ / Bauwerk 2 südlich der Einmündung der Ludwig-Hupfeld-Straße in die Georg-Schwarz-Straße wird in der übergebenen Aufgabenstellung als Bauwerk 2 bezeichnet (s. Übersichtsplan - Anlage 1).

Die bautechnische Planung für den geplanten Ersatzneubau der Brücke „BW II R12“ – Bauwerk 2 wurde vom Verkehrs- und Tiefbauamt der Stadt Leipzig an die ICL Ingenieur Consult GmbH aus Leipzig übertragen. Im Rahmen der Erarbeitung der Planungsunterlagen wurde die Erdbaulabor Leipzig GmbH durch das Verkehrs- und Tiefbauamt beauftragt, in Ergänzung der Baugrunduntersuchung der Geophysik GGD - Gesellschaft für Geowissenschaftliche Dienste mbH aus Leipzig aus dem Jahre 2003 die Baugrundverhältnisse im Baubereich der Brücke zu untersuchen und in einem zu erarbeitenden ergänzenden Bodengutachten /Hauptuntersuchung gemäß DIN EN 1997-2 und DIN 4020/ zu bewerten. Im Zuge der Baugrunduntersuchung sollte auch eine Schadstoffuntersuchung und Bewertung für des beim Bau anfallenden Bodenaushubes vorgenommen werden.

### **2.2 Bauvorhaben**

Die Brücke „BW II R12“ – Bauwerk 2 im Zuge der Georg-Schwarz-Straße überbrückt die im Ost-West-Richtung verlaufenden Gleise 204 und 205 der DB –Strecke 6383 von Leipzig-Leutzsch nach Probstzella. Unmittelbar östlich des Brückenbauwerkes befindet sich zwischen den beiden Gleisen der Bahnsteig des S-Bahn-Haltespunkte Leipzig-Leutzsch.

Bei der derzeitigen 1-Feld-Brücke wurden im Zuge von Brückenprüfungen deutliche Schäden an der vorhandenen Tragkonstruktion ermittelt, welche eine zeitnahe Instandsetzung des Brückenbauwerkes

erfordern würde. Im Rahmen der Neugestaltung des Verkehrsraumes der Georg-Schwarz-Straße ist der Ersatzneubau des Brückenbauwerkes 2 vorgesehen.

Die Georg-Schwarz-Straße fungiert als Hauptverbindungsstraße zwischen den Stadtteilen Leutzsch und Böhlitz-Ehrenberg der Stadt Leipzig.

Nach dem Erläuterungsbericht ist der Ersatzneubau als 1-Feld-Brücke mit einer Brückenbreite von ca. 30,85 m bzw. 31,70 und einer Stützweite von ca. 12,6 m angedacht. Die Gründung des Ersatzneubaus kann nach dem vorliegenden Baugrundgutachten der Geophysik GGD von 2003 als Pfahlgründung – Variante A oder als Flachgründung – Variante B ausgeführt werden. Im Rahmen der Vorplanung wurde vom Bauplaner ICL nachfolgende Varianten der Bauwerkskonstruktion untersucht:

- *Variante 1: Stahlbetonrahmen überschüttet,*
- *Variante 2: Walzträger in Beton (WIB),*
- *Variante 3: Stahlbetonrahmen direkt befahren,*
- *Variante 4: Spannbetonplattenbalken und*
- *Variante 5: Stahlüberbau.*

In der Vorplanung wurde die Variante 1 - Stahlbetonrahmen überschüttet mit der Gründungsvariante A - Pfahlgründung als Vorzugsvariante herausgearbeitet.

Weitergehende Bauangaben für den vorgesehenen Ersatzneubau waren zum Zeitpunkt der Gutachtenbearbeitung nicht verfügbar.

### **2.3 Geländeverhältnisse**

Die Brücke „BW II R12“ – Brückenbauwerk 2 im Zuge der Georg-Schwarz-Straße über die DB – Strecke 6383, befindet sich ca. 4.300 m nordwestlich der Innenstadt von Leipzig westlich der Aue der Weißen Elster, Luppe und Nahle (s. Anlage 1 / Übersichtsplan). Die Georg-Schwarz-Straße befindet sich beidseitig des Brückenbauwerkes in Dammlage mit einer Dammhöhe von ca. 5 m bis 6,5 m. Nach dem übergebenen Bestandsplan liegt die Fahrbahngradienten der Georg-Schwarz-Straße im Brückenbereich bei 113,2 m NHN.

Das Brückenbauwerk 2 besitzt derzeit eine Fahrbahnbreite von ca. 12 m. Die beiden überfahrbaren Straßenbahngleise der LVB-GmbH befinden sich in Fahrbahnmittellage. Beidseitig der Fahrbahn ist im Brückenbereich ein ca. 3 m breiter Gehweg vorhanden. Die Treppenanlagen für den Zugang zu den beiden Bahnsteigen befinden sich östlich und nördlich des Brückenbauwerkes. Die beiden Richtungsfahrbahnen der Georg-Schwarz-Straße und die beidseitigen Gehwege besitzen oberflächlich eine Asphaltdeckschicht.

Unmittelbar westlich des untersuchten Brückenbauwerkes befindet sich das unter Denkmalschutz stehende, derzeit ungenutzte Polygraphgebäude (s. Foto). Östlich der Brücke grenzt an die Dammaufschüttung die umzäunte Gleiswendeschleife der LVB GmbH.



☞ TKB 4/17 im Fahrbahnbereich der Georg-Schwarz-Straße nördlich vom Bauwerk 2 (Foto Barthel vom 12.10.2017)

Die Geländeoberfläche seitlich des Straßendamms schwankt im unmittelbaren Brückenumfeld zwischen ca. 108,2 m NHN und ca. 107,0 m NHN.

Großflächig fällt die Geländeoberfläche im Auebereich mit der Fließrichtung der Weißen Elster, Nahle und Luppe von Südost nach Nordwest begrenzt ein.

Nach Auskunft des Sachgebietes Abfall-/Bodenschutzbehörde des Amtes für Umweltschutz der Stadt Leipzig /U6/ sind im unmittelbaren Baubereich der „BW II R12“ – Brückenbauwerk 2 keine Altlastenverdachtsflächen im Sächsischen Altlastenkataster ausgewiesen.

### **3 BAUGRUNDERKUNDUNG UND LABORUNTERSUCHUNGEN**

#### ***Baugrunderkundung***

Im Zuge der Baugrunduntersuchung der Geophysik GGD mbH im Jahre 2002/2003 wurden 4 Kernbohrungen /BK 13 bis BK 16/ bis 7,9 m bzw. bis 20,0 u. OK Gelände seitlich der Brückenwiderlager

angeordnet. Weiterhin wurden bei der Baugrunduntersuchung 2002 parallel zu den 4 Kernbohrungen Schwere Rammsondierungen bis 2,7 m bzw. bis 6,2 m u. OK Gelände abgerammt.

Entsprechend der übergebenen Aufgabenstellung - Leistungsverzeichnis wurde als Ergänzung die Trockenkernbohrung /TKB 4/17/ bis 20,0 m u. OK Fahrbahn im Bereich der stadteinwärtigen Fahrbahn westlich des nördlichen Brückenwiderlagers abgeteuft. Das Bohrverfahren entspricht dem Rotations-Trockenkernbohrverfahren der DIN EN ISO 22475-1 mit einem Durchmesser von 178 mm. Im Vorfeld der Bohrarbeiten wurde die Schwere Rammsondierung DPH 4/17 nach DIN EN ISO 22476-2 mit einem Spitzenquerschnitt von 15 cm<sup>2</sup> bis 13,6 m u. OK Fahrbahn abgerammt. Die ergänzende Baugrunduntersuchung wurde in unserem Auftrag von der Bohrfirma Dietmar Unteutsch Bohrungen und Sondierungen aus Leipzig in der Zeit von 10.10 bis 12.10.2017 ausgeführt.

Die Lage der einzelnen Aufschlusspunkte kann dem Aufschlussplan /Anlage 2/ entnommen werden. Die Ergebnisse der Kernbohrungen und der Schwere Rammsondierungen aus dem Jahre 2002 sowie die aktuell ausgeführte Trockenkernbohrung und Schwere Rammsondierung sind als geotechnische Baugrundschnitte 4 und 5 in den Anlagen 3.1 und 3.2 als schematische Säulenprofile bzw. Liniendiagramme aufgetragen. Das Schichtenverzeichnis und das Rammprotokoll der aktuell ausgeführten Trockenkernbohrung sowie Schwere Rammsondierung wurden dem Gutachten als Anlage 4 beigelegt. Die aktuellen Aufschlusspunkte wurden in Vorbereitung zur Felderkundung vom Vermessungsbüro Dipl.-Ing Ulf Becker aus Nobitz nach den Vorgaben des Gutachtenbearbeiters abgesteckt und während der Ausführung lage- und höhenmäßig eingemessen. Die Koordinatenliste der Aufschlusspunkte mit den m NHN-Höhen wurde als Beiblatt der Anlage 4 beigelegt. Die Lage der Baugrundaufschlüsse aus dem Jahre 2002 wurde aus dem übergebenen Aufschlussplan übernommen, da kein Vermessungsprotokoll verfügbar war. Die auf das Höhensystem NN eingemessenen Ansatzpunkte der Baugrundaufschlüsse aus dem Jahr 2002 wurden im Rahmen der Gutachtenbearbeitung ohne Korrektur in das aktuelle Höhensystem NHN übernommen.

### ***Laboruntersuchungen***

Zur Durchführung von bodenphysikalischen bzw. bodenmechanischen und chemischen Laborversuchen wurden aus der aktuell ausgeführten Trockenkernbohrung gestörte Bodenproben entnommen. Im Einzelnen wurden von der Erdbaulabor Leipzig GmbH nach Vorgaben des Gutachtenbearbeiters, in Ergänzung der bereits vorliegenden bodenphysikalischen Daten, nachfolgende Laboruntersuchungen vorgenommen:

- ◆ 6 x Wassergehalt nach DIN 18 121,
- ◆ 4 x Korngrößenverteilung nach DIN 18 123 und
- ◆ 1 x Zustandsgrenzen nach DIN 18 122.

Zur Beurteilung der Betonaggressivität und des Korrosionsverhaltens gegenüber Stahl des Grundwassers im Baubereich der Brücke wurde eine Wasserprobe aus der TKB 4/17 entnommen und gemäß DIIN 4030 und DIN 50929 untersucht.

Zur abfallrechtlichen Bewertung, der im Baubereich des geplanten Ersatzneubaus vorhandenen Rückbaumaterialien, wurden separate Bodenproben entnommen und der Hubert Beyer Umwelt Consult GmbH aus Leipzig, zur Untersuchung und Bewertung übergeben. Der Bericht zum Abfallverwertungs- und Entsorgungskonzeption mit Prüfberichten wurde dem Bodengutachten als Anlage 6 beigeheftet.

## **4 BAUGRUND**

### **4.1 Regionalgeologie**

Der untersuchte Baubereich der Brücke „BW II R12“ – Bauwerk 2 im Zuge der Georg-Schwarz-Straße liegt aus regionalgeologischer Sicht am östlichen Rand einer pleistozänen Hochfläche aus der Saalekaltzeit. Unmittelbar östlich der Georg Schwarz-Straße beginnt nach den eingesehenen Spezialkarten die holozäne Aue der Luppe / Weißen Elster.

Nach der ausgeführten ingenieurgeologischen Standortrecherche stehen im Untersuchungsbereich ca. 3 m bzw. 6 m u. OK Gelände pleistozäne Flussschotter der saalekaltzeitlichen Mulde an. In der Lithofazieskarte Quartär ist ausgewiesen, dass innerhalb der grobkörnigen Flussschotter bereichsweise gemischtkörnige Schichtbereiche eingelagert sind. Unterhalb der Flussschotter folgt nach der ingenieurgeologischen Recherche ab ca. 103 m NHN bzw. ab ca. 101 m NHN die Verwitterungszone einer Festgesteinsaufwölbung aus dem Siles / unteres Karbon. Das oberflächennah verwitterte Festgestein ist in der Lithofazieskarte Tertiär als überwiegend grobkörnige Sedimentgesteine in Form Sandsteinen und Konglomeraten verzeichnet. Eine Einlagerung von tertiären Bodenschichten zwischen dem pleistozänen Flussschottern und den liegenden verwittertem Festgestein, wie in älteren geologischen Karten dargestellt, ist in der Lithofazieskarte Tertiär von 2002 nicht ausgewiesen.

Infolge der vorhandenen Bebauung/Dammaufschüttung und der Geländeregulierung werden die natürlich gewachsenen Bodenschichten im gesamten Untersuchungsbereich durch eine anthropogene Auffüllungsschicht überdeckt. Nach den vorliegenden Aufschlussresultaten und den eingesehenen geologischen Unterlagen muss im Untersuchungsbereich von einer Schichtdicke der Auffüllung von ca. 0,8 m bis 5,8 m (Dammaufschüttung usw.) ausgegangen werden. Die Auffüllung ist entsprechend ihrer Entstehung (Dammaufschüttung, Straßenbau, Leitungsbau, Geländeregulierung usw.) heterogen zusammengesetzt.

Gemäß den ausgewerteten geologischen Unterlagen sind aus ingenieurgeologischer Sicht im Bebauungsgebiet keine Schwächezonen (Auslaugungszonen usw.) des tieferen Untergrunds zu erwarten. Der

Untersuchungsbereich liegt nach der Übersichtskarte der DIN 4149:2005-04 in der Erdbebenzone 0. Der am Baustandort anstehende Baugrund ist nach DIN EN 1998-1:2010-12 /EC 8 - Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben/ Baugrundklasse A einzuordnen.

## 4.2 Hydrogeologische Standortverhältnisse

In den abgeteufte Baugrundaufschlüssen wurde das Grundwasser im Regelfall im Schichtniveau der Flussschotter ab 1,9 m bzw. ab 8,7 m u. Bohransatzhöhe angeschnitten. Durch die Kernbohrung BK 13/02 im Oktober 2002 wurde der Grundwasserspiegel bereits bei 1,4 m u. OK Gelände an der Schichtbasis der Auffüllung angetroffen.

Der saalekaltzeitliche Flussschotter als Hauptgrundwasserleiter im Untersuchungsgebiet wird nach dem hydrogeologischen Großraummodell für Leipzig als sog. Mitteltrassenschotter – Grundwasserleiter HWL 1.5 eingestuft. Der bei den Aufschlussarbeiten 2002 gemessene Ruhewasserspiegel lag teilweise bis ca. 1 m über und teilweise bis ca. 2 m unter dem Anschnittniveau. In der aktuell abgeteufte Trockenkernbohrung 4/17 war der Grundwasseranschnitt und der Ruhewasserspiegel nach Bohrende gleich. Der nach Bohrende gemessene Ruhewasserspiegel, stellte sich bei den Felduntersuchungen im Juli 2002 bis November 2002 zwischen 103,5 m NHN und 106,7 m NHN ein. Im Oktober 2017 bei den aktuellen Felduntersuchungen wurde der Ruhewasserspiegel nach Bohrende bei 104,7 m NHN eingemessen.

Nachfolgend sind die während der Bohrarbeiten vom 09.7. bis 12.11.2002 bzw. am 12.10.2017 ermittelten Grundwasserstände in der Tabelle 1 zusammengestellt:

Tabelle 1: Grundwasserstände im Juli 2002 und Oktober 2017

<b>Aufschlussnummer - Geländehöhe in m NHN</b>	<b>Wasserspiegelanschnitt m u. OKG / m NHN</b>	<b>Ruhewasserspiegel nach Bohrende m u. OKG / m NHN + Datum</b>
BK 13/02 – 106,92	1,4 / 105,5	3,4 / 103,5 am 01.10.2002
BK 14/02 – 107,30	1,9 / 105,4	2,5 / 104,8 am 09.07.2002
BK 15/02 – 108,14	2,3 / 105,8	1,8 / 106,3 am 12.11.2002
BK 16/02 – 113,25	7,7 / 105,6	6,7 / 106,7 am 31.07.2002
TKB 4/17 – 113,20	8,7 / 104,5	8,7 / 104,5 am 12.10.2017

Entsprechend der erkundeten hydrogeologischen Standortverhältnisse und denen, bei den Felduntersuchungen gemessenen Grundwasserständen, ist für den untersuchten Bereich des Ersatzneubaus davon auszugehen, dass der Grundwasserspiegel im Schichtniveau der Flussschotter in Abhängigkeit von eingelagerter gemischtkörniger Zwischenschicht bereichsweise gespannt ist.

Im Anschreiben des Sachgebietes Wasserbehörde des Umweltamtes der Stadt Leipzig /U5/ wird bei mittleren Grundwasserverhältnissen im Untersuchungsbereich ein freier/ausgepegelter mittlerer Grundwasserspiegel /MGW/ von ca. 105,5 m NHN ausgewiesen. Auf der Grundlage, einer von der Wasserbehörde übergebenen Grundwasserganglinie aus dem Baumfeld, ist für den untersuchten Brückenstandort von einer Schwankungsbreite vom mittleren zum höchsten Grundwasserspiegel /HGW/ von ca. 1,2 m auszugehen. Für die weitere Bauplanung ist nach dem derzeitigen Untersuchungsstand für den Baubereich von einem höchsten Grundwasserspiegel von ca. 106,7 m NHN auszugehen.

In Abhängigkeit der Witterungsverhältnisse kann es innerhalb der oberflächlich anstehenden Auffüllung bzw. an der Schichtgrenze Auffüllung zu gemischtkörnigen Zwischenschichten zur Ausbildung von Stau und Schichtenwasser oberhalb des Grundwasserspiegels kommen.

## 5 BAUGRUNDBEURTEILUNG

### 5.1 Baugrundmodell

Nach der erkundeten Baugrundsichtung kann für den Untersuchungsbereich des geplanten Ersatzneubaus der Brücke „BW II R12“ – Bauwerk 2 von einem

#### **3-Schichten-Baugrundmodell**

ausgegangen werden. Die einzelnen Baugrundsichten sind nachfolgend in der Tabelle 2 angeführt:

Tabelle 2: Baugrundmodell

<b>Baugrundsichten /Stratigraphie</b>	<b>Teufenbereiche der Baugrundsichten</b>	<b>erkundete Schichtmächtigkeit</b>
<i>Schicht 1 : Auffüllung / Holozän</i>	bis 0,8 m bis 5,8 m u. GOK/ 113,2 m NHN bis 105,4 m NHN	von 0,8 m bis 5,8 m
<i>Schicht 2 : Flussschotter mit gemischtkörnige Zwischenschichten / Pleistozän</i>	von 1,1 m bis 10,6 m u. GOK/ 107,4 m NHN bis 100,9 m NHN	von 2,5 m bis 5,3 m
<i>zu Schicht 2: gemischtkörnige Zwischenschichten innerhalb des Flussschotter / Pleistozän</i>	von 6,8 m bis 8,7 m u. GOK / 106,4 m NHN bis 104,5 m NHN	von 0,7 bis 0,9 m
<i>Schicht 3 : verwittertes bis angewittertes / kompaktes Festgestein (Sandstein und Konglomerat) / Karbon</i>	von 4,2 m bis 20,0 m u. GOK / 103,3 m NHN bis 87,3 m NHN	von 3,1 m bis 13,6 m

Außerhalb der Dammaufschüttung wurde durch die Baugrundbohrungen BK 13/02 bis BK 15/02 unter der Auffüllung, eine 0,2 m bis 0,3 m dicke, braune, sandig bis schluffige Tonschicht erkundet. Nach Einschätzung des Gutachtenbearbeiters handelt es sich dabei um ein Relikt der ehemaligen, oberflächlich anstehenden Mutterbodenschicht. Die nur begrenzt dicke Mutterbodenschicht wird nicht als separate Bodenschicht im Baugrundmodell ausgewiesen. In Bezug auf die geotechnischen Eigenschaften und Eignung ist die ehemalige Mutterbodenschicht der Auffüllung zu zurechnen.

## 5.2 Baugrundeigenschaften

### *Schicht 1: Auffüllung [A] (Holozän)*

Nach den vorliegenden Aufschlussergebnissen steht im gesamten Baubereich des Ersatzneubaus oberflächlich eine anthropogene Auffüllungsschicht an. Die dunkelgraubraune über braune bis rötliche Auffüllung mit einer erkundeten Schichtdicke von 0,8 m bis 5,8 m ist entsprechend der Entstehung (Dammaufschüttung beidseitig der Brücke, Straßen-, Gleisbau, Leitungsbau, Geländeregulierung usw.) heterogen zusammengesetzt.

Die aktuell ausgeführte Trockenkernbohrung 4/17 nordwestlich der Bestandsbrücke wurde oberflächlich eine 0,20 m dicke Asphaltsschicht über einer 0,5 m dicken ungebundenen Tragschicht aus einem Schotter-Sand-Gemisch als vorhandenen Fahrbahnoberbau erkundet. Ab 0,7 m bis 5,8 m u. OK Fahrbahn (von 112,5 m NHN bis 107,4 m NHN) wurde ein, dunkelbraunes bis graues, heterogenes Gemisch Sand, Kies und Schluff mit eingelagerten Ziegelsteinstücken als Dammaufschüttung erbohrt. Nach den aufgenommenen Schlagzahlen, der parallel zur Baugrundbohrung, ausgeführten Schweren Rammsondierung DPH 4/17 und der spezifizierten Bohrproben besitzt die fein- bis gemischtkörnige Dammschüttung eine steife bis weiche Konsistenz bzw. die gemischtkörnige Dammschüttung eine lockere Lagerung. Die Aufschlussergebnisse der Kernbohrung BK 16/02 im Gehwegbereich südöstlich der Bestandsbrücke mit einer hier 4,3 m dicken Dammaufschüttung, bestätigen die heterogene Zusammensetzung der vorhandenen Dammaufschüttung.

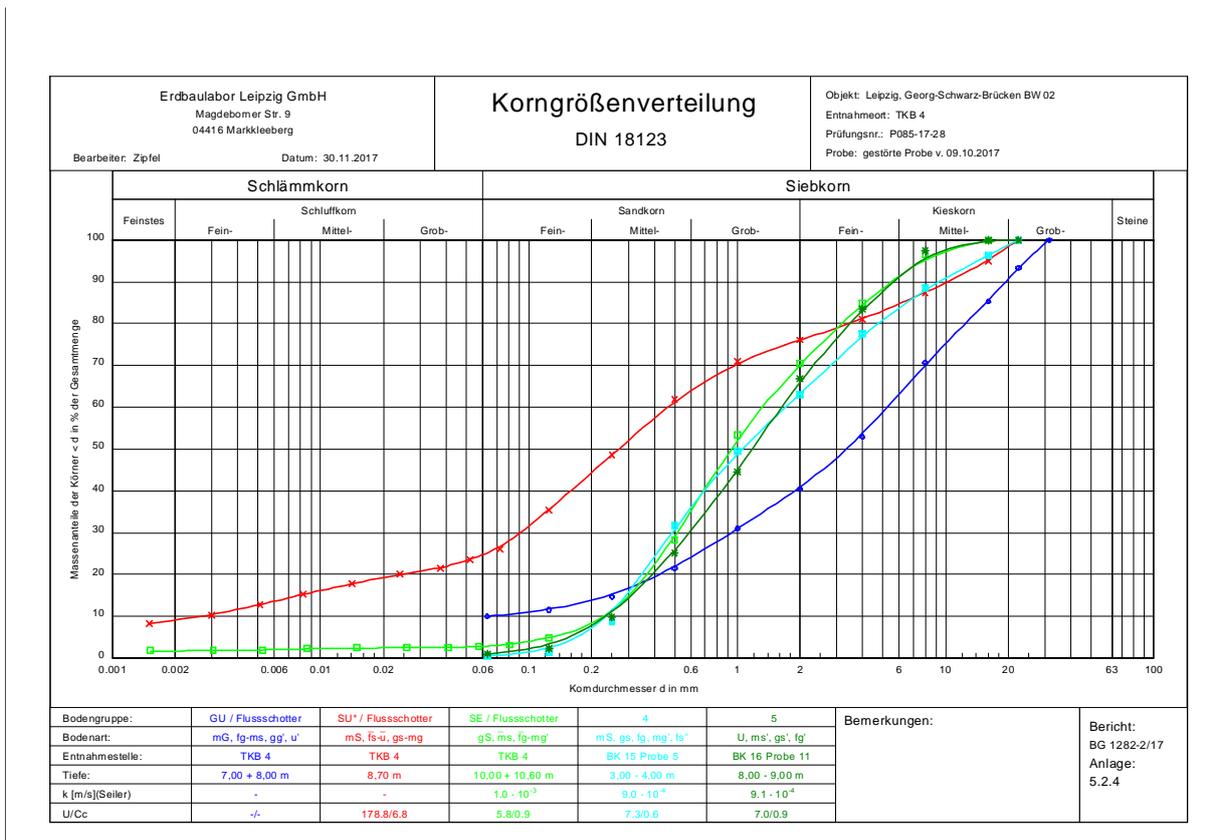
Durch die Kernbohrungen BK 13/02 bis BK 15/02 im Jahre 2002 außerhalb der Dammaufschüttung wurde oberflächlich eine anthropogene Auffüllung aufgeschlossen. Die erkundete Auffüllungsschicht mit einer Dicke von 0,8 m bis 1,8 m wurde gleichfalls als dunkelgraues über braunes bis schwarzes heterogenes Gemisch aus Schluff, Sand, Kies und Ziegelstein- bzw. Betonstücke erkundet.

Die im Baubereich des Brückenbauwerkes 2 erkundete fein- bis gemischtkörnige Auffüllung wird gem. der DIN 18916 bereichsweise als Kies-Sand- Schluff-Gemisch /GU – SU - ST/ bis mittel plastischen Ton /TM/ bzw. eingestuft.

Die Basis der anthropogenen Auffüllung wurde bei der Baugrunduntersuchung im Jahre 2002 und der aktuellen Baugrunduntersuchung zwischen ca. 108,9 m NHN (BK 16/02) und ca. 105,4 m NHN (BK 13/02) angetroffen. Das, an den Aufschlusspunkten BK 13/02 bis RKS 15/02, erbohrte Relikt der ehemaligen Mutterbodenschicht mit einer Schichtdicke von 0,20 m bis 0,30 m wird, wie bereits ausgeführt, aus geotechnischer Sicht der Auffüllungsschicht zugerechnet.

**Schicht 2: Flussschotter [gS - mG] (Pleistozän)**

Im Liegenden der Auffüllung und dem bereichsweise noch vorhandenen Relikt der Mutterbodenschicht stehen an allen Aufschlusspunkten Flussschotter als gewachsene Bodenschicht an. Unter der Auffüllungsschicht folgen bis 4,2 m u. OK Gelände bzw. bis 10,6 m u. OK Dammaufschüttung die Flussschotter der sog. Mittelterrasse der saalekaltzeitlichen Mulde als Kies- und Sandschichten. Die gelbbraune über ocker bis graue Flussschotterschicht ist nach den vorliegenden Korngrößenverteilungen und spezifizierten Bohrproben überwiegend als Mittelkies feinkiesig, grob- bis mittelsandig, schluffig bis Grobsand, fein- bis mittelkiesig, mittelsandig anzusprechen. Bereichsweise besitzen die Flussschotter in einem begrenzt dicken Schichtbereich einen deutlichen Feinkornanteil. Bei der Bohrprobe aus der TKB 4/17 von 8,0 m bis 8,7 m u. OK Fahrbahn wurde ein Feinkornanteil von ca. 25 % ermittelt (s. Korngrößenverteilungen) Die Flussschotter sind gemäß der ermittelten Korngrößenverteilungen nach DIN 18196 als Kies- bzw. Sand-Schluff-Gemisch (GU – SU\*) bzw. als weit bis eng abgestufter Sand (SW - SE) anzusprechen.



↻ **Korngrößenverteilungslinien aus 2002 und 2017 der Flussschotter**

Nach vorliegenden Erfahrungen aus dem Stadtgebiet von Leipzig kann an der Schichtbasis der Flussschotter eine Stein- bzw. Gerölllage vorhanden sein. Die Blöcke können einen Durchmesser bis > 30 cm aufweisen. Der Flussschotter wird nach den vorliegenden Korngrößenverteilungen und den Erfahrungen aus dem Umfeld als sehr durchlässig bis durchlässig eingestuft. Flussschotterbereiche mit einem Feinkornanteil > 15 % sind als schwach durchlässig zu beurteilen.

Die Lagerungsdichte des Flussschotter wird nach den Ergebnissen der ausgeführten Schweren Rammsondierungen überwiegend als dicht gelagert eingestuft. Bereichsweise sind Flussschotter auch sehr dicht gelagert (Schlagzahlen > 80 Schläge/ 10 cm Eindringtiefe). Die Schweren Rammsondierungen DPH 11/02, DPH 12/02 und DPH 13/02 mussten im dicht bis sehr dicht gelagerten Flussschotter abgebrochen werden.

Die Schichtbasis der Flussschotter wurde durch die Baugrundbohrungen 2002 und 2017 im Bereich der Brücke „BW II R12“ – Bauwerk 2 im Höhenniveau von ca. 103,3 m NHN bis 100,9 m NHN angetroffen. Nach den vorliegenden Bohrprofilen ist davon auszugehen, dass der Schichtübergang vom pleistozänen Flussschotter zum liegenden Festgestein im untersuchten Baubereich des Brückenbauwerkes 2 von Südwest nach Nordwest einfällt.

Die pleistozänen Flussschotter können im Untersuchungsbereich durch die wechselhafte Flusssedimentation bzw. -erosion (zeitlich und örtlich) und den mäandernden Flussverlauf in Schichtausbildung und -dicke unterschiedlich ausgebildet sein.

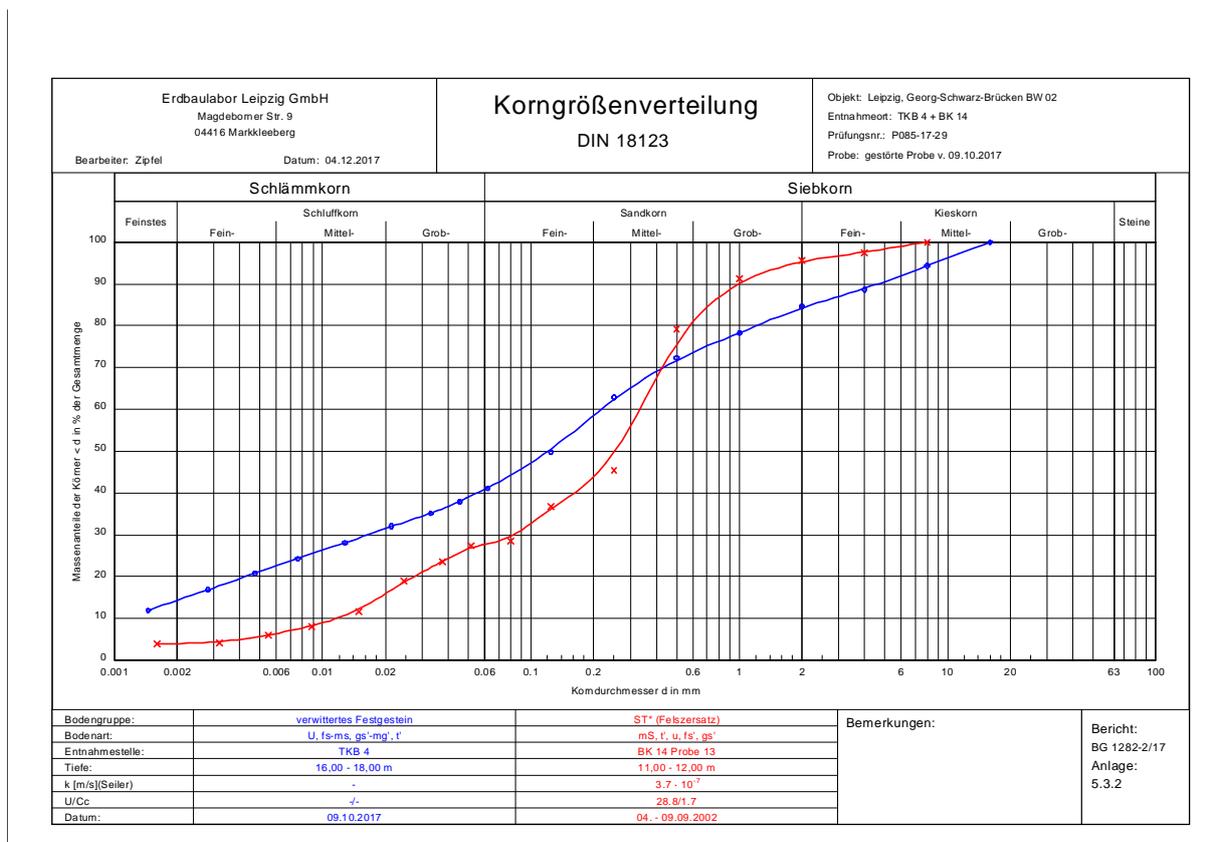
### ***Schicht 3: verwittertes bis angewittertes Festgestein / Sandstein und Konglomerat [Z] (Kabron)***

Im Liegenden der quartären Flussschotter wurde durch alle Baugrundaufschlussbohrungen verwittertes Festgestein aufgeschlossen. Nach den spezifizierten Bohrproben und den ausgewerteten Spezialkarten steht im Untersuchungsbereich klastisches Sedimentgestein in Form von Sandsteinen und Konglomerat aus den Siles – unteres Karbon an. Der Übergang vom Sandstein zum Konglomerat in Bezug auf die Korngröße ist fließend.

Der obere stark verwitterte Festgesteinsbereich wird als Zersatz eingestuft, da dieser Schichtbereich aus geotechnischer Sicht, Lockergesteinseigenschaften besitzt. Nach den ermittelten Korngrößenverteilungen und der Probenaufnahme ist der Zersatz, je nach Verwitterungszustand als Schluff, stark sandig, kiesig, tonig bis Mittelsand, feinsandig bis stark schluffig, grobsandig bis schwach feinkiesig anzusprechen. Der Feinkornanteil bei den untersuchten 2 Einzelproben wurde mit ca. 27 % bis ca. 42 % ermittelt.

Nach DIN 18196 ist der erkundete Festgesteinszersatz, als leicht bzw. mittel plastischer Ton bis Sand-Schluff-Gemisch (TM/TL bis SU/ST) einzustufen. Auf der Grundlage der aufgenommenen Schlagzahlen der ausgeführten Schweren Rammsondierungen und der spezifizierten Bohrproben besitzt der Zersatzbereich in den oberen 2 m bis 3 m eine steife bis halbfeste Konsistenz und darunter eine halbfeste bis feste Konsistenz. Die Schweren Rammsondierungen DPH 10/02 und DPH 4/17 mussten im Übergangsbereich vom steifen bis halbfesten zum halbfesten bis festen Festgesteinszersatz abgebrochen werden, da die Schlagzahlen auf über 100 Schläge pro 10 cm Eindringtiefe anstiegen.

Nach den vorliegenden Bohr- und Rammergebissen besitzt der Festgesteinszersatz im Untersuchungsbereich des Brückenbauwerkes 2 eine sehr wechselhafte Schichtdicke. An den Aufschlusspunkten BK 13/02 und BK 14/02 sowie TKB 4/17 westlich und nördlich der Bestandsbrücke wurde das verwitterte Festgestein zur Endteufe der Baugrundbohrungen / bis 20 m u. OK Bohransatzpunkt (bis 86,9 m NHN) aufgeschlossen. Durch die Kernbohrungen BK 15/02 und BK 16/02 südlich bzw. südöstlich des Brückenbauwerkes 2 wurde der Zersatzbereich nur bis 7,7 m u. OK Gelände (bis 100,4 m NHN) bzw. bis 17,8 m u. OK Dammschüttung (bis 95,4 m NHN) erkundet. In diesem Untersuchungsbereich geht der Festgesteinszersatz bei 95,4 m NHN bzw. bei ca. 100,4 m NHN in angewittertes Festgestein über. Die Kernbohrung BK 15/02 musste nach dem begrenztem Anbohren des nur angewitterten Festgesteins bei einer Bohrtiefe von 7,9 m abgebrochen werden, da kein Bohrfortschritt mehr erzielt werden konnte.



➡ *Korngrößenverteilungslinien / verwittertes Festgesteins von 2002 und 2017*

In Auswertung der vorliegenden Aufschlussergebnissen ist davon auszugehen, dass die Schichtdicke des Festgesteinsersatzes im Untersuchungsbereich von Südwest nach Nordost deutlich zunimmt. In diesem Zusammenhang muss darauf hingewiesen werden, dass der Aufschlusspunkt der BK 15/02 mit einem erkundeten Übergang vom halbfesten bis festen Festgesteinsersatz zum angewitterten Festgestein bei ca. 100,4 m NHN (bei ca. 7,7 m u. OK Gelände) ca. 26 m südwestlich des nördlichen Widerlagers der Bestandsbrücke angesetzt wurde.

Die Aufschlussergebnisse bestätigen die Angaben der ingenieurgeologischen Recherche. In Anlehnung an die DIN 18 196 /Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke/ werden die bautechnischen Eigenschaften und die Eignung der beschriebenen Baugrundsichten nachfolgend in der Tabelle 3 dargestellt:

Tabelle 3: Bautechnische Eigenschaften und Eignung

<i>Bautechnische Eigenschaften/ Eignung</i>	<i>Schicht 1 Auffüllung</i>	<i>Schicht 2 Flussschotter</i>	<i>Schicht 3a Festgesteinszersatz</i>	<i>Schicht 3b angewittertes Festgestein</i>
Tragfähigkeit / Scherfestigkeit	gering	mittel bis groß	mittel bis groß	sehr groß
Verformbarkeit	groß	mittel bis gering	mittel bis gering	nicht - Fels
Verdichtbarkeit	schlecht	mäßig bis mittel	mäßig	nicht - Fels
Durchlässigkeit	gering bis mittel	groß bis mittel	gering	nicht bis mittel Fels
Witterungs-/ Erosionsempfindlichkeit	sehr groß	groß bis gering	groß	nicht - Fels
Frostempfindlichkeit	sehr groß	gering bis groß	sehr groß	gering bis nicht Fels
Rammpbarkeit	leicht bis sehr schwer *	schwer bis sehr schwer	mittel schwer bis sehr schwer *	nicht - Fels
Bohrbarkeit	leicht bis sehr schwer *	schwer bis sehr schwer	mittel schwer bis sehr schwer*	sehr schwer - Fels
Eignung als Gründungsschicht	nicht geeignet	geeignet bis gut geeignet	geeignet bis gut geeignet	sehr gut geeignet

\* bei Geröll- bzw. Steinlagen sehr schwer bohrbar und Rammung mit Einbringhilfe - Vorbohren

Die Eigenschaften bzw. Eignung der Bodenschichten hängen wesentlich vom Feinkornanteil und dem natürlichen Wassergehalt ab.

### 5.3 Homogenbereiche gemäß VOB, Teil C von 09-2016

Mit der Aktualisierung der Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen /VOB; Teil C/ im August 2015/2016 wurden die Boden- und Felsklassen in 10 Tiefbaunormen durch Homogenbereiche ersetzt. Nachfolgend sind die Homogenbereiche mit den erforderlichen Angaben gemäß der Normen DIN 18300:2016-09 /Erdarbeiten/, DIN 18301:2016-09 /Bohrarbeiten/ und DIN 18304:2016-09 /Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten/ der im Untersuchungsbereich unter dem Fahrbahn- und Gleisoberbau angetroffenen Böden tabellarisch zusammengestellt (s. Tabelle 4a + 4b, Tabelle 5a + 5b und Tabelle 6a + 6b).

Tabelle 4a: Homogenbereiche E 1 bis E 3a für Erdarbeiten gemäß DIN 18300:2016-09

<b>Kennwerte / Eigenschaften</b>	<b>E 1</b>	<b>E 2</b>	<b>E 3a</b>
ortsübliche Bezeichnung	Auffüllung	Flussschotter	Festgesteinsersatz
Korngrößenverteilung	Band E 1	Band E 2	Band E 3
Anteil Steine u. Blöcke [%]	< 30	< 10	< 30
Anteil großer Blöcke [%]	< 20	<5	<20
Dichte, feucht [g/cm³]	1,5 – 2,0	1,8 – 2,0	1,9 – 2,2
undräßierte Scherfestigkeit [kN/m²]	40 - 100	n. b. <sup>⊕</sup>	50 - 350
Wassergehalt [%]	8 - 25	6 - 35	8 - 20
Konsistenz	n. e. <sup>⊕</sup>	n. b. <sup>⊕</sup>	n. e. <sup>⊕</sup>
Konsistenzzahl [-]	0,50 – 1,0	n. b. <sup>⊕</sup>	0,75 – 1,4
Plastizität	n. e. <sup>⊕</sup>	n. b. <sup>⊕</sup>	n. e. <sup>⊕</sup>
Plastizitätszahl [-]	0,07 – 0,20	n. b. <sup>⊕</sup>	0,10 – 0,30
Lagerungsdichte I <sub>D</sub> [%]	30 - 70	40 – 90	n. b. <sup>⊕</sup>
Organischer Anteil [%]	< 10	< 5	< 5
Bodengruppe nach DIN 18916	[GW], [GU*], [SU*],[TM]	SE - GU	TM – SU* - ST

⊕ n. b.<sup>⊕</sup> - nicht bestimmbar; n. e.<sup>⊕</sup> - nicht erforderlich;

Tabelle 4b: Homogenbereiche - Fels / E 3b für Erdarbeiten gemäß DIN 18300:2016-09

<b>Kennwerte / Eigenschaften</b>	<b>E 3b</b>
ortsübliche Bezeichnung / Benennung nach DIN EN ISO 14689-1	angewitterte Sandstein und Konglomerat aus dem Karbon / Sedimentgesteine
Dichte [g/cm³]	2,3 – 2,7
Verwitterung, Veränderung und Veränderlichkeit	mäßig verwittert bis frisch / verfärb bis frisch / veränderlich bis nicht veränderlich
Druckfestigkeit [MPa]	25 bis 150
Trennflächeneinrichtung	n. b. <sup>⊕</sup>
Trennflächenabstand	engständig bis weitständig
Gesteinskörperform	gerundet

⊕ n. b.<sup>⊕</sup> - nicht bestimmbar;

Tabelle 5a: Homogenbereiche B 1 bis B 4a für Bohrarbeiten gemäß DIN 18301:2016-09

<b>Kennwerte / Eigenschaften</b>	<b>B 1</b>	<b>B 2</b>	<b>B 3a</b>
ortsübliche Bezeichnung	Auffüllung	Flussschotter	Festgesteinsersatz
Korngrößenverteilung	Band E 1	Band E 2	Band E 3
Anteil Steine u. Blöcke [%]	< 30	< 10	< 30
Anteil großer Blöcke [%]	< 20	<5	<20
Dichte, feucht [g/cm <sup>3</sup> ]	1,5 – 2,0	1,8 – 2,0	1,9 – 2,2
Kohäsion [kN/m <sup>2</sup> ]	n. b. <sup>⊖</sup>	n. b. <sup>⊖</sup>	3 - 30
undrännierte Scherfestigkeit [kN/m <sup>2</sup> ]	40 - 100	n. b. <sup>⊖</sup>	50 - 350
Wassergehalt [%]	8 - 25	6 - 35	8 - 20
Konsistenz	n. e. <sup>⊖</sup>	n. b. <sup>⊖</sup>	n. e. <sup>⊖</sup>
Konsistenzzahl [-]	0,50 – 1,0	n. b. <sup>⊖</sup>	0,75 – 1,4
Plastizität	n. e. <sup>⊖</sup>	n. b. <sup>⊖</sup>	n. e. <sup>⊖</sup>
Plastizitätszahl [-]	0,07 – 0,20	n. b. <sup>⊖</sup>	0,10 – 0,30
Lagerungsdichte I <sub>D</sub> [%]	30 - 70	40 – 90	n. b. <sup>⊖</sup>
Abrasivität [-]	abrasiv bis stark abrasiv	stark abrasiv bis extrem abrasiv	abrasiv bis sehr abrasiv
Bodengruppe nach DIN 18916	[GW], [GU*], [SU*],[TM]	SE - GU	TM – SU* - ST

⊖ n. b.<sup>⊖</sup> nicht bestimmbar; n. e.<sup>⊖</sup> nicht erforderlich; ⊕ für die Tonschichtbereiche des Bänderton

Tabelle 5b: Homogenbereiche - Fels / B 3b für Bohrarbeiten gemäß DIN 18301:2016-09

<b>Kennwerte / Eigenschaften</b>	<b>B 3b</b>
ortsübliche Bezeichnung / Benennung nach DIN EN ISO 14689-1	angewitterte Sandstein und Konglomerat aus dem Karbon / Sedimentgesteine
Dichte [g/cm <sup>3</sup> ]	2,3 – 2,7
Verwitterung, Veränderung und Veränderlichkeit	mäßig verwittert bis frisch / verfärb bis frisch / veränderlich bis nicht veränderlich
Druckfestigkeit [MPa]	25 bis 150
Trennflächeneinrichtung	n. b. <sup>⊖</sup>
Trennflächenabstand	engständig bis weitständig
Gesteinskörperform	gerundet
Abrasivität [-]	abrasiv bis sehr abrasiv

⊖ n. b.<sup>⊖</sup> nicht bestimmbar;

Tabelle 6a: Homogenbereiche R 1 bis R 3a für Ramm-, Rüttel und Pressarbeiten gemäß DIN 18304:2016-09

Kennwerte / Eigenschaften	R 1	R 2	R 3a
ortsübliche Bezeichnung	Auffüllung	Flussschotter	Festgesteinszersatz
Korngrößenverteilung	Band E 1	Band E 2	Band E 3
Anteil Steine u. Blöcke [%]	< 30	< 10	< 30
Anteil großer Blöcke [%]	< 20	<5	<20
Wassergehalt [%]	8 - 25	6 - 35	8 - 20
Konsistenz	n. e. <sup>⊘</sup>	n. b. <sup>⊘</sup>	n. e. <sup>⊘</sup>
Konsistenzzahl [-]	0,50 – 1,0	n. b. <sup>⊘</sup>	0,75 – 1,4
Plastizität	n. e. <sup>⊘</sup>	n. b. <sup>⊘</sup>	n. e. <sup>⊘</sup>
Plastizitätszahl [-]	0,07 – 0,20	n. b. <sup>⊘</sup>	0,10 – 0,30
Lagerungsdichte I <sub>D</sub> [%]	30 - 70	40 – 90	n. b. <sup>⊘</sup>
Bodengruppe nach DIN 18916	[GW], [GU*], [SU*],[TM]	SE - GU	TM – SU* - ST

⊘ n. b.<sup>⊘</sup> nicht bestimmbar; n. e.<sup>⊘</sup> nicht erforderlich;

Tabelle 6b: Homogenbereiche - Fels / R 3b für Ramm-, Rüttel und Pressarbeiten gemäß DIN 18304:2016-09

Kennwerte / Eigenschaften	R 3b
ortsübliche Bezeichnung / Benennung nach DIN EN ISO 14689-1	angewitterte Sandstein und Konglomerat aus dem Karbon / Sedimentgesteine
Druckfestigkeit [MPa]	25 bis 150

⊘ n. b.<sup>⊘</sup> nicht bestimmbar;

Die Angaben zum Homogenbereich E 3b, B 3b und R 3b für den angewitterten Sandstein bzw. Konglomerat für die Erd- und Bohrarbeiten sowie Ramm-, - Rüttel- und Pressarbeiten wurden auf der Grundlage von vorliegenden Erfahrungswerten zusammengestellt. Eine direkte Ermittlung der Kennwerte und Eigenschaften, im Besonderen der Druckfestigkeit, kann nur an ungestörten Kernproben ermittelt werden. Für die Kerngewinnung ist die Ausführung von Rotationskernbohrungen mit Doppelkernrohr erforderlich.

Für die Verbauarbeiten wird in der DIN 18303:2016-09 im Abschnitt 2.3 -Beschreibung und Einteilung von Boden und Fels- ausgeführt, dass die Regelung der DIN 18300:2016-09 für Erdarbeiten auch für die Verbauarbeiten gemäß DIN 18303 gelten.

Die Homogenbereiche E 1 bis E 3a, B1 bis B 3a und R 1 bis R 3a entsprechen den Schichten 1 bis 3 des Baugrundmodells. Die Körnungsbänder der Homogenbereiche liegen dem Bodengutachten als Anlage 8 bei.

## 5.4 Tragfähigkeit

Die ausgeführten Sondierungen DPH 10/02, 11/02, 12/02 und 13/02 aus dem Jahre 2002 und der aktuellen DPH 4/17 mit der Schwere Rammsonde (DPH) nach DIN EN ISO 22476-2 belegen anhand der Schlagzahl N des Rammbarren je 10 cm Eindringtiefe, dass die oberflächlich anstehende Auffüllung, nur geringe bis sehr geringe Rammwiderstände (Schlagzahlen von 0 bis 3) aufweist. Im Bereich der grobkörnigen bzw. steinigen Auffüllung wurden lokal Schlagzahlen  $> 20$  ermittelt.

Mit Erreichen der Flussschotterschicht ab ca. 1,2 m bzw. ca. 5,8 m u. Ansatzhöhe /ab ca. 108,9 m NHN bzw. ab ca. 105,2/ steigen die Schlagzahlen auf  $N_{10} \geq 10$  bis  $> 30/10$  cm an. Bei den DPH's 11/02, 12/02 und 13/02 stiegen die Schlagzahlen rasch auf 98 bzw.  $> 100$  Schläge / 10 cm Eindringtiefe und belegen die dichte bis sehr dichte Lagerung der Flussschotter. Die angeführten Schwere Rammsondierungen wurden entsprechend der Abbruchkriterien nach der DIN EN ISO 22476-2 in Flussschotterschichtniveau abgebrochen.

Die DPH 10/02 und 4/17 mussten im Übergangsbereich vom steifen bis halbfesten zum halbfesten bis festen Festgesteinsersatz im Teufenbereich von 6,2 m u. OK Gelände bzw. 13,6 m u. OK Dammschüttung /ca. 100,7 m NHN bzw. 99,5 m NHN/ abgebrochen werden, da die Schlagzahlen auf über 110 Schläge/ 10 cm Eindringtiefe anstiegen.

Allgemein kann die Tragfähigkeit und Scherfestigkeit der erkundeten Baugrundsichten im Baubereich des Brückenbauwerkes 2 wie folgt eingeschätzt werden:

<i>Auffüllung (Schicht 1):</i>	<i>geringe Tragfähigkeit / Scherfestigkeit,</i>
<i>Flussschotter (Schicht 2):</i>	<i>große Tragfähigkeit / Scherfestigkeit.</i>
<i>Festgesteinsersatz (Schicht 3a):</i>	<i>große Tragfähigkeit / Scherfestigkeit,</i>
<i>angewittertes Festgestein (Schicht 3b):</i>	<i>sehr große Tragfähigkeit / Scherfestigkeit,</i>

## 5.5 Bodenkennwerte

Nach den vorliegenden Aufschlussergebnissen kann bei den geotechnischen Berechnungen für den Ersatzneubau der Georg-Schwarz-Brücke „BW II R12“ – Bauwerk 2 vereinfacht von einem 3-Schichten-Baugrundmodell ausgegangen werden.

Den einzelnen Baugrundsichten werden auf Grundlage der vorliegenden Erkundungsergebnisse, Laborprüfungen und Erfahrungswerte folgende bodenphysikalische Kennwerte und Zustandsgrößen als charakteristische Bodenkennwerte in der Tabelle 7 zugeordnet:

Tabelle 7: Charakteristische Bodenkennwerte

Kennwerte / Zustandsgrößen	Auffüllung (Schicht 1)	Flussschotter (Schicht 2)	Festgesteinzersatz / angewittertes Festgestein (Schicht 3)
Teufenbereich (m u. OK Gel. / m NHN)	0,0 – 5,8 / 113,2 – 105,4	1,2 – 10,6 / 107,4 – 100,9	4,2 – 20,0 / 103,3 – 87,3
Bodenarten (DIN 4022)	U, S, G, X,	mG - mS, s, g, u	U – mS, g, t bis Fels (Sandstein u. Konglomerat)
Bodengruppen (DIN 18196)	[GW], [GU*], [SU*],[TM]	SE - GU	TM – SU* - ST
Durchlässigkeit $k_f$ (m/s)	$10^{-3} - 10^{-9}$	$10^{-4} - 10^{-6}$	$10^{-7} - 10^{-10}$
Frostgefährdung (ZTVE)	F 1 - F 3	F 1 - F 3	F 3
Rohwichte $\gamma / \gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	16 - 18 / 7 - 9 <sup>1</sup>	18 - 19 / 9 - 10 <sup>1</sup>	20 / 11 <sup>1</sup> [24 / 15] <sup>2</sup>
Steifemodul $E_{sk}$ (MN/m <sup>3</sup> )	3 - 25	80 - 150	25 - 80 [ $>250$ ] <sup>2</sup>
wirksam. Reibungswinkel $\phi_k'$ (°)	25 – 30	30 - 35	28 [40] <sup>2</sup>
wirksam. Kohäsion $c_k'$ (kN/m <sup>2</sup> )	0 - 3	0 - 5	5 - 15 [ $>30$ ] <sup>2</sup>

- <sup>1</sup> Rohwichte unter Auftrieb;
- [<sup>2</sup>] - Kennwerte für angewittertes Festgestein

## 6 GEOTCHNISCHE BERATUNG

### 6.1 Allgemeine Einschätzung der Baugrund- und Gründungsverhältnisse

Der untersuchte Baubereich des geplanten Ersatzneubaus der Georg-Schwarz-Brücke „BW II R12“ – Bauwerk 2 ist nach den vorliegenden Ergebnissen der Felduntersuchungen und Laborprüfungen aus geotechnischer Sicht als bedingt geeignet einzustufen.

Die oberflächlich vorhandene inhomogene Auffüllung muss als begrenzt scherfest und deutlich verformbar beurteilt werden. Für eine statisch sichere und verformungsarme Ausführung der Bauwerksgründung sind die Bauwerks- und Verkehrslasten /Einwirkungen/ in die gut tragfähigen Flussschotter bzw. in den tragfähigen Festgesteinzersatz oder in das sehr gut tragfähige, angewitterte Festgestein einzuleiten.

Die hydrogeologischen Standortverhältnisse sind bei der Realisierung von Flachgründungen für die neuen Brückenfundamente im Schichtniveau der Flussschotter als ungünstig einzuschätzen, da das Gründungsniveau für eine Flachgründung unterhalb des Ruhewasserspiegels des Grundwassers im Baubereich liegt.

Alternativ zu Flachgründungen sollten die Bauwerks- und Verkehrslasten/Einwirkungen über Tiefgründungen (z. B. Bohrpfähle) statisch sicher und verformungsarm im Schichtniveau der Flussschotter und den halbfesten bis festen Festgesteinzersatz bzw. in das nur angewitterte Festgestein abgeleitet werden.

## 6.2 Gründungsberatung

### *Ausführung von Flächgründungen für den Ersatzneubau*

Nach der erkundeten Baugrundsichtung und den Grundwasserverhältnissen kann die Abtragung der Bauwerks- und Verkehrslasten der neuen Brücke in den Baugrund mittels Flächgründungen (Gründungsvariante B) nur eingeschränkt empfohlen werden. Die Flächgründungen mit einer Gründungsordinate bei ca. 105 m NHN im tragfähigen Flussschotter, liegen ca. 1,0 m bzw. bis ca. 1,5 m unterhalb des erkundeten Ruhewasserspiegels des Grundwassers. Für die Realisierung von Flächgründungen für die neuen Brückenfundamente sind geschlossene Spundwandkästen als „wasserdichter Baugrubenverbau“ mit einer Fußeinbindung in den schwach durchlässigen Festgesteinsersatz erforderlich. Ein sog. „schwimmender Spundwandkasten“ mit einem Fußniveau im durchlässigen Flussschotter mit einer bauzeitlichen Wasserhaltung innerhalb des Spundwandkastens, ist aus geotechnischer Sicht nicht zu empfehlen.

Bei den erkundeten Baugrundverhältnissen und den örtlichen Gegebenheiten (Bahngleise unmittelbar seitlich der Brückenfundamente) wird die Ausführung von klassischen Flächgründungen für den Ersatzneubau nicht als Vorzugsvariante empfohlen.

### *Ausführung von Tiefgründungen für den Ersatzneubau*

Eine Tiefgründung mittels Bohrpfähle als mögliche Ausführungsvariante im Schichtniveau der pleistozänen Flussschotter ist nach den Ergebnissen der Baugrunduntersuchung nur eingeschränkt möglich (örtliche Probelastung für Bohrpfahlbemessung). Der erkundete Flussschotter besitzt für eine Pfahlbemessung nach Tabellenwerten der EA Pfähle im Untersuchungsbereich eine zu geringe Schichtdicke. Weiterhin wurden bereichsweise gemischtkörnige Schichteinlagerungen erkundet. Der unterhalb der Flussschotter aufgeschlossene Festgesteinsersatz in halbfester bis fester Konsistenz sowie das nur angewitterte Festgestein sind für eine Lastabtragung über Pfahlmantelreibung und Pfahlspitzendruck geeignet bis gut geeignet.

Der Entwurf und die Bemessung von Bohrpfählen ist gemäß der DIN EN 1997-1:2009-09 auf der Grundlage von statischen bzw. dynamischen Probelastungen oder empirischer bzw. analytischer Berechnungsverfahren vorzunehmen. In der DIN 1054:2010-12 als deutscher Anhang zur DIN EN 1997-1:2009-09 als Berechnungsverfahren zur Ermittlung des Grenzwertes des Druckwiderstandes für Pfähle wird auf die Erfahrungswerte der Pfahlwiderstände der EA - Pfähle /Empfehlungen des Arbeitskreis „Pfähle“ - 2. Auflage von 2012/ verwiesen.

Für die Anwendung der Erfahrungswerte für die axiale Bemessung gemäß EA-Pfähle müssen die Bohrpfähle mindestens 2,5 m in eine ausreichend tragfähige Bodenschicht einbinden und unterhalb

des Pfahlfußniveaus noch mindesten 1,5 m bzw. 2 x D-Pfahldurchmesser in die tragfähige Bodenschicht anstehen.

Am untersuchten Brückenstandort steht unterhalb der Auffüllungsschicht ab ca.1,2 m u. OK Gelände bis ca. 10,6 u. OK Dammschüttung eine ca. 2,5 m bis ca. 5,3 m dicke Flussschotter mit eingelagerten gemischtkörnigen Zwischenschichten über dem verwitterten Festgestein an. Infolge der begrenzten Schichtdicke und den erkundeten gemischtkörnigen Zwischenschichten ist der Flussschotter nach den Anforderungen der EA –Pfähle nur als eingeschränkt tragfähige Bodenschicht zu beurteilen. Um die Vorgabe an tragfähige Bodenschichten gemäß der EA –Pfähle einzuhalten, müssen die Bohrpfähle ausreichend tief in das verwitterte Festgestein in halbfester bis fester Konsistenz bzw. in das nur angewitterte Festgestein einbinden.

➤ *Grenzzustand – Nachweis der Tragfähigkeit einer Bohrpfahlgründung*

Entsprechend der EA - Pfähle kann der charakteristische axiale Pfahlwiderstand eines Einzelpfahls auf der Grundlage von allgemeinen Erfahrungswerten ermittelt werden, wenn keine Ergebnisse einer projektbezogenen Pfahlprobelastung vorliegen.

In Auswertung der vorliegenden Feld- und Laboruntersuchungen werden für die Bemessung der Bohrpfähle gem. der EA - Pfähle in der nachfolgenden Tabelle 8, die charakteristischen Werte für die Pfahlmantelreibung  $q_{s,k}$  und dem Pfahlspitzenwiderstand  $q_{b,k}$ , in Abhängigkeit des Pfahlfußdurchmessers und der Pfahlkopfsetzung aus Erfahrungswerten, empfohlen. Die oberflächlich anstehende Auffüllung liegt nach dem derzeitigen Planungsstand in bzw. oberhalb der vorgesehenen Bohrpfahlkopfene. Somit werden für diese Baugrundsichten keine Bruchwerte für die Mantelreibung und kein horizontaler Bettungsmodul angegeben.

Tabelle 8: Charakteristische Werte für Pfahlmantelreibung und Pfahlspitzenwiderstand

<i>Bodenschicht</i>	<i>Bruchwert der Pfahlmantelreibung</i> $\rho_{s,k}$ in kN/m <sup>2</sup>	<i>Pfahlspitzenwiderstand</i> $\rho_{b,k}$ in kN/m <sup>2</sup>	<i>bezogene Pfahlkopfsetzung</i> s/D bzw. s/D <sub>F</sub>	<i>horizontaler Bettungsmodul</i> $k_s^{(1)}$ in MN/m <sup>3</sup>
Auffüllung bis 105,2 m NHN	-/-	-/-	-/-	0 bis 5 linear Ansteigend von UK Bohrpfahlkopfplatte
Flussschotter bis 100,9 m NHN	105			konstant 80
Festgesteinsersatz, steif bis halbfest bis 97,3 m NHN	50			konstant 100
Festgesteinsersatz, halbfest bis fest bis 87,3 m NHN	65	650 830 1.880	0,02 0,03 0,10	konstant 150
angewittertes Festgestein ab 95,4 m NHN / BK 16/02	130	1.750 2.250 4.000	0,02 0,03 0,10	konstant 250

• <sup>(1)</sup> - Bettungsmodul bezogen auf einen Pfahldurchmesser von D = 1,0 m

Bei der exemplarischen Ermittlung des charakteristischen axialen Pfahlwiderstandes /zulässige axiale Pfahltragfähigkeit/ aus Erfahrungswerten für Bohrpfähle mit einem Außendurchmesser D von 0,60 m bis 1,2 m, wurde ein Verhältnis der veränderlichen Lasten zu den Gesamtlasten von 0,25 angesetzt.

Die Berechnungen der zulässigen axialen Pfahltragfähigkeiten wurden mit dem Programm AXPILE der GGU - Software GmbH aus Braunschweig /Version 6.22 von 08-2017/ für den Baubereich des Bauwerkes 2 mit dem geotechnisch ungünstigsten Baugrundprofilen der BK 13/02 ausgeführt. In einem zweiten Berechnungsdurchlauf wurden die zulässigen axialen Pfahltragfähigkeiten mit dem Bohrprofil der BK 16/02 mit einer begrenzten Einbindung des Pfahlfußes in das nur angewitterte Festgestein exemplarisch ermittelt. Beim Ansatz der o. g. Baugrundprofile ist nach der EA – Pfähle, eine Mindesteinbindetiefe in die tragfähige Schicht von 2,5 m und eine Mindestmächtigkeit der tragfähigen Schicht unterhalb der Pfahlfußflächen, von wenigstens  $\geq 1,5$  m bzw.  $2 \times D$  einzuhalten.

In der Tabelle 9 und 10 wurden exemplarisch, die Berechnungsergebnisse für Bohrpfähle mit einem Durchmesser von 0,60 m, 0,80 m, 1,00 m und 1,20 m sowie mit einer Pfahllänge von 12,0 m zusammengestellt.

➤ *Tabelle 9: Berechnungsansätze und Berechnungsergebnisse für die Bohrpfähle / Bohrprofil 13/02*

<b>Berechnungsansätze Berechnungsergebnisse</b>	<b>Bohrpfahl- durchmesser D = 0,60 m</b>	<b>Bohrpfahl- durchmesser D = 0,80 m</b>	<b>Bohrpfahl- durchmesser D = 1,00 m</b>	<b>Bohrpfahl- durchmesser = 1,20 m</b>
angesetzte OK Bohrpfahl /Bohrebene (m NHN)	106,5	106,5	106,5	106,5
Unterkante Pfahl (m NHN)	94,5	94,5	94,5	94,5
Einbindetiefe halbfest bis feste Festgesteinsersatz (m)	2,8	2,8	2,8	2,8
Bohrpfahllänge (m)	12,0	12,0	12,0	12,0
zulässige axiale Pfahltragfähigkeit (MN)	0,92	1,33	1,80	2,31
Pfahlkopfsetzung bei zul. Pfahltragfähigkeit (cm)	0,66	0,85	1,03	1,22

➤ *Tabelle 10: Berechnungsansätze und Berechnungsergebnisse für die Bohrpfähle / Bohrprofil 16/02*

<b>Berechnungsansätze Berechnungsergebnisse</b>	<b>Bohrpfahl- durchmesser D = 0,60 m</b>	<b>Bohrpfahl- durchmesser D = 0,80 m</b>	<b>Bohrpfahl- durchmesser D = 1,00 m</b>	<b>Bohrpfahl- durchmesser = 1,20 m</b>
angesetzte OK Bohrpfahl /Bohrebene (m NHN)	106,5	106,5	106,5	106,5
Unterkante Pfahl (m NHN)	94,5	94,5	94,5	94,5
Einbindetiefe halbfest bis feste Festgesteinsersatz und angewittertes Festgestein (m)	2,8	2,8	2,8	2,8
Bohrpfahllänge (m)	12,0	12,0	12,0	12,0
zulässige axiale Pfahltragfähigkeit (MN)	1,36	2,07	2,91	3,89
Pfahlkopfsetzung bei zul. Pfahltragfähigkeit (cm)	0,84	1,10	1,38	1,67

Die PC-Ausdrucke der Berechnungen mit den Einzelergebnissen sind dem Gutachten als Anlage 7. 1 und 7.2 beigeheftet.

Beim Ansatz des berechneten Bemessungswertes für einen axial belasteten Bohrpfahl wird ein Pfahlmindestabstand von 2 D am Pfahlkopf und 3 D am Pfahlfuß vorausgesetzt. Wird der Mindestabstand am Pfahlfuß von 3D nicht eingehalten, ist eine Abminderung des berechneten Bemessungswertes erforderlich. Weiterhin wird eine normgerechte Ausführung der Bohrpfähle vorausgesetzt.

➤ *Nachweis der Tragfähigkeit axial belasteter Pfähle*

Bei der Ermittlung der resultierenden charakteristischen Beanspruchungen der Konstruktion auf die Pfähle sind die Einwirkungen mit den Teilsicherheitsbeiwerten des Grenzzustands, entsprechend dem Lastfall/Bemessungssituation, zu multiplizieren. Für den Nachweis der Tragfähigkeit müssen die resultierenden charakteristischen Beanspruchungen  $\leq$  dem Bemessungswert des axial belasteten Einzelpfahls entsprechen.

➤ *Nachweis der Tragfähigkeit von quer zur Pfahlachse belasteten Pfählen*

Der Nachweis kann entfallen, wenn bei vollständig im Boden eingebetteten Pfähle, die waagerechte charakteristische Beanspruchung im Lastfall 1 /BS-P/  $\leq 3\%$  und im Lastfall 2 /BS-T/  $\leq 5\%$  der lotrechten Beanspruchung liegt. Für die Einschätzung der Pfahlwiderstände quer zur Pfahlachse kann der charakteristische Bettungsmodul von Einzelpfählen für die Beurteilung von Schnittkräften gemäß EA – Pfähle nach der Gleichung  $k_{s,k} \approx E_{s,k} / D_s$  ermittelt werden. Die angeführte Gleichung ist auf eine rechnerische, maximale charakteristische Horizontalverschiebung von 2 cm bzw. von  $0,03 D_s$  begrenzt. Für Bohrpfähle mit einem Pfahlschaftdurchmesser von  $D_s > 1,00$  m ist für die Ermittlung des Bettungsmoduls 1,0 m anzusetzen. Die Biegebeanspruchung kann u. a. nach dem Bettungsmodulverlauf, bezogen auf einen Pfahlschaftdurchmesser von  $D_s = 1,00$  m, wie folgt ermittelt werden:

Der Nachweis der Tragfähigkeit quer zur Pfahlachse ist erbracht, wenn die charakteristische Normalspannung  $\sigma_{h,k}$  zwischen Pfahl und Boden  $\leq$  der im ebenen Fall berechneten charakteristischen passiven Erdwiderstandsspannung  $e_{ph,k}$  ist.

Die Nachweise der Sicherheit gegen Materialversagen und die Beurteilung der ausreichenden Bemessung der Pfahlkopfplatte bzw. des Überbaus bei axial belasteten Druckpfahlgruppen oder Pfahlrosten, wird im Rahmen des vorliegenden Bodengutachtens nicht vorgenommen.

☉ *Nachweis der Gebrauchstauglichkeit einer Bohrpfahlgründung*

Ist die Verformung der Bohrpfahlgründung für das Gesamtbauwerk von Bedeutung, muss gemäß EA – Pfähle eine ausreichende Sicherheit gegen Verlust der Gebrauchstauglichkeit nachgewiesen werden. Bei den exemplarischen Berechnungen wurde für die Bohrpfähle mit einem Pfahldurchmesser von 0,60 m bis 1,20 m, einer Pfahllänge von 12,0 m und einer zulässigen axialen Last/Einwirkung je nach Bodenschichtung von ca. 0,92 MN bis 2,31 MN bzw. von 1,36 MN bis 3,89 MN ermittelt. Bei der ermittelten, zulässigen axialen Last/Einwirkung muss nach den exemplarischen Bohrpfahlberechnun-

gen mit Pfahlsetzung von ca. 0,7 cm bis ca. 1,2 cm (Bohrprofil BK 13/02) bzw. von ca. 0,8 cm bis ca. 1,7 cm (Bohrprofil BK 16/02) gerechnet werden. Bei einer gleichmäßigen Vertikalbelastung der Bohrpfähle mit gleichem Durchmesser kann nach dem Pfahldiagramm (s. Anlage 7.1 u. 7.2 - Pfahlsetzungen in Abhängigkeit des Pfahldurchmessers zu der zulässigen Vertikallast) bei den beiden angesetzten Bohrprofilen von annähernd gleichmäßigen Pfahlsetzungen ausgegangen werden. Bei der Beurteilung der Gebrauchstauglichkeit sind die zu erwartenden Setzungen der Einzelpfähle, wie auch der Pfahlgruppe, zu berücksichtigen.

Bei einer annähernd gleichmäßigen Belastung der Einzelpfähle ist bei der Auslegung des Brückenoberbaus bei einer fachgerechten Ausführung der Bohrpfähle, mit geringen Setzungsdifferenzen von < 0,20 cm auszugehen. Die ausgewiesenen Pfahlsetzungen werden sich unmittelbar (bis 12 Wochen) nach der Lasteintragung vollständig einstellen.

Auf der Grundlage der vorliegenden Ergebnisse der Baugrunduntersuchung und den Planungsvorgaben wird aus geotechnischer Sicht die Ausführung einer Bohrpfahlgründung für den Ersatzneubau der Brücke „BW II R 12“ – Bauwerk 2 empfohlen. Infolge des erkundeten Schichteinfalls der Schichtgrenze Flussschotter/ Festgesteinszersatz und dem Schichtübergang zum nur angewitterten Festgestein ist eine geotechnische Bauüberwachung der Bohrpfahlherstellung dringend angeraten, um eine ausreichende Einbindung der Bohrpfähle in tragfähige Böden gemäß EA- Pfähle zu garantieren.

Bei der Ausführung von Verdrängungspfählen nach DIN EN 12 699 (z. B. Ortbetonrammpfähle, Schraubpfähle) alternativ zu Bohrpfählen für die Gründung des Brückenersatzneubaus, muss nach den Aufschlussresultaten und Erfahrungen aus dem näherem Umfeld im Schichtbereich der Auffüllung und dem Flussschotter mit regellos eingelagerten Steinen bzw. Blöcke als Bohrhindernisse bei Schraubpfählen bzw. als Rammhindernisse bei Rammpfählen / Stahlspundbohlen gerechnet werden. Für eine tragfähige und gering verformbare Bauwerksgründung mittels Verdrängungspfählen oder Stahlspundbohlen muss der Pfahlfuß, Pfahlspitze bzw. Fuß der Stahlspundbohle in den gut tragfähigen Festgesteinszersatz in halbfester bis fester Konsistenz abgesetzt bzw. eingerammt werden.

Bei der empfohlenen Pfahlfußordinate von 94,5 m NHN kann nach dem vorliegenden Bohrprofil der BK 15/02 nicht ausgeschlossen werden, dass im westlichen Baubereich des nördlichen Brückenwiderlagers das angewitterte Festgestein bereits mehrere Meter über der o. g. empfohlenen Pfahlfußordinate angetroffen wird. Im Rahmen der geotechnischen Bauüberwachung ist hier die Bohrpfahllänge gegebenenfalls anzupassen.

Infolge der möglichen Bohr- bzw. Rammhindernisse kann eine sichere Ausführung von Rammpfählen, Stahlspundwänden und Verdrängungspfählen nicht zuverlässig garantiert werden. Die Ausführung von Verdrängungspfählen nach DIN EN 12 699 kann nach dem derzeitigen Erkundungsstand aus geotechnischer Sicht nicht bzw. nur eingeschränkt empfohlen werden.

## **7 BAUTECHNISCHE EMPFEHLUNGEN**

Unter Berücksichtigung der erkundeten Baugrundverhältnisse einerseits und der Planungsvorgaben für den Ersatzneubau der Brücke „BW II R12“ – Brückenbauwerk 2 andererseits, werden für die Bauausführung folgende Empfehlungen gegeben:

### **7.1 Baugrubengestaltung**

Bei denen im Baubereich oberflächlich erkundeten Bodenschichten (Auffüllung und Flussschotter) wird die Ausführung von geböschten Baugruben bis 3 m Tiefe nach DIN 4124 /Baugruben und Gräben – Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreite/ mit einem Böschungswinkel von

$$\beta = 45^\circ$$

empfohlen. Bei geböschten Baugruben mit einer Höhe von 3 m bis 5 m sollte eine Berme angelegt werden. Werden durch die Baugruben locker gelagerte stark inhomogene Auffüllungsbereiche oder Wasser angeschnitten, ist der Böschungswinkel weiter abzuflachen oder ein Verbau vorzusehen. Gemäß der DIN 4124 ist die Standsicherheit bei Böschungen mit einer Höhe von mehr als 5 m nach DIN 4084, objektbezogen nachzuweisen. Die offen liegenden Baugrubenböschungen sind vor Wasser z. B. durch die Abdeckung mit Industriefolie zu schützen, um Erosionserscheinungen vorzubeugen. Um einen verformungsarmen Übergang zwischen der Baugrube und dem vorhandenen Straßendamm zu gewährleisten, wird für diesen Baugrubenbereich eine Böschungsneigung von  $\leq 1 : 1,5$  empfohlen.

Für die Realisierung einer Bohrpfahlgründung ist in Abhängigkeit der höhenmäßigen Einordnung der Bohrebene, die Ausführung von geböschten Baugruben bzw. die Sicherung der Baugruben mittels Trägerbohlverbau möglich. Nach der lage- und höhenmäßigen Festlegung der Bohrebene sollte im Zuge der Planung eine Standsicherheitsuntersuchung erfolgen.

Bei der Auslegung der Baugrubenböschungen bzw. des Baugrubenverbaus müssen die jeweiligen Randbedingungen (z. B. Bestandsbauwerke, Wasserverhältnisse, Verkehrslasten) berücksichtigt werden. Weitere Hinweise und Forderungen bezüglich der Böschungsgestaltung und Baugrubensicherung können der DIN 4124, den Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben (EAB) entnommen werden.

Grundsätzlich ist mit jeder Ausschachtung eine Spannungsänderung im Baugrund verbunden, die zu Verformungen und Veränderungen des umliegenden Bodengefüges führt.

### **7.2 Wasserhaltung, Betonschutz und Korrosionsverhalten**

Zum Fassen und Abpumpen von möglichem Schichten- und/oder Oberflächenwasser ist bauzeitlich eine leistungsstarke offene Wasserhaltung vorzuhalten und gegebenenfalls einzusetzen.

Bei der Ausführung einer Tiefgründung mittels Bohrpfählen wird davon ausgegangen, dass die Bohrebene oberhalb des bauzeitlichen Grundwasserspiegels liegt. Eine bauzeitliche Grundwasserabsenkung innerhalb eines wasserdurchlässigen Baugrubenverbau  $> 0,5$  m unter Grundwasserniveau kann wie bereits erläutert, nicht empfohlen werden. Bei den örtlichen Randbedingungen ist eine großflächige bauzeitliche Grundwasserabsenkung nach den vorliegenden Erfahrungen als nur bedingt genehmigungsfähig, zu beurteilen. Wird die Bohrebene unterhalb des bauzeitlichen Grundwasserstandes eingeordnet, wird ein wasserdichter Baugrubenverbau mittels Stahlspundwänden empfohlen. Die Spundbohlen sind mindesten 1,5 m in den schwach durchlässigen Festgesteinsersatz einzubinden, um eine Umströmung der Spundwände auszuschließen.

Allgemein ist anzumerken, dass für eine bauzeitliche Grundwasserbenutzung eine wasserrechtliche Genehmigung bei der zuständigen Wasserbehörde einzuholen ist.

Zur Beurteilung der Betonaggressivität und der Korrosionswahrscheinlichkeit des Grundwassers wurde im Rahmen der Felduntersuchungen 2002 und 2017 je eine Wasserprobe aus der TKB 4/17 (WP 2) entnommen.

Die aktuell entnommene Wasserprobe von 2017 wurde von der Analysen Service GmbH aus Leipzig auftragsgemäß nach DIN 4030 /Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase/ nach DIN 50 929 /Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe bei äußerer Korrosionsbelastung/ untersucht. Auf der Grundlage der vorliegenden Prüfberichte werden die einzelnen Wasserproben gemäß der o. g. DIN-Vorschriften in der Tabelle 11 beurteilt.

Tabelle 11: Wasserbeurteilung nach DIN 4030 und DIN 50 929

<b>Wasserentnahmestelle</b>	<b>Betonaggressivität nach DIN 4030</b>	<b>Grenzwertüberschreitung nach DIN 4030</b>	<b>Bewertungszahl <math>W_0</math> nach DIN 50929</b>	<b>Bewertungszahl <math>W_1</math> nach DIN 50929</b>
BK 15/02 (2002)	stark angreifend	Sulfat / 1.150 mg/l Grenze $>600 - 3.000$ mg/l	0 $\Rightarrow$ sehr geringe Mulden-/Lochkorrosion und sehr geringe Flächenkorrosion	-3 $\Rightarrow$ gering Mulden-/Lochkorrosion und sehr geringe Flächenkorrosion
TKB 4/17 (2017)	nicht angreifend	keine Grenzwertüberschreitung	-2,3 $\Rightarrow$ geringe Mulden-/Lochkorrosion und sehr geringe Flächenkorrosion	-5,3 $\Rightarrow$ mittlere Mulden-/Lochkorrosion und geringe Flächenkorrosion

➤ Bewertungszahl  $W_0$  - Freie Korrosion im Unterwasserbereich; ➤ Bewertungszahl  $W_1$  - Korrosion an der Wasser/Luft-Grenze

Der Prüfbericht der Grundwasseruntersuchung wurde dem Gutachten als Anlage 5.5 beigeheftet.

Auf der Grundlage der unterschiedlichen Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen 2002 und 2017 sowie der vorliegenden Prüfberichte aus dem Umfeld wird aus geotechnischer Sicht empfohlen, im Baubereich des Brückenbauwerkes von stark betonangreifendem Grundwasser bei der Festlegung der Betonrezeptur für die Bohrpfähle auszugehen.

### **7.3 Empfehlungen zur Ausführung von Bohrpfählen**

Bei der erkundeten Baugrundsichtung sind die Bohrpfähle als verrohrte Bohrung mit Wasserauflast auszuführen. Gemäß der DIN EN 1536 ist beim Abbohren der Bohrpfähle unterhalb des Grundwassers im Bohrloch, ein Überdruck durch Wasser oder andere geeignete Flüssigkeit mit mindestens 1 m Spiegeldifferenz zu erzeugen, um einen hydraulischen Grundbruch im Bereich der Bohrlochsohle auszuschließen. In diesem Zusammenhang ist auch auf eine angepasste Ziehgeschwindigkeit des Bohrwerkzeuges zu achten. In Abhängigkeit der Witterungsverhältnisse und dem bauzeitlichen Wasserspiegel muss davon ausgegangen werden, dass der entspannte Grundwasserspiegel bis zur bzw. bis über Bohrebene ansteigen kann.

Im Schichtbereich der Auffüllung und des Flussschotters können regellos eingelagerte Steine und Blöcke sowie Holzeinlagerungen als Bohrhindernisse bei der Ausführung der Bohrpfähle nicht ausgeschlossen werden.

Im Rahmen der Fremdüberwachung der Bohrpfahlherstellung sollte die normgerechte Ausführung und im Besonderen die ausreichende Fußeinbindung der Bohrpfähle in das tragfähige verwitterte Festgestein in halbfester bis fester Konsistenz bzw. in das gut tragfähige angewitterte Festgestein überwacht werden.

Das Einbaumaterial für die Hinterfüllung der Baugruben im Bereich der Kopfplatten muss bis auf 100 % der einfachen Proctordichte verdichtet werden, um den angeführten horizontalen Bettungsmodul der Bohrpfähle (s. Tabelle 8) zu gewährleisten.

Die Arbeitsebenen für die Bohrpfahlgeräte sollten aus der Sicht des Baugrundsachverständigen während der Bauausführung über dem Grundwasserspiegel im Brückenbereich von ca. 106 m NHN angeordnet werden. Für die Herstellung der Arbeitsebenen sollte ein scherfestes und verdichtungswilliges Mineralstoffgemisch bzw. vergleichbares Betonrecycling eingebaut werden.

### **7.4 Hinweise zum Erdbau**

Die im Rahmen der Bauausführung oberflächlich aufzuschließenden Bodenschichten sind, wie bereits angesprochen, als frost- und witterungsempfindlich einzustufen. Die Erdbauarbeiten sollten nach Möglichkeit in einer niederschlagsarmen und frostfreien Jahreszeit ausgeführt werden. Die Verminderung der Tragfähigkeit der Baugrubensohle durch Auflockerung, Durchfrieren bzw. Aufweichen ist zu vermeiden. Das Baugrubenplanum sollte durch die Aushub- und Transportfahrzeuge nicht gestört werden. Schwere Geräte sollten nur bis zum Rohplanum (ca. 50 cm über dem definitiven Planum) eingesetzt werden. Der restliche Aushub sollte mit leichten Geräten rückschreitend vom Rohplanum

aus erfolgen. Um einem Aufweichen des Baugrubenplanums vorzubeugen, empfehlen wir, das Planum sofort nach Fertigstellung mit einer Sauberkeitsschicht (z. B. 10 cm Magerbeton) zu versiegeln.

Die im Rahmen des Baugrubenaushubs auszubauenden Bodenschichten (Auffüllung, gemischtkörniger Flussschotter) sind für den Wiedereinbau nur bedingt geeignet, da eine ordnungsgemäße Verdichtung dieser Erdstoffe nur sehr eingeschränkt möglich ist.

Die Hinterfüllung der Brückenwiderlager ist gemäß der Richtzeichnung WAS 7 bzw. nach der ZTVE-StB 09 lagenweise einzubauen und entsprechend den Vorgaben der gen. Richtlinien zu verdichten.

Zur Gewährleistung einer scherfesten und verformungsarmen Hinterfüllung im Bereich des Radweges wird empfohlen, ein korngestuftes, verdichtungswilliges Kies-Sand-Gemisch als Schüttboden lagenweise einzubauen und bis zu einem Verdichtungsgrad von  $D_{Pr} \geq 100\%$  der einfachen Proctordichte zu verdichten.

Allgemein wird in diesem Zusammenhang auf die Ausführungen der Erdarbeiten auf die Vorgaben und Empfehlungen der ZTVE-StB 09, dem Kommentar zur ZTVE, ZTV - Wasserbau und dem Merkblatt für Maßnahmen zum Schutz des Erdplanums hingewiesen. Weiterhin sollte auf eine sorgfältige Entwässerung der Baugruben bei der Bauausführung geachtet werden.

## **8 ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSBEMERKUNGEN**

Nach den vorliegenden Ergebnissen der ausgeführten Baugrunduntersuchung steht im Baubereich des geplanten Ersatzneubaus der Brücke „BW II R 12“ – Bauwerk 2 im Zuge der Georg-Schwarz-Straße in Leipzig unter einer oberflächlichen anthropogenen Auffüllung ab ca. 1,1 m bzw. 5,8 m u. OK Gelände (ab ca. 101,6 m NHN bzw. ab ca. 99,4 m NHN) Flussschotter an. Im Liegenden des Flussschotters wurde bis 20 m u. OK Gelände Festgesteinsersatz erkundet. Der ausgepegelte Grundwasserspiegel wurde in den Baugrundbohrungen 2002 und 2017 bei ca. 104,5 m NHN bzw. 106,7 m NHN im Brückenbereich eingemessen.

Bei der erkundeten Baugrundsichtung und den örtlichen Gegebenheiten kann die Ausführung von Flachgründungen als Ausführungsvariante nur eingeschränkt empfohlen werden.

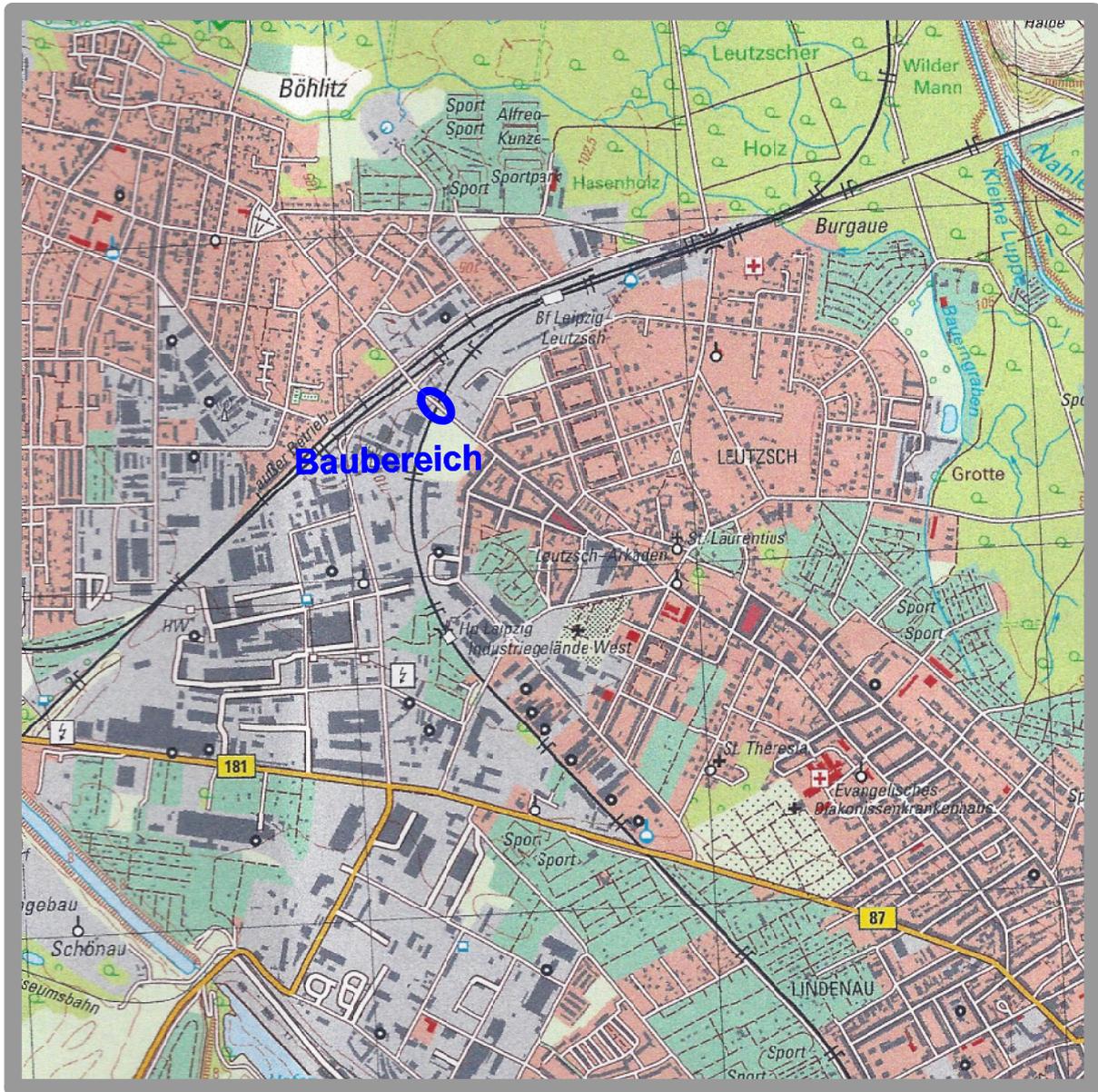
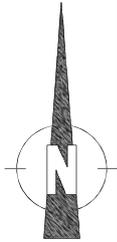
Ausgehend von den erkundeten Baugrundverhältnissen und dem derzeitigen Planungsstand wird empfohlen, den Ersatzneubau der Brücke „BW II R 12“ – Bauwerk 2 mittels einer Tiefgründung in Form von Bohrpfählen mit einer Fußeinbindung der Pfähle in den Festgesteinsersatz in halbfester bis fester Konsistenz bzw. in das angewitterte Festgestein statisch sicher und verformungsarm zu gründen.



**ANLAGEN**  
*zum*  
**Bodengutachten**

**Ersatzneubau**  
**Georg-Schwarz-Brücken**  
**Bauwerk 2 – Brücke „BW II R12“**  
**in Leipzig**

**(BG 1282-2/17 vom 20. Dezember 2017)**



Anlage : 1  
Blatt : 1

Bauvorhaben :

## ***Ersatzneubau Georg-Schwarz-Brücken in Leipzig / Bauwerk 2 - Bauwerk "BW II R 12"***

Bauherr :

**STADT LEIPZIG**  
**Verkehrs- und Tiefbauamt, Abt. Straßenentwurf**  
**D-04317 Leipzig, Prager Straße 118, Haus C**

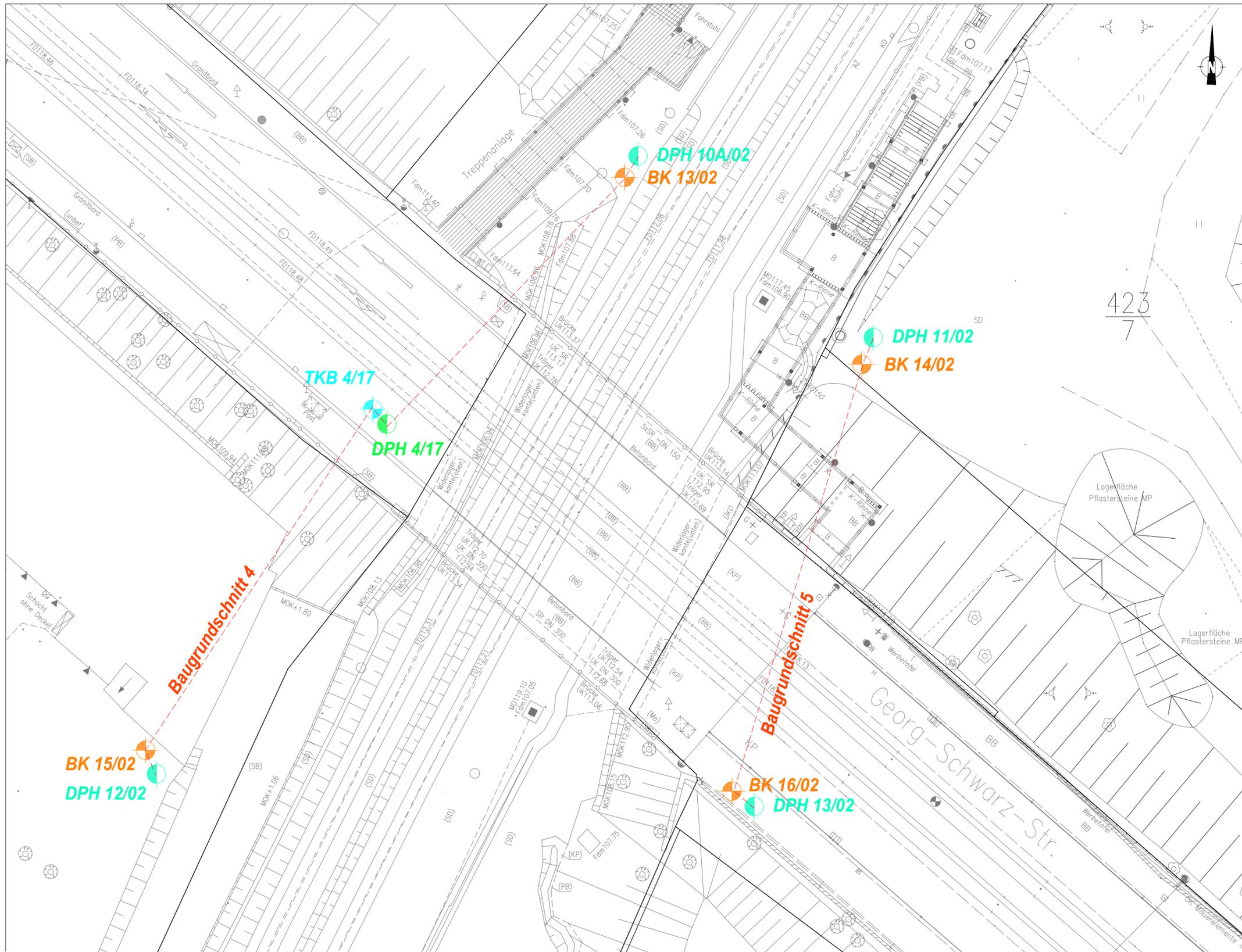
Projekt :

**Baugrunduntersuchung / Übersichtsplan**

Projekt-Nr. : **BG 1282-2/17 - 1.1 [20.12.17]**

Maßstab : **ca. 1 : 20.000**

Verfasser : **ERDBAULABOR LEIPZIG GmbH**  
**D-04416 MARKLEEBOURG, Magdeborner Str. 9**  
**Tel. 03 42 97 / 678 - 0; Fax 03 42 97 / 678 - 11**



- LEGENDE:**
- BK - Kernbohrung 2002
  - TKB - Trockenkernbohrungen 2017
  - DPH - Schwere Rammsondierungen 2002
  - DPH - Schwere Rammsondierungen 2017

**Auftraggeber**



STADT LEIPZIG  
Verkehrs- und Tiefbauamt  
Prager Straße 118, Haus C  
D-04317 Leipzig

**Auftragnehmer**



Erdbaulabor Leipzig GmbH  
Magdeborner Straße 9  
D-04416 Markkleeberg

Projekt-Nr.	BG 1282-2/17	
	Name	Datum
bearbeitet	Barthel	23.11.2017
gezeichnet	Barthel	23.11.2017
geprüft	Barthel	28.11.2017

**Projekt**

Ersatzneubau Georg-Schwarz-Brücken  
Bauwerk 2 / Brücke über die Strecke 6383 der DB AG  
im Zuge der Georg-Schwarz-Straße in Leipzig

<b>Dargestellt</b> Baugrunduntersuchung / Aufschlussplan mit Baugrundschnitlinien 4 und 5	<b>Maßstab</b> 1 : 250	<b>Anlagen-Nr.</b> 2
---	---------------------------	-------------------------

**URHEBERRECHT** Das Urheberrecht an diesen Zeichnungen nebst allen ihren Teilen sowie Anlagen verbleibt bei der Erdbaulabor Leipzig GmbH. Die Zeichnungen sind als vertrauliche Dokumente zu behandeln. Jede Verwertung ohne unsere ausdrückliche schriftliche Zustimmung ist unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Mikroverfilmungen, die fototechnische Wiedergabe sowie die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

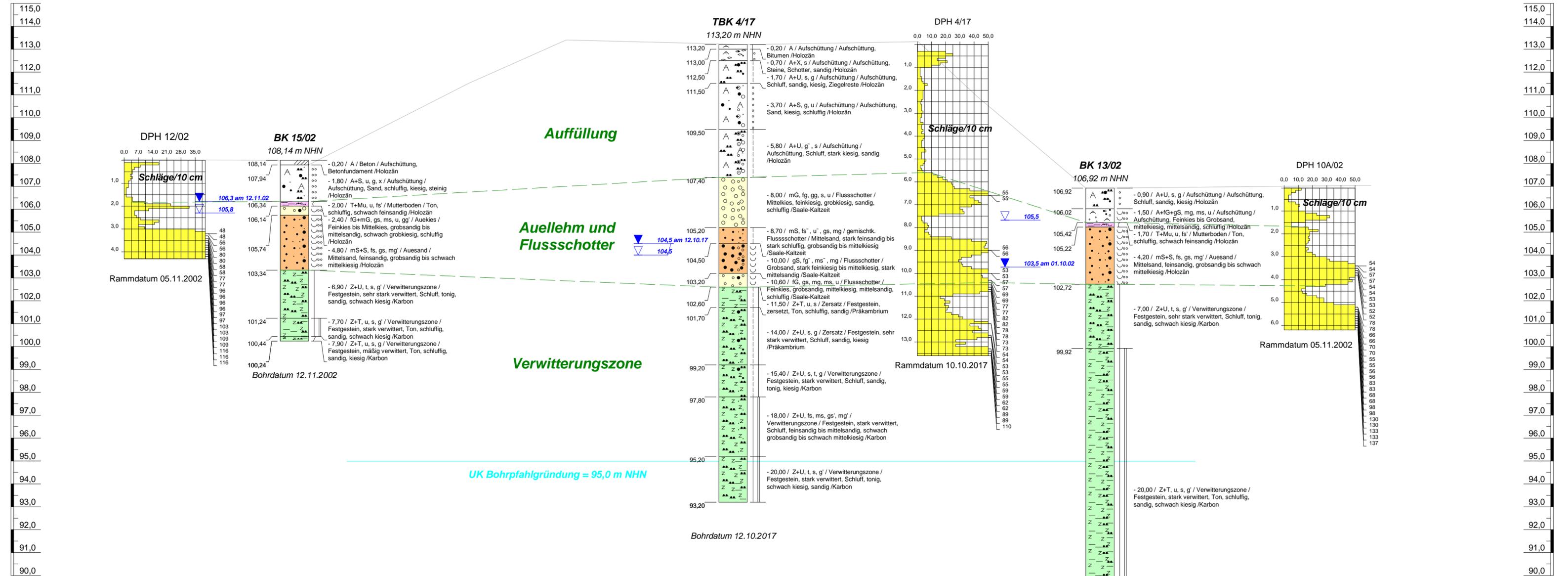
West

Ost

# Brückenbauwerk 2 - Bereich Widerlager - Nord

Höhenangaben in m NHN

Höhenangaben in m NHN



### Legende:

- A Auffüllung /A / (Schicht 1)
- Mutterboden / T, u, s, (org)

- Flussschotter / mS - mG / (Schicht 2)
- Verwitterungszone / TM - GU / (Schicht 3)

idealisierte Geländeoberfläche

idealisierte Schichtgrenzenverlauf

▽ Grundwasseranschnitt

▼ Grundwasserstand nach Bohrende

### Anlage : 3.1

(Projekt-Nr.: BG 1282-2/17-A3.1)

Bauvorhaben: <b>Ersatzneubau Georg-Schwarz-Brücken / BW 2 im Zuge der Georg-Schwarz-Straße in Leipzig</b>	
Bauherr: STADT LEIPZIG Verkehrs- und Tiefbauamt, Abt. Brückenbau und -unterhaltung D-04317 Leipzig, Prager Straße 118, Haus C	
Planinhalt: <b>Geotechnischer Baugrundschnitt 4</b> DPH 12/02 + BK 15/02, TBK 4/17 + DPH 4/17 und BK 13/02 + DPH 10A/02	
Maßstab : 1 : 200 / 1 : 125 (ML/MH)	Verfasser: Erdlablabor Leipzig GmbH D-04416 Markkleeberg, Magdeborner Str. 9

DARSTELLUNG NACH DIN 4023

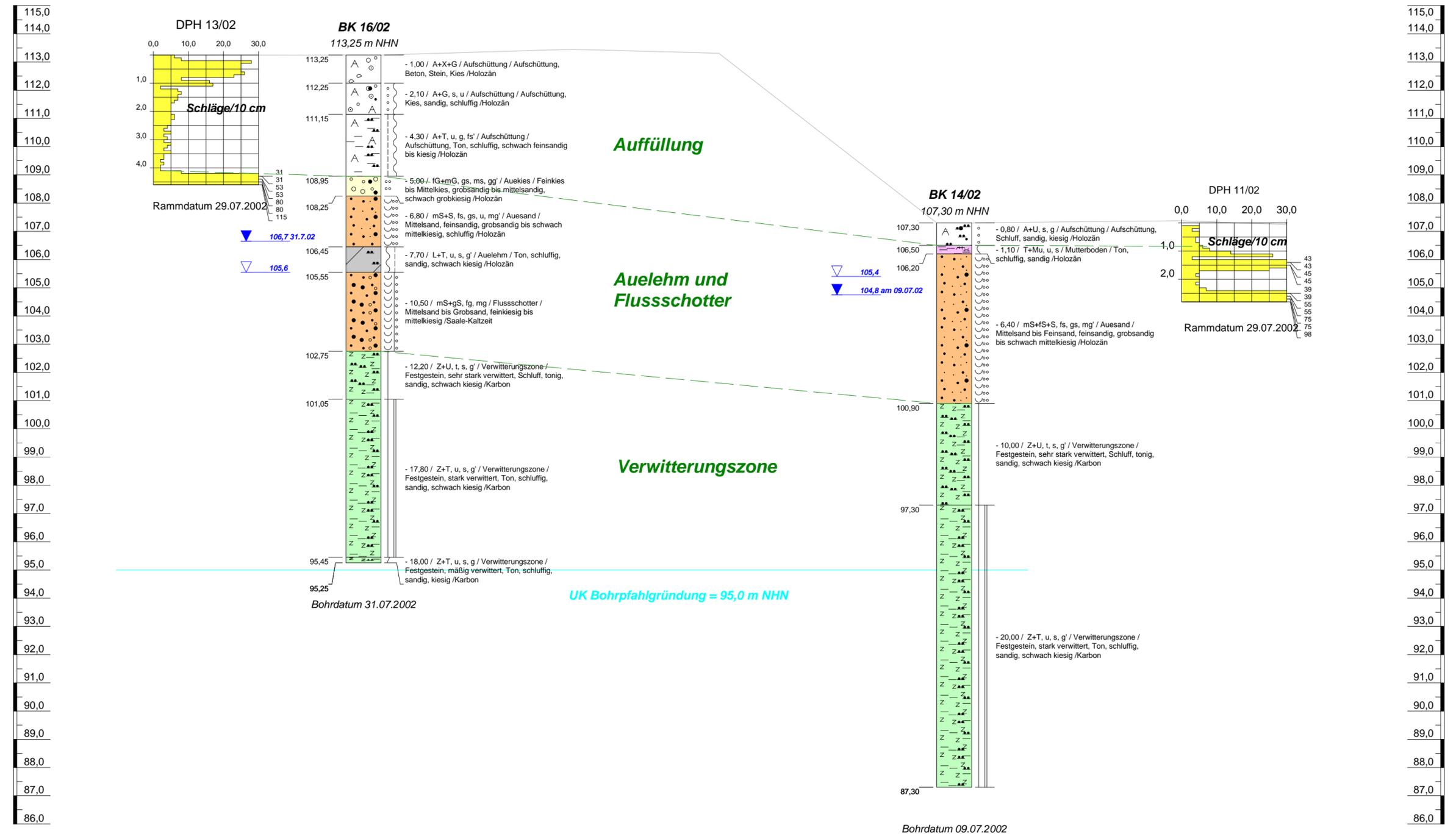
West

# Brückenbauwerk 2 - Bereich Brückenwiderlager - Süd

Ost

Höhenangaben in m NHN

Höhenangaben in m NHN



Legende:

- A Auffüllung /A / (Schicht 1)
- Mutterboden / T, u, s, (org)
- Flussschotter / mS - mG / (Schicht 2)
- Verwitterungszone / TM - GU / (Schicht 3)

- idealisierte Geländeoberfläche
- idealisierter Schichtgrenzenverlauf
- ▽ Grundwasseranschnitt
- ▼ Grundwasserstand nach Bohrende

DARSTELLUNG NACH DIN 4023

Anlage : 3.2  
(Projekt-Nr.: BG 1282-2/17-A3.2)

Bauvorhaben: <b>Ersatzneubau Georg-Schwarz-Brücken / BW 2 im Zuge der Georg-Schwarz-Straße in Leipzig</b>	
Bauherr: STADT LEIPZIG Verkehrs- und Tiefbauamt, Abt. Brückenbau und -unterhaltung D-04317 Leipzig, Prager Straße 118, Haus C	
Planinhalt: <b>Geotechnischer Baugrundschnitt 5</b> DPH 13/02 + BK 16/02 und BK 14/02 + DPH 11/02	
Maßstab : 1 : 200 / 1 : 125 (ML/MH)	Verfasser: Erdlabor Leipzig GmbH D-04416 Markkleeberg, Magdeborner Str. 9

**ANLAGE 4**  
zum  
**Bodengutachten**

**Ersatzneubau**  
**Georg-Schwarz-Brücken**  
**Bauwerk 2 – Brücke „BW II R12“**  
**in Leipzig**

(BG 1282-2/17 vom 20. Dezember 2017)

⇒ *Schichtenverzeichnis und Protokoll  
der Schweren Rammsondierung*

**Kopfbblatt nach DIN 4022** zum Schichtenverzeichnis  
für Baugrundbohrung

Archiv-Nr.: Anlage 4  
Aktenzeichen: unt.

**1** Objekt: Georg-Schwarz-Brücke BW 1  
Anzahl Seiten des Schichtenverzeichnisses: 3  
Anzahl Testberichte und ähnliches : 0

**2** Bohrung Nr.: TKB 4 / P085-17      Zweck: Baugrunderkundung  
Ort: Leipzig/Leutzsch  
Lage (Topographische Karte M = 1:25000):  
rechts: 4521268.69    hoch: 5690926.17      Lotrecht      Nr:  
Höhe des                    a) zu NN 0.00 m      Richtung: 0°  
Ansatzpunktes            b) zu NHN 113.20 m

**3** Lageskizze (unmaßstäblich)

**4** Auftraggeber: Erdbaulabor Leipzig  
Fachaufsicht: Herr Barthel

**5** Bohrunternehmen: Fa. Unteutsch, Bohrungen und Sondierungen Leipzig  
gebohrt von: 12.10.17      bis:      Tagesbericht Nr.:      Projekt Nr.:  
Geräteleiter: Wolf, M.      Qualifikation: Bohrzeugführer  
Geräteleiter:      Qualifikation:  
Geräteleiter:      Qualifikation:

**6** Bohrgerät Typ: RBUT-Raupe      Baujahr: 2016  
Bohrgerät Typ:      Baujahr:

**7** Messungen und Tests im Bohrloch:

<b>8</b> Probenübersicht:	Art - Behälter	Anzahl	Aufbewahrungsort
Bohrproben	Kernkisten	20	Bauhof ausgelegt
Bohrproben	Becher	20	AG
Bohrproben			
Sonderproben			
Wasserproben	PE-Flaschen	1	AG

<b>9 Bohrtechnik</b>	BP = Bohrung mit durchgehender Gewinnung nichtgekernter Proben	BKR = BK mit richtungsorientierter Kernentnahme
<b>9.1 Kurzzeichen</b>		BKB = BK mit beweglicher Kernumhüllung
<b>9.1.1 Bohrverfahren</b>		BKF = BK mit fester Kernumhüllung
<b>9.1.1.1 Art:</b>	BuP = Verfahren mit Gewinnung unvollständiger Proben	
BK = Bohrung mit durchgehender Gewinnung gekernter Proben	BS = Sondierbohrungen	

<b>9.1.1.2 Lösen:</b>	ram = rammend	schlag = schlagend
rot = drehend	druck = drückend	greif = greifend

<b>9.1.2 Bohrwerkzeug</b>	HK = Hohlkrone	Schn = Schnecke
<b>9.1.2.1 Art:</b>	VK = Vollkrone	Spi = Spirale
EK = Einfachkernrohr	H = Hartmetallkrone	Kis = Kiespumpe
DK = Doppelkernrohr	D = Diamantkrone	Ven = Ventilbohrer
TK = Dreifachkernrohr	Gr = Greifer	Mei = Meißel
S = Seilkernrohr	Schap = Schappe	SN = Sonde

<b>9.1.2.2 Antrieb</b>	HA = Hand	DR = Druckluft
G = Gestänge	F = Freifall	HY = Hydraulik
SE = Seil	V = Vibro	

<b>9.1.2.3 Spülhilfe:</b>	SS = Sole	d = direkt
WS = Wasser	DS = Dickspülung	id = indirekt
LS = Luft	Sch = Schaum	

9.2 Bohrtechnische Tabelle											
Tiefe in m Bohrlänge in m von bis		Bohrverfahren Art Lösen		Art	Bohrwerkzeug ø mm Antrieb Spülhilfe			Verrohrung Außen ø Innen ø Tiefe m			Bemerkungen
0,0	1,1										Handschachtung
1,1	20,0	BuP	rot	Spi	178	G		219		12,0	

9.3 Bohrkronen		
H <sub>1</sub> /D <sub>1</sub>	Nr:	ø Außen/Innen:
H <sub>2</sub> /D <sub>2</sub>	Nr:	ø Außen/Innen:
H <sub>3</sub> /D <sub>3</sub>	Nr:	ø Außen/Innen:
H <sub>4</sub> /D <sub>4</sub>	Nr:	ø Außen/Innen:
H <sub>5</sub> /D <sub>5</sub>	Nr:	ø Außen/Innen:
H <sub>6</sub> /D <sub>6</sub>	Nr:	ø Außen/Innen:

9.4 Geräteführer-Wechsel					
Nr	Datum Tag/Monat Jahr	Uhrzeit	Tiefe	Name Geräteführer für Ersatz	Grund
1					
2					
3					
4					

**10 Angaben über Grundwasser, Verfüllung und Ausbau**  
Wasser erstmals angetroffen bei 8.70 m, Anstieg bis --- m unter Ansatzpunkt.  
Höchster gemessener Wasserstand 8.70 m unter Ansatzpunkt bei 20.00 m Bohrtiefe.  
Verfüllung von: Verfüllung von: 20.00 m bis: 3.00 m Art: Füllkies von: --- m bis: --- m Art: ---

Nr	von m	Filterrohr		Art	Filterschüttung		Körnung mm	Sperrschicht		OK Peilrohr m über Ansatzpunkt
		von m	bis m		ø mm	von m		bis m	Art	
								3,0	0,5	Q-Ton
								0,5	0,2	Beton
								0,2	0,0	Bitumen

**11 Sonstige Angaben**

**Bohrungen und Sondierungen  
für geologische Gutachten  
Dietmar Unteutsch  
Wetzlarweg 10  
04249 Leipzig**

Datum: 12.10.2017      Firmenstempel:      Unterschrift:

Bohrungen und Sondierungen <b>Dietmar Unteutsch</b> Wetzelsweg 10 • 04249 Leipzig		<b>Schichtenverzeichnis</b>				Anlage 4	
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerneten Proben				Bericht:	
						Az.: unt.	
Bauvorhaben: Leipzig, Georg-Schwarz-Brücke BW1							
<b>Bohrung</b> <b>Sehurf</b>		<b>Nr TKB 4 / P085-17 /Blatt 1</b>		<b>rechts 4521268.69</b> <b>hoch 5690926.17</b>	<b>0.00 mNN</b>	Datum: 12.10.2017	
1	2			3	4	5	6
Bis ...m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung <sup>1)</sup>				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) <sup>1)</sup> Gruppe		i) Kalk- gehalt		
0.20	a) Auffüllung,			erdfeucht	GP	1	0.20
	b) Bitumen						
	c) dicht	d) schwer	e) swz				
	f) Auffüllung	g)	h)   i)				
0.70	a) Auffüllung, sandig			erdfeucht	GP	2	0.70
	b) Steine, Schotter						
	c) dicht	d) schwer	e) dbraun/grau				
	f) Auffüllung	g)	h)   i)				
1.70	a) Schluff, sandig,kiesig			erdfeucht	GP	3	1.70
	b) Ziegelreste						
	c) steif	d) leicht	e) braun/grau				
	f) Auffüllung	g)	h)   i)				
3.70	a) Sand, kiesig,schluffig			erdfeucht	GP	4	3.00
	b)						
	c) locker	d) leicht	e) rotbraun				
	f) Auffüllung	g)	h)   i)				
5.80	a) Schluff, stark kiesig,sandig			erdfeucht	GP	6	5.00
	b)						
	c) steif	d) leicht	e) dbraun/grau				
	f) Auffüllung	g)	h)   i)				

<sup>1)</sup> Eintragungen nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

Bohrungen und Sondierungen <b>Dietmar Unteutsch</b> Wetzelsweg 10 • 04249 Leipzig		<b>Schichtenverzeichnis</b> für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerneten Proben			Anlage 4 Bericht: Az.: unt.		
Bauvorhaben: Leipzig, Georg-Schwarz-Brücke BW1							
<b>Bohrung</b> <b>Schurf</b>		Nr TKB 4 / P085-17 /Blatt 2		rechts 4521268.69 hoch 5690926.17	0.00 mNN	Datum: 12.10.2017	
1	2			3	4	5	6
8.00	a) Mittelkies, feinkiesig, grobkiesig, sandig, schluffig			erdfeucht	GP	8	7.00
	b)						
	c) gerundet	d) leicht	e) rotbraun				
	f)	g)	h) i)				
8.70	a) Mittelsand, stark feinsandig, stark schluffig, grobsandig, mittelkiesig			erdfeucht	GP	10	8.70
	b)						
	c) steif	d) leicht	e) grau/braun				
	f)	g)	h) i)				
10.00	a) Grobsand, stark feinkiesig, mittelkiesig, stark mittelsandig			ab 8,7 m wasserf.	GP	11	10.00
	b)						
	c) gerundet	d) leicht	e) hgrau/braun				
	f)	g)	h) i)				
10.60	a) Feinkies, grobsandig, mittelkiesig, mittelsandig, schluffig			nass	GP	12	10.60
	b)						
	c) gerundet	d) leicht	e) ocker				
	f)	g)	h) i)				
11.50	a) Fels, verwittert, tonig, schluffig, sandig			erdfeucht	GP	13	11.50
	b)						
	c) steif-halbfest	d) schwer	e) dgrau				
	f)	g)	h) i)				
14.00	a) Fels, verwittert, schluffig, sandig, kiesig			erdfeucht	GP	14	13.00
	b)						
	c) steif-halbfest	d) schwer	e) grau/rot				
	f)	g)	h) i)				
1) Eintragungen nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.							

Bauvorhaben: Leipzig, Georg-Schwarz-Brücke BW1

<b>Bohrung</b>	Nr TKB 4 / P085-17 / Blatt 3	rechts 4521268.69	0.00 mNN	Datum: 12.10.2017
<b>Schurf</b>		hoch 5690926.17		

1	2	3	4	5	6		
15.40	a) Fels, verwittert, schluffig, sandig, tonig, kiesig		erdfeucht in Klüften wasserf.	GP	16	15.40	
	b) in Klüften wasserf.						
	c) steif-halbfest	d) schwer					e) rotbraun
	f)	g)					h)
18.00	a) Fels, verwittert, schluffig, feinsandig, mittelsandig, schwach grobsandig, schwach mittelkiesig		erdfeucht	GP GP	17 18	16.00 17.00	
	b)						
	c) halbfest-fest	d) schwer			e) rotgrau		
	f)	g)			h)	i)	
20.00	a) Fels, verwittert, schluffig, tonig, schwach kiesig, sandig		erdfeucht	GP GP	19 20	18.10 20.00	
	b)						
	c) halbfest-fest	d) schwer			e) hellgrau		
	f)	g)			h)	i)	
	a)						
	b)						
	c)	d)					e)
	f)	g)					h)
	a)						
	b)						
	c)	d)					e)
	f)	g)					h)
	a)						
	b)						
	c)	d)					e)
	f)	g)					h)

1) Eintragungen nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

**Auftragnehmer** : Bohrungen & Sondierungen Unteutsch  
**Objekt** : Georg-Schwarz-Brücke, Leipzig  
**Sondierung Nr.** : DPH/4 **Datum** : 10.10.2017 **Sondierart** : DPH  
**Sonstige Angaben** : bis 0,3 m Handschachtung

**Ansatzpunkt (bezogen auf Bezugspunkt)** :  
**Ansatzpunkt (bezogen auf m ueber NN)** : NHU 113, 2 m

Tiefe	N 10								
0.10	: 0	4.10	: 5	8.10	: 7	12.10	: 29	16.10	:
0.20	: 0	4.20	: 4	8.20	: 5	12.20	: 32	16.20	:
0.30	: 0	4.30	: 3	8.30	: 8	12.30	: 40	16.30	:
0.40	: 20	4.40	: 3	8.40	: 9	12.40	: 54	16.40	:
0.50	: 25	4.50	: 3	8.50	: 24	12.50	: 37	16.50	:
0.60	: 20	4.60	: 5	8.60	: 38	12.60	: 43	16.60	:
0.70	: 14	4.70	: 6	8.70	: 49	12.70	: 45	16.70	:
0.80	: 21	4.80	: 3	8.80	: 48	12.80	: 39	16.80	:
0.90	: 16	4.90	: 3	8.90	: 47	12.90	: 53	16.90	:
1.00	: 10	5.00	: 3	9.00	: 56	13.00	: 55	17.00	:

1.10	: 2	5.10	: 6	9.10	: 50	13.10	: 42	17.10	:
1.20	: 2	5.20	: 5	9.20	: 45	13.20	: 27	17.20	:
1.30	: 2	5.30	: 4	9.30	: 39	13.30	: 34	17.30	:
1.40	: 2	5.40	: 2	9.40	: 31	13.40	: 59	17.40	:
1.50	: 3	5.50	: 3	9.50	: 29	13.50	: 89	17.50	:
1.60	: 3	5.60	: 4	9.60	: 31	13.60	: 110	17.60	:
1.70	: 4	5.70	: 11	9.70	: 32	13.70	: 0	17.70	:
1.80	: 7	5.80	: 14	9.80	: 38	13.80	: 0	17.80	:
1.90	: 5	5.90	: 18	9.90	: 50	13.90	: 0	17.90	:
2.00	: 5	6.00	: 21	10.00	: 53	14.00	: 0	18.00	:

2.10	: 4	6.10	: 24	10.10	: 45	14.10	:	18.10	:
2.20	: 4	6.20	: 25	10.20	: 46	14.20	:	18.20	:
2.30	: 4	6.30	: 26	10.30	: 57	14.30	:	18.30	:
2.40	: 4	6.40	: 37	10.40	: 69	14.40	:	18.40	:
2.50	: 3	6.50	: 50	10.50	: 77	14.50	:	18.50	:
2.60	: 3	6.60	: 55	10.60	: 82	14.60	:	18.60	:
2.70	: 2	6.70	: 37	10.70	: 78	14.70	:	18.70	:
2.80	: 3	6.80	: 40	10.80	: 73	14.80	:	18.80	:
2.90	: 3	6.90	: 43	10.90	: 44	14.90	:	18.90	:
3.00	: 4	7.00	: 45	11.00	: 25	15.00	:	19.00	:

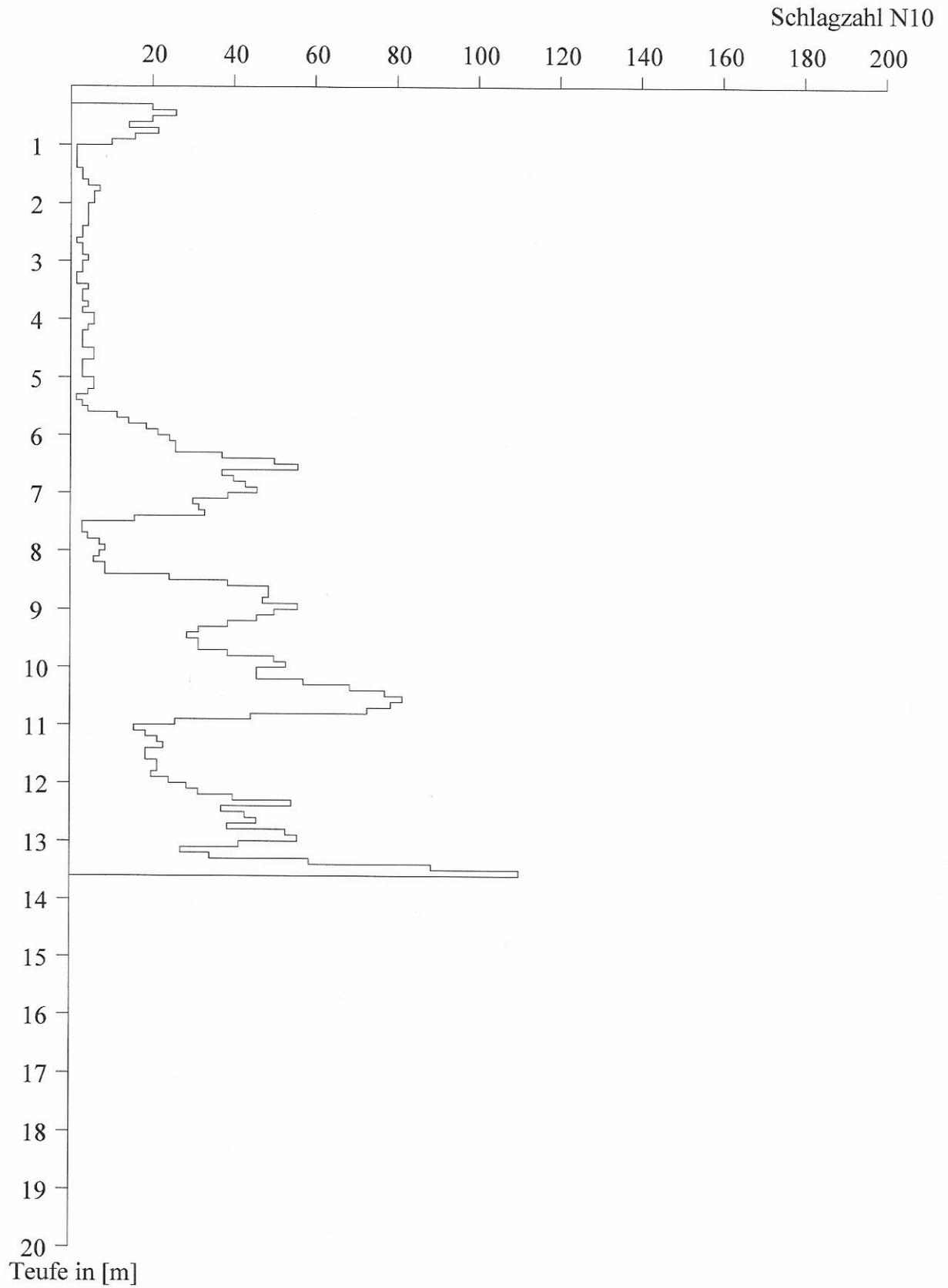
3.10	: 3	7.10	: 38	11.10	: 16	15.10	:	19.10	:
3.20	: 3	7.20	: 30	11.20	: 19	15.20	:	19.20	:
3.30	: 2	7.30	: 32	11.30	: 22	15.30	:	19.30	:
3.40	: 2	7.40	: 33	11.40	: 23	15.40	:	19.40	:
3.50	: 4	7.50	: 15	11.50	: 19	15.50	:	19.50	:
3.60	: 3	7.60	: 3	11.60	: 18	15.60	:	19.60	:
3.70	: 3	7.70	: 3	11.70	: 22	15.70	:	19.70	:
3.80	: 4	7.80	: 4	11.80	: 21	15.80	:	19.80	:
3.90	: 3	7.90	: 7	11.90	: 20	15.90	:	19.90	:
4.00	: 5	8.00	: 8	12.00	: 24	16.00	:	20.00	:

# Bohrungen & Sondierungen Unteutsch

Leipzig

Georg-Schwarz-Brücke, Leipzig

DPH 4 am 10.10.2017





**ANLAGE 5**  
*zum*  
**Bodengutachten**

**Ersatzneubau**  
**Georg-Schwarz-Brücken**  
**Bauwerk 2 – Brücke „BW II R12“**  
**in Leipzig**

(BG 1282-2/17 vom 20. Dezember 2017)

➔ *Protokolle der bodenphysikalischen und  
chemischen Untersuchungen*

Erdbaulabor Leipzig GmbH · 04416 Markkleeberg · Magdeborner Straße 9

Nach RAP-Str 04 anerkannte Prüfstelle für die Fachbereiche:

A1; A3; A4: Böden einschl. Bodenverbesserungen

D3: Gesteinskörnungen

H1; H3: Hydraulisch gebundene Gemische einschl. Bodenverfestigungen

I3: Gemische für Schichten ohne Bindemittel

**STADT LEIPZIG**  
**Verkehrs- und Tiefbauamt**  
**Prager Straße 118**

**04317 LEIPZIG**

Markkleeberg, den 15.12.2017

## Anlage 5.1

Betrifft: Leipzig, Georg-Schwarz-Brücken, BW 02

Entnahme	Teufe / Baugrundsicht	Wassergehalt (%)
TKB 4	5,00 / Auffüllung	13,33
TKB 4	8,70 / gemischtk. Flussschotter	14,38
TKB 4	11,50 / Festgesteinszersatz	11,39
TKB 4	15,40 / Festgesteinszersatz	20,84
TKB 4	17,00 / Festgesteinszersatz	15,32
TKB 4	20,00 / Festgesteinszersatz	15,62

Erdbaulabor Leipzig GmbH  
 Magdeborner Str. 9  
 04416 Markkleeberg

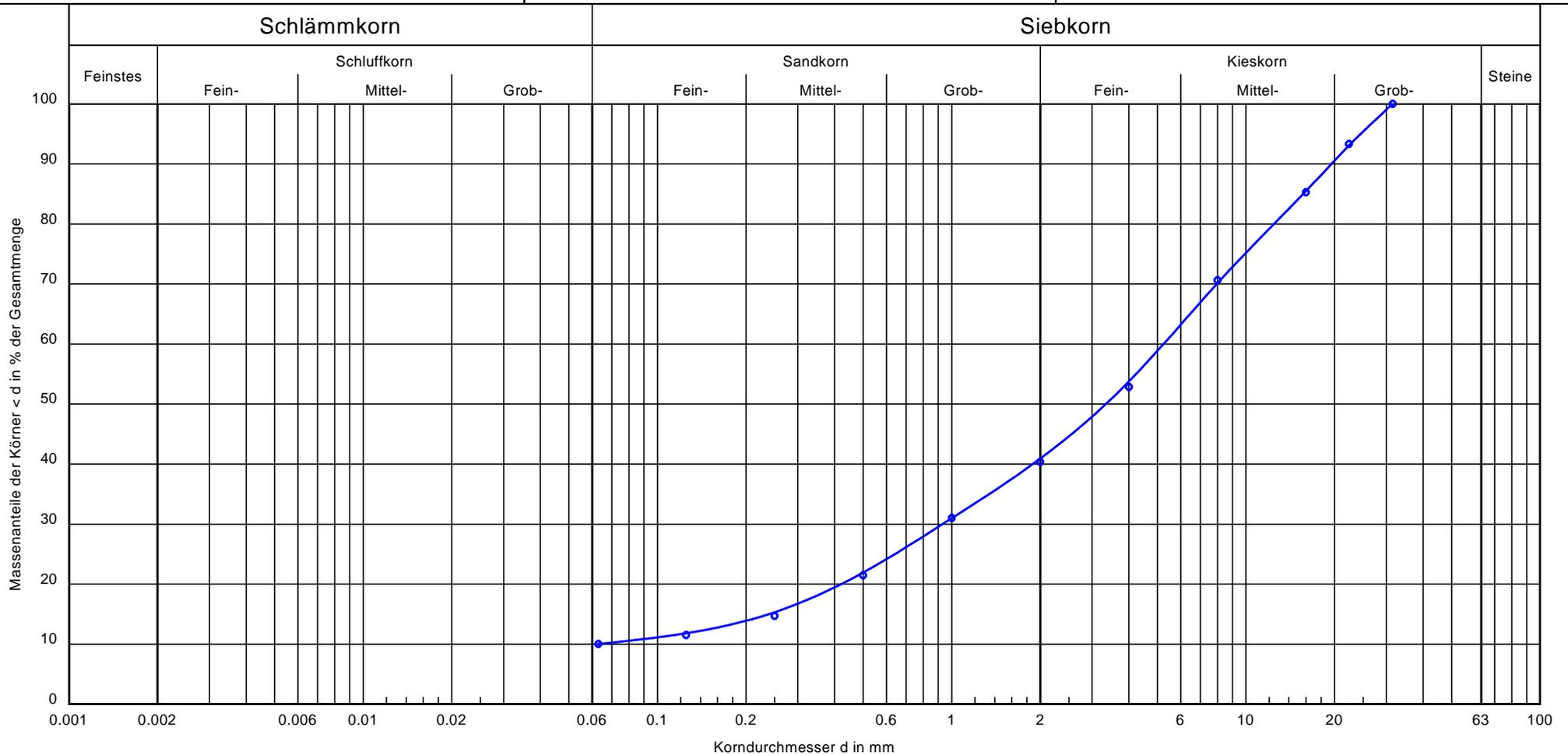
# Korngrößenverteilung

## DIN 18123

Objekt: Leipzig, Georg-Schwarz-Brücken BW 02  
 Entnahmeort: TKB 4  
 Prüfungsnr.: P085-17-25  
 Probe: gestörte Probe v. 09.10.2017

Bearbeiter: Zipfel

Datum: 30.11.2017



Bodengruppe:	GU / Flussschotter
Bodenart:	mG, fg-ms, gg', u'
Entnahmestelle:	TKB 4
Tiefe:	7,00 + 8,00 m
k [m/s](Seiler)	-
U/Cc	-/-

Bemerkungen:

Bericht:  
 BG 1282-2/17  
 Anlage:  
 5.2.1

Erdbaulabor Leipzig GmbH  
 Magdeborner Str. 9  
 04416 Markkleeberg

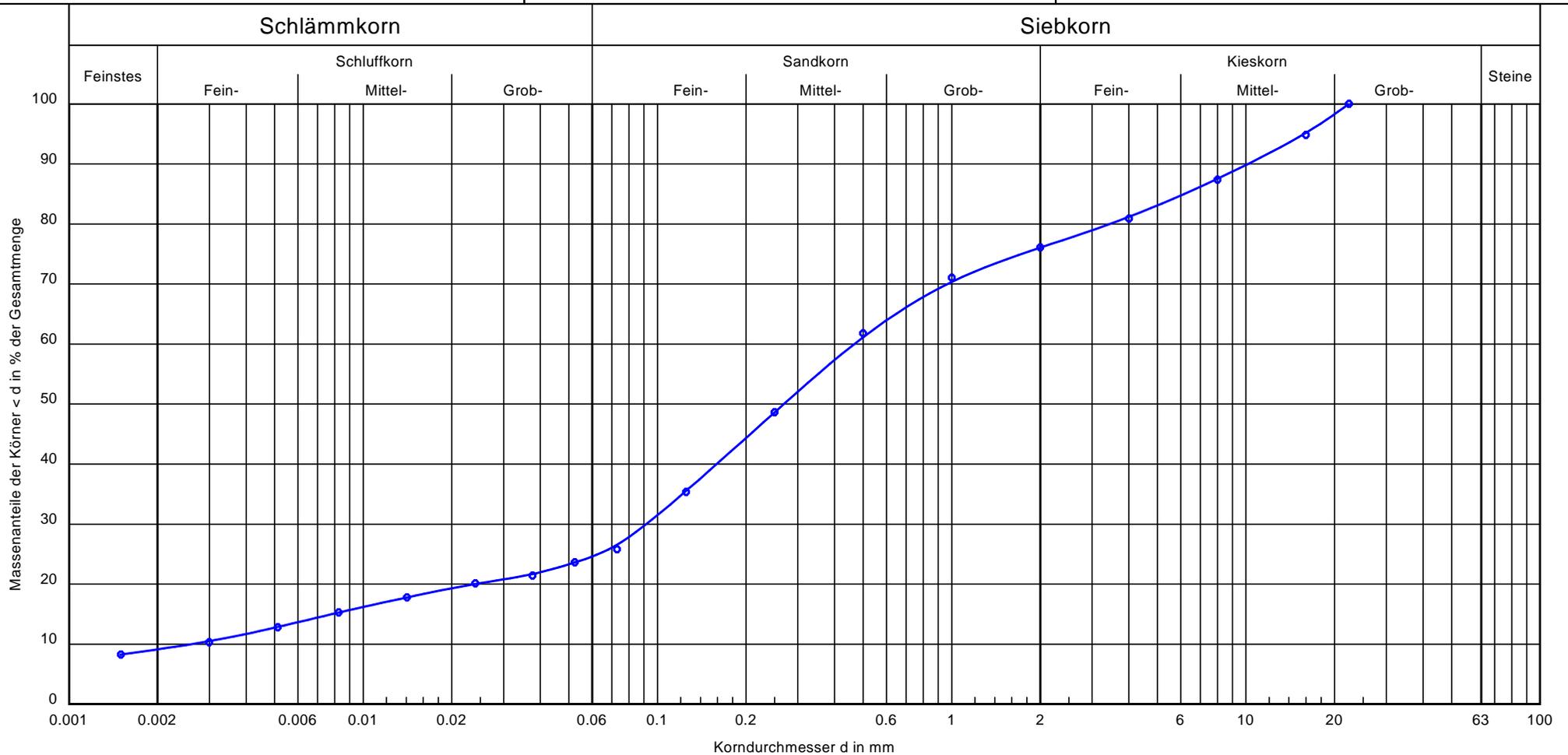
# Korngrößenverteilung

## DIN 18123

Objekt: Leipzig, Georg-Schwarz-Brücken BW 02  
 Entnahmeort: TKB 4  
 Prüfungsnr.: P085-17-22  
 Probe: gestörte Probe v. 09.10.2017

Bearbeiter: Zipfel

Datum: 30.11.2017



Bodengruppe:	SU* / Flussschotter	Bemerkungen:	Bericht: BG 1282-2/17 Anlage: 5.2.2
Bodenart:	mS, fs-ü, gs-mg		
Entnahmestelle:	TKB 4		
Tiefe:	8,70 m		
k [m/s](USBR)	$6.7 \cdot 10^{-7}$		
U/Cc	178.8/6.9		

Erdbaulabor Leipzig GmbH  
 Magdeborner Str. 9  
 04416 Markkleeberg

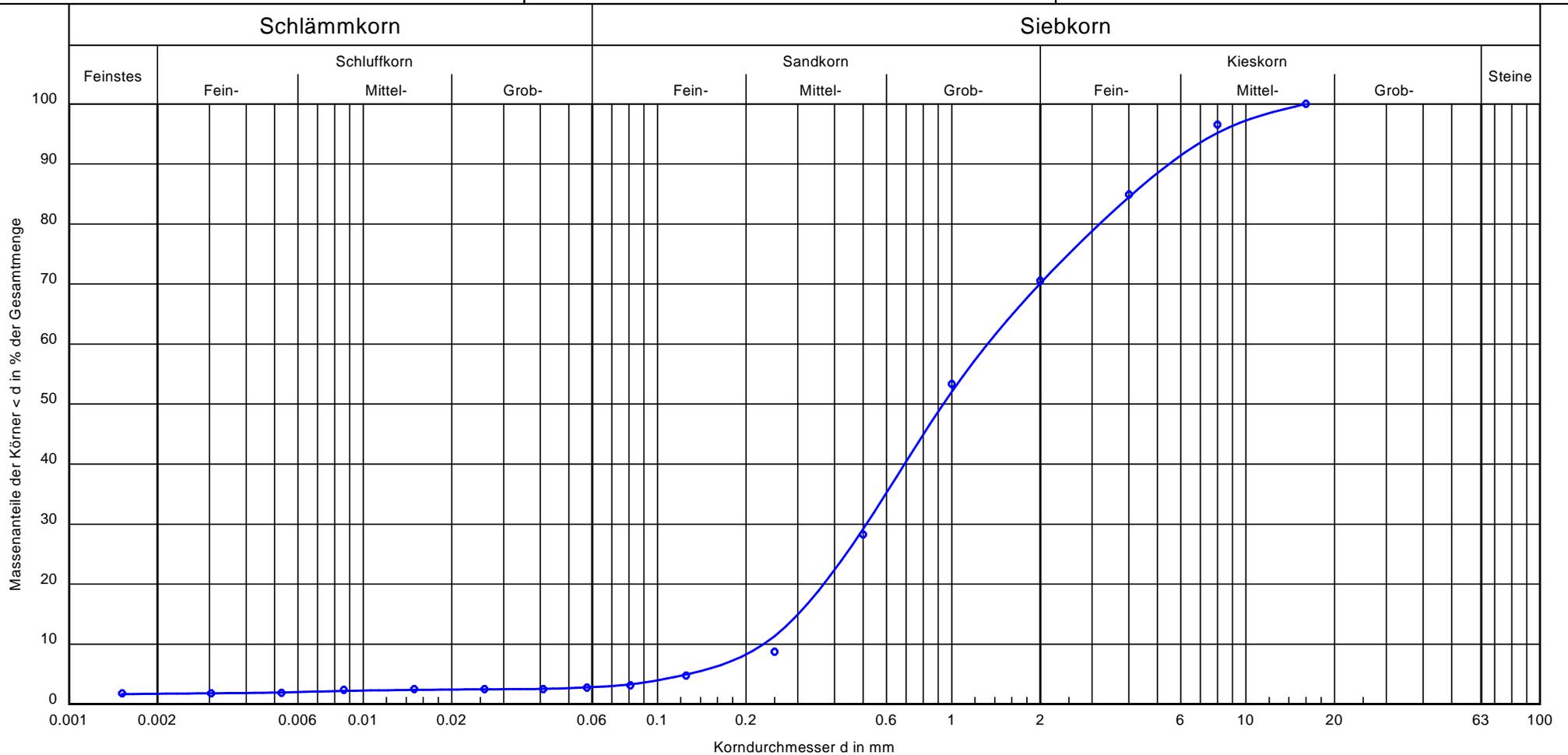
# Korngrößenverteilung

## DIN 18123

Objekt: Leipzig, Georg-Schwarz-Brücken BW 02  
 Entnahmeort: TKB 4  
 Prüfungsnr.: P085-17-23  
 Probe: gestörte Probe v. 09.10.2017

Bearbeiter: Zipfel

Datum: 04.12.2017



Bodengruppe:	SE / Flussschotter	Bemerkungen:	Bericht: BG 1282-2/17 Anlage: 5.2.3
Bodenart:	gS, $\bar{m}_s, \bar{f}_g\text{-}m_g'$		
Entnahmestelle:	TKB 4		
Tiefe:	10,00 + 10,60 m		
k [m/s](Seiler)	$1.0 \cdot 10^{-3}$		
U/Cc	5.8/0.9		

Erdbaulabor Leipzig GmbH  
 Magdeborner Str. 9  
 04416 Markkleeberg

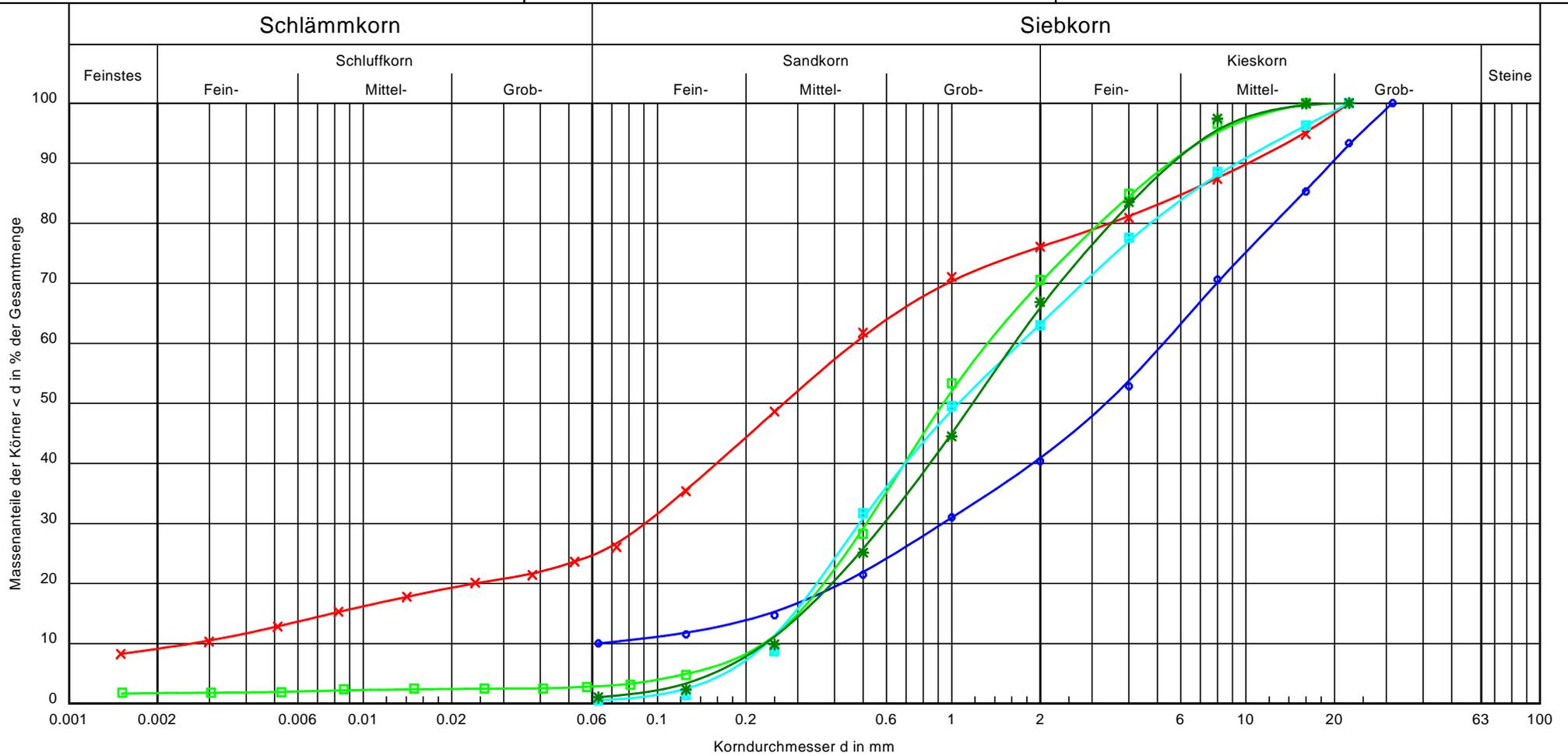
# Korngrößenverteilung

## DIN 18123

Objekt: Leipzig, Georg-Schwarz-Brücken BW 02  
 Entnahmeort: TKB 4  
 Prüfungsnr.: P085-17-28  
 Probe: gestörte Probe v. 09.10.2017

Bearbeiter: Zipfel

Datum: 30.11.2017



Bodengruppe:	GU / Flussschotter	SU* / Flussschotter	SE / Flussschotter	4	5	Bemerkungen:	Bericht: BG 1282-2/17 Anlage: 5.2.4
Bodenart:	mG, fg-ms, gg', u'	mS, fs-ü, gs-mg	gS, ms, fg-mg'	mS, gs, fg, mg', fs''	U, ms', gs', fg'		
Entnahmestelle:	TKB 4	TKB 4	TKB 4	BK 15 Probe 5	BK 16 Probe 11		
Tiefe:	7,00 + 8,00 m	8,70 m	10,00 + 10,60 m	3,00 - 4,00 m	8,00 - 9,00 m		
k [m/s](Seiler)	-	-	$1.0 \cdot 10^{-3}$	$9.0 \cdot 10^{-4}$	$9.1 \cdot 10^{-4}$		
U/Cc	-/-	178.8/6.8	5.8/0.9	7.3/0.6	7.0/0.9		

Erdbaulabor Leipzig GmbH  
 Magdeborner Str. 9  
 04416 Markkleeberg

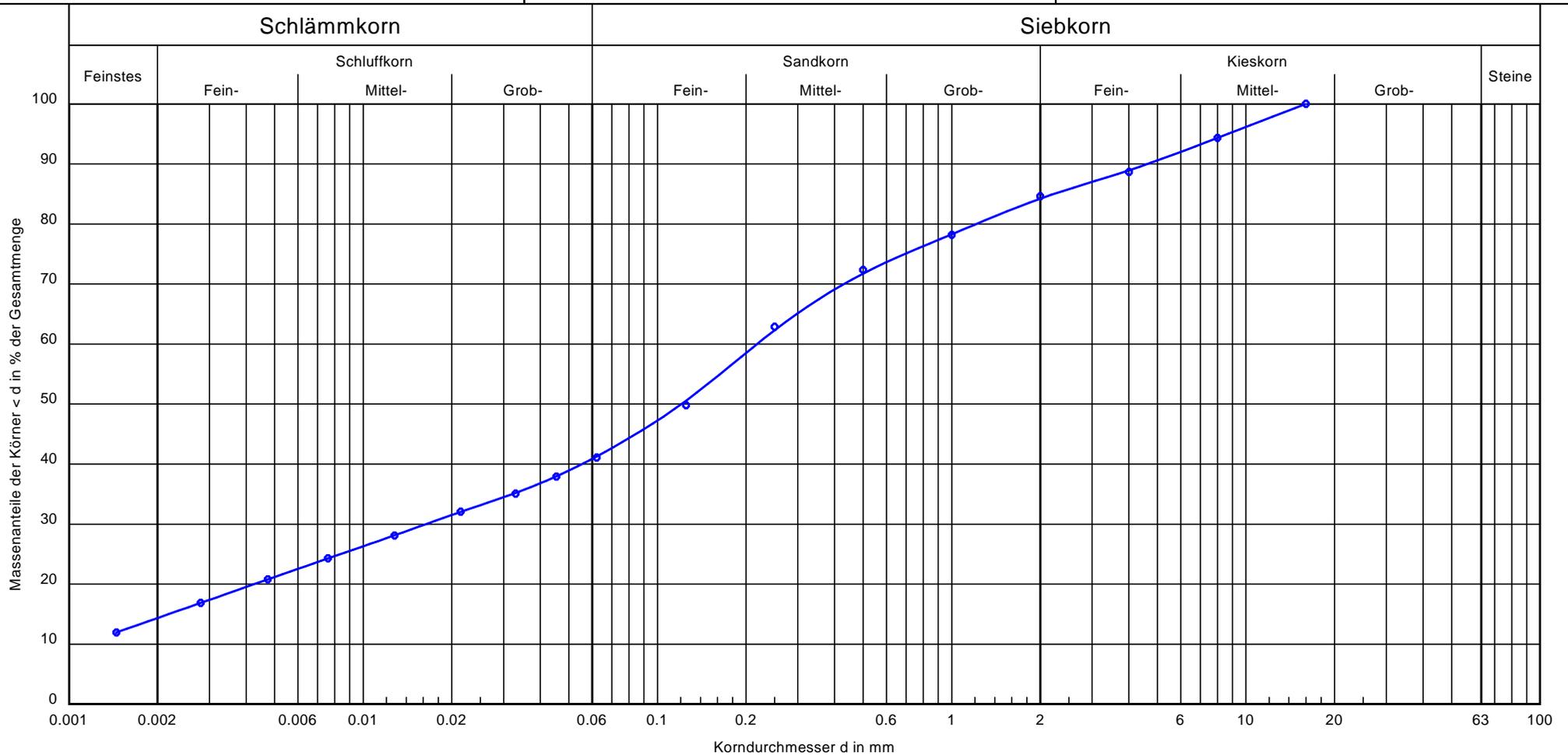
# Korngrößenverteilung

## DIN 18123

Objekt: Leipzig, Georg-Schwarz-Brücken BW 02  
 Entnahmeort: TKB 4  
 Prüfungsnr.: P085-17-24  
 Probe: gestörte Probe v. 09.10.2017

Bearbeiter: Zipfel

Datum: 04.12.2017



Bodengruppe:	verwittertes Festgestein	Bemerkungen:	Bericht: BG 1282-2/17 Anlage: 5.3.1
Bodenart:	U, fs-ms, gs'-mg', t'		
Entnahmestelle:	TKB 4		
Tiefe:	16,00 - 18,00 m		
k [m/s](Seiler)	-		
U/Cc	-/-		

Erdbaulabor Leipzig GmbH  
 Magdeborner Str. 9  
 04416 Markkleeberg

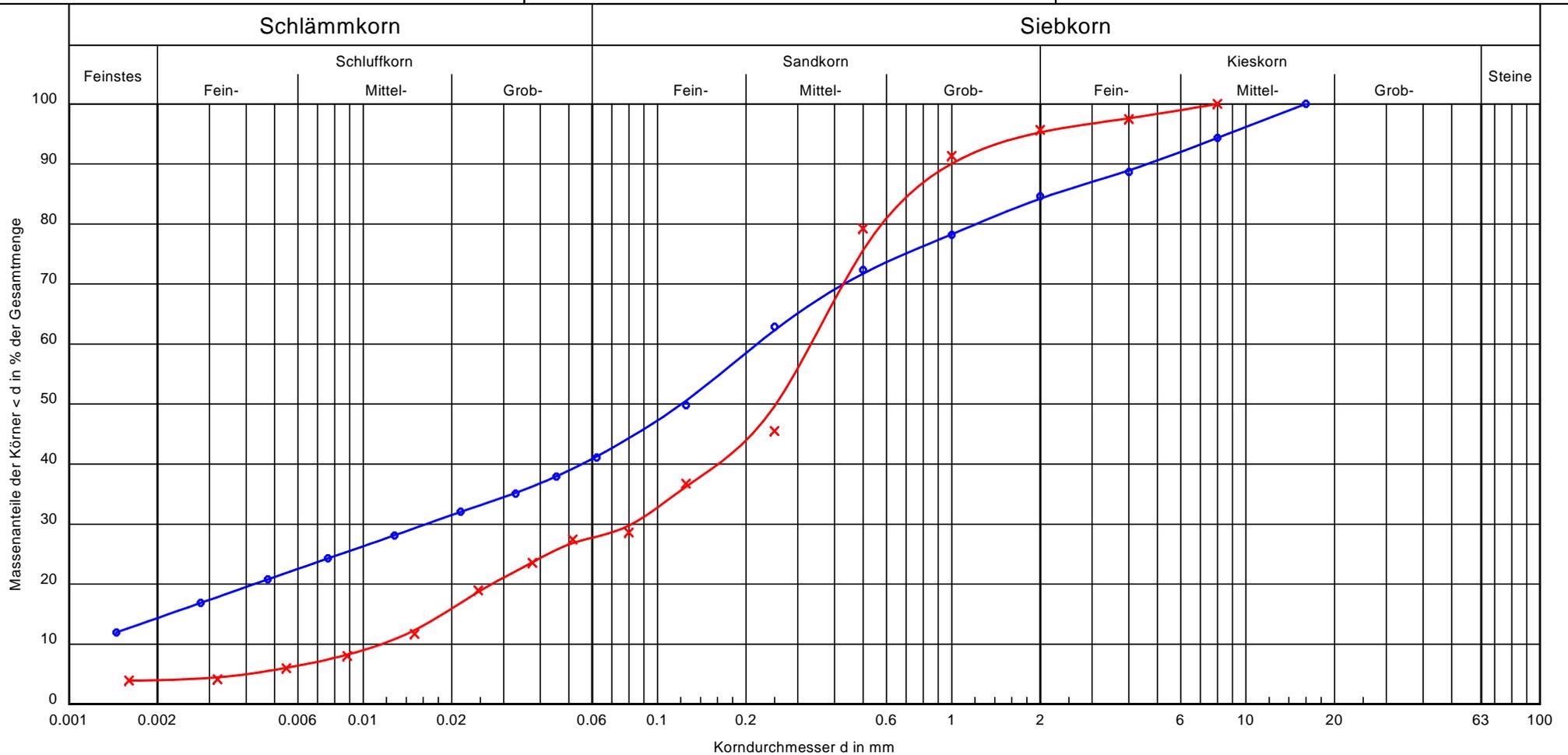
# Korngrößenverteilung

## DIN 18123

Objekt: Leipzig, Georg-Schwarz-Brücken BW 02  
 Entnahmeort: TKB 4 + BK 14  
 Prüfungsnr.: P085-17-29  
 Probe: gestörte Probe v. 09.10.2017

Bearbeiter: Zipfel

Datum: 04.12.2017



Bodengruppe:	verwittertes Festgestein	ST* (Felsersatz)	Bemerkungen:	Bericht: BG 1282-2/17 Anlage: 5.3.2
Bodenart:	U, fs-ms, gs'-mg', t'	mS, t', u, fs', gs'		
Entnahmestelle:	TKB 4	BK 14 Probe 13		
Tiefe:	16,00 - 18,00 m	11,00 - 12,00 m		
k [m/s](Seiler)	-	$3.7 \cdot 10^{-7}$		
U/Cc	-/-	28.8/1.7		
Datum:	09.10.2017	04. - 09.09.2002		



## Prüfbericht 7062-17

### 1. Ausfertigung

Dieser Prüfbericht ersetzt alle vorhergehenden Prüfberichte vollständig.

<b>Auftraggeber</b>	Erdbaulabor Leipzig 04416 Markkleeberg
<b>Projekt</b>	BV: Georg-Schwarz-Brücken / Bauwerk 02 in Leipzig
<b>Auftrag vom</b>	11.10.2017
<b>Bestellnummer</b>	-
<b>Probenart</b>	Grundwasser
<b>Probenehmer</b>	Auftraggeber
<b>Probenanzahl</b>	1
<b>Probeneingang</b>	11.10.2017
<b>Prüfbeginn/-ende</b>	11.10.2017 - 13.10.2017
<b>Probennummer</b>	17/22869

#### Bemerkung

**Der Prüfbericht enthält 2 Seiten und 2 Seite(n) Anlage.**

<b>Archivierung</b>	Feststoffe	3 Monate	nach Probeneingang
	PCB in Öl	3 Jahre	
	Wasserproben	keine	
	Gasproben	keine	

**Hinweise** Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den oben angegebenen Prüfgegenstand. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise ohne die Zustimmung des Labors vervielfältigt werden.

Prüfmethode	DIN
Betonaggressivität	DIN 4030-2
Stahlangreifende Wässer	DIN 50929-3

mit \* gekennzeichnete Prüfmethode sind nicht Bestandteil des akkreditierten Bereich

#### Originalsubstanz

<b>Probenbez.</b>			WP 2 - GW aus TKB 4/17
<b>Probe-Nr.</b>			17/22869
<b>Betonaggressivität</b>	Ohne	OS	s. Anlage
<b>Stahlangreifende Wässer</b>	Ohne	OS	s. Anlage

Abk.: OS Originalsubstanz, TS Trockensubstanz, EL Eluat, PE Probenahmeinheit, n.n. nicht nachweisbar, < kleiner Bestimmungsgrenze



M. Burkhardt  
Qualitätssicherung

Leipzig, 13.10.2017



Dr. B. Wolf  
Laborleiter

**Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeit in Wässern nach**

**DIN 50929 gegenüber Stahl**

Prüfbericht - Nr.: 7062-17

Bohrbetrieb: Erdbaulabor Leipzig

Entnahmestelle: WP 2- GW aus TKB 4/17

Entnahmetiefe: 8,8m

Proben - Nr.: 17/22869

Objekt: Georg-Schwarz-Brücken

Nr.	Merkmal und Dimension	Einheit	Messung	Bewertungsziffer		Auswertung	
				unlegierte Eisen	verzinkten Stahl	unlegierte Eisen	verzinkten Stahl
1	Wasserart			N1	M1	N1	M1
	fließende Gewässer			0	-2		
	stehende Gewässer			-1	1		
	Küste von Binnenseen			-3	-3		
	anaerob. Moor, Meerküste			-5	-5		
2	Lage des Objektes			N2	M2	N2	M2
	Unterwasserbereich			0	0		
	Wasser/Luft – Bereich			1	-6		
	Spritzwasserbereich			0.3	-2		
3	c (Chlorid) + 2 c (Sulfat)	mol/m <sup>3</sup>		N3	M3	N3	M3
	< 1			0	0		
	> 1 bis 5		5,25	-2	0		
	> 5 bis 25			-4	-1	-4	-1
	> 25 bis 100			-6	-2		
	> 100 bis 300			-7	-3		
	> 300			-8	-4		
4	Säurekapazität bis pH 4,3 (Alkalität KS 4,3)	mol/m <sup>3</sup>		N4	M4	N4	M4
	< 1			1	-1		
	1 bis 2		3,55	2	1		
	> 2 bis 4			3	1	3	1
	> 4 bis 6			4	0		
	> 6			5	-1		
5	c (Ca <sup>2+</sup> )	mol/m <sup>3</sup>		N5	M5	N5	M5
	< 0,5			-1	0		
	0,5 bis 2		2,52	0	2		
	> 2 bis 8			1	3	1	3
	> 8			2	4		
6	pH - Wert			N6	M6	N6	M6
	< 5,5			-3	-6		
	5,5 bis 6,5		7,23	-2	-4		
	> 6,5 bis 7,0			-1	-1		
	> 7,0 bis 7,5			0	1	0	1
	> 7,5			1	1		
7	Objekt/Wasser-Potential U (zur Feststellung der Fremdkathoden)	V		N7		N7	
	> - 0,2 bis - 0,1						
	> - 0,1 bis 0,0						
	> -0,0						

Leipzig, 13.10.2017

Bearbeiter: 

**Prüfungen und Beurteilung von Wasser nach dem Referenzverfahren**

<b>Prüfbericht</b> über die Prüfung und Beurteilung von Wasser		Probenahme und Analyse nach DIN 4030 Teil 2	
<b>1. Allgemeine Angaben</b>			
Auftraggeber: <b>Erdbaulabor Leipzig</b>		Auftrags-Nr: <b>7062-17</b>	
Bauvorhaben: <b>Georg-Schwarz-Brücken/ Bauwerk 01 in LPZ</b>		Probe-Nr: <b>17/22869</b>	
Art des Wassers: (z.B. Grund-, Oberflächen-, Sickerwasser)		Bezeichnung des Wassers: <b>WP2</b>	
Entnahmestelle: z.B. Bohrloch, Schürfgrube, offenes Gewässer)		Entnahmetiefe:	
Temperatur des Wassers:      °C	Entnahmezeit:	Entnahmedatum: <b>13.10.2017</b>	
<b>2. Erweiterte Angaben</b>			
Fließrichtung: <b>Osten</b>		Fließgeschwindigkeit:                      m/s	
Höhe des Wasserspiegels:		Hydrostatischer Druck:                      m	

Beschreibung der Geländeverhältnisse am Entnahmeort:  
(z.B. Wohnhäuser, Industrie, Deponie, Halden, Ackerland, Wald))

Parklandschaft Palmgarten/ Klingerhain

Ort, Datum

Probenehmer

<b>3. Wasseranalyse</b>		<b>4. Grenzwerte zur Beurteilung nach DIN 4030 Teil 2 <sup>1)</sup></b>		
Probeneingang	Prüfergebnis	schwach angreifend	stark angreifend	sehr stark angreifend
Aussehen	<b>klar</b>	-	-	-
Geruch (unveränderte Probe)	<b>ohne</b>	-	-	-
Geruch (angesäuerte Probe)	<b>ohne</b>	-	-	-
pH-Wert	<b>7,23</b>	6,5 bis 5,5	< 5,5 bis 4,5	< 4,5
KMnO <sub>4</sub> -Verbrauch	<b>18,96</b> mg/l	-	-	-
Härte	<b>3,70</b> mmol/l	-	-	-
Hydrogencarbonat	<b>3,55</b> mmol/l	-	-	-
Nichtcarbonathärte	<b>1,92</b> mmol/l	-	-	-
Magnesium (Mg <sup>2+</sup> )	<b>20,6</b> mg/l	300 bis 1000	> 1000 bis 3000	> 3000 mg/l
Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	<b>0,326</b> mg/l	15 bis 30	30 bis 60	> 60 mg/l
Sulfat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	<b>194</b> mg/l	200 bis 600	> 600 bis 3000	> 3000 mg/l
Chlorid (Cl <sup>-</sup> )	<b>43,1</b> mg/l	-	-	-
CO <sub>2</sub> (kalklösend)	<b>13,2</b> mg/l	15 bis 40	> 40 bis 100	> 100 mg/l
Sulfid (S <sup>2-</sup> )	<b>&lt; 0,01</b> mg/l	-	-	-

1) Für die Beurteilung ist der höchste Angriffsgrad maßgebend, auch wenn er nur von einem Werte erreicht wird. Liegen zwei oder mehr Werte oberen Viertel eines Bereiches (bei pH im unteren Viertel), so erhöht sich der Angriffsgrad um eine Stufe (ausgenommen Meerwasser und Niederschlagswasser)

**5. Beurteilung**

Das Wasser ist – nicht – schwach – stark - sehr stark – betonangreifend.

Leipzig, 13.10.2017

Ort, Datum

Sachbearbeiter

Untersuchungsstelle

***ANLAGE 6***  
***zum***  
***Bodengutachten***

***Ersatzneubau***  
***Georg-Schwarz-Brücken***  
***Bauwerk 2 – Brücke „BW II R12“***  
***in Leipzig***

***(BG 1282-2/17 vom 20. Dezember 2017)***

***➔ Abfallverwertungs- und Entsorgungskonzeption mit Prüfberichten***

---

## **Abfallverwertungs- und Entsorgungskonzeption**

---

# **Ersatzneubau Georg-Schwarz-Brücken einschließlich Umbau Am Ritterschlößchen**

## **Abschnitt Brückenbauwerke 1 bis 3 BW 2**

---

Projekt – Nr.: 17 – 020

Auftraggeber:



Stadt Leipzig  
Verkehrs- und Tiefbauamt  
Prager Straße 118 - 136  
04317 Leipzig

Baugrundgutachter:



ERDBAULABOR Leipzig GmbH  
Magdeborner Straße 9  
04416 Markkleeberg

Auftragnehmer:



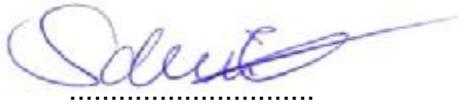
Hubert Beyer Umwelt Consult GmbH  
Strümpellstraße 6  
04289 Leipzig

Datum:

20.12.2017

Bearbeiter:

  
.....  
Olaf Jost  
Dipl.-Ing. FH

  
.....  
Alina Schmidt  
M. Sc.

<b>INHALTSVERZEICHNIS</b>	<b>SEITE</b>
<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....</b>	<b>3</b>
<b>TABELLENVERZEICHNIS .....</b>	<b>3</b>
<b>ANLAGENVERZEICHNIS .....</b>	<b>3</b>
<b>1 ANLASS/AUFGABENSTELLUNG .....</b>	<b>4</b>
<b>2 AUSWERTUNG VORLIEGENDER UNTERLAGEN .....</b>	<b>5</b>
<b>3 PROBENAHE UND UNTERSUCHUNGSPROGRAMM .....</b>	<b>6</b>
<b>4 ABFALLRECHTLICHE GRUNDLAGEN .....</b>	<b>7</b>
<b>5 BEWERTUNG DER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE.....</b>	<b>8</b>
5.1 Auffüllung .....	8
5.2 Boden.....	8
5.3 Gegenüberstellung der Ergebnisse aus dem Vorgutachten .....	9
<b>6 AUSSAGEN ZU ALTLASTENVERDACHTSFLÄCHEN .....</b>	<b>11</b>
<b>7 HINWEISE FÜR DIE VERWERTUNG.....</b>	<b>12</b>
<b>QUELLENVERZEICHNIS .....</b>	<b>15</b>

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Altstandorte entlang des Trassenverlaufs und Lage der  
Abstromfahne (blau) gem. Altlastenauskunft. Rot gekennzeichnet  
ALKZ entsprechen den namentlich genannten Altstandorten gem.  
Tabelle 1 der Altlastenauskunft /7/..... 11

## TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Ergebnisse der chemischen Untersuchung der Auffüllung..... 8  
Tabelle 2: Bewertung der Ergebnisse der Bodenuntersuchungen..... 9  
Tabelle 3: Gegenüberstellung der Ergebnisse der  
Deklarationsuntersuchungen ..... 10

## ANLAGENVERZEICHNIS

Anlage 1 Prüfberichte der chemischen Untersuchungen  
Anlage 2 Tabellarische Darstellung und Bewertung der Analyseergebnisse der  
untersuchten Proben  
Anlage 3 Lageplan mit Darstellung der Aufschlusspunkte und abfallrechtlicher  
Einstufung

## 1 ANLASS/AUFGABENSTELLUNG

Im Auftrag des Verkehrs- und Tiefbauamtes der Stadt Leipzig erfolgt die Planung für den Ersatzneubau der Georg-Schwarz-Brücken einschließlich des Umbaus Am Ritterschlößchen in Leipzig. In diesem Zusammenhang wurde die ERDBAULABOR Leipzig GmbH mit den geotechnischen Erkundungen beauftragt. Die Maßnahme gliedert sich in drei Teilabschnitte: „Verkehrsanlage“, „Brückenbauwerke 1 bis 3“ und „Bauzeitliche Umfahrung und Behelfsbrücken“.

Die abfallrechtliche Bewertung der bei der Gesamtbaumaßnahme anfallenden Ausbaumaterialien, das Aufzeigen entsprechender Verwertungswege sowie die zu erwartenden Entsorgungskosten (Kostenschätzung) wurden im Unterauftrag an die Hubert Beyer Umwelt Consult GmbH vergeben. Die Bearbeitung und Darstellung der Untersuchungsergebnisse der drei Teilabschnitte erfolgt jeweils in separaten Unterlagen.

Im vorliegenden Gutachten werden die Ergebnisse der abfalltechnischen Untersuchung zum Abschnitt **Brückenbauwerke 1 bis 3 – BW 2** dargestellt. Dieses befindet sich in der Georg – Schwarz – Straße.

## 2 AUSWERTUNG VORLIEGENDER UNTERLAGEN

Durch die Geophysik GGD (Gesellschaft für Geowissenschaftliche Dienste mbH) wurde 2003 ein Bericht /6/ zu Materialdeklaration mit Verwertungs-/Entsorgungskonzept erstellt. Dieser Bericht ist Anlage 7 des Baugrundgutachtens vom 14.03.2003.

Anlass für die Untersuchungen war der geplante grundhafte Ausbau der Straßen und der Ersatzneubau der Brückenbauwerke (Georg-Schwarz-Brücken). Die hierbei anfallenden Rückbaumaterialien (Erdaushub) sollten hinsichtlich ihrer Wiederverwertungs- bzw. Entsorgungsmöglichkeiten untersucht werden.

Folgenden Untersuchungen wurden durchgeführt:

### Auffüllung

- Entnahme von Proben aus 3 Kernbohrungen (BK) mit Ansatzpunkten auf dem Straßendamm und etwa auf Höhe der unter der Brücke verlaufenden Gleistrasse nördlich der Straße
- untersuchte Teufen differierten von 0,50 m (BK 14) bis 2,00 m (BK 16)
- Herstellung von 3 Mischproben
- Untersuchung gem. LAGA, Tab. II.1.2-2/-3 und Tab. II.1.4-5/-6.

Die Ergebnisse der abfallrechtlichen Einstufung basierend auf den damals durchgeführten Untersuchungen werden in Tabelle 3 in Kapitel 5.3 zusammenfassend dargestellt. Aufgrund der zwischenzeitlichen Überarbeitung der damals gültigen LAGA 1997 wurde im Zuge der Auswertung der Ergebnisse die ursprüngliche Einstufung geprüft und eine Neubewertung gem. LAGA 2004 durchgeführt. Das Ergebnis der Prüfung sowie der Neubewertung ist ebenfalls in dieser Tabelle dargestellt.

### **3 PROBENAHME UND UNTERSUCHUNGSPROGRAMM**

Die technischen Erkundungsleistungen einschließlich der Entnahme der Materialproben erfolgten durch die ERDBAULABOR Leipzig GmbH. Für die erforderlichen Baugrunderkundungen wurde eine Trockenkernbohrungen (TKB 4/17) westlich des Brückenbauwerks – BW 2 – durchgeführt.

Zur Deklaration und abfallrechtlichen Einstufung der Ausbaumaterialien wurden folgende Proben gebildet:

- eine Probe der Auffüllung;
- eine Probe des anstehenden Bodens.

Die Probe der Auffüllung wurden nach TL – Gestein StB 04 untersucht. Das Analyseprogramm des anstehenden Bodens umfasste die Parameter der LAGA – Technische Regeln [2004] Boden.

Eine Übersicht zu den entnommenen und untersuchten Proben sowie deren Zusammenstellung ist in Anlage 2 (Tabelle A2/1) beigefügt. Die chemische Untersuchung der Proben erfolgte durch die Analysen Service GmbH. Das Prüflabor ist nach DIN EN ISO/IEC 17025 durch die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH akkreditiert (Registriernummer: D-PL-18062-01-00).

#### **4 ABFALLRECHTLICHE GRUNDLAGEN**

Bei der Beurteilung der Ergebnisse aus abfallrechtlicher Sicht sind die Bestimmungen des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG) und der dazugehörigen untergesetzlichen Regelwerke zu berücksichtigen.

Besondere Bedeutung für die Bewertung der Ausbaumaterialien haben im bearbeiteten Fall folgende Regelwerke und Richtlinien:

- Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen, Technische Regeln – LAGA vom 05.11.2004 (LAGA – TR);
- Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV) vom 27.04.2009, letztmalig geändert am 04.03.2016.
- Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis – Abfallverzeichnis-Verordnung – AVV vom 10.12.2001, zuletzt geändert am 22.12.2016.
- Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnis-Verordnung – AVV) vom 10. Dezember 2001, letztmalig geändert am 22.12.2016.

## 5 BEWERTUNG DER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

### 5.1 Auffüllung

Die Probe der Auffüllung wurde auf die Parameter gem. TL-Gestein StB 04 /2/ analysiert sowie zusätzlich nach LAGA – TR [2004] /1/ Boden bewertet. Die Ergebnisse werden in Anlage 2 Tabelle A2/4 den Grenzwerten dieser Regelwerke gegenübergestellt. Die sich daraus ergebende Einstufung des Materials wird in der nachfolgenden Übersicht dargestellt und die für die Zuordnung maßgebenden Parameter (Leitparameter) aufgeführt.

**Tabelle 1:** Ergebnisse der chemischen Untersuchung der Auffüllung

Untersuchungsgegenstand	Probenbezeichnung	Zuordnung nach LAGA – TR [2004] Boden /1/	Zuordnung nach TL Gestein - StB 04 /2/
Auffüllung, westlich BW 2 Fahrbahn, G.-Schwarz-Straße Horizont 0,00 – 5,80 m	<b>P 07 (Auffüllung)</b>	<b>Z 1.2 <sup>(1)</sup></b>  el. Leitfähigkt.: 256 µS/cm Sulfat 45,0 mg/l	<b>RC – 2</b>  <b>Chlorid:</b> 24,0 mg/l

<sup>(1)</sup> Analytik erfolgte gemäß Aufgabenstellung auf das Parameterspektrum der TL Gestein-StB 04, eine Bewertung nach LAGA-TR [2004] Boden war daher nur für die untersuchten Parameter möglich (Schwermetalle im Feststoff wurden nicht untersucht)

Die untersuchte Auffüllung ist in die Zuordnungsklasse Z 1.2 gemäß LAGA – TR Boden einzustufen. Ursache sind die ermittelten Werte für die elektrische Leitfähigkeit und für Sulfat. Gemäß TL Gestein – StB 04 fällt das Material aufgrund des Chloridgehaltes in die Recyclingklasse 2 (RC – 2).

### 5.2 Boden

Für die Bewertung der Ergebnisse der Untersuchungen des unter der Auffüllung anstehenden Bodens werden die Grenzwerte nach LAGA – TR [2004] für Boden (Bodenart Sand) verwendet.

Die Untersuchungsergebnisse der Probe werden in Anlage 2 Tabelle A2/5 mit den Grenzwerten des Regelwerkes verglichen. Die sich daraus ergebende Einstufung des Erdreiches wird in nachfolgender Übersicht dargestellt und die für die Zuordnung maßgebenden Parameter aufgeführt.

**Tabelle 2:** Bewertung der Ergebnisse der Bodenuntersuchungen

Untersuchungs-gegenstand	Probenbezeichnung	Zuordnung nach LAGA – TR [2004] Boden /1/
anstehender Boden, westlich BW 2 Fahrbahn, G.-Schwarz- Straße Horizont 5,80 – 15,40 m	<b>P 08 (Boden)</b>	> Z 2  pH – Wert: 4,82 Nickel: 132 µg/l

Die Analyse der Bodenprobe ergab einen niedrigen pH – Wert sowie eine hohe Konzentration des Eluatparameters Nickel. Daraus resultiert eine Einstufung als Material > Z 2 gemäß LAGA – TR Boden.

Es wird davon ausgegangen, dass diese auffälligen Konzentrationen lediglich in einer der erbohrten Schichten vorliegen. Gegebenenfalls sollten zur Eingrenzung des belasteten Bodenhorizonts ergänzende Untersuchungen erfolgen.

### 5.3 Gegenüberstellung der Ergebnisse aus dem Vorgutachten

Eine Vergleichbarkeit der aktuellen Ergebnisse der Deklarationsanalysen mit den Untersuchungen der *Auffüllung* und des *anstehenden Bodens* aus dem Vorgutachten ist nur bedingt gegeben, da die Lage der Aufschlusspunkte, die Zusammenstellung und Anzahl der Mischproben, insbesondere hinsichtlich der Tiefenbereiche, deutlich voneinander abweichen.

Bei den Untersuchungen im Jahr 2003 wurden aus drei Aufschlüssen Proben analysiert. Die maximale Teufe betrug hier 2,00 m. Aktuell stand für die chemische Analytik lediglich Probenmaterial aus einer Bohrung zur Verfügung. Diese hatte eine Tiefe von 15,40 m und lag auf dem Straßendamm südöstlich der Brücke. Ebenfalls auf dem Straßendamm, allerdings auf der anderen Brückenseite, lag einer der Aufschlusspunkte bei den Untersuchungen im Jahr 2003.

Die Bohrung auf dem Straßendamm aus dem Jahr 2003 reichte lediglich bis 2,00 m u. GOK. Aus dem gewonnenen Material wurde eine Probe der Auffüllung untersucht. Aktuell erfolgte hier der Aufschluss bis 15,40 m. Es wurde eine Probe der Auffüllung sowie eine Probe des anstehenden Bodens untersucht.

Weiterhin wurden für /6/ zwei Proben aus Flächen nördlich der Straße (Höhe Gleisniveau) untersucht. Vergleichbare Proben aus 2017 liegen nicht vor.

Die Einstufung der Untersuchungsergebnisse erfolgte in /6/ anhand der damals gültigen LAGA von 1997. Um die Vergleichbarkeit zu erhöhen wurden die Analysenergebnisse von

2003 den aktuell gültigen Grenzwerten der LAGA – TR für Boden [2004] bzw. Bauschutt gegenübergestellt. Das Ergebnis der Neubewertung ist zusammen mit der ursprünglichen Einstufung gemäß /6/ in der nachfolgenden Tabelle dargestellt. Sofern sich eine Änderung der abfallrechtlichen Einstufung ergeben hat, ist dies hervorgehoben.

Der Vergleich mit den aktuellen Untersuchungen in der letzten Spalte der Tabelle 1 dient nur der groben Einordnung der Ergebnisse und muss aufgrund der oben genannten Gründe differenziert betrachtet werden.

**Tabelle 3:** Gegenüberstellung der Ergebnisse der Deklarationsuntersuchungen

Probe gem. /6/	Entnahmebereich gem. /6/	Ergebnis gem. /6/ (unkorrigiert)	aktuelle Proben im angegebenen Entnahmebereich
		Ergebnis gem. aktueller Bewertungsgrundlage	
<b>Auffüllung</b>			
MP 2	nördlich der Straße, Fläche neben Gleistrasse (etwa Gleisniveau)	Z 1.1 LAGA Boden 1997	keine vergleichbare Probe
		Z 1 LAGA Boden 2004	
MP 3	nördlich der Straße, Fläche neben Gleistrasse (etwa Gleisniveau)	Z 1.2 LAGA Boden 1997	keine vergleichbare Probe
		<b>Z 2 LAGA Boden 2004</b>	
MP 4	Straßendamm , Auffüllung, südöstlich BW 2	Z 1.2 LAGA Bauschutt 1997	P 07 - Z 1.2 LAGA 2004
		Z 1.2 LAGA Bauschutt 2003	

Bei den Proben der *Auffüllung* gab es lediglich bei Probe MP 3 eine Veränderung der Einstufung durch die Neubewertung. Verursachend ist hier der PAK – Wert.

Ein Vergleich der aktuellen Analysen mit den Ergebnissen der Baugrunduntersuchungen aus dem Jahr 2003 ist lediglich, mit Abweichungen, für die Auffüllung des Straßendamms möglich. Die Gegenüberstellung lässt sich wie folgt zusammenfassen:

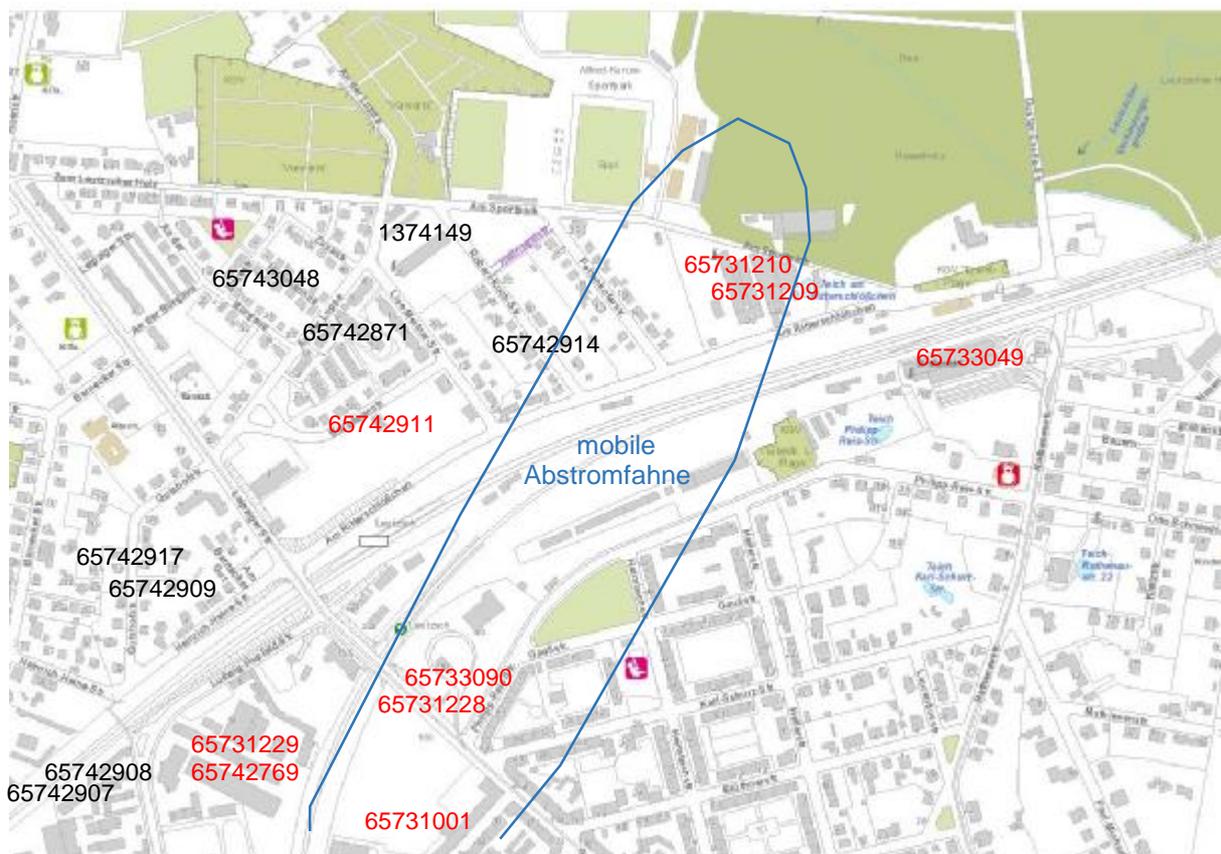
- Die Prüfung der *Auffüllung* ergab bei den Untersuchungen aus dem Jahr 2003 einen erhöhten MKW – Wert (490 mg/kg). Dieser führt zu der in Tabelle 3 aufgeführten Einstufung (Z 1.2 gemäß LAGA – Bauschutt). Auch bei einer Bewertung nach LAGA – Boden [2004] würde das Material in diese Einbauklasse fallen.
- Die aktuelle Analyse von Probematerial der Auffüllung (P 07) stammt von der gegenüberliegenden Seite der Brücke. Maßgebende Parameter, die zu der Einstufung als Z 1.2 - Material führen, sind hier die elektrische Leitfähigkeit (256 µS/cm) und Sulfat (45,0 mg/l). Ein erhöhter MKW – Wert wurden nicht nachgewiesen.

## 6 AUSSAGEN ZU ALTLASTENVERDACHTSFLÄCHEN

Der Bereich des geplanten Brückenbauwerkes ist nicht im Sächsischen Altlastenkataster (SALKA) erfasst. Nach derzeitigem Kenntnisstand kann somit davon ausgegangen werden, dass keine altlastenverdächtigen Flächen gem. § 2 (6) des Bundes-Bodenschutzgesetzes (BBodSchG) vorliegen /6/.

In der Altlastenauskunft der Stadt Leipzig wird jedoch darauf hingewiesen, dass sich entlang des Trassenverlaufs Altstandorte mit Handlungsbedarf befinden. Eine Liste der bekannten Altstandorte ist der Altlastenauskunft beigelegt.

Darüber hinaus liegt der Trassenverlauf im Abstrom einer bekannten Grundwasserkontamination mit LHKW. Im Falle von Eingriffen in der Grundwasserhaushalt (z.B. Wasserhaltung) ist dies zu berücksichtigen (vgl. Abbildung 1 bzw. Karte der Altlastenauskunft).



**Abbildung 1:** Altstandorte entlang des Trassenverlaufs und Lage der Abstromfahne (blau) gem. Altlastenauskunft. Rot gekennzeichnete ALKZ entsprechen den namentlich genannten Altstandorten gem. Tabelle 1 der Altlastenauskunft /6/

Abfallverwertungs- und Entsorgungskonzeption

Ersatzneubau Georg-Schwarz-Brücken  
einschließlich Umbau Am Ritterschloßchen

Abschnitt Brückenbauwerke 1 bis 3 - BW 2

Projekt Nr. 17 - 020



---

Hubert Beyer Umwelt Consult GmbH, Strümpellstraße 6, 04289 Leipzig, Telefon: 0341 9845850

Gemäß /8/ ist bei Eingriffen in den Untergrund zumindest bei den Brückenbauwerken in der Georg – Schwarz – Straße mit Grundwasserkontaminationen zu rechnen. Sollten darüber hinaus bei der Vorbereitung oder der Bauausführung umweltrelevante Sachverhalte festgestellt werden, sind diese dem Amt für Umweltschutz, Sachgebiet Abfall-/Bodenschutz unverzüglich mitzuteilen. In /8/ wird darauf hingewiesen, dass im Fall einer Wasserhaltung gegebenenfalls eine Grundwasserreinigung erforderlich sein kann.

## 7 HINWEISE FÜR DIE VERWERTUNG

Die Aushubkubaturen für den Ersatzneubau des Brückenbauwerkes sind derzeit noch nicht bekannt. Aus diesem Grund werden ergänzend zu den Verwertungshinweisen entsprechende Kosten je Mengeneinheit angegeben. Diese beruhen auf den marktüblichen Preisen vom Dezember 2017 für den Raum Leipzig.

### **Auffüllung Z 1.2 nach LAGA – TR [2004] Boden bzw. RC – 2 gem. TL Gestein - StB 04 P 07 (Auffüllung)**

---

Abfallschlüsselnummer:	17 05 04
Abfallbezeichnung:	Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03* fallen
Bemerkungen:	nicht gefährlicher Abfall
Verwertungsempfehlung:	Verwertung auf einer zugelassener Deponie oder Behandlungsanlage
Genehmigungen/Nachweise:	Wiegeschein oder Lieferschein zur Abrechnung, aufgrund der Registerpflicht der Beteiligten werden ggf. die Verwendung eines Vereinfachten Nachweises (VN) und die Dokumentation mit Übernahmescheinen erforderlich.
Entsorgungskosten: (ohne Transport)	8,50 €/t (netto)

### **Boden > Z 2 nach LAGA – TR [2004]**

#### P 08 (Boden)

---

Abfallschlüsselnummer:	17 05 04
Abfallbezeichnung:	Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03* fallen
Bemerkungen:	nicht gefährlicher Abfall
Verwertungsempfehlung:	Verwertung auf Bodenverwertungsanlage / Mineralstoffdeponie, die zur Annahme des Materials zugelassen ist, bei bauphysikalischer Eignung,

---

Abfallverwertungs- und Entsorgungskonzeption

Ersatzneubau Georg-Schwarz-Brücken  
einschließlich Umbau Am Ritterschloßchen

Abschnitt Brückenbauwerke 1 bis 3 - BW 2

Projekt Nr. 17 - 020



---

Hubert Beyer Umwelt Consult GmbH, Strümpellstraße 6, 04289 Leipzig, Telefon: 0341 9845850

Genehmigungen/Nachweise:	Wiedereinbau in dieser oder ggf. in einer anderen Baumaßnahme entsprechend LAGA-TR bei Verwertung auf Bodenverwertungsanlage / Mineralstoffdeponie Nachweis über Wiegescheine, bei Wiedereinbau in Baumaßnahme Einbaudokumentation
Entsorgungskosten: (ohne Transport)	35,00 €/t (netto)

## QUELLENVERZEICHNIS

- /1/ Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen, Technische Regeln – LAGA vom 05.11.2004 (LAGA – TR).
- /2/ Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau (TL Gestein – StB 04), Ausgabe 2004.
- /3/ Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV) vom 27.04.2009, letztmalig geändert am 04.03.2016.
- /4/ Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen - KrWG - Kreislaufwirtschaftsgesetz vom 24.02.2012, zuletzt geändert am 27.06.2017.
- /5/ Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis – Abfallverzeichnis-Verordnung – AVV vom 10.12.2001, zuletzt geändert am 22.12.2016.
- /6/ Anlage 7 Bericht zur Materialdeklaration mit Verwertungs-/Entsorgungskonzept. Baugrundgutachten Leipzig, Mittlerer Ring NW „Georg-Schwarz-Brücken“ Teil 2 Ingenieurbauwerke, Bauwerk 2 – Straßenbrücke im Zuge der Georg – Schwarz – Straße mit Straßenbahngleisen über die Anlagen der DB AG, S-Bahn, Geophysik GGD vom 12.03.2003
- /7/ Altlastenauskunft zum Trassenverlauf Ersatzneubau Georg-Schwarz-Brücke, Stadt Leipzig, Amt für Umweltschutz, 12.01.2017.
- /8/ Altlastenauskunft Neubau von 3 Brücken, Georg-Schwarz-Straße und Gustav-Esche-Straße, Stadt Leipzig, Amt für Umweltschutz, 18.12.2017.

Abfallverwertungs- und Entsorgungskonzeption

Ersatzneubau Georg-Schwarz-Brücken  
einschließlich Umbau Am Ritterschloßchen

Abschnitt Brückenbauwerke 1 bis 3 - BW 2

Projekt Nr. 17 - 020



---

Hubert Beyer Umwelt Consult GmbH, Strümpellstraße 6, 04289 Leipzig, Telefon: 0341 9845850

## **Anlage 1**

Prüfberichte  
der chemischen Untersuchungen

### Prüfbericht 8301-17

#### 1. Ausfertigung

Dieser Prüfbericht ersetzt alle vorhergehenden Prüfberichte vollständig.

<b>Auftraggeber</b>	Hubert Beyer Umwelt Consult GmbH  04289 Leipzig
<b>Projekt</b>	(17-020) Ersatzneubau Georg-Schwarz-Brücken einschließlich Umbau Am Ritterschlößchen Abschnitt: Bauwerk 2 / Brücke über S-Bahngleis
<b>Auftrag vom</b>	11.12.2017
<b>Bestellnummer</b>	17-020
<b>Probenart</b>	Feststoff
<b>Probenehmer</b>	Auftraggeber
<b>Probenanzahl</b>	1
<b>Probeneingang</b>	11.12.2017
<b>Prüfbeginn/-ende</b>	11.12.2017 - 14.12.2017
<b>Probennummer</b>	17/25890

#### Bemerkung

Der Prüfbericht enthält 4 Seiten und keine Seite(n) Anlage.

<b>Archivierung</b>	Feststoffe	3 Monate	nach Probeneingang
	PCB in Öl	3 Jahre	
	Wasserproben	keine	
	Gasproben	keine	

**Hinweise** Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den oben angegebenen Prüfgegenstand. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise ohne die Zustimmung des Labors vervielfältigt werden.

Prüfmethode	DIN
Probenvorbereitung	DIN 19747
Eluatherstellung (FS)	DIN EN 12457-4
Quecksilber in Eluat (AAS)	DIN EN ISO 12846
Elektrische Leitfähigkeit EL	DIN EN 27888
Chlorid (IC) (EL)	DIN EN ISO 10304-2
Sulfat im Eluat (IC)	DIN EN ISO 10304-1
Phenolindex im Eluat	DIN EN ISO 14402
EOX im Feststoff *	DIN 38414-17
MKW Boden (GC)	DIN ISO 16703
Trockenmasseanteil bei 105 °C	DIN ISO 11465
PAK Feststoff	DIN ISO 13877
PCB Feststoff	DIN ISO 10382
Blei in Eluat (ICP)	DIN EN ISO 11885
Cadmium in Eluat (ICP)	DIN EN ISO 11885
Chrom gesamt in Eluat (ICP)	DIN EN ISO 11885
Kupfer in Eluat (ICP)	DIN EN ISO 11885
Nickel im Eluat (ICP)	DIN EN ISO 11885
Zink in Eluat (ICP)	DIN EN ISO 11885
PCB Feststoff (Boden)	DIN ISO 10382
Arsen in Eluat (ICP)	DIN EN ISO 11885
pH-Wert Eluat	DIN EN ISO 10523

mit \* gekennzeichnete Prüfmethode sind nicht Bestandteil des akkreditierten Bereich

Originalsubstanz

<b>Probenbez.</b>			P 07 Auffüllung
<b>Probe-Nr.</b>			17/25890
<b>TM 105 °C</b>	<b>Ma %</b>	<b>OS</b>	92,3

Abk.: OS Originalsubstanz, TS Trockensubstanz, EL Eluat, PE Probenahmeinheit, n.n. nicht nachweisbar, < kleiner Bestimmungsgrenze

Trockenmasse

<b>Probenbez.</b>			P 07 Auffüllung
<b>Probe-Nr.</b>			17/25890
<b>MKW-Boden GC</b>	<b>mg/kg</b>	<b>TS</b>	<20,0
<b>EOX</b>	<b>mg/kg</b>	<b>TS</b>	<1,00
<b>PAK n. EPA</b>	<b>mg/kg</b>	<b>TS</b>	2,96
<b>PCB</b>	<b>mg/kg</b>	<b>TS</b>	n.n.

Abk.: OS Originalsubstanz, TS Trockensubstanz, EL Eluat, PE Probenahmeinheit, n.n. nicht nachweisbar, < kleiner Bestimmungsgrenze

## Eluat

Probenbez.			P 07 Auffüllung
Probe-Nr.			17/25890
pH Wert	Ohne	EL	7,55
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	EL	256
Phenolindex	µg/l	EL	<10,0
Arsen	µg/l	EL	<5,00
Blei	µg/l	EL	<10,0
Cadmium	µg/l	EL	<1,00
Chrom, gesamt	µg/l	EL	<10,0
Kupfer	µg/l	EL	<10,0
Nickel	µg/l	EL	<10,0
Quecksilber	µg/l	EL	<0,100
Zink	µg/l	EL	<10,0
Chlorid	mg/l	EL	24
Sulfat	mg/l	EL	45

Abk.: OS Originalsubstanz, TS Trockensubstanz, EL Eluat, PE Probenahmeinheit, n.n. nicht nachweisbar, < kleiner Bestimmungsgrenze

## PAK Feststoff

Probenbez.			P 07 Auffüllung
Probe-Nr.			17/25890
Naphthalin	mg/kg	TS	<0,0500
Acenaphtylen	mg/kg	TS	<0,100
Acenaphthen	mg/kg	TS	0,0455
Fluoren	mg/kg	TS	0,0347
Phenanthren	mg/kg	TS	0,368
Anthracen	mg/kg	TS	0,0975
Fluoranthren	mg/kg	TS	0,571
Pyren	mg/kg	TS	0,507
Benzo(a)anthracen	mg/kg	TS	0,407
Chrysen	mg/kg	TS	0,157
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg	TS	0,248
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg	TS	0,125
Benzo(a)pyren	mg/kg	TS	0,224
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/kg	TS	<0,0500
Benzo(ghi)perlyen	mg/kg	TS	0,173
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg	TS	<0,100
PAK n. EPA	mg/kg	TS	2,96

Abk.: OS Originalsubstanz, TS Trockensubstanz, EL Eluat, PE Probenahmeinheit, n.n. nicht nachweisbar, < kleiner Bestimmungsgrenze

## PCB Feststoff

<b>Probenbez.</b>			P 07 Auffüllung
<b>Probe-Nr.</b>			17/25890
<b>PCB 28</b>	<b>mg/kg</b>	<b>TS</b>	<0,00500
<b>PCB 52</b>	<b>mg/kg</b>	<b>TS</b>	<0,00500
<b>PCB 101</b>	<b>mg/kg</b>	<b>TS</b>	<0,00100
<b>PCB 118</b>	<b>mg/kg</b>	<b>TS</b>	<0,00100
<b>PCB 138</b>	<b>mg/kg</b>	<b>TS</b>	<0,00100
<b>PCB 153</b>	<b>mg/kg</b>	<b>TS</b>	<0,00100
<b>PCB 180</b>	<b>mg/kg</b>	<b>TS</b>	<0,00100
<b>PCB</b>	<b>mg/kg</b>	<b>TS</b>	n.n.
<b>PCB</b>	<b>mg/kg</b>	<b>TS</b>	n.n.

Abk.: OS Originalsubstanz, TS Trockensubstanz, EL Eluat, PE Probenahmeinheit, n.n. nicht nachweisbar, < kleiner Bestimmungsgrenze



U. Szymkowiak

**Qualitätssicherung**

Leipzig, 14.12.2017



Dr. S. Bergmann

**Laborleiter**

### Prüfbericht 8302-17

#### 1. Ausfertigung

Dieser Prüfbericht ersetzt alle vorhergehenden Prüfberichte vollständig.

<b>Auftraggeber</b>	Hubert Beyer Umwelt Consult GmbH  04289 Leipzig
<b>Projekt</b>	(17-020) Ersatzneubau Georg-Schwarz-Brücken einschließlich Umbau Am Ritterschlößchen Abschnitt: Bauwerk 2 / Brücke über S-Bahngleis
<b>Auftrag vom</b>	11.12.2017
<b>Bestellnummer</b>	17-020
<b>Probenart</b>	Boden
<b>Probenehmer</b>	Auftraggeber
<b>Probenanzahl</b>	1
<b>Probeneingang</b>	11.12.2017
<b>Prüfbeginn/-ende</b>	11.12.2017 - 14.12.2017
<b>Probennummer</b>	17/25891

#### Bemerkung

Der Prüfbericht enthält 4 Seiten und keine Seite(n) Anlage.

<b>Archivierung</b>	Feststoffe	3 Monate	nach Probeneingang
	PCB in Öl	3 Jahre	
	Wasserproben	keine	
	Gasproben	keine	

**Hinweise** Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den oben angegebenen Prüfgegenstand. Dieser Bericht darf nicht auszugsweise ohne die Zustimmung des Labors vervielfältigt werden.

Prüfmethode	DIN
MKW-GC (C10-C22)	LAGA-KW/04
Probenvorbereitung	DIN 19747
Eluatherstellung (FS)	DIN EN 12457-4
MKW-GC (C10-C40)	LAGA-KW/04
Sulfat im Eluat (IC)	DIN EN ISO 10304-1
Quecksilber in Eluat (AAS)	DIN EN ISO 12846
Quecksilber i.A. (AAS)	DIN EN ISO 12846
Trockenmasseanteil bei 105 °C	DIN ISO 11465
EOX im Feststoff *	DIN 38414-17
Elektrische Leitfähigkeit EL	DIN EN 27888
Blei i.A. (ICP)	DIN EN ISO 11885
Cadmium i.A. (ICP)	DIN EN ISO 11885
Chrom i.A. (ICP)	DIN EN ISO 11885
Kupfer i.A. (ICP)	DIN EN ISO 11885
Zink i.A. (ICP)	DIN EN ISO 11885
Nickel i.A. (ICP)	DIN EN ISO 11885
TOC i.F., Elementaranalyse	DIN EN 13137
PAK Feststoff	DIN ISO 13877
Blei in Eluat (ICP)	DIN EN ISO 11885
Cadmium in Eluat (ICP)	DIN EN ISO 11885
Chrom gesamt in Eluat (ICP)	DIN EN ISO 11885
Kupfer in Eluat (ICP)	DIN EN ISO 11885
Nickel im Eluat (ICP)	DIN EN ISO 11885
Zink in Eluat (ICP)	DIN EN ISO 11885
Arsen i.A. (ICP)	DIN EN ISO 11885
Mikrowellenaufschluss (KÖWA)	DIN EN 13657
pH-Wert Eluat	DIN EN ISO 10523
Arsen in Eluat (ICP)	DIN EN ISO 11885
Chlorid (IC) im Eluat	DIN EN ISO 10304-1

mit \* gekennzeichnete Prüfmethode sind nicht Bestandteil des akkreditierten Bereich

#### Originalsubstanz

<b>Probenbez.</b>			P 08 (Boden)
<b>Probe-Nr.</b>			17/25891
<b>TM 105 °C</b>	<b>Ma %</b>	<b>OS</b>	91,2

Abk.: OS Originalsubstanz, TS Trockensubstanz, EL Eluat, PE Probenahmeinheit, n.n. nicht nachweisbar, < kleiner Bestimmungsgrenze

## Trockenmasse

Probenbez.			P 08 (Boden)
Probe-Nr.			17/25891
MKW-GC (C10-C22)	mg/kg	TS	40,0
MKW-GC (C10-C40)	mg/kg	TS	47,0
EOX	mg/kg	TS	<1,00
Arsen	mg/kg	TS	11,4
Blei	mg/kg	TS	5,80
Cadmium	mg/kg	TS	<0,400
Chrom	mg/kg	TS	21,7
Kupfer	mg/kg	TS	8,40
Nickel	mg/kg	TS	11,5
Quecksilber	mg/kg	TS	<0,0500
Zink	mg/kg	TS	18,9
PAK n. EPA	mg/kg	TS	n.n.
TOC i.F.	Ma %	TS	0,170

Abk.: OS Originalsubstanz, TS Trockensubstanz, EL Eluat, PE Probenahmeinheit, n.n. nicht nachweisbar, < kleiner Bestimmungsgrenze

## Eluat

Probenbez.			P 08 (Boden)
Probe-Nr.			17/25891
pH Wert	Ohne	EL	4,82
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	EL	199
Arsen	µg/l	EL	<5,00
Blei	µg/l	EL	<10,0
Cadmium	µg/l	EL	<1,00
Chrom, gesamt	µg/l	EL	<10,0
Kupfer	µg/l	EL	<10,0
Nickel	µg/l	EL	132
Quecksilber	µg/l	EL	<0,100
Zink	µg/l	EL	281
Chlorid	mg/l	EL	2,0
Sulfat	mg/l	EL	76

Abk.: OS Originalsubstanz, TS Trockensubstanz, EL Eluat, PE Probenahmeinheit, n.n. nicht nachweisbar, < kleiner Bestimmungsgrenze

## PAK Feststoff

<b>Probenbez.</b>			P 08 (Boden)
<b>Probe-Nr.</b>			17/25891
<b>Naphthalin</b>	mg/kg	TS	<0,0500
<b>Acenaphtylen</b>	mg/kg	TS	<0,100
<b>Acenaphthen</b>	mg/kg	TS	<0,0200
<b>Fluoren</b>	mg/kg	TS	<0,0200
<b>Phenanthren</b>	mg/kg	TS	<0,0200
<b>Anthracen</b>	mg/kg	TS	<0,0200
<b>Fluoranthen</b>	mg/kg	TS	<0,0500
<b>Pyren</b>	mg/kg	TS	<0,0200
<b>Benzo(a)anthracen</b>	mg/kg	TS	<0,0200
<b>Chrysen</b>	mg/kg	TS	<0,0500
<b>Benzo(b)fluoranthen</b>	mg/kg	TS	<0,0500
<b>Benzo(k)fluoranthen</b>	mg/kg	TS	<0,0200
<b>Benzo(a)pyren</b>	mg/kg	TS	<0,0200
<b>Dibenzo(a,h)anthracen</b>	mg/kg	TS	<0,0500
<b>Benzo(ghi)perlyen</b>	mg/kg	TS	<0,0500
<b>Indeno(1,2,3-cd)pyren</b>	mg/kg	TS	<0,100
<b>PAK n. EPA</b>	mg/kg	TS	n.n.

Abk.: OS Originalsubstanz, TS Trockensubstanz, EL Eluat, PE Probenahmeinheit, n.n. nicht nachweisbar, < kleiner Bestimmungsgrenze



U. Szymkowiak

**Qualitätssicherung**

Leipzig, 14.12.2017



Dr. S. Bergmann

**Laborleiter**

Abfallverwertungs- und Entsorgungskonzeption

Ersatzneubau Georg-Schwarz-Brücken  
einschließlich Umbau Am Ritterschloßchen

Abschnitt Brückenbauwerke 1 bis 3 - BW 2

Projekt Nr. 17 - 020



---

Hubert Beyer Umwelt Consult GmbH, Strümpellstraße 6, 04289 Leipzig, Telefon: 0341 9845850

## **Anlage 2**

Tabellarische Darstellung und Bewertung  
der Analyseergebnisse der untersuchten Proben

---

## Übersicht zu den entnommenen und untersuchten Proben

**Tabelle A2/1:** Übersicht der entnommenen und untersuchten Proben

Untersuchungsgegenstand	Probebezeichnung	Zusammenstellung	Untersuchungsprogramm
<b>Auffüllung</b>			
Auffüllung, westlich BW 2 Fahrbahn, G.-Schwarz-Straße Horizont 0,00 – 5,80 m	P 07 (Auffüllung)	TKB 4/17 / 0,00 – 0,20 TKB 4/17 / 0,20 – 0,70 TKB 4/17 / 0,70 – 1,70 TKB 4/17 / 1,70 – 3,70 TKB 4/17 / 3,70 – 5,80	TL – Gestein StB 04
<b>Boden</b>			
anstehender Boden, westlich BW 2 Fahrbahn, G.-Schwarz-Straße Horizont 5,80 – 15,40 m	P 08 (Boden)	TKB 4/17 / 5,80 – 8,00 TKB 4/17 / 8,00 – 8,70 TKB 4/17 / 8,70 – 10,00 TKB 4/17 / 10,00 – 10,60 TKB 4/17 / 10,60 – 11,50 TKB 4/17 / 11,50 – 14,00 TKB 4/17 / 14,00 – 15,40	LAGA – TR [2004] für Boden Tabelle II.1.2-1 Feststoff und Eluat (Mindestuntersuchungs- programm)

Referenzwerte

**Tabelle A2/2:** Zuordnungsklassen nach LAGA – TR [2004] Boden

Parameter	Dimensi on	LAGA – Technische Regeln [2004] Boden					
		Z 0 (Sand)	Z 0 (Lehm/ Schluff)	Z 0 (Ton)	Z 0* <sup>1)</sup>	Z 1	Z 2
<b>Feststoff</b>							
EOX	mg/kg TS	1	1	1	1 <sup>6)</sup>	3 <sup>8)</sup>	10
MKW	mg/kg TS	100	100	100	200 (400) <sup>7)</sup>	300 (600) <sup>9)</sup>	1000 (2000) <sup>9)</sup>
BTEX	mg/kg TS	1	1	1	1	1	1
LHKW	mg/kg TS	1	1	1	1	1	1
PAK (EPA)	mg/kg TS	3	3	3	3	3 (9) <sup>10)</sup>	30
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,3	0,3	0,3	0,6	0,9	3
PCB <sub>6</sub>	mg/kg TS	0,05	0,05	0,05	0,1	0,15	0,5
Arsen	mg/kg TS	10	15	20	15 <sup>2)</sup>	45	150
Blei	mg/kg TS	40	70	100	140	210	700
Cadmium	mg/kg TS	0,4	1	1,5	1 <sup>3)</sup>	3	10
Chrom (ges.)	mg/kg TS	30	60	100	120	180	600
Kupfer	mg/kg TS	20	40	60	80	120	400
Nickel	mg/kg TS	15	50	70	100	150	500
Quecksilber	mg/kg TS	0,1	0,5	1	1	1,5	5
Zink	mg/kg TS	60	150	200	300	450	1500
Thallium	mg/kg TS	0,4	0,7	1	0,7 <sup>4)</sup>	2,1	7
TOC	Ma %	0,5 (1,0) <sup>5)</sup>	0,5 (1,0) <sup>5)</sup>	0,5 (1,0) <sup>5)</sup>	0,5 (1,0) <sup>5)</sup>	1,5	5
		<b>Z 0 / Z 0*</b>		<b>Z 1.1</b>	<b>Z 1.2</b>		<b>Z 2</b>
<b>Eluat</b>							
pH – Wert		6,5 – 9,5		6,5 – 9,5	6 – 12		5,5 – 12
elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	250		250	1500		2000
Chlorid	mg/l E	30		30	50		100 <sup>11)</sup>
Sulfat	mg/l E	20		20	50		200
Phenolindex	µg/l E	20		20	40		100
Arsen	µg/l E	14		14	20		60 <sup>12)</sup>
Blei	µg/l E	40		40	80		200
Cadmium	µg/l E	1,5		1,5	3		6
Chrom (ges.)	µg/l E	12,5		12,5	25		60
Kupfer	µg/l E	20		20	60		100
Nickel	µg/l E	15		15	20		70
Quecksilber	µg/l E	< 0,5		< 0,5	1		2
Zink	µg/l E	150		150	200		600
Cyanid (ges.)	µg/l E	5		5	10		20

## Abfallverwertungs- und Entsorgungskonzeption

Ersatzneubau Georg-Schwarz-Brücken  
einschließlich Umbau Am Ritterschlößchen

Abschnitt Brückenbauwerke 1 bis 3 - BW 2

Projekt Nr. 17 - 020



---

Hubert Beyer Umwelt Consult GmbH, Strümpellstraße 6, 04289 Leipzig, Telefon: 0341 9845850

- <sup>1)</sup> maximale Feststoffgehalte für die Verfüllung von Abgrabungen unter Einhaltung bestimmter Randbedingungen (siehe "Ausnahmen von der Regel" für die Verfüllung von Abgrabungen in Nr. II.1.2.3.2)
- <sup>2)</sup> Der Wert 15 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 20 mg/kg
- <sup>3)</sup> Der Wert 1 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 1,5 mg/kg
- <sup>4)</sup> Der Wert 0,7 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 1,0 mg/kg
- <sup>5)</sup> Bei einem C:N-Verhältnis > 25 beträgt der Zuordnungswert 1 Masse-%.
- <sup>6)</sup> Bei Überschreitung ist die Ursache zu prüfen.
- <sup>7)</sup> Die angegebenen Zuordnungswerte gelten für Kohlenwasserstoffverbindungen mit einer Kettenlänge von C<sub>10</sub> bis C<sub>22</sub>. Der Gesamtgehalt, bestimmt nach E DIN EN 14039 (C10 bis C40), darf insgesamt den in Klammern genannten Wert nicht überschreiten.
- <sup>8)</sup> Bei Überschreitung ist die Ursache zu prüfen
- <sup>9)</sup> Die angegebenen Zuordnungswerte gelten für Kohlenwasserstoffverbindungen mit einer Kettenlänge von C<sub>10</sub> bis C<sub>22</sub>. Der Gesamtgehalt, bestimmt nach E DIN EN 14039 (C10-C40), darf insgesamt den in Klammern genannten Wert nicht überschreiten.
- <sup>10)</sup> Bodenmaterial mit Zuordnungswerten > 3 mg/kg und ≤ 9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden.
- <sup>11)</sup> bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 300 mg/l
- <sup>12)</sup> bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 120 µg/l

**Tabelle A2/3:** RC – Klassen nach TL Gestein – StB 04

Parameter	Dimen- sion	TL Gestein – StB 04				Zulässige Überschreitung in %	
		RC – 1	RC – 2	RC – 3			
<b>Feststoff</b>							
EOX	mg/kg TS	3	5	10	£ 10	10	
PAK (EPA)	mg/kg TS	5	15	75 <sup>2)</sup>	5	25	
					<sup>3</sup> 15 £	10	
MKW	mg/kg TS	300 <sup>1)</sup>	300 <sup>1)</sup>	1000 <sup>1)</sup>	£ 150	20	
					> 150	10	
PCB <sup>4)</sup>	mg/kg TS	0,1	0,5	1,0	≤ 0,1	50	
					> 0,1	25	
Arsen	mg/kg TS	---	---	---	---		
Blei	mg/kg TS	---	---	---	---		
Cadmium	mg/kg TS	---	---	---	---		
Chrom, ges.	mg/kg TS	---	---	---	---		
Kupfer	mg/kg TS	---	---	---	---		
Nickel	mg/kg TS	---	---	---	---		
Quecksilber	mg/kg TS	---	---	---	---		
Zink	mg/kg TS	---	---	---	---		
<b>Eluat</b>							
pH – Wert		7 – 12,5	7 – 12,5	7 – 12,5	---		
el. Leitfkt.	µS/cm	1.500 <sup>3)</sup>	2.500 <sup>3)</sup>	3.000 <sup>3)</sup>	£ 1000	20	
					> 1000	5	
Chlorid	mg/l E	20	40	150	£ 150	10	
					> 150	5	
Sulfat	mg/l E	150	300	600	£ 150	10	
					> 150	5	
Phenolindex	µg/l E	10	50	100	£ 100	50	
Arsen	µg/l E	10	40	50	£ 100	20	
Blei	µg/l E	40	100	100	£ 100	20	
Cadmium	µg/l E	2	5	5	£ 100	20	
Chrom, ges.	µg/l E	30	75	100	£ 100	20	
					> 100	10	
Kupfer	µg/l E	50	150	200	£ 100	20	
					> 100	10	
Nickel	µg/l E	50	100	100	£ 100	20	
Quecksilber	µg/l E	0,2	1	2	£ 100	20	
Zink	µg/l E	100	300	400	£ 100	20	
					> 100	10	

<sup>1)</sup> Die angegebenen Werte gelten für Kohlenwasserstoffverbindungen von C 10 bis C 22. Überschreitungen, die auf Asphaltanteile zurückzuführen sind, stellen kein Ausschlusskriterium dar.

<sup>2)</sup> Werte bis 100 mg/kg sind zulässig unter folgenden Bedingungen:

- Die erhöhten PAK – Gehalte sind auf pechhaltige Anteile zurückzuführen.
- Es handelt sich um Baumaßnahmen im klassifizierten Straßenoberbau bzw. Verkehrsflächenoberbau (ausgenommen Wirtschaftswegneubau).
- Es handelt sich um eine größere Baumaßnahme (eingebauter RC – Baustoff > 500 m<sup>3</sup>).
- Es darf sich nicht um Flächen handeln, auf denen mit häufigen Aufbrüchen gerechnet werden muss.
- Die Recyclinganlage muss einer regelmäßigen Güteüberwachung unterliegen.

<sup>3)</sup> Wert ist kein Ausschlusskriterium, wenn der pH – Wert über 11,5 liegt und die Werte für Chlorid und Sulfat eingehalten werden.

<sup>4)</sup> Nachgewiesen nur bei spezifischen Verdacht.

## Bewertungstabellen: Ergebnisse der chemischen Untersuchungen

**Tabelle A2/4:** Bewertung der Untersuchungsergebnisse der Probe der Auffüllung

Untersuchungsbereich:		Auffüllung, westlich BW 2 Fahrbahn, G.-Schwarz-Straße		
Probenbezeichnung:		<b>P 07 (Auffüllung)</b>		
Probe - Nr. Labor:		17/25890		
Parameter	Dimension	Wert	Zuordnung LAGA – TR (Bauschutt)	Zuordnung TL Gestein – StB 04
<b>Feststoff</b>				
EOX	mg/kg TS	< 1,00	Z 0	RC – 1
MKW	mg/kg TS	< 20,0	Z 0	RC – 1
PAK (EPA)	mg/kg TS	2,96	Z 0	RC – 1
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,224	Z 0	----
PCB	mg/kg TS	n.n.	Z 0	RC – 1
<b>Eluat</b>				
pH – Wert	-	7,55	Z 0	RC – 1
el. Leitfkt.	µS/cm	<b>256</b>	<b>Z 1.2</b>	RC – 1
Phenolindex	µg/l E	< 10,0	Z 0	RC – 1
Chlorid	mg/l E	<b>24,0</b>	Z 0	<b>RC – 2</b>
Sulfat	mg/l E	<b>45,0</b>	<b>Z 1.2</b>	RC – 1
Arsen	µg/l E	< 5,00	Z 0	RC – 1
Blei	µg/l E	< 10,0	Z 0	RC – 1
Cadmium	µg/l E	< 1,00	Z 0	RC – 1
Chrom, ges.	µg/l E	< 10,0	Z 0	RC – 1
Kupfer	µg/l E	< 10,0	Z 0	RC – 1
Nickel	µg/l E	< 10,0	Z 0	RC – 1
Quecksilber	µg/l E	< 0,100	Z 0	RC – 1
Zink	µg/l E	< 10,0	Z 0	RC – 1
<b>Zuordnung</b>			<b>Z 1.2</b>	<b>RC – 2</b>

n.n. nicht nachweisbar

**Tabelle A2/5:** Bewertung der Ergebnisse der Bodenuntersuchungen  
gem. LAGA – TR Boden

Untersuchungsgegenstand		anstehender Boden, westlich BW 2 Fahrbahn, G.-Schwarz-Straße	
Probenbezeichnung		<b>P 08 (Boden)</b>	
Probe - Nr. Labor		17/25891	
Parameter	Dimension	Wert	Zuordnung n. LAGA – TR (Boden)
<b>Feststoff</b>			
EOX	mg/kg TS	< 1,00	Z 0
Summe PAK (EPA)	mg/kg TS	n.n.	Z 0
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	< 0,0200	Z 0
MKW-GC (C10-C22)	mg/kg TS	40,0	Z 0
MKW-GC (C10-C40)	mg/kg TS	47,0	Z 0
Arsen	mg/kg TS	11,4	Z 1
Blei	mg/kg TS	5,80	Z 0
Cadmium	mg/kg TS	< 0,400	Z 0
Chrom (ges.)	mg/kg TS	21,7	Z 0
Kupfer	mg/kg TS	8,40	Z 0
Nickel	mg/kg TS	11,5	Z 0
Quecksilber	mg/kg TS	< 0,0500	Z 0
Zink	mg/kg TS	18,9	Z 0
TOC	Ma %	0,170	Z 0
<b>Eluat</b>			
pH – Wert		<b>4,82</b>	<b>&gt; Z 2</b>
elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	199	Z 0
Chlorid	mg/l E	2,00	Z 0
Sulfat	mg/l E	76,0	Z 2
Arsen	µg/l E	< 5,00	Z 0
Blei	µg/l E	< 10,0	Z 0
Cadmium	µg/l E	< 1,00	Z 0
Chrom, gesamt	µg/l E	< 10,0	Z 0
Kupfer	µg/l E	< 10,0	Z 0
Nickel	µg/l E	<b>132</b>	<b>&gt; Z 2</b>
Quecksilber	µg/l E	< 0,100	Z 0
Zink	µg/l E	281	Z 2
<b>Zuordnung</b>			<b>&gt; Z 2</b>

n.n. nicht nachweisbar

Abfallverwertungs- und Entsorgungskonzeption

Ersatzneubau Georg-Schwarz-Brücken  
einschließlich Umbau Am Ritterschloßchen

Abschnitt Brückenbauwerke 1 bis 3 - BW 2

Projekt Nr. 17 - 020



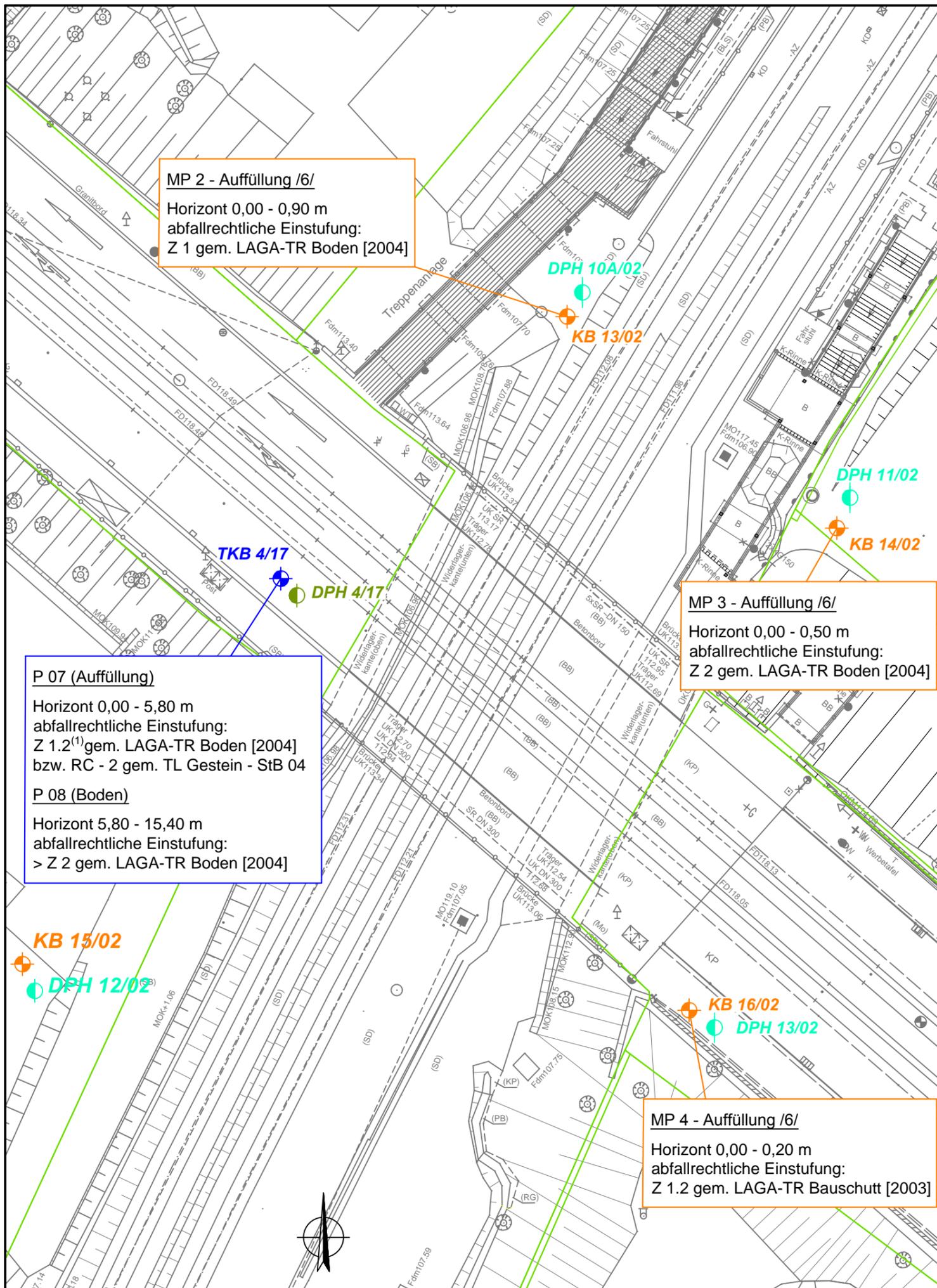
---

Hubert Beyer Umwelt Consult GmbH, Strümpellstraße 6, 04289 Leipzig, Telefon: 0341 9845850

## **Anlage 3**

Lagepläne mit Darstellung der Aufschlusspunkte  
und abfallrechtlicher Einstufung

---



**MP 2 - Auffüllung /6/**  
 Horizont 0,00 - 0,90 m  
 abfallrechtliche Einstufung:  
 Z 1 gem. LAGA-TR Boden [2004]

**MP 3 - Auffüllung /6/**  
 Horizont 0,00 - 0,50 m  
 abfallrechtliche Einstufung:  
 Z 2 gem. LAGA-TR Boden [2004]

**P 07 (Auffüllung)**  
 Horizont 0,00 - 5,80 m  
 abfallrechtliche Einstufung:  
 Z 1.2<sup>(1)</sup> gem. LAGA-TR Boden [2004]  
 bzw. RC - 2 gem. TL Gestein - StB 04

**P 08 (Boden)**  
 Horizont 5,80 - 15,40 m  
 abfallrechtliche Einstufung:  
 > Z 2 gem. LAGA-TR Boden [2004]

**MP 4 - Auffüllung /6/**  
 Horizont 0,00 - 0,20 m  
 abfallrechtliche Einstufung:  
 Z 1.2 gem. LAGA-TR Bauschutt [2003]

**Übersicht (ohne Maßstab)**



**Legende:**

- BK - Kernbohrung 2002
- TKB - Trockenkernbohrungen 2017
- DPH - Schwere Rammsondierungen 2002
- DPH - Schwere Rammsondierungen 2017

<sup>(1)</sup> Analytik erfolgte gemäß Aufgabenstellung auf das Parameterspektrum der TL Gestein-StB 04, eine Bewertung nach LAGA-TR [2004] Boden war daher nur für die untersuchten Parameter möglich (Schwermetalle im Feststoff wurden nicht untersucht)



Kartengrundlage: Aufschlussplan von 11/2017 (Erdbaulabor)

<b>Auftraggeber</b>  STADT LEIPZIG Verkehrs- und Tiefbauamt Prager Straße 118-136 04317 Leipzig	<b>Baugrundgutachter:</b>  Erdbaulabor Leipzig GmbH Magdeborner Straße 9 04416 Markkleeberg	<b>Auftragnehmer</b>  Hubert Beyer Umwelt Consult GmbH Strümpellstraße 6 04289 Leipzig
--	--	---

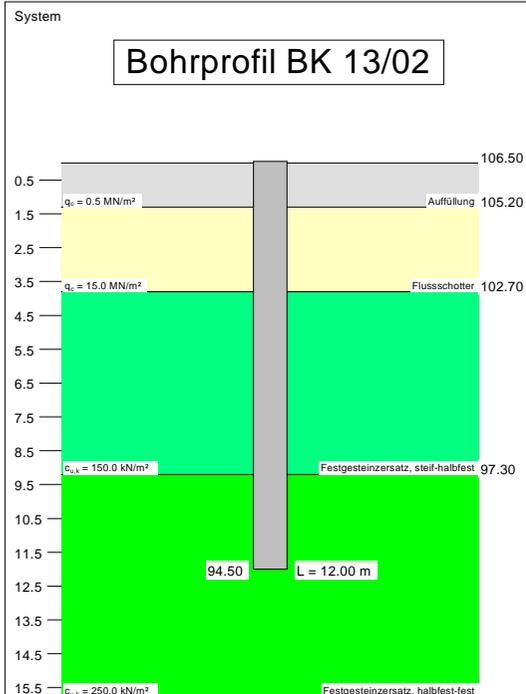
<b>Projekt</b> Abfallverwertungs- und Entsorgungskonzeption Ersatzneubau Georg-Schwarz-Brücken einschl. Umbau Am Ritterschloßchen, Abschnitt Brückenbauwerke 1 bis 3 Bauwerk 2	Projekt-Nr. 17 - 020											
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Datum</th> <th>Name</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>bearbeitet</td> <td>18.12.2017</td> <td>Jost</td> </tr> <tr> <td>gezeichnet</td> <td>18.12.2017</td> <td>Böhme</td> </tr> <tr> <td>geprüft</td> <td>18.12.2017</td> <td>Jost</td> </tr> </tbody> </table>		Datum	Name	bearbeitet	18.12.2017	Jost	gezeichnet	18.12.2017	Böhme	geprüft	18.12.2017
	Datum	Name										
bearbeitet	18.12.2017	Jost										
gezeichnet	18.12.2017	Böhme										
geprüft	18.12.2017	Jost										
<b>Dargestellt</b> Lageplan mit Darstellung der Aufschlusspunkte und abfalltechnischer Einstufung	Maßstab 1 : 300											
	Anlagen-Nr. <b>3</b>											

***ANLAGE 7***  
***zum***  
***Bodengutachten***

***Ersatzneubau***  
***Georg-Schwarz-Brücken***  
***Bauwerk 2 – Brücke „BW II R12“***  
***in Leipzig***

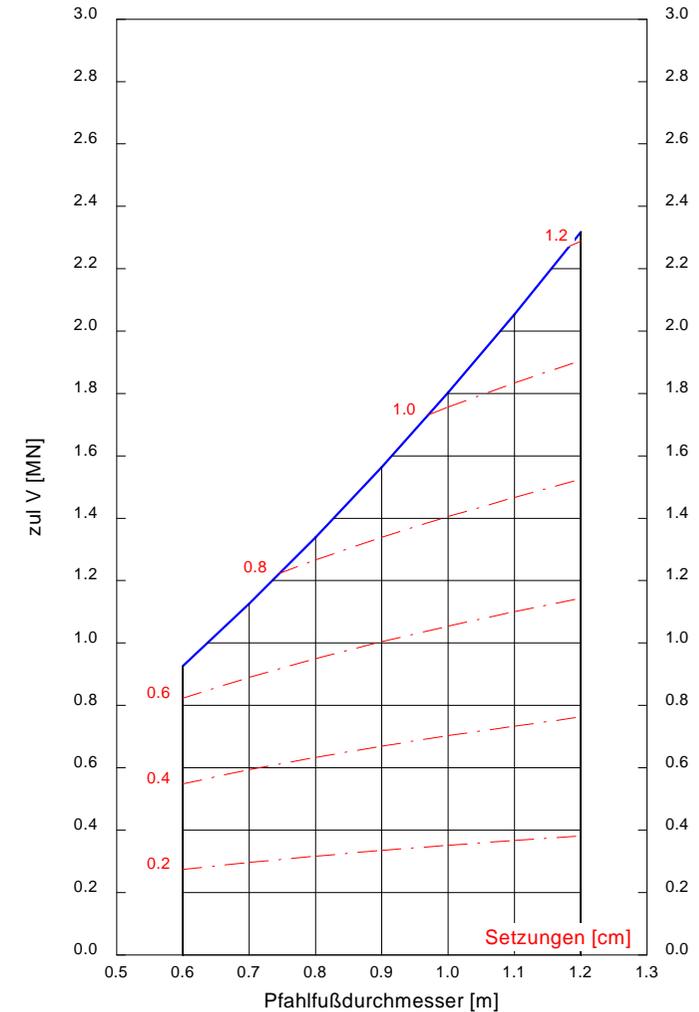
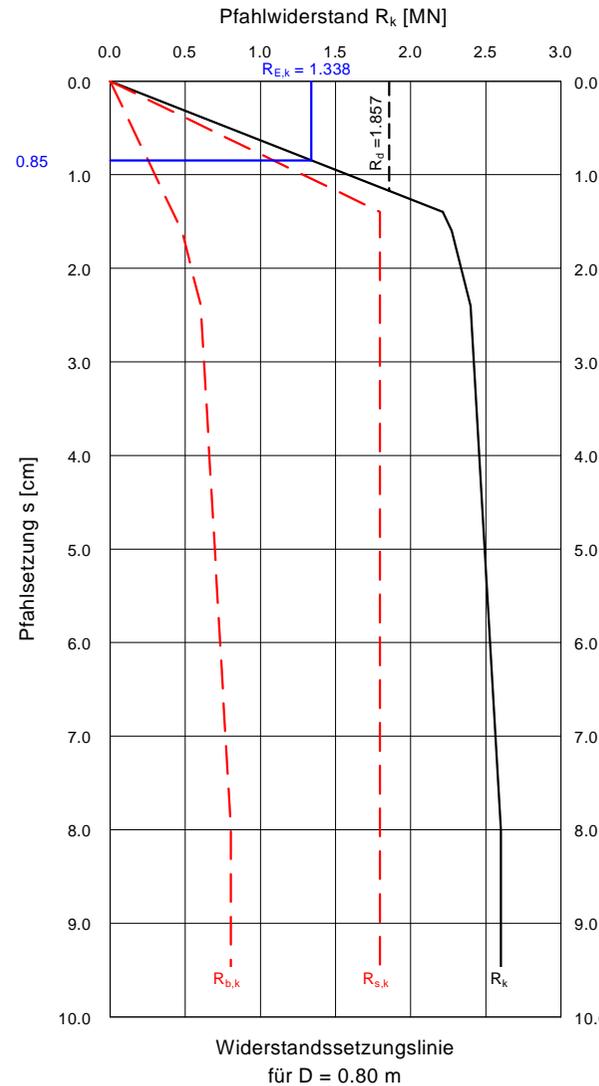
***(BG 1282-2/17 vom 20. Dezember 2017)***

***⇒ PC-Ausdrucke der geotechnischen***  
***Berechnungen***



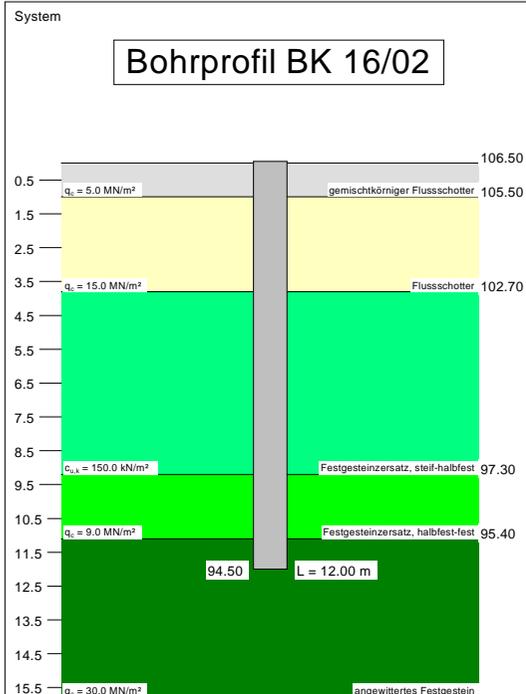
Boden	$q_c$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$q_{b,k02}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$q_{b,k03}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$q_{b,k10}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$q_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	0.5	0.0	0.000	0.000	0.000	0.0000	Auffüllung
	15.0	0.0	1.050	1.350	3.000	0.1050	Flussschotter
	0.0	150.0	0.600	0.700	1.200	0.0500	Festgesteinersatz, steif-halbfest
	0.0	250.0	0.950	1.200	1.600	0.0650	Festgesteinersatz, halbfest-fest

GGU-AXPILE / Version 6.22 / 31.08.2017 Pfahllänge = 12.00 m  
 Berechnungsgrundlagen  $\gamma_p = 1.40$   
 Brücke "BW II R 12" - BW 2  $\gamma_G = 1.35$   
 Norm: EC 7  $\gamma_Q = 1.50$   
 Bohrspfahl Anteil Veränderliche Lasten = 0.250  
 Verhältniszwert (min, max) = 0.00  $\gamma_{(G,Q)} = 0.250 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.250) \cdot \gamma_G$   
 Interpolation Mantelreibung:  $\gamma_{(G,Q)} = 1.388$   
 bei  $q_c < 7.5$  MN/m<sup>2</sup> deaktiviert Zul V  
 bei  $c_{u,k} < 60$  kN/m<sup>2</sup> deaktiviert Setzung



D [m]	Länge [m]	$R_k$ [MN]	$R_d$ [MN]	$R_{E,k}$ [MN]	s [cm]
0.600	12.00	1.799	1.285	0.926	0.68
0.700	12.00	2.187	1.562	1.126	0.76
0.800	12.00	2.600	1.857	1.338	0.85
0.900	12.00	3.038	2.170	1.564	0.93
1.000	12.00	3.501	2.501	1.802	1.03
1.100	12.00	3.990	2.850	2.054	1.12
1.200	12.00	4.503	3.217	2.318	1.22

$$R_{E,k} = R_k / (\gamma_p \cdot \gamma_{(G,Q)}) = R_k / (1.400 \cdot 1.388) = R_k / 1.94 \quad [\gamma_{(G,Q)} = 1.388]$$

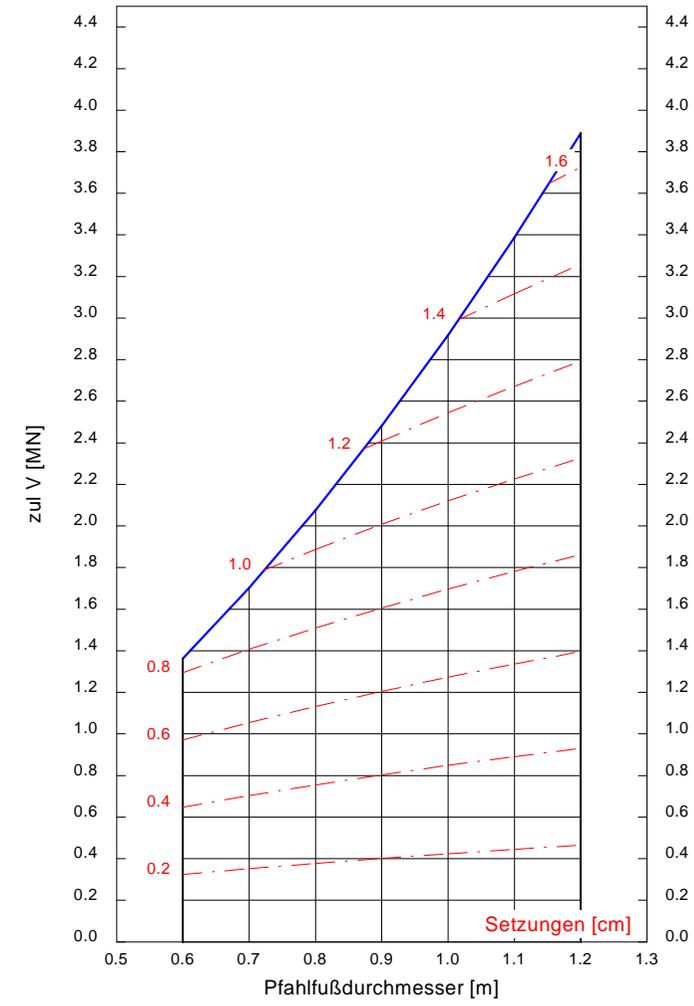
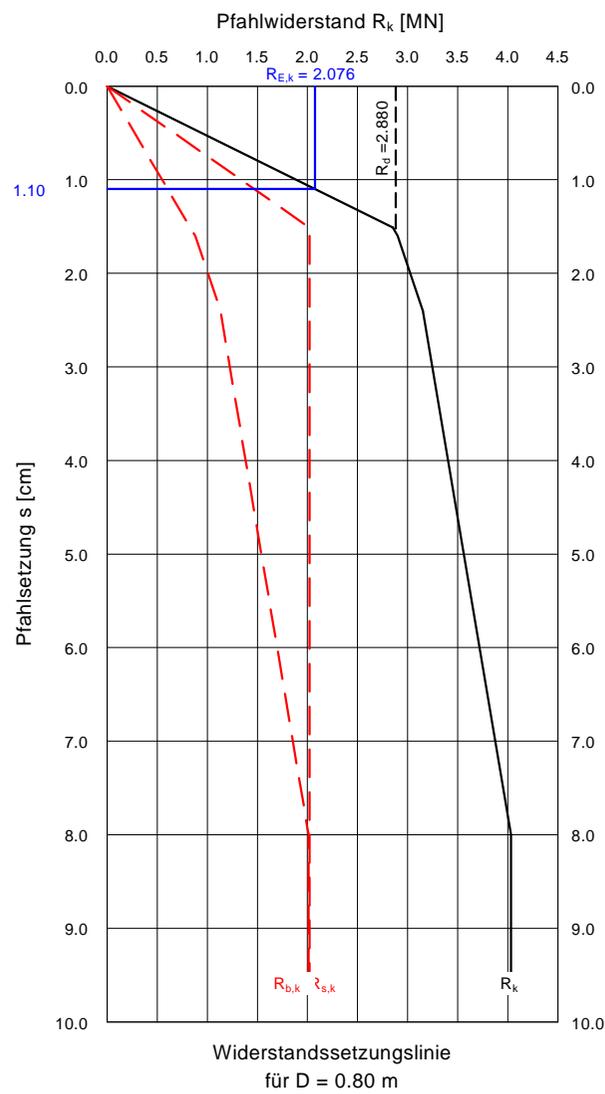


Boden	$q_c$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$q_{b,k02}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$q_{b,k03}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$q_{b,k10}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$q_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	5.0	0.0	0.000	0.000	0.000	0.0000	gemischtkörniger Flussschotter
	15.0	0.0	1.050	1.350	3.000	0.1050	Flussschotter
	0.0	150.0	0.600	0.700	1.200	0.0500	Festgesteinzersatz, steif-halbfest
	9.0	0.0	0.650	0.830	1.880	0.0650	Festgesteinzersatz, halbfest-fest
	30.0	0.0	1.750	2.250	4.000	0.1300	angewittertes Festgestein

GGU-AXPILE / Version 6.22 / 31.08.2017 Pfahllänge = 12.00 m  
 Berechnungsgrundlagen  $\gamma_p = 1.40$   
 Brücke "BW II R 12" - BW 2  $\gamma_G = 1.35$   
 Norm: EC 7  $\gamma_Q = 1.50$   
 Bohrpfahl Anteil Veränderliche Lasten = 0.250  
 Verhältniszwert (min, max) = 0.00  $\gamma_{(G,Q)} = 0.250 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.250) \cdot \gamma_G$   
 Interpolation Mantelreibung:  $\gamma_{(G,Q)} = 1.388$   
 bei  $q_c < 7.5 \text{ MN/m}^2$  deaktiviert  
 bei  $c_{u,k} < 60 \text{ kN/m}^2$  deaktiviert  
 --- Zul V  
 --- Setzung

D [m]	Länge [m]	$R_k$ [MN]	$R_d$ [MN]	$R_{E,k}$ [MN]	s [cm]
0.600	12.00	2.647	1.891	1.363	0.84
0.700	12.00	3.309	2.363	1.703	0.97
0.800	12.00	4.033	2.880	2.076	1.10
0.900	12.00	4.819	3.442	2.481	1.24
1.000	12.00	5.669	4.049	2.918	1.38
1.100	12.00	6.581	4.701	3.388	1.52
1.200	12.00	7.557	5.398	3.890	1.67

$R_{E,k} = R_k / (\gamma_p \cdot \gamma_{(G,Q)}) = R_k / (1.400 \cdot 1.388) = R_k / 1.94 \quad [\gamma_{(G,Q)} = 1.388]$



***ANLAGE 8***  
***zum***  
***Bodengutachten***

***Ersatzneubau***  
***Georg-Schwarz-Brücken***  
***Bauwerk 2 – Brücke „BW II R12“***  
***in Leipzig***

***(BG 1282-2/17 vom 20. Dezember 2017)***

***➔ Körnungsbänder der Homogenbereiche***

Erdbaulabor Leipzig GmbH  
 Magdeborner Str. 9  
 04416 Markkleeberg

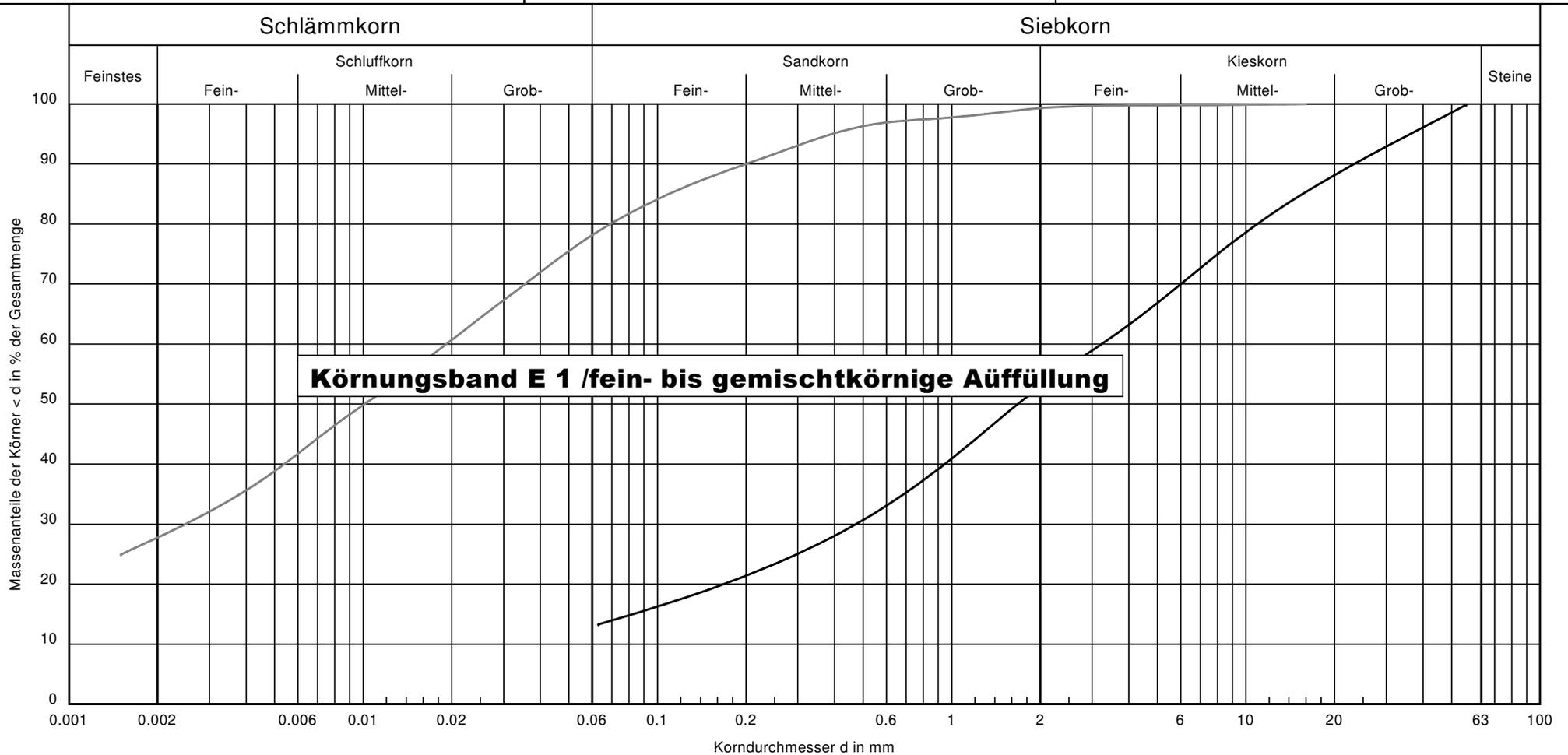
# Korngrößenverteilung

## DIN 18 123

Objekt: Ersatzneubau Gerog-Schwarz-Brücken / BW 2/ in Leipzig  
 Entnahmeort: Brückenbaubereich  
 Prüfungsnr.: BG1282-2\_17-1  
 Probe: Homogenbereich E 1

Bearbeiter: Zipfel

Datum: 12.12.2017



Körnungsbandgrenzen::

obere Grenze

untere Grenze

Bemerkungen:

Bericht:  
 BG1282-2/17  
 Anlage:  
 8.1

Homogenbereiche:

Homogenbereich E 1

Homogenbereich E 1

Erdbaulabor Leipzig GmbH  
 Magdeborner Str. 9  
 04416 Markkleeberg

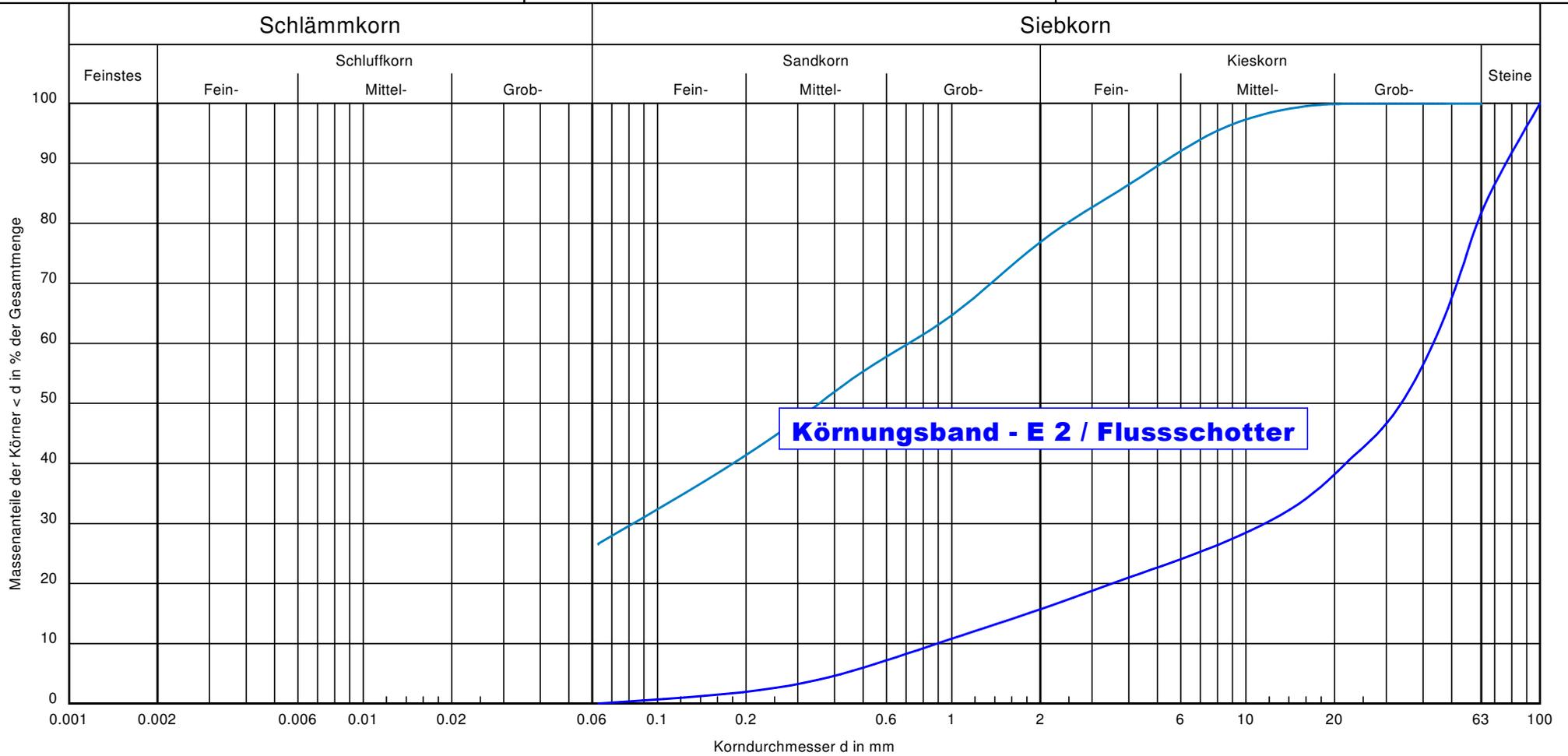
# Korngrößenverteilung

## DIN EN 933-1

Objekt: Ersatzneubau Gerog-Schwarz-Brücken / BW 2/ in Leipzig  
 Entnahmeort: Brückenbaubereich  
 Prüfungsnr.: BG\_1282-2\_17-2  
 Probe: Homogenbereich E 2

Bearbeiter: Zipfel

Datum: 12.12.2017



**Körnungsband - E 2 / Flussschotter**

Körnungsbandgrenzen:

oberer Grenze

untere Grenze

Bemerkungen:

Homogenbereich:

Homogenbereich E 2

Homogenbereich E 2

Bericht:  
 BG1282-2/17  
 Anlage:  
 8.2

Erdbaulabor Leipzig GmbH  
 Magdeborner Str. 9  
 04416 Markkleeberg

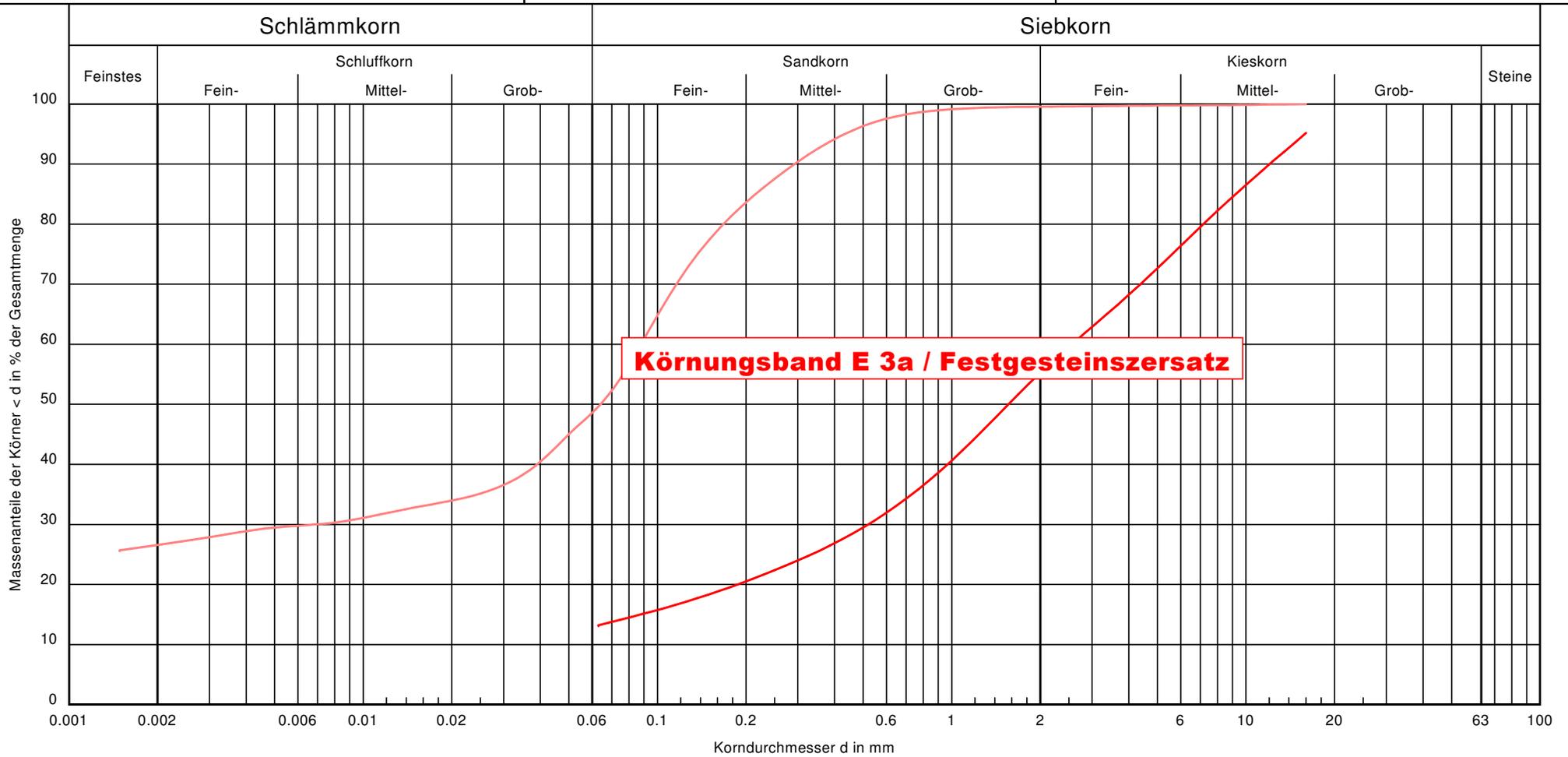
# Korngrößenverteilung

## DIN 18 123

Objekt: Ersatzneubau Gerog-Schwarz-Brücken / BW 2/ in Leipzig  
 Entnahmeort: Brückenbaubereich  
 Prüfungsnr.: BG1282-2-17\_3  
 Probe: Homogenbereich E 3a

Bearbeiter: Zipfel

Datum: 12.12.2017



Körnungsbandgrenzen::	obere Grenze	untere Grenze	Bemerkungen:	Bericht: BG1282-2/17 Anlage: 8.3
Homogenbereiche:	Homogenbereich E 3a	Homogenbereich E 3a		