



**Dipl.-Ing. Steffen Müller**

Öffentlich bestellter und vereidigter

Sachverständiger für Baugrundbeurteilung, Geokunststoffe, Erdbau für Verkehrswege einschließlich Böschungen durch die Industrie- und Handelskammer Dresden, Langer Weg 4, 01239 Dresden

## **Geotechnischer Bericht mit abfallrelevanten Untersuchungen**

<b>Projekt</b>	Berthold-Haupt-Straße zwischen Ulmenstraße und Meußlitzer Straße (HSM 2013)
<b>Auftraggeber</b>	Landeshauptstadt Dresden Dr.-Külz-Ring 19 01067 Dresden
<b>Auftragnehmer</b>	GEPRO Ingenieurgesellschaft für Geotechnik, Verkehrs- und Tiefbau und Umweltschutz mbH
<b>Unser Zeichen</b>	974-003-BER
<b>Bearbeiter</b>	Dipl.-Ing. Steffen Müller Dipl.-Ing. Hans-Martin Schulze
<b>Datum</b>	16.07.2014

Der Bericht umfasst 45 Seiten und 10 Anlagen.

P:\974-14\_Baugrundgutachten Berthold-Haupt-Str\07-Ausgang\003-BER-Geotechnischer Bericht\974-003-BER\_Geotechnischer Bericht.docx

**INHALTSVERZEICHNIS**

	Seite
<b>1</b>	<b>Veranlassung ..... 7</b>
1.1	Vorbemerkungen ..... 7
1.2	Aufgabenstellung ..... 9
<b>2</b>	<b>Beschreibung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse ..... 10</b>
2.1	Lage und Morphologie des Untersuchungsgebietes ..... 10
2.2	Geologische und hydrogeologische Verhältnisse ..... 11
2.3	Ergebnisse der Felduntersuchungen ..... 12
2.3.1	Felduntersuchungen für die Straßenbaumaßnahme ..... 12
2.3.2	Felduntersuchungen für die Ingenieurbauwerke ..... 14
2.4	Ergebnisse der Grundwassermessung sowie Festlegung von Bau- und Bemessungswasserständen ..... 17
2.5	Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen hinsichtlich Betonaggressivität ..... 20
2.5.1	Untersuchungskonzept ..... 20
2.5.2	Untersuchungsumfang der chemischen Analytik ..... 20
2.5.3	Probenahme für die Bewertung des Grundwassers ..... 20
2.5.4	Untersuchungsergebnisse und Bewertung der Betonaggressivität ..... 20
2.6	Ergebnisse der geotechnischen Laboruntersuchungen ..... 21
2.7	Bautechnische Beschreibung des Baugrundes ..... 24
<b>3</b>	<b>Bewertung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse ..... 26</b>
<b>4</b>	<b>Empfehlungen und Hinweise ..... 28</b>
4.1	Hinweise für die bauliche Gestaltung von Verkehrsflächen ..... 28
4.2	Hinweise für die Gründung des südlich der Berthold-Haupt-Straße geplanten Stützbauwerkes ..... 29
4.3	Hinweise für die Gründung der Brücke über den Lockwitzbach ..... 31
4.4	Weitere Hinweise für die Bauausführung ..... 33
<b>5</b>	<b>Ergebnisse der abfallrelevanten Untersuchungen ..... 34</b>
5.1	Untersuchungskonzept ..... 34
5.2	Untersuchungsumfang der chemischen Analytik ..... 35
5.3	Zusammenstellung der Proben ..... 36
5.4	Untersuchungsergebnisse und Bewertung ..... 38
<b>6</b>	<b>Entsorgungskonzept ..... 41</b>
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung ..... 44</b>

## ANLAGENVERZEICHNIS

### Anlage 1 Lagepläne.

Anlage 1.1 „Lageplan mit Eintragung der Ansatzstellen der Baugrundaufschlüsse und Baugrundlängsschnitte im Gleisbereich, in den Kfz-Fahrbahnen und in den Gehbahnen“, MdL 1:1.000, MdH 1:20,  
GEPRO Ingenieurgesellschaft mbH, 11.07.2014. 1 Blatt

Anlage 1.2 „Lageplan mit Eintragung der Ansatzstellen der Baugrundaufschlüsse und Baugrundlängsschnitt für die Brücke über den Lockwitzbach, M 1:100,  
GEPRO Ingenieurgesellschaft mbH, 11.07.2014. 1 Blatt

Anlage 1.3 „Lageplan mit Eintragung der Ansatzstellen der Baugrundaufschlüsse und Baugrundlängsschnitt für die Stützwand südlich der Berthold-Haupt-Straße, MdL 1:250, MdH 1:50,  
GEPRO Ingenieurgesellschaft mbH, 11.07.2014. 1 Blatt

Anlage 2 Schematische Querschnitte für die Stützwand südlich der Berthold-Haupt-Straße, M 1:50,  
GEPRO Ingenieurgesellschaft mbH, 11.07.2014. 2 Blatt

Anlage 3 „Prüfprotokoll; Dynamischer Plattendruckversuch nach TP BF-StB, Teil B 8.3“, Dresden, Berthold-Haupt-Straße zwischen Ulmenstraße und Meußlitzer Straße,  
JoanniKling GmbH, NL Dresden, 20.05.2014 und 24./25.06.2014, [U29]. 1 Blatt

Anlage 4 „Bohrprofile und Schichtenverzeichnisse der Kleinrammbohrungen und Kernbohrungen sowie Messprotokolle der Rammsondierungen“, JoanniKling GmbH, NL Dresden, 20.05.2014 und 24./25.06.2014, [U30]. 49 Blatt

Anlage 5 „Bohrkernfotos der Kernbohrungen“, GEPRO Ingenieurgesellschaft mbH, 24. und 25.06.2014. 4 Blatt

Anlage 6 „Laborprüfbericht 16 - 2014 - 974“, Geotechnisches Labor der GEPRO Ingenieurgesellschaft mbH, 11.07.2014, [U32]. 31 Blatt

Anlage 7 „Probenahmeprotokoll nach LAGA PN 98“, GEPRO Ingenieurgesellschaft mbH, 02.07.2014, [U31]. 3 Blatt



**Anlage 8 Prüfberichte.**

- Anlage 8.1 „Prüfbericht 2202043“,  
SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH, 04.07.2014, [U33]. 2 Blatt
- Anlage 8.2 „Prüfbericht 2202045“,  
SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH, 04.07.2014, [U34]. 5 Blatt
- Anlage 8.3 „Prüfbericht 2202220“,  
SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH, 04.07.2014, [U35]. 2 Blatt
- Anlage 8.4 „Prüfbericht 2207784“,  
SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH, 08.07.2014, [U36]. 3 Blatt
- Anlage 9 Zusammenstellung der Analysenergebnisse von Boden und  
Gegenüberstellung der Zuordnungswerte für Feststoff und Eluat  
gemäß LAGA (TR Boden, Stand 05.11.2004),  
GEPRO Ingenieurgesellschaft mbH, 11.07.2014. 1 Blatt
- Anlage 10 „Lageplan mit Darstellung der Verteilung der Verwertungs- und  
Einbauklassen“, M 1:1.000,  
GEPRO Ingenieurgesellschaft mbH, 11.07.2014. 1 Blatt

**UNTERLAGENVERZEICHNIS**

- [U1] KÖNIGLICHES FINANZMINISTERIUM (Hrsg.): Geologische Spezialkarte des  
Königreiches Sachsen.- Blatt Nr. 67 „Pillnitz-Weißig“, M 1:25.000 nebst Erläute-  
rungsheft, 2. Auflage, Leipzig, 1907/1908.
- [U2] STAATLICHE GEOLOGISCHE KOMMISSION DER DDR, ZENTRALES GEO-  
LOGISCHES INSTITUT: Ingenieurgeologische Karte der DDR.- 4 Blätter „Dres-  
den“, M 1:25.000 nebst Erläuterungsheft, Berlin, 31.05.1963.
- [U3] ZENTRALES GEOLOGISCHES INSTITUT: Hydrogeologische Karte der Deut-  
schen Demokratischen Republik.- Blatt 1209-3/4 „Dresden W / Dresden O“, M  
1:50.000, Berlin, 1983.
- [U4] LANDESHAUPTSTADT DRESDEN, AMT FÜR UMWELTSCHUTZ: Umweltatlas  
der Landeshauptstadt Dresden.- Dresden, Stand: August 2002.
- [U5] LANDESHAUPTSTADT DRESDEN, AMT FÜR UMWELTSCHUTZ: Stadtkarte  
2006, Oberirdische Gewässer mit rechtlich festgesetzten Überschwemmungsge-  
bieten.- Dresden, 5. aktualisierte Ausgabe, November 2006.



- [U6] STADTVERMESSUNGSAMT, RATH ZU DRESDEN: Historische Flurkarten, Stadtpläne und Stadtkarten, insbesondere „Stadtplan von Dresden“.- M 1:10.000, Jahrgänge 1927 und 1941.
- [U7] FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESEN E. V.: ZTV E-StB 09; Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau.- Köln, Ausgabe 2009.
- [U8] FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESEN E. V.: ZTV A-StB 97; Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen.- Köln, Ausgabe 1997.
- [U9] FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESEN E. V.: ZTV SoB-StB 04; Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau.- Köln, Ausgabe 2004, Fassung 2007.
- [U10] FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESEN E. V.: RStO 12; Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen.- Köln, Ausgabe 2012.
- [U11] FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESEN E. V.: RAS-Ew; Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Entwässerung.- Köln, Ausgabe 2005.
- [U12] FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESEN E. V.: Merkblatt für die Verdichtung des Untergrundes und Unterbaues im Straßenbau.- FGSV-Heft 516, FGSV Verlag GmbH, Köln, 2003.
- [U13] FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESEN E. V., ARBEITSGRUPPE ERD- UND GRUNDBAU: M GUB; Merkblatt über geotechnische Untersuchungen und Berechnungen im Straßenbau.- 2004.
- [U14] LANDESHAUPTSTADT DRESDEN, STRASSEN- UND TIEFBAUAMT: TR Stra Dresden; Technisches Regelwerk für Straßenbauarbeiten in Dresden.- Dresden, 2011.
- [U15] Kreislaufwirtschaftsgesetz - KrWG.- 24.02.2012 (BGBl. I S.212), zuletzt geändert am 22.05.2013 (BGBl. I S. 1324).
- [U16] Verordnung zur Umsetzung des Europäischen Abfallverzeichnisses - Abfallverzeichnis-Verordnung - AVV.- 10.12.2001 (BGBl. I.S. 3379), zuletzt geändert am 24.02.2012 BGBl. I S. 212).
- [U17] Verordnung über die Nachweisführung bei der Entsorgung von Abfällen - Nachweisverordnung - NachwV.- 20.10.2006 (BGBl. I S. 2298), zuletzt geändert am 05.12.2013 (BGBl. I S. 4043).

- [U18] MITTEILUNG DER LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT ABFALL (LAGA) 20:  
Anforderung an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen  
- Technische Regeln -,  
- Allgemeiner Teil vom 06.11.2003,  
- Teil II: Technische Regeln für die Verwertung 1.2 Bodenmaterial (TR Boden) vom 05.01.2004 und  
- Teil III: Probenahme und Analytik“ vom 05.11.2004.
- [U19] MITTEILUNG DER LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT ABFALL (LAGA) 32:  
LAGA PN 98, Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen chemischen und biologischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Verwertung/Beseitigung von Abfällen.- Erich Schmidt Verlag GmbH & Co., 2002.
- [U20] FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESSEN E. V., ARBEITSGRUPPE ASPHALTSTRASSEN: RuVA-StB 01; Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau - Ausgabe 2001, Fassung 2005.
- [U21] LANDESHAUPTSTADT DRESDEN, STRASSEN UND TIEFBAUAMT: Informationsschreiben zu Neuregelungen hinsichtlich der Abfalldекlaration Ausbauasphalt bei künftigen Baumaßnahmen des STA.- Dresden, 16.01.2012.
- [U22] SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT: Vorläufige Hinweise zum Einsatz von Baustoffrecyclingmaterial.- Dresden, 11.01.2006.
- [U23] SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT: Verlängerung der vorläufigen Hinweise zum Einsatz von Baustoffrecyclingmaterial.- Dresden, 13.12.2012.
- [U24] LANDESHAUPTSTADT DRESDEN: Grundwasserstände und Grundwasserflurabstände in Dresden, Messstelle: 5493, Meußlitz, Gondelweg,  
URL:[http://stadtplan.dresden.de\\_\(S\(dp3253bv5kdihnfznr2n5klp\)\)\\_project/...](http://stadtplan.dresden.de_(S(dp3253bv5kdihnfznr2n5klp))_project/...),  
Dresden, 03.07.2014

#### Objektbezogene Unterlagen

- [U25] DRESDNER VERKEHRSBETRIEBE AG: Regelquerschnitte Berthold-Haupt-Straße, M 1:50, Juni 1993, übergeben per E-Mail am 01.07.2013 und 05.07.2013.
- [U26] GEPRO INGENIEURGESELLSCHAFT MBH: Beweissicherung zu Schäden in Folge der Flutereignisse im Juni 2013, Maßnahme Nr. 1.5, Straßen-, Gleis- und Fahrleitungsanlagen der Berthold-Haupt-Straße zwischen Am Alten Elbarm und August-Röckel-Straße.- Dresden, 11.10.2013.



- [U27] DRESDNER VERKEHRSBETRIEBE AG: Übersichtslageplan „Hochwasserschadensbeseitigung Berthold-Haupt-Straße, zwischen Am Alten Elbarm und August Röckel-Straße“. - M 1:1.000, digital übergeben von der Dresdner Verkehrsbetriebe AG am 23.06.2014.
- [U28] OBERMEYER PLANEN UND BERATEN GMBH: Lageplan „LHP Berthold-Haupt-Straße“, digital übergeben von der Obermeyer Planen & Beraten GmbH am 22.05.2014.
- [U29] JOANNIKLING GMBH, NL DRESDEN: Prüfprotokoll; Dynamischer Plattendruckversuch nach TP BF-StB, Teil B 8.3, Dresden, Berthold-Haupt-Straße zwischen Ulmenstraße und Meußlitzer Straße.- Dresden, 24. und 25.06.2014.
- [U30] JOANNIKLING GMBH, NL DRESDEN: Bohrprofile und Schichtenverzeichnisse der Kleinrammbohrungen und Kernbohrungen.- Dresden, 24. und 25.06.2014.
- [U31] GEPRO INGENIEURGESELLSCHAFT MBH: Probenahmeprotokoll nach LAGA PN 98.- Dresden, 02.07.2014.
- [U32] GEPRO INGENIEURGESELLSCHAFT MBH: Laborprüfberichte 16 - 2014 - 974.- Dresden, 11.07.2014.
- [U33] SGS INSTITUT FRESENIUS GMBH: Prüfbericht 2202043.- Espenhain, 04.07.2014.
- [U34] SGS INSTITUT FRESENIUS GMBH: Prüfbericht 2202045.- Espenhain, 04.07.2014.
- [U35] SGS INSTITUT FRESENIUS GMBH: Prüfbericht 2202220.- Espenhain, 04.07.2014.
- [U36] SGS INSTITUT FRESENIUS GMBH: Prüfbericht 2207784.- Espenhain, 08.07.2014.

## **1 Veranlassung**

### **1.1 Vorbemerkungen**

Die Landeshauptstadt Dresden beabsichtigt, im Zusammenhang mit der Beseitigung von Hochwasserschäden die Berthold-Haupt-Straße zwischen Ulmenstraße und Meußlitzer Straße grundhaft zu erneuern. Zusätzlich soll die Brücke über den Lockwitzbach durch einen Ersatzneubau mit größerem Durchflussquerschnitt ersetzt werden. Außerdem ist zur Sicherung eines südlich der Berthold-Haupt-Straße gelegenen Geländesprunges die Errichtung eines Stützbauwerkes geplant.



Die Landeshauptstadt Dresden hatte die GEPRO Ingenieurgesellschaft mbH (GEPRO) am 28.04.2014 dementsprechend beauftragt, für das Bauvorhaben „Berthold-Haupt-Straße zwischen Ulmenstraße und Meußlitzer Straße in Dresden“ ein Baugrundgutachten mit abfallrelevanten Untersuchungen zu erstellen. Am 05.06.2014 wurde diese Baugrunduntersuchungen auf den Ersatzneubau der Brücke über den Lockwitzbach sowie auf das südlich der Berthold-Haupt-Straße geplante Stützbauwerk erweitert.

Zur Beurteilung der in den umzubauenden Gleis-, Kfz-Fahrbahn- und Gehbahnbereichen vorhandenen Untergrundeigenschaften sollten die Verformungsmodule in Höhe des Planums und die Frostsicherheit der Böden unterhalb des Planums beurteilt werden. Außerdem waren die beim Umbau voraussichtlich anfallenden Aushubmassen vor Beginn der Bauarbeiten gemäß LAGA-Mitteilung 20 [U18] bzw. gemäß RuVA-StB 01 [U20] zu untersuchen.

Weil die Planwerke mit den unterschiedlichen Höhensystemen

- HN 76 = m HN (= Meter Höhennull),
- NN (Dresden) = m NN (= Meter Normalnull) und
- DHHN 92 = m NHN (= Meter Normalhöhennull)

hantieren, wurden diese Angaben ohne Änderung zitiert bzw. unmittelbar übernommen. Zur Umrechnung zwischen den Höhensystemen können für Überschlagszwecke im Stadtgebiet Dresden folgende Näherungen verwendet werden:

- HN 76 + ca. 135 mm = NN (Dresden),
- HN 76 + ca. 140 mm = DHHN 92 und
- NN (Dresden) + ca. 5 mm = DHHN 92.

Seit 1993 wird deutschlandweit auf das Deutsche Haupthöhennetz DHHN 92 umgestellt, so dass neue Planungen nach Möglichkeit DHHN 92 verwenden sollten.

Weil Baugrundaufschlüsse und Probenahmen nur punktuell sind, lassen sich durch diese Schichtgrenzen und Schichtenverlauf sowie typische Materialeigenschaften nur näherungsweise erfassen. Von den aus den untersuchten Stellen gewonnenen Informationen hat GEPRO auf die benachbarten, nicht durch Aufschlüsse untersuchten Bereiche gefolgert. Seitens GEPRO wird jedoch ausdrücklich darauf hingewiesen, dass Aufschlüsse in Boden und Fels gemäß DIN 4020 als Stichproben zu bewerten sind. Die davon abgeleiteten Schlussfolgerungen für dazwischen liegende Bereiche können trotz großer Sorgfalt nur als Wahrscheinlichkeitsaussagen betrachtet werden, bei denen ein Baugrundrisiko (Restrisiko) verbleibt. Sofern im Zuge weiterer Arbeiten Baugrundverhältnisse festgestellt werden, deren Beschaffenheit von den durch GEPRO erkundeten bzw. festgestellten Verhältnissen abweicht, sollte GEPRO umgehend informiert und gegebenenfalls erneut konsultiert werden.

Das vorliegende Gutachten beschränkt sich in seinen Aussagen auf die Baugrund- und abfallrelevanten Verhältnisse des Straßenbauvorhabens „Berthold-Haupt-Straße zwischen Ulmenstraße und Meußlitzer Straße in Dresden“ sowie für die beiden zugehörigen Ingenieurbauwerke der Brücke über den Lockwitzbach sowie des Stützbauwerkes südlich der Berthold-Haupt-Straße und besitzt nur für diese Gültigkeit.

## 1.2 Aufgabenstellung

Der zu untersuchende Straßenabschnitt der Berthold-Haupt-Straße ist ca. 360 m lang.

Die Anzahl der Aufschlüsse wurde in Anlehnung an Abschnitt 2.2 der ZTVE-StB 09 [U7] sowie gemäß Teil III der LAGA 20 [U18] gewählt. Für Linienbauwerke soll diesen zufolge der Abstand der Probenahmepunkte bei Baugrunduntersuchungen etwa 100 m und bei abfallrelevanten Untersuchungen zwischen 50 m und 200 m betragen. Bei der gewählten Anordnung von insgesamt 4 Aufschlüssen je Verkehrstreifen ergibt sich ein mittlerer Abstand von ca. 90 m. Somit sind die Forderungen der ZTV E-StB und der LAGA 20 eingehalten.

Prinzipiell sollten für die Deklaration von Abfällen und Aushubmassen in Anlehnung an die LAGA 32 (LAGA PN 98) [U19] Mischproben aus mindestens 4 Einzelproben gebildet und diese gemäß den geltenden Vorschriften [U18] und [U20] analysiert und bewertet werden.

Bei den Baugrundaufschlüssen war folgende Vorgehensweise geplant:

### 1. Aufschlüsse und Probenahmen im Gleisbereich

Im Zusammenhang mit einer Beweissicherung [U26] von Hochwasserschäden wurden 2013 im zu untersuchenden Abschnitt bereits 4 je 1 m tiefe Schurfe angelegt. Diese Aufschlüsse werden im vorliegenden Gutachten mit verwertet.

### 2. Aufschlüsse und Probenahmen im Kfz-Fahrbahnbereich

Aufgrund der geringen Breite der Berthold-Haupt-Straße existieren neben den Gleisen keine gesonderten Kfz-Fahrbahnen.

Sowohl in der nördlichen als auch in der südlichen Kfz-Fahrbahn waren jeweils 2 Aufschlüsse als KRB von 2,5 m Tiefe vorgesehen. Aufgrund des dichten Leitungsbestandes und der benachbarten Aufschlüsse in der Gehbahn wurde auf das Anlegen des Aufschlusses KRB F3 verzichtet.

Zur Beurteilung des Planums waren in allen 3 Kfz-Fahrbahn-Aufschlüssen Messungen der Verformungsmodule mit dem leichten Fallgewichtsgerät geplant. Somit waren die oberen Bereiche aller 3 Aufschlüsse mittels Handschurf zu öffnen und für die Tragfähigkeitsmessungen aufzubereiten.

### 3. Aufschlüsse und Probenahmen für den Ersatzneubau der Brücke über den Lockwitzbach

Auf jeder Widerlagerseite war je ein Aufschluss als Rammkern- oder Rotationstrockenkernbohrung von 15 m Tiefe vorgesehen.

Zusätzlich sollten zur Ermittlung von Lagerungsdichte und Rammbarkeit 2 schwere Rammsondierungen von ebenfalls 15 m Tiefe ausgeführt werden. Sollten diese wegen zu hohen Rammwiderständen nicht die Zieltiefe erreichen, sollten in den Bohrlöchern ersatzweise Bohrlochsondierungen erfolgen.



#### 4. Aufschlüsse und Probenahmen für das Stützbauwerk südlich der Berthold-Haupt-Straße

Für das geplante Stützbauwerk waren am Fuß des Geländesprunges 2 Kleinrammbohrungen (KRB) von je 6 m Tiefe und an der Geländesprungschulter 2 weitere KRB von je 8 m beabsichtigt. Zuvor sollte an den Stationen der 4 KRB je eine schwere Rammsondierung von ebenfalls 6 m bzw. 8 m Tiefe hergestellt werden.

Alle Feldarbeiten wurden mit Ausnahme der beschriebenen Abweichungen vorgabegemäß umgesetzt.

## **2 Beschreibung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse**

### **2.1 Lage und Morphologie des Untersuchungsgebietes**

Die Berthold-Haupt-Straße in Dresden beginnt an der Pirnaer Landstraße und führt in nahezu östliche Richtung mit einer nahezu geraden Linienführung, die nur durch einen markanten Knick auf halber Länge der Straßenlänge unterbrochen ist, bis zur Straße Kleinzschachwitzer Ufer.

Der zu beurteilende Straßenabschnitt der Berthold-Haupt-Straße erstreckt sich von der Kreuzung mit der Ulmenstraße bis etwa zur Kreuzung mit der Meußlitzer Straße und weist eine Länge von ca. 360 m auf. Er umfasst das den Knick enthaltende Mittelstück der Berthold-Haupt-Straße. Nahe diesem Knick überquert die Straße den Lockwitzbach mit einer niedrigen einbogigen Gewölbebrücke.

Die den Untersuchungsabschnitt begrenzenden Straßen Ulmenstraße und Meußlitzer Straße verlaufen parallel dem Lockwitzbach auf Geländen, die gegenüber der flachen Talsenke des Lockwitzbaches um etwa 2 bis 3 m höher liegen.

Die Straßenoberkante der Berthold-Haupt-Straße liegt an der Kreuzung mit der Ulmenstraße bei 115,25 m NHN. Von dort fällt die Straße bis zur Lockwitzbachbrücke auf 114,50 m NHN ab und steigt bis zur Kreuzung mit der Meußlitzer Straße wieder auf 115,50 m NHN an.

Die Taleinsenkung des Lockwitzbaches lässt sich in etwa zwischen dem unweit der Ulmenstraße verlaufenden Lockwitzbachweg und der Brücke über den Lockwitzbach ausmachen. Auf diesem etwa 100 m langen Straßenstück wird die ansonsten in Geländegleichlage befindliche Berthold-Haupt-Straße auf einem niedrigen, bis zu etwa 1,5 m hohen Dammkörper geführt.

Der Straßenzug der Berthold-Haupt-Straße bestand spätestens seit dem 18. Jahrhundert als Land- bzw. Dorfstraße, welche die Dörfer Leuben und Kleinzschachwitz miteinander verband. Mit der Urbanisierung im ausgehenden 19. Jahrhundert entstanden entlang der Berthold-Haupt-Straße (bis 1945 Königsallee) einzeln stehende Wohngebäude in zumeist lockerer Bebauung.

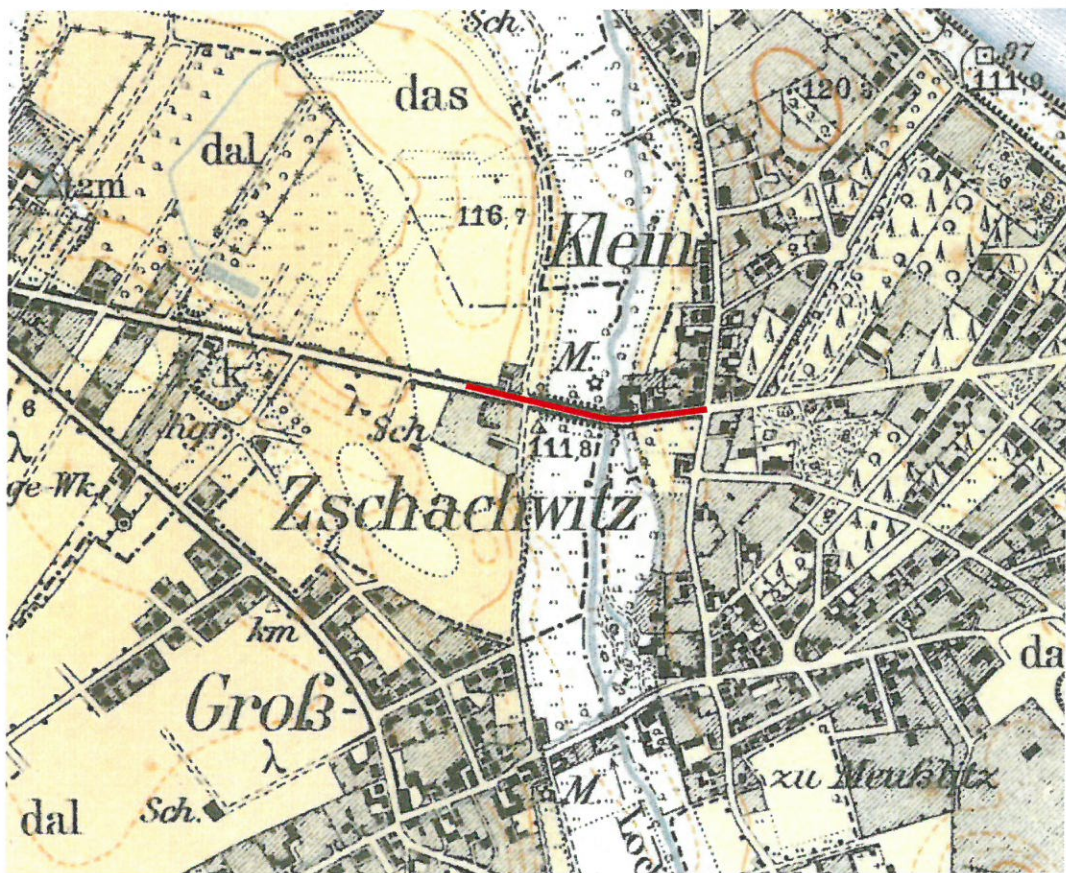
Seit den 1930er Jahren gibt es auf der Berthold-Haupt-Straße Straßenbahnverkehr.



## 2.2 Geologische und hydrogeologische Verhältnisse

Für die Beschreibung der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse der Umgebung wurden die für das Stadtgebiet Dresden detailliert aussagefähigen Unterlagen [U1] und [U2] ausgewertet.

Das nachstehende Bild 1 zeigt den zu bewertenden Abschnitt der Berthold-Haupt-Straße auf einem Auszug aus der Geologischen Karte [U1] aus dem Jahr 1908. Demnach stehen im Nahbereich der Straßenbrücke über den Lockwitzbach vorwiegend Auelehme der Elbe an. Östlich und westlich davon sind vorwiegend Talsande („das“ gemäß [U1]) zu erwarten, an die sich weiter westlich sandige Tallehme („dal“) anschließen.



**Bild 1** Ausschnitt aus der Geologischen Karte [U1] mit roter Markierung des zu betrachtenden Abschnittes der Berthold-Haupt-Straße zwischen der Ulmenstraße und der Meußlitzer Straße.

In der aus dem Jahr 1963 stammenden Baugrundkarte von [U2] werden die Baugrundverhältnisse systematisch für die beiden Tiefenbereiche „0,0 bis 2,0 m unter Gelände“ und „tiefer als 2,0 m unter Gelände“ ausgewiesen.

Für den Bereich der Berthold-Haupt-Straße zwischen der Ulmenstraße und der Meußlitzer Straße gibt [U2] an, dass bis in eine Tiefe von 2,0 m unter Gelände „tonig-sandige Lehme, zum Teil mit Geschieben“ und tiefer als 2,0 m unter Gelände „unregelmäßig gelagerte Kiese verschiedener Korngrößen“ anstehen.



Gemäß der Wasserkarte von [U4] liegt der mittlere Grundwasserspiegel im Bereich zwischen Ulmenstraße und Meußlitzer Straße bei weniger als 5,0 m unter Gelände. Die mittleren Grundwasserstände sind in [U4] im gesamten Bereich mit 110 m NN angegeben.

Bedingt durch die Gestaltung der Berthold-Haupt-Straße als öffentlicher Straßenraum und die Verlegung von Medienleitungen in diesem, dürften in den obersten 1 bis 2 m der Straße nicht mehr die geogen ursprünglichen, in [U1] und [U2] beschriebenen Bodenverhältnisse bestehen.

## 2.3 Ergebnisse der Felduntersuchungen

### 2.3.1 Felduntersuchungen für die Straßenbaumaßnahme

Zur Baugrunderkundung für die Straßenbaumaßnahme „Berthold-Haupt-Straße zwischen der Ulmenstraße und der Meußlitzer Straße“ wurden

- 1 Schurf (Sch) von 1,0 m Tiefe im Gleisbereich,
- 3 Kleinrammbohrungen (KRB) von 2,5 m Tiefe in den Kfz-Fahrbahnen und
- 3 KRB von 2,0 m Tiefe in den Gehbahnen

hergestellt.

Der für das Stützbauwerk dienende Aufschluss KRB S01 wurde so platziert, dass er auch zur Beurteilung der Gehbahn genutzt werden konnte. An ihm wurde auch der Verformungsmodul gemessen.

An allen Aufschlussstandorten in den Kfz-Fahrbahnen und Gehbahnen wurden Messungen des Verformungsmoduls mit dem leichten Fallgewichtsgesetz durchgeführt. Für die Durchführung der Messungen wurden die oberen Horizonte der KRB-Standorte vor dem Bohren mittels Handschürfen geöffnet und deren Schurfsohlen aufbereitet (= geebnet).

Die gewählte Bezeichnung der Aufschlüsse setzt sich aus der Aufschlussart (hier: KRB für Kleinrammbohrung, KB für Kernbohrungen, Sch für Schurf und DPH für schwere Rammsondierungen), dem Ort des Aufschlusses (hier: Gl für Gleisbereich und F für Kfz-Fahrbahn, G für Gehbahn, B für Brücke und S für Stützwand) und einer innerhalb des Aufschlussortes fortlaufenden Nummerierung (hier: 1 bis 2, bzw. 1 bis 4) zusammen.

Die Standorte der Aufschlüsse sind in den Lageplänen von **Anlage 1** eingetragen.

#### Kleinrammbohrungen in den Kfz-Fahrbahnen und Gehbahnen

Die Schichtenprofile der Kleinrammbohrungen sind in der **Anlage 4** enthalten. Die Schichtungen sind zusätzlich im Kapitel 2.7 beschrieben und in der **Anlage 1** als Baugrundlängsschnitt zeichnerisch dargestellt.

Grundwasser wurde bei keiner der 7, nur 2,0 m bis 2,5 m tiefen KRB erbohrt.

### Messung des Verformungsmoduls

Es wurden in allen 3 Aufschlüssen in den Kfz-Fahrbahnen sowie in allen 4 Aufschlüssen in den Gehbahnen Messungen des Verformungsmoduls mit dem leichten Fallgewichtsgerät nach TP BF-StB Teil 8.3 durchgeführt.

Das zugehörige Messprotokoll ist in der **Anlage 3** zu finden.

Die nachfolgende Tabelle 1 listet die Ergebnisse der Messungen des Verformungsmoduls auf. Hier sind auch die bereits 2013 erhaltenen Messergebnisse von [U26] mit aufgeführt.

Tabelle 1 Ergebnisse der Messungen des Verformungsmoduls.

Bezeichnung des Aufschlusses	Seite am Fahrbahnrand (mit Blick nach stadtauswärts)	Messtiefe unter Geländeoberkante (GOK)	in Ebene der Tragfähigkeitsmessung erkundete Bodenart	Verformungsmodul	
				E <sub>vd</sub> gemessen	E <sub>v2</sub> anhand von E <sub>vd</sub> geschätzt *
Kfz Fahrbahnen					
KRB F1	südlich + rechts	0,60 m	A, Schottertragschicht	68,0 MN/m <sup>2</sup>	> 120 MN/m <sup>2</sup>
KRB F2	nördlich + links	0,80 m	A, Sand	28,4 MN/m <sup>2</sup>	> 45 MN/m <sup>2</sup>
KRB F4	nördlich + links	0,60 m	A, Schottertragschicht	67,6 MN/m <sup>2</sup>	> 120 MN/m <sup>2</sup>
Kfz-Fahrbahn / Gleisbereich Ergebnisse von 2013 aus [U26]					
1.5 S1	nördlich + links	0,55 m	A, Schottertragschicht	33,4 MN/m <sup>2</sup>	< 150 MN/m <sup>2</sup>
1.5 S2	nördlich + links	0,34 m	A, Schottertragschicht	41,3 MN/m <sup>2</sup>	< 150 MN/m <sup>2</sup>
1.5 S3	südlich + rechts	0,50 m	A, Schottertragschicht	43,9 MN/m <sup>2</sup>	< 150 MN/m <sup>2</sup>
1.5 S4	südlich + rechts	0,47 m	A, Schottertragschicht	40,5 MN/m <sup>2</sup>	< 150 MN/m <sup>2</sup>
Gehbahnen					
KRB G1	nördlich + links	0,40 m	A, Sand	7,9 MN/m <sup>2</sup>	< 45MN/m <sup>2</sup>
KRB S01	südlich + rechts	0,40 m	A, Sand	45,0 MN/m <sup>2</sup>	> 45MN/m <sup>2</sup>
KRB G3	nördlich + links	0,40 m	A, Sand	51,5 MN/m <sup>2</sup>	> 45MN/m <sup>2</sup>
KRB G4	südlich + rechts	0,40 m	A, Schottertragschicht	35,1 MN/m <sup>2</sup>	> 45MN/m <sup>2</sup>

\* Für die Umrechnung des dynamischen Verformungsmoduls  $E_{vd}$  in den statischen Verformungsmodul  $E_{v2}$  existiert keine einheitliche, allgemein verbindliche Korrelation. Obwohl für die vorhandenen Böden auch keine spezielle Korrelation ermittelt werden konnte, so können doch als eine grobe Näherung die im Anhang 14 von [U8] enthaltenen Vergleichswerte zu Grunde gelegt werden. Hier entspricht ein  $E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$  einem  $E_{vd} = 25 \text{ MN/m}^2$ .

Gemäß ZTVE-StB 09 ist auf dem Planum ein Verformungsmodul von mindestens  $E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$  erforderlich.

In den 3 Aufschlüssen in der Kfz-Fahrbahn der Berthold-Haupt-Straße wurden in der für die Messung des Verformungsmoduls gewählten Tiefenlage von ca. 0,60 m bzw. 0,80 m unter Geländeoberkante (GOK) Auffüllungen aus einer Schottertragschicht bzw. Auffüllungen aus Sanden erkundet. Die gemessenen Werte in der Schottertragschicht betragen  $E_{vd} = 68,0$



$\text{MN/m}^2$  und  $E_{vd} = 67,6 \text{ MN/m}^2$  und zeigen folglich einen Verformungsmodul  $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$  an.

Die Ebene 0,60 m unter GOK entspricht etwa der Ebene der Oberkante FSS. In dieser Ebene ist einen  $E_{v2}$ -Wert  $\geq 120 \text{ MN/m}^2$  nachzuweisen. Somit ist an den beiden Aufschlüssen KRB F1 und KRB F4 in Höhe der Frostschichtoberkante eine ausreichende Tragfähigkeit vorhanden.

Der Aufschluss KRB F2 wurde in Näherung zu einer unterirdischen Gasleitung angelegt. Hier wurde die Messung unterhalb der Trag- und Frostschutzschicht auf dem Planum ausgeführt. Auf dem Planum ist ein Verformungsmodul  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  bzw.  $E_{vd} \geq 25 \text{ MN/m}^2$  nachzuweisen. Somit wurde hier in dieser Ebene der geforderte Verformungsmodul erreicht.

Bewertung der Messungen des Verformungsmoduls auf der Oberfläche der ungebundenen Tragschicht von 2013 aus [U25].

Die 2013 gemessenen Verformungsmodule wurden unmittelbar unterhalb der Asphalttragschicht auf der Oberfläche der ungebundenen Tragschicht bestimmt. Hier ist ein Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 150 \text{ MN/m}^2$  erforderlich, was in etwa einem  $E_{vd} \geq 75 \text{ MN/m}^2$  entspricht. Weil die Messwerte zwischen  $E_{vd} = 33,4 \text{ MN/m}^2$  und  $E_{vd} = 43,9 \text{ MN/m}^2$  schwanken, wurde bei allen 4 Messungen von 2013 der geforderte Wert nicht erreicht.

Bei den 4 Aufschlüssen in den Gehbahnen wurden etwa in Höhe des Planums überwiegend aufgefüllte schwach schluffigen bis schluffigen Sanden aufgeschlossen. Die Messwerte betrugen hier  $E_{vd} = 7,9 \text{ MN/m}^2$ ,  $E_{vd} = 35,1 \text{ MN/m}^2$ ,  $E_{vd} = 45,0 \text{ MN/m}^2$  und  $E_{vd} = 51,5 \text{ MN/m}^2$ . Somit wurde nur beim Aufschluss KRB G1 der geforderte Verformungsmodul  $E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$  – er entspricht etwa  $E_{vd} = 25,0 \text{ MN/m}^2$  – nicht erreicht.

Wegen der hier vorhandenen Sande sollte jedoch die geforderte Tragfähigkeit mittels Nachverdichten zu erreichen sein. Sollte der geforderte Verformungsmodul wider Erwarten auch durch Nachverdichten nicht erreicht werden können, wird ein lokaler Bodenaustausch mit gut verdichtbarem Material mit einer Dicke von mindestens 15 cm vorgeschlagen.

### 2.3.2 Felduntersuchungen für die Ingenieurbauwerke

Zur Baugrunderkundung für die beiden Ingenieurbauwerke wurden

- 4 Kleinrammbohrungen (KRB) von 6 m bzw. 8 m Tiefe und
- 2 Kernbohrungen (KB) von 15 m Tiefe

hergestellt.

Zusätzlich wurden zur Bestimmung von Lagerungsdichte und Rammbarkeit an diesen 6 Aufschlussstellen schwere Rammsondierungen ausgeführt.

#### Kleinrammbohrungen und Kernbohrungen für die Ingenieurbauwerke

Die Schichtenprofile der Kleinrammbohrungen und Kernbohrungen sind in der **Anlage 4** enthalten. Die Bohrkernfotos der Kernbohrungen sind als **Anlage 5** beigelegt. Die Schichtungen sind zusätzlich im Kapitel 2.7 beschrieben und in der **Anlage 1** als Baugrundlängsschnitt zeichnerisch dargestellt.

Grundwasser wurde bei allen 6 Aufschlüssen erbohrt. Bedingt durch die unterschiedliche Ansatzhöhe schwankt die Tiefe des Wasserspiegels zwischen 1,32 m bis 3,16 m unter Geländeoberkante (GOK).

### Rammsondierungen

In unmittelbarer Nachbarschaft der KRB S01 bis KRB S04 sowie der KB B01 und KB B02 wurden zeitlich vor den KRB bzw. KB die schweren Rammsondierungen DPH S01 bis DPH 04 bzw. DPH B01 und DPH B02 hergestellt. Die Protokolle der 6 schweren Rammsondierungen sind in der **Anlage 4** enthalten. Da bei den Aufschlüssen DPH B01 und DPH B02 die gewünschte Endtiefe von 15 m aufgrund des hohen Eindringwiderstandes nicht erreicht wurde, wurden hier in den nicht erramten Stellen 2 Bohrlochrammsondierungen (BDP) in den Bohrlochern ausgeführt. Sie sind in den Protokollen von **Anlage 4** als SPT (Standard Penetration Test) bezeichnet.

In der folgenden Tabelle 2 ist für die im Bauobjekt vorhandenen Sande und Kiese der Zusammenhang zwischen den Schlagzahlen der schweren Rammsonde bzw. der Bohrlochrammsonde und der Lagerungsdichte aufgezeigt.

Tabelle 2 Lagerungsdichte von SE und SW/GW in Abhängigkeit von den Schlagzahlen  $N_{10, DPH}$ .

Verbale Beschreibung der Lagerungsdichte	Lagerungsdichte D für nichtbindige Böden mit $C_u > 3$ gemäß Anhang A1 der EAB	$N_{10, DPH}$ von		$N_{30, BDP}$ von
		SE mit $C_u > 3$	SW/GW mit $C_u > 6$	SW/GW mit $C_u > 6$
sehr locker	$D < 0,20$	0 - 2	0 - 4	0 - 4
locker	$0,20 < D \leq 0,45$	3 - 8	5 - 14	5 - 15
mitteldicht	$0,45 < D \leq 0,65$	9 - 23	15 - 40	16 - 42
dicht	$0,65 < D \leq 0,90$	24 - 83	41 - 100	43 - 100
sehr dicht	$0,90 < D$	> 83	> 93	-

In der nachfolgenden Tabelle 3 sind die wesentlichen Ergebnisse der 6 Rammsondierungen und Bohrlochsondierungen wiedergegeben. Deren Aussagen zu den Lagerungsdichten wurden anhand der Schlagzahlen und unter Berücksichtigung der in [U30] dokumentierten Bodenansprachen abgeleitet.

In Auswertung der ausgeführten Laborversuche [U32] hat GEPRO dabei den geogenen Sanden und den geogenen Kiesen einheitlich ein  $C_u > 6$  zugewiesen.



Tabelle 3 Ergebnisse der Rammsondierungen.

Bezeichnung	Tiefenbereich unter GOK	Schlagzahlen (DPH) je 10 cm bzw. (BDP) je 30 cm	Bodenart	Aus den Schlagzahlen gefolgerte Lagerungsdichte
DPH S01 bei KRB S01	0,00 m - 1,20 m	-	Handschachtung	-
	1,20 m - 2,60 m	1 - 4	geogener Sand	sehr locker
	2,60 m - 3,90 m	6 - 11	geogener Schluff	steif bis halbfest <sup>1)</sup>
	3,90 m - 8,00 m	6 - 24	geogener Kies	locker bis mitteldicht
DPH S02 bei KRB S02	0,00 m - 0,90 m	4 - 7	geogener Sand	locker
	0,90 m - 2,20 m	1 - 4	geogener Schluff	steif bis halbfest <sup>1)</sup>
	2,20 m - 3,20 m	8 - 24	geogener Kies	locker bis mitteldicht
	3,20 m - 7,00 m	6 - 12	geogener Sand	locker
DPH S03 bei KRB S03	0,00 m - 1,20 m	-	Handschachtung	-
	1,20 m - 1,70 m	5 - 7	Auffüllung aus Sand	locker
	1,70 m - 2,50 m	2 - 4	geogener Sand	sehr locker
	2,50 m - 3,80 m	2 - 6	geogener Schluff	steif bis halbfest <sup>1)</sup>
	3,80 m - 4,90 m	19 - 33	geogener Sand	mitteldicht
	4,90 m - 9,00 m	4 - 18	geogener Sand	locker bis mitteldicht
DPH S04 bei KRB S04	0,00 m - 1,40 m	5 - 8	geogener Sand	locker
	1,40 m - 2,60 m	2 - 12	geogener Schluff	steif bis halbfest <sup>1)</sup>
	2,60 m - 4,00 m	10 - 36	geogener Kies	mitteldicht
	4,00 m - 8,00 m	5 - 22	geogener Sand	locker bis mitteldicht
DPH B01 bei KB B01	0,00 m - 1,70 m	2 - 8	Auffüllung aus Sand	sehr locker bis locker
	1,70 m - 5,00 m	2 - 7	geogener Schluff	steif bis halbfest <sup>1)</sup>
	5,00 m - 6,30 m	19 - 57	geogener Kies	mitteldicht bis dicht
	6,30 m - 8,50 m	4 - 12	geogener Kies	locker
	8,50 m - 12,00 m	12 - 100	geogener Kies	mitteldicht bis dicht
	12,15 m - 12,45 m	40	geogener Kies	mitteldicht
	14,65 m - 14,90 m	60	geogener Kies	dicht
DPH B02 bei KB B02	0,00 m - 2,50 m	1 - 7	Auffüllung aus Schluff	sehr locker bis locker
	2,50 m - 4,60 m	2 - 7	geogener Schluff	steif bis halbfest <sup>1)</sup>
	4,60 m - 5,00 m	4 - 8	geogener Kies	locker
	5,00 m - 6,60 m	14 - 51	geogener Kies	mitteldicht bis dicht
	6,60 m - 8,60 m	4 - 12	geogener Kies	locker
	8,60 m - 12,00 m	13 - 109	geogener Kies	mitteldicht bis dicht
	13,15 m - 13,45 m	50	geogener Sand	dicht
	14,65 m - 14,90 m	61	geogener Kies	dicht

1) Die Konsistenz wurde mit einer Handspezifikation abgeschätzt.



Der im Baufeld des Stützbauwerkes anstehende Baugrund ist recht einheitlich:

An der Dammschulter sind meist sandige Dammauffüllungen angetroffen wurden. Darunter folgen sowohl an der Dammschulter als auch am Dammfuß geogene Sande. Zwischen ca. 112,80 m NHN und 110,50 m NHN wurde eine Schluffschicht gefunden. Darunter stehen Sande und Kiese von lockerer bis mitteldichter Lagerung an.

Im Baufeld der Brücke reicht der unmittelbar unter der Auffüllung beginnende geogene Schluff bis in eine Tiefe von ca. 109,7 m NHN. Darunter folgen mitteldicht bis dicht gelagerte Kiese. In einem Tiefenhorizont von etwa 6,5 m bis 8,5 m ist bei beiden Aufschlüssen eine nur lockere Lagerungsdichte vorhanden.

Die geogenen Kiese sind bis zur Erkundungsendtiefe von 15,0 m unter GOK rammbar, wobei die Leichtigkeit der Rammbarkeit ab 11,0 m Tiefe abnimmt.

## 2.4 Ergebnisse der Grundwassermessung sowie Festlegung von Bau- und Bemessungswasserständen

Der Grundwasserspiegel wurde bei allen 6 für die Beurteilung der Ingenieurbauwerke ausgeführten Aufschlüsse in Tiefen zwischen 1,32 m und 3,16 m unter Geländeoberkante (GOK) erbohrt.

Die nachfolgende Tabelle 4 listet die Ergebnisse der Grundwassermessungen in den 6 Aufschlüssen auf, welche im Zeitraum zwischen 20.05.2014 und 25.06.2014 hergestellt wurden.

Tabelle 4 Grundwasserstände im Mai/Juni 2014.

Bezeichnung des Aufschlusses	absolute Höhe Bohransatzpunkt	Tiefe unter Geländeoberkante (GOK)		absolute Höhe *	
		Grundwasser angebohrt	Grundwasser in Ruhe	Grundwasser angebohrt	Grundwasser in Ruhe
KRB S01	114,42 m NHN	3,90 m	2,70 m	110,52 m NHN	111,72 m NHN
KRB S02	112,81 m NHN	2,20 m	1,32 m	110,61 m NHN	111,49 m NHN
KRB S03	114,49 m NHN	3,80 m	2,92 m	110,69 m NHN	111,57 m NHN
KRB S04	113,10 m NHN	2,60 m	1,67 m	110,50 m NHN	111,43 m NHN
KB B01	114,64 m NHN	5,00 m	3,16 m	109,64 m NHN	111,48 m NHN
KB B02	114,57 m NHN	4,60 m	3,14 m	109,97 m NHN	111,43 m NHN

\* Die absoluten Höhen der Bohransatzpunkte wurden aus dem von der Obermeyer Planen & Beraten GmbH am 22.05.2014 übergebenen Plan [U28] übernommen. Sie sind im Deutschen Höhenreferenzsystem DHHN 92 (= Meter über NHN) angegeben.

Für die Festlegung der Bau- und Bemessungswasserstände stehen mehrere Informationen zu tatsächlichen Wasserständen zur Verfügung:

- Für eine Bewertung der Spannweite von Grundwasserschwankungen können die Ganglinien von städtischen Grundwassermessstellen verwendet werden, die im Themenstadtplan der Stadt Dresden veröffentlicht sind. Die der Berthold-Haupt-

Straße am nächsten liegende und zugleich weitgehend ähnliche hydrologische und morphologische Verhältnisse aufweisende Messstelle liegt ca. 600 m südöstlich der Brücke über dem Lockwitzbach am Gondelweg und trägt die Bezeichnung 5493.

- b) Gemäß [U5] liegt fast der gesamte zu untersuchende Abschnitt der Berthold-Haupt-Straße im Überschwemmungsgebiet der Elbe. Die Berthold-Haupt-Straße war in diesem Bereich sowohl am 13.08.2002 als auch am 06.06.2013 zum Teil überflutet.

#### Grundwasserstände und Grundwasserflurabstände in Dresden

**Messstelle: 5493, Meußlitz, Gondelweg**

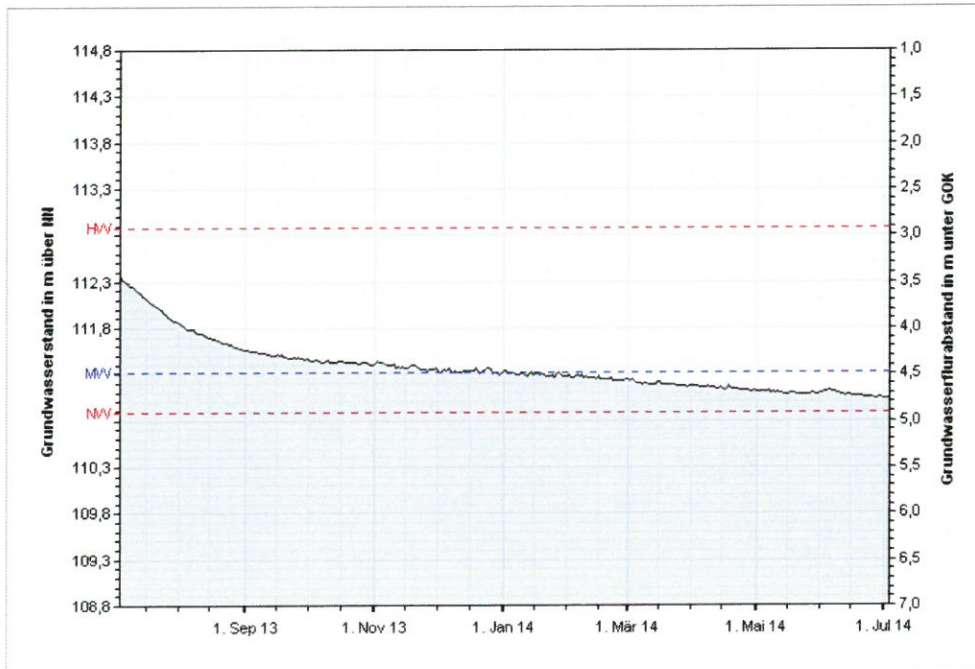
Bitte beachten Sie:

Die Werte werden ungeprüft von den Messstellen übermittelt.  
Alle Zeitangaben sind in Mitteleuropäischer Zeit, MEZ.



Aktuelle Werte:

- Grundwasserstand: 111,01 m über NN
- Grundwasserflurabstand: 4,77 m unter GOK (Geländeoberkante)
- Messzeitpunkt: 03.07.2014 05:00 Uhr



#### Wasserstände seit 22.07.2005:

höchster Grundwasserstand:	112,86 m über NN (08.06.2013)
geringster Grundwasserflurabstand:	2,92 m unter GOK (08.06.2013)
mittlerer Grundwasserstand:	111,31 m über NN
mittlerer Grundwasserflurabstand:	4,47 m unter GOK
niedrigster Grundwasserstand:	110,87 m über NN (26.12.2008)
größter Grundwasserflurabstand:	4,91 m unter GOK (26.12.2008)

#### Extremwerte 2002:

114,57 m über NN (20.08.2002)
1,21 m unter GOK (20.08.2002)

© Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt

Bild 2

Grundwasserganglinie der Messstelle 5493 „Meußlitz Gondelweg“ für den Zeitraum 01.07.2014 bis 01.07.2014, entnommen aus [U24].



Laut [U24] wurde an der Messstelle 5493 in deren 9 Jahre dauernden Messzeitraum zwischen 22.07.2005 und 03.07.2014

- der höchste Grundwasserstand am 08.06.2013 mit 112,86 m NN,
- der mittlere Grundwasserstand mit 111,31 m NN und
- der niedrigste Grundwasserstand am 26.12.2008 mit 110,87 m NN

bestimmt. Am Stichtag 24.06.2014 lag der Grundwasserspiegel bei 111,05 m NN. Damit ergeben sich für diesen Stichtag eine Differenz zum höchsten Grundwasserstand von - 1,81 m, zum mittleren Grundwasserstand von - 0,26 m und zum niedrigsten Grundwasserstand von + 0,18 m.

Aus der Information a) kann gefolgert werden, dass der Grundwasserspiegel zum Zeitpunkt des Aufschlusses Ende Juni 2014 zwischen niedrigsten und mittleren Grundwasserstand lag.

Aus der Information b) ergibt sich, dass der Lockwitzbach im Juni 2013 durch Rückstau von der Elbe bis knapp über die Straßenoberkante eingestaut war, die am Lockwitzbach eine Geländehöhe von ca. 114,50 m NHN aufweist.

Für durch schwankende Wasserstände beeinflusste Bauvorhaben ist es üblich, Bauwasserstände und Bemessungswasserstand vorzugeben.

Als Bauwasserstand wird dabei ein Grundwasserstand definiert, der im Zeitraum des Baus der Straßenbahntrasse und deren Ingenieurbauwerke typischerweise vorhanden ist bzw. zu etwa 95 % der Bauzeit nicht überschritten wird. Dementsprechend kann er mehrfach im Jahr bei besonderen Einzelereignissen überschritten werden. Er gilt für die Bemessung von Baugrubenverbauen und ähnlichen Baubehelfen sowie für die Dimensionierung von erforderlichen Wasserhaltungen. Mit ihm soll in Abwägung von Kosten und Risiken eine wirtschaftliche Gestaltung von Baubehelfen und Wasserhaltungen unter Inkaufnahme gelegentlicher Zusatzmaßnahmen (z. B. Arbeitsunterbrechungen, Instandsetzung von Baubehelfen) ermöglicht werden.

Als Bauwasserstand sollte ein Wert zwischen dem mittleren und dem höchsten Grundwasserstand angenommen werden.

Deshalb erscheint es berechtigt, **112,00 m NHN als Bauwasserstand** festzulegen.

Der Bemessungswasserstand wird als höchster, für die Bemessung von Dauerbauwerken (z. B. hinsichtlich Auftriebssicherheit, Abdichtung, Durchflussquerschnitten) maßgebender Grundwasserstand definiert. Bei ihm handelt es sich um einen während der Nutzungs- bzw. Lebensdauer zu erwartenden höchsten Grundwasserstand, den das Bauwerk schadlos ertragen können muss.

Es ist für Brückenbauwerke und für Stützbauwerke gängige Praxis, hierfür einen 1 Mal in 100 Jahren auftretenden höchsten Grundwasserstand (= HGW 100) zu verwenden.

Als Bemessungswasserstand sollte wenigstens der im Bild 2 dokumentierte Extremwert von 2002 mit 114,57 m NN angenommen werden.

Deshalb wird empfohlen, **114,60 m NHN als Bemessungswasserstand** zu wählen.

## 2.5 Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen hinsichtlich Betonaggressivität

### 2.5.1 Untersuchungskonzept

Für die Untersuchung der Wasserproben wurde aus dem Aufschluss KB B 01 eine etwa 10 Liter umfassende Wasserprobe entnommen und nach dem Absetzen ihrer Feinanteile in hierfür vorbereitete Probenbehälter abgefüllt. Gemäß DIN 4030 Teil 2 sind Probenvolumen von 1,0 Liter und 0,5 Liter zu entnehmen. Für die Untersuchung der Kalklösekapazität nach DIN 4030 ist die 0,5 Liter große Probeflasche vor der Wasserzugabe mit Marmorpulver zu füllen.

Die Bezeichnung der Proben setzt sich folgendermaßen zusammen: Mit den ersten 5 Zeichen wird der Ort der Probenahme (KB B 01 = Kernbohrung Brücke Aufschluss 01) und mit den folgenden beiden Buchstaben wird die Art des Materiales (WP für Wasserprobe) beschrieben. Mit den folgenden Ziffern erfolgt eine fortlaufende Nummerierung (hier z. B. 1).

### 2.5.2 Untersuchungsumfang der chemischen Analytik

#### Chemische Analytik zur Bestimmung der Betonaggressivität von Wasser

Der Umfang der chemischen Analysen wurde entsprechend der DIN 4030 festgelegt.

Es wurden folgende Parameter analysiert:

pH-Wert,  $\text{KMnO}_4$ -Verbrauch, Gesamthärte, Hydrogencarbonathärte, Mg,  $\text{NH}_4$ ,  $\text{SO}_4$ , Cl, kalklösendes  $\text{CO}_2$  und Sulfid.

### 2.5.3 Probenahme für die Bewertung des Grundwassers

Für die Bewertung des Grundwassers wurde am 25.06.2014 aus dem Aufschluss KB B 01 eine Schöpfprobe aus den verrohrten Bohrungen mit einem Volumen von etwa 10 Litern entnommen. Nachdem sich nach ca. 1 Stunde die Feinanteile gesetzt hatten, wurde das klare Wasser in hierfür vorbereitete Probenbehälter abgefüllt. Die Probenbehälter wurden in eine Polystyrolkiste verpackt und noch am gleichen Tag dem Prüfinstitut übergeben.

### 2.5.4 Untersuchungsergebnisse und Bewertung der Betonaggressivität

Die Laborprotokolle für die Untersuchungen von Wasser auf Betonaggressivität sind dem Bericht als **Anlage 8.3** beigelegt.

Die Beurteilung erfolgte anhand der Grenzwerte für die Expositionsklassen bei chemischem Angriff durch Grundwasser gemäß DIN 4030, Teil 1, Tabelle 6. Die nachfolgende Tabelle 5 enthält die Prüfergebnisse sowie die Grenzwerte für die Expositionsklassen.



Tabelle 5 Beurteilung der Betonaggressivität des Wassers.

Bestandteil	Analysenergebnis	Grenzwerte zur Beurteilung nach DIN 4030 Teil 1		
	KB B01 WP1	XA1 schwach angreifend	XA2 mäßig angreifend	XA3 stark angreifend
Aussehen <sup>1)</sup>	klar	-	-	-
Geruch der unveränderten Probe <sup>1)</sup>	geruchlos	-	-	-
pH-Wert	7,1	6,5 bis 5,5	5,5 bis 4,5	4,5 bis 4,0
KMnO <sub>4</sub> -Verbrauch <sup>1)</sup>	9,10 mg/l	-	-	-
Gesamthärte <sup>1)</sup>	197 mg/l	-	-	-
Hydrogen-carbonathärte <sup>1)</sup>	73,18 mg/l	-	-	-
Magnesium (Mg <sup>2+</sup> )	26,90 mg/l	300 bis 1.000 mg/l	1.000 bis 3.000 mg/l	3.000 mg/l bis zur Sättigung
Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	< 0,04mg/l	15 bis 30 mg/l	30 bis 60 mg/l	60 bis 100 mg/l
Sulfat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	<b>209 mg/l</b>	200 bis 600 mg/l	600 bis 3.000 mg/l	3.000 bis 6.000 mg/l
Chlorid (Cl <sup>-</sup> ) <sup>1)</sup>	71,80 mg/l	-	-	-
Sulfid (S <sup>2-</sup> ) <sup>1)</sup>	< 0,03	-	-	-
CO <sub>2</sub> (angreifend)	8,57 mg/l	15 bis 40 mg/l	40 bis 100 mg/l	100 mg/l bis zur Sättigung

<sup>1)</sup> Diese Parameter sind gemäß DIN 4030-1 Tabelle 2 auch zu untersuchen. In der zugehörigen Tabelle 4 der DIN 4030-1 sind jedoch für diese Parameter keine Grenzwerte enthalten. Diese Parameter dienen deshalb nur zur allgemeinen Beschreibung der Wässer.

Bei den Analysenwerten der Wasserprobe KB B01 WP1 wurde beim Parameter Sulfat eine leichte Überschreitung des unteren Grenzwertes der Expositionsklasse XA1 festgestellt. Somit ist das Wasser aus dieser Probe der **Expositionsklasse XA1** (= schwach angreifend) zuzuordnen.

## 2.6 Ergebnisse der geotechnischen Laboruntersuchungen

Das geotechnische Labor der GEPRO Ingenieurgesellschaft mbH hat an 9 repräsentativen Bodenproben den natürlichen Wassergehalt und die Kornverteilung mittels Siebanalysen bestimmt. Zusätzlich wurden an 3 repräsentativen Bodenproben die Kornverteilung mittels Sieb- und Schlämmanalyse sowie die Zustandsgrenzen bestimmt.

Folgende Proben wurden untersucht:

Für die Straßenbaumaßnahme:

- Einzelprobe aus KRB F1 KP1                      0,44 m - 0,90 m Tiefe                      = Schicht 2a,
- Einzelprobe aus KRB F1 GP2                      0,90 m - 1,50 m Tiefe                      = Schicht 2c,

- Einzelprobe aus KRB F2 KP1 0,35 m - 0,80 m Tiefe = Schicht 2a,
- Einzelprobe aus KRB F4 GP3 0,90 m - 2,50 m Tiefe = Schicht 3,
- Einzelprobe aus KRB G3 GP2 0,40 m - 0,70 m Tiefe = Schicht 2c.

Für die beiden Ingenieurbauwerke:

- Einzelprobe aus KB B01 KP1 2,70 m - 5,00 m Tiefe = Schicht 4,
- Einzelprobe aus KB B01 KP3 7,00 m - 12,00 m Tiefe = Schicht 5,
- Einzelprobe aus KB B02 KP2 5,00 m - 7,30 m Tiefe = Schicht 5,
- Mischprobe aus KRB S01 GP7/8/9 5,00 m - 7,30 m Tiefe = Schicht 5,
- Einzelprobe aus KRB S02 GP2 0,90 m - 2,20 m Tiefe = Schicht 4,
- Einzelprobe aus KRB S03 GP3 1,70 m - 2,50 m Tiefe = Schicht 4,
- Mischprobe aus KRB S04 GP4/5/6 2,60 m - 6,00 m Tiefe = Schicht 3.

Die Laborergebnisse sind in der **Anlage 5** enthalten.

Die wesentlichen Ergebnisse sind in den nachfolgenden 3 Tabellen 6, 7 und 8 aufgelistet.

Tabelle 6 Geotechnische Laborergebnisse für die Straßenbaumaßnahme.

Bezeichnung	Schicht 2b Auffüllungen aus Kiesen (Schotter-tragschicht) KRB F1 KP1 0,44 m - 0,90 m	Schicht 2b Auffüllungen aus Kiesen (Schotter-tragschicht) KRB F2 KP1 0,35 m - 0,80 m	Schicht 2c Auffüllungen Sanden KRB F1 GP2 0,90 m - 1,50 m	Schicht 2c Auffüllungen Sanden KRB G3 GP2 0,40 m - 0,70 m	Schicht 3 geogener Sand KRB F4 GP3 0,90 m - 2,50 m
Bodenart nach DIN 4022	A, gG, mg, u', gs, fg''	A, G, u', gs'	A, mS, u, fs, gs'	A, mS, fs, u'	mS, fs, u'
Bodengruppe nach DIN 18196	GU	GU	SU*	SU	SU
Wassergehalt	4,6 %	5,9 %	8,5 %	5,4 %	4,1 %
Anteil an Feinkorn (< 0,063 mm)	5,1 %	5,1 %	20,5 %	12,3 %	5,3 %
Anteil an Sandkorn (0,063 mm - 2,00 mm)	12,7 %	16,8 %	77,8 %	66,5 %	93,4 %
Anteil an Kieskorn (> 2,00 mm)	82,2 %	78,1 %	1,8 %	21,3 %	1,4 %
Ungleichförmigkeitszahl $C_u$	55,2	37,0	-	-	2,5
Krümmungszahl $C_c$	3,4	4,1	-	-	1,2
Wasserdurchlässigkeit $k_f$ nach Beyer	$1,2 \cdot 10^{-3}$ m/s	$1,1 \cdot 10^{-3}$ m/s	-	-	$1,8 \cdot 10^{-4}$ m/s
Wasserdurchlässigkeit $k_f$ nach Mallet/Paquant	-	-	-	$4,8 \cdot 10^{-5}$ m/s	-



Tabelle 7 Aus [U26] übernommene geotechnische Laborergebnisse für den Gleisbereich.

Bezeichnung	Schicht 2a	Schicht 2a	Schicht 2a	Schicht 2a
	Auffüllungen aus Kiesen (Schottertrag-schicht) 1.5 S1 0,55 m - 1,00 m	Auffüllungen aus Kiesen (Schottertrag-schicht) 1.5 S2 0,34 m - 0,85 m	Auffüllungen aus Kiesen (Schottertrag-schicht) 1.5 S3 0,45 m - 0,85 m	Auffüllungen aus Kiesen (Schottertrag-schicht) 1.5 S4 0,45 m - 0,70 m
Bodenart nach DIN 4022	A, G, U', ms', gs'	A, G, u', gs'	A, gG, mg, u', gs', fg'	A, G, u', gs'
Bodengruppe nach DIN 18196	GU	GU	GU	GU
Wassergehalt	3,8 %	3,4 %	4,8 %	3,3 %
Anteil an Feinkorn (< 0,063 mm)	9,9 %	7,3 %	8,5 %	5,3 %
Anteil an Sandkorn (0,063 mm - 2,00 mm)	20,2 %	16,4 %	17,6 %	15,4 %
Anteil an Kieskorn (> 2,00 mm)	69,9 %	76,3 %	73,6 %	79,3 %
Ungleichförmigkeitszahl $C_u$	211,7	92,8	205,3	39,4
Krümmungszahl $C_c$	4,4	3,6	4,6	6,0
Wasserdurchlässigkeit $k_f$ nach Beyer	$2,6 \cdot 10^{-5}$ m/s	$1,8 \cdot 10^{-4}$ m/s	$6,1 \cdot 10^{-5}$ m/s	$9,3 \cdot 10^{-4}$ m/s

Tabelle 8 Geotechnische Laborergebnisse für die Ingenieurbauwerke

Bezeichnung	Schicht 4	Schicht 5	Schicht 5	Schicht 5	Schicht 4	Schicht 3	Schicht 4
	KB B 01 KP1	KB B01 KP3	KB B02 KP2	KRB S01 GP7 - GP9	KRB S03 GP3	KRB - GPS04 GP4 - GP6	KRB S02 GP2
Bodenart nach DIN 4022	U, t*, fs'	S, G	S, G	S, G, u'	U, ms, t', fs'	S, u, fg, mg', gg'	T, U
Bodengruppe nach DIN 18196	TA	GI	GI	GU	TL	SU*	TA
Wassergehalt	17,9 %	9,8 %	8,8 %	9,8 %	10,7 %	8,1 %	30,8 %
Anteil an Feinkorn (< 0,063 mm)	83,6 %	2,4 %	4,5 %	6,7 %	56,8 %	20,0 %	95,0 %
Anteil an Sandkorn (0,063 mm - 2,00 mm)	15,9 %	41,8 %	40,2 %	44,6 %	40,5 %	41,6 %	5,4 %
Anteil an Kieskorn (> 2,00 mm)	0,3 %	55,8 %	55,3 %	48,7 %	0,8 %	38,4 %	0,1 %
Ungleichförmigkeitszahl $C_u$	-	13,8	23,5	21,4	28,7	-	-
Krümmungszahl $C_c$	-	0,6	0,4	0,8	0,8	-	-
Fließgrenze $w_L$	65,0 %				33,9 %	-	58,9 %
Ausrollgrenze $w_P$	27,7 %				18,5 %	-	25,2 %
Plastizitätszahl $I_P$	37,3 %				15,4 %	-	33,7 %
Konsistenzzahl $I_c$	1,26				1,51	-	0,83
Wasserdurchlässigkeit $k_f$ nach Beyer	-	$8,5 \cdot 10^{-4}$ m/s	$4,6 \cdot 10^{-4}$ m/s	$1,8 \cdot 10^{-4}$ m/s	-	-	-
Wasserdurchlässigkeit $k_f$ nach Mallet/Paquant	-	-	-	-	$3,1 \cdot 10^{-8}$ m/s	-	-

## 2.7 Bautechnische Beschreibung des Baugrundes

### Gleis- und Kfz-Fahrbahnbereich

Aufgrund der geringen Breite der Berthold-Haupt-Straße existieren keine separaten Kfz-Fahrbahnen. Die Reststreifen zwischen den Außenschienen und den Straßenborden sind nur etwa 1,30 m breit. Somit ist zu erwarten, dass der Straßenaufbau neben den Gleisen identisch mit dem unter den Gleisen ist. Sowohl der Regelquerschnitt [U25] des Bestandes sowie die im und neben dem Gleis ausgeführten Aufschlüsse bestätigen diese Vermutung. Zwischen den Schienen der beiden Gleise befinden sich überwiegend Gleiseindeckplatten aus Beton (Schicht 1b). Seitlich neben den Gleisen und zwischen den beiden Gleisen besteht der Deckenschluss aus einer Asphaltdeckschicht (Schicht 1a). An einigen Stellen deuten gleisparallele Bitumenvergussstreifen im Abstand von etwa 40 cm neben den Außenschienen an, dass hier bereits lokale Erneuerungen der Gleise oder ihrer im Straßenkörper eingebauten Zusatzanlagen (z. B. Schienenentwässerungen) durchgeführt worden waren. Unter der Oberflächenbefestigung folgt sowohl unter den Betonplatten als auch unter der Asphaltdeckschicht eine Asphalttragschicht (Schicht 1a). Diese reicht bis ca. 0,45 m unter Straßenoberkante.

Sie wird von einer Schottertragschicht 0/45 (Schicht 2a) unterlagert.

Darunter folgt eine zumeist wenige Zentimeter bis einige Dezimeter mächtige Auffüllung aus Sanden und Kiesen, zum Teil mit Beton- und Ziegelanteilen (Schicht 2c). Hierbei kann es sich möglicherweise um Material aus Verfüllungen von Leitungsgräben handeln.

Etwa ab 1,3 m unter Straßenoberkante beginnen geogene Sande (Schicht 3), die mindestens bis zur Endtiefe von 2,5 m reichen.

### Bewertung der Schottertragschicht hinsichtlich Feinkorngehalt und Frostsicherheit

Aus der Schottertragschicht des Gleisbereiches wurden im Jahr 2013 bereits 4 Proben [U26] und im Jahr 2014 zwei weitere Proben untersucht. Für die Einschätzung der Schottertragschicht hinsichtlich ihres Feinkornanteiles sowie ihrer Frostsicherheit wurden alle 6 Proben bewertet.

Die Feinkornanteile der 6 untersuchten Proben lagen bei 9,9 %, 7,3 %, 8,5 %, 5,3 %, 5,1 % und 5,1 %.

Laut ZTVT-StB 86 beträgt der maximal zulässige Feinkornanteil 7,0 %. Weil die im Jahr aus den Schurfstellen 1.5 S1, 1.5 S2 und 1.5 S3 gewonnenen Schottertragschichtproben Feinkornanteile von 9,9 %, 7,3 % bzw. 8,5 % vorweisen, halten 3 der 6 Proben das Kriterium nicht ein.

Das Bewertungskriterium der Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB 94 beläuft sich auf einem maximalen Feinkorngehalt von 5 %. Dieses Kriterium wird von keiner der 6 Proben eingehalten.

Das beprobte Schottertragschichtmaterial weicht somit zumindest zum Teil von den zum Zeitpunkt des Einbaus gültigen Anforderungen hinsichtlich des maximal zulässigen Feinkorngehaltes ab. In gleicher Weise werden auch auf die gleichlautenden Anforderungen der aktuell geltenden Regelwerke ZTV SoB-StB 04 [U9] und ZTV E-StB 09 [U7] nicht erfüllt.



Bei einem Feinkornanteil von  $> 5,0 \%$  ist die Schottertragschicht als gering bis mittel frostempfindlich und nicht mehr als nicht frostempfindlich einzuschätzen. Eine wesentliche Ursache für den nachgewiesenen erhöhten Feinkornanteil der Schottertragschicht dürfte mit hoher Wahrscheinlichkeit im Eintrag von Feinkornanteilen aus den unterlagerten Schichten infolge des Hochwasserereignisses vom Juni 2013 bestehen.

### Gehbahnbereich

Der Aufbau der Gehbahnen ist sehr uneinheitlich. Die Decke ist überwiegend nicht befestigt. Lediglich in der Umgebung des Aufschlusses KRB G4 ist die Gehbahn mit einem Beton-Verbundsteinpflaster (Schicht 1b) gestaltet. Bei den anderen 3 Aufschlüssen besteht die unbefestigte Decke aus Sanden (Schicht 2c) bzw. aus einem Brechkorngemisch (Schicht 2b). Diese aufgefüllten Schichten reichen bis in eine Tiefe von etwa 0,90 m und in einem Fall sogar bis zur Endtiefe von 2,0 m. Unter den Auffüllungen folgen geogene Sande (Schicht 3).

### Ingenieurbauwerke

Bei den Aufschlüssen für das geplante Stützbauwerk wurden im oberen Bereich unterschiedlich mächtige Auffüllungen aus Sanden (Schicht 2c) und Brechkorngemischen (Schicht 2b) aufgeschlossen. Unter der Aufstandsfläche des Dammkörpers sind noch geringmächtige Auffüllungen vorhanden. Darunter befindet sich eine Schicht aus geogenem Sand (Schicht 3). In einem Horizont zwischen etwa 112,80 m NHN und 110,50 m NHN wurde geogener Schluff (Schicht 4) angetroffen. Darunter folgen bis zur Endtiefe wieder geogene Sande (Schicht 3) und geogene Kiese (Schicht 5) mit lockerer bis mitteldichter Lagerungsdichte.

Bei den beiden Aufschlüssen für den Ersatzneubau der Brücke über den Lockwitzbach reicht die Auffüllung aus Sand (Schicht 2c) bis 1,70 m bzw. 2,50 m unter Straßenoberkante (SOK). Darunter tritt der bis in eine Tiefe von 4,60 m bzw. 5,00 m unter SOK reichende geogene Schluff (Schicht 4) auf. Dieser wird von geogenem Kies (Schicht 5) unterlagert. Beim Aufschluss KB B02 wurde in einem Tiefenhorizont von 12,50 m bis 13,20 m unter SOK eine Sandlinse (Schicht 3) erkundet.

Allgemein besteht folgende Schichtenfolge, wobei selbstverständlich nicht in jedem Aufschluss alle Schichten anstehen:

- Schicht 1a Asphalt (Asphaltdeck- und -tragschicht),
- Schicht 1b Beton (Betonplatten, Beton-Verbundsteinpflaster),
- Schicht 2a Auffüllungen aus Kiesen (Schottertragschicht 0/45),
- Schicht 2b Auffüllungen aus Kiesen und Sanden (Brechkorngemisch),
- Schicht 2c Auffüllungen aus Kiesen und Sanden mit Beton- und Ziegelanteilen,
- Schicht 2d Auffüllungen aus Sandstein,
- Schicht 3 geogener Sand,
- Schicht 4 geogener Schluff,
- Schicht 5 geogener Kies.

In **Anlage 1.1**, in **Anlage 1.2** und in **Anlage 1.3** sind die zugehörigen Schichtenprofile und die Schichtenverläufe dargestellt.

### 3 Bewertung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse

#### Straßenbaumaßnahme

In der nachfolgenden Tabelle 9 sind für die wichtigsten Bodenschichten der Straßenbaumaßnahme die maßgebenden Bodenkenngößen zusammengestellt.

Die Bodenkenngößen der angetroffenen Auffüllungen aus Kiesen (Schottertragschicht 0/45 (Schicht 2a)), der in dem zukünftigen Planum anstehenden Auffüllungen aus Kiesen und Sanden zum Teil mit Beton- und Ziegelanteilen (Schicht 2c) sowie der geogene Sand (Schicht 3) wurden auf der Grundlage von Laboruntersuchungen bestimmt bzw. abgeschätzt. Die Bodenkenngößen der Auffüllungen aus Kiesen und Sanden (Breckkorngemisch (Schicht 2b)) wurden hingegen lediglich anhand der Feldansprache abgeschätzt.

Tabelle 9 Maßgebende Kenngößen der Böden **für die Straßenbaumaßnahme**.

Bezeichnung	Schicht 2a	Schicht 2b	Schicht 2c		Schicht 3	
	Auffüllungen aus Kiesen (Schottertragschicht 0/45)	Auffüllungen aus Kiesen und Sanden (Breckkorngemisch)	Auffüllungen aus Kiesen und Sanden mit Beton- und Ziegelanteilen		geogener Sand	
Bodenart nach DIN 4022	A, G, u', fs', ms', gs'	A, G, s, u'	A, G, S, u - u*		mS, gs, fs, u'	
Bodengruppe nach DIN 18196	GU	GI, GU <sup>2)</sup>	GU <sup>2)</sup> , SU, SU* <sup>3)</sup>		SU	
Bodenklasse nach DIN 18300	Klasse 3	Klasse 3	Klasse 3 - 4		Klasse 3	
Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB	F1 - F2 (nicht bis mittel frostempfindlich)	F1 - F2 (nicht bis mittel frostempfindlich)	F2 - F3 (mittel bis sehr frostempfindlich)		F1 - F2 (nicht bis mittel frostempfindlich)	
Bodenklassen für Bohrarbeiten nach DIN 18301	BN 1	BN 1	BN 1 / BN 2		BN 1	
Lagerung/Konsistenz	mitteldicht	mitteldicht	locker	mitteldicht	locker	mitteldicht
Wichte (erdfeucht) <sup>1)</sup> cal $\gamma'$	19,0 kN/m <sup>3</sup>	19,0 kN/m <sup>3</sup>	17,0 kN/m <sup>3</sup>	19,0 kN/m <sup>3</sup>	16,0 kN/m <sup>3</sup>	17,0 kN/m <sup>3</sup>
Wichte (unter Auftrieb) <sup>1)</sup> cal $\gamma'$	11,0 kN/m <sup>3</sup>	11,0 kN/m <sup>3</sup>	9,5 kN/m <sup>3</sup>	11,0 kN/m <sup>3</sup>	8,5 kN/m <sup>3</sup>	9,5 kN/m <sup>3</sup>
Reibungswinkel <sup>1)</sup> cal $\varphi'$	35,0°	32,5°	30,0°	32,5°	30,0°	32,5°
Kohäsion <sup>1)</sup> cal $c'$	0 kN/m <sup>2</sup>	0 kN/m <sup>2</sup>	0 kN/m <sup>2</sup>	0 kN/m <sup>2</sup>	0 kN/m <sup>2</sup>	0 kN/m <sup>2</sup>
Steifemodul $E_s$	100 MN/m <sup>2</sup>	100 MN/m <sup>2</sup>	20 MN/m <sup>2</sup>	40 MN/m <sup>2</sup>	20 MN/m <sup>2</sup>	40 MN/m <sup>2</sup>



- 1) Die Scherparameter wurden auf Basis der DIN 1055-2:2010-11 abgeschätzt.
- 2) Die Bodengruppen wurden nicht mittels Laborversuch bestimmt, sondern nur anhand von Erfahrungen abgeschätzt.
- 3) Aufgrund der fehlenden plastischen Eigenschaften der gemischtkörnigen Böden der Bodengruppe SU\* mit einem Feinkorngehalt von  $\approx 20\%$  wurden diese in Anlehnung an die DIN 1054 den nichtbindigen Böden zugeordnet.

### Ingenieurbauwerke

In der nachfolgenden Tabelle 10 sind für die wichtigsten Bodenschichten für die beiden Ingenieurbauwerke die maßgebenden Bodenkenngrößen zusammengestellt.

Die Bodenkenngrößen der geogenen Schichten 3, 4 und 5 wurden auf der Grundlage von Laboruntersuchungen bestimmt bzw. abgeschätzt.

Tabelle 10 Maßgebende Kenngrößen der Böden für die Ingenieurbauwerke.

Bezeichnung	Schicht 3		Schicht 4		Schicht 5	
	geogener Sand		geogener Schluff		geogener Kies	
Bodenart nach DIN 4022	S, u-u', g		U, t'-t*, s		S, G, u'	
Bodengruppe nach DIN 18196	SU, SU* <sup>2)</sup>		TL, TA		GI, GU	
Bodenklasse nach DIN 18300	Klasse 3 - 4		Klasse 4 - 5		Klasse 3	
Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB	F1 - F3 (nicht bis sehr frostempfindlich)		F2 - F3 (mittel bis sehr frostempfindlich)		F1 - F2 (nicht bis mittel frostempfindlich)	
Bodenklassen für Bohrarbeiten nach DIN 18301	BN 1 / BN 2		BN 2		BN 1	
Lagerung/Konsistenz	locker	mitteldicht	steif	halbfest	locker	mitteldicht
Wichte (erdfeucht) <sup>1)</sup> cal $\gamma'$	17,0 kN/m <sup>3</sup>	19,0 kN/m <sup>3</sup>	18,5 kN/m <sup>3</sup>	20,5 kN/m <sup>3</sup>	17,0 kN/m <sup>3</sup>	19,0 kN/m <sup>3</sup>
Wichte (unter Auftrieb) <sup>1)</sup> cal $\gamma'$	9,5 kN/m <sup>3</sup>	11,0 kN/m <sup>3</sup>	9,5 kN/m <sup>3</sup>	10,5 kN/m <sup>3</sup>	9,5 kN/m <sup>3</sup>	11,0 kN/m <sup>3</sup>
Reibungswinkel <sup>1)</sup> cal $\phi'$	30,0°	32,5°	17,5°	17,5°	32,5°	35°
Kohäsion <sup>1)</sup> cal $c'$	0 kN/m <sup>2</sup>	0 kN/m <sup>2</sup>	10 kN/m <sup>2</sup>	15 kN/m <sup>2</sup>	0 kN/m <sup>2</sup>	0 kN/m <sup>2</sup>
Steifemodul $E_s$	20 MN/m <sup>2</sup>	40 MN/m <sup>2</sup>	4 MN/m <sup>2</sup>	8 MN/m <sup>2</sup>	80 MN/m <sup>2</sup>	100 MN/m <sup>2</sup>

- 1) Die Scherparameter wurden auf Basis der DIN 1055-2:2010-11 abgeschätzt.
- 2) Aufgrund der fehlenden plastischen Eigenschaften der gemischtkörnigen Böden der Bodengruppe SU\* mit einem Feinkorngehalt von  $\approx 20\%$  wurden diese in Anlehnung an die DIN 1054 den nichtbindigen Böden zugeordnet.

## 4 Empfehlungen und Hinweise

### 4.1 Hinweise für die bauliche Gestaltung von Verkehrsflächen

#### Gleis- und Kfz-Fahrbahnbereich

Da die neu zu bauenden Gleisanlagen mit der Oberbauform Feste Fahrbahn gebaut werden, sind die für Feste Fahrbahnen geltenden Randbedingungen z. B. hinsichtlich Tragschichtgeometrie und Verformungsmoduln einzuhalten.

Die Konstruktionshöhe der Festen Fahrbahn von Straßenbahnen in Dresden beträgt üblicherweise 40,5 cm. Hier ist auf der darunter befindlichen ungebundenen Tragschicht ein Verformungsmodul  $E_{v2} \geq 150,00 \text{ MN/m}^2$  nachzuweisen. Gemäß ZTV E-StB 09 [U7] ist auf dem Planum ein Verformungsmodul  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  erforderlich.

Bei einem auf dem Planum vorhandenen Verformungsmodul  $E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$  ist gemäß Tabelle 8 der RStO 12 zur Anhebung auf ein  $E_{v2} \geq 150 \text{ MN/m}^2$  bei Verwendung einer Schottertragschicht (= Brechkorngemischen) eine Dicke von 35 cm und bei Verwendung einer Kies-tragschicht (= Naturkorngemischen) eine Dicke von etwa 50 cm nötig.

Weil gemäß dem Regelwerk der DVB AG unter der Festen Fahrbahn Schottertragschichten gemäß ZTV SoB-StB 04/07 mit einer Körnung 0/32 einzubauen sind, ergibt sich eine Mindestdicke von 35 cm.

Daraus folgt, dass bei einem Beibehalten der jetzigen Gradienten das Planum in einer Tiefe von 75,5 cm unter der derzeitigen Straßenoberkante anzusetzen ist. In diesem Tiefenhorizont stehen überwiegend Auffüllungen aus Sanden und Kiesen mit Beton- und Ziegelanteilen (Schicht 2c) bzw. Reste der Schottertragschicht (Schicht 2a) an.

Obwohl bei 2 Messungen der Verformungsmoduln in einer Tiefe von 60 cm ausgeführt wurden, schätzt GEPRO aufgrund der Messwerte ein, dass auch in einer Tiefe von ca. 75 cm unter Straßenoberkante der geforderte Verformungsmodul  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  lediglich mit Nachverdichten zu erreichen ist.

Somit sind keine großflächigen Maßnahmen zur Erhöhung des Verformungsmoduls notwendig.

Das Planum ist lediglich nachzuverdichten und das Einhalten der Mindesttragfähigkeit  $E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$  ist nachzuweisen.

Sollte der geforderte Verformungsmodul trotz Nachverdichtung örtlich nicht nachgewiesen werden können, weil zum Beispiel bei alten Leitungsverfüllungen weniger gut verdichtbare Böden angetroffen werden, sind diese durch gut verdichtbare Böden auszutauschen. Die Dicke eines solchen Bodenaustauschs sollte 15 cm nicht unterschreiten.



### Gehbahnbereich

Bei 3 von 4 Messungen des Verformungsmoduls wurde der auf dem Planum geforderte Wert  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  – er entspricht etwa  $E_{vd} \geq 25 \text{ MN/m}^2$  – erreicht. Lediglich beim Aufschluss KRB G1 wurde der geforderte Messwert unterschritten. Weil das hier vorhandene Material aus Mittel- bis Grobsand besteht, schätzt GEPRO ein, dass dieses gut verdichtbar ist und dass somit auch hier allein durch Nachverdichtung der geforderte Verformungsmodul erreicht werden kann.

Sollte der geforderte Verformungsmodul trotz Nachverdichtung örtlich nicht nachgewiesen werden können, weil zum Beispiel bei alten Leitungsverfüllungen weniger gut verdichtbare Böden angetroffen werden, sind diese durch gut verdichtbare Böden auszutauschen. Die Dicke eines solchen Bodenaustauschs sollte 15 cm nicht unterschreiten.

### Hinweise zur Planumsentwässerung

In Höhe des zukünftigen Planums wurden Auffüllungen aus Kiesen und Sanden mit Beton- und Ziegelanteilen (Schicht 2c) angetroffen. Die Wasserdurchlässigkeit der Schicht 2c wurde auf  $k_f = 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$  bis  $1,0 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$  geschätzt, was gemäß DIN 18130 als „durchlässig“ bis „schwach durchlässig“ gilt.

Die Versickerungsverhältnisse sind deshalb nicht günstig.

Wegen der Zuordnung von Teilen der Schicht 2c als F-3-Boden sind diese Teile gemäß „Merkblatt für die Verhütung von Frostschäden an Straßen“ als wasserempfindliche Böden einzustufen. Gemäß [U7] ist bei wasserempfindlichen Böden eine Planumsentwässerung notwendig.

Für den Abschnitt zwischen Ulmenstraße und Meußlitzer Straße empfiehlt GEPRO die Herstellung einer Planumsentwässerung.

Bei der Planung der Planumsentwässerung sind die aktuellen RAS-Ew [U11] und ZTV E-StB [U7] zu berücksichtigen. Bei F-3-Böden sollte die unterste Aushubebene dabei mit einem zur Planumsentwässerungsleitung gerichteten Quergefälle von wenigstens 4 % profiliert werden. Bei dem in einer günstigen Dammlage in einem von Anliegerbebauung freien Gelände befindlichen Teilstück zwischen Ulmenstraße und Brücke über den Lockwitzbach kann es sich anbieten, das Planum mit einem Dachgefälle auszustatten und dadurch auf Leitungen zur Längsentwässerung des Planums zu verzichten.

## **4.2 Hinweise für die Gründung des südlich der Berthold-Haupt-Straße geplanten Stützbauwerkes**

Das südlich der Berthold-Haupt-Straße geplanten Stützbauwerk soll als Winkelstützwand errichtet werden.

Weil die Gründung der Winkelstützwand frostsicher auszuführen ist, ergibt sich die Tiefenlage der Gründungssohle von mindestens 0,8 m unter GOK. Mit einer Höhe des Geländes am

Dammfuß von etwa 112,80 m NHN und mit Einhaltung einer frostsicheren Gründungstiefe von 0,80 m unter GOK ergibt sich die Lage der Gründungssohle in einer Ebene von etwa 112,00 m NHN. Diese Ebene liegt etwa in Höhe der Schichtgrenze zwischen dem geogenen Sand (Schicht 3) und dem geogenen Schluff (Schicht 4).

Somit befindet sich unter der Gründungssohle geogener Schluff (Schicht 4).

Die Bemessungswerte  $\sigma_{R,d}$  des Sohlwiderstands lassen sich aus der Tabelle A 6.8 „Bemessungswerte  $\sigma_{R,d}$  des Sohlwiderstands für Streifenfundamente auf Ton-Boden (TA nach DIN 18196)...“ der aktuell gültigen DIN 1054:2010-12 entnehmen.

Die Bemessungswerte dieser Tabelle A 6.8 sind abhängig von der kleinsten Einbindetiefe des Fundamentes sowie von der Fundamentbreite. Die Tabelle A 6.8 ist in der nachfolgenden Tabelle 11 wiedergegeben.

Tabelle 11 Bemessungswerte  $\sigma_{R,d}$  des Sohlwiderstands laut Tabelle A 6.8 von DIN 1054:2010-12.

Kleinste Einbindetiefe des Fundaments	Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands [kN/m <sup>2</sup> ] bei einer mittleren Konsistenz von		
	steif	halbfest	fest
0,50 m	130	200	280
1,00 m	150	250	340
1,50 m	180	290	380
2,00 m	210	320	420

Bei einer Gründungstiefe der Streifenfundamente von ca. 1,0 m unter GOK kann somit bei Gründung auf dem steifen bindigen Boden des geogenen Schluffes ein **Bemessungswert des Sohlwiderstands von 150 kN/m<sup>2</sup>** zugrunde gelegt werden.

Anmerkung: Die angegebenen Werte sind Bemessungswerte des Sohlwiderstands und damit keine „aufnehmbaren Sohldrücke“ nach DIN 1054:2005-01 und auch keine „zulässigen Bodenpressungen“ nach DIN 1054:1976-11.

Unter der Gründungssohle wird eine Sauberkeits- und Ausgleichsschicht von ca. 0,1 m Dicke aus Magerbeton oder ca. 0,2 m Dicke aus gut verdichtungsfähigem Material (Böden der Gruppen GI, GW nach DIN 18196) empfohlen. Beim Einbau von Böden unter die Gründungsebene ist für diese ein mittlerer Verdichtungsgrad  $D_{Pr} \geq 98 \%$  nachzuweisen. Sollte in der Aushubsohle für die Sauberkeitsschicht örtlich ein Material mit weicher Konsistenz vorgefunden werden, sind diese weichen Materialien gegen ein gut tragfähiges Material auszutauschen.

Die Aushubsohle für die Sauberkeits- und Ausgleichsschicht sollte von einem geotechnischen Sachverständigen abgenommen werden.



### 4.3 Hinweise für die Gründung der Brücke über den Lockwitzbach

#### Variante mit Flachgründung

Die Ansatzhöhen der beiden für die Brücke auf der Straßenoberkante (SOK) angesetzten Aufschlüsse betragen etwa 114,60 m NHN und die Sohle des Lockwitzbaches liegt an der Brücke bei etwa 111,50 m NHN. Daraus ergibt sich für die bestehende Brücke ein vertikaler Abstand zwischen SOK und Bachsohle von etwa 3,1 m.

Für eine frostsichere Gründung ist ungeachtet eventueller Zuschläge wegen Kolkens eine Einbindetiefe von mindestens 0,8 m notwendig.

Mit der sich dadurch ergebenden Mindestdtiefe für die Gründung von ca. 4,0 m unter SOK würde eine flach gegründete Brücke auf geogenem Schluff (Schicht 4) gegründet, der bei etwa 109,6 m NHN bzw. in einer Tiefe von 5,0 m unter SOK endet.

Weil ab 5,0 m unter SOK gut tragfähige Kiese vorhanden sind, sollte die **Flachgründung bis 109,5 m NHN** geführt werden und folglich auf den tragfähigen Kiesen absetzen.

Die Bemessungswerte  $\sigma_{R,d}$  des Sohlwiderstands lassen sich aus der Tabelle A 6.2 „Bemessungswerte  $\sigma_{R,d}$  des Sohlwiderstands für Streifenfundamente auf nichtbindigem Boden auf der Grundlage einer ausreichenden Grundbruchsicherheit mit einer Begrenzung der Setzung...“ der aktuell gültigen DIN 1054:2010-12 entnehmen.

Die Bemessungswerte dieser Tabelle A 6.2 sind abhängig von der kleinsten Einbindetiefe des Fundamentes sowie von der Fundamentbreite. Die Tabelle A 6.2 ist in der nachfolgenden Tabelle 12 wiedergegeben.

Tabelle 12 Bemessungswerte  $\sigma_{R,d}$  des Sohlwiderstands laut Tabelle A 6.2 von DIN 1054:2010-12.

Kleinste Einbindetiefe des Fundaments	Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands [kN/m²] in Abhängigkeit von der Fundamentbreite b bzw. b'					
	0,50 m	1,00 m	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m
0,50 m	280	420	460	390	350	310
1,00 m	380	520	500	430	380	340
1,50 m	480	620	550	480	410	360
2,00 m	560	700	<b>590</b>	500	430	390

Bei einer Einbindetiefe der Fundamente von 2,0 m – hierbei ist der Höhenunterschied zwischen Fundamentsohle und Gewässersohle maßgebend – und bei einer Breite des Fundamentes von 1,5 m kann somit gemäß Tabelle 12 bei Gründung auf tragfähigen Kiesen ein Bemessungswert des Sohlwiderstands von 590 kN/m² zugrunde gelegt werden. Da die Gründungssohle unterhalb des Grundwassers liegt, ist der Bemessungswert aus Tabelle 12 um 40 % zu verringern. Somit ergibt sich ein **Bemessungswert  $\sigma_{R,d}$  des Sohlwiderstands von 350 kN/m²**.

Anmerkung: Die angegebenen Werte sind Bemessungswerte des Sohlwiderstands und damit keine „aufnehmbaren Sohldrücke“ nach DIN 1054:2005-01 und auch keine „zulässigen Bodenpressungen“ nach DIN 1054:1976-11.

Unter der Gründungssohle sollte eine Sauberkeits- und Ausgleichsschicht von ca. 0,1 m Dicke aus Magerbeton oder ca. 0,2 m Dicke aus gut verdichtungsfähigem Material (Böden der Gruppen GI, GW nach DIN 18196) eingebaut werden. Beim Einbau von Böden unter die Gründungsebene ist ein mittlerer Verdichtungsgrad  $D_{Pr} \geq 98 \%$  nachzuweisen. Sollte in der Aushubsohle für die Sauberkeitsschicht örtlich noch geogener Schluff (Schicht 4) anstehen, ist dieser Schluff vollständig gegen ein gut tragfähiges und wasserunempfindliches Material auszutauschen.

Die Aushubsohle für die Sauberkeits- und Ausgleichsschicht sollte von einem geotechnischen Sachverständigen abgenommen werden.

Da die Gründungssohle deutlich unterhalb des Grundwasserspiegels liegt, ist eine Wasserhaltung unumgänglich. Die Wasserhaltung ist zu bemessen. Für die Bemessung wird die Annahme einer Wasserdurchlässigkeit  $k_f = 5,0 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$  für den geogenen Kies (Schicht 5) empfohlen.

Zusätzlich ist das Wasser des Lockwitzbaches oberhalb der Brücke zu kanalisieren. Dies kann durch eine Abdeichung mit Leitwänden z. B. aus Bigbags oder durch eine Verrohrung geschehen.

#### Variante mit Tiefgründung

Wird eine Tiefgründung mit Bohrpfählen vorgesehen, sind diese bevorzugt in dem geogenen Kies (Schicht 5) abzusetzen.

Die für die Tiefgründung maßgebenden Kenngrößen Pfahlmantelreibung und Pfahlspitzenwiderstand sind der Tabelle 13 zu entnehmen.

Die in Tabelle 13 angegebenen Werte gelten für einen Pfahlschaftdurchmesser bzw. Pfahlfußdurchmesser von 0,3 m bis 3,0 m und für Pfähle, die mindestens 2,5 m in den Kies als tragfähigen Boden einbinden. Die Restmächtigkeit der Kiesschicht unterhalb der Pfahlfußfläche sollte nicht weniger als drei Pfahlfußdurchmesser, jedoch mindestens 1,5 m betragen.

Weitere Hinweise zur Pfahlgestaltung enthält die DIN 1054: 2010-12.

Für die Pfahlherstellung und die geotechnischen Baubegleitung der Pfahlherstellung gelten die Festlegungen des DIN-Fachberichtes 129 (Anwendungsdokumentation zu DIN 1536:1999-06).



Tabelle 13 Erfahrungswerte des charakteristischen Pfahlsitzenwiderstandes  $q_{b,k}$  und der Pfahlmantelreibung  $q_{s1,k}$  für Bohrpfähle in nichtbindigen Böden in Anlehnung an die EA-Pfähle.

Bezeichnung		Schicht 5	Schicht 5
		geogener Kies	geogener Kies
Bodenart nach DIN 4022-		G, S, u'	G, S, u'
Bodengruppe nach DIN 18196		GI / GU	GI / GU
Lagerung / Konsistenz		mitteldicht	dicht
Pfählsitzenwiderstand $q_{b,k}$ bei einer bezogenen Pfahlkopfsatzung $s/D_s$ bzw. $s/D_b$ von	0,02	0,55 MN/m <sup>2</sup>	1,05 MN/m <sup>2</sup>
	0,03	0,70 MN/m <sup>2</sup>	1,35 MN/m <sup>2</sup>
	0,10 (= $s_g$ )	1,60 MN/m <sup>2</sup>	3,00 MN/m <sup>2</sup>
Pfahlmantelreibung $q_{s1,k}$		0,055 MN/m <sup>2</sup>	0,105 MN/m <sup>2</sup>

Da in beiden für die Brücke ausgeführten Aufschlüssen im Tiefenhorizont zwischen ca. 6,5 m und 8,5 m nur eine lockere Lagerungsdichte festgestellt wurde, empfiehlt GEPRO, die Bohrpfähle in einer Tiefe von mehr als 8,5 m unter SOK bzw. **unterhalb von 106,1 m NHN abzusetzen**. Unterhalb von 106,1 m NHN wurden bis zum Bohrtiefsten bei 99,64 m NHN durchweg sehr gut tragfähige Kiese mit mindestens mitteldichter Lagerung nachgewiesen.

Da die Bohrpfähle in das Grundwasser eingebracht werden müssen, ist beim Bohren der Wasserdruk des anstehenden Grundwassers auszugleichen. Zur Vermeidung eines hydraulischen Grundbruches ist deshalb mit Wasserauflast oder ähnlichen Hilfsmitteln zu arbeiten.

Mit Blick auf die bei einer Flachgründung problematische bauzeitliche Wasserhaltung unterbreitet GEPRO die **Empfehlung, die Gründung des Ersatzneubaus der Brücke über den Lockwitzbach vorzugsweise mit Bohrpfählen herzustellen**.

#### 4.4 Weitere Hinweise für die Bauausführung

In Übereinstimmung mit der DIN 4124 können Baugruben und Gräben bis zu einer Tiefe von 1,25 m ohne besondere Sicherung mit senkrechten Wänden hergestellt werden. Bei Tiefen zwischen 1,25 m und 1,75 m ist bei senkrechten Wänden eine Kopfabbschöpfung bzw. Kopfsicherung mit einer Saumleiste notwendig.

Bei größeren Tiefen sind die Baugruben vollständig abzuböschten oder es ist ein geeigneter Verbau vorzusehen.

Für das Bauvorhaben können in Anlehnung an die DIN 4124 Baugruben mit folgenden Böschungswinkeln hergestellt werden:

- |                                       |                         |
|---------------------------------------|-------------------------|
| - Auffüllungen aus Kiesen und Sanden: | $\beta \leq 45^\circ$ , |
| - geogener Sand:                      | $\beta \leq 45^\circ$ , |
| - geogener Kies:                      | $\beta \leq 45^\circ$ , |
| - geogener Schluff:                   | $\beta \leq 60^\circ$ . |

Diese zulässigen Böschungswinkel gelten für trockene Böschungen mit Höhen  $< 5$  m, mit einer kurzzeitigen Standdauer und mit einem belastungsfreien Streifen an der Böschungsoberkante von mindestens 1,0 m Breite bei leichten Baufahrzeugen bis 12 t Gesamtmasse bzw. von mindestens 2,0 m Breite bei schwererem Gerät.

Geringere Böschungsneigungen können erforderlich werden, wenn starke Erschütterungen durch Verkehr, Ramm- oder Verdichtungsarbeiten auftreten oder zu erwarten sind.

Für Baugruben ab 5 m Tiefe ist ein statischer Nachweis für die Böschung oder den Verbau notwendig. Als Verbausysteme kommen im Wesentlichen die üblichen Trägerbohlwandverbaue, Spundwandverbaue, Kanaldielenverbaue sowie Verbaue mit Verbauplatten (Krings-Verbau) in Frage.

Aus bodenmechanischer Sicht können die Aushubmassen aus nichtbindigen Auffüllungen und geogenen Sanden und Kiesen für Bodenaustausch-, Verfüll- und Hinterfüll- sowie Geländeregulierungsarbeiten verwendet werden.

Die bindigen Böden (geogener Schluff) sind nur für Geländeregulierungsarbeiten geeignet und sollten unterhalb von Verkehrsflächen nicht wieder eingebaut werden.

Ein bauzeitliches Befahren der geogenen Schluffe (Schicht 4) sollte möglichst unterbleiben.

Im öffentlichen Straßenraum sind stadttypische Medienleitungen (Wasser-, Abwasser-, Gas-, Elektrizitäts- und Informationsleitungen usw.) vorhanden. Diese können die bauzeitliche Befahrbarkeit des Planums behindern und können Ursache für ein eventuelles Auftreten weiterer, zur Grabenverfüllung verwendeter Böden sein, die bei den Aufschlüssen noch nicht erkundet worden sind.

## 5 Ergebnisse der abfallrelevanten Untersuchungen

### 5.1 Untersuchungskonzept

Weil für die Herstellung eines frostsicheren und tragfähigen Straßenoberbaues planmäßige Aushubtiefen von ca. 0,75 m zu erwarten sind, werden entsprechende auszuhebende Böden anfallen, die zu entsorgen sind.

Da diese Aushubmassen aus technologischen Gründen nur in begrenztem Maß getrennt werden können – eine Trennung ist nur nach deutlich unterscheidbaren großvolumigen Schichten aus z. B. Brechkorngemischen, Auffüllungen und Sanden sowie nach Verkehrsflä-



chen wirtschaftlich – ist eine plausible Zusammenfassung der Aushubmassen und deren gemeinsame Deklaration sinnvoll.

Bei Vorhandensein von Asphalt in den Aufschlüssen wurden Einzelproben entnommen und es wurde eine aus den Einzelproben gebildete Mischprobe untersucht.

Im Gleis- und Kfz-Fahrbahnbereich wurde ein oberer und ein unterer Bodenhorizont untersucht. Der obere Bodenhorizont (ca. 0,40 m bis ca. 0,90 m Tiefe) ist zur Beurteilung der Aushubmassen des flächigen Ausbaus für die Tragschichten der Verkehrsflächen und der untere Bodenhorizont (ca. 0,90 m bis 2,50 m Tiefe) für die Beurteilung der Aushubmassen für eventuelle Leitungsverlegungen vorgesehen.

Da die Gehbahnen fast durchgängig unbefestigt sind, konnte bei ihnen eine Untersuchung der Deckschicht entfallen. In den Gehbahnen wurden ebenfalls ein oberer und ein unterer Bodenhorizont untersucht. Der obere Bodenhorizont (ca. 0,00 m bis ca. 0,40 m Tiefe) ist zur Beurteilung der Aushubmassen des flächigen Ausbaus für die Tragschichten der Gehbahn und der untere Bodenhorizont (ca. 0,40 m bis 2,00 m Tiefe) ist für die Beurteilung der Aushubmassen für eventuelle Leitungsverlegungen vorgesehen.

Weiterhin wurden für die abfallrelevante Bewertung der Aushubmaterialien für die Brücke und für das Stützbauwerk sowie vom Anlandungsmaterial des Lockwitzbaches je eine separate Bodenmischprobe gebildet und untersucht.

In Anlehnung an die LAGA PN 98 wurden Mischproben aus nach Möglichkeit 4 Einzelproben gebildet und untersucht.

Die Bezeichnung der Proben setzt sich folgendermaßen zusammen: Mit den ersten beiden Buchstaben wird die Art des Materiales (hier: AP für Asphaltprobe und BP für Bodenprobe) beschrieben, mit den folgenden Ziffern erfolgt eine fortlaufende Nummerierung (hier z. B. 1 bzw. 1 bis 7) und mit den letzten beiden Buchstaben wird die Art der Probenzusammenfassung (hier: MP für Mischprobe und EP für Einzelprobe) bezeichnet.

## **5.2 Untersuchungsumfang der chemischen Analytik**

### Chemische Analytik zur Deklaration des Ausbausphaltes

Der Umfang an chemischer Analytik der Asphaltprobe wurde so festgelegt, dass die Asphaltprobe gemäß RuVA-StB 01 [U20] hinsichtlich Phenolen im Eluat und polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) im Feststoff untersucht wurde.

### Chemische Analytik zur Deklaration der Bodenproben

Der Umfang an chemischer Analytik von Bodenproben wurde so festgelegt, dass die Bodenproben einheitlich gemäß den LAGA-Vorgaben von [U18] nach dem „Mindestuntersuchungsprogramm für Bodenmaterial bei unspezifischen Verdacht“ (Tabelle II 1.2-1) als Bodenmaterial mit mineralischen Fremdbestandteilen analysiert wurden und dass zusätzlich zu diesem Mindestuntersuchungsprogramm die Schwermetalle im Eluat unabhängig von den

analysierten Konzentrationen im Feststoff ermittelt wurden.

Die Zuordnungswerte wurden in Übereinstimmung mit [U18] für die Feststoffanalytik nach Tabelle II.1.2-2 und Tabelle II.1.2-4 und für die Eluatanalytik gemäß Tabelle II.1.2-3 und Tabelle II.1.2-5 gewählt.

### 5.3 Zusammenstellung der Proben

#### Proben für die Deklaration der Ausbauasphalte

Bei allen 4 im Gleis- und Kfz-Fahrbahnbereich angelegten Aufschlüssen wurde Asphalt gewonnen und wurden für die Beurteilung des Asphaltes diese 4 Asphalteinzelproben herangezogen. Diese wurden zu einer Mischprobe vereinigt und anschließend untersucht.

In der nachfolgenden Tabelle 14 sind die entsprechenden Einzelproben und die daraus gebildete Mischprobe aufgeführt.

**Tabelle 14** Zuordnung von Einzel- und Mischproben *für den Ausbauasphalt.*

Herkunft der Probe	Proben	Bezeichnung der Einzelproben und der zugehörigen Mischprobe			
Asphalt aus dem Gleis- und Kfz-Fahrbahnbereich aus 0,00 m - ca. 0,40 m Tiefe	Einzelprobe	KRB F1 GP1	KRB F2 GP1	KRB F4 GP1	Sch G14 KP1
	Mischprobe	AP1 MP			

Zur Prüfung der Verwertbarkeit bzw. der Entsorgung der Ausbauasphalte erfolgte eine Bewertung nach RuVA-StB 01 [U20] anhand von chemischen Laboruntersuchungen an der in Tabelle 14 aufgeführten einen Asphalt-Mischprobe.

#### Proben für die Deklaration des Bodenaushubes

Für die Deklaration des Bodenaushubes wurden aus dem Gleis- und Kfz-Fahrbahnbereich, aus den Gehbahnen, aus dem Umfeld der Brücke, aus dem Umfeld des Stützbauwerkes und aus dem Anlandungsmaterial insgesamt 67 Boden-Einzelproben entnommen und daraus 7 Mischproben gebildet und untersucht.

In der nachfolgenden Tabelle 15 sind die entsprechenden Boden-Einzelproben und die aus ihnen gebildeten Boden-Mischproben aufgelistet.



Tabelle 15 Zuordnung von Einzel- und Mischproben für den Bodenaushub.

Herkunft der Probe	Proben	Bezeichnung der Einzelproben und der zugehörigen Mischproben			
Boden und Steine aus den Gleis- und Kfz-Fahrbahnbereich aus ca. 0,40 m - ca. 0,90 m Tiefe	Einzelprobe	KRB F1 KP1	KRB F2 KP1	KRB F4 GP2	Sch GI4 GP2
	Mischprobe	BP1 MP			
Boden und Steine aus den Gleis- und Kfz-Fahrbahnbereich aus ca. 0,90 m - 2,50 m Tiefe	Einzelprobe	KRB F1 GP2/3	KRB F2 GP2	KRB F4 GP3	Sch GI4 GP3
	Mischprobe	BP2 MP			
Boden und Steine aus den Gehbahnen aus ca. 0,00 m - ca. 0,40 m Tiefe	Einzelprobe	KRB G1 GP1/3	KRB G2 GP1/2	KRB G3 GP1	KRB G4 GP1/2
	Mischprobe	BP3 MP			
Boden und Steine aus den Gehbahnen aus ca. 0,40 m - 2,00 m Tiefe	Einzelprobe	KRB G1 GP4/5	KRB G2 GP 2/3/4	KRB G3 GP3/4	KRB G4 GP3/4/5
	Mischprobe	BP4 MP			
Boden und Steine aus dem Bereich des geplanten Stützbauwerkes aus 0,00 m - ca. 5,00 m Tiefe	Einzelprobe	KRB S01 GP1-7	KRB S02 GP1-4	KRB S03 GP1-5	KRB S04 GP1-4
	Mischprobe	BP5 MP			
Boden und Steine aus dem Bereich der geplanten Brücke aus 0,00 m - 15,00 m Tiefe	Einzelprobe	KB B01 GP1/2 KP1-4		KB B02 GP1-3 KP1-4	
	Mischprobe	BP6 MP			
Boden und Steine aus dem Anlandungs-material des Lockwitz-baches aus 0,00 m - ca. 0,30 m Tiefe	Einzelprobe	EP 1	EP 2	EP 3	EP 4
	Mischprobe	BP7 MP			

Zur Prüfung der Verwertbarkeit bzw. der Entsorgung des Aushubes erfolgte eine Deklaration der Zuordnungswerte nach LAGA 20 [U18] anhand von chemischen Laboruntersuchungen an den 7 in Tabelle 15 aufgeführten, plausibel gebildeten Boden-Mischproben.

Das Probenahmeprotokoll nach LAGA PN 98 ist als **Anlage 7** beigelegt.

## 5.4 Untersuchungsergebnisse und Bewertung

### Deklaration des Ausbauasphaltes

In der **Anlage 8.1** ist der Prüfbericht mit den Analysenergebnissen der chemisch untersuchten Asphaltprobe enthalten.

In Tabelle 16 sind die Ergebnisse dieser Asphaltuntersuchung aufgeführt.

Tabelle 16 Ergebnisse der chemischen Asphaltuntersuchung.

Parameter	AP1 MP	Anforderung an die Verwertungsklasse nach RuVA-StB 01		
		A	B	C
Summe PAK nach EPA [mg/kg]	k. S.	$\leq 25$	$> 25$	Wert ist anzugeben
Phenolindex im Eluat [mg/l]	$< 0,01$	$\leq 0,1$	$\leq 0,1$	$> 0,1$
Zugeordnete Verwertungsklasse	A			

k. S. keine Summenbildung. Da alle Parameter unterhalb der Nachweisgrenze liegen, ist keine Summenbildung möglich.

Die in Tabelle 16 ausgewiesene Verwertungsklasse und die an diese geknüpften Schadstoff-Grenzgehalte hat GEPRO den RuVA-StB 01 [U20] entnommen.

Die gemäß RuVA-StB 01 für die Verwertung von Materialien der Verwertungsklassen A, B und C einsetzbaren Verwertungsverfahren sind in der nachfolgenden Tabelle 17 angegeben.

Tabelle 17 Verwertungsverfahren für die Verwertungsklassen A, B und C.

Verwertungsklasse	Zulässige Verwertungsverfahren gemäß RuVA-StB 01 [U20]
A	<ul style="list-style-type: none"> <li>- „Heißmischverfahren“ gemäß Kapitel 4.1 von [U20]</li> <li>- „Kaltmischverfahren mit Bindemitteln“ gemäß Kapitel 4.2 von [U20] oder</li> <li>- „Kaltverarbeitung ohne Bindemittel“ gemäß Kapitel 4.3 von</li> </ul>
B	<ul style="list-style-type: none"> <li>- „Kaltmischverfahren mit Bindemitteln“ gemäß Kapitel 4.2 von [U20]</li> </ul>
C	<ul style="list-style-type: none"> <li>- „Kaltmischverfahren mit Bindemitteln“ gemäß Kapitel 4.2 von [U20]</li> </ul>

In der Tabelle 18 erfolgt eine Zuordnung der auszubauenden Asphalte zu der untersuchten Asphaltprobe.



Tabelle 18 Zuordnung der Asphaltbeurteilung zu dem auszubauenden Asphalt.

Herkunft des Ausbausphaltes	Zugehörige Asphalt-Mischprobe	Verwertungs-klasse nach RuVA-StB 01	Abfallart	Abfallschlüssel nach AVV
Asphalt aus den Kfz-Fahrbahn- und Gleisbereich aus 0,00 m - ca. 0,40 m Tiefe	AP1 MP	A	Bitumengemische mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 03 01 fallen	17 03 02

Gemäß [U20] sind die Ausbausphaltes in die Verwertungsklasse A einzuordnen.

### Deklaration des Bodenaushubes

Die **Anlage 8.2** und die **Anlage 8.4** enthalten die Laborprotokolle der an den 7 Boden-Mischproben durchgeführten Analysen.

In der **Anlage 9** sind diese Analysenergebnisse tabellarisch zusammengestellt und nach LAGA bewertet.

Die nachfolgende Tabelle 19 zeigt die wesentlichen Beurteilungsergebnisse für die 7 Boden-Mischproben.

Tabelle 19 Wesentliche Ergebnisse der chemischen Bodenuntersuchungen und Zuordnung der Bodenbeurteilung zu den auszubauenden Böden.

Herkunft des Probenmaterials	Zugehörige Boden-Mischprobe	Maßgebende(r) Parameter für die Zuordnung	Zuordnungswert nach LAGA	Abfallschlüssel nach AVV
Boden und Steine aus den Gleis- und Kfz-Fahrbahnbereich aus ca. 0,40 m - ca. 0,90 m Tiefe	BP1 MP	pH-Wert im Eluat	Z 1.2	17 05 04
Boden und Steine aus den Gleis und Kfz-Fahrbahnbereich aus ca. 0,90 m - 2,50 m Tiefe	BP2 MP	Nickel im Feststoff	Z 0*	17 05 04
Boden und Steine aus den Gehbahnen aus ca. 0,00 m - ca. 0,40 m Tiefe	BP3 MP	Arsen im Eluat	Z 1.2	17 05 04
Boden und Steine aus den Gehbahnen aus ca. 0,40 m - 2,00 m Tiefe	BP4 MP	Chrom, Kupfer, Nickel und Zink im Feststoff	Z 0*	17 05 04
Boden und Steine aus dem Bereich des geplanten Stützbauwerkes aus 0,00 m - ca. 5,00 m Tiefe	BP5 MP	PAK im Feststoff	Z 1.2	17 05 04
Boden und Steine aus dem Bereich der geplanten Brücke aus 0,00 m - 15,00 m Tiefe	BP6 MP	PAK im Feststoff	Z 2	17 05 04

Herkunft des Probenmaterials	Zugehörige Boden-Mischprobe	Maßgebende(r) Parameter für die Zuordnung	Zuordnungswert nach LAGA	Abfallschlüssel nach AVV
Boden und Steine aus dem Anlandungsmaterial des Lockwitzbaches aus 0,00 m - ca. 0,30 m Tiefe	BP7 MP	Zink im Feststoff	Z 0*	17 05 04

Diese Probenergebnisse lassen sich wie nachfolgend angegeben, zu den zu wirtschaftlichen Homogenbereichen zusammengefassten auszubauenden Böden zuordnen.

Dabei sind nachfolgend nur die für die Deklaration maßgebenden Parameter aufgeführt. Weitere zusätzliche Überschreitungen der Z-0-Konzentrationen sind in der **Anlage 9** aufgelistet und entsprechend der Zuordnung farblich gekennzeichnet.

#### Gleis- und Kfz-Fahrbahnbereich

Die beprobte Schottertragschicht (STS) zwischen ca. 0,40 m und 0,90 m unter GOK weist einen leicht erhöhten pH-Wert im Eluat auf. Da gemäß [U18] beim pH-Wert zwischen Z 0/Z 0\* und Z 1.1 nicht unterschieden wird, ist schon bei einer geringen Überschreitung des Z-0-Wertes eine Zuordnung der STS als **Z-1.2-Material** erforderlich.

Die Böden und Steine unterhalb der STS zwischen ca. 0,90 m und 2,50 m Tiefe sind aufgrund einer minimalen Überschreitung des Parameters Nickel im Eluat als **Z-0\*-Material** zu bewerten.

#### Gehbahnen

Die beprobten Auffüllungen aus dem oberen Horizont zwischen ca. 0,00 m und ca. 0,40 m unter GOK sind aufgrund des Arsengehaltes im Eluat als **Z-1.2-Material** einzustufen.

Die beprobten Böden aus dem unteren Horizont zwischen ca. 0,40 m und 2,00 m Tiefe sind wegen ihrer leicht erhöhten Chrom-, Kupfer-, Nickel- und Zinkgehalte im Feststoff als **Z-0\*-Material** zu klassifizieren.

#### Aushubmassen für das geplante Stützbauwerk

Die bei der Herstellung des geplanten Stützbauwerkes anfallenden Aushubmassen sind infolge eines erhöhten PAK-Gehaltes im Feststoff als **Z-1.2-Material** zu deklarieren.

#### Aushubmassen für den Ersatzneubau der Brücke über den Lockwitzbach

Die bei der Herstellung des geplanten Ersatzneubaues der Brücke anfallenden Aushubmassen sind aufgrund eines erhöhten PAK-Gehaltes im Feststoff als **Z-2-Material** einzuordnen. Das Auftreten eines erhöhten PAK-Gehaltes bestätigte sich bei einer kontrollierenden Zweit-



bestimmung. Vermutlich lagert die erhöhte PAK-Konzentration im oberen Horizont der Auffüllung.

In der **Anlage 10** sind in einem Lageplan die Verwertungs- und Einbauklassen und die zugehörigen Zuordnungswerte für den Gleis- und Kfz-Fahrbahnbereich, den Gehbahnen sowie die beiden Ingenieurbauwerke noch einmal grafisch dargestellt.

## 6 Entsorgungskonzept

Als vereinfachtes Entsorgungskonzept gilt die nachfolgende Tabelle 20.

In ihr werden auf Basis der Mischprobenuntersuchungen Homogenbereiche benannt und die in diesen anfallenden Abfälle (= Aushubmassen) hinsichtlich ihrer Zuordnungswerte, ihres Abfallschlüssels, der Einteilung des Abfalls und der erforderlichen Nachweisverfahren aufgeführt.

Tabelle 20 Zuordnung der Abfallschlüssel, der Einteilung der Abfälle und der Nachweisverfahren.

Herkunft der Abfälle	Zugehörige Mischprobe	Zuordnung nach LAGA bzw. RuVA-StB 01	Abfallart	Abfallschlüssel nach AVV	Einteilung des Abfalls	Nachweisverfahren für Erzeuger
Asphalt aus dem Gleis- und Kfz-Fahrbahnbereich aus 0,00 m - ca. 0,30 m Tiefe	AP1 MP	A	Bitumengemische mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 03 01 fallen	17 03 02	<u>nicht gefährlicher Abfall</u>	kein Nachweis kein Register erforderlich (Annahme- oder Verbleibserklärung, Liefer- oder Wiegescheine)
Boden und Steine aus den Gleis- und Kfz-Fahrbahnbereich aus ca. 0,40 m - ca. 0,90 m Tiefe	BP1 MP	Z 1.2	Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03 fallen	17 05 04	<u>nicht gefährlicher Abfall</u>	kein Nachweis kein Register erforderlich (Annahme- oder Verbleibserklärung, Liefer- oder Wiegescheine)
Boden und Steine aus den Gleis und Kfz-Fahrbahnbereich aus ca. 0,90 m - 2,5 m Tiefe	BP2 MP	Z 0*				
Boden und Steine aus den Gehbahnen aus ca. 0,00 m - ca. 0,40 m Tiefe	BP3 MP	Z 1.2				
Boden und Steine aus den Gehbahnen aus ca. 0,40 m - 2,00 m Tiefe	BP4 MP	Z 0*				
Boden und Steine aus dem Bereich des geplanten Stützbauwerkes aus 0,00 m - ca. 5,00 m Tiefe	BP5 MP	Z 1:2				
Boden und Steine aus dem Bereich der geplanten Brücke aus 0,00 m - 15,00 m Tiefe	BP6 MP	Z 2				
Boden und Steine aus dem Anlandungsmaterial des Lockwitzbaches aus 0,00 m - ca. 0,30 m Tiefe	BP7 MP	Z 0*				

Z-0- bis einschließlich Z-2-Material darf unter Berücksichtigung der in der LAGA-Mitteilung 20 genannten Bedingungen wieder eingebaut werden. Bei einem Wiedereinbau sind zum Beispiel folgende Kriterien zu beachten:

#### Z 0 Uneingeschränkter Einbau - Verwertung von Bodenmaterial in bodenähnlicher Anwendung

Ein uneingeschränkter Einbau von Bodenmaterial in bodenähnlicher Anwendung ist nur dann möglich, wenn die Anforderungen des vorsorglichen Boden- und Grundwasserschutzes erfüllt werden. (Einhaltung der Z-0-Werte).



**Z 0\*** Uneingeschränkter Einbau - Verwertung von Bodenmaterial in bodenähnlicher Anwendung (Ausnahme vom Regelfall).

Zur „Verfüllung von Abgrabungen“ unterhalb der durchwurzelbaren Bodenschicht darf Z-0\*-Material verwendet werden, wenn die Verfüllung mit einer mindestens 2 m mächtigen Bodenschicht, die die Vorsorgewerte der BBodSchV einhalten, abgedeckt wird und diese außerhalb von Trinkwasserschutzgebieten und Heilquellenschutzgebieten der Zonen I bis IIIa bzw. III liegen.

**Z 1** Eingeschränkter offener Einbau in technischen Bauwerken

Beim eingeschränkten offenen Einbau wird unterschieden, ob im Bereich der Verwertungsmaßnahme ungünstige (Einbauklasse 1.1) oder günstige hydrologische Standortbedingungen (Einbauklasse 1.2) vorliegen.

**Z 1.1** Eingeschränkter offener Einbau bei ungünstigen hydrogeologischen Standortbedingungen

In der Regel soll der Abstand zwischen der Schüttkörperbasis und dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand mindestens 1 m betragen.

**Z 1.2** Eingeschränkter offener Einbau bei günstigen hydrogeologischen Standortbedingungen

Hydrogeologisch günstige Standorte sind Standorte, bei denen der Grundwasserleiter nach oben durch flächig verbreitete, ausreichend mächtige und homogene Deckschichten mit geringer Durchlässigkeit und hohem Rückhaltevermögen gegenüber Schadstoffen überdeckt ist. Das Rückhaltevermögen ist in der Regel bei mindestens 2 m mächtigen Deckschichten aus Tonen, Schluffen oder Lehmen gegeben. In der Regel soll der Abstand zwischen der Schüttkörperbasis und dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand mindestens 2 m betragen.

**Z 2** Eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen

a) im Straßen-, Wege- und Verkehrsflächenbau sowie bei Anlage von befestigten Flächen in Industrie- und Gewerbegebieten

- Tragschichten unter wasserundurchlässiger Deckschicht (Beton, Asphalt)
- gebundene Tragschicht unter wenig durchlässiger Deckschicht (Pflaster, Platten)
- gebundene Deckschichten

b) bei Erdbaumaßnahmen als

- Lärm- und Sichtschutzwall
- Straßendamm (Unterbau)

sofern durch geeignete Maßnahmen sichergestellt ist, dass das Niederschlagswasser vom eingebauten Abfall weitestgehend ferngehalten wird.

In der Regel soll der Abstand zwischen der Schüttkörperbasis und dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand mindestens 1 m betragen.

Ist eine Verwertung der Materialien mit Z 0\* bis einschließlich Z 2 im Bauvorhaben unter Berücksichtigung der in [U18] benannten Einschränkungen nicht möglich, sollte eine Verwertung bei anderen Bauvorhaben geprüft werden.

Sollte eine Verwertung auch in anderen Bauvorhaben nicht möglich sein, ist eine Verwertung bzw. Beseitigung bei einem Entsorgungsbetrieb vorzunehmen.

Bei einer Verwertung außerhalb des Bauvorhabens ist diese mittels Bauleitererklärung und bei einer Verwertung bzw. Beseitigung bei einem Entsorgungsbetrieb ist diese mittels Liefer- und Wiegescheinen zu dokumentieren.

## 7 Zusammenfassung

Die Landeshauptstadt Dresden beabsichtigt, die Berthold-Haupt-Straße zwischen Ulmenstraße und Meußlitzer Straße in Dresden grundhaft zu erneuern. In diesem Zusammenhang sind auch der Ersatzneubau der Brücke über den Lockwitzbach sowie die Errichtung eines Stützbauwerkes südlich der Berthold-Haupt-Straße geplant.

Der vorliegende geotechnische Bericht mit abfallrelevanten Untersuchungen beurteilt den etwa 360 m langen Straßenabschnitt der Berthold-Haupt-Straße zwischen Ulmenstraße und Meußlitzer Straße einschließlich der beiden Ingenieurbauwerke.

Zur Beurteilung des Baugrundes und zur Probenahme für die abfallrelevanten Untersuchungen wurden 4 Aufschlüsse im Gleis- und Kfz-Fahrbahnbereich, 3 Aufschlüsse in den Gehbahnen 4 Aufschlüsse für die Stützwand und 2 Aufschlüsse für die Brücke über den Lockwitzbach angelegt. Außerdem wurden 4, bereits im Jahr 2013 im Zusammenhang mit einer Beweissicherung von Hochwasserschäden 2013 angelegte Aufschlüsse mit verwertet.

An 7 Aufschlussstellen im Gleis- und Kfz-Fahrbahnbereich und in den Gehbahnen wurde in etwaiger Höhe des künftigen Planums der Verformungsmodul mit dem leichten Fallgewichtsgerät bestimmt.

Bei 6 von 7 Messungen wurde der auf dem Planum geforderte Verformungsmodul  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  – er entspricht etwa  $E_{vd} \geq 25 \text{ MN/m}^2$  – erreicht. Folglich sind keine großflächigen Maßnahmen zur Erhöhung der Tragfähigkeit notwendig.

Die Untersuchungen der Kornverteilung der bestehenden Schottertragschicht haben gezeigt, dass in dieser der Feinkorngehalt erhöht ist. Dies hat eine Bewertung der eigentlich nicht frostempfindlich sein sollenden Schottertragschicht als „gering bis mittel frostempfindlich“ zur Folge. Eine wesentliche Ursache für den erhöhten Feinkorngehalt dürfte mit hoher Wahrscheinlichkeit im Eintrag von Feinkorn aus den unterlagerten Schichten im Zusammenhang mit dem Hochwasserereignis vom Juni 2013 zu finden sein.

Aufgrund der geringen Breite der Berthold-Haupt-Straße hat diese neben den beiden Straßenbahngleisen keine separate Kfz-Fahrbahn und sind die über den eigentlichen Gleiskörper hinausreichenden Fahrbahnreststreifen sehr schmal. Somit wird über die gesamte Straßenbreite ein dem Gleisbereich gleichartiger Tragschichtaufbau vorgesehen.

Bei einem Oberbau als Feste Fahrbahn empfiehlt GEPRO unter der Festen Fahrbahn eine Schichtdicke der STS von mindestens 35 cm.

Aufgrund von in Planumshöhe anstehenden wasserempfindlichen F-3-Böden ist eine Planumsentwässerung notwendig.

Das Stützbauwerk sollte flach in einer Tiefe von 112,00 m NHN gegründet werden.

Für die Gründung der Brücke wurden sowohl eine Flachgründung als auch eine Tiefgründung betrachtet. GEPRO empfiehlt, die Brücke mittels Bohrpfählen tief zu gründen. Die Bohrpfähle sollten mindestens bis 106,00 m NHN reichen, um auf wenigstens mitteldicht gelagerten geogenen Kiesen aufzusetzen.



Die chemische Untersuchung an einer Asphaltmischprobe aus dem Gleis- und Kfz-Fahrbahnbereich ergab eine Zuordnung zur Verwertungsklasse A.

Die Deklaration der geplanten Boden-Aushubmassen erfolgte gemäß dem Mindestuntersuchungsprogramm für Böden bei unspezifischem Verdacht nach LAGA. Sowohl im Gleis- und Kfz-Fahrbahnbereich als auch in den Gehbahnen ist dabei jeweils der obere Horizont als Z-1.2-Material und der untere Horizont als Z-0\*-Material eingestuft worden.

Aufgrund von recht hohen PAK-Gehalten wurden die potentiellen Aushubmassen für das Stützbauwerk als Z-1.2-Material und für die Brücke als Z-2-Material deklariert.

Für das Anlandungsmaterial des Lockwitzbaches ergaben sich hingegen Zuordnungen von Z 0\*.

Dresden, den 16.07.2014



Dipl.-Ing. Steffen Müller  
Geschäftsführer

von der IHK Dresden öffentlich bestellter und vereidigter  
Sachverständiger für Baugrundbeurteilung, Geokunststoffe,  
Erdbau für Verkehrswege einschließlich Böschungen.



i.A.



Dipl.-Ing. Hans-Martin Schulze  
Projektingenieur



**Verteiler**

- Landeshauptstadt Dresden
- GEPRO

4 x Original, 1 digital,  
1 x Original, 1 digital.