



**Dipl.-Ing. Steffen Müller**

Öffentlich bestellter und vereidigter  
Sachverständiger für Baugrundbeurteilung, Geo-  
kunststoffe, Erdbau für Verkehrswege einschließlich  
Böschungen durch die Industrie- und Handelskam-  
mer Dresden, Langer Weg 4, 01239 Dresden

## **Geotechnischer Bericht**

### **mit abfallrelevanten Untersuchungen**

<b>Projekt</b>	Stadtbahn 2020, TA 1.2, Verkehrszug Nossener Brücke - Nürnberger Straße, Bereich B, Brückenkonstruktion zwischen Widerlager Ost Zwickauer Straße und Widerlager West Fabrikstraße in Dresden
<b>Auftraggeber</b>	Dresdner Verkehrsbetriebe AG Trachenberger Straße 40 01129 Dresden
<b>Auftragnehmer</b>	GEPRO Ingenieurgesellschaft für Geotechnik, Verkehrs- und Tiefbau und Umweltschutz mbH
<b>Unser Zeichen</b>	942-025-BER
<b>Bearbeiter</b>	Dipl.-Ing. Steffen Müller Dipl.-Ing. Hans-Martin Schulze
<b>Datum</b>	24.10.2014

Der Bericht umfasst 83 Seiten und 13 Anlagen.

**INHALTSVERZEICHNIS**

	Seite
<b>1</b>	<b>Veranlassung.....9</b>
1.1	Vorbemerkungen.....9
1.2	Aufgabenstellung und deren Modifizierung im Bearbeitungsverlauf..... 10
<b>2</b>	<b>Darstellung und Beschreibung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse .....13</b>
2.1	Beschreibung des Untersuchungsgebietes ..... 13
2.2	Im Untergrund vorhandene alte Baukörper.....20
2.3	Geologische und hydrogeologische Verhältnisse ..... 21
2.4	Altaufschlüsse und deren Verwertung ..... 23
2.5	Ergebnisse der Felduntersuchungen..... 23
2.6	Ergebnisse von Wasserstandsmessungen sowie Festlegung von Bauwasserstand und Bemessungswasserstand..... 27
2.7	Ergebnisse der geotechnischen Laboruntersuchungen von Lockergestein..... 33
2.8	Ergebnisse der geotechnischen Laboruntersuchungen am Festgestein ..... 38
2.9	Bautechnische Beschreibung des Baugrundes ..... 40
2.10	Ergebnisse der Untersuchungen hinsichtlich Betonaggressivität und Stahlkorrosivität..... 47
2.10.1	Untersuchungskonzept..... 47
2.10.2	Untersuchungsumfang der chemischen Analytik ..... 47
2.10.3	Probenahme ..... 48
2.10.4	Untersuchungsergebnisse und Bewertung der Betonaggressivität ..... 48
2.10.5	Untersuchungsergebnisse und Bewertung der Stahlkorrosivität ..... 50
<b>3</b>	<b>Bewertung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse.....55</b>
<b>4</b>	<b>Empfehlungen und Hinweise .....57</b>
4.1	Hinweise für die Gründung der Brücke ..... 57
4.2	Hinweise bei einem Belassen des Straßendamms zwischen dem DB AG-Gelände und der Zwickauer Straße..... 62
4.3	Hinweise für die Gründung der Fernwärmeleitung..... 64
4.3.1	Hinweise für die Gründung der Fernwärmeleitung als Rohleierungsbrücke ..... 64
4.3.2	Hinweise zur Durchörterung des Fernwärmekanal ..... 65
4.4	Weitere Hinweise für die Bauausführung..... 71
<b>5</b>	<b>Ergebnisse der abfallrelevanten Untersuchungen .....74</b>
5.1	Untersuchungskonzept..... 74
5.2	Untersuchungsumfang der chemischen Analytik ..... 75
5.3	Zusammenstellung der Proben ..... 75
5.4	Untersuchungsergebnisse und Bewertung ..... 77
<b>6</b>	<b>Entsorgungskonzept.....79</b>

## 7 Zusammenfassung.....82

### ANLAGENVERZEICHNIS

<b>Anlage 1</b>	Lageplan mit Eintragung der Ansatzstellen der Baugrundaufschlüsse, M 1:500, GEPRO Ingenieurgesellschaft mbH, 01.08.2014.	1 Blatt
<b>Anlage 2</b>	Geologische Längsschnitte.	
Anlage 2.1	Geologische Längsschnitte nördlich der Nossener Brücke (sowie für die Variante brückennahe Fernwärmetrasse) und südlich der Nossener Brücke, MdL 1:500 / MdH 1:100, GEPRO Ingenieurgesellschaft mbH, 01.08.2014.	1 Blatt
Anlage 2.2	Geologischer Längsschnitt für die Variante brückenferne Fernwärmetrasse, MdL 1:500 / MdH 1:100, GEPRO Ingenieurgesellschaft mbH, 01.08.2014.	1 Blatt
<b>Anlage 3</b>	„Lageplan mit Geländemodell der Pläneroberkante“, M 1:500, GEPRO Ingenieurgesellschaft mbH, 01.08.2014.	1 Blatt
<b>Anlage 4</b>	Messprotokolle der Rammsondierungen, Bohrprofile und Schichtenverzeichnisse der Kleinrammbohrungen und der Kernbohrungen.	
Anlage 4.1	Messprotokolle der Rammsondierungen für die Nossener Brücke sowie für die Variante brückennahe Fernwärmetrasse, JoanniKling GmbH, NL Dresden, 30.07.2014, [U37].	46 Blatt
Anlage 4.2	Messprotokolle der Rammsondierungen für die Variante brückenferne Fernwärmetrasse, JoanniKling GmbH, NL Dresden, 10.07.2014, [U37].	11 Blatt
Anlage 4.3	Bohrprofile und Schichtenverzeichnisse der Kleinrammbohrungen und der Kernbohrungen mit Eintragung der Bohrlochrammsondierungen für die Nossener Brücke sowie für die Variante brückennahe Fernwärmetrasse, JoanniKling GmbH, NL Dresden, 10.07.2014, [U37].	186 Blatt
Anlage 4.4	Bohrprofile und Schichtenverzeichnisse der Kleinrammbohrungen und der Kernbohrungen mit Eintragung der Bohrlochrammsondierungen für die Variante brückenferne Fernwärmetrasse, JoanniKling GmbH, NL Dresden, 10.07.2014, [U37].	42 Blatt
<b>Anlage 5</b>	Bohrkernfotos der Kernbohrungen.	
Anlage 5.1	Bohrkernfotos der Kernbohrungen für die Nossener Brücke sowie für die Variante brückennahe Fernwärmetrasse, GEPRO Ingenieurgesellschaft mbH, 18.07.2014.	62 Blatt

<b>Anlage 5.2</b>	Bohrkernfotos der Kernbohrungen für die Variante brückenferne Fernwärmetrasse, GEPRO Ingenieurgesellschaft mbH, 11.06.2014.	10 Blatt
<b>Anlage 6</b>	„Zusammenstellung der Ergebnisse der Rammsondierungen und Zuordnung der Lagerungsdichten aus den Schlagzahlen“, GEPRO Ingenieurgesellschaft mbH, 30.07.2014.	11 Blatt
<b>Anlage 7</b>	„Laborprüfbericht 12 - 2014 - 942“, Geotechnisches Labor der GEPRO Ingenieurgesellschaft mbH, 08.08.2014, [U39].	79 Blatt
<b>Anlage 8</b>	„Prüfzeugnis, Prüfzeichen 3257, 3267-KB B 202, 3267-KB B 231, Bestimmung der einaxialen Druckfestigkeit“, HTW Dresden, Baustofflabor, 28.05.2014 und 16.06.2014, [U40].	3 Blatt
<b>Anlage 9</b>	„Probenahmeprotokoll nach LAGA PN 98“, GEPRO Ingenieurgesellschaft mbH, 15.07.2014, [U38].	3 Blatt
<b>Anlage 10</b>	Prüfberichte.	
Anlage 10.1	„Prüfbericht 2971123-1“, SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH, 17.04.2014, [U41].	2 Blatt
Anlage 10.2	„Prüfbericht 3020364-1“, SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH, 05.06.2014, [U42].	2 Blatt
Anlage 10.3	„Prüfbericht 2191006“, SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH, 25.06.2014, [U43].	5 Blatt
Anlage 10.4	„Prüfbericht 2223834“, SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH, 22.07.2014, [U44].	5 Blatt
Anlage 10.5	„Prüfbericht 3070813-1“, SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH, 05.08.2014, [U45].	2 Blatt
<b>Anlage 11</b>	Zusammenstellung der Analysenergebnisse.	
Anlage 11.1	„Zusammenstellung der Analysenergebnisse von Boden und Gegenüberstellung der Zuordnungswerte für Feststoff und Eluat gemäß LAGA (TR Boden, Stand 05.11.2004)“, GEPRO Ingenieurgesellschaft mbH, 04.08.2014.	2 Blatt.
Anlage 11.2	„Zusammenstellung der Analysenergebnisse von Boden und Gegenüberstellung der Zuordnungswerte für Feststoff und Eluat gemäß DepV vom 29.04.2009 (BGBl. I. S. 900, zuletzt geändert am 02.05.2013 (BGBl. I S. 973), GEPRO Ingenieurgesellschaft mbH, 04.08.2014.	2 Blatt
<b>Anlage 12</b>	„Lageplan mit Darstellung der Verteilung der Zuordnungswerte nach LAGA M 20“, M 1:500, GEPRO Ingenieurgesellschaft mbH, 04.08.2014.	1 Blatt



**Anlage 13** „Laborprüfbericht, Bericht Nr. 14\_22, Stadtbahn Nossener Brücke,“  
HTW Dresden, Geotechnisches Labor, 08.08.2014.

9 Blatt

## UNTERLAGENVERZEICHNIS

- [U1] SÄCHSISCHES FINANZMINISTERIUM (HERAUSGEBER): Geologische Spezialkarte des Königreiches Sachsen.- Blatt Nr. 66 „Dresden“, M 1:25.000 nebst Erläuterungsheft, III. Auflage, aufgenommen vom Geologischen Landesamt, Leipzig, 1934.
- [U2] SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE: Geologische Karte des Freistaates Sachsen.- Blatt 4948 „Dresden“, M 1:25.000 nebst Erläuterungsheft, 4. neu bearbeitete Auflage, Freiberg, 2001.
- [U3] STAATLICHE GEOLOGISCHE KOMMISSION DER DDR, ZENTRALES GEOLOGISCHES INSTITUT: Ingenieurgeologische Karte der DDR.- 4 Blätter „Dresden“, M 1:25.000 nebst Erläuterungsheft, Berlin, 31.05.1963.
- [U4] ZENTRALES GEOLOGISCHES INSTITUT: Hydrogeologische Karte der Deutschen Demokratischen Republik.- Blatt 1209-3/4 „Dresden W / Dresden O“, M 1:50.000, Berlin, 1983.
- [U5] LANDESHAUPTSTADT DRESDEN, AMT FÜR UMWELTSCHUTZ: Umweltatlas der Landeshauptstadt Dresden.- Dresden, Stand: August 2002.
- [U6] LANDESHAUPTSTADT DRESDEN, AMT FÜR UMWELTSCHUTZ: Vorläufiger überschwemmter Bereich der Vereinigten Weißeritz im Stadtgebiet Dresden vom 12.08.02 zum 13.08.02.- M 1:10.000, Dresden, Bearbeitungsstand: 23.09.2002.
- [U7] LANDESHAUPTSTADT DRESDEN, AMT FÜR UMWELTSCHUTZ: Stadtkarte 2006, Oberirdische Gewässer mit rechtlich festgesetzten Überschwemmungsgebieten.- Dresden, 5. aktualisierte Ausgabe, November 2006.
- [U8] LANDESHAUPTSTADT DRESDEN: dresden.de; Themenstadtplan.- mit Filterung nach „Hochwasser“ und „Festgesetzte Überschwemmungsgebiete“, URL:<http://stadtplan2.dresden.de>, Abruf vom 18.08.2014.
- [U9] STADTVERMESSUNGSAMT, RATH ZU DRESDEN: Historische Flurkarten, Stadtpläne und Stadtkarten, insbesondere
  - „Stadtplan von Dresden“.- M 1:10.000 mit den Jahresausgaben von 1878, 1880, 1882, 1887, 1890, 1891, 1892, 1894, 1895, 1898, 1899, 1900, 1901, 1903, 1905, 1907, 1909, 1910, 1912, 1914, 1915, 1927 und 1941 sowie
  - „Plan von Dresden“.- M 1:5.000, Blatt 7 mit den Jahresausgaben von 1911, 1938, 1941, 1951 und 1990 sowie Blatt 8 mit den Jahresausgaben von 1911, 1938, 1941, 1952 und 1992.

- [U10] SÄCHSISCHE STAATSEISENBAHN: Lageplan; Güterbahnhof Dresden-Altstadt. (Centralbahnhof).- M 1:2.500, Dresden, um 1878.
- [U11] DEUTSCHE REICHSEISENBAHN-GESELLSCHAFT: Lageplan; Abstell-, Güter- und Kohlenbahnhof Dresden-Altstadt, Blätter 5 und 6.- M 1:500, beed. Landvermesser Weise, 1929.
- [U12] GEPRO INGENIEURGESELLSCHAFT MBH: Dokumentation zu zwei Rohrvortriebstrassen; Altstädter Mittelspannungsring ...; Projektnummer 585 / 2005.- Dresden, 28.06.2006.
- [U13] ARBEITSGEMEINSCHAFT KIRCHE DRESDEN - LEUBNITZ-NEUOSTRA (bestehend aus HTW Dresden (FH), HTWK Leipzig (FH) und TU Bergakademie Freiberg): Geotechnischer Bericht zu den Schadenfällen an der Leubnitzer Kirche und am Gemeindehaus der Evangelisch-Lutherischen Kirchgemeinde Dresden - Leubnitz-Neuostra.- Dresden, 15.07.1999.
- [U14] DIN DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG E.V.: DIN 4020:2003-09; Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke.- Berlin, September 2003.
- [U15] FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESSEN E. V.: ZTVE-StB 09; Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau.- Köln, Ausgabe 2009.
- [U16] FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESSEN E. V.: ZTVA-StB 97; Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen.- Köln, Ausgabe 1997.
- [U17] FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESSEN E. V., ARBEITSGRUPPE ERD- UND GRUNDBAU: M GUB; Merkblatt über geotechnische Untersuchungen und Berechnungen im Straßenbau.- 2004.
- [U18] DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR GEOTECHNIK E. V.: EAB; Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“.- Verlag Ernst und Sohn, Berlin, 5. Auflage, 2012.
- [U19] Kreislaufwirtschaftsgesetz - KrWG.- 24.02.2012 (BGBl. I S.212), zuletzt geändert am 22.05.2013 (BGBl. I S. 1324).
- [U20] 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).
- [U21] Hinweise zur Anwendung der Abfallverzeichnis-Verordnung vom 10. Dezember 2001, BGBl. I S. 3379; 09.08.2005, BAnz. Nr. 148a (Beilage).

- [U22] 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).
- [U23] 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.
- [U24] 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.
- [U25] Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung- DepV).- 27.04.2009 (BGBl. I S. 900), zuletzt geändert am 02.05.2013 (BGBl. I S. 973).
- [U26] DB NETZ AG: Richtlinie 836; Erdbauwerke planen, bauen und instand halten, 4. Aktualisierung.- Frankfurt am Main, gültig ab 01.03.2014.
- [U27] DB NETZ AG: Richtlinie 853; Eisenbahntunnel planen, bauen und instand halten.- Frankfurt am Main, 01.06.2002.
- [U28] DB NETZ AG: Richtlinie 877; Gas- und Wasserleitungskreuzungsrichtlinien.- Frankfurt am Main, 01.04.2012.
- [U29] DWA DEUTSCHER VEREIN FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL E. V.: Arbeitsblatt DWA-A 12; Rohrvortrieb und verwandte Verfahren.- Hennef, 12.2008.
- [U30] DVWG DEUTSCHE VEREINIGUNG DES GAS- UND WASSERFACHES E. V.: Technische Regel, Arbeitsblatt GW 304, Rohrvortrieb und verwandte Verfahren.- Bonn, 12.2008.
- [U31] LANDESHAUPTSTADT DRESDEN: Grundwasserstände und Grundwasserflurabstände in Dresden, Messstelle: 5475, Friedrichstadt, Löbtauer/Bodelschw.str.- URL:<http://stadtplan.dresden.de>, 12.06.2014.

#### Objektbezogene Unterlagen

- [U32] TECHNISCHE HOCHSCHULE DRESDEN, INSTITUT FÜR GRUNDBAU UND BAUGRUNDMECHANIK: Baugrundgutachten, Ausbau der Nossener - Siebenlehnerstraße einschl. Brücke.- Dresden, 26.06.1958.

Stadtbahn 2020, TA 1.2, Verkehrszug Nossener Brücke - Nürnberger Straße, Bereich B,  
Brückenkonstruktion zwischen Widerlager Ost Zwickauer Straße und Widerlager West Fabrikstraße in Dresden

---

- [U33] TECHNISCHE HOCHSCHULE DRESDEN, INSTITUT FÜR GRUNDBAU UND BAUGRUNDMECHANIK: 4. Nachtrag zum Baugrundgutachten vom 26.06.1958, Ausbau der Nossener - Siebenlehnerstraße, Brücke über das Reichsbahngelände.- Dresden, 02.04.1959.
- [U34] ARGE BIT - EIBS GMBH: Lageplan Variante B2, Lageplan Variante B3, Lageplanausschnitt mit Pfeilerposition und 2 Skizzen „Trassenvarianten Fernwärme; Stadtbahn Dresden 2020 Stadtbahn, Neubaustrecke Nossener Brücke - Nürnberger Straße (Teilstrecke 1.2)“, Vorabzug 05.09.2013.- M 1:500, übergeben von der Dresdner Verkehrsbetriebe AG am 13.09.2013.
- [U35] EIBS GMBH: Datei „Draufsicht.dwg“ und Datei „Stadtkarte.dwg“.- digital übergeben von der EIBS GmbH am 13.09.2013 und 23.09.2013.
- [U36] EIBS GMBH: Lageplan Datei „22-8681-01-STADTBahn\_2020\_EP-VAR2-Draufsicht.dwg“.- digital übergeben von der EIBS GmbH am 07.05.2014.
- [U37] JOANNIKLING GMBH, NL DRESDEN: Messprotokolle der Rammsondierungen, Bohrprofile und Schichtenverzeichnisse der Kleinrammbohrungen und der Kernbohrungen.- Dresden, 29.04.2014, 30.05.2014, 19.06.2014 und 10.07.2014.
- [U38] GEPRO INGENIEURGESELLSCHAFT MBH: Probenahmeprotokoll nach LAGA PN 98.- Dresden, 15.07.2014.
- [U39] GEPRO INGENIEURGESELLSCHAFT MBH: Laborprüfbericht 12 - 2014 - 942.- Dresden, 08.08.2014.
- [U40] HTW DRESDEN, BAUSTOFFLABOR: Prüfzeugnis; Prüfzeichen 3257, 3267-KB B202, 3264-KB B231.- Dresden, 28.05.2014 und 16.06.2014.
- [U41] SGS INSTITUT FRESENIUS GMBH: Prüfbericht 2971123-1.- Espenhain, 17.04.2014.
- [U42] SGS INSTITUT FRESENIUS GMBH: Prüfbericht 3020364-1.- Espenhain, 05.06.2014.
- [U43] SGS INSTITUT FRESENIUS GMBH: Prüfbericht 2161006.- Espenhain, 25.06.2014.
- [U44] SGS INSTITUT FRESENIUS GMBH: Prüfbericht 2223834.- Espenhain, 22.07.2014.
- [U45] SGS INSTITUT FRESENIUS GMBH: Prüfbericht 3070813-1.- Espenhain, 05.08.2014.
- [U46] HTW DRESDEN, GEOTECHNISCHES LABOR: Bericht Nr. 14\_22, Stadtbahn Nossener Brücke.- Dresden, 08.08.2014.

[U47] ARGE BIT - EIBS GMBH: Bauwerksskizze Variante B2, Variante mit Stützwand: Längsschnitt, Querschnitte, Straßenbahn 2020, Stadtbahn-Neubaustrecke Nossener Brücke - Nürnberger Straße (Teilabschnitt 1.2) Fortschreibung - Vorplanung - Vorzugsvariante 11.06.2014, M 1:200, M 1:500, übergeben von der Dresdner Verkehrsbetriebe AG am 06.10.2014.

## 1 Veranlassung

### 1.1 Vorbemerkungen

Die Dresdner Verkehrsbetriebe AG (DVB AG) beabsichtigt im Zusammenhang mit dem Bauvorhaben Stadtbahn 2020, zwischen den Dresdner Ortsteilen Löbtau, Südvorstadt und Strehlen eine neue zweigleisige Straßenbahntrasse zu errichten. Dieses Bauvorhaben ist in die 4 Teilabschnitte TA 1.1, TA 1.2, TA 1.3 und TA 1.4 untergliedert. Der Teilabschnitt TA 1.2 umfasst dabei den Verkehrszug „Nossener Brücke - Nürnberger Straße“. Dieser Teilabschnitt TA 1.2 wurde nochmals in

- den „Unterabschnitt Bereich B, Brückenkonstruktion zwischen Widerlager Ost Zwickauer Straße und Widerlager West Fabrikstraße“ sowie
- den „Verkehrszug Nossener Brücke - Nürnberger Straße, ausgenommen der Nossener Brücke“

untergliedert. Der erste Unterabschnitt besteht dabei aus dem Baufeld der Nossener Brücke und der zweite aus dem Baufeld der beiderseits angrenzenden Straßenabschnitte sowie der Nürnberger Straße.

Gegenwärtig besteht der als Nossener Brücke bezeichnete Straßenkörper aus den 4, von Westen nach Osten aufeinanderfolgenden Straßenüberführungen über die Fabrikstraße, über das DREWAG-Gelände, über das DB AG-Gelände und über die Zwickauer Straße sowie aus dazwischen befindlichen kurzen Dammstücken bzw. Doppelwiderlagern. Die jetzige Nossener Brücke soll vollständig zurückgebaut und durch eine vom bisherigen östlichen Widerlager an der Zwickauer Straße bis zum westlichen Widerlager an der Fabrikstraße durchgehende Brückenkonstruktion ersetzt werden.

Die DVB AG hatte die GEPRO Ingenieurgesellschaft mbH (GEPRO) am 09.12.2013 beauftragt, für das Bauvorhaben „Stadtbahn 2020, TA 1.2, Verkehrszug Nossener Brücke - Nürnberger Straße, Bereich B, Brückenkonstruktion zwischen Widerlager Ost Zwickauer Straße und Widerlager West Fabrikstraße in Dresden“ ein Baugrundgutachten mit abfallrelevanten Untersuchungen zu erstellen.

Weil die einzelnen Planwerke aufgrund ihrer unterschiedlichen Entstehungszeiten 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 im vorliegenden Gutachten ohne Änderung zitiert bzw. unmittelbar übernommen. Zur überschlägigen Umrechnung zwischen den Höhensystemen können für Überschlagszwecke im Stadtgebiet Dresden jedoch 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.

(Die Höhenkote 120,00 m HN liegt um etwa 140 mm tiefer als die Höhenkote 120,00 NHN.)  
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 Bauvorhabens „Stadtbahn 2020, TA 1.2, Verkehrszug Nossener Brücke - Nürnberger Straße, Bereich B, Brückenkonstruktion zwischen Widerlager Ost Zwickauer Straße und Widerlager West Fabrikstraße in Dresden“ und besitzt nur für dieses Gültigkeit.

## 1.2 Aufgabenstellung und deren Modifizierung im Bearbeitungsverlauf

Der ca. 500 m lange Überbau der neu zu errichtenden Nossener Brücke sollte gemäß [U34] und [U35] auf 2 Widerlager (Achse 10 und Achse 210) und auf 19 Pfeilerachsen (Achse 20 bis Achse 200) gelagert werden. Zur Baugrunderkundung für die Brücke sollten gemäß ursprünglicher Aufgabenstellung vom September 2013 an den beiden Widerlagern je 6 „Baugrundbohrungen“ und 6 Rammkernsondierungen und an jeder der 19 Pfeilerachsen 3 „Baugrundbohrungen“ und 3 Rammkernsondierungen hergestellt werden. Diese insgesamt 69 x 2 erbetenen Baugrundaufschlüsse sollten durchweg wenigstens 15 m unter die mutmaßliche Gründungssohle geführt werden.

Weil die beengten Platzverhältnisse – auf den Bahnanlagen des DREWAG- und des DB AG-Geländes schränkten Gleise, erdverlegte Leitungen und insbesondere Fahrleitungsanlagen die für Bohrungen verfügbaren Flächen ein und auch die Widerlager und Pfeiler sowie der niedrige für das Aufstellen der Kernbohranlage zu niedrige Überbau der bestehenden Nossener Brücke verkleinerten die für Aufschlüsse verwertbaren Flächen – auf dem weitaus



Stadtbahn 2020, TA 1.2, Verkehrszug Nossener Brücke - Nürnberger Straße, Bereich B,  
Brückenkonstruktion zwischen Widerlager Ost Zwickauer Straße und Widerlager West Fabrikstraße in Dresden

größten Teil des Geländes kein wirtschaftlich vertretbares Absetzen von Baugrundbohrungen zuließ, musste dieses Erkundungsprogramm vermindert und an die örtlichen Möglichkeiten angepasst werden (siehe Bild 1 und Bild 2 ).



*Bild 1 und Bild 2 In einem frisch umgebauten, von Fahrleitungsleitungen noch freien Bahngleis hergestellte schwere Rammsondierung DPH B229 und Kernbohrung KB B229.*

Letztendlich wurden in Zusammenarbeit mit Bauherren, Planern und Grundstückseigentümern bis zum April 2014 insgesamt 55 Stellen ausgewählt, auf denen jeweils Doppelaufschlüsse aus Kernbohrungen (KB) und Rammsondierungen (DPH) bzw. aus Kleinrammbohrungen (KRB = Rammkernsondierungen) und Rammsondierungen (DPH) ausgeführt wurden. Im Zeitraum von April, Mai und Juni 2014 wurden insgesamt 32 KB + DPH und 23 KRB + DPH hergestellt.

Die Richtwerte der DIN 4020:2003-09 [U14] nach einem Aufschlussumfang von „2 bis 4 Aufschlüssen je Fundament“ (= Widerlager bzw. Pfeilerachse) und des Merkblattes über geotechnische Untersuchungen und Berechnungen im Straßenbau M GUB [U17] nach „mindestens 2 Aufschlüssen je Widerlager und Stütze“ wurden erfüllt.

Nachdem die Schachtscheine und Aufgrabegenehmigungen erteilt und mit den Aufschlüssen begonnen wurde, übergaben die Planer mit [U36] eine veränderte Brückenplanung mit nur noch 17 Pfeilerachsen, bei welcher die Pfeilerachsen der westlichen Brückenhälfte erheblich versetzt wurden. Weil zu diesem Zeitpunkt bereits ein Großteil der Aufschlüsse auf der westlichen Seite beendet war, konnten die Aufschlussstandorte nicht mehr an die veränderten Pfeilerachsen angepasst werden. Dies erklärt die fehlende Übereinstimmung der westlichen Aufschlussstandorte mit den aktuellen, in dem Lageplan der Anlage 1 abgebildeten Pfeilerachsen.

Bei 3 Aufschlussstandorten (1 KB und 2 KRB) musste nach wenigen Metern Vordringen das Bohren wegen nicht durchbohrbaren Hindernissen aufgegeben werden. Für diese 3 Standorte KRB B209, KN B211 und KRB B212 wurden wenige Meter entfernt Ersatzstandorte gefunden, so dass nun insgesamt  $55 + 3 = 58$  Doppelaufschlüsse protokolliert sind.

Zur Bestimmung von Lagerungsdichte und Rammbarkeit wurde vereinbart, dass an jedem Bohrstandort vor Beginn der Bohrungen die Lagerungsdichte mittels schweren Rammsondierungen ermittelt wird. Wenn die Endtiefe von Kernbohrungen mit den Rammsondierungen



Stadtbahn 2020, TA 1.2, Verkehrszug Nossener Brücke - Nürnberger Straße, Bereich B,  
Brückenkonstruktion zwischen Widerlager Ost Zwickauer Straße und Widerlager West Fabrikstraße in Dresden

wegen zu großer Rammwiderstände nicht erreicht werden konnte, sollten in den Bohrlöchern ergänzende Bohrlochsondierungen nach DIN 4094-2 ausgeführt werden.

Die ursprünglich erbetene Aufschlusstiefe von 15 m unter die mutmaßliche Gründungssohle stellte ein weiteres Problem für eine wirtschaftliche und technisch sinnvolle Baugrunderkundung dar, denn der im Untergrund vorhandene Weißeritzschotter ist ein außerordentlich schwer bohrbarer und rammbarer Baugrund. Mit Kleinrammbohrungen kann man trotz Anstrengungen nicht mehr als etwa 5 m in den Weißeritzschotter eindringen und mit schweren Rammsondierungen muss man spätestens nach etwa 8 m abbrechen. Aber auch mit Kernbohrungen ist wegen des großen Bohrwiderstandes und wegen der hohen Abrasivität des Schotters ein tiefes Bohren sehr zeitaufwändig und sehr kostenintensiv. Eine 20 m tiefe Kernbohrung dauerte durchschnittlich 4 Arbeitstage.

Auf Empfehlung von GEPRO wurde deshalb abgestimmt, die Mehrzahl der 32 Kernbohrungen nach sicherem Durchteufen des Weißeritzschotters und sicherem Einfahren in den unterlagernden Plänermergel abubrechen und nur 4 ausgewählte Kernbohrungen wenigstens 20 m tief und damit bis zu 10 m tief in den noch nicht zu Plänerzersatz verwitterten Pläner zu führen.

Weil GEPRO 10 tiefe Altaufschlüsse recherchieren konnte, die vom Bau der jetzigen Nossener Brücke stammen, weil für die jetzige flach gegründete Nossener Brücke gute Erfahrungen vorliegen, weil die Untergrundverhältnisse sich als sehr gleichförmig erwiesen hatten und nicht zuletzt weil mit dem im Hauptteil des Baufeldes wenigstens 8 m mächtigen Weißeritzschotter bekanntermaßen ein außerordentlich hoch tragfähiger Baugrund zur Verfügung steht, kann GEPRO es vertreten, dass von den Vorgaben der ursprünglichen Aufgabenstellung nach durchweg sehr tiefen Aufschlüssen abgewichen wird.

Unmittelbar nördlich der Nossener Brücke überquert in Parallelführung zur Nossener Brücke eine Fernwärmetrasse das Gelände der DB AG mit einer begehbaren Rohrbrücke. Diese Rohrbrücke soll durch einen Ersatzneubau ersetzt werden, der vorzugsweise aus einem unterirdischen, mittels Rohrvortrieb einzubauenden Medienkanal von 3 m Innendurchmesser besteht. Alternativ könnte auch eine neue Rohrbrücke errichtet werden.

Für den Ersatzneubau dieser Fernwärmetrasse sollten 2 Trassenvarianten untersucht werden: Eine brückennahe Trasse verläuft unmittelbar am nördlichen Rand der geplanten Brücke und eine brückenferne Trasse verläuft ca. 35 m nördlich von dem künftigen nördlichen Brückenrand.

Für die brückenferne Trasse waren 11 Aufschlüsse aus 6 Kleinrammbohrungen und 5 Kernbohrungen vorgesehen. Für die brückennahe Trasse sollten hingegen keine eigenständigen Untersuchungen erfolgen.

Die vereinbarten 4 besonders tiefen Kernbohrungen wurden gleichmäßig entlang der Brückentrasse verteilt und zugleich möglichst nahe den wahrscheinlichsten Standorten der Start- und Zielgruben für die eventuell vorgesehene Durchörterung der Fernwärmetrasse platziert.

Neben der Erkundung des Baugrundes sollen auch die potentiellen Aushubmassen abfallrelevant untersucht und bewertet werden. Hierfür sollten die Aushubmassen für die Gründung der Nossener Brücke, für den Rückbau des Dammabschnittes zwischen den Brücken über

Stadtbahn 2020, TA 1.2, Verkehrszug Nossener Brücke - Nürnberger Straße, Bereich B,  
Brückenkonstruktion zwischen Widerlager Ost Zwickauer Straße und Widerlager West Fabrikstraße in Dresden

das DB AG-Gelände und über die Zwickauer Straße sowie die Aushubmassen für den neuen Fernwärmekanal untersucht werden.

Da für die abfallrelevanten Untersuchungen gemäß LAGA PN 98 Mischproben aus mindestens 4 Einzelproben zu bilden sind, wurden in jedem dieser Abschnitte mindestens 4 Aufschlüsse erforderlich. Diese Mindestanforderung wurde problemlos erfüllt.

Der Feststoff und das Eluat der aus den Bodenproben gebildeten Mischproben waren gemäß LAGA 20 (Stand 05.11.2004), Tabelle II.1.2-1 Mindestuntersuchungsprogramm für Boden bei unspezifischem Verdacht mit mineralischen Fremdbestandteilen zu analysieren.

Alle Feldarbeiten wurden mit Ausnahme der oben genannten Einschränkungen vorgebe-  
mäßig umgesetzt. Es gab keine Unfälle, keine besonderen Auffälligkeiten, keine unbeabsich-  
tigten Beschädigungen und keine Regressforderungen.

## **2 Darstellung und Beschreibung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse**

### **2.1 Beschreibung des Untersuchungsgebietes**

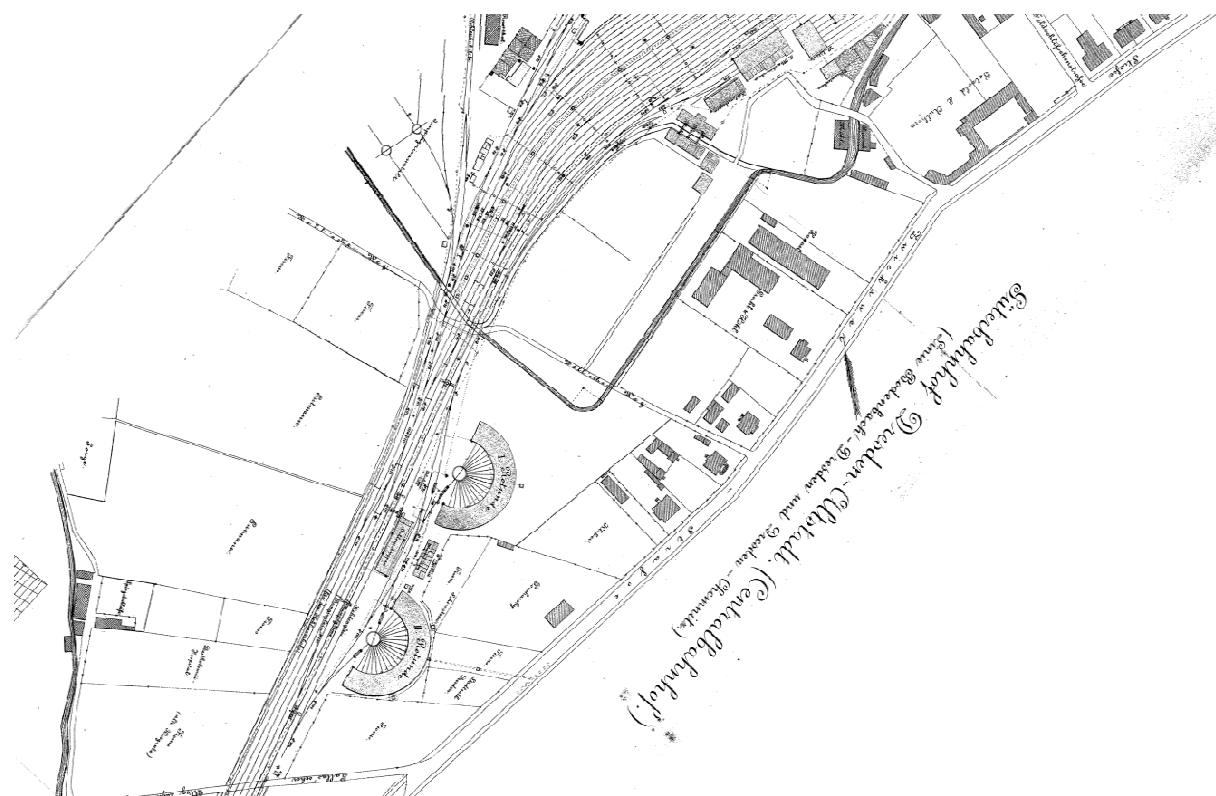
Über die Nossener Brücke verläuft die Bundesstraße B 173 vom Stadtteil Löbtau zu der in die Südvorstadt führenden Nürnberger Straße. Sie liegt südwestlich des Dresdener Stadt-  
zentrums und ist als Teil eines innerstädtischen Hauptstraßenringes von Nordwest nach  
Südost ausgerichtet.

Die Wegeführung der Nossener Brücke stammt bereits aus dem Mittelalter. Sie verband das  
bei Nossen befindliche Zisterzienserkloster (Alt-)Zella mit seinem Gutsbesitz im Dresdner  
Stadtteil Leubnitz-Neuostra, den das Kloster 1288 erwarb. Dieser, als Zellescher Weg be-  
zeichnete Weg führte aus rechtlichen Gründen bewusst an den damaligen Grenzen der  
Stadt Dresden vorbei.

Mit dem Bau des 1855 in Betrieb genommenen Teilstückes Dresden - Tharandt der Albert-  
bahn – der jetzigen Eisenbahnstrecke 6259 Dresden - Werdau – entstand an der Kreuzung  
des Zelleschen Weges mit der Bahntrasse eine zunächst ebenerdige Kreuzung (siehe Bild  
3).

This historical map depicts the industrial and residential landscape around the Königl. Pulvermühle (Royal Powder Mill) in Berlin. The Spree river flows through the center, with several mills situated along its banks, including the Königl. Kanonen-Gießwerk (Royal Cannon Foundry) and the Königl. Pulvermühle. The map also shows the Berlin-Brandenburg Railway (Berlin-Brandenburger Eisenbahn) and various other buildings and structures, such as the Königl. Zeughaus (Royal Arsenal) and the Königl. Zeughaus (Royal Arsenal). The map is oriented with North at the top.

p:\942-13\_Nossener Brücke\07-Ausgang\025-BER\Geotechnischer Bericht.docx



**Bild 4** Nach Norden ausgerichteter Ausschnitt aus einem Lageplan M 1:2.500 [U10] der Sächsischen Staatseisenbahn von um 1878 mit ebenerdiger Kreuzung des Zelleschen Weges mit den Bahnanlagen der Albertbahn.  
 Der vertikal führende Weg ist als Zellescher Weg beschriftet. Die dunkle, abgewinkelte Linie markiert den Verlauf des Weißeritzmühlgrabens. Dieser ist gegenüber Bild 3 östlich der Bahnanlagen umverlegt worden.

1889 wurde hier erstmals eine Straßenbrücke über die Gleise der Eisenbahnstrecke 6259 Dresden - Werdau errichtet, welcher an dieser Stelle zu einer vielgleisigen Abstell- und Behandlungsanlage gestaltet sind (siehe Bild 5 und Bild 6).

Diese Bahnhofsanlagen wurden damals als Güterbahnhof Dresden-Altstadt bezeichnet und sind heute in Betriebswerk (Bw) Dresden-Altstadt umbenannt.

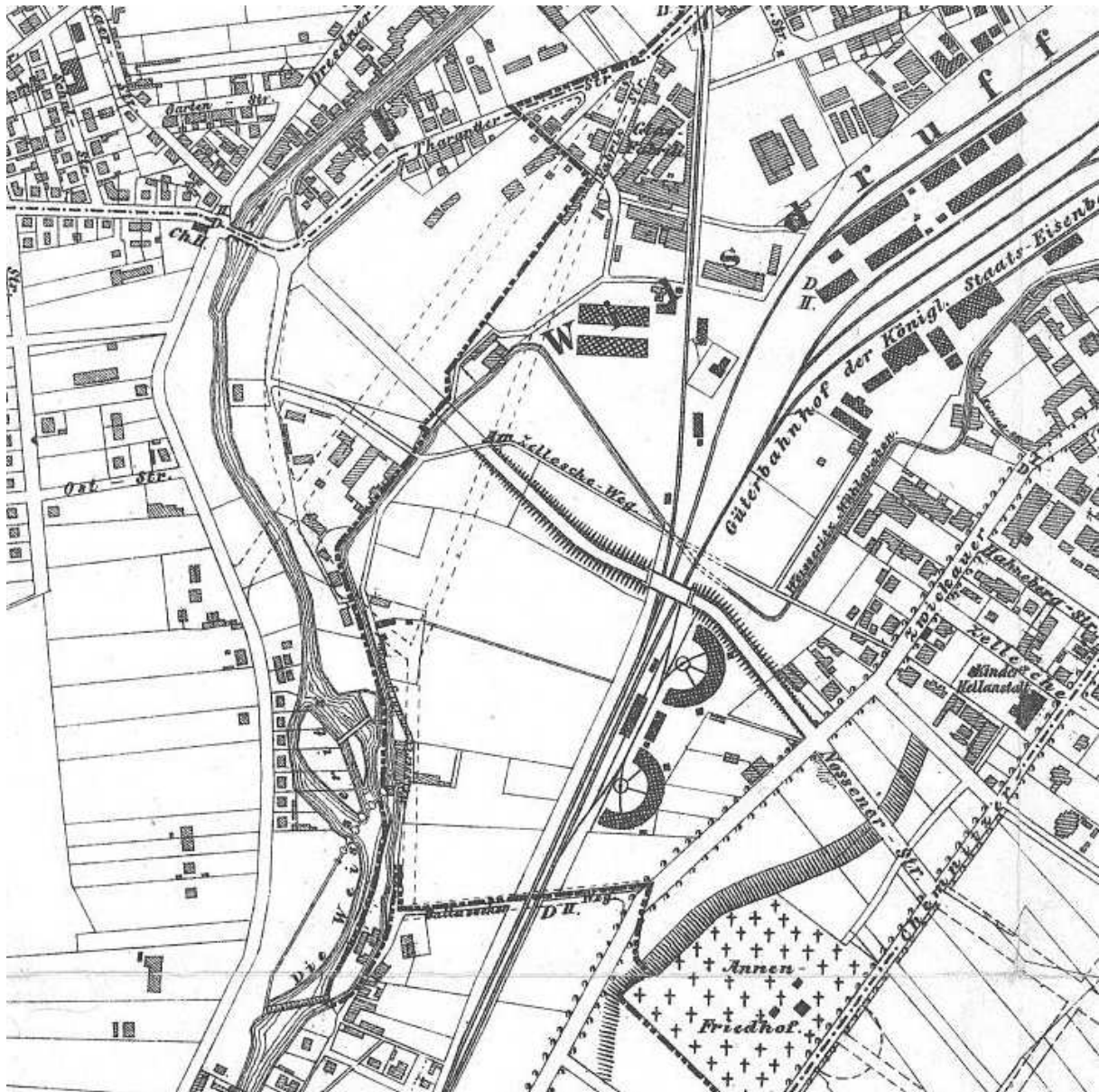
In Reminiszenz an die nahe gelegene Hohenzollernstraße – die heutige Oederaner Straße – erhielt diese Brücke den Namen Hohenzollernbrücke.

Auf der Ostseite der Brücke von 1889 führte eine Rampe von der ebenerdigen Kreuzung von Nossener Straße und Zwickauer Straße auf den östlichen Brückenkopf.

Auf der Westseite bestand eine Rampe vom westlichen Brückenkopf bis etwa zur heutigen Fabrikstraße. Der Verkehrszug endete dort an dem damals noch offenen Weißeritzmühlgraben und mündete in den alten, noch völlig unzureichend ausgebauten Zelleschen Weg.



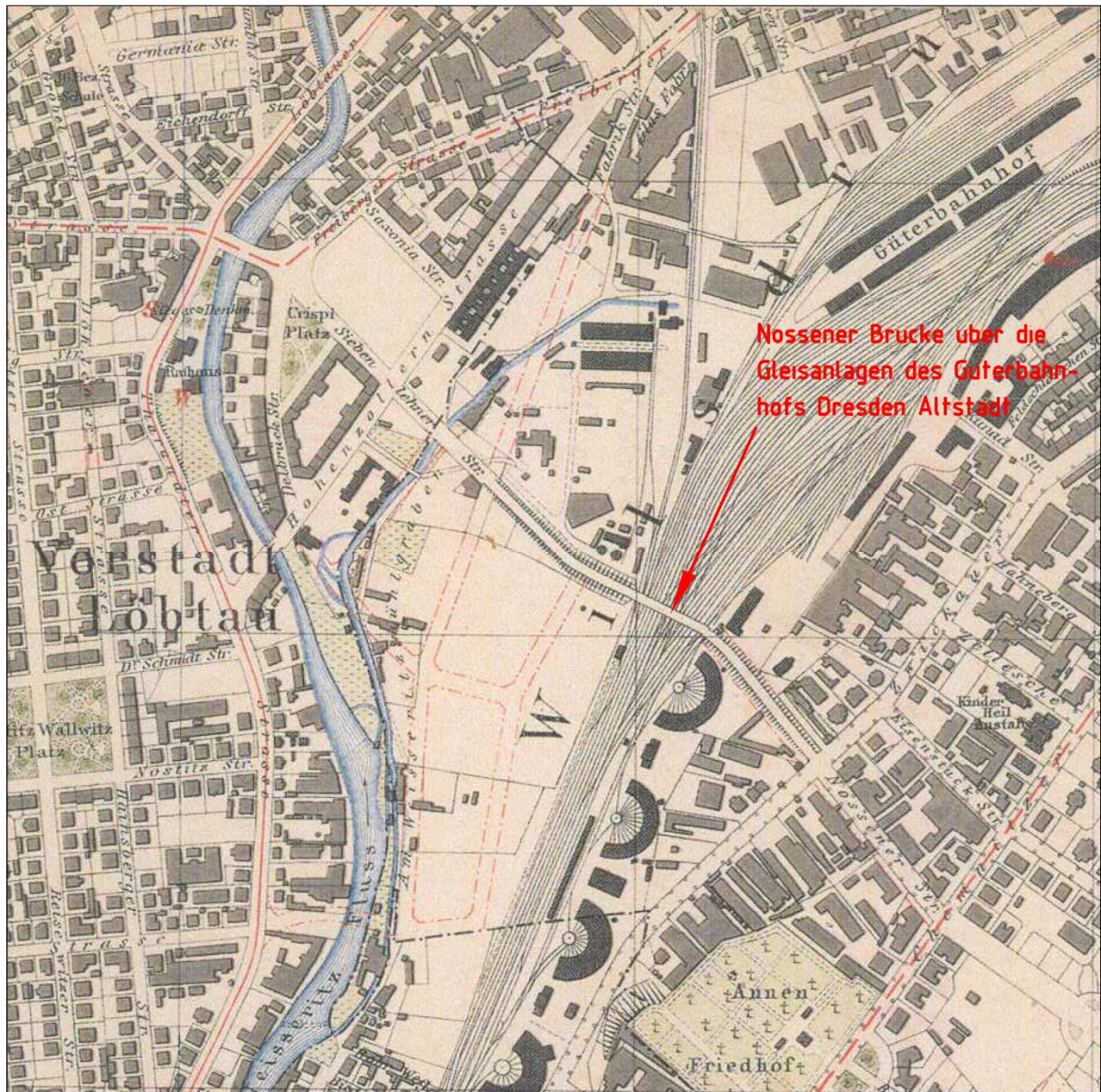
Stadtbahn 2020, TA 1.2, Verkehrszug Nossener Brücke - Nürnberger Straße, Bereich B,  
Brückenkonstruktion zwischen Widerlager Ost Zwickauer Straße und Widerlager West Fabrikstraße in Dresden



**Bild 5** Ausschnitt aus dem Stadtplan von Dresden M 1:10.000 von 1892 [U9] mit einer über den Güterbahnhof führenden kurzen Straßenbrücke neben dem Zelleschen Weg.



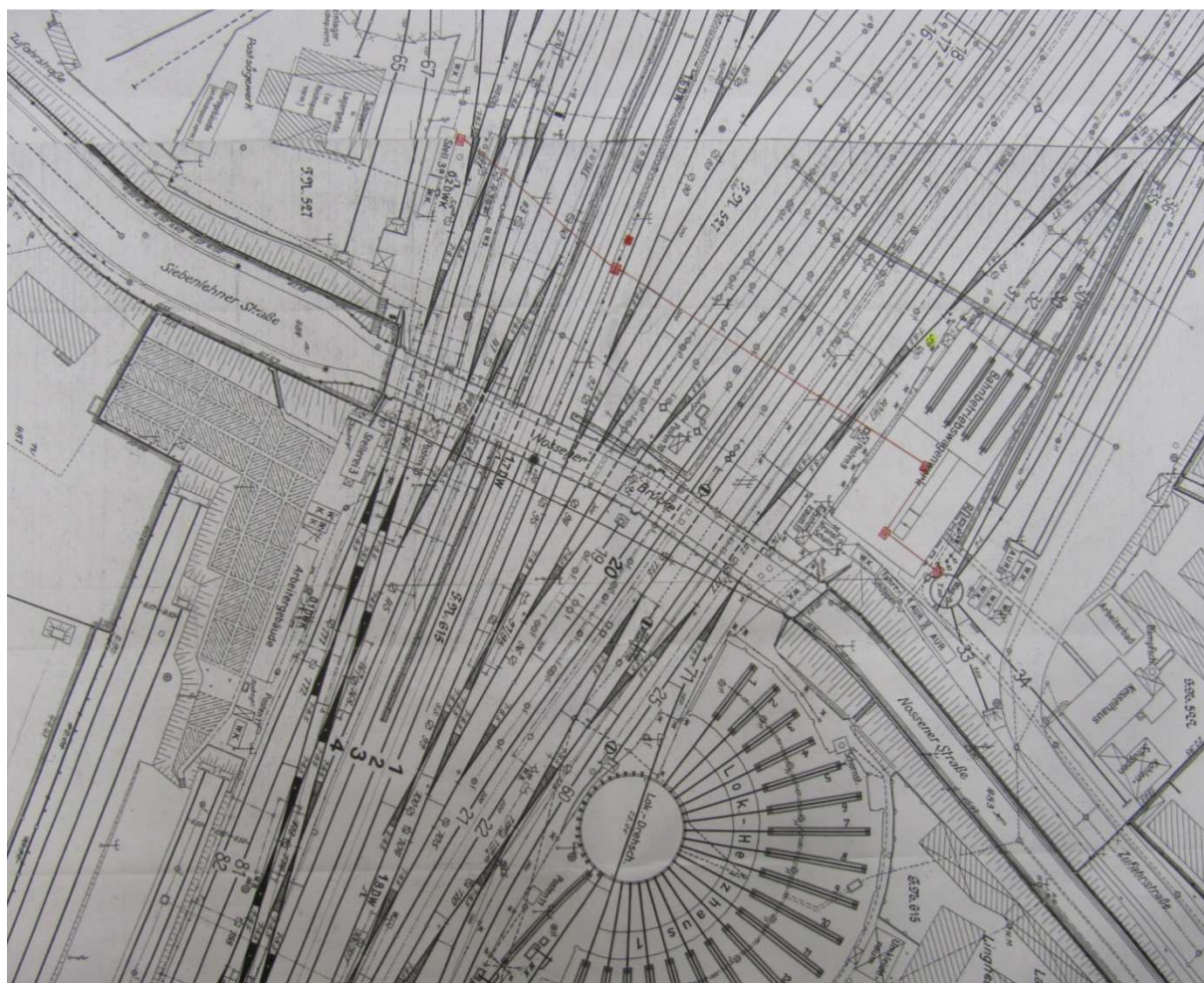
Stadtbahn 2020, TA 1.2, Verkehrszug Nossener Brücke - Nürnberger Straße, Bereich B,  
Brückenkonstruktion zwischen Widerlager Ost Zwickauer Straße und Widerlager West Fabrikstraße in Dresden



**Bild 6** Ausschnitt aus dem Stadtplan von Dresden 1905 [U9] mit einer über den Güterbahnhof führenden langen Straßenbrücke.  
Der Weißeritzmühlgraben ist nun aus dem Gelände der Nossener Brücke wegverlegt und verläuft nun zwischen den oben rechts erkennbaren Lagerschuppen des Güterbahnhofes.



Stadtbahn 2020, TA 1.2, Verkehrszug Nossener Brücke - Nürnberger Straße, Bereich B,  
Brückenkonstruktion zwischen Widerlager Ost Zwickauer Straße und Widerlager West Fabrikstraße in Dresden



**Bild 7** Nach Norden ausgerichteter Ausschnitt aus dem Lageplan „Abstell-, Güter- und Kohlenbahnhof Dresden-Altestadt“ von 1929 [U11].  
Der nördlich der Nossener Brücke von GEPRO eingetragene rote Linienzug markiert die im Kapitel 4.2.2 erwähnte Kabeltrasse einer 20-kV-Mittelspannungsleitung [U12], die unter den Gleisen der DB AG mit 3 parallelen, bis zu 4,8 m tiefen Rohrvortrieben ausgeführt wurde.

Gemäß den Stadtplänen von Dresden [U9] wurde im Jahre 1905 (im Stadtplan von 1904 ist noch eine alte Gestaltung vermerkt) in Verlängerung der westlichen Rampe ein als Siebenlehner Straße bezeichneter Straßenzug angelegt, welcher bis zum Crispiplatz – dem heutigen Ebertplatz reicht. Dabei wurde der Weißeritzmühlgraben überbrückt. Erst dadurch war eine direkte und zeitgerechte Verbindung zwischen der heutigen Nürnberger Straße und der Kesselsdorfer Straße geschaffen.

Der Vergleich der in den Bildern (Bild 5 und Bild 6) unterschiedlich großen Brückenöffnungen lässt zudem vermuten, dass die 1889 errichtete Brücke bis 1905 deutlich verlängert oder durch einen größeren Neubau ersetzt wurde.

Bereits 1909 wurde die Hohenzollernbrücke in Nossener Brücke umbenannt, weil sie in der Verlängerung der östlich angrenzenden Nossener Straße lag (siehe Bild 5, Bild 6 und Bild 7). Mit der Bebauung der Südvorstadt wurde die Nossener Straße nach Osten verlängert und in Nürnberger Straße umbenannt.



Stadtbahn 2020, TA 1.2, Verkehrszug Nossener Brücke - Nürnberger Straße, Bereich B,  
Brückenkonstruktion zwischen Widerlager Ost Zwickauer Straße und Widerlager West Fabrikstraße in Dresden

Zwischen 1959 und 1964 wurden als Verlängerung der Nossener Brücke 3 neue Straßenüberführungen errichtet sowie die vorhandene Straßenüberführung über die Gleisanlagen erneuert. Somit besteht die heutige Nossener Brücke aus 4 eigenständigen Straßenüberführungen (SÜ). Das sind die SÜ über die Fabrikstraße, die SÜ über das Kraftwerksgelände der DREWAG, die SÜ über die Gleisanlagen der DB AG und die SÜ über die Zwickauer Straße.

Mit dem Bau der 3 neuen Straßenüberführungen wurde die Straßengradiente angehoben, wodurch die ebenerdigen Kreuzungen der Nossener Straße mit der Zwickauer Straße sowie der Siebenlehner Straße mit der Fabrikstraße aufgehoben wurden.

Weil wegen des Anhebens der Gradienten auch die Rampen der alten Nossener Brücke aufgehört werden mussten, ist es sehr wahrscheinlich, dass die zwischen den einzelnen SÜ vorhandenen Dammstücke bzw. Hinterfüllungen von Doppelwiderlagern zu unterschiedlichen Zeiten geschüttet wurden. Man muss folglich damit rechnen, dass sich die Materialien des Dammkerns von den Materialien der Dammflanken und der Dammkrone unterscheiden.

Der 1964 aus 4 Einzelbrücken fertiggestellte Brückenzug erhielt bei seiner Einweihung den Namen „Brücke der Jugend“.



**Bild 8** Blick auf die Brücke der Jugend von der Kreuzung Nürnberger Straße / Budapester Straße vermutlich kurz nach ihrer Verkehrsübergabe im Jahr 1964.

1991 erfolgte die Rückbenennung des Brückenzuges in „Nossener Brücke“. Mitte der 1990-er Jahre wurde die Nossener Brücke umfassend saniert.

## 2.2 Im Untergrund vorhandene alte Baukörper

Aufgabengemäß wurde die Gründung der bestehenden Brücke nicht untersucht, so dass deren Gründungsgestaltung nur aus den Bestandsunterlagen entnommen werden können. Mit im Umfeld der Widerlager und Pfeiler im Baugrund verbliebenen Baugrubenverbauen sollte gerechnet werden, auch wenn sich bei den Baugrundaufschlüssen von GEPRO kein Hinweis auf solche ergab.

Die Bahnanlagen der DB AG und der DREWAG sowie zugehörige Straßenflächen sind ebenerdig angelegt und zeigen keine baulichen Auffälligkeiten. Ihre und die zu ihnen gehörenden Baukörper (z. B. Entwässerungsanlagen) dürften deshalb nicht tiefer als etwa 2 m unter die Geländeoberfläche reichen.

Der Verbleib von Baukörpern von Vorgängerbrücke der 1959 - 1964 hergestellten Nossener Brücke ist unbekannt. Wegen der sehr hohen Tragfähigkeiten des Weißeritzschotter und wegen der damals noch leistungsschwächeren Bautechnik wird es aber für unwahrscheinlich gehalten, dass damals Tiefgründungen geschaffen wurden.

Eine bauliche Besonderheit stellt der frühere Weißeritzmühlgraben dar, der im Umfeld der Nossener Brücke mehrfach umverlegt wurde (siehe Bilder 3, 4, 5, und 6).

Er war anfangs als offener Graben gestaltet, wurde später mehr und mehr mit Ufermauern eingefasst und schließlich in langen Abschnitten abgedeckt. Spätestens in den 1930-er Jahren wurde er aufgegeben und mit Boden und Bauschutt verfüllt. Bei seinem Anschneiden sollte man damit rechnen, dass er noch teilweise wassergängig ist und deshalb bei hohen Wasserständen Wasser führen kann.

Im Umfeld der Nossener Brücke ist kein untertägiger Bergbau und sind keine unterirdischen Hohlräume bekannt. Ein nächst gelegener, seit 1945 nicht mehr benutzter artesischer Brunnen von etwa 150 m Tiefe befindet sich auf dem Gelände einer früheren Papiermühle in dem etwa 800 m nordöstlich gelegenen Gleisdreieck.

Abgesehen von den Flachgründungen der jetzigen Nossener Brücke dürfte im Baufeld ab einer Tiefe von etwa 2,5 m generell der natürlich gewachsene, von Baukörpern freie Untergrund zu erwarten sein.

Obwohl der Weißeritzschotter dem Eindringen von Fliegerbomben einen hohen Widerstand entgegenbringt, so können Blindgänger bei Auftreffen auf Bombenrichter durchaus tiefer als 2,5 m im Boden liegen. Das dauerhaft neu zu überbauende Gelände sollte deshalb grundsätzlich nach Kampfmitteln abgesucht werden.

In diesem Zusammenhang wird darauf hingewiesen, dass bei Rammsondierungen die Rammspitze im Rammtiefsten verbleibt.

## 2.3 Geologische und hydrogeologische Verhältnisse

Für die Beschreibung der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse des Baugeländes wurden die für das Stadtgebiet Dresden detailliert aussagefähigen Unterlagen [U1], [U2], [U3], [U4] und [U5] ausgewertet.

Gemäß der geologischen Karte [U2] stehen im zu untersuchenden Straßenabschnitt 2 unterschiedliche Deckschichten des Quartärs an (siehe Bild 9):

- Im westlichen Teilabschnitt der Nossener Brücke zwischen Fabrikstraße und etwa der östlichen Grenze des DB AG-Geländes ist „*Auenlehm und Kies (z. T. hochweichselzeitlich) der Elbenebenflüsse und der größeren ebenen Bachläufe*“ mit der Kurzbezeichnung „*fQh*“ ① ausgewiesen. Dieser „Auenlehm und Kies“ ist dem Holozän zuzuordnen.
- Im östlichen Teilabschnitt der Nossener Brücke etwa zwischen der östlichen Grenze des DB AG-Geländes und der Zwickauer Straße ist die mit dem Kurzzeichen „*fQWh*“ markierte Deckschicht als „*Tallehm über Sand und Kies der Elbe und ihrer Nebenflüsse*“ ② bezeichnet. Der „Tallehm“ ist dem Pleistozän zuzuordnen.

Das Gebiet liegt in einer Fläche, in der zusätzlich zu den oberflächennahen geogenen Deckschichten eine anthropogene Überdeckung mit der Bezeichnung „*Siedlungsschutt in unterbrochener Decke 0-5 m*“ ausgewiesen ist.

Gemäß den Altaufschlüssen beträgt die Mächtigkeit der holozänen und pleistozänen Deckschichten nur 1 m bis 2 m. Stellenweise werden diese Deckschichten vollständig durch anthropogene Austauschmassen aus zum Beispiel den Bahngleisen ersetzt worden sein.

Unterhalb der anthropogenen, holozänen und pleistozänen Deckschichten folgt der ebenfalls dem Pleistozän zugeordnete „*Kies und Sand der Weißeritz*“ (*fQWfW*), der so genannte Weißeritzschotter.

Unter diesem steht der für Dresden typische Pläner, ein kreidezeitliches, geschiefert, tonig-schluffiges Mergelgestein an. Für das Untersuchungsgebiet ist er in [U2] als „*Unter- bis Mittelturon der so genannten Briesnitzer Schicht*“ beschrieben. Der massive, noch nicht angewitterte Pläner ist zumeist von seinen schluffigen Verwitterungsprodukten überdeckt.

Bild 9 zeigt diese in [U2] skizzierten Untergrundverhältnisse.



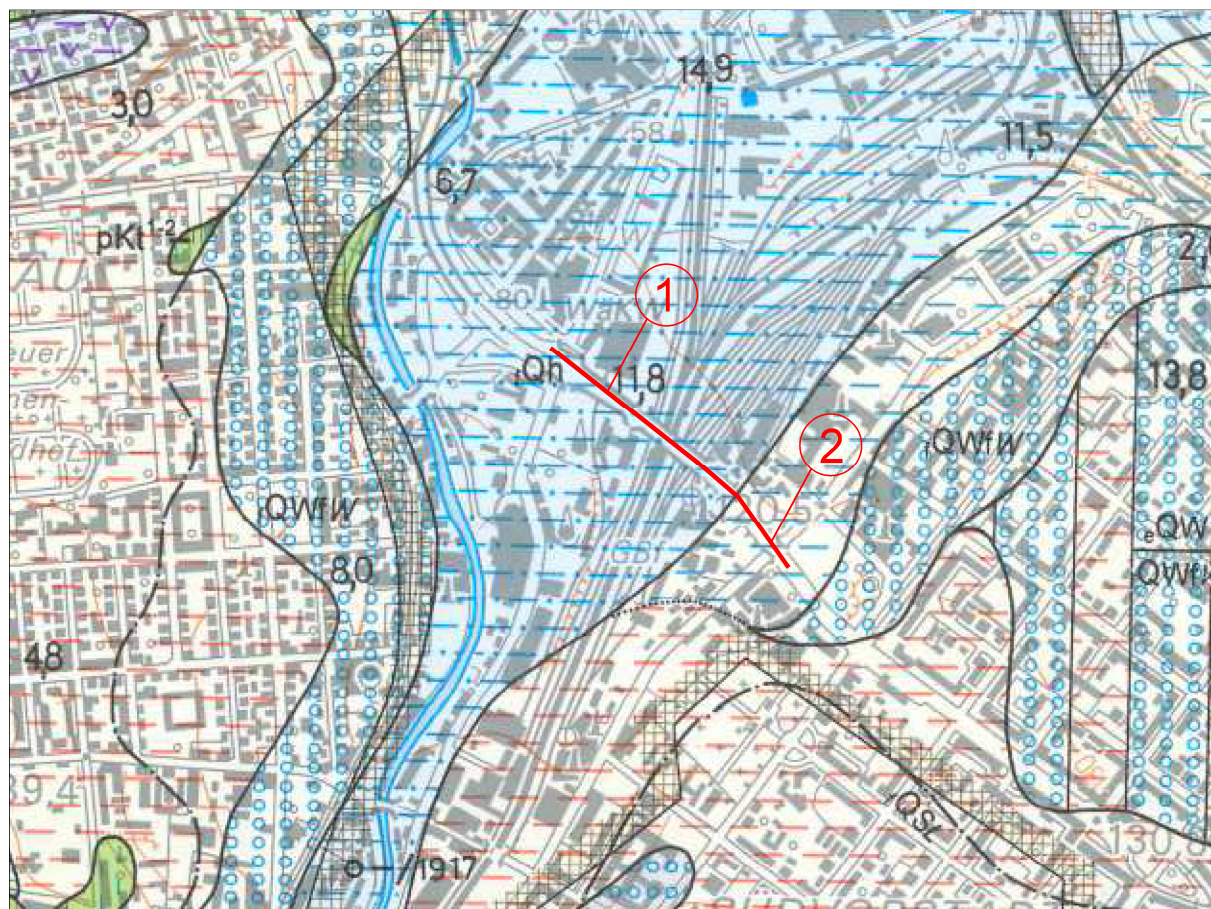


Bild 9 Vergrößerter Ausschnitt aus der Geologischen Karte [U2] mit roter Kennzeichnung des zu untersuchenden Abschnittes.

Die Quartärbasis – also die Pläneroberkante – liegt überwiegend bei etwa 110,0 m HN. Daraus ergibt sich bei einer Geländehöhe von etwa 120 m NHN eine Mächtigkeit der holozänen und pleistozänen Deckschichten von typischerweise etwa 10 m.

In der Baugrundkarte von [U3] 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. Im zu untersuchenden Abschnitt ist für den oberen Tiefenbereich das Vorhandensein von „feinsandigen, lehmigen Sedimenten in lockerer Lagerung mit organischen Beimengungen“ benannt. Im unteren Tiefenbereich sind laut [U3] „unregelmäßig gelagerte Kiese verschiedener Korngrößen“ vorhanden.

In der in [U5] enthaltenen Karte „Grundwasserdynamik“ sind Grundwasserisohypsen (= Linien gleichen Grundwasserstandes) eingetragen. Der zu untersuchende Abschnitt liegt zwischen den vermuteten Grundwasserisohypsen bei 115 m NN und 120 m NN. Bei Geländehöhen von ca. 120 m NHN ergibt sich hieraus ein mittlerer Grundwasserflurabstand zwischen 0,0 m und 5,0 m.

Die Grundwasserfließrichtung ist erwartungsgemäß dem Gefälle der Vereinigten Weißeritz folgend in Richtung zur nördlich fließenden Elbe angegeben.

Wie bereits in der geologischen Karte ausgewiesen, dürften in den obersten 0 bis 5 m nicht mehr überall die geogen ursprünglichen, in [U1], [U2] und [U3] beschriebenen Bodenverhältnisse bestehen.

## 2.4 Altaufschlüsse und deren Verwertung

Im Umfeld der Nossener Brücke liegt eine Vielzahl von Altaufschlüssen vor. Ein Teil dieser Altaufschlüsse ist in [U3], [U32] und [U33] vermerkt.

GEPRO hat zusätzlich beim Bohrchiv des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfLUG) nach Altaufschlüssen angefragt, worauf das LfLUG 26 ausgewählte Datensätze über das Programm UHYDRO32 zur Verfügung gestellt hat. In Auswertung dieser Datensätze ergab sich, dass für das Untersuchungsgebiet 10 tiefer reichende Altaufschlüsse relevant sind. Deren in UHYDRO32 dokumentierte Standorte wurden in die Lagepläne von **Anlage 1** bis **Anlage 3** übertragen.

Allerdings sind die mit Hoch- und Rechtswerten angegebenen Standorte all dieser Altaufschlüsse im Programm UHYDRO32 mit dem Vermerk „*Lage unsicher*“ gekennzeichnet. Bei einem Vergleich der Aufschlussinformationen von Unterlage [U32] mit den Standortangaben von UHYDRO 32 für die Aufschlüsse von [U32] musste jedoch konstatiert werden, dass die Hoch- und Rechtswertangaben von UHYDRO32 um etwa 30 m von der Realität abweichen. So sind laut [U32] die beiden Bohrungen B2 von 1958 und B3 von 1958 an den Standorten der beiden Widerlager der Brücke über die Zwickauer Straße platziert worden; laut den Stationsangaben von UHYDRO32 sind diese Bohrungen jedoch beide gleichermaßen um offensichtlich 30 m von den Widerlagern weg nach Westen verschoben (siehe rechter Blattrand von Anlage 1).

Wegen dieser erheblichen Ungenauigkeiten musste darauf verzichtet werden, die Bohrprofile der Altaufschlüsse mit den in UHYDRO32 enthaltenen Stationierungen in den geologischen Längsschnitten von **Anlage 2.1** und **Anlage 2.2** und in dem Lageplan mit dem Geländemodell für die Pläneroberkante von **Anlage 3** zu verwerten.

Dessen ungeachtet stimmten die grundsätzlichen Aussagen der Altaufschlüsse – zum Beispiel bezüglich der Schichtenabfolge – durchweg mit den 2014 ausgeführten Felduntersuchungen überein. Es ist deshalb berechtigt, die Altaufschlüsse trotz ihrer unsicheren Standorte dahingehend zu verwerten, dass sie zur Erfüllung der in der DIN 4020 [U14] und im M GUB [U17] enthaltenen formalen Forderungen nach einer Mindestanzahl von Aufschlüssen (siehe Kapitel 2.1) beitragen.

## 2.5 Ergebnisse der Felduntersuchungen

Zur Baugrunderkundung des Bauvorhabens „Stadtbahn 2020, TA 1.2 Verkehrszug Nossener Brücke“ wurden 2014

- 23 Aufschlüsse als Kleinrammbohrungen (KRB),
- 32 Aufschlüsse als Kernbohrungen (KB) sowie an jeder dieser 55 Bohrstellen
- 55 Aufschlüsse als schwere Rammsondierungen (DPH)

hergestellt. Dabei wurden an jedem Standort doppelte Aufschlüsse aus entweder KRB + DPH oder aus KB + DPH hergestellt, wobei die DPH grundsätzlich als erste abgeteuft wurden.

An den Stationen B209, B211 und B212 musste das Bohren wegen hoch liegender Bohrhindernisse frühzeitig abgebrochen werden. Deshalb wurden hier in wenigen Metern Abstand als Ersatz die zusätzlichen Stationen abgebohrt. Die abgebrochenen Aufschlüsse wurden mit B209a, B211a und B212a bezeichnet.

Die gewählte Bezeichnung der Aufschlüsse setzt sich aus der Aufschlussart (hier: KRB für Kleinrammbohrung, KB für Kernbohrung und DPH für schwere Rammsondierung), dem Ort des Aufschlusses (hier: B für Brücke und F für brückenferne Fernwärmetrasse) und einer innerhalb des Aufschlussortes fortlaufenden Nummerierung (hier: B201 bis B244 bzw. F201 bis F211) zusammen. Die mit 201 beginnende Nummerierung beruht auf einer Festlegung des AG und dient zur Kennzeichnung, dass die Aufschlüsse im TA 1.2 hergestellt worden sind.

Die Standorte der 55 planmäßigen und der 3 wegen Bohrhindernissen umgesetzten Aufschlussstationen sind mit ihren Hoch- und Rechtswerten sowie mit ihren Ansatzhöhen im Lageplan von **Anlage 1** vermerkt.

#### Kleinrammbohrungen und Kernbohrungen

Die Schichtenprofile der Kleinrammbohrungen und der Kernbohrungen sind in **Anlage 4.3** und **Anlage 4.4** enthalten. Die Schichtungen sind zusätzlich im Kapitel 2.9 beschrieben und in **Anlage 2.1** und **Anlage 2.2** als geologische Längsschnitte zeichnerisch dargestellt.

#### Rammsondierungen

In unmittelbarer Nachbarschaft der KRB und KB wurden zeitlich vor diesen schwere Rammsondierungen DPH (Dynamic Probing Heavy) durchgeführt. Die Protokolle der schweren Rammsondierungen sind in **Anlage 4.1** und **Anlage 4.2** enthalten.

Weil der Weißeritzschotter dicht gelagert ist und in großer Menge Steine und Blöcke enthält, konnte er mit keiner der 55 schweren Rammsondierungen durchteuft werden. Deshalb wurden bei Ausführung von benachbarten Kernbohrungen in den Bohrlöchern der Kernbohrungen ergänzende Bohrlochrammsondierungen BDP (Borehole Dynamic Probing) gemäß DIN 4094-2:2003-05 ausgeführt. Sie sind in den Protokollen der Bohrprofile von **Anlage 4.3** und **Anlage 4.4** mit vermerkt und hier mit dem Begriff SPT (Standard Penetration Test) bezeichnet. Insgesamt erfolgten 69 BDP, wobei in jeder der 32 Kernbohrungen wenigstens 1 BDP durchgeführt wurde.

BDP werden als normierte kleinformatige Rammsondierungen im verrohrten Bohrloch in eine zwischenzeitliche Bohrsohle senkrecht eingetrieben. Es werden dabei die Schlagzahlen für das Eindringen in 45 cm unter die Bohrlochsohle vermerkt, wobei das Eindringen in die obersten 15 cm, in die nachfolgenden mittleren 15 cm und in die untersten 15 cm separat aufgezeichnet werden. Die Schlagzahlen für die obersten 15 cm werden wegen möglichen Auflockerungen beim vorhergegangenen Bohren verworfen, so dass nur die mittleren und



die untersten Schlagzahlen verwertet werden. Die Summe dieser beiden Schlagzahlen stellt die Schlagzahl  $N_{30,BDP}$  für 30 cm Eindringung dar.

Weil die Rammspitzen und die Rammenergien von DPH und BDP unterschiedlich sind, können die sich mit DPH und BDP ergebenden Schlagzahlen nicht unmittelbar verglichen werden, sondern bedürfen einer Korrelation.

Durch Zufall wurde bei der Kernbohrung KB B230 die verlorene Rammspitze der DPH B230 zutage gefördert. (Bei Rammsondierungen werden die normierten Rammspitzen grundsätzlich im Baugrund belassen und es wird nur das Rammgestänge wieder gezogen.)

Die Verformungen der Rammspitze von DPH B230, welche im Tiefenhorizont von 1,6 m bis 3,3 m Tiefe gerammt wurde, dabei mit insgesamt 976 Schlägen beansprucht wurde und deren Rammung bei einer Schlagzahl von 120 abgebrochen wurde, zeigen eindrücklich, wie schwer rammbaar der Weißeritzschotter ist.



Bild 10 Verformte Rammspitze von DPH B230.

Die folgende Tabelle 1 zeigt für die im Baufeld vorhandenen durchrammten Böden aus überwiegend geogenen Kiesen die in DIN 4094 und in der EAB [U18] dargestellten Zusammenhänge zwischen den Schlagzahlen von schweren Rammsondierungen bzw. Bohrlochrammsondierung und der Lagerungsdichte.



Stadtbahn 2020, TA 1.2, Verkehrszug Nossener Brücke - Nürnberger Straße, Bereich B,  
Brückenkonstruktion zwischen Widerlager Ost Zwickauer Straße und Widerlager West Fabrikstraße in Dresden

Gemäß den eigenen bodenmechanischen Laborversuchen kann der Weißeritzschotter dabei grundsätzlich mindestens als weitgestufte Sande und Kiese mit einer Ungleichförmigkeit  $C_U > 6$  beurteilt werden.

Tabelle 1 Lagerungsdichten gemäß EAB für SW/GW mit  $C_U > 6$  in Abhängigkeit von Schlagzahlenbereichen gemäß DIN 4094.

Verbale Beschreibung der Lagerungsdichte	Lagerungsdichte D von nichtbindigen Böden mit $C_U > 3$ gemäß Anhang A1 von EAB	DPH $N_{10, DP}$	BDP $N_{30, BDP}$
sehr locker	$D < 0,20$	0 - 4	0 - 4
locker	$0,20 \leq D < 0,45$	5 - 14	5 - 14
mitteldicht	$0,45 \leq D < 0,65$	15 - 33	15 - 40
dicht	$0,65 \leq D < 0,90$	34 - 93	41 - 100
sehr dicht	$D > 0,90$	> 93	keine Angabe

Die wesentlichen Ergebnisse der schweren Rammsondierungen sowie der Bohrlochrammsondierungen sind in der **Anlage 6** wiedergegeben. Deren Aussagen zu den Lagerungsdichten wurden aus den Schlagzahlen, den in [U37] dokumentierten Bodenansprachen der Bohrfirma, den eigenen Bodenansprachen und den bodenmechanischen Laboruntersuchungen abgeleitet.

Prinzipiell kann die Lagerungsdichte und somit die Rammpbarkeit wie folgt beschrieben werden:

Im nicht durch den Straßendamm aufgehöhten Urgelände beträgt die Mächtigkeit der vom Menschen aufgefüllten bzw. ausgetauschten Böden zwischen ca. 1,0 m und ca. 3,5 m. Der geogen vorhanden gewesene Schluff (Auelehm) ist dabei in der Vergangenheit nahezu vollständig entfernt worden, so dass unterhalb der Auffüllungen weit überwiegend bereits der geogene Kies (Weißeritzschotter) aufgeschlossen wurde. Nur an wenigen Stellen wie z. B. KRB B209 und KRB B215 sind unter den Auffüllungen noch wenige Dezimeter mächtige Reste der Auelehme verblieben.

Bis ca. 5,0 m unter der nahezu ebenen Geländeoberfläche sind die nichtbindigen Auffüllungen und der obere Weißeritzschotter im Wesentlichen mitteldicht gelagert. Die Lagerungsdichte des geogen Kieses ab ca. 5,0 m ist nahezu durchgehend als dicht bis sehr dicht zu bezeichnen. Weil die grobkörnigen Gerölle die Eindringwiderstände von schweren Rammsondierungen und Bohrlochrammsondierungen stark nach oben treiben, fällt eine Ableitung der Lagerungsdichte allein anhand der Schlagzahlen schwer. Aus Baugruben in Weißeritzschotter im Umfeld der Nossener Brücke ist aber bekannt, dass der Schotter dicht gepackt und aufgrund seiner grobkörnigen Gerölle zugleich auch stark verzahnt lagert.

Der Felsersatz des Pläners wurde nicht mit Bohrlochrammsondierungen untersucht.

Die Rammbarkeit der überwiegend mitteldicht gelagerten geogenen Kiese oberhalb von ca. 5,0 m unter Gelände wird als gut eingeschätzt. Der darunter folgende Kies ist hingegen nur sehr schwer bzw. nur mit Hilfen rammbar.

Der Plänerzersatz und der stark angewitterte Pläner ist schwer rammbar und der noch unverwitterte massive Pläner selbst ist formal nicht rammbar.

In jüngerer Zeit gab es jedoch in ihm mehrere erfolgreiche Einrammungen von Spundwänden. Beispiele hierfür sind eine etwa im Jahr 2000 am Westkopf des Hauptbahnhofes Dresden parallel zur früheren Wilkestraße errichtete Spundwand sowie mehrere, etwa 2011 am Weißeritzufer entlang des Emerich-Ambros-Ufers hergestellte Spundwände.

In allen Fällen gab es im Pläner sehr erhebliche Einbringwiderstände und konnten nicht alle Spundbohlen auf ihre Solltiefen eingebracht werden. Letzten Endes wurden aber dennoch funktionstüchtige Spundwände geschaffen.

Zum Einbringen des Rammgutes in schwer zu rammenden Boden haben sich Bohren, Spülen, Sprengen oder Einrütteln mit dem Tiefenrüttler als Rammhilfen bewährt.

Weil der Erfolg dieser Rammhilfen im dicht lagernden Weißeritzschotter jedoch von der Größe seiner Gerölle abhängig ist und weil hier mit bis zu schrankgroßen Geröllen gerechnet werden muss, wird von einem Rammen von tiefen Spundwänden oder ähnlichem im Weißeritzschotter abgeraten.

## 2.6 Ergebnisse von Wasserstandsmessungen sowie Festlegung von Bauwasserstand und Bemessungswasserstand

Die nachfolgende Tabelle 2 listet die Ergebnisse der Wasserstandsmessungen in den Kernbohrungen KB B201 bis KB B243 sowie KB F203 bis KB F209 auf.

Tabelle 2 Wasserstände in den Kernbohrungen KB B201 bis KB B243 sowie KB F203 bis KB F209.

Bezeichnung des Aufschlusses	Datum der Wasserstandsmessung	Tiefe unter Geländeoberkante (GOK)		absolute Höhe [m NHN] *		
		der Grundwasseroberfläche (beim Aufschluss angetroffen)	des Ruhwasserstandes	des Bohransatzpunktes	der Grundwasseroberfläche (beim Aufschluss angetroffen)	des Ruhwasserstandes
KB B201	12/13.06.2014	9,44 m	9,58 m	126,41	116,97	116,83
KB B202	24.04/20.05.2014	5,55 m	5,51 m	121,52	115,97	116,01
KB B204	23.04.2014	5,36 m	5,30 m	121,20	115,84	115,90
KB B205	16.06.2014	5,04 m	4,66 m	121,30	116,26	116,64
KB B208	07.04.2014	5,40 m	5,40 m	121,39	115,99	115,99
KB B210	06.04.2014	5,35 m	5,35 m	121,33	115,98	115,98
KB B211	22.04.2014	5,15 m	5,15 m	121,23	116,08	116,08
KRB B212	17.04.2014	5,26 m	5,26 m	121,71	116,45	116,45
KB B213	09.04.2014	5,30 m	5,30 m	121,36	116,06	116,06

Stadtbahn 2020, TA 1.2, Verkehrszug Nossener Brücke - Nürnberger Straße, Bereich B,  
Brückenkonstruktion zwischen Widerlager Ost Zwickauer Straße und Widerlager West Fabrikstraße in Dresden

Bezeichnung des Auf- schlusses	Datum der Wasserstands- messung	Tiefe unter Geländeoberkante (GOK)		absolute Höhe [m NHN] *		
		der Grund- wasserober- fläche (beim Auf- schluss angetroffen)	des Ruhe- wasser- standes	des Bohr- ansatz- punktes	der Grund- wasserober- fläche (beim Auf- schluss angetroffen)	des Ruhe- wasser- standes
KB B216	02.04.2014	4,85 m	4,85 m	121,03	116,18	116,18
KB B217	31.03.2014	5,50 m	5,50 m	121,17	115,67	115,67
KB B219	01.04.2014	5,40 m	5,40 m	121,10	115,70	115,70
KB B221	14.04.2014	4,80 m	4,80 m	120,48	115,68	115,68
KB B222	17.04.2014	5,20 m	5,20 m	120,32	115,12	115,12
KB B223	19.05.2014	4,50 m	4,32 m	120,31	115,81	115,99
KB B224	12.05.2014	4,40 m	4,05 m	120,23	115,83	116,18
KB B225	09.05.2014	4,80 m	4,15 m	120,58	115,78	116,43
KB B227	07/08.05.2014	4,40 m	4,38 m	120,32	115,92	115,94
KB B229	06/07.05.2014	4,40 m	3,93 m	120,28	115,88	116,35
KB B230	05.05.2014	4,35 m	4,08 m	120,42	116,07	116,34
KB B231	26.05.2014	4,50 m	4,30 m	120,48	115,98	116,18
KB B233	23.06.2014	12,45 m	12,27 m	128,86	116,41	116,59
KB B234	26.06.2014	11,50 m	11,36 m	128,70	117,20	117,34
KB B237	19/20.06.2014	14,00 m	13,62 m	129,30	115,30	115,68
KB B238	30.06.2014	12,50 m	12,10 m	129,34	116,84	117,24
KB B241	17/18.06.2014	5,40 m	4,74 m	121,31	115,91	116,57
KB B242	03.06.2014	5,05 m	4,45 m	121,65	116,60	117,20
KB B243	02.06.2014	5,60 m	4,43 m	121,78	116,18	117,35
KB F203	03.04.2014	5,50 m	5,50 m	120,78	115,28	115,28
KB F204	16.04.2014	5,35 m	5,35 m	120,52	115,17	115,17
KB F205	13.05.2014	4,80 m	4,62 m	120,43	115,63	115,81
KB F206	14/15.05.2014	4,40 m	4,15 m	119,81	115,41	115,66
KB F209	28.05.2014	3,50 m	3,42 m	120,04	116,54	116,62

\* Die absolute Höhe des Bohransatzpunktes wurde eingemessen und ist im Deutschen Höhenreferenzsystem DHHN92 (= Meter über NHN) angegeben. Die Absoluthöhen der Wasserstände wurden errechnet.

Als Bauwasserstand wird dabei ein Grundwasserstand definiert, der im etwa 2 Jahre dauernden Zeitraum des Ersatzneubaus der Nossener Brücke 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 gelegent-

Stadtbahn 2020, TA 1.2, Verkehrszug Nossener Brücke - Nürnberger Straße, Bereich B,  
Brückenkonstruktion zwischen Widerlager Ost Zwickauer Straße und Widerlager West Fabrikstraße in Dresden

licher Zusatzmaßnahmen (z. B. Arbeitsunterbrechungen, Instandsetzung von Baubehelfen) ermöglicht werden.

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 gängige Praxis, hierfür einen 1 Mal in 100 Jahren auftretenden höchsten Grundwasserstand (= HGW 100) zu verwenden.

Für die Festlegung der Bau- und Bemessungswasserstände hat GEPRO die im Themenstadtplan der Stadt Dresden veröffentlichte Ganglinie der städtischen Grundwassermessstelle 5475 verwertet, welche dem Standort der Nossener Brücke am nächsten liegt. Die Grundwassermessstelle 5475 liegt etwa 700 m nordwestlich der Brücke unweit des Kanals der Vereinigten Weißeritz im Grundwasserabstrom.

Stadtbahn 2020, TA 1.2, Verkehrszug Nossener Brücke - Nürnberger Straße, Bereich B,  
Brückenkonstruktion zwischen Widerlager Ost Zwickauer Straße und Widerlager West Fabrikstraße in Dresden

## Grundwasserstände und Grundwasserflurabstände in Dresden

Messstelle: 5475, Friedrichstadt, Löbtauer/Bodelschw.str.

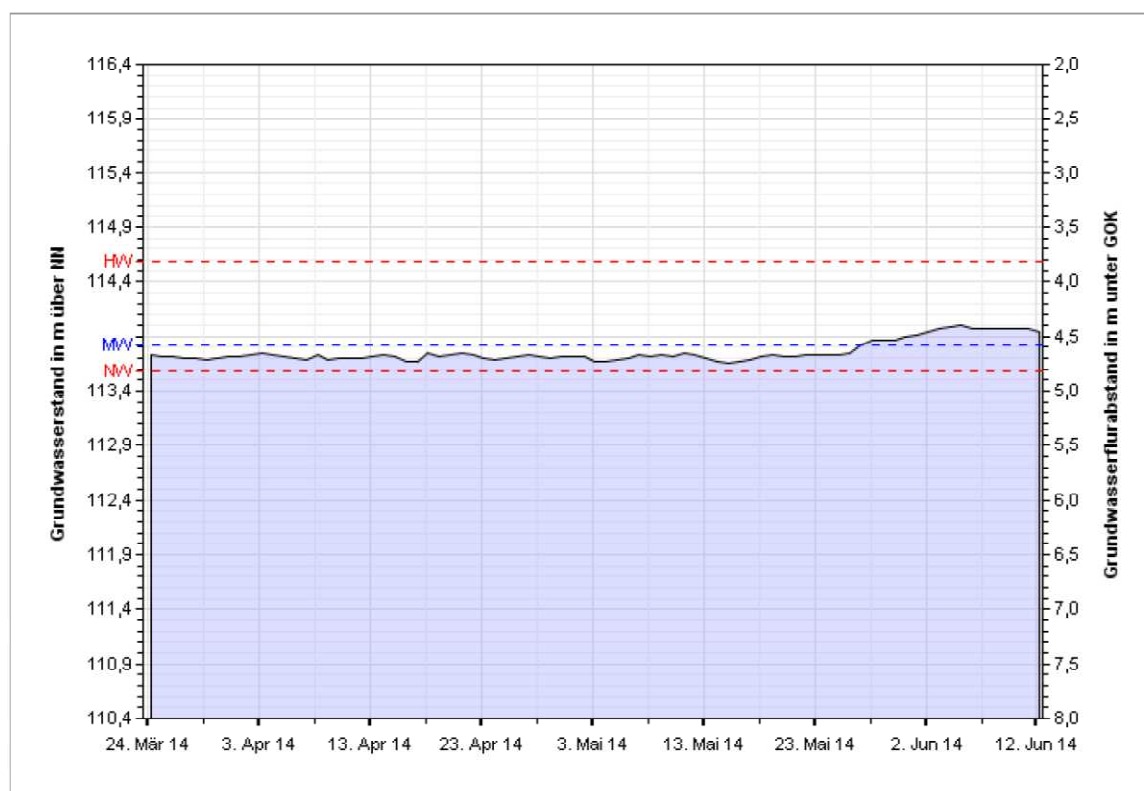
Bitte beachten Sie:

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



Aktuelle Werte:

- Grundwasserstand: 113,96 m über NN
- Grundwasserflurabstand: 4,46 m unter GOK (Geländeoberkante)
- Messzeitpunkt: 12.06.2014 05:00 Uhr



### Wasserstände seit 06.06.2007:

höchster Grundwasserstand:	114,61 m über NN (13.06.2013)
geringster Grundwasserflurabstand:	3,81 m unter GOK (13.06.2013)
mittlerer Grundwasserstand:	113,84 m über NN
mittlerer Grundwasserflurabstand:	4,58 m unter GOK
niedrigster Grundwasserstand:	113,6 m über NN (19.07.2010)
größter Grundwasserflurabstand:	4,82 m unter GOK (19.07.2010)

### Extremwerte 2002:

keine Werte vorhanden

© Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt

**Bild 11** Grundwasserganglinie der Messstelle 5475 „Friedrichstadt, Löbtauer Straße / Bodelschwinghstraße“ für den Zeitraum vom 24.04.2014 bis 12.06.2014, entnommen aus [U31].

Laut [U31] wurde an der Messstelle 5475 in deren etwa 7 Jahre dauerndem Messzeitraum zwischen 06.06.2006 und 12.06.2014 der höchste Grundwasserstand am 13.06.2013 mit 114,61 m NN, der mittlere Grundwasserstand mit 113,84 m NN und der niedrigste Grundwasserstand am 19.07.2010 mit 113,60 m NN bestimmt.

Im Zeitraum der Kernbohrungen zwischen dem 31.03.2014 und dem 30.06.2014 lag der Wasserstand an der Messstelle 5475 weitgehend unverändert etwa 113,84 m NN, was dem mittleren Grundwasserstand dieser Messstelle entspricht. Damit ergeben sich für die Grundwasserstände während der Bohrarbeiten Differenzen zum 7-jährigen höchsten Grundwasserstand von [U31] von - 0,77 m und zum 7-jährigen niedrigsten Grundwasserstand von [U31] von + 0,24 m.

Unter der stark vereinfachenden Annahme, dass an der etwa 700 m von der Messstelle entfernten Nossener Brücke die gleichen Grundwasserschwankungen wie an der Messstelle 5475 auftreten, ergeben sich auf Basis der Messreihe der Jahre 2006 bis 2014 und unter Berücksichtigung der in den Kernbohrungen gemessenen gemittelten Grundwasserstände die in der nachfolgenden Tabelle 3 aufgelisteten mutmaßlichen 7-jährigen höchsten, mittleren und niedrigsten Grundwasserstände.

Die ebenfalls in Tabelle 3 angezeigten Bauwasserstände und Bemessungswasserstände wurden dergestalt festgelegt,

- dass für den Bauwasserstand auf den mutmaßlichen mittleren Grundwasserstand des Zeitraumes 2006 - 2014 die Hälfte der Differenz zwischen dem mittleren Grundwasserstand und dem höchsten Grundwasserstand in Höhe von  $0,77 \text{ m} / 2 = 0,39 \text{ m}$  aufgeschlagen wurde und
- dass für den Bemessungswasserstand ein Zuschlag von 0,5 m auf den mutmaßlichen höchsten Grundwasserstand des Zeitraumes 2006 - 2014 erfolgte.

Zur Begrenzung des planerischen Aufwandes wurden die Bau- und Bemessungswasserstände von Tabelle 3 nicht für jeden Aufschluss individuell festgelegt, sondern es wurden hierfür 3 Homogenbereiche mit gleichartigen Wasserständen modelliert.

Weil bei den Aufschlüssen des Jahres 2014 im östlichen Brückenabschnitt deutlich höhere Grundwasserstände als im westlichen gemessen wurden, wurde der Untersuchungsabschnitt der Brücke in 2 hydrologisch gleichartige Teilabschnitte unterteilt:

- Der größere westliche Teilabschnitt 1 erstreckt sich von der Fabrikstraße bis zum östlichen Widerlager der Brücke über die DB AG-Gleise und umfasst die Aufschlüsse KB B201 bis KB B231 bzw. die Achsen 10 bis 120).
- Der kleinere östliche Teilabschnitt 2 beginnt am östlichen Widerlager der Brücke über die DB AG-Gleise und endet am östlichen Widerlager der Brücke über die Zwickauer Straße. Zu ihm gehören die Aufschlüsse KB B232 bis KB B243 bzw. die Achsen 130 bis 180.

Ein dritter Teilabschnitt wird von der gesamten brückenfernen Fernwärmetrasse gebildet.

Stadtbahn 2020, TA 1.2, Verkehrszug Nossener Brücke - Nürnberger Straße, Bereich B,  
Brückenkonstruktion zwischen Widerlager Ost Zwickauer Straße und Widerlager West Fabrikstraße in Dresden

**Tabelle 3**      Gegenüberstellung von gemessenen Wasserständen, mutmaßlichen niedrigsten mittleren und höchsten Grundwasserständen und den von GEPRO festgelegten Bau- und Bemessungswasserständen.

Zuordnung nach Aufschlüssen bzw. Baukörpern	in KB in Ruhe gemessener Grundwasserstand [m NHN]	Mutmaßlicher Grundwasserstand zwischen 2006 und 2014 [m NHN]			Bauwasserstand [m NHN]	Bemessungswasserstand [m NHN]
		niedrigster *	mittlerer *	höchster *		
KB B201 - KB B231 bzw. Achsen 10 bis 120	116,08	115,84	116,08	116,85	<b>116,47</b>	<b>117,35</b>
KB B232 - KB B243 bzw. Achsen 130 bis 180	116,85	116,61	116,85	117,62	<b>117,24</b>	<b>118,12</b>
KB F203 - KB F209 bzw. Fernwärmetrasse	115,71	115,47	115,71	116,48	<b>116,10</b>	<b>116,98</b>

\* Die mutmaßlichen 7-jährigen höchsten und niedrigsten Grundwasserstände wurden aus dem Messwert mittels Subtraktion von 0,77 m und Addition von 0,24 m errechnet. Der mutmaßliche 7-jährige mittlere Grundwasserstand ist gleich dem Messwert.

Wegen der vereinfachenden Modellbildung mit nur 2 Teilabschnitten der Brücke entsteht an der Grenze der beiden Teilabschnitte ein Sprung der Wasserstände von 80 cm.

Bei den am 12./13. August 2002 durch die Vereinigte Weißeritz verursachten Überschwemmungen in Freital und in Dresden war das Gelände im Umfeld der Nossener Brücke großflächig überschwemmt (siehe Bild 12). Die weithin bekannt gewordene damalige Flutung des Hauptbahnhofes wurde dabei durch einen zum Hauptbahnhof führenden Einschnitt eines Tiefgleises verursacht, welcher erst etwa 100 m nördlich der Nossener Brücke beginnt und den nach Norden auslaufenden Höhenrücken des Hahneberges durchschneidet.



Stadtbahn 2020, TA 1.2, Verkehrszug Nossener Brücke - Nürnberger Straße, Bereich B,  
Brückenkonstruktion zwischen Widerlager Ost Zwickauer Straße und Widerlager West Fabrikstraße in Dresden

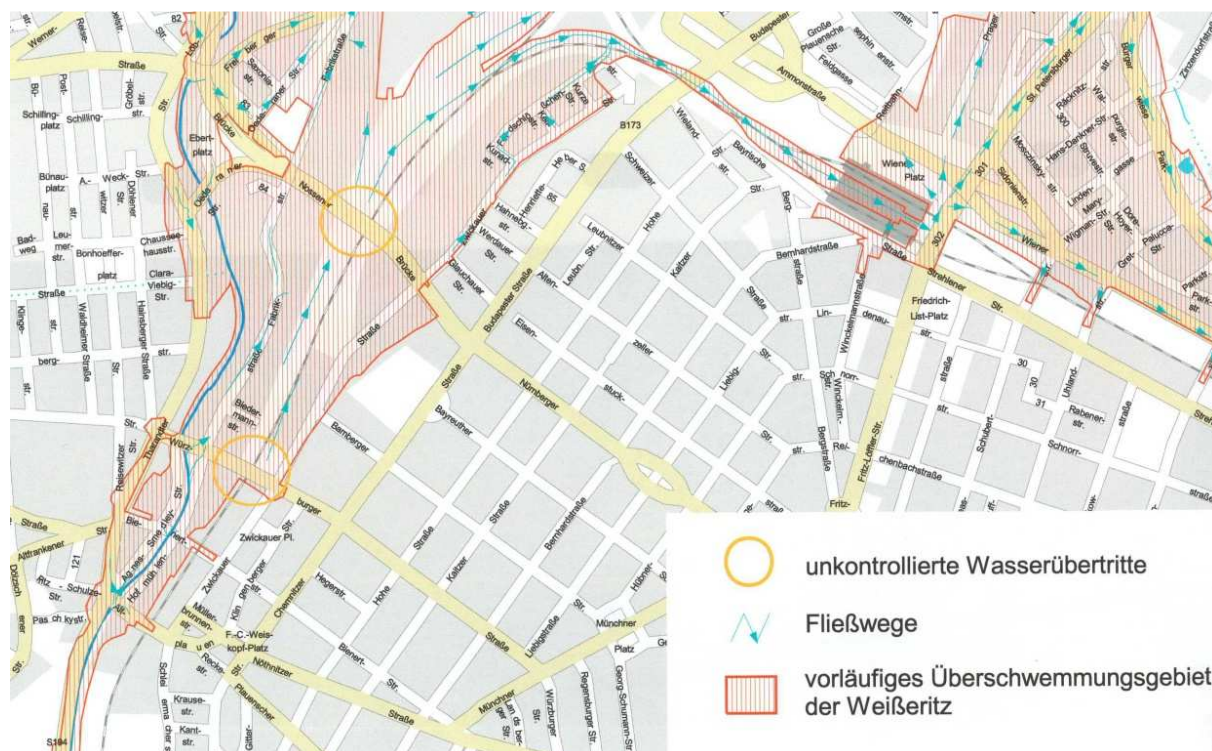


Bild 12 Ausschnitt aus [U6] mit im August 2002 von der Vereinigten Weißeritz überschwemmten Flächen.

Aktuell ist im gesamten Stadtgebiet von Dresden kein von der Vereinigten Weißeritz hervorgerufenen Überschwemmungsgebiet mehr verzeichnet: Weder die amtliche Überschwemmungsgebietsfestsetzung [U7] noch die interaktive Stadtkarte [U8] vermerken hier für die Vereinigte Weißeritz rechtswirksam „festgelegte Überschwemmungsgebiete“.

Dieses Nichtausweisen bedeutet, dass man behördlich davon ausgeht, dass die 2002 überschwemmten Flächen nun besser geschützt sind und bis zu einem 100-jährigen Abflussereignis (= HQ100) nicht von Überschwemmung betroffen sein werden.

In seiner Wahl der Bemessungswasserstände hat GEPRO deshalb die Möglichkeit von Überschwemmungen vernachlässigt.

Es kann für das besonders schützenswerte Bauwerk der Nossener Brücke dennoch sinnvoll sein, es auch für Überschwemmungen auszulegen. Dann sollte ein Bemessungswasserstand in Höhe der Geländeoberfläche vereinbart werden. Eine plausible Größe wäre dann für die Brückenlängsachse z. B. 121,00 m NHN.

## 2.7 Ergebnisse der geotechnischen Laboruntersuchungen von Lockergestein

Das geotechnische Labor der GEPRO Ingenieurgesellschaft mbH hat an 32 repräsentativen, durch Kleinrammbohrungen und Kernbohrungen gestört gewonnenen Bodenproben aus Lockergesteinen den natürlichen Wassergehalt und mittels Siebanalysen die Kornverteilung bestimmt. An ausgewählten Proben wurden zusätzlich Schlämmanalysen sowie die Bestimmung der Zustandsgrenzen durchgeführt.

Stadtbahn 2020, TA 1.2, Verkehrszug Nossener Brücke - Nürnberger Straße, Bereich B,  
Brückenkonstruktion zwischen Widerlager Ost Zwickauer Straße und Widerlager West Fabrikstraße in Dresden

In der nachfolgenden Tabelle 4 sind die untersuchten Proben zusammengestellt.

**Tabelle 4** Zusammenstellung der untersuchten Lockergesteinsproben.

Entnahmestelle	Art der Probe	Entnahmetiefe unter GOK	Bodenart	Bodenschicht
KB B201 KP1/2	Mischprobe	6,6 m - 13,0 m	geogener Kies [GI]	Schicht 3a
KB B202 KP1/2	Mischprobe	3,3 m - 12,6 m	geogener Kies [GU]	Schicht 3a
KB B204 KP2/3	Mischprobe	4,0 m - 11,2 m	geogener Kies [GU]	Schicht 3a
KB B205 KP1/2	Mischprobe	3,5 m - 10,0 m	geogener Kies [GU]	Schicht 3a
KB B208 KP2/3	Mischprobe	4,4 m - 10,6 m	geogener Kies [GU]	Schicht 3a
KB B210 KP3/4	Mischprobe	6,0 m - 10,8 m	geogener Kies [GU]	Schicht 3a
KB B210 GP4	Einzelprobe	10,8 m - 12,0 m	Felsersatz [TM]	Schicht 4a
KB B211 GP6	Einzelprobe	10,5 m - 11,6 m	geogener Kies [GU]	Schicht 3a
KB B213 KP1/2	Mischprobe	2,7 m - 8,0 m	geogener Kies [GI]	Schicht 3a
KB B216 KP2/3	Mischprobe	5,0 m - 9,8 m	geogener Kies [GI]	Schicht 3a
KB B217 KP2/3	Mischprobe	5,5 m - 10,4 m	geogener Kies [GU]	Schicht 3a
KB B219 KP1	Einzelprobe	2,5 m - 5,6 m	geogener Kies [GU]	Schicht 3a
KB B221 KP2	Einzelprobe	4,8 m - 9,0 m	geogener Kies [GI]	Schicht 3a
KB B222 KP1/2	Mischprobe	2,6 m - 9,4 m	geogener Kies [GW]	Schicht 3a
KB B223 KP1/2	Mischprobe	2,8 m - 9,0 m	geogener Kies [GU]	Schicht 3a
KB B223 GP5	Einzelprobe	9,0 m - 10,2 m	Felsersatz [TM]	Schicht 4a
KB B224 KP1	Einzelprobe	2,5 m - 5,0 m	geogener Kies [GU]	Schicht 3a
KB B225 KP1	Einzelprobe	1,8 m - 5,0 m	geogener Kies [GI]	Schicht 3a
KB B227 KP2/3	Mischprobe	4,4 m - 8,7 m	geogener Kies [GU]	Schicht 3a
KB B229 KP2/3	Mischprobe	4,4 m - 9,0 m	geogener Kies [GU]	Schicht 3a
KB B230 KP2/3	Mischprobe	4,0 m - 8,4 m	geogener Kies [GU]	Schicht 3a
KB B231 KP2	Einzelprobe	4,0 m - 8,1 m	geogener Kies [GU]	Schicht 3a
KB B233 KP3/4	Mischprobe	10,0 m - 16,0 m	geogener Kies [GU]	Schicht 3a

Stadtbahn 2020, TA 1.2, Verkehrszug Nossener Brücke - Nürnberger Straße, Bereich B,  
Brückenkonstruktion zwischen Widerlager Ost Zwickauer Straße und Widerlager West Fabrikstraße in Dresden

Entnahmestelle	Art der Probe	Entnahmetiefe unter GOK	Bodenart	Bodenschicht
KRB B235 GP10	Einzelprobe	8,5 m - 10,6 m	geogener Schluff [TM]	Schicht 2
KB B237 KP1/2	Mischprobe	9,8 m - 14,3 m	geogener Kies [GW]	Schicht 3a
KB B238 KP3	Einzelprobe	12,0 m - 14,9 m	geogener Kies [GU]	Schicht 3a
KB B241 GP6	Einzelprobe	4,6 m - 5,4 m	Felsersatz [TM]	Schicht 4a
KB B242 GP5	Einzelprobe	5,2 m - 6,7 m	Felsersatz [TM]	Schicht 4a
KB B242 KP1	Einzelprobe	7,8 m - 9,8 m	geogener Kies [GU]	Schicht 3a
KB B243 GP5	Einzelprobe	4,0 m - 5,6 m	Felsersatz [TM]	Schicht 4a
KB B243 KP1	Einzelprobe	7,7 m - 9,6 m	geogener Kies [GU]	Schicht 3a
KRB B244 GP3	Einzelprobe	1,5 m - 2,8 m	geogener Sand [SU*]	Schicht 3c

Die Laborergebnisse sind in der **Anlage 7** enthalten.

Alle Einzelergebnisse sind in der Tabelle „Zusammenstellung der Laborprüfergebnisse“ von **Anlage 7** aufgelistet. Die wesentlichen Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle 5 zusammengestellt.

Stadtbahn 2020, TA 1.2, Verkehrszug Nossener Brücke - Nürnberger Straße, Bereich B,  
Brückenkonstruktion zwischen Widerlager Ost Zwickauer Straße und Widerlager West Fabrikstraße in Dresden

Tabelle 5 Geotechnische Laborergebnisse der Lockergesteinsproben.

Bezeichnung	Schicht 2	Schicht 3a	Schicht 3c	Schicht 4a
	Schluffe (Auelehm)	Kies, steinig mit Blöcken (Weißeritzschotter)	Sand, kiesig steinig, (Weißeritzschotter)	Schluff (Felszersatz des Mergelgesteins), (steif bis halbfest)
Anzahl der untersuchten Proben	1	25	1	5
Bodenart nach DIN 4022	U, t', s, g'	G, X, s, u'	S, u*, g, t'	U, t, s'-s
Bodengruppe nach DIN 18196	TM	GU, GI, GW	SU*	TM
Wassergehalt	15,6 %	2,0 % - 8,6 %	5,9 %	8,2 % - 15,9 %
Anteil an Feinkorn (< 0,063 mm)	53,1 %	1,6 % - 13,2 %	40,0 %	77,1 % - 87,4 %
Anteil an Sandkorn (0,063 mm - 2,00 mm)	35,6 %	12,6 % - 49,4 %	39,3 %	11,9 % - 19,1 %
Anteil an Kieskorn (2,00 mm - 63 mm)	11,3 %	30,3 % - 54,9 %	18,6 %	0,0 % - 7,5 %
Anteil an Steinen (> 63 mm)	0,0 %	0,0 % - 51,2 %	0,0 %	0,0 %
Ungleichförmigkeitszahl $C_u$	-	1)	209,4	1)
Krümmungszahl $C_c$	-	1)	0,8	1)
Fließgrenze $w_L$	35,1 %	-	-	35,3 % - 45,6 %
Ausrollgrenze $w_P$	18,2 %	-	-	17,7 % - 22,0 %
Plastizitätszahl $I_P$	16,9 %	-	-	15,5 % - 24,4 %
Konsistenzzahl $I_c$	1,16	-	-	1,27 % - 1,89 %
Wasserdurchlässigkeit $k_f$ nach Beyer	-	$9,1 \cdot 10^{-4}$ m/s - $2,8 \cdot 10^{-5}$ m/s	-	-
Wasserdurchlässigkeit $k_f$ nach Mallet/Paquant	$1,9 \cdot 10^{-9}$ m/s	-	$8,9 \cdot 10^{-8}$ m/s	$1,9 \cdot 10^{-9}$ m/s - $5,6 \cdot 10^{-8}$ m/s

1) Die Einzelergebnisse sind der Anlage 7 zu entnehmen.

Nachdem die Aufschlussarbeiten beendet waren, beauftragte der Auftraggeber zusätzliche Laboruntersuchungen an Proben des Pläners, um die bei Wasserzutritt entstehenden Quellhebungen und Quelldrücke zu ermitteln. Diese Aussagen zum Quellverhalten sind für den eventuell im Pläner geplanten Rohrvortrieb der Fernwärmetrasse bedeutsam. Weil zur Auftragserteilung bereits die planmäßigen Aufschlussarbeiten beendet waren, standen nur gestörte Materialproben zur Verfügung.

Für erste Untersuchungen wurde Probenmaterial aus dem Aufschluss KB B224

- von dem Entnahmehorizont 8,60 m bis 9,50 m (Schicht 4a) mit der Laborbezeichnung 1422\_1 (GP4)
- von dem Entnahmehorizont 11,00 m bis 12,00 m (Schicht 4b) mit der Laborbezeichnung 1422\_4 (GP7)

untersucht. Die Ergebnisse sind in der **Anlage 13** enthalten.

Bei dem Versuch wurden zwei aus Plänerzersatz mit Wassergehalten von 16,0 % und 9,2 % hergestellte Prüfkörper untersucht, welche in 2 cm hohe und einen Innendurchmesser von 7 cm aufweisende Ringe eingebaut und mit bis zu 600 kN/m<sup>2</sup> vorbelastet wurden. Bei einer anschließenden Entlastung auf  $\sigma_N = 50$  kN/m<sup>2</sup> und Wasserezugabe wurden bei Ausbauwassergehalten von 15,7 % und 12,7 % folgende Quellhebungen  $\epsilon_{q,0}$  ermittelt:

- 1422\_1 (GP4) KB B 224 aus 8,60 m - 9,50 m:  $\epsilon_{q,0} = 0,12$  %,
- 1422\_4 (GP7) KB B 224 aus 11,00 m - 12,00 m:  $\epsilon_{q,0} = 0,48$  %.

Bei Laboruntersuchungen von [U13] an ähnlichen Plänerzersätzen aus dem etwa 5 km südwestlich gelegenen Leubnitz-Neuostra wurden Glühverluste von etwa 1 % und Kalkgehalte zwischen 6,5 % und 12 % ermittelt. Bei Roentgenphasenanalysen seiner Tonminerale wurde festgestellt, dass beachtliche 18 bis 30 % der vorhandenen Tonminerale aus quellfähigem Montmorillonit und Illit bestehen.

[U13] dokumentiert folgende Quellhebungsversuche an frisch aus dem Boden gewonnenen Proben des Plänerzersatzes:

- 9,68 % Quellhebung einer 19 mm hohen und mit 800 kN/m<sup>2</sup> vorbelasteten Probe innerhalb von 20 Stunden bei Reduzierung auf 5 kN/m<sup>2</sup> Auflast,
- Quellversuch nach KAISER / HENKE mit 6,65 % und 7,67 % Quellhebung von zwei 19 mm hohen und mit 800 kN/m<sup>2</sup> vorbelasteten Proben bei Reduzierung auf 7 kN/m<sup>2</sup> Auflast sowie Rückpresskräfte von 787 kN/m<sup>2</sup> und 667 kN/m<sup>2</sup> zur Zurückdrückung der Quellhebungen,
- Quellversuch nach KAISER / HENKE mit 0,20 % und 2,80 % Quellhebung von zwei 17 mm und 19 mm hohen und mit 800 kN/m<sup>2</sup> vorbelasteten Proben bei Reduzierung auf 240 kN/m<sup>2</sup> und 125 kN/m<sup>2</sup> Auflast sowie Rückpresskräfte von 590 kN/m<sup>2</sup> und 275 kN/m<sup>2</sup> zur Zurückdrückung der Quellhebungen,
- Quell-Schrumpf-Versuch an einer 18 mm hohen und mit 1.200 kN/m<sup>2</sup> vorbelasteten Probe bei Reduzierung auf 240 kN/m<sup>2</sup> Auflast mit Bewässerung bis zum Ende der Wasseraufnahme und mit anschließend 25 Tagen ohne Wasserzufuhr bis zum Beginnen von Schrumpfen.

Bei keiner der Quellhebungsversuche von [U13] sind die Ein- und Ausbauwassergehalte oder die Wasseraufnahmen während des Quellens angegeben. Aus dem Zusammenhang des Gutachtens [U13] kann aber gefolgert werden, dass die Versuche mit natürlichen Wassergehalten gefahren wurden, welche zwischen 11 % und 23 %, bei im Mittel etwa 15 % lagen.

Aus den Quellhebungsversuchen von Anlage 13 und von [U13] lässt sich folgern, dass bei einer Entlastung von naturfeuchtem Plänerzersatz mit einem deutlich über der Schrumpfgrenze liegendem Wassergehalt, welche bei unter 10 % vermutet wird,

- auf 50 kN/m<sup>2</sup> Entlastungs- bzw. Quellhebungen von etwa 0,4 % und
- auf 5 kN/m<sup>2</sup> Entlastungs- bzw. Quellhebungen von etwa 7,0 % auftreten.



Aufgrund der Verwendung von gestört eingebauten Proben haben die Ergebnisse lediglich orientierenden Charakter.

Für eine genaue Bestimmung sind Untersuchungen an ungestörten Proben erforderlich. Dabei sollte das Augenmerk auf die Bodendruckverhältnisse in Höhe der Vortriebsstrecke und sowohl auf den Plänerersatz als auch auf den noch nicht verwitterten Pläner gelegt werden.

## 2.8 Ergebnisse der geotechnischen Laboruntersuchungen am Festgestein

Im Baustofflabor der HTW Dresden wurden ausgewählte Festgesteinsproben des noch nicht verwitterten Pläners hinsichtlich ihrer einaxialen Druckfestigkeit bestimmt.

Hierfür wurden aus 3 der 4 mehr als 20 m tiefen Kernbohrungen insgesamt 6 repräsentative Festgesteinsproben entnommen und dem Baustofflabor der HTW übergeben. Die Prüfberichte sind in **Anlage 8** enthalten. Die wichtigsten Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle 6 zusammengefasst.

Tabelle 6 Geotechnische Laborergebnisse der Festgesteinsproben.

Bezeichnung	Entnahme- tiefe	Durch- messer d	Rohdichte D	Bruchkraft F	Maximale Druck- spannung $\sigma_u$	Bewertete Druck- festigkeit $\sigma_u (2)$
	[m]	[mm]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kN]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]
KB B202 FP1	18,20 - 18,50	99,6	2,375	465,7	59,8	58,8
KB B202 FP2	19,55 - 19,90	100,0	2,426	525,8	66,9	66,9
KB B221 FP1	15,45 - 15,65	101,2	2,397	354,7	44,1	43,0
KB B221 FP2	17,20 - 17,45	101,2	2,577	704,3	87,6	83,9
KB B231 FP1	15,45 - 15,65	101,2	2,616	763,6	94,9	91,6
KB B231 FP2	17,20 - 17,45	101,3	2,410	324,8	40,3	40,2

Die bewertete einaxiale Druckfestigkeit schwankt zwischen 40,2 N/mm<sup>2</sup> und 91,6 N/mm<sup>2</sup>. Ihr Mittelwert beträgt 64,1 N/mm<sup>2</sup>.

### Bestimmung des RQD-Wertes

Der RQD-Wert oder RQD-Zahl ist in der Geotechnik und in der Ingenieurgeologie ein Wert, um anhand von Bohrkernen den Gefügezusammenhalt eines Festgesteins zu klassifizieren und bedeutet „Rock Quality Designation Index“.

Der RQD ist definiert als der Quotient aus der Länge von nicht zerbrochenen Bohrkernstücken zur Länge der gesamten Bohrstrecke:

Stadtbahn 2020, TA 1.2, Verkehrszug Nossener Brücke - Nürnberger Straße, Bereich B,  
Brückenkonstruktion zwischen Widerlager Ost Zwickauer Straße und Widerlager West Fabrikstraße in Dresden

$$RQD = \frac{s_{uml}}{l_{ges}} * 100 \%$$

$S_{uml}$  = Summe der Längen aller Bohrkernstücke, die länger als 10 cm sind,  
 $l_{ges}$  = Gesamtlänge der Bohrstrecke im Festgestein.

Tabelle 7 Klassifikationstabelle.

RQD	Felsqualität
< 2 - 5 %	sehr gering
25 - 50 %	gering
50 - 75 %	mittel
75 - 90 %	gut
90 - 100 %	ausgezeichnet

Dem RQD liegt die Beobachtung zugrunde, dass stark entfestigte und stark geklüftete Festgesteine stärker zerfallene Bohrkernstücke ergeben als weniger stark entfestigte.  
 In der nachfolgenden Tabelle 8 wird die Felsqualität auf der Grundlage des RQD-Wertes eingeschätzt.

Tabelle 8 Einschätzung der Felsqualität auf der Grundlage des RQD-Wertes.

Kernbohrung	Tiefe	RQD	Felsqualität
KB B 202	16 m - 17 m	0 %	sehr gering
	17 m - 18 m	0 %	sehr gering
	18 m - 19 m	25 %	gering
	19 m - 20 m	42 %	gering
KB B221	12 m - 13 m	0 %	sehr gering
	13 m - 14 m	0 %	sehr gering
	14 m - 15 m	26 %	gering
	15 m - 16 m	34 %	gering
	16 m - 17 m	42 %	gering
	17 m - 18 m	53 %	mittel
	18 m - 19 m	91 %	ausgezeichnet
	19 m - 20 m	69 %	mittel

Stadtbahn 2020, TA 1.2, Verkehrszug Nossener Brücke - Nürnberger Straße, Bereich B,  
Brückenkonstruktion zwischen Widerlager Ost Zwickauer Straße und Widerlager West Fabrikstraße in Dresden

Kernbohrung	Tiefe	RQD	Felsqualität
KB B231	10 m - 11 m	0 %	sehr gering
	11 m - 12 m	0 %	sehr gering
	12 m - 13 m	19 %	sehr gering
	13 m - 14 m	24 %	sehr gering
	14 m - 15 m	32 %	gering
	15 m - 16 m	34 %	gering
	16 m - 17 m	67 %	gut
	17 m - 18 m	37 %	gering
	18 m - 19 m	82 %	gut
	19 m - 20 m	93 %	ausgezeichnet
KB B241	11 m - 12 m	0 %	sehr gering
	12 m - 13 m	0 %	sehr gering
	13 m - 14 m	0 %	sehr gering
	14 m - 15 m	59 %	mittel
	15 m - 16 m	59 %	mittel
	16 m - 17 m	79 %	gut
	17 m - 18 m	67 %	mittel
	18 m - 19 m	67 %	mittel
	19 m - 20 m	85 %	gut

Die Aufstellung von Tabelle 8 zeigt, dass die Felsqualität bei der KB B202 weniger gut als bei den restlichen 3 Kernbohrungen KB B221, KB B231 und KB B241 ist. Bei der KB B202 beginnt der Festgesteinshorizont erst in einer Tiefe von 15,7 m unter GOK (Geländeoberkante) bzw. bei 105,8 m NHN und ist bis zur Endtiefe bei 20 m unter GOK fast durchgehend stark verwittert.

Bei den Aufschlüssen KB B221, KB B231 und KB B241 beginnt der Felshorizont deutlich höher in 10,0 m bis 12,0 m unter GOK bzw. bei 108,4 m NHN bis 110,4 m NHN. Die Grenze zwischen stark verwittertem und nur angewittertem Festgestein liegt etwa 2 m bis 3 m unter der Festgesteinsoberkante. Die Felsqualität des angewitterten Pläners ist dennoch sehr unterschiedlich und schwankt gemäß Tabelle 8 zwischen „gering“ und „ausgezeichnet“.

## 2.9 Bautechnische Beschreibung des Baugrundes

Der Baugrund des untersuchten Abschnittes für den Neubau der Nossener Brücke ist recht einheitlich und setzt sich aus

- Auffüllungen                      Schichten 1a und 1b,
- Auelehmen                        Schicht 2,

Stadtbahn 2020, TA 1.2, Verkehrszug Nossener Brücke - Nürnberger Straße, Bereich B,  
Brückenkonstruktion zwischen Widerlager Ost Zwickauer Straße und Widerlager West Fabrikstraße in Dresden

- Weißeritzschottern Schichten 3a, 3b und 3c,
  - Felsersatz des Pläners Schichten 4a und 4b sowie
  - dem Pläner selbst Schicht 5
- zusammen.

In **Anlage 2.1** und in **Anlage 2.2** sind die aus den Bohrungen ermittelten Schichtenprofile dargestellt und in den geologischen Längsschnitten von **Anlage 2.1** und **Anlage 2.2** sind aus den Schichtenprofilen mutmaßliche Schichtenverläufe entwickelt worden.

#### Auffüllungen aus Dammbaumaterialien (Kies, Sand, Beton, Ziegel, Schlacke) **Schicht 1a**

Zwischen dem östlichen Widerlager der Brücke über das Gelände der DB AG und dem westlichen Widerlager der Brücke über die Zwickauer Straße befindet sich ein ca. 8,0 m hoher Straßendamm. Dieser Damm besteht aus Kiesen und Sanden, die anthropogene Beimengungen aus Ziegel, Schlacke und Beton bis hin zu Glas enthalten. Diese Beimengungen sind auf den Bohrkernfotos von KB B233, KB B234, KB B237 und KB B238 zu erkennen, welche in der **Anlage 5.1** enthalten sind.

#### Auffüllungen aus Bodenaustauschen (Gleisschotter, Kies, Sand, Schluff, Beton, Ziegel, Schlacke) **Schicht 1b**

Diese, das Baufeld nahezu vollständig bedeckenden Auffüllungen haben eine Mächtigkeit zwischen 1,0 m beim Aufschluss KB B221 und 3,4 m beim Aufschluss KB B211. Im Mittel sind diese das Ursprungsgelände bedeckenden Auffüllungen etwa 2,0 m dick. Diese Auffüllungen dienen sicherlich zum Austausch von nicht verwertbarem Untergrund, zum Höhenausgleich, zur Flächenbebauung und für Verkehrswege. Sie sind in ihrer Zusammensetzung sehr unterschiedlich und können aus den Gleisschottern der Gleisanlagen sowie den von den jeweiligen Nutzern zur Verfügung stehenden Stoffen bestehen. Zumeist werden hier Kiese, Sande und Schluffen vorgefunden und die Anteile an Bauschutt sind recht hoch.

#### Geogener Schluff (Auelehm) **Schicht 2**

Die Mächtigkeit des geogen vorhandenen Auelehmes betrug ursprünglich vermutlich nur etwa 1 m, sicherlich aber nicht mehr als etwa 3 m. Durch intensive anthropogene Nutzung wurde der Auelehm fast vollständig entfernt und durch Auffüllungen ersetzt. Restkörper des Auelehms fanden sich nur noch bei den Aufschlüssen KRB B209, KRB B215, KRB F211 und KRB B241 sowie unter dem Straßendamm. Seine größte Mächtigkeit wurde beim Aufschluss KRB B235 mit 2,1 m erkundet.

#### Kiese, steinig mit Blöcken sowie Sand- und Schlufflagen (Weißeritzschotter) **Schicht 3a**

Unter der Auffüllung bzw. unter den Resten des Auelehms steht der Weißeritzschotter an.



Stadtbahn 2020, TA 1.2, Verkehrszug Nossener Brücke - Nürnberger Straße, Bereich B,  
Brückenkonstruktion zwischen Widerlager Ost Zwickauer Straße und Widerlager West Fabrikstraße in Dresden

Die beiden Wildbäche der Roten und der Wilden Weißeritz fließen hier als Vereinigte Weißeritz in einem gemeinsamen, erst seit historisch kurzer Zeit kanalisierten Flussbett. Der Fluss hat erst etwa 1.000 m oberhalb das beengende Kerbtal des Plauenschen Grundes verlassen, um nun im ruhiger werdenden Talboden der Dresdner Elbtalweitung zur Elbe zu fließen und dabei ein Mündungsdelta zu bilden. Bedingt durch die witterungsbedingt starke schwankende Wasserführung, das fast bis zur Mündung reichende recht starke Sohlgefälle und die Durchquerung eines engen Tales führte die Vereinigte Weißeritz in früherer Zeit viel Geschiebe mit sich – Der Gewässername Weißeritz stammt von dem slawischen Bystrica, was man in Wildwasser oder Reißende übersetzen kann.

Weil die Vereinigte Weißeritz bis unmittelbar oberhalb des Baufeldes den Charakter eines Oberlaufes von Wildbächen hat und weil sie zugleich ein steiles Kerbtal aus Hartgesteinen durchquerte, sind die von ihr mitgeführten Geschiebe sehr grobkörnig und zugleich arm an Feinkorn. Die starke Strömung und die Zusammensetzung der vom Fluss durchquerten Festgesteine brachte es mit sich, dass die Gerölle sehr große Kantenlängen aufweisen können, dass sie deutlich weniger als die Elbschotter gerundet sind, dass sie typischerweise plattige Formen aufweisen und dass sie zugleich außerordentlich dicht gepackt sind.

Gemäß [U2] besteht die Geröllzusammensetzung des Weißeritzschotters überwiegend aus Quarzen, Gneisen, Graniten und Rhyolithen.

In Bild 13 und Bild 14 sind Blöcke abgebildet, die etwa 1.000 m stromaufwärts an der Kreuzung Altplauen / Tharandter Straße im Jahr 2010 beim Aushub für einen weniger als 3 m tiefen Leitungsgraben aus dem Untergrund gehoben wurden.



*Bild 13 und Bild 14 Im Jahr 2010 an der Kreuzung Altplauen / Tharandter Straße ausgehobene Blöcke des Weißeritzschotters.*

Die Mächtigkeit des Weißeritzschotters beträgt im Mittel etwa 8,0 m und hängt in geringem Maße sicherlich von seinen oberen anthropogenen Abträgen ab. Im Weißeritzschotter können lokal untergeordnete Kiessandlagen oder gar Schluffbänder eingeschaltet sein (KRB B206, KB B208, KB B210 und KB B211).

Charakteristisch für den Weißeritzschotter ist sein sehr hoher Anteil an Steinen (63 mm bis 200 mm) und Blöcken (> 200 mm). In der Tabelle 5 ist der Kornanteil > 63 mm der 25 untersuchten Schotterproben mit im Mittel mit 26 % angegeben. Weil die Kernbohrungen mit ei-

nem Bohrröhrinnendurchmesser von 178 mm durchgeführt wurden, konnten nur maximal 178 mm große Körner entnommen werden. Weil größere Blöcke und vom Bohrröhr nicht vollständig erfasste Steine zumeist mit einem Meißel zertrümmert und nur deren Bruchstücke gefördert wurden, ist anhand des Bohrgutes keine exakte Zuordnung der Mengen an Blöcken und von deren Blockgrößen möglich. Dennoch gestattet das Bohrgut – siehe hierzu auch die Bohrkernfotos von **Anlage 5.1** und **Anlage 5.2** – die grundsätzliche Aussage, dass über die gesamte Schichtdicke des Weißeritzschotter verteilt Blöcke auftreten und dass diese schätzungsweise beachtliche etwa 10 % des Schottergesamtvolumens ausmachen. Die größten Blöcke dürften Kantenlängen von 1,0 m aufweisen.

Die im Weißeritzschotter nach einigen Dezimetern bis Metern Eindringung stark ansteigenden Schlagzahlen deuten darauf hin, dass in den obersten 1 bis 2 Metern des Weißeritzschotter vergleichsweise weniger sehr großkörnige Gerölle liegen.

Ein weiteres Charakteristikum des Weißeritzschotter sind seine Armut an Sanden und seine vergleichsweise großen, zugleich aber auch schwankenden Beimengungen an Schluffen von einigen Prozent. Diese, vermutlich mehrheitlich von verwittertem Pläner stammenden Schluffe, füllen die Restporen der ohnehin dicht gepackten Gerölle aus und binden diese in eine harte Matrix ein. Im Vergleich zum sandreicheren und dafür schluffarmen Elbschotter besitzt der Weißeritzschotter nicht zuletzt wegen Fixierung der Gerölle im dünnen „Schluffleim“ eine betonartig hohe Druckfestigkeit und wegen der schlechten Geröllverdrängbarkeit eine sehr schlechte Bohrbarkeit.

Beim Weißeritzschotter wurde nicht beobachtet, dass sich auf seiner Schichtuntergrenze besonders große Blöcke oder besonders grobkörnige Gerölle abgelagert haben. Dennoch kann nicht ausgeschlossen werden, dass dieses vom Elbschotter in der Dresdner Elbtalweitung bekannte Phänomen des so genannten Basalschotter auch im Weißeritzschotter des Untersuchungsgebietes auftritt.

Obwohl keine Laboruntersuchungen zur Abrasivität vorgenommen wurden, kann diese anhand der dichten Packung mit Hartgesteinsgeröllen und anhand der bei den Kernbohrungen gewonnenen Erfahrungen abgeschätzt werden. Weil sich insbesondere bei den Kernbohrungen ein sehr hoher, gegenüber gewöhnlichen Böden der Bodenklassen 3 bis 5 etwa auf das 4-fache erhöhter Bohrkronenverschleiß ergab, muss die Abrasivität des Weißeritzschotter als „stark abrasiv“ bis „extrem abrasiv“ beurteilt werden.

### Steine, kiesig, sandig mit Blöcken (grober Weißeritzschotter) **Schicht 3b**

Beim Aufschluss KB B213 wurde in einer Tiefe von 8,0 m bis 11,4 m eine Schicht erkundet, bei welcher der Steinanteil mehr als 50 % betrug und damit noch größer als bei der Schicht 3a war. Aufgrund der Aufschlusstechnik (Bohrdurchmesser 178 mm) ist eine Unterteilung dieser Grobgeröllschicht in Steine und Blöcke nicht möglich.

### Sand, kiesig, steinig (feiner Weißeritzschotter) **Schicht 3c**

Diese Feingeröllschicht mit einem die Kies-, Steine- und Blockmengen überwiegenden Sandanteil tritt wie die Schicht 3b nur untergeordnet in der Schicht 3a auf und wurde beispielsweise bei den Aufschlüssen KB B211 und KRB B244 erkundet.

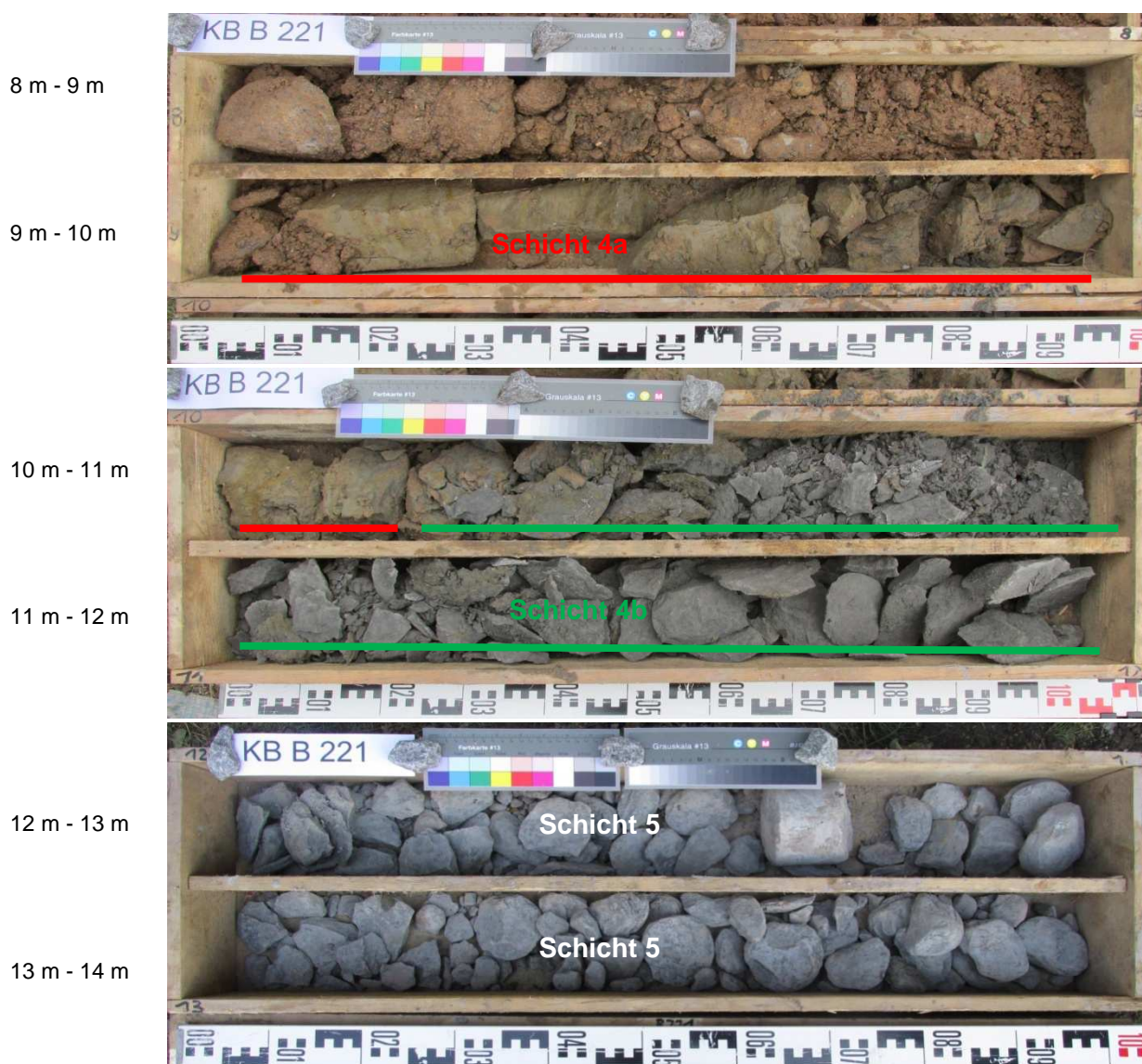
Schluff (Felsersatz des Mergelgesteins), steif bis halbfest **Schicht 4a** bzw. fest **Schicht 4b**

Mit einer scharfen Grenze folgt unter dem Weißeritzschotter das kreidezeitliche Mergelgestein des Pläners. Sein oberer Horizont ist am Ort seiner damaligen Genese durch Verwitterung zu einem Schluff zersetzt.

Dieser Zersatz lässt sich aufgrund seiner Konsistenz und seiner Farbe nochmal unterteilen: Unmittelbar unter dem Weißeritzschotter ist der Mergelgestein zu einem meist olivgrünen kalkhaltigen Schluff von steifer, zumeist halbfester Konsistenz zersetzt worden (Schicht 4a). Darunter folgt ein zumeist grauer kalkhaltiger Schluff von fester Konsistenz (Schicht 4b). Anders als die regellos zerfallenden Brocken der Schicht 4a zerfallen die der Schicht 4b zu eher plattigen bzw. linsenförmigen Schollen.

Dem Grunde nach ist die Schicht 4a stärker zersetzt bzw. entfestigt als die Schicht 4b. Beide Schichten sind nicht witterungsbeständig und lösen sich bei Vernässung oder Frost schnell zu einer amorphen Masse auf.

Die beiden Schichten 4a und 4b sind insgesamt zwischen 1,0 m bis 2,5 m mächtig.





Stadtbahn 2020, TA 1.2, Verkehrszug Nossener Brücke - Nürnberger Straße, Bereich B,  
Brückenkonstruktion zwischen Widerlager Ost Zwickauer Straße und Widerlager West Fabrikstraße in Dresden



**Bild 15** Bohrkernfotos der Kernbohrung KB B221 aus 8 m bis 16 m Tiefe mit Kennzeichnung der Schichten 4a, 4b und 5.

Am östlichen Rand des Untersuchungsgebietes wurde im Umfeld der Zwickauer Straße die Besonderheit angetroffen, dass in den Weißeritzschotter eine bis zu 1,5 m dicke Schicht aus umgelagertem Plänerzersatz eingeschaltet ist. Diese, in den KB B241, KB B242, KB B243 und KRB B244 vorgefundene graubraune bis graugrüne, stark kalkhaltige Schluffschicht dürfte ihre Ursache in der seitlichen Randlage zum östlich angrenzenden Höhenzug des Hahneberges haben. Sehr wahrscheinlich wurden hier Plänerzersätze vom früheren Steilufer – das Steilufer kann man noch am künstlich versteilten Höhengsprung zwischen Zwickauer Straße und Chemnitzer Straße nahe des Alten Annenfriedhofes erahnen – seitwärts in das Weißeritztal verfrachtet.

Diese Besonderheit wurde von der Bohrfirma JoanniKling GmbH auch bei ihren Baugrundbohrungen im östlich benachbarten Bereich des TA 1.2 zwischen der Zwickauer Straße und der Budapester Straße beobachtet.

Obwohl diese zungenartig nach Westen auslaufende Zwischenschicht wegen ihrer Umlagerung formal nicht als Zersatz angesprochen werden darf, wurde sie wegen ihrer gleichartigen Materialzusammensetzung und ihres gleichartigen bodenmechanischen und bautechnischen Verhaltens der Schicht 4a zugeschlagen.

### Mergelgestein (Pläner) (entfestigt VE bis angewittert VA) **Schicht 5**

Unter dem Felszersatz folgt der massive Mergelgestein (Pläner), der mit zunehmender Tiefe von einem entfestigten Zustand über einen angewitterten in einen unverwitterten übergeht. Der Pläner wurde lediglich an den 4, planmäßig 20 m tiefen Aufschlüssen KB B202, KB B221, KB B231 und KB B241 aufgeschlossen, wobei auch im Bohrtiefsten noch kein unverwitterter Pläner angetroffen wurde.

Die etymologische Herkunft des Wortes „Pläner“ ist nicht eindeutig geklärt. Entweder beruht sie auf dem Zerfall des Festgesteins in bautechnisch verwendbare flache – plane – Platten oder sie beruht darauf, dass in der dem Baufeld benachbarten, nach Dresden eingemeindeten Ortschaft Plauen große Lagerstätten dieses Mergelgesteins vorhanden sind und er hier als Plauener Stein, später Plaunerstein und schließlich Planerstein bezeichnet wurde.

Der Pläner ist ein dem der jüngeren Kreidezeit zugehörigen Turon entstammendes Schluffsediment mit hohem Kalkgehalt. Typisch für ihn sind seine bankige Klüftung und seine



Stadtbahn 2020, TA 1.2, Verkehrszug Nossener Brücke - Nürnberger Straße, Bereich B,  
Brückenkonstruktion zwischen Widerlager Ost Zwickauer Straße und Widerlager West Fabrikstraße in Dresden

variierende Ausbildung von festeren und weniger festen Bänken. Die festeren Bänke waren in früheren Zeiten ein beliebter Werkstein für den Mauerwerksbau, insbesondere von Trockenmauern. Er lässt sich seiner Bankung folgend leicht in Platten und linsenförmige Schollen brechen. Der Witterung setzt er einen mäßigen Widerstand entgegen. Bei direkter Wasserlagerung und insbesondere bei gleichzeitigen Auflastschwankungen zerfällt er rasch.

Bei einer 95 m tiefen Brunnenbohrung auf dem Gelände der früheren Feldschlösschenbrauerei an der Budapester Straße etwa 400 m nordöstlich des östlichen Brückenendes wurde gemäß [U3] festgestellt, dass der Pläner bis 83,75 m unter GOK – also bis etwa 40 m NHN – reicht und dass der Pläner von etwa 7 m Sandstein aus dem ebenfalls zur jüngeren Kreidezeit gehörenden Cenoman unterlagert wird, unter dem wiederum das Grundgebirge aus Syenit folgt.

Wegen seiner Überkonsolidation neigt der Pläner bei Wasserzutritt zum Quellen. Dieser Quellvorgang verläuft wegen seiner geringen Wasserdurchlässigkeit aber langsam und dürfte in der Größenordnung von unter etwa 1 cm Quelleindringung je Tag ablaufen.

Bei der Untersuchung der Druckfestigkeit an 6 Gesteinsproben ergaben sich bewertete einaxiale Druckfestigkeiten zwischen 40,2 N/mm<sup>2</sup> und 91,6 N/mm<sup>2</sup> und ein Mittelwert von 64,1 N/mm<sup>2</sup>.

Im Pläner sind horizontale und in geringerem Umfang auch vertikale Klüfte vorhanden. Diese können Wasser führen.

Der Pläner ist leicht bohrbar, so dass er als „kaum abrasiv“ bis „schwach abrasiv“ bewertet wird.

#### Höhenverlauf der Schichtgrenze zwischen den Schichten 3a, 3b und 3c und den Schichten 4a, 4b und 5

Die Grenze zwischen den Weißeritzschottern (Schichten 3a, 3b und 3c) und den Plänermaterialien (Schichten 4a, 4b und 5) markiert eine geologisch bedeutsame Grenze, denn sie trennt die kreidezeitlichen Sedimente von den quartären (= pleistozänen und holozänen). Aus dem zeitlich dazwischen liegenden Erdzeitalter Tertiär sind im Untersuchungsgebiet keine Ablagerungen bekannt.

Sie ist jedoch auch bautechnisch bedeutsam, denn die Gründungsmöglichkeiten sind im Weißeritzschotter günstiger als im Plänerersatz und im Pläner.

Vereinfachend wird diese aus Plänerersatz gebildete Grenze im vorliegenden geotechnischen Bericht als „Pläneroberkante“ bezeichnet.

In der **Anlage 3** ist die Pläneroberkante in einem Lageplan als Geländemodell dargestellt. Dieses Modell wurde nur aus denjenigen, im Jahr 2014 hergestellten KB und KRB entwickelt, bei denen die Pläneroberkante festgestellt werden konnte. In Altaufschlüssen vermerkte Pläneroberkante wurde wegen der unsicheren Lage der Altaufschlüsse nicht verwertet.

Im Untersuchungsgebiet steigt die Pläneroberkante von West nach Ost leicht an und erreicht östlich der Zwickauer Straße einen kuppenartigen Hochpunkt.

Stadtbahn 2020, TA 1.2, Verkehrszug Nossener Brücke - Nürnberger Straße, Bereich B,  
Brückenkonstruktion zwischen Widerlager Ost Zwickauer Straße und Widerlager West Fabrikstraße in Dresden

So wurde die niedrigste Pläneroberkante in der KB B202 am westlichen Widerlager der Brücke über der Fabrikstraße bei 108,42 m NHN und die höchste in der KB B237 im Straßendamm östlich der Zwickauer Straße bei 115,00 m NHN erkundet. Östlich von KB B237 fällt die Pläneroberkante in Richtung Zwickauer Straße wieder auf bis 111,51 m NHN ab.

Insgesamt zeigt dieses rechnerisch erzeugte Modell trotz des maximalen Höhenunterschiedes von 6,5 m zwischen der KB B202 und der KB B237 einen recht ruhigen Verlauf der Pläneroberkante. Die steilsten Neigungen liegen in der östlichen Hälfte an den Flanken der Hochpunktkuppe von KB B237 und belaufen sich dort auf etwa 8 %.

## **2.10 Ergebnisse der Untersuchungen hinsichtlich Betonaggressivität und Stahlkorrosivität**

### **2.10.1 Untersuchungskonzept**

Für die Untersuchung von Wasserproben wurde aus den beiden Aufschlüssen KB B213 und KB B231 je 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 sowie gemäß DIN 50929 von 0,5 Liter zu entnehmen. Für die Untersuchung der Kalklösekapazität nach DIN 4030 ist eine 0,5 Liter große Probeflasche vor der Wasserzugabe mit Marmorpulver zu füllen.

Die Bezeichnung der Proben setzt sich folgendermaßen zusammen: Mit den ersten beiden Buchstaben wird die Art des Materiales (WP für Wasserprobe) beschrieben, mit der folgenden Ziffer erfolgt eine Nummerierung (hier z. B. 1) und abschließend wird der für die Probe verwendete Aufschluss (z. B. KB B213 bzw. KB B231) erwähnt.

Aus mehreren Einzelproben des Weißeritzschotter in der brückenfernen Fernwärmetrasse wurde eine Bodenmischprobe gebildet und untersucht. Diese Bodenprobe ist identisch mit der für die abfallrelevanten Untersuchungen gebildeten Mischprobe BP9 MP.

### **2.10.2 Untersuchungsumfang der chemischen Analytik**

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

Der Umfang der chemischen Analysen wurde entsprechend 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.

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

Der Umfang der chemischen Analysen wurde entsprechend DIN 4030 festgelegt.

Es wurden folgende Parameter analysiert:

Stadtbahn 2020, TA 1.2, Verkehrszug Nossener Brücke - Nürnberger Straße, Bereich B,  
Brückenkonstruktion zwischen Widerlager Ost Zwickauer Straße und Widerlager West Fabrikstraße in Dresden

Säuregrad nach Baumann-Gully, Chlorid (wässriger Auszug), Sulfat (salzsaurer Auszug) und Sulfid.

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

Der Umfang an chemischer Analytik wurde entsprechend DIN 50929, Teil 3 für eine äußere Belastung festgelegt.

Es wurden folgende Parameter analysiert:

Chlorid, Sulfat, Säurekapazität bis pH 4,3, Calcium und pH-Wert.

#### Chemische Analytik zur Bestimmung der Stahlkorrosivität von Boden

Der Umfang an chemischer Analytik wurde entsprechend der DIN 50929, Teil 3 (äußere Belastung) festgelegt.

Es wurden folgende Parameter analysiert:

Wassergehalt, pH-Wert, Pufferkapazität aus Säurekapazität bis pH 4,3 und Basekapazität bis pH 7,0, Sulfid, Neutralsalze aus Chlorid und Sulfat (wässriger Auszug) und Sulfat (salzsaurer Auszug).

### **2.10.3 Probenahme**

#### Probenahme für die Bewertung des Grundwassers

Für die Bewertung des Grundwassers wurde am 11.04.2014 aus dem Aufschluss KB B213 und am 27.05.2014 aus dem Aufschluss KB B231 je eine Schöpfprobe von etwa 10 Litern aus den verrohrten Bohrungen entnommen. Nachdem sich nach ca. 1 Stunde die Feinanteile abgesetzt hatten, wurde das klare Wasser in hierfür vorbereitete Probenbehälter abgefüllt. Die Probenbehälter wurden in einer Polystyrolkiste verpackt und noch am gleichen Tag dem Prüfinstitut mit Kurier zugesandt.

#### Probenahme für die Bewertung des Bodens

Für die Bewertung des Bodens wurde aus den geogen anstehenden Weißeritzschottern des Tiefenbereiches zwischen ca. 1,50 m und 9,10 m eine etwa 1 Liter umfassende Bodenmischprobe BP9 MP gebildet und dem Prüfinstitut mit Kurier zugesandt.

### **2.10.4 Untersuchungsergebnisse und Bewertung der Betonaggressivität**

Die Laborprotokolle für die Untersuchungen von Wasser und Boden auf Betonaggressivität sind dem Bericht als **Anlage 10.1**, **Anlage 10.2** und **Anlage 10.5** beigelegt.

#### Grundwasser

Die Beurteilung erfolgte anhand der Grenzwerte für die Expositionsklassen bei chemischem Angriff durch Grundwasser gemäß DIN 4030, Teil 1, Tabelle 4. Die nachfolgende Tabelle 9 enthält die Prüfergebnisse sowie die Grenzwerte für die Expositionsklassen.

**Tabelle 9** Beurteilung der Betonaggressivität des Grundwassers.

Bestandteil	Analyseergebnis		Grenzwerte zur Beurteilung nach DIN 4030, Teil 1		
	WP1 (KB B213)	WP1 (KB B231)	XA1 schwach angreifend	XA2 mäßig angreifend	XA3 stark angreifend
Aussehen	klar	klar	-	-	-
Geruch der unveränderten Probe	geruchlos	geruchlos	-	-	-
<b>pH-Wert</b>	7,6	8,2	6,5 bis 5,5	5,5 bis 4,5	4,5 bis 4,0
KMnO <sub>4</sub> -Verbrauch <sup>1)</sup>	7,2 mg/l	17,0 mg/l	-	-	-
Gesamthärte <sup>1)</sup>	220 mg/l	245 mg/l	-	-	-
Hydrogen-carbonathärte <sup>1)</sup>	116,37 mg/l	79,07 mg/l	-	-	-
<b>Magnesium (Mg<sup>2+</sup>)</b>	19,4 mg/l	20,0 mg/l	300 bis 1.000 mg/l	1.000 bis 3.000 mg/l	3.000 mg/l bis zur Sättigung
<b>Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)</b>	0,12 mg/l	1,1 mg/l	15 bis 30 mg/l	30 bis 60 mg/l	60 bis 100 mg/l
<b>Sulfat (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)</b>	183 mg/l	<b>261 mg/l</b>	200 bis 600 mg/l	600 bis 3.000 mg/l	3.000 bis 6.000 mg/l
Chlorid (Cl) <sup>1)</sup>	77 mg/l	118 mg/l	-	-	-
Sulfid (S <sup>2-</sup> ) <sup>1)</sup>	< 0,03	< 0,03	-	-	-
<b>CO<sub>2</sub> (angreifend)</b>	< 3 mg/l	< 3 mg/l	15 bis 40 mg/l	40 bis 100 mg/l	100 mg/l bis zur Sättigung

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

Alle Analysenwerte der Wasserprobe WP1 (KB B213) liegen unterhalb der Grenzwerte für die Expositionsklasse XA1. Die Ergebnisse der Parameter ohne vorgegebene Grenzwerte können hinsichtlich der Betonaggressivität als unbedenklich eingestuft werden.

Aufgrund der Analyseergebnisse ist das Grundwasser der WP 1 (KB B213) als nicht betonangreifend zu bewerten.

Bei den Analysenwerten der Wasserprobe WP1 (KB B231) 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.

Weil die Wasserprobe WP1 aus dem Aufschluss (KB B231) aufgrund ihres Sulfatgehaltes als schwach angreifend eingeschätzt wurde und weil zugleich der Sulfatgehalt der Wasserprobe WP1 (KB B213) nur geringfügig unter dem unteren Grenzwert der Expositionsklasse XA1 liegt, sollte das Grundwasser einheitlich in die Expositionsklasse **XA1 schwach angreifend** eingestuft werden.



## Boden

Die Beurteilung erfolgte anhand der Grenzwerte für die Expositionsklassen bei chemischem Angriff durch natürliche Böden gemäß DIN 4030, Teil 1, Tabelle 4. Die nachfolgende Tabelle 10 enthält die Prüfergebnisse sowie die Grenzwerte für die Expositionsklassen.

*Tabelle 10 Beurteilung der Betonaggressivität des Bodens.*

Bestandteil	Prüfergebnis	Grenzwerte zur Beurteilung nach DIN 4030, Teil 1		
		XA1 schwach angreifend	XA2 mäßig angreifend	XA3 stark angreifend
Sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ )	150 mg/kg	2.000 bis 3.000 mg/kg	3.000 bis 12.000 mg/kg	12.000 bis 14.000 mg/kg
Säuregrad nach Baumann-Gully	9 ml/kg	> 200 ml/kg	in der Praxis nicht vorkommend	
Sulfid ( $\text{S}^{2-}$ )	2 mg/kg	- <sup>1)</sup>	-	-
Chlorid ( $\text{Cl}^-$ )	< 100 mg/kg	-	-	-

- 1) Bei Sulfidgehalten > 100 mg  $\text{S}^{2-}$ /kg Boden ist eine gesonderte Beurteilung durch einen Fachmann erforderlich.

Gemäß den aktuell gültigen Normen EN 206-1 und DIN 1045-2 bedeuten die Expositionsklassen

- XA1 „chemisch schwach angreifend“,
- XA2 „chemisch mäßig angreifend“ und
- XA3 „chemisch stark angreifend“.

Der Boden gilt somit als **nicht betonangreifend**.

### 2.10.5 Untersuchungsergebnisse und Bewertung der Stahlkorrosivität

Die Laborprotokolle der Untersuchungen auf Stahlkorrosivität sind dem Bericht als **Anlage 10.1**, **Anlage 10.2** und **Anlage 10.5** beigelegt.

## Grundwasser

Die Beurteilung erfolgte anhand der Messwerte für die Bewertungszahlen gemäß DIN 50929, Teil 3, Tabelle 6. Die nachfolgende Tabelle 11 enthält die Prüfergebnisse sowie die aus den Messwerten abgeleiteten Bewertungszahlen.

Bei der Beurteilung der Korrosionswahrscheinlichkeit in Wässern sind für unlegiertes Eisen die Bewertungszahlen  $N_1$  bis  $N_7$  zu ermitteln.

Die Bewertungszahlen  $N_3$  bis  $N_6$  werden laborativ bestimmt.  $N_1$ ,  $N_2$  sowie  $N_7$  werden anhand der Kenntnis über die Wasserstände bzw. aus den örtlichen Gegebenheiten gebildet.

Durch Aufsummierung der Bewertungszahlen  $N_1$  bis  $N_7$  werden die Bewertungszahlsummen

Stadtbahn 2020, TA 1.2, Verkehrszug Nossener Brücke - Nürnberger Straße, Bereich B,  
Brückenkonstruktion zwischen Widerlager Ost Zwickauer Straße und Widerlager West Fabrikstraße in Dresden

- $W_0$  für freie Korrosion im Unterwasserbereich und
- $W_1$  für Korrosion an der Wasser-Luft-Grenze berechnet,

aus denen wiederum die Korrosionswahrscheinlichkeit infolge der vorhandenen Wässer bestimmt wird.

In der nachstehenden Tabelle 11 sind die Bewertungszahlen  $N_1$  bis  $N_7$  sowie die Bewertungszahlsummen  $W_0$  und  $W_1$  zusammengestellt.

Tabelle 11 Bewertungszahlen und Bewertungszahlsummen für das Bodenwasser.

Nr.	Merkmal	Analyseergebnis		Bewertungszahl für unlegiertes Eisen		
				allgemeine Zuordnung	Zuordnung gemäß Messwert	
		WP1 (KB B213)	WP1 (KB B231)		WP1 (KB B213)	WP1 (KB B231)
1	Wasserart			N <sub>1</sub>		
	Fließende Gewässer	-	-	0	0	0
	Stehende Gewässer			-1		
	Küste von Binnenseen			-3		
	anaerob. Moor, Meeresküste			-5		
2	Lage des Objektes			N <sub>2</sub>		
	Unterwasserbereich	-	-	0	0 und 1	0 und 1
	Wasser-Luft-Bereich			1		
	Spritzwasserbereich			0,3		
3	c (Cl <sup>-</sup> ) + 2 c (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )			N <sub>3</sub>		
	≤ 1	5,98 mol/m <sup>3</sup>	8,76 mol/m <sup>3</sup>	0	-4	-4
	> 1 bis 5			-2		
	> 5 bis 25			-4		
	> 25 bis 100			-6		
	> 100 bis 300			-7		
	> 300			-8		
4	Säurekapazität bis pH 4,3 (Alkalität K <sub>S4,3</sub> )			N <sub>4</sub>		
	≤ 1	4,15 mol/m <sup>3</sup>	2,82 mol/m <sup>3</sup>	1	+4	+3
	> 1 bis 2			2		
	> 2 bis 4			3		
	> 4 bis 6			4		
	> 6			5		
5	c (Ca <sup>2+</sup> )			N <sub>5</sub>		
	≤ 0,5	3,12 mol/m <sup>3</sup>	3,54 mol/m <sup>3</sup>	-1	+1	+1
	> 0,5 bis 2			0		
	> 2 bis 8			1		
	> 8			2		
6	pH-Wert			N <sub>6</sub>		
	≤ 5,5	7,6	8,2	-3	+1	+1
	> 5,5 bis 6,5			-2		
	> 6,5 bis 7,0			-1		
	> 7,0 bis 7,5			0		
	> 7,5			+1		
7	Objekt/Wasser-Potential U <sub>H</sub>			N <sub>7</sub>		
	> -0,2 bis -0,1	-	-	2	-	-
	> -0,1 bis 0,0			-5		
	> 0,0			-8		
W <sub>0</sub> = N <sub>1</sub> + N <sub>3</sub> + N <sub>4</sub> + N <sub>5</sub> + N <sub>6</sub> + N <sub>3</sub> /N <sub>4</sub>					+1,0	-0,33
W <sub>1</sub> = W <sub>0</sub> - N <sub>1</sub> + N <sub>2</sub> · N <sub>3</sub>					- 3,0	-3,33

Die nachfolgende Tabelle 12 gibt die von DIN 50 929, Teil 3 zur Abschätzung der freien Korrosion im Unterwasserbereich auf Grundlage von  $W_0$  und der Korrosion an der Wasser-Luft-Grenze auf Grundlage von  $W_1$  wieder.

*Tabelle 12 Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeit von unlegierten und niedriglegierten Stählen in Wässern gemäß Tabelle 7 von DIN 50 929, Teil 3.*

$W_0$ - bzw. $W_1$ -Wert	Wahrscheinlichkeit von	
	Mulden- und Lochkorrosion	Flächenkorrosion
$\geq 0$	sehr gering	sehr gering
$< 0$ bis $-4$	gering	sehr gering
$< -4$ bis $-8$	mittel	gering
$< -8$	hoch	mittel

Der Auflistung von Tabelle 12 zufolge ist die Korrosionswahrscheinlichkeit im Unterwasserbereich ( $W_0 = 1,0$  bzw.  $-0,33$ ) hinsichtlich Mulden- und Lochkorrosion als sehr gering bzw. gering und hinsichtlich Flächenkorrosion als sehr gering zu beurteilen.

An der Wasser-Luft-Grenze ( $W_1 = -3,0$  bzw.  $-3,33$ ) ist die Wahrscheinlichkeit von Mulden- und Lochkorrosion gering und von Flächenkorrosion sehr gering.

Aufgrund der Ergebnisse sollte das Grundwasser einheitlich hinsichtlich **Mulden- und Lochkorrosion** als **gering** und hinsichtlich **Flächenkorrosion** als **sehr gering** bewertet werden.

Die mittlere Korrosionsgeschwindigkeit lässt sich nach den Vorgaben von Tabelle 13 abschätzen.

*Tabelle 13 Richtwerte zur Abschätzung der mittleren Korrosionsgeschwindigkeit von unlegierten und niedriglegierten Stählen in Wässern gemäß Tabelle 8 von DIN 50 929, Teil 3.*

Bewertungszahlsumme $W_0$ - bzw. $W_1$ -Wert	Abtragungsrate $w$ (100 Jahre)	maximale Eindringrate $W_{L, \max}$ (30 Jahre)	Anmerkungen
$\geq 0$	0,01 mm/Jahr	0,05 mm/Jahr	Im Wasser-Luft-Wechselbereich überwiegt örtliche Korrosion. Die $W_{L, \max}$ -Werte nehmen mit der Zeitdauer ab.
$< 0$ bis $-4$	0,02 mm/Jahr	0,10 mm/Jahr	
$< -4$ bis $-8$	0,05 mm/Jahr	0,20 mm/Jahr	
$< -8$	0,10 mm/Jahr	0,50 mm/Jahr	

Die **mittlere Korrosionsgeschwindigkeit** liegt somit im Unterwasserbereich ( $W_0 = 1,0$  bzw.  $-0,33$ ) bei etwa 0,01 mm bzw. 0,02 mm je Jahr und an der Wasser-Luft-Grenze ( $W_1 = -3,0$  bzw.  $-3,33$ ) bei etwa **0,02 mm je Jahr**.

## Boden

Die Beurteilung erfolgte anhand der Messwerte für die Bewertungszahlen gemäß DIN 50929, Teil 3, Tabelle 1.

Bei der Beurteilung der Korrosionswahrscheinlichkeit durch Böden sind die Bewertungszahlen  $Z_1$  bis  $Z_{12}$  zu ermitteln. Dabei werden die Bewertungszahlen  $Z_3$  bis  $Z_8$  laborativ bestimmt.  $Z_1$  und  $Z_2$  sowie  $Z_9$  bis  $Z_{12}$  werden hingegen aus der Kenntnis über die Bodenarten bzw. aus den örtlichen Gegebenheiten gebildet. Durch Aufsummierung der Bewertungszahlen  $Z_1$  bis  $Z_9$  wird die Bewertungszahlsumme  $B_0$  und durch Aufsummierung von  $B_0$  und den Bewertungszahlen  $Z_{10}$  bis  $Z_{12}$  wird die Bewertungszahlsumme  $B_1$  berechnet, aus denen wiederum die Korrosionswahrscheinlichkeit infolge der anstehenden Böden bestimmt wird.

Die nachfolgende Tabelle 14 enthält die Prüfergebnisse, die aus den Messwerten abgeleiteten Bewertungszahlen  $Z_1$  bis  $Z_{12}$  sowie die aus diesen aufsummierten Bewertungszahlsummen  $B_0$  und  $B_1$ .

**Tabelle 14** Angaben zur Beurteilung von Böden.

Nr.	Merkmal	Messwert	Einheit	Bewertungszahl für unlegiertes Eisen	
				allgemeine Zuordnung	Zuordnung gem. Messwert
1	Bodenart			Z <sub>1</sub>	
	a.) Bindigkeit (Menge an abschlämmbaren Anteilen)	10	M.-%		+2
	≤ 10			+4	
	> 10 bis 30			+2	
	> 30 bis 50			0	
	> 50 bis 80			-2	
	> 80			-4	
	b.) Menge an organischen Anteilen ≥ 5 Masse-%	-	M.-%	-12	
c.) stark verunreinigte Böden	-	M.-%	-12		
2	spezifischer Bodenwiderstand			Z <sub>2</sub>	
	> 50.000	- 1)	Ω cm	+4	+4
	> 20.000 bis 50.000			+2	
	> 5.000 bis 20.000			0	
	> 2.000 bis 5.000			-2	
	> 1.000 bis 2.000			-4	
	≤ 1.000			-6	
3	Wassergehalt			Z <sub>3</sub>	
	≤ 20	8,45 %	M.-%	0	0
	> 20			-1	
4	pH-Wert			Z <sub>4</sub>	
	> 9	8,26	-	+2	0
	> 5,5 bis 9			0	
	> 4 bis 5,5			-1	
	≤ 4			-3	
5	Pufferkapazität			Z <sub>5</sub>	
	a.) Säurekapazität. b. pH 4,3	28	mmol/kg		0
	≤ 200			0	
	> 200 bis 1.000			+1	
	> 1.000			+3	



Stadtbahn 2020, TA 1.2, Verkehrszug Nossener Brücke - Nürnberger Straße, Bereich B,  
Brückenkonstruktion zwischen Widerlager Ost Zwickauer Straße und Widerlager West Fabrikstraße in Dresden

Nr.	Merkmal	Messwert	Einheit	Bewertungszahl für unlegiertes Eisen	
				allgemeine Zuordnung	Zuordnung gem. Messwert
	b.) Basekapazität bis pH 7,0	< 1,0	mmol/kg		0
	≤ 2,5			0	
	> 2,5 bis 5			-2	
	> 5 bis 10			-4	
	>10 bis 20			-6	
	> 20 bis 30			-8	
	> 30			-10	
6	Sulfid (S <sup>2-</sup> )			Z <sub>6</sub>	
	≤ 5	2	mg/kg	0	0
	> 5 bis 10			-3	
	> 10			-6	
7	c (Cl-) + 2c (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )			Z <sub>7</sub>	
	≤ 3	1,04	mmol/kg	0	0
	> 3 bis 10			-1	
	> 10 bis 30			-2	
	> 30 bis 100			-3	
	> 100			-4	
8	Sulfat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )			Z <sub>8</sub>	
	≤ 2	1,56	mmol/kg	0	0
	> 2 bis 5			-1	
	> 5 bis 10			-2	
	> 10			-3	
9	Lage des Objektes zum GW			Z <sub>9</sub>	
	Grundwasser nicht vorhand.		-	0	-2
	Grundwasser vorhanden			-1	
	Grundwasser wechselt	x		-2	
10	Bodenhomogenität horizont.			Z <sub>10</sub>	
	Bodenwiderstandsprofil mit Änderung von Z <sub>2</sub> in benachbarten Bodenbereichen		-		0
	ΔZ <sub>2</sub>   < 2	x		0	
	2 ≤  ΔZ <sub>2</sub>   ≤ 3			-2	
	ΔZ <sub>2</sub>   > 3			-4	
11	Bodenhomogenität, vertikal			Z <sub>11</sub>	
	a.) Boden in unmittelbarer Umgebung		-		-1
	homogene Einbettung			0	
	inhomogene Einbettung			-6	
	b.) Schichtung unterschiedlicher Böden mit verschiedenen Z <sub>3</sub> -Werten				
	2 ≤  ΔZ <sub>2</sub>   ≤ 3	x		-1	
	ΔZ <sub>2</sub>   > 3			-2	
12	Objekt-Boden-Potential			Z <sub>12</sub>	
	- 0,5 bis -0,4	- 2)	-	-3	-3
	> -0,4 bis -0,3			-8	
	> -0,3			-10	
B <sub>0</sub> = Z <sub>1</sub> + Z <sub>2</sub> + Z <sub>3</sub> + Z <sub>4</sub> + Z <sub>5</sub> + Z <sub>6</sub> + Z <sub>7</sub> + Z <sub>8</sub> + Z <sub>9</sub>					+4
B <sub>1</sub> = B <sub>0</sub> + Z <sub>10</sub> + Z <sub>11</sub> + Z <sub>12</sub>					0

- Der spezifische Bodenwiderstand wurde nicht bestimmt. Aus Erfahrungswerten wurde ein für Kiese typischer mittlerer spezifischer Erdwiderstand von 100.000  $\Omega$  cm gewählt.
- Das Objekt-Boden-Potential wurde mit -0,5 V bis -0,4 V angenommen.

Stadtbahn 2020, TA 1.2, Verkehrszug Nossener Brücke - Nürnberger Straße, Bereich B,  
Brückenkonstruktion zwischen Widerlager Ost Zwickauer Straße und Widerlager West Fabrikstraße in Dresden

Auf Grundlage von  $B_0$  werden die Bodenaggressivität und die Korrosionswahrscheinlichkeit infolge der Böden gemäß der nachstehenden Tabelle 15 abgeschätzt.

Tabelle 15 Bodenaggressivität sowie Korrosionswahrscheinlichkeit infolge der Böden.

$B_0$ - bzw. $B_1$ -Wert	Bodenklasse	Bodenaggressivität aufgrund des $B_0$ -Wertes	Korrosionswahrscheinlichkeit aufgrund des $B_1$ -Wertes	
			Mulden- und Lochkorrosion	Flächenkorrosion
$\geq 0$	Ia	praktisch nicht aggressiv	sehr gering	sehr gering
-1 bis -4	Ib	schwach aggressiv	gering	sehr gering
-5 bis -10	II	aggressiv	mittel	gering
$< -10$	III	stark aggressiv	hoch	mittel

Der Boden ist mit  $B_0 = +4$  der Bodenklasse Ia zuzuordnen und somit gegen Stahl **praktisch nicht aggressiv**.

Aufgrund des  $B_1 = 0$  ergibt sich durch den Boden eine sehr geringe Korrosionswahrscheinlichkeit hinsichtlich Mulden- und Lochkorrosion sowie ebenfalls eine **sehr geringe Korrosionswahrscheinlichkeit** hinsichtlich Flächenkorrosion.

### 3 Bewertung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse

In der nachfolgenden Tabelle 16 sind für die wichtigsten Bodenschichten die maßgebenden Bodenkenngößen zusammengestellt. Die oberflächennahen Auffüllungen (Schicht 1b) wurden aufgrund ihrer geringen Mächtigkeiten und wegen ihres unter den Gründungen und Dammneuschüttungen zu erwartenden vollständigen Rückbaus nicht bewertet.

Die Bodenkenngößen des Auelehmes (Schicht 2), der Weißeritzschotter (Schichten 3a und 3c) und des oberen Plänerzersatzes (Schicht 4a) wurden auf der Grundlage von Laboruntersuchungen bestimmt bzw. abgeschätzt. Die Bodenkenngößen der Auffüllungen aus Dammbaumaterialien (Schicht 1a) und des unteren Plänerzersatzes (Schicht 4b) wurden hingegen lediglich anhand der Feldansprache abgeschätzt.

Stadtbahn 2020, TA 1.2, Verkehrszug Nossener Brücke - Nürnberger Straße, Bereich B,  
Brückenkonstruktion zwischen Widerlager Ost Zwickauer Straße und Widerlager West Fabrikstraße in Dresden

Tabelle 16 Maßgebende bodenmechanische Kenngrößen.

Bezeichnung	Schicht 1a	Schicht 2	Schicht 3a	Schicht 3c	Schicht 4a	Schicht 4b
	Auffüllung aus Dammbaumaterial, (Kies, Sand, Beton, Ziegel, Schlacke)	Schluffe (Auelehm)	Kiese, steinig mit Blöcken und Sand- und Schlufflagen (Weißeritzschotter)	Sande, kiesig, steinig (sandiger Weißeritzschotter)	Oberer Plänerzersatz (steif bis halbfest)	Unterer Plänerzersatz (fest)
Bodenart nach DIN 4022	A, G, S, u' - u, x'	U, t', s, g'	G, X, s, u'	S, u*, g, t'	U, t, s'-s	U, t, s'-s
Bodengruppe nach DIN 18196	GU, SU <sup>2)</sup>	TM	GU, GI, GW	SU*	TM	TM <sup>2)</sup>
Bodenklasse nach DIN 18300	Klasse 3	Klasse 4	Klasse 3 und Klasse 6	Klassen 3 - 4	Klasse 4	Klassen 4 - 5
Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB	F1 - F2 (nicht bis mittel frostempfindlich)	F3 (sehr frostempfindlich)	F1 - F2 (nicht bis mittel frostempfindlich)	F2 - F3 (mittel bis sehr frostempfindlich)	F3 (sehr frostempfindlich)	F3 (sehr frostempfindlich)
Bodenklassen für Bohrarbeiten nach DIN 18301	BN 1 - BS 1 - BS 2	BN 2 BB 2 - BB 3 -	BN 1 - BS 2 - BS 4	BN 1 - BN 2 - -	BN 2 BB 2 - BB 3 -	BN 2 BB 4 -
Lagerung bzw. Konsistenz	locker bis dicht (mitteldicht)	steif bis halbfest (steif)	mitteldicht bis sehr dicht (dicht)	mitteldicht	steif bis halbfest (halbfest)	fest
Wichte (erdfeucht) <sup>1)</sup> $\gamma$	18,0 kN/m <sup>3</sup>	19,5 kN/m <sup>3</sup>	21,0 kN/m <sup>3</sup>	19,0 kN/m <sup>3</sup>	20,5 kN/m <sup>3</sup>	21,0 kN/m <sup>3</sup>
Wichte (unter Auftrieb) <sup>1)</sup> $\gamma'$	10,5 kN/m <sup>3</sup>	9,5 kN/m <sup>3</sup>	12,5 kN/m <sup>3</sup>	11,0 kN/m <sup>3</sup>	10,5 kN/m <sup>3</sup>	11,0 kN/m <sup>3</sup>
Reibungswinkel <sup>1)</sup> $\varphi'$	32,5°	17,5°	40,0°	32,5°	17,5°	17,5°
Kohäsion <sup>1)</sup> $c'$	0 kN/m <sup>2</sup>	10 kN/m <sup>2</sup>	0 kN/m <sup>2</sup>	2,5 kN/m <sup>2</sup>	15 kN/m <sup>2</sup>	20 kN/m <sup>2</sup>
Steifemodul $E_s$	60 MN/m <sup>2</sup>	4 MN/m <sup>2</sup>	300 MN/m <sup>2</sup>	20 MN/m <sup>2</sup>	8 MN/m <sup>2</sup>	50 MN/m <sup>2</sup>
horizontale Wasserdurchlässigkeit $k_f$	$1 \cdot 10^{-4}$ m/s	$1 \cdot 10^{-8}$ m/s	$5 \cdot 10^{-4}$ m/s	$5 \cdot 10^{-7}$ m/s	$1 \cdot 10^{-7}$ m/s	$1 \cdot 10^{-7}$ m/s
Horizontaler und vertikaler Quelldruck	0 kN/m <sup>2</sup>	0 kN/m <sup>2</sup>	0 kN/m <sup>2</sup>	0 kN/m <sup>2</sup>	Überdeckungshöhe · 21 kN/m <sup>3</sup> , jedoch maximal 200 kN/m <sup>2</sup> <sup>4)</sup>	

- Die Wichten und Scherparameter wurden auf Basis der DIN 1055-2:2010-11 abgeschätzt. Laut [U13] wurden an den Schichten 4a und 4b ähnlichen Plänerzersätzen wirksame Reibungswinkel  $\varphi'$  und wirksame Kohäsionen  $c'$  von 21,09° und 8,68 kN/m<sup>2</sup>, von 24,79° und 8,00 kN/m<sup>2</sup> sowie von 28,07° und 9,00 kN/m<sup>2</sup> ermittelt.
- Die Bodengruppen wurden nicht mittels Laborversuch bestimmt, sondern nur anhand von Erfahrungen abgeschätzt.
- Aufgrund der fehlenden plastischen Eigenschaften der gemischtkörnigen Böden der Bodengruppe SU\* wurden diese in Anlehnung an die DIN 1054 den nichtbindigen Böden zugeordnet.

- 4) Diese Vorgabe zum Quelldruck beruht auf der Auswertung von [U13] und Anlage 13 und auf dem Quellpotential, welches den Böden innewohnen kann. Das Quellpotential kann nicht größer als die gegenwärtige Auflast sein, wobei die Auflast vereinfachend als Mittelwert der Überdeckung modelliert wurde. Unter Berücksichtigung der Genese dürfte das Quellpotential eher niedriger sein, weil der Weißeritzschotter und die Auelehme erst in geologisch jüngerer Zeit auf dem zuvor frei liegenden Plänerzersatz abgelagert wurden.
- Die Vorgaben zum Quelldruck sind deshalb als auf der sicheren Seite liegend und als vorläufig zu betrachten. Sie sollten durch weitere Untersuchungen konkretisiert werden.

Tabelle 17 Maßgebende felsmechanische Kenngrößen.

Bezeichnung	Schicht 5
	Mergelgestein (Pläner)
Bodenklasse nach DIN 18300	Klassen 6 - 7
Bodenklassen für Bohrarbeiten nach DIN 18301	FV1 bis FV2 / FV3 FD1 / FD2 / FD3
Wichte (feuchtes Gebirge) $\gamma'$	23,0 - 25,0 kN/m <sup>3</sup> (Mittelwert 24,0 kN/m <sup>3</sup> )
Reibungswinkel <sup>1)</sup> $\varphi'$	25° - 35° (Mittelwert 30°)
Kohäsion <sup>1)</sup> $c'$	25 - 30 kN/m <sup>2</sup> (Mittelwert 30 kN/m <sup>2</sup> )
Einaxiale Druckfestigkeit $\sigma$	10 - 150 MN/m <sup>2</sup> (Mittelwert 65,0 MN/m <sup>2</sup> )
Steifemodul $E_s$	50 - $\geq$ 300 MN/m <sup>2</sup> (Mittelwert 75,0 MN/m <sup>2</sup> )
Horizontale Wasserdurchlässigkeit $k_f$ <sup>2)</sup>	$\leq 1 \cdot 10^{-8}$ m/s
Horizontaler und vertikaler Quelldruck	Überdeckungshöhe $\cdot$ 21 kN/m <sup>3</sup> , jedoch maximal 400 kN/m <sup>2</sup> (siehe <sup>4)</sup> von Tabelle 16)

- 1) Die Werte gelten für Scherbeanspruchungen entlang der maximal etwa 15° geneigten Haupt-Trennflächen. Bei steiler einfallenden Scherflächen kann eine Kohäsion von 50 kN/m<sup>2</sup> angesetzt werden.
- 2) Die Wasserdurchlässigkeit wurde aufgrund des Verwitterungszustandes abgeschätzt. Die tatsächliche Wasserdurchlässigkeit ist von der Klüftigkeit anhängig und kann deshalb lokal begrenzt deutlich höher sein.

## 4 Empfehlungen und Hinweise

### 4.1 Hinweise für die Gründung der Brücke

#### Variante mit Flachgründungen

Die Ansatzhöhen der auf dem Talboden niedergebrachten Aufschlüsse KB B202 bis KB B231 (Achse 20 bis Achse 120) schwanken zwischen 121,71 m NHN und 120,23 m NHN. Der Talboden ist folglich vergleichsweise horizontal eben und weist eine mittlere Höhe von etwa 120,9 m NHN auf.

Die vorhandenen Brücken sind sämtlich flach gegründet und zeigen keine auf ein Tragfähigkeitsversagen des Untergrundes hindeutenden Schäden.



Angesichts des sehr hoch tragfähigen Weißeritzschotter, seiner großen Schichtdicke von überwiegend mehr als 8 m, seiner schlechten Bohrbarkeit und der deutlich schlechteren Tragfähigkeitseigenschaften des unterlagernden Plänerersatzes und Pläners wird nachdrücklich eine Gründung im Weißeritzschotter empfohlen.

**GEPRO empfiehlt, die Gründungen des Ersatzneubaues der Brücke vorzugsweise mit Flachgründungen herzustellen.**

Die in Ausschnitten übergebenen Bestandsunterlagen der 4 bestehenden Brücken weisen die in der nachstehenden Tabelle 18 wiedergegebenen Gründungssohlen auf. Mangels näherer Informationen zu den in den jeweiligen Plänen verwendeten Höhensystemen müssen die Höhenangaben wie in den GEPRO vorliegenden Planausschnitten vermerkt mit „m“ angegeben werden. Die Einbindetiefen unter die meist als Straßen gestalteten Geländeoberflächen wurden zumeist aus den Plänen ausgemessen.

**Tabelle 18** In den Bestandsunterlagen angezeigte Sohlhöhen und Einbindetiefen der vorhandenen Flachgründungen.

Baukörper		Sohlhöhe	Einbindetiefe unter GOK
Brücke über die Zwickauer Straße	Widerlager Ost	118,40 m	≈ 2,5 m
	Widerlager West	118,40 m	≈ 2,9 m
Brücke über das DB AG-Gelände	Widerlager Ost = Pfeiler I	118,10 m	≈ 2,4 m
	Pfeiler II	118,115 m	≈ 2,1 m
	Pfeiler III	118,28 m	≈ 2,0 m
	Pfeiler IV	118,36 m	≈ 2,0 m
	Widerlager West = Pfeiler V	118,30 m	≈ 2,0 m
Brücke über das DREWAG-Gelände	Widerlager Ost = Pfeiler A	118,30 m	≈ 2,7 m
	Pfeiler B	118,30 m	≈ 2,7 m
	Pfeiler C	118,30 m	≈ 2,7 m
	Pfeiler D	118,30 m	≈ 2,7 m
	Pfeiler E	118,30 m	≈ 2,7 m
	Pfeiler F	118,30 m	≈ 2,7 m
	Widerlager West = Pfeiler G	118,60 m	≈ 2,4 m
Brücke über die Fabrikstraße	Widerlager Ost	118,271 m	≈ 3,0 m
	Widerlager West	118,289 m	≈ 3,0 m

Bei einer erneuten Gründung auf Standorten mit alten Brückengründungen sollte zur Absicherung eines vollständigen Rückbaus alter Baukörper (möglichst einschließlich alter Bodenaustausche und verbliebener Baugrubenverbaue) eine hinreichend tief unter der alten Gründungssohle liegende neue Gründungssohle gewählt werden.

Bei einer Wahl von z. B. 30 cm unter den alten Gründungssohlen ergäben sich für die Mehrzahl der neuen Achsen Gründungssohlen von etwa 118,00 m NHN, was eine Einbindetiefe von etwa 3,0 m unter GOK nach sich zieht.

Sollten in der neuen Gründungssohle alte Baukörper oder Schlufflagen angetroffen werden, sollten diese durch gut verdichtungsfähige Materialien (Böden der Gruppen GI, GW nach DIN 18196 oder Mineralgemisch) oder besser noch Ortbeton ausgetauscht werden.

Wenn die aus Weißeritzschotter bestehende Sohle wegen ihrer Gerölle schlecht planiert werden kann, darf auf die Schaffung eines Planums verzichtet werden. Ein ausgleichendes dünnes Abdecken mit einem Mineralgemisch und ein anschließendes Nachverdichten von Auflockerungen reichen im Weißeritzschotter aus. Für die Fertigung einer hochwertigen Stahl-Ortbeton-Flachgründung wird zu einer 10 cm dicken Sauberkeits- und Montageschicht aus Fließbeton geraten.

Im Umfeld der Zwickauer Straße sind bei den neuen Achsen 170 und 180 die Untergrundverhältnisse deutlich ungünstiger als bei den anderen Achsen, denn hier steht in etwaiger Höhe von 118 m NHN eine etwa 2,0 m dicke, in den Weißeritzschotter eingebettete Zunge aus umgelagerte Plänerzersatz (Schicht 4a) an. Eine weitere, etwa 1,5 m dicke Zunge aus Mittel- bis Grobsanden (Schicht 3c) folgt ab etwa 115,5 m NHN.

Diese Einschaltungen zeigen bei den Rammsondierungen deutliche Einbrüche bei den Schlagzahlen: Bei der DPH B243 ergeben sich im umgelagerten Plänerzersatz Schlagzahlen von etwa 7 und in den Mittel- bis Grobsanden von etwa 15 bis 20 und liegen damit auffällig unter denen des üblichen Weißeritzschotters, wo sich Schlagzahlen von zumeist mehr als 30 einstellen.

Dennoch zeigen auch Schlagzahlen von 7 gute Tragfähigkeiten an, die eine Flachgründung rechtfertigen.

Nur sollte bei den Achsen 170 und 180 die Gründungssohle tiefer um z. B. 0,5 m ausgetauscht, sollte die Austauschsohle unter Berücksichtigung der Wasserempfindlichkeit des Plänerzersatzes sorgsamer nachverdichtet und sollte das Planum der Austauschsohle mit einem dauerhaft das Wasser ableitenden Quergefälle gestaltet werden. Zudem kann hier kein Zuschlag auf den Bemessungswert  $\sigma_{R,d}$  des Sohlwiderstands gestattet werden.

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 19 wiedergegeben.

Tabelle 19 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/m <sup>2</sup> ] 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 und bei einer Breite des Fundamentes von 1,5 m kann somit gemäß Tabelle 19 bei Gründung auf tragfähigen Kiesen ein Bemessungswert des Sohlwiderstands von 590 kN/m<sup>2</sup> zugrunde gelegt werden. Der zutreffende Bemessungswert des Sohlwiderstandes ist auf der Grundlage der tatsächlichen Fundamentabmessungen und Lastresultierenden zu wählen.

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.

Angesichts der außerordentlich hohen Tragfähigkeit und der zugleich sehr hohen Scherfestigkeit des dicht gepackten Weißeritzschotter kann

- bei einer Flachgründung auf einer verbleibenden Restdicke des Weißeritzschotter (Schicht 3a) von wenigstens 2,5 m und
- bei zugleich einer Einbindetiefe von wenigstens 3,0 m unter die im normalen Nutzungszustand dauerhaft vorhandene Geländeoberfläche

gestattet werden, dass der sich aus Tabelle 19 ergebende Bemessungswert  $\sigma_{R,d}$  des Sohlwiderstands mit dem **Faktor 1,75** erhöht wird.

Für das im obigen Beispiel erwähnte 2,0 m tief einbindende und 1,5 m breite Fundament wird folglich ein höherer Bemessungswert  $\sigma_{R,d} = 590 \text{ kN/m}^2 \times 1,75 = 1.032,5 \text{ kN/m}^2$  bestätigt.

Anmerkung: Mit der Forderung nach wenigstens 3,0 m Einbindetiefe wird berücksichtigt, dass bei späteren Umbauten von z. B. den benachbarten Gleisanlagen oder von deren Entwässerungsanlagen mit flächenhaften zeitweiligen Abträgen von üblicherweise bis zu 1,0 m Tiefe eine bauzeitliche Resteinbindung von mindestens 2,0 m vorhanden bleibt.

Weil die Größe des Sohlwiderstandes weniger von der Tragfähigkeit bzw. von der Lasteinsenkung als von dem Grundbruchwiderstand begrenzt wird, wird bei Ausnutzung des Bemessungswertes  $\sigma_{R,d}$  von mehr als 60 % empfohlen, einen Nachweis der Grundbruchsicherheit zu führen.

Stadtbahn 2020, TA 1.2, Verkehrszug Nossener Brücke - Nürnberger Straße, Bereich B,  
Brückenkonstruktion zwischen Widerlager Ost Zwickauer Straße und Widerlager West Fabrikstraße in Dresden

Für die auf den Zwischenschichten aus umgelagertem Plänerzersatz und/oder Mittel- bis Grobsanden zu gründenden **Achsen 170 und 180** kann eine solche Erhöhung Bemessungswertes  $\sigma_{R,d}$  **nicht** gestattet werden. Hier sind die in Tabelle 19 benannten Bemessungswerte unverändert zu verwenden.

Die Aushub- bzw. Austauschsohlen sollte von einem geotechnischen Sachverständigen abgenommen werden.

Unter Berücksichtigung des Bauwasserstandes von 116,47 m NHN für den Teilabschnitt 1 mit den Achsen 10 bis 120 liegt die bei ca. 118,0 m NHN empfohlene Gründungssohle deutlich oberhalb des Grundwasserspiegels. Somit ist hier keine Wasserhaltung erforderlich.

Für den Teilabschnitt 2 mit den Achsen 130 bis 180 wurde der höhere Bauwasserstand von 117,24 m NHN angegeben. Dieser liegt noch unter der auch hier empfohlenen Gründungssohle von ca. 118,0 m NHN. Bei hier nicht auszuschließenden tieferen Bodenaustauschen kann die Austauschsohle aber die Nähe des Bauwasserstandes erreichen. Eine offene, bedarfsweise zu installierende Wasserhaltung aus z. B. einem Pumpensumpf kann deshalb erforderlich werden.

Für die Bemessung von Wasserhaltungen im Weißeritzschotter (Schichten 3a, 3b und 3c) wird die Annahme einer mittleren Wasserdurchlässigkeit  $k_f = 5,0 \cdot 10^{-4}$  m/s empfohlen.

Sollten in Höhe der Aushubsohlen wider Erwarten in den Weißeritzschotter eingeschaltete Fremdschichten aus Tonen, Schluffen oder Feinsanden angetroffen werden, sind diese auszutauschen.

### Variante mit Tiefgründungen

Bei beengten Verhältnissen kann eine Tiefgründung aus Bohrpfählen eine zur Flachgründung sinnvolle Alternative darstellen. Auch bei Tiefgründungen sollte ein Absetzen in den Plänerzersatz und/oder in den Pläner vermieden werden, weil diese empfindlich auf die mit Lastwechseln verbundenen Druckänderungen reagieren und dabei insbesondere bei Unterdrücken zur Wasseraufnahme neigen.

Die maßgebenden Kenngrößen Pfahlmantelreibung und Pfahlspitzenwiderstand für derart im Weißeritzschotter abgesetzte Tiefgründungen sind der Tabelle 20 zu entnehmen.

Die in Tabelle 20 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 des Weißeritzschotter unterhalb der Pfahlfußfläche sollte zur Absicherung einer guten Lastverteilung nicht weniger als drei Pfahlfußdurchmesser, wegen der möglicherweise vorhandenen großformatigen Blöcke jedoch mindestens 2,0 m betragen.



**Tabelle 20** 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		Weißeritzschotter (Schicht 3a)	
Bodenart nach DIN 4022		G, S, u'	G, S, u'
Bodengruppe nach DIN 18196		GI / GW / GU	GI / GW / GU
Lagerung / Konsistenz		<b>mitteldicht</b>	<b>dicht</b>
Pfählsitzenwiderstand $q_{b,k}$ bei einer bezogenen Pfahlkopfsetzung $s/D_s$ 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>

Bei einer Tiefgründung der Achsen 10 bis 70 wird das Absetzen der Bohrpfähle in einem Horizont zwischen 116 m NHN und 112 m NHN empfohlen. Für die Achsen 80 bis 120 sollte nicht tiefer als 114 m NHN gebohrt werden. Bei den Achsen 130 und 140 wird zu einer Bohrpfahlsohle bei 116 m NHN geraten.

Bei den Achsen 150 bis 180 wird wegen des hoch stehenden Plänerzersatzes von Tiefgründungen abgeraten. Sollten diese hier dennoch erwünscht sein, kann hierfür eine gesonderte Bewertung nachgereicht werden.

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).

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

#### 4.2 Hinweise bei einem Belassen des Straßendamms zwischen dem DB AG-Gelände und der Zwickauer Straße

Laut [U36] war ursprünglich vorgesehen, dass der bestehende Straßendamm zwischen dem DB AG-Gelände und der Straßenbücke über die Zwickauer Straße vollständig zurückgebaut und durch die Brückenpfeiler der Achsen 130 bis 160 ersetzt wird.

In einer E-Mail [U47] vom 06.10.2014 hatte die DVB AG GEPRO einen Plan übergeben, in welchem die Variante eines Belassens des Straßendamms zwischen dem DB AG-Gelände und der Zwickauer Straße beschrieben ist. Weil die alte Dammkrone um bis zu 12 m verbrei-

Stadtbahn 2020, TA 1.2, Verkehrszug Nossener Brücke - Nürnberger Straße, Bereich B,  
Brückenkonstruktion zwischen Widerlager Ost Zwickauer Straße und Widerlager West Fabrikstraße in Dresden

tert werden muss, werden bei der beabsichtigten Beibehaltung der bestehenden Grundstücksgrenzen Versteilungen der Dammböschungen notwendig. Hierfür soll die Nordseite des Dammes mit einem auf Pfählen gegründeten Ortbeton-Stützbauwerk von bis zu 9,5 m freier Wandhöhe gesichert werden. Auf der Südseite ist am Dammfuß die Errichtung einer etwa 3,0 m hohen Gabionen-Stützwand und das Herstellen eine Anschlussböschung mit einer Neigung von 1:1,5 vorgesehen.

Die DVB AG hatte gebeten, auch diese Variante einer Dammerhaltung aus geotechnischer Sicht zu bewerten.

Für die Bewertung der Gründung der Brückenpfeiler in den Achsen 130 bis 160 wurden in dem Dammschnitt jeweils die 4 Kernbohrungen KB B233, KB B234, KB B237 und KB B238 sowie die 4 Kleinrammbohrungen KRB B232, KRB B235, KRB B236 und KRB B239 hergestellt. Zur Bewertung der Lagerungsdichte wurden an jedem der 8 direkten Aufschlüsse eine schwere Rammsondierung (DPH B232 bis DPH B239) niedergebracht. Diese insgesamt 16 Aufschlüsse können nun auch zur Bewertung des Altdammes herangezogen werden.

Allerdings sind alle diese Aufschlüsse außerhalb der Straßenfahrbahnen an den Flanken des Altdammes angesetzt worden, so dass der Dammkern nicht untersucht wurde.

Der bestehende Dammkörper ist ca. 8,0 m hoch. Die Mächtigkeit seiner sich aus Bodenaustauschen und Dammschüttung zusammensetzenden Auffüllungen beträgt zwischen ca. 8,5 m und 12,0 m. Die Auffüllungen bestehen aus Kiesen und Sanden mit anthropogenen Beimengungen aus Ziegel-, Schlacke-, Beton- und Glasstücken. Ihre Lagerungsdichte wurde anhand der schweren Rammsondierungen mit locker (vereinzelt sehr locker) bis dicht bestimmt. Typisch für die Rammsondierungen in den Auffüllungen sind

- die recht hohen Schlagzahlen zwischen 20 Schläge/10 cm und 50 Schläge/10 cm und
- das abrupte Verspringen der Schlagzahlen.

Generell kann deshalb von einer an den Dammflanken sehr hochwertigen Verdichtung ausgegangen werden, wodurch die dortige Lagerungsdichte als „mitteldicht“ beschrieben werden kann. Die zugehörigen maßgebenden bodenmechanischen Kennwerte sind in der Tabelle 16 enthalten.

Für die Bemessung der Gründung der Stützwand können bei Flachgründungen die Bemessungswerte gemäß Kapitel 4.1 bzw. bei Tiefgründungen die Erfahrungswerte gemäß Tabelle 20 herangezogen werden.

Aufgrund der Entstehungsgeschichte der Nossener Brücke aus einer stufenweisen Vergrößerung eines alten Verkehrszuges ist es sehr wahrscheinlich, dass der Dammkern älter als die vermutlich erst Anfang der 1960-er Jahre hergestellten Dammverbreiterungen an den Dammflanken ist und folglich schlechtere Verdichtungswerte aufweist.

Von Vorteil ist jedoch, dass der jetzt bestehende Dammkörper seit nahezu 50 Jahren trotz intensiver Verkehrsbeanspruchung keine offensichtlichen Tragfähigkeitsmängel oder anderweitigen Schwächen zeigt. Er hat damit seine Verkehrstüchtigkeit im Praxisversuch bereits bewiesen.

Dessen ungeachtet wird vorsorglich empfohlen, die Dammkrone auf eine einheitliche Höhe von z. B. 1,50 m unter künftige Straßenoberkante abzutragen, diese Ebene mit schwerer und

vibrierender Verdichtungstechnik nachzuverdichten und anschließend wieder mit hochwertigem Dammschüttmaterial und mit Oberbaustoffen aufzubauen. Die Tiefe der Abtragsebene kann dabei unter Berücksichtigung der Tiefenlage von einzubauenden Medienleitungen, des Tragschichtenaufbaus der Straßenbahntrasse und des zur Abgrenzung zwischen Baufeld und verkehrlich weiter zu nutzenden Straßenfläche herzustellenden Baugrubenverbaus gewählt werden.

Für die Hinterfüllungen der beiden Stützbauwerke sollten dem Dammkörper mindestens gleichwertige, gut verdichtbare und gut entwässernde Böden der Bodengruppen GW, GI oder GU verwendet werden.

Angesichts der großen verkehrlichen Bedeutung der Nossener Brücke wird davon abgeraten deren Dammschüttung mit einer gegenüber krimineller Energie wenig widerstandsfähigen Gabionen-Stützwand zu sichern. Die auf der Nordseite geplante massive Stützwand bietet die Vorteile, dass auf deren Krone hochwertige Abfanggräben und Absturzsicherungen errichtet werden können und dass diese infolge geringerer Beanspruchung durch z. B. Pflanzenwachstum tendenziell instandhaltungsärmer als ein Gabionen-Stützbauwerk ist.

Die auf der Südseite geplante Böschungsneigung von 1:1,5 über etwa 5 m Höhe wäre bei den vorhandenen Dammschüttungen aus gut verdichteten grobkörnigen Böden dem Grunde nach regelwerkskonform. Wegen der Anordnung von verformungsarm stehenden müssenden Baukörpern an der Dammschulter (Absturzsicherungen, Gehbahnbefestigungen, Lichtmasten) und wegen der beabsichtigten Böschungsbegrünung mit einer Oberbodenandeckung wird jedoch empfohlen, die Böschungsneigung angemessen flacher mit z. B. 1:1,7 auszuführen.,

Gemäß [U15] sind bei Böschungsanschlüttungen in die Altböschung verzahnende Stufen mit Höhen zwischen etwa 0,6 m und 1,0 m einzuschneiden.

Möglicherweise lassen sich die in [U47] dargestellte nördliche Stützwand und deren Baugrubenverbau wirtschaftlicher gestalten, indem die Grenzebene zwischen den Bohrfahloberkanten und der aufzubetonierenden Wandscheibe nach oben verschoben wird.

## 4.3 Hinweise für die Gründung der Fernwärmeleitung

### 4.3.1 Hinweise für die Gründung der Fernwärmeleitung als Rohleitungsbrücke

Für die brückenferne Fernwärmetrasse wurden insgesamt 11 Aufschlüsse hergestellt. Der geologische Längsschnitt ist als **Anlage 2.2** dargestellt. Für die brückennahe Fernwärmetrasse wurden keine gesonderten Aufschlüsse angelegt. Hier wurden die Aufschlüsse herangezogen, die für die Beurteilung des Baugrundes nördlich der Nossener Brücke angelegt wurden.

Prinzipiell ist der Baugrund, das Anstehen des hoch tragfähigen Kieses (Weißeritzschotter) unter der 2,0 m bis 3,5 m dicken Auffüllung mit dem Baugrund der Nossener Brücke vergleichbar.

Somit kann bei der Herstellung einer Rohrleitungsbrücke diese sowohl bei der Variante brückennahe als auch bei der Variante brückenferne Fernwärmetrasse in gleicher Weise wie die Nossener Brücke flach gegründet werden. Als Gründungssohle wird ebenfalls die Höhe von ca. 118,00 m NHN empfohlen.

Der Bemessungswert des Sohlwiderstands ist aufgrund der tatsächlichen Abmessung der Fundamente aus der Tabelle 19 zu entnehmen.

#### 4.3.2 Hinweise zur Durchörterung des Fernwärmekanal

Gemäß Aufgabenstellung soll der Geotechnische Bericht auch Hinweise für eine mögliche Durchörterung der Fernwärmetrasse unter den Gleisanlagen der DB AG und der DREWAG liefern. Hierbei wurde ein beabsichtigter Rohrrinnendurchmesser von 3,00 m benannt.

Da zwischenzeitlich entschieden wurde, eine Durchörterung in der brückenfernen Fernwärmetrasse nicht mehr zu verfolgen, wird in diesem Unterkapitel nur die Durchörterung in der brückennahen Fernwärmetrasse betrachtet.

Die zu unterquerenden Gleisanlagen befinden sich zwischen den Achsen 70 (KB B219) und 120 (KB B231) und erfordern eine Durchörterungstrecke von wenigstens 170 m Länge.

Die Geländeoberkante liegt hier recht einheitlich bei etwa 120,5 m NHN.

Für Unterquerungen von Bahnanlagen gelten vor allem folgende Regelwerke:

- „Richtlinie 836; Erdbauwerke und sonstige geotechnische Bauwerke planen, bauen und instand halten“ [U26] und hier insbesondere die Module „836.4501; Querungen, Grundsätze“ und „836.4505; Querungen, Anforderungen an grabenlose Einbauverfahren“,
- „Richtlinie 877.2102; Gas- und Wasserleitungskreuzungsrichtlinien“ [U28] und hier insbesondere „Modul 877.2102; Anforderungen an den Einsatz von Rohrvortriebsverfahren“,
- „Arbeitsblatt DWA-A 125; Rohrvortriebe und verwandte Verfahren“ [U29] bzw. das mit diesem identische „DVWG-Arbeitsblatt GW 304; Rohrvortriebe und verwandte Verfahren“ [U30].

Gemäß Richtlinie 836 ist beim Einsatz von Rohrvortriebsverfahren eine Mindest-Bodenüberdeckung  $h_B \geq 2 \times D_a$  einzuhalten. Bei einem für DN-3.000-Betonrohre üblichen Außendurchmesser  $D_a = 3,60$  m wird folglich eine Überdeckung  $h_B = 7,20$  m verlangt. Weil die Bodenüberdeckung gemäß Richtlinie 836 als senkrechter Abstand zwischen der Unterkante des Bettungsschotter und der Oberkante des Rohres definiert ist, weil die Bettung üblicherweise bis etwa 75 cm unter Schienenoberkante (SO) reicht und weil bei den im Bau-feld geländegleich liegenden Gleisen lediglich die etwa 20 cm hohen Schienen aus der Geländeoberkante herausstehen, ergibt sich, dass der Rohrscheitel wenigstens  $7,20 \text{ m} + 0,75 \text{ m} - 0,20 \text{ m} = 7,75 \text{ m}$  unter der jetzigen Geländeoberfläche liegen muss.



Stadtbahn 2020, TA 1.2, Verkehrszug Nossener Brücke - Nürnberger Straße, Bereich B,  
Brückenkonstruktion zwischen Widerlager Ost Zwickauer Straße und Widerlager West Fabrikstraße in Dresden

Unter Berücksichtigung des mutmaßlichen Außendurchmessers des vorzutreibenden Mantelrohres von 3,60 m und eines der Entwässerung des Mantelrohres und der Entlüftung der Medienrohre dienlichen Längsgefälles von etwa 1 % wird sich für den Rohrvortrieb folglich ein voraussichtlicher höchster Vortriebshorizont zwischen 7,75 m und 12,65 m unter GOK bzw. zwischen 112,75 m NHN und 107,85 m NHN ergeben.

Mit dieser höchsten zulässigen Gradienten verläuft die Vortriebsstrecke im unteren Drittel des Weißeritzschotter und schneidet bereits in den Plänerzersatz ein.

Die Vortriebsstrecke liegt deutlich unterhalb den mit 116,47 m NHN und 117,35 m NHN angegebenen Bau- und Bemessungswasserständen.

Bei treibend wirkenden Kräften dürfen Quelldrücke mit Erddrücken verrechnet werden. Rückhaltend wirkende Quelldrücke sollten aus Sicherheitsgründen hingegen nicht berücksichtigt werden.

### Empfehlungen für den Rohrvortrieb

Auch wenn man sich zu einer Verkleinerung des Vortriebsquerschnittes mit der Möglichkeit einer entsprechenden Höherverlegung entscheiden sollte, **empfiehlt GEPRO nachdrücklich, einen Rohrvortrieb nicht im Weißeritzschotter durchzuführen.**

Vielmehr sollte eine sicher im Plänerzersatz und im Pläner liegende Trasse gewählt werden.

Die **Anlage 3** enthält ein Geländemodell der Pläneroberkante, welcher scharfe Grenzlinie zwischen dem pleistozänen Weißeritzschotter und dem Felszersatz des kreidezeitlichen Plänermergels darstellt. Für die brückennahe Fernwärmetrasse wird die Durchörterung etwa zwischen den Aufschlüssen KB B217 und KB B231 erfolgen. Hier steigt die Oberkante des Pläners von 110,77 m NHN beim Aufschluss KB B217 auf 112,38 m NHN beim Aufschluss KB B231 an. GEPRO empfiehlt, die Tiefenlage der Vortriebsstrecke so zu wählen, dass sich der Rohrscheitel nicht höher als 1,5 m unter der in **Anlage 3** dokumentierten Pläneroberkante befindet.

Wegen des großen Vortriebsquerschnittes von etwa 3,60 m und wegen des Durchörterns von bindigem Boden bzw. von Festgesteinen der Einstufung FD 1 / FD 2 / FD 3 nach DIN 18301-2006, wegen der sehr wahrscheinlich vorhandenen Grundwasserbeanspruchung und wegen der infolge der Bahnlagen sehr hohen Anforderungen an eine verformungsarme Bauausführung werden nur folgende Vortriebsverfahren technisch und wirtschaftlich sinnvoll sein:

- „offenes Schild mit teilflächigem Abbau mit mechanischer Teilstützung unter Druckluftbeaufschlagung“  
(= Verfahren 6.2.3.2 gemäß DWA A 125 [U29] bzw. Ausführungsbereich VOD gemäß RAL-Gütezeichen 961) oder
- „geschlossenes Schild mit vollflächigem Abbau und Flüssigkeitsstützung und Druckluftpolster (Mixschild)“  
(= Verfahren 6.2.3.5 gemäß DWA A 125 [U29] bzw. Ausführungsbereich VMD gemäß RAL-Gütezeichen 961).

Für das offene Schild mit teilflächigem Abbau (Verfahren 6.2.3.2 bzw. VOD) (siehe Bild 16 bis Bild 19) sprechen:

- dessen bessere Verfügbarkeit infolge des Vorhandenseins von mehreren Geräten bei unterschiedlichen Anbietern,
- die deutlich geringeren Anschaffungs- und Einrichtungskosten für die Geräte und
- die günstigen Baugrundverhältnisse mit einer sehr hochwertigen Überdeckung aus Weißeritzschotter und Plänerzersatz, mit einem empfohlenen Rohrvortrieb allein innerhalb eines recht homogenen und gut abbaubaren Plänerzersatzes und Pläners und mit trotz der Klüftungen nur eher geringen zu erwartenden Wasserzutritten aus dem Pläner und dem Plänerzersatz.

Bei einem offenen Schild mit teilflächigem Abbau werden der Plänerzersatz und der Pläner so fest sein, dass anstelle einer meist üblichen Zughacke ein Schrämmkopf zum Einsatz kommen muss. Der große Ausbruchquerschnitt, die diskontinuierliche Förderung mit Loren und die nur von einer Person erbringbaren manuellen Arbeitsleistungen an der Ortsbrust setzen die Vortriebsgeschwindigkeit deutlich herab. Sie dürfte bei einer problemlosen Durchörterung mit einem offenen Schild bei schätzungsweise 3 bis 5 m je Ganztag liegen.



Bild 16, Bild 17, Bild 18, Bild 19:

Im Jahr 2011 in Erfurt zur Unterquerung des Flusses Gera ausgeführter Rohrvortrieb DN 1600 mit einem offenen Schild ohne Druckluftstützung (Verfahren 6.2.3.2 gemäß DWA A 125).

Für das geschlossene Schild mit vollflächigem Abbau (Verfahren 6.2.3.5 bzw. VMD) sprechen:

- die hochwertige maschinelle Technologie, welche das geringste Risiko eines Hervorrufens von Geländevertiefungen aufweist und
- der kontinuierliche und schnelle Abbau der Ortsbrust, welche eine hohe Vortriebsgeschwindigkeit gestattet

Der Plänerzersatz und der Pläner vereinigen die ungünstigen Eigenschaften, einerseits eine hohe Festigkeit von im Mittel etwa 65 MN/m<sup>2</sup> zu haben und andererseits beim Abschrämmen zu einem tonigen Schluff mit hohem Kalkanteil zu zerfallen. Außerdem können im massiven Pläner Bänke mit besonders hoher Festigkeit von bis zu etwa 150 MN/m<sup>2</sup> auftreten.

Die hohe Festigkeit erfordert den Einsatz von Schneidrollen (Disken), die jedoch durch den Festgesteinszerfall zum Verkleben und Zusetzen neigen. Deshalb wird hier zu einem Mixschild aus zerteilenden Schneidrollen und schrämmenden Schälmessern geraten. Wegen des Plänerzerfalls muss mit einem deutlich erhöhten Spülflüssigkeitsverbrauch gerechnet werden.

Von der Vortriebsgeschwindigkeit begrenzendem Einfluss dürfte die vergleichsweise aufwändige Separierung der Spülflüssigkeit vom Fördergut sein. Hier sollte eine entsprechend redundante Separieranlage installiert werden.

Bei einer problemlosen Durchörterung dürfte mit einem geschlossenen Schild die Vortriebsgeschwindigkeit bei schätzungsweise 10 bis 15 m je Ganztage liegen.

Stark vereinfachend wird eingeschätzt, dass bei einer bis etwa 150 m langen Durchörterung ein Rohrvortrieb mit offenem Schild mit teilflächigem Abbau das wirtschaftlichere Verfahren ist. Ab Durchörterungen von mehr als etwa 150 m Länge dürfte hingegen ein Rohrvortrieb mit geschlossenem Schild mit vollflächigem Abbau der wirtschaftlichere werden.

Für die Ausschreibung wird auf der sicheren Seite liegend empfohlen, einen Rohrvortrieb mit geschlossenem Schild mit vollflächigem Abbau auszuschreiben und Nebenangebote ausdrücklich zuzulassen.

Nach menschlichem Ermessen ist der Baugrund bei einem Vortrieb in der empfohlenen Tiefenlage sehr gut gegen Ausbläser aus der Ortsbrust des Vortriebes geschützt.

Der Plänerzersatz zeigt bei Wassergehaltsänderungen ein ausgeprägtes Quellschrumpfverhalten und kann gemäß **Anlage 13** bei 50 kN/m<sup>2</sup> Auflast Quellhebungen von etwa 0,48 % entwickeln. Laut [U13] erfolgen das Quellen dabei vergleichsweise schnell und das Schrumpfen sehr langsam. Allerdings bleibt der Plänerzersatz im Durchörterungshorizont dauerhaft gut durchfeuchtet bzw. vernässt, so dass sein Schrumpf- und Quellpotential für den Vortrieb ohne Bedeutung ist.

Der überkonsolidierte massive Pläner quillt jedoch bei Wasseraufnahme ebenfalls. Dieser Quellvorgang dringt wegen der geringen Wasserdurchlässigkeit des Pläners zwar nur langsam in tiefere Zonen vor, er kann aber bei einem mehrere Wochen dauernden Vortrieb die Mantelreibung erheblich erhöhen.

Stadtbahn 2020, TA 1.2, Verkehrszug Nossener Brücke - Nürnberger Straße, Bereich B,  
Brückenkonstruktion zwischen Widerlager Ost Zwickauer Straße und Widerlager West Fabrikstraße in Dresden

Zum vorsorglichen Umgang mit der nur unzureichend bekannten Größe eines Plänerquellens wird empfohlen, mit einem Überschnitt zu durchhörtern, der gegenüber der sonst üblichen Größe von etwa 20 mm auf 40 mm vergrößert ist. Eine solche Vergrößerung des Überschnittes sollte frühzeitig mit der DB Netz AG zur Erlangung der Genehmigungsfähigkeit und mit dem Rohrstatiker sowie mit der Vortriebsfirma abgestimmt werden.

Der Rohrvortrieb sollte vorzugsweise mit einer aufwärts geneigten Gradienten erfolgen, weil dies die Entwässerung der Ortsbrust erleichtert.

Die empfohlene Druckluftstützung sollte zur Reaktion auf mögliche Wassereinbrüche aus Plänerklüften vorgehalten werden. In Abhängigkeit von den beim Anfahren des Vortriebs gewonnenen Erfahrungen kann es während des Vortriebs möglich werden, dass keine Druckluftbeaufschlagung erfolgt, sondern mit einer akzeptablen Reaktionszeit nur bereit gehalten wird.

Zur Erprobung der Notwendigkeit einer Druckluftstützung wird deshalb empfohlen, die Startgrube so zu legen, dass bei den ersten Metern des Rohrvortriebs die Verformungsarmut der Geländeoberfläche von nur geringer Bedeutung ist und man den Vortrieb hier im Erprobungsmodus fahren kann.

Bei bemannten Rohrvortrieben unter Druckluftbedingungen ist die Verordnung über Arbeiten in Druckluft (Druckluftverordnung) zu beachten.

Der Rohrvortrieb sollte von einem vom Eisenbahn-Bundesamt anerkannten Gutachter für Baumaßnahmen im Eisenbahnbau begleitet werden.

Angesichts der mindestens 170 m langen Vortriebsstrecke sollte man von der Anordnung von wenigstens 1 Zwischenpressstation ausgehen.

Anmerkung: Im Jahr 2006 hatte die DB Energie GmbH wenige Meter von der jetzigen brückenfernen Fernwärmevortriebsstrasse entfernt eine eigene, 127 m lange Durchörterung zur Unterquerung der Gleisanlagen der DB AG ausführen lassen [U12]. Diese Durchörterung bestand aus 3 im Abstand von 0,5 m parallel nebeneinander angeordneten Rohrvortrieben, mit denen 3 Kabelschutzrohre DN 160 für eine 20-kV-Mittelspannungsleitung des „Altstädter Mittelspannungsringes“ eingebaut worden waren. Im Bild 7 ist diese Leitungstrasse nördlich der Nossener Brücke als roter Linienzug markiert.

Die Gleisanlagen der DB AG wurden dabei mit einer Fels-Spülbohrmaschine „Ditch Witch JT2720“ mit eigenständig rotierendem und hämmerndem Bohrkopf mit Fels-Rollenmeißeln unterquert. Die Vortriebsarbeiten erfolgten mit dem HDD-Verfahren (Horizontal Directional Drilling = horizontales direktes Bohren), das fachlich eindeutiger als ein gesteuertes direktes Spülbohren mit Flüssigkeitsspülung bezeichnet werden kann. „Direkt“ bedeutet dabei, dass das Bohrklein durch den Ringraum zwischen Bohrgestänge und Bohrlochwand abtransportiert wird, während es bei einem indirekten im Inneren des Bohrgestänges transportiert wird. Die 3 parallelen Rohrvortriebe unter den Gleisen erreichten Tiefen von etwa 4,8 m.



Mit einem anfangs eingesetzten Maxigerät einer Grundodrill-Spülbohrmaschine mit Winkelspülkopf mussten trotz Anordnung eines Zwischenschachtes 4 Vortriebsstrecken wegen zu großer Widerstände (3 x) und wegen zu großer Ablenkung (1 x) aufgegeben werden, wobei in einem Fall der Bohrkopf nur mittels Aufgraben gewonnen werden konnte. Wegen dieser 4 erfolglosen Versuche und wegen der an den Bohrköpfen beobachteten starken Abnutzungen entschied man sich zur Umstellung auf die oben erwähnte „DitchWitch JT2720“, mit der die 3 parallelen Vortriebe DN 160 dann komplikationslos durchgeführt werden konnten.

### Startgrube und Zielgrube

Weil an der Startgrube ein Rohrzwischenlager, eine Suspensionsmisch- und Rückstromseparieranlage, ein Zwischenlager für den Bodenaushub sowie Baustellenunterkünfte notwendig sind, besteht an der Startgrube ein deutlich größerer Platzbedarf als an der Zielgrube. Deshalb wird die Startgrube vermutlich an der Westseite der Durchörterungsstrecke auf dem DREWAG-Gelände errichtet werden müssen.

Die Start- und die Zielgrube sind bis ca. 1,0 m unter die jeweilige Rohrsohle auszuheben und die Baugrubensohlen sind gegen Auftrieb zu sichern.

Mit der empfohlenen Tiefenlage der DN-3.000-Leitung und einem nach Osten gerichteten Leitungsgefälle von 1 % dürfte die westlich liegende Startgrube eine Aushubsohle bei etwa 106 m NHN und die östlich liegende Zielgrube eine Aushubsohle bei etwa 107,5 m NHN erhalten. Bei Absoluthöhen der Geländeoberkanten von etwa 120,8 m NHN an der Startgrube und etwa 120,0 m NHN an der Zielgrube werden die beiden Baugruben folglich etwa 14,8 m bzw. etwa 12,5 m tief werden.

Zur Aufnahme von Pressenwiderlager, Pressen mit Hydraulikstempeln und Rohrring, etwa 1,5 Rohrstücken von üblicherweise 3,0 m Rohrlänge bzw. dem Vortriebsaggregat, Ablagerungsstelle für den ausgehobenen Boden und ggf. Einfahrabdichtung wird die Startgrube wenigstens etwa 12 m lang und etwa 5 m breit sein müssen.

Die Zielgrube muss zur Gewinnung des Vortriebsaggregates wenigstens etwa 7 m lang und etwa 5 m breit sein.

Diese Abmessungen gelten als lichte Innenmaße unter Hinzurechnung von einragenden Einbauten (z. B. Verbaugurten).

Ein sicherer, zugleich aber sehr kostenaufwändiger Baugrubenverbau kann aus überschrittenen Bohrpfählen bestehen, die zur gegenseitigen Aussteifung und zur Vermeidung von Rückverhängungen zu einer kreisrunden Baugrubenumschließung angeordnet werden können (siehe Bild 16 bis Bild 19).

Bei genügend Platz könnte eine Untervariante darin bestehen, den bis zum Bauwasserstand von 116,10 m NHN reichenden Baugrubenaushub als eine freie Böschung zu gestalten und erst an deren Fuß die Bohrpfähle zu platzieren.

Alternativ sind oberhalb des Bauwasserstandes auch Trägerbohlwände aus mittels Bohrrohren eingebrachten Bohlträgern oder eine ringförmige Spritzbetonwand möglich.

Unterhalb des Bauwasserstandes ist eine wasserdichte Baugrubenumschließung notwendig, wenn das Grundwasser nicht durch eine Wasserhaltung abgesenkt werden kann.

Wegen der dichten Lagerung des im Absenkungsbereich vorhandenen Weißeritzschotter und des Plänerersatzes wird sich eine Grundwasserabsenkung nur wenig auf die Höhenlage der GOK auswirken.

Eine wasserdichte Baugrubenumschließung kann aus überschrittenen Bohrpfählen, aus mit einer Felsfräse aufzufahrenden Schlitzwänden oder aus einer Baugrubenvereisung hergestellt werden. Die Verwendung von dichten Spundwänden ist dann möglich, wenn die Bohlen durch die unter dem Bauwasserstand vorhandene etwa 5 m bzw. etwa 3 m dicke Schicht des Weißeritzschotter geführt werden können. Möglicherweise kann hier die Führbarkeit durch eine vorausgehende aushebende und auflockernde Unterwasserbaggerung unterstützt werden. Der Plänerersatz und der angewitterte Pläner sind mit Einbringhilfen (Lockerungsbohrungen und Spülen) rammbar (siehe Kapitel 2.6).

Wenn die Standorte von Start- und Zielgrube sowie die Gradienten des Vortriebes feststehen, ist es ratsam, an den Start- und Zielgruben und ggf. auch an der Vortriebsstrecke selbst ergänzende Kernbohrungen durchzuführen. Eventuell sollten dabei auch einige Bohrlöcher als Brunnen ausgebaut werden, um die Ergiebigkeit des Grundwasserstromes zu ermitteln.

#### 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 Kopfabhängung 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 (Schichten 1a und 1b):  $\beta \leq 45^\circ$ ,
- Schluff (Auelehm) (Schicht 2):  $\beta \leq 60^\circ$ ,
- Weißeritzschotter (Schicht 3a):  $\beta \leq 60^\circ$  \*,
- Weißeritzschotter (Schichten 3b und 3c):  $\beta \leq 45^\circ$ ,
- Schluff (Plänerersatz) (Schichten 4a und 4b):  $\beta \leq 60^\circ$ ,
- Pläner (Schicht 5):  $\beta \leq 80^\circ$ .

\* Die Vertretbarkeit einer steilen Baugrubenböschung im Weißeritzschotter der Schicht 3a beruht auf dessen dichter Lagerung und auf dessen Verkittung der Gerölle mit einer dünnen Schluffkruste.

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 oder wenn hohe Grundwasserstände oder Schichtenwasseraustritte zu erwarten sind.

Wenn im Weißeritzschotter (Schicht 3a) steiler als  $45^\circ$  geböscht wird, kann es zum Schutz gegen sich aus der Böschungsoberfläche lösende Gerölle sinnvoll sein, die betreffende Böschung mit einem an der Böschungsschulter verankerten Flächenelement (Netz, Vliesstoff oder Geogitter) abzudecken.

Für geböschte Baugruben ab 5 m Tiefe ist ein statischer Nachweis notwendig.

Mit den empfohlenen Gründungstiefen werden die streifenförmigen Flachgründungen der Brücke häufig dicht neben Gleisanlagen platziert werden müssen. Wenn hier ein Rückbau der Gleisanlagen und die Herstellung einer geböschten Baugrube nicht möglich ist, wird wegen der sehr schlechten Bohrbarkeit des Weißeritzschotters und zur Vermeidung von Auflockerungen des Weißeritzschotters empfohlen, möglichst auf Verbausysteme zu verzichten, die in den Untergrund unter der Aushubsohle eingreifen (Trägerbohlwandverbaue, Spundwandverbaue, Kanaldielenverbaue).

Eine wirtschaftliche und den Baugrund schonende Verbaulösung kann in der Verwendung von waagerechten Verbauen mit gegenseitigen Aussteifungen (z. B. Krings-Verbauplatten) bestehen. Weil deren Aussteifungen die Bewehrungsführung und das Betonieren behindern, könnte man dabei so verfahren, dass die als Sauberkeits- und Montageschicht empfohlene Unterbetonschicht z. B. mit einer Faserbewehrung versehen und so gestaltet wird, dass sie die Verbauwände gegenseitig aussteifen und man die zum Verbausystem gehörenden unteren Stahlsteifen zurückbauen kann.

Wenn die Verbaue in den inneren Druckbereich der Gleisanlagen eingreifen, besteht die in der Richtlinie 836 erhobene Forderung, dass die Verbaue gemäß EB 67 der EAB unnachgiebig gestützt und zugleich nahezu verformungsfrei sein müssen. Die Umstände beim Einbau von waagerechten Verbauen bedingen jedoch, dass während des Einbaus keine Verformungsfreiheit garantiert werden kann. Es wird deshalb empfohlen, die betroffenen Eisenbahninfrastrukturunternehmen DB Netz AG und DREWAG frühzeitig in das Baugrubenkonzept einzubeziehen.

Aus Sicht von GEPRO werden bei gleisparallelen Baugruben von bis zu etwa 3,5 m Tiefe waagerechte Verbaue ausdrücklich empfohlen. Der Einbau und der Rückbau der Verbaue sollte dabei nur während Sperrpausen erfolgen, die Gleislage sollte überwacht werden, man sollte in den an den Verbauen anliegenden Gleisen nicht schneller als 60 km/h fahren und man sollte davon ausgehen, dass nach Abschluss der Gründungsarbeiten ein Stopf- und Richtgang zur (Wieder-)Herstellung einer hochwertigen Gleislage erforderlich wird.

Bei Gleisanlagen überquerenden Baustraßen hat es sich bewährt,

- die Gleisanlagen vor dem Baustraßenaufbau mit einem Trenn- und Schutzvlies mit einer Flächenmasse von wenigstens  $400 \text{ g/m}^2$  (also größer GRK 5) abzudecken,

Stadtbahn 2020, TA 1.2, Verkehrszug Nossener Brücke - Nürnberger Straße, Bereich B,  
Brückenkonstruktion zwischen Widerlager Ost Zwickauer Straße und Widerlager West Fabrikstraße in Dresden

- diese Vliesabdeckung seitlich um wenigstens 1 m breiter als für planmäßige Baustraße nötig auszulegen, um Gleisverschmutzungen beim Bau, bei der Nutzung und beim späteren Rückbau bestmöglich zu vermeiden (Der Vliesüberstand sollte zur Sicherung gegen Verwehungen mit Blöcken beschwert werden.),
- die Baustraße mit einer Asphaltdecke zu versehen, um die bei unbefestigten Baustraßen nicht auszuschließenden Verschmutzungen durch Erosion oder Staubverwehungen auszuschließen,
- mit Baustraßen zu überfahrende Baukörper mit geringer Widerstandsfähigkeit (z. B. alte Kabelkanäle) durch Abdecken mit Stahlplatten zu entlasten und
- den (insbesondere fußgängerischen) Baustellenverkehr durch Einzäunung der Baustraßen und Baufelder zu kanalisieren.

Wenn bei den zu überquerenden Gleisen der Eisenbahnverkehr aufrecht erhalten bleiben muss,

- sollte zur Absicherung von freien Schienenfahrflächen und freien Spurrillen ein provisorischer Bahnübergang (BÜ) hergestellt werden,
- sollte die Baustraßenzufahrten beiderseits der Gleisanlagen abgeschränkt und zur Warnung vor der Fahrleitungsanlage mit einer Höhenbegrenzung versehen werden und
- sollten die Gleisquerungen von einem an dem Bahnübergang postierten Bahnwärter geregelt werden (siehe Bild 20 und Bild 21).



*Bild 20 und Bild 21 BÜ-Sicherung mit einem Bahnwärter (linkes Bild) und Baustraßen-BÜ mit Höhenbegrenzer und Abzäunung (rechtes Bild).*

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

Die bindigen Auffüllungen und Böden sind nur für Geländeregulierungsarbeiten geeignet und sollten unterhalb von Verkehrsflächen nicht wieder eingebaut werden.

Stadtbahn 2020, TA 1.2, Verkehrszug Nossener Brücke - Nürnberger Straße, Bereich B,  
Brückenkonstruktion zwischen Widerlager Ost Zwickauer Straße und Widerlager West Fabrikstraße in Dresden

Ein bauzeitliches Befahren der bindigen Böden – also der Schichten 2, 4a und 4b – sollte möglichst unterbleiben. Bei ungünstiger Witterung sind hierbei größere Tragfähigkeitsschäden zu erwarten.

Gemäß DIN EN 1998-1:2010-12: Eurocode 8: „Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten“ gehört Dresden zu keiner Erdbebenzone.

## 5 Ergebnisse der abfallrelevanten Untersuchungen

### 5.1 Untersuchungskonzept

Vereinbarungsgemäß sollten die potentiellen Aushubmassen

- für die Gründung der Pfeiler der Nossener Brücke,
- für den Rückbau des Dammschnittes zwischen dem östlichen Widerlager Brücke DB AG und dem westliche Widerlager Brücke Zwickauer Straße sowie
- für die Gründung der Fernwärmetrasse

abfallrelevant untersucht werden. Hierfür waren 5 Untersuchungen geplant.

Unter Berücksichtigung der angetroffenen Baugrundverhältnisse, der organoleptischen Auffälligkeiten in einer Altlastverdachtsflächen (ALVF) sowie der Mengen des vorhandenen Probenmaterials wurden in Abstimmung mit Herrn Jockusch von der DVB AG insgesamt 10 Bodenmischproben aus folgenden 10 Homogenbereichen untersucht:

- Aushubmassen aus der Achse 10 (= Widerlager Fabrikstraße),
- Aushubmassen aus den Achsen 20 bis 50 (= DREWAG-Gelände),
- Aushubmassen aus den Achsen 60 bis 80 (= DREWAG-Gelände),
- Aushubmassen aus den Achsen 90 bis 120 (= DB AG-Gelände),
- Aushubmassen aus dem Straßendamm oberhalb der Achsen 130 bis 160,
- Aushubmassen aus den Achsen 130 bis 160,
- Aushubmassen aus den Achsen 170 und 180 (= Widerlager Zwickauer Straße),
- Aushubmassen aus der ALVF der brückenfernen Fernwärmetrasse,
- Aushubmassen aus der übrigen brückenfernen Fernwärmetrasse,
- Aushubmassen aus dem Pläner der brückennahen Fernwärmetrasse.

In Anlehnung an die LAGA PN 98 sollten Mischproben aus nach Möglichkeit 4 Einzelproben gebildet und untersucht werden. Diese Forderung wurde mit Ausnahme der aus nur 3 Einzelproben gebildeten Mischprobe BP8 MP eingehalten.

Der Aufschluss KB F203 wurde in einer Fläche abgeteuft, die der DREWAG als Altlastverdachtsfläche bekannt ist. Hier wurden in der Vergangenheit PAK-haltige Flüssigkeiten gelagert. Bei der Lagerung ist es vermutlich durch Leck- und Handhabungsverluste zu Verunrei-



nigungen des Bodens gekommen. Das aus der KB F203 erbohrte Bohrgut war bis in eine Tiefe von 10,4 m unter GOK durch seinen an Altöl erinnernden Geruch auffällig.

Die Bezeichnung der Proben setzt sich folgendermaßen zusammen: Mit den ersten beiden Buchstaben wird die Art des Materiales (hier: BP für Bodenprobe) beschrieben, mit den Ziffern erfolgt eine fortlaufende Nummerierung (hier z. B. 1 bis 10) 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

Der Umfang an chemischer Analytik von Bodenproben wurde so festgelegt, dass die Bodenproben einheitlich gemäß den LAGA-Vorgaben von [U23] 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 [U23] 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

Für die Deklaration des Bodenaushubes wurden aus 232 entnommenen Boden-Einzelproben insgesamt 10 Mischproben gebildet und untersucht. Die **Anlage 9** enthält das zugehörige Probenahmeprotokoll nach LAGA PN 98.

In der nachfolgenden Tabelle 21 sind die entsprechenden Boden-Einzelproben und die aus ihnen gebildeten Boden-Mischproben aufgelistet.

Stadtbahn 2020, TA 1.2, Verkehrszug Nossener Brücke - Nürnberger Straße, Bereich B,  
Brückenkonstruktion zwischen Widerlager Ost Zwickauer Straße und Widerlager West Fabrikstraße in Dresden

Tabelle 21 Zuordnung von Einzel- und Mischproben für den Bodenaushub.

Herkunft der Probe	Proben	Bezeichnung der Einzelproben und der zugehörigen Mischproben	
Boden und Steine aus dem Teilabschnitt Achse 10 (Widerlager Fabrikstraße) aus ca. 0,00 m - 8,00 m Tiefe	Einzelprobe	KB B201, KP1 KRB B203, GP1/2/3/4/5/6/7 KB B205, GP2/3, KP1	KB B202, GP2/3/4, KP1 KB B204, GP1, KP1/2 KRB B206, GP1/2/3/4/5/6/7
	Mischprobe	BP1 MP	
Boden und Steine aus dem Teilabschnitt Achse 20 - Achse 50 (DREWAG-Gelände) aus ca. 0,05 m - ca. 5,00 m Tiefe	Einzelprobe	KRB B207, GP2/3/4 KRB B209, GP1/2/3/4 KB B211, GP1/2/3/4/5, KP1 KB B213, GP1/2 KRB B215, GP1/2/3/4/5/6	KB B208, GP1/2/3/4 KB B210, GP1/2/3/4 KRB B212, GP2/4/5/6/7/8 KRB B214, GP1/2/3/4/5
	Mischprobe	BP2 MP	
Boden und Steine aus dem Teilabschnitt Achse 60 - Achse 80 (DREWAG-Gelände) aus ca. 0,00 m - ca. 5,00 m Tiefe	Einzelprobe	KB B216, GP1, KP1 KRB B218, GP1/2/3/4 KRB B220, GP1/2/3/4/5/6 KB B222, GP1/2/3	KB B217, GP1/2/3, KP1 KB B219, GP1/2/3 KB B221, GP1/2
	Mischprobe	BP3 MP	
Boden und Steine aus dem Teilabschnitt Achse 90 - Achse 120 (DB AG-Gelände) aus ca. 0,00 m - ca. 5,00 m Tiefe	Einzelprobe	KB B223, GP2/3/4 KB B225, GP1/2 KRB B227, GP2/3, KP1 KB B229, GP1/2/3, KP1 KB B231, GP2/3, KP1	KB B224, GP1/2/3 KRB B226, GP1/2/3/4 KRB B228, GP2/3/4/5/6 KB B230, GP1/2, KP1
	Mischprobe	BP4 MP	
Boden und Steine aus dem Teilabschnitt Damm oberhalb Achse 130 bis Achse 160 aus ca. 0,00 m - ca. 10,00 m Tiefe	Einzelprobe	KRB B232, GP1-GP10 KB B234, GP1, KP1/2 KRB B236, GP1-GP9 KB B238, KP1/2, GP1	KB B233, GP1/2, KP1, GP3 KRB B235, GP1-GP9 KB B237, GP1-GP7 KRB B239, GP1-GP7
	Mischprobe	BP5 MP	
Boden und Steine aus dem Teilabschnitt Achse 130 - Achse 160 aus ca. 10,00 m - ca. 14,00 m Tiefe	Einzelprobe	KRB B232, GP11 KB B234, GP2, KP3 KRB B236, GP10/11 KB B238, KP3	KB B233, GP4, KP3 KRB B235, GP10/11/12 KB B237, GP8, KP1/2 KRB B239, GP8/9/10
	Mischprobe	BP6 MP	
Boden und Steine aus dem Teilabschnitt Achse 170 - Achse 180 (Widerlager Zwickauer Straße) aus ca. 0,00 m - ca. 5,00 m Tiefe	Einzelprobe	KRB B240, GP1-GP4 KB B242, GP1-GP4 KRB B244, GP1-GP5	KB B241, GP1-GP5 KB B243, GP1-GP5
	Mischprobe	BP7 MP	

Stadtbahn 2020, TA 1.2, Verkehrszug Nossener Brücke - Nürnberger Straße, Bereich B,  
Brückenkonstruktion zwischen Widerlager Ost Zwickauer Straße und Widerlager West Fabrikstraße in Dresden

Herkunft der Probe	Proben	Bezeichnung der Einzelproben und der zugehörigen Mischproben	
Boden und Steine aus dem Teilabschnitt ALVF der brückenfernen Fernwärmetrasse aus 1,20 m - 9,80 m Tiefe	Einzelprobe	KB F203, KP1-KP3	
	Mischprobe	BP8 MP	
Boden und Steine aus dem Teilabschnitt übrige brückenferne Fernwärmetrasse aus ca. 1,50 m - ca. 9,10 m Tiefe	Einzelprobe	KB F204, KP1-KP3 KB F206, GP4, KP1/2	KB F205, KP1/2 KB F209, GP4, KP1
	Mischprobe	BP9 MP	
Boden und Steine aus dem Teilabschnitt Pläner der brückennahen Fernwärmetrasse aus ca. 10,00 m - ca. 20,00 m Tiefe	Einzelprobe	KB B221, EP1/2	KB B231, EP1/2/3/4
	Mischprobe	BP10 MP	

Zur Prüfung der Verwertbarkeit bzw. der Entsorgung des Aushubes erfolgte eine Deklaration der Zuordnungswerte nach LAGA 20 [U23] anhand von chemischen Laboruntersuchungen an den 10 in Tabelle 21 aufgeführten, plausibel gebildeten Boden-Mischproben.

## 5.4 Untersuchungsergebnisse und Bewertung

Die **Anlage 10.3** und die **Anlage 10.4** enthalten die Laborprotokolle der an den 10 Boden-Mischproben durchgeführten Analysen.

In der **Anlage 11.1** sind diese Analysenergebnisse tabellarisch zusammengestellt und nach LAGA bewertet.

Die nachfolgende Tabelle 22 zeigt die wesentlichen Beurteilungsergebnisse für die 10 Boden-Mischproben.

*Tabelle 22 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 dem Teilabschnitt Achse 10 (Widerlager Fabrikstraße) aus ca. 0,00 m - 8,00 m Tiefe	BP1 MP	Arsen im Eluat	Z 2	17 05 04
Boden und Steine aus dem Teilabschnitt Achse 20 - Achse 50 (DREWAG-Gelände) aus ca. 0,05 m - ca. 5,00 m Tiefe	BP2 MP	pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit, Sulfat und Arsen im Eluat	Z 1.2	17 05 04

Stadtbahn 2020, TA 1.2, Verkehrszug Nossener Brücke - Nürnberger Straße, Bereich B,  
Brückenkonstruktion zwischen Widerlager Ost Zwickauer Straße und Widerlager West Fabrikstraße in Dresden

Herkunft des Probenmaterials	Zugehörige Boden-Mischprobe	Maßgebende(r) Parameter für die Zuordnung	Zuordnungswert nach LAGA	Abfallschlüssel nach AVV
Boden und Steine aus dem Teilabschnitt Achse 60 - Achse 80 (DREWAG-Gelände) aus ca. 0,00 m - ca. 5,00 m Tiefe	BP3 MP	PAK im Feststoff	> Z 2 (DK I)	17 05 04 <sup>1)</sup>
Boden und Steine aus dem Teilabschnitt Achse 90 - Achse 120 (DB AG-Gelände) aus ca. 0,00 m - ca. 5,00 m Tiefe	BP4 MP	Arsen im Eluat	Z 2	17 05 04
Boden und Steine aus dem Teilabschnitt Damm oberhalb Achse 130 bis Achse 160 aus ca. 0,00 m - ca. 10,00 m Tiefe	BP5 MP	Sulfat im Eluat	Z 2	17 05 04
Boden und Steine aus dem Teilabschnitt Achse 130 - Achse 160 aus ca. 10,00 m - ca. 14,00 m Tiefe	BP6 MP	Arsen im Feststoff	Z 1.1	17 05 04
Boden und Steine aus dem Teilabschnitt Achse 170 - Achse 180 (Widerlager Zwickauer Straße) aus ca. 0,00 m - ca. 5,00 m Tiefe	BP7 BP	Arsen im Feststoff	Z 1.1	17 05 04
Boden und Steine aus dem Teilabschnitt ALVF der brückenfernen Fernwärmetrasse aus 1,20 m - 9,80 m Tiefe	BP8 MP	PAK im Feststoff	Z 2	17 05 04
Boden und Steine aus dem Teilabschnitt übrige brückenferne Fernwärmetrasse aus ca. 1,50 m - ca. 9,10 m Tiefe	BP9 MP	Arsen im Feststoff	Z 1.1	17 05 04
Boden und Steine aus dem Teilabschnitt Pläner der brückennahen Fernwärmetrasse aus ca. 10,00 m - ca. 20,00 m Tiefe	BP10 MP	Sulfat im Eluat	Z 2	17 05 04

- <sup>1)</sup> Obwohl der Z-2-Wert überschritten wurde, handelt es sich um einen **nicht gefährlichen Abfall**. Der für die Einschätzung > Z 2 maßgebende Parameter PAK im Feststoff beträgt 64,62 mg/kg und der Benzo(a)pyren-Gehalt beträgt 3,7 mg/kg. Zur Einordnung als **gefährlicher Abfall** müssen gemäß [U21] PAK-Gehalte von 1.000 mg/kg bzw. Benzo(a)pyren-Gehalte von 50 mg/kg überschritten werden. Da diese Grenzwerte nicht überschritten sind, ist eine Zuordnung als **nicht gefährlicher Abfall (AVV 17 05 04)** zulässig.

In der Tabelle 22 sind nur die für die Deklaration nach LAGA maßgebenden Parameter aufgeführt. Über diese hinausgehende andere Parameter, welche die Z-0-Konzentrationen überschreiten, sind in der **Anlage 11.1** aufgelistet und dort entsprechend ihrer Auswirkung auf eine Zuordnung farblich gekennzeichnet. In der **Anlage 11.2** sind die Analysenparameter den Grenzwerten gemäß DepV in gleicher Weise gegenübergestellt.

In der **Anlage 12** sind in einem Lageplan die Einbauklassen und die zu den gewählten Homogenbereichen zugehörigen Zuordnungswerte noch einmal grafisch dargestellt.

Die erhöhten Arsengehalte sind vermutlich durch die natürliche Hintergrundbelastung der quartären Sedimente der Weißeritz verursacht.

Die erhöhten PAK-Gehalte sind hingegen mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit auf anthropogenen Einflüsse während der industriellen Nutzung des Geländes zurückzuführen.

## 6 Entsorgungskonzept

Als vereinfachtes Entsorgungskonzept gilt die nachfolgende Tabelle 23.

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

Tabelle 23 Zuordnung der Abfallschlüssel, der Einteilung der Abfälle und der Nachweisverfahren.

Herkunft der Abfälle	Zugehörige Mischprobe	Zuordnung nach LAGA bzw. DepV	Abfallart	Abfallschlüssel nach AVV	Einteilung des Abfalls	Nachweisverfahren für Erzeuger
Boden und Steine aus dem Teilabschnitt Achse 10 (Widerlager Fabrikstraße) aus ca. 0,00 m - 8,00 m Tiefe	BP1 MP	Z 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 dem Teilabschnitt Achse 20 - Achse 50 (DREWAG-Gelände) aus ca. 0,05 m - ca. 5,00 m Tiefe	BP2 MP	Z 1.2				
Boden und Steine aus dem Teilabschnitt Achse 60 - Achse 80 (DREWAG-Gelände) aus ca. 0,00 m - ca. 5,00 m Tiefe	BP3 MP	> Z 2 (DK I)				



Stadtbahn 2020, TA 1.2, Verkehrszug Nossener Brücke - Nürnberger Straße, Bereich B,  
Brückenkonstruktion zwischen Widerlager Ost Zwickauer Straße und Widerlager West Fabrikstraße in Dresden

Herkunft der Abfälle	Zugehörige Mischprobe	Zuordnung nach LAGA bzw. DepV	Abfallart	Abfall-schlüssel nach AVV	Einteilung des Abfalls	Nachweis-verfahren für Erzeuger
Boden und Steine aus dem Teilabschnitt Achse 90 - Achse 120 (DB AG Gelände) aus ca. 0,00 m - ca. 5,00 m Tiefe	BP4 MP	Z 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 Verbleibs-erklärung, Liefer- oder Wiegescheine)
Boden und Steine aus dem Teilabschnitt Damm oberhalb Achse 130 - Achse 160 aus ca. 0,00 m - ca. 10,00 m Tiefe	BP5 MP	Z 2				
Boden und Steine aus dem Teilabschnitt Achse 130 - Achse 160 aus ca. 10,00 m - ca. 14,00 m Tiefe	BP6 MP	Z 1.1				
Boden und Steine aus dem Teilabschnitt Achse 170 - Achse 180 (Widerlager Zwickauer Straße) aus ca. 0,00 m - ca. 5,00 m Tiefe	BP7 MP	Z 1.1				
Boden und Steine aus dem Teilabschnitt ALVF der brückenfernen Fernwärmetrasse aus 1,20 m - 9,80 m Tiefe	BP8 MP	Z 2				
Boden und Steine aus dem Teilabschnitt übrige brückenferne Fernwärmetrasse aus ca. 1,50 m - ca. 9,10 m Tiefe	BP9 MP	Z 1.1				
Boden und Steine aus dem Teilabschnitt Pläner der brückennahen Fernwärmetrasse aus ca. 10,00 m - ca. 20,00 m Tiefe	BP10 MP	Z 2				

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 [U23] 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.

Die Materialien mit der Einschätzung als DK I sind auf einer nach der DepV zugelassenen Deponie zu entsorgen.

## 7 Zusammenfassung

Die Dresdner Verkehrsbetriebe AG (DVB AG) beabsichtigt im Zusammenhang mit dem Bauvorhaben Stadtbahn 2020, eine die Ortsteile Löbtau, Südvorstadt und Strehlen verbindende Straßenbahntrasse zu bauen. Dieses Bauvorhaben ist in 4 Teilabschnitte untergliedert, wobei der Teilabschnitt TA 1.2 den Verkehrszug Nossener Brücke – Nürnberger Straße umfasst. Für den innerhalb des TA 1.2 befindlichen Unterabschnitt Bereich B Nossener Brücke zwischen Widerlager Ost Zwickauer Straße und Widerlager West Fabrikstraße wurde der vorliegende geotechnische Bericht mit abfallrelevanten Untersuchungen gefertigt.

Zur Beurteilung des Baugrundes und zur Probenahme für die abfallrelevanten Untersuchungen wurden 10 tiefe Altaufschlüsse ausgewertet und wurden zwischen April und Juni 2014 insgesamt 32 Kernbohrungen (KB) und 23 Kleinrammbohrungen (KRB) sowie an jeder dieser 55 Bohrstellen schwere Rammsondierungen (DPH) ausgeführt.

Im Labor erfolgten 32 bodenmechanische Untersuchungen an Lockergesteinsproben und 3 Untersuchungen an Festgesteinsproben. Zusätzlich wurden an Boden- und Grundwasserproben die Betonaggressivität und die Stahlkorrosivität untersucht und bewertet.

Die Gelände- und die Baugrundverhältnisse sind entlang des etwa 500 m langen Untersuchungsgebietes relativ homogen. So liegt das gesamte Baufeld auf dem Talboden der Vereinigten Weißeritz, die hier bereits den Talboden der Dresdner Elbtalweitung erreicht hat und deshalb ein über die Baufeldgrenzen hinausgehendes Delta bildet.

In der Achse der künftigen Brücke befindet sich ein aus 4 Einzelbrücken und kurzen Dammzwischenstücken bestehender Brückenzug, der bereits den Namen Nossener Brücke trägt. Die unter der Brücke weitgehend ebene und mit unterquerenden Gleisanlagen sowie Straßen gestaltete ursprüngliche Geländeoberfläche liegt bei etwa 120,9 m NHN.

Die obersten 1,0 bis 3,1 Meter sind aus diversen, zumeist kiesigen Auffüllungen gestaltet. Mit den Auffüllungen wurde die ursprüngliche, bis zu 3 m mächtige Decke aus Auelehmen weitgehend ausgetauscht, so dass von diesen nur noch Restschichten verblieben sind.

Spätestens ab 4 m Tiefe folgt unter den Auffüllungen und Auelehmen der die Baugrundverhältnisse prägende Weißeritzschotter. Dieser besteht aus in eine dünne Schluffkruste eingebetteten Wildbachkiesen und -geröllen, die Korngrößen von bis zu 1 m aufweisen können. Die Weißeritzschotter sind dicht gepackt, sehr schwer bohrbar und sehr hoch tragfähig.

Die zwischen 4,5 m und 10 m mächtigen Weißeritzschotter werden von kreidezeitlichen Plänerzersätzen und Plänermergeln von mehreren Dutzend Metern Dicke unterlagert.

Zum erleichterten Verständnis der Schichtungen und des Schichtenverlaufes wurden 3 brückenparallele geologische Längsschnitte entwickelt und wurde zur Darstellung des Höhenverlaufes der geotechnisch wichtigen Grenzfläche zwischen dem Weißeritzschotter und dem Plänerzersatz ein Geländemodell mit der Pläneroberkante erstellt.

Der Geotechnische Bericht enthält Empfehlungen zur Gründung der neuen Nossener Brücke sowie für die Durchörterung des DB AG-Geländes mit einem Medienkanal DN 3.000 für eine Fernwärmeleitung.

Stadtbahn 2020, TA 1.2, Verkehrszug Nossener Brücke - Nürnberger Straße, Bereich B,  
Brückenkonstruktion zwischen Widerlager Ost Zwickauer Straße und Widerlager West Fabrikstraße in Dresden

GEPRO empfiehlt, die Widerlager und Pfeiler der neuen Nossener Brücke und auch einer eventuell zu bauenden Rohrbrücke durchweg flach in den Weißeritzschottern zu gründen. Sollte die Fernwärmeleitung mit einer Durchörterung unter den Gleisen der DB AG erfolgen, wird empfohlen, diese so tief zu legen, dass ihr Vortrieb unterhalb des Weißeritzschotterns im Plänerzersatz und Pläner erfolgt.

Die Deklaration der geplanten Boden-Aushubmassen wurde gemäß dem Mindestuntersuchungsprogramm für Böden bei unspezifischem Verdacht nach LAGA sowie bei Überschreitung der Z-2-Werte nach der DepV durchgeführt.

Die hierbei analysierten Schadstoffkonzentrationen führten zur Einschätzung als Z-1.1- bis Z-2-Materialien bzw. zur Deponieklasse DK I.

Diese Zuordnungen sind überwiegend auf erhöhte Arsen- und Sulfatgehalte im Eluat sowie auf erhöhte PAK-Gehalte im Feststoff zurückzuführen.

Die erhöhten Arsengehalte werden vermutlich durch die natürliche Hintergrundbelastung der quartären Weißeritzsedimente verursacht. Die erhöhten PAK-Gehalte fanden sich in einer bereits zuvor bekannten Altlastverdachtsfläche auf dem DREWAG-Gelände und dürften auf anthropogene Ursachen bei der industriellen Nutzung des Geländes zurückzuführen sein.

Für alle voraussichtlich als Abfälle zu entsorgenden Materialien erfolgten eine Zuordnung der Abfallschlüssel sowie eine Abfalleinteilung mit Benennung der Nachweisverfahren.

Dresden, den 24.10.2014



Dipl.-Ing. Steffen Müller  
Geschäftsführer

i.A.

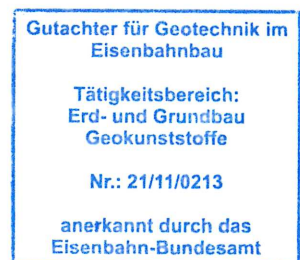


Dipl.-Ing. Hans-Martin Schulze  
Projektingenieur

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

nach § 18 BBodSchG anerkannter  
Sachverständiger

vom Eisenbahn-Bundesamt anerkannter Gutachter  
für Baumaßnahmen im Eisenbahnbau  
im Sachgebiet Geotechnik für die Tätigkeitsabschnitte  
Erd- und Grundbau, Spezialtiefbau und Geokunststoffe.



**Verteiler**

- DVB AG
- GEPRO

3 x Original, 1 digital,  
1 x Original, 1 digital.

