

Stadtverwaltung Limbach-Oberfrohna
Rathausplatz 1
09212 Limbach-Oberfrohna

Chemnitz, 11. Mai 2022

Ergänzter Ergebnisbericht Baugrund- und Abfalluntersuchung

Reg.-Nr. / Proj.-Nr.	09212 – 99	31593 / 39042
Bauherr	 <p>Stadtverwaltung Limbach-Oberfrohna Rathausplatz 1 09212 Limbach-Oberfrohna</p>	
Vorhaben	Limbach-Oberfrohna OT Kändler, Ringstraße Ersatzneubau BW 4/4 und Rückbau BW 4/6	

Untersuchungsstufe : Hauptuntersuchung
 Geotechnische Kategorie : vor der Erkundung GK 2
 nach der Erkundung GK 2
 Bearbeiter : Dipl.-Ing. J. Weinhold
 Tel.: 0371 53012-14 / E-Mail: weinhold@eckert-chemnitz.de
 Inhalt : 42 Seiten Text
 5 Anlagen mit 77 Blatt


 ppa. Dipl.-Ing. J. Weinhold
 ö.b.u.v. Sachverständiger (IK Sachsen)
 für Baugrunduntersuchungen und Gründungen



Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Anlageverzeichnis	3
Verzeichnis der verwendeten Unterlagen	3
1 Vorbemerkungen	5
2 Feststellungen	8
2.1 Standort	8
2.2 Baugrundverhältnisse	8
2.2.1 Regionalgeologie und allg. Baugrundverhältnisse	8
2.2.2 Erkundungsergebnisse	8
2.2.3 Verdichtungsmessungen	11
2.2.4 Hydrogeologie	12
2.3 Laborergebnisse	12
2.3.1 Bodenmechanik	12
2.3.2 Abfall	13
2.3.3 Wasseranalyse	25
2.4 Besonderheiten	27
2.5 Einschätzung der Untersuchungsergebnisse hinsichtlich der Aufgabenstellung	28
3 Schlussfolgerungen	29
3.1 Allgemeine Einschätzung	29
3.1.1 Gründungsempfehlung Bw 4/4	29
3.1.2 Ausbau Verkehrsfläche	31
3.2 Bemessungskennwerte, Frostempfindlichkeitsklassen, Bodengruppen	34
3.2.1 Allgemeine Bodenkennwerte	34
3.2.2 Bettungsmodul	34
3.2.3 Sohlwiderstand / Setzungen	35
3.2.1 Kennwerte für Spundbohlen	35
3.3 Homogenbereiche (VOB/C 2019)	36
3.4 Wasserhaltung	37
3.5 Böschungen	38
3.6 Wiederverwendbarkeit der Abbruch- und Aushubmassen	39
3.6.1 Abfallrechtliche Belange	39
3.6.2 Bodenmechanische Eignung	41
4 Abschließende Bemerkungen	42

Anlageverzeichnis

1.1		Lageplan mit Aufschlussansatzpunkten	Maßstab 1 :	250
1.2		Ideal. Ingenieurgeologischer Schnitt	Maßstab 1 :	200 / 50
2.1.1 bis 2.1.8		Schichtenprofile Aufbruch / Rammkernsondierungen (A/RKS – RKS)	Maßstab 1 :	50
2.1.1 und 2.1.2		Schichtenprofile Aufbruch (A)	Maßstab 1 :	10
2.3.1 bis 2.3.4		Schichtenprofile Diamantkernbohrungen (DKB)	Maßstab 1 :	10
2.4.1 und 2.4.2		Rammprofile Schwere Rammsondierung (DPH)	Maßstab 1 :	100
3.1	4 Blatt	bodenmechanische Untersuchungen Korngrößenverteilung nach DIN 18123 einschließlich natürlicher Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1		
3.2	23 Blatt	abfallchemische Untersuchungen - Asphalt nach RuVA-StB 01 - Auffüllungen und natürlich gewachsene Böden nach LAGA TR Boden, Tab. II.1.2-1 - Auffüllungen mit > 10 % Fremdbestandteilen und Bauwerksbestand nach LAGA TR Bauschutt, Tab. II.1.4-5 + II.1.4-6		
3.3	6 Blatt	chemische Analysen des Bach- und Grundwassers - Wasseranalysen nach DIN 4030 und DIN 50929		
4	7 Blatt	Protokoll Verdichtungsprüfungen mit dynamischer Fallplatte		
5	19 Blatt	Fotodokumentation		

Verzeichnis der verwendeten Unterlagen

- / 1 / Ingenieurbüro Schulze & Rank Ingenieurgesellschaft mbH
Aufgabenstellung und Aufforderung zur Angebotsabgabe, 09.11.2021
- / 2 / Ingenieurbüro ECKERT GmbH
Vertragsangebot Nr.: 31593 / 39042, 22.11.2021
- / 3 / Stadtverwaltung Limbach-Oberfrohna
Auftrag, 08.12.2021
- / 4 / Öffentliche Versorgungsträger, 10. – 14.12.2021
Leitungsbestandspläne / Erlaubnisscheine für Erdarbeiten bzw. Aufgrabungen
- / 5 / Ingenieurbüro ECKERT GmbH, 22. – 29.03.2022
Mess- und Erkundungsarbeiten vor Ort
- / 6 / Berghof Analytik + Umweltengineering GmbH & Co KG
Eurofins Umwelt Ost GmbH, NL Chemnitz, 24.03. – 14.04.2022
 - Grund- und Oberflächenwasser nach DIN 4030 und DIN 50929
 - Asphalt nach RuVA-StB 01
 - Auffüllungen, natürlich gewachsenen Böden nach LAGA TR Boden, Tab. II.1.2-1
 - Auffüllungen mit > 10 % Fremdbestandteilen, Bauwerksbestand nach LAGA TR Bauschutt, Tab. II.1.4-5 und II 1.4-6

- / 7 / Ingenieurbüro ECKERT GmbH, 04. – 14.04.2022
 - Korngrößenverteilung nach DIN 18123, einschl. Bestimmung der nat. Wassergehalte nach DIN EN ISO 17892 – 1

- / 8 / Ingenieurbüro Schulze & Rank Ingenieurgesellschaft mbH
Lage- und Höhenplan (dwg-/pdf-Format), 24.02.2022 Maßstab 1 : 250

- / 9 / Geologische Specialkarte des Königreichs Sachsen
Blatt 95 / Hohenstein-Limbach / 1901 Maßstab 1 : 25.000

- / 10 / Landesvermessungsamt Sachsen \ Topographische Karte
Blatt 5142 / Hohenstein-Ernstthal / 2001 Maßstab 1 : 25.000

- / 11 / Sächsisches Oberbergamt, interaktive Karte, Abruf 14.04.2022
 - Sächsische Hohlraumkarte

- / 12 / LfULG Sachsen, interaktive Karten, Abruf 14.04.2022
 - Schutzgebiete in Sachsen
 - FFH und SPA-Gebiete in Sachsen
 - Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiete in Sachsen
 - Grundwassermessstellen in Sachsen

- / 13 / Helmholtz-Zentrum Potsdam / Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ
 - interaktive Karte mit Zuordnung von Orten zu Erdbebenzonen, 14.04.2022

- / 14 / Bundesbodenschutzgesetz; 17.03.1998 / Bundesbodenschutzverordnung; 12.07.1999

- / 15 / Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA), 06.11.1997 / 06.11.2004

- / 16 / Verordnung zur Umsetzung des Europäischen Abfallverzeichnis
(Abfallverzeichnis-Verordnung - AVV); 10.12.2002

- / 17 / Verordnung über Deponien und Langzeitlager (DepV), 27.04.2009

- / 18 / Sächsisches Umweltministerium (SMUL)
Vorläufige Hinweise zum Einsatz von Baustoffrecyclingmaterial, 09.01.2020

- / 19 / bodenmechanische Analogiekennwerte und weitere Unterlagen büroeigenes Archiv,
DIN, sonstige Regelwerke, Fachliteratur, öffentlich zugängige Medien usw.

1 Vorbemerkungen

Aufgabenstellung / Baumaßnahme

Im Zuge einer Brückenbegutachtung wurde die Brücke Bw 4/4 aufgrund unzureichender Tragfähigkeit für den öffentlichen Verkehr gesperrt und muss daher erneuert werden. Die Brücke Bw 4/6 dient gegenwärtig als alternative Zuwegung zum Gebäude Ringstraße Nr. 10, welche im Rahmen der Erneuerung des Bw 4/4 zurückzubauen ist.

In Vorbereitung der weiteren Planung waren Baugrunduntersuchungen an den im Untergrund anstehenden Bodenschichten, einschließlich Abfalluntersuchungen am Straßenoberbau, den anstehenden Böden und der Bauwerkssubstanz auszuführen.

Die geotechnische Berichterstattung soll folgende maßgebende Inhalte und Angaben enthalten.

- Auswertung der Aufschlussergebnisse (DIN EN ISO 14688 / DIN EN ISO 14689)
- Dokumentation der Aufschlüsse (DIN 4023)
- zeichnerische Darstellung in einem ingenieurgeologischen Schnitt mit Baugrundmodell
- Gründungsempfehlung
- Klassifikation Baugrundsichten (DIN 18196 / DIN 18300)
- Angabe maßgebender geotechnischer Bemessungskennwerte
- Hinweise zu Erd- und Tiefbauarbeiten (Wasserhaltung, Böschungen, etc.)
- Eignung der Aushubmassen als Baustoff

Gemäß der Aufgabenstellung und den regionalen Erfahrungen wurde durch den Unterzeichner nachfolgend genannter Untersuchungsaufwand kalkuliert.

Bauwerk Bw 4/4:

- 2 Rotationskernbohrungen (KB), Teufe 10,00 m
- 2 Kleinbohrungen (RKS), Teufe 10,00 m oder Ende Rammfähigkeit
- 2 Kleinbohrungen (DPH), Teufe 10,00 m oder $N_{10} \geq 90$ Schläge
- 1 Bohrung Bauwerk (DKB horizontal Flügelwand), Teufe 1,00 m
- 1 Bohrung Bauwerk (DKB vertikal Platte), Teufe 0,50 m
- 2 Aufbrüche (DKB/A), Teufe ca. 0,70 m bzw. Tiefe vorh. Planum – Tragfähigkeiten
- 4 Prüfungen Tragfähigkeit, je 2 x auf OK ungeb. TS + Planum – Tragfähigkeiten

Bauwerk Bw 4/6:

- 2 Aufbrüche (DKB/A), Teufe $\geq 0,80$ m bzw. \Rightarrow max. 0,70 m
- 1 Bohrung Bauwerk (DKB vertikal Platte), Teufe 0,50 m
- 1 Bohrung Bauwerk (DKB horizontal Wiederlager), Teufe 1,00 m

Feldweg (Baustraße) zwischen den Bauwerken Bw 4/4 und Bw 4/6:

- 2 Aufbrüche (DKB/A), Teufe ca. 0,70 m bzw. Tiefe vorh. Planum
- 2 Kleinbohrungen (RKS), Teufe 3,00 m oder Ende Rammfähigkeit
- 4 Prüfungen Tragfähigkeit, je 2 x auf OK ungeb. TS + Planum - Tragfähigkeiten

Weiter waren folgende Laboranalysen zu kalkulieren.

- 2 Stück Wasseranalysen (Grund- und Bachwasser) nach DIN 4030 + DIN 50929
- 1 Stück Untersuchung Ausbauasphalt / Brückendichtung nach RuVA-StB 01/05
- 4 Stück Untersuchung nach LAGA TR Boden, Tab. II.1.2-1
- 2 Stück Untersuchung nach LAGA TR Bauschutt, Tab. II.1.4-5 + 1.4-6
- 1 Stück weiterführende Untersuchung nach DepV wenn > Z2
- 8 Stück Bestimmung Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1
- 4 Stück Bestimmung der Kornverteilung nach DIN EN ISO 17892-4
- 2 Stück Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze nach DIN EN ISO 17892-12
- 1 Stück Bestimmung der einaxialen Druckfestigkeit im Festgestein
- 1 Stück Bestimmung Quarzgehaltes im Festgestein
- 1 Stück Bestimmungen Abrasivität von Festgestein

Durchgeführte Untersuchungen

Nach Beauftragung durch den Bauherrn und Vorlage aller Unterlagen (⇒ /4/ + /8/) wurden vom 22.03. bis 29.03.2022 die Mess- und Erkundungsarbeiten vor Ort durch die Ingenieurbüro Eckert GmbH mit folgendem Umfang ausgeführt.

Bauwerk Bw 4/4:

- 4 Kleinbohrungen (RKS), Teufe 7,20 – 9,90 m (Ende Rammfähigkeit)
- 2 Kleinbohrungen (DPH), Teufe 10,10 – 11,00 m ($N_{10} \geq 90$ Schläge)
- 1 Bohrung Bauwerk (DKB horizontal Flügelwand), Teufe 0,85 m
- 1 Bohrung Bauwerk (DKB vertikal Platte), Teufe 0,39 m
- 2 Aufbrüche (A), Teufe ca. 0,38 – 0,60 m
- 2 Prüfungen Tragfähigkeit auf OK ungeb. TS + Planum
- Einmessen aller Aufschlusspunkte nach Lage und Höhe

Bauwerk Bw 4/6:

- 2 Aufbrüche (A), Teufe 0,70 m
- 2 Prüfungen Tragfähigkeit auf OK ungeb. TS + Planum
- 1 Bohrung Bauwerk (DKB vertikal Platte), Teufe 0,27 m
- 1 Bohrung Bauwerk (DKB horizontal Wiederlager), Teufe 1,76 m
- Einmessen aller Aufschlusspunkte nach Lage und Höhe

Feldweg (Baustraße) zwischen den Bauwerken Bw 4/4 und Bw 4/6:

- 2 Aufbrüche (DKB/A), Teufe ca. 0,70 m bzw. Tiefe vorh. Planum
- 2 Kleinbohrungen (RKS), Teufe 3,20 – 4,23 m
- 4 Prüfungen Tragfähigkeit, je 2 x auf OK ungeb. TS + Planum
- Einmessen aller Aufschlusspunkte nach Lage und Höhe

Alle Aufschlüsse wurden vor Ort mittels Feldansprache nach geologischen, bodenmechanischen und bautechnischen Kriterien aufgenommen, sowie in Schichtenverzeichnissen dokumentiert.

Weiter erfolgte vor Ort das GPS-gestützte Einmessen der Aufschlussansatzpunkte nach Lage und Höhe mit folgenden Ergebnissen.

Aufschluss		Ostwert	Nordwert	Höhe DHHN 92 (gemessen)	Höhe DHHN2016 (berechnet)
1	RKS	33345363,567	5636415,007	356,727	356,753
1	DPH	33345363,738	5636414,191	356,864	356,887
2	RKS	33345362,052	5636404,503	356,928	356,951
2	DPH	33345361,426	5636404,492	356,791	356,814
3	A/RKS	33345361,429	5636418,358	356,583	356,606
4	RKS	33345360,828	5636413,008	356,914	356,937
5	RKS	33345364,931	5636405,900	356,909	356,932
6	A	33345363,602	5636400,896	356,789	356,812
7	A/RKS	33345379,029	5636404,197	356,209	356,232
8	A/RKS	33345446,812	5636438,944	356,475	356,498
9	A	33345444,841	5636449,175	356,705	356,728
10	A/RKS	33345438,639	5636462,360	356,574	356,597

Die genaue Lage der Aufschlussansatzpunkte kann dem Lageplan (⇒ Anlage 1.1) entnommen werden.

Den Aufschlüssen wurden, getrennt nach den einzelnen Schichten, zahlreiche Einzelproben der anstehenden Böden und des Grundwassers entnommen. Nach nochmaliger Bemusterung im büroeigenen Labor erfolgte, unter Beachtung der Erkundungsergebnisse, das Zusammenstellen folgender repräsentativer Proben:

Berghof Analytik + Umweltengineering GmbH / Eurofins Umwelt Ost GmbH, NL Chemnitz

- 2 Stück Wasseranalysen nach DIN 4030 + DIN 50929
- 2 Stück Untersuchung Asphalt nach RuVA-StB 01
- 5 Stück Untersuchung Auffüllungen und natürlich gewachsene Böden nach LAGA TR Boden, Tab. II.1.2-1
- 5 Stück Untersuchung Auffüllungen mit > 10 % Fremdbestandteilen und Bauwerke nach LAGA TR Bauschutt, Tab. II.1.4-5 + 1.4-6

Ingenieurbüro Eckert GmbH

- 6 Stück Bestimmung der Kornverteilung nach DIN EN ISO 17892-4, einschl. Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

2 Feststellungen

2.1 Standort

Die Baumaßnahme befindet sich an der Ringstraße in Kändler, an der östlichen Peripherie von Limbach-Oberfrohna.

Morphologisch ist das Baufeld als breite und flache Talauie des Pleißenbaches zu bezeichnen.

Geländebeschaffenheit	:	Talauie des Pleißenbaches
Geländennutzung	:	öffentliche Verkehrsfläche / Wiese – Grünfläche
Geländehöhe	:	ca. 354 ... 357 m DHHN2016

2.2 Baugrundverhältnisse

2.2.1 Regionalgeologie und allg. Baugrundverhältnisse

Regionalgeologisch liegt der Standort im Sächsischen Granulitgebirge, an der Grenze zum südwestlich anschließenden Schiefermantel.

Der tiefere Untergrund wird von Granulit gebildet. Infolge von Verwitterungserscheinungen steht der Felshorizont oberflächennah zersetzt bis vollständig verwittert an. Erst in größerer Tiefe (> 10 m) ist der Übergang zum stark bis schwach verwitterten, bzw. frischen Felshorizont zu erwarten.

Der Felshorizont wird anhand der vorliegenden Erkundungsergebnisse bzw. den regionalen Erfahrungen des Unterzeichners von unterschiedlich mächtigen, horizontal und vertikal absetzig anstehenden pleistozänen bis holozänen Sedimenten, wie Auelehm und Bachschotter, lokal auch Schwemmsand, überlagert.

Mit Hilfe der vertraglich vereinbarten Aufschlüsse konnte der zersetzte bis vollständig verwitterte Felshorizont aufgeschlossen werden, während der Übergang zum stark bis mäßig verwitterten Fels noch nicht erreicht wurde.

Die natürlich gewachsenen Bodenschichten werden zuoberst durch unterschiedlich mächtige, in der Zusammensetzung schwankende anthropogene Auffüllungen (Bauwerkshinterfüllungen, Dammschüttungen, Leitungsgrabenverfüllungen, etc.) überlagert und zuoberst durch die Konstruktionsschichten des Straßenoberbaus abgedeckt.

Außerhalb der Verkehrsfläche werden die Bodenschichten durch einen meist geringmächtigen Mutterboden abgedeckt.

2.2.2 Erkundungsergebnisse

In den Aufschlüssen wurden nachfolgend genauer beschriebene Bodenschichten erkundet.

Mutterboden

Bodengruppe:	OH nach DIN 18196
Mächtigkeit (erkundet):	0,05 m

Verkehrsfläche Bw 4/4

0,00 m	-	0,07 ... 0,08 m	Asphalt
0,07 ... 0,08 m	-	0,25 ... 0,60 m	ungebundene Tragschicht (Mineralgemisch mit Bodenaushub und Bauschutt) mitteldicht bis dicht gelagert erhöht bis nicht wasserempfindlich Bodengruppe A / [GW] – [GI] nach DIN 18196
<hr/>			
		0,25 ... 0,60 m	Oberbau

Verkehrsfläche Bw 4/6

0,00 m	-	0,17 m	Asphalt
0,17 m	-	0,50 m	ungebundene Tragschicht (Mineralgemisch mit Bodenaushub und Bauschutt) mitteldicht gelagert gering wasserempfindlich Bodengruppe [GU] nach DIN 18196
<hr/>			
		0,50 m	Oberbau
0,00 m	-	0,20 m	Stahlbeton
0,20 m	-	0,70 m	ungebundene Tragschicht (Mineralgemisch mit Bodenaushub, Bauschutt, Ziegel, Schlacke, Wurzelreste) dicht gelagert gering wasserempfindlich Bodengruppe A nach DIN 18196
<hr/>			
		0,70 m	Oberbau

Verkehrsfläche Verbindungsweg

0,00 m	-	0,30 ... 0,40 m	ungebundene Tragschicht (Mineralgemisch mit Wurzeln) dicht gelagert nicht wasserempfindlich Bodengruppe [GW] nach DIN 18196
<hr/>			
		0,30 ... 0,40 m	Oberbau

Auffüllung

± schluffiger, sandiger, lokal schwach steiniger Kies bis Mittelkies mit schwachen organischen Beimengungen

.....

± schluffiger, kiesiger Sand mit schwachen organischen Beimengungen (regionaltypischen Bodenaushub mit Bauschutt, Wurzeln, Ascheresten, teilweise Bauschutt)

durchschnittlich bis stark wasserempfindlich

Lagerung: locker bis mitteldicht

Konsistenz: steif bis weich (bindige Anteile)

Bodengruppe: A / [GU*] – [SU*] / [GU] nach DIN 18196

Mächtigkeit (erkundet): 0,50 m bis 2,80 m

sandiger, teilweise schwach kiesiger, meist schwach toniger, lokal schwach steiniger Schluff meist mit schwachen organischen Beimengungen

(regionaltypischen Bodenaushub meist mit Wurzeln)

durchschnittlich bis erhöht wasserempfindlich

Konsistenz: steif bis weich

Bodengruppe: [TL] – [UL] nach DIN 18196

Mächtigkeit (erkundet): 0,30 m bis 1,40 m

Auelehm

toniger, schwach sandiger, teilweise schwach feinkiesiger Schluff
durchschnittlich bis erhöht wasserempfindlich

Konsistenz: weich

Bodengruppe: TM – TL nach DIN 18196

Mächtigkeit (erkundet): 0,50 m bis 1,40 m

Schwemmsand

schluffiger Sand

stark wasserempfindlich

Lagerung: mitteldicht

Konsistenz: steif (bindige Anteile)

Bodengruppe: SU* nach DIN 18196

Mächtigkeit (erkundet): 0,05 m

Bachsotter

± sandiger, ± schluffiger, teilweise schwach toniger Kies bis Mittelkies, lokal mit schwachen organischen Beimengungen

stark bis durchschnittlich wasserempfindlich

Lagerung: mitteldicht

Konsistenz: weich (bindige Anteile)

Bodengruppe: GU* – GU nach DIN 18196

Mächtigkeit (erkundet): 0,50 m bis 1,75 m

Fels (Granulit), zersetzt bis vollständig verwittert

± sandiger, ± kiesiger, schwach toniger Schluff

.....

± schluffiger, teilweise schwach toniger Sand
 durchschnittlich bis stark wasserempfindlich

Konsistenz: steif bis weich

Lagerung: mitteldicht bis dicht

Bodengruppe: TL – TM / ST* – SU nach DIN 18196

Mächtigkeit (erkundet): 0,20 m bis 6,90 m

Fels (Granulit), stark bis schwach verwittert

Mit Hilfe der vertraglich vereinbarten Aufschlüsse konnte der Übergang zum stark bis schwach verwitterten Fels noch nicht aufgeschlossen werden. Aus regionalen Erfahrungen liegt dieser Übergang in größeren Teufen (> 10 m).

Weitere Einzelheiten zu Korngrößen, Schichtenaufbau, Konsistenz, Lagerungsdichte usw. sind der Anlage 1.2, den Anlagen 2, sowie der Anlage 3.1 zu entnehmen.

Mit Hilfe der Diamantkernbohrungen (DKB) konnte weder auf den Brückenplatten noch an den Widerlagern bzw. Flügelmauern einer Bauwerksdichtung erkundet werden.

2.2.3 Verdichtungsmessungen

In den Aufbrüchen wurden folgende Tragfähigkeiten ermittelt (⇒ Anlage 4).

Aufschluss	Prüfpunkt	E _{vd} [MN/m ²]	E _{v2} [MPa] ¹⁾
3-A/RKS	ungeb. Tragschicht A / [GU*] – [GU]	13,31	ca. 20
	Planum A / [GU*] – [GU]	26,37	ca. 40
7-A/RKS	ungeb. Tragschicht [GW]	38,68	ca. 70
	Planum TM – TL	9,93	ca. 12
8-A/RKS	ungeb. Tragschicht [GW]	37,96	ca. 70
	Planum A / [GU*]	13,70	ca. 20
10-A/RKS	ungeb. Tragschicht [GU]	24,21	ca. 40

¹⁾ - Die Umrechnung erfolgte in Abhängigkeit der angetroffenen Böden und anhand von Erfahrungswerten zur Korrelation zwischen dynamischen und statischen Verformungsmodul.

2.2.4 Hydrogeologie

Offene Gewässer: Die Baumaßnahme liegt am offenen Gewässer (Pleißebach).

Ein hydrogeologisches Gutachten liegt dem Unterzeichner nicht vor. Zum Zeitpunkt der Erkundungsarbeiten konnte in den Aufschlüssen meist Wasser angeschnitten werden.

Es handelt sich dabei um Talgrundwasser, welches bevorzugt im Bachschotter und Schwemmsand, den sandig-kiesigen Partien des Auelehmes, sowie den Auffüllungen zirkuliert und mit dem Oberflächenwasser des Pleißebaches korrespondiert.

Der Grundwasserspiegel unterliegt jahreszeitlichen und/oder witterungsbedingten Schwankungen, so dass die erkundeten Verhältnisse nur einen temporären Zustand zum Zeitpunkt der Erkundung (Stichtagsmessung) beschreiben und folglich nicht als Bemessungswasserstände angesetzt werden können.

Gemäß der Unterlage /12/ befinden sich im Umfeld der geplanten Baumaßnahme keine behördlichen GW-Beobachtungspegel, so dass zum vorhandenen GW-Leiter keine Maximal- und Minimalwerte bekannt sind.

2.3 Laborergebnisse

Nach Auswertung der Erkundungs- und Messarbeiten wurden durch den Unterzeichner maßgebende Einzel- und Mischproben zusammengestellt und anschließend bodenmechanische, chemische, sowie materialtechnische Laboruntersuchungen durchgeführt. Die Probenbezeichnung kann den Anlagen 2 und die Laborergebnisse den Anlagen 3 entnommen werden. Die erste Ziffer der Probenbezeichnung beschreibt dabei die Aufschlussnummer, während die zweite eine fortlaufende Nummerierung der Proben je Aufschluss darstellt.

2.3.1 Bodenmechanik

Kornverteilung n. DIN EN ISO 17892-4, einschl. nat. Wassergehalt n. DIN EN ISO 17892-1

Proben	Ton [%]	Schluff [%]	Sand [%]	Kies [%]	Steine [%]	W _n [%]	k _f ¹⁾ [m/s]	Bodengruppe DIN 18123
KV 1 (245) – EP: 2/2 (Auffüllung)	3	19	30	48	--	15,7	2 • 10 ⁻⁶	GU*
KV 2 (246) – EP: 1/3 (Auelehm)	15	63	19	3	--	27,3	1 • 10 ⁻⁸	U
KV 3 (247) – EP: 1/4 (Bachschotter)	3	14	35	48	--	10,3	2 • 10 ⁻⁶	GU*
KV 4 (248) – EP: 4/3 (Bachschotter)	3	14	39	44	--	13,0	6 • 10 ⁻⁶	GU*
KV 5 (249) – EP: 1/5 (Fels, zersetzt)	6	51	29	14	--	47,9	8 • 10 ⁻⁹	U
KV 6 (250) – EP: 2/4 (Fels, vollst. verwittert)	9	38	45	8	--	22,0	1 • 10 ⁻⁸	U

1) - k_f – Wert gemittelt nach Hazen, Beyer, Kaubisch, Seiler, USBR, Seelheim, etc.

An dieser Stelle ist darauf hinzuweisen, dass bei aus RKS-Aufschlüssen entnommenen Bodenproben das Probenmaterial nur bis zur Korngröße der Mittelkiese sicher erfasst und ausgebracht werden kann.

Grobkiese sind lediglich mit gewissen Einschränkungen gewinnbar, während Gehalte an Steinen und Blöcken generell unberücksichtigt bleiben. Deren Relevanz (⇒ Pkt. 3.3 – Homogenbereiche) ist nach örtlichen Erfahrungen abzuschätzen.

2.3.2 Abfall

gebundener Straßenoberbau – Asphalt

Zur Bestimmung von möglichen teerhaltigen Inhaltsstoffen innerhalb der vorhandenen Schwarzdecken wurde, getrennt für die beiden Brücken, je eine repräsentative Mischprobe hergestellt und anschließend labortechnisch untersucht.

Die nachfolgende Tabelle vergleicht die Befunde lt. Prüfbericht des analytischen Labors mit den Grenzwerten der Zuordnung in Verwertungsklassen nach RuVA-StB 01 (2005).

Parameter		Dim.	Grenzwerte nach RuVA-StB 01/05		
			A	B	C
Σ EPA PAK		mg/kg	≤ 25	> 25	--
Phenolindex		mg/l	≤ 0,1	≤ 0,1	> 0,1
Probe Nr.:	Proben	Labor-Nr.:	Analytik		Zuordnung zu Verwertungsklassen nach RuVA 01/05
			PAK [mg/kg]	Phenolindex [mg/l]	
BW 4/4 – Asphalt					
SD 1	3/1 + 6/1 + DKB II/1 + DKB II/2	120639/520/01	n.b.	< 0,01	A
BW 4/6 – Asphalt					
SD 2	10/1 + 10/2	120639/520/02	n.b.	< 0,01	A
n.b. – labortechnisch nicht bestimmbar					

ungeb. Tragschichten / Auffüllungen / natürlich gewachsene Böden

Bei dem zu erwartenden Bodenaushub (Auffüllungen und natürlich gewachsene Böden) wurde von einer Verwertung im Rahmen bodenähnlicher Anwendungen ausgegangen und als Prüfprogramm die LAGA TR Boden 11/2004, Parameterumfang Tabelle II.1.2-1 (Mindestuntersuchungsprogramm auf unspezifischen Verdacht) gewählt.

Die nachfolgenden Tabellen vergleichen die Befunde lt. Prüfbericht des analytischen Labors mit den Grenzwerten der Zuordnung in Einbauklassen [Z] nach LAGA TR Boden, Tabellen II.1.2-2 und II.1.2-3 (Boden, Feststoff + Eluat).

Bod 1	BW 4/4 – ungeb. Tragschichten	Labor-Nr.: 120639/520/03
--------------	--------------------------------------	---------------------------------

Einzelproben: 3/2 + 6/2 + 6/3

Laborbefund nach LAGA – TR Boden, Tabelle II.1.2-1	Zuordnungswerte [Z] von Einbauklassen nach LAGA – TR Boden, Tabellen II.1.2-2 + II.1.2-3
---	---

Feststoffprüfungen (TS)						
Parameter	Dim.	Analytik	Z 0 ¹⁾	Z 1	Z 2	
TOC	Ma-%	5,0	0,5 (1,0) ²⁾	1,5	5	
KW-Index, C ₁₀ – C ₄₀	mg/kg	< 50	---	600	2.000	
KW-Index, C ₁₀ – C ₂₂	mg/kg	< 50	100	300	1.000	
EOX	mg/kg	< 0,5	1	3 ³⁾	10	
Arsen	mg/kg	23,8	10	45	150	
Blei	mg/kg	38,2	40	210	700	
Cadmium	mg/kg	0,65	0,4	3	10	
Chrom _{gesamt}	mg/kg	50,9	30	180	600	
Kupfer	mg/kg	38,8	20	120	400	
Nickel	mg/kg	94,4	15	150	500	
Quecksilber	mg/kg	2,28	0,1	1,5	5	
Zink	mg/kg	90,5	60	450	1.500	
Σ EPA PAK	mg/kg	1,83	3	3 [Z 1.1] ⁴⁾	9 [Z 1.2] ⁴⁾	30
Benzo[a]pyren	mg/kg	0,16	0,3	0,9	3	

Eluatprüfungen (EL)						
Parameter	Dim.	Analytik	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
pH-Wert	--	8,70	6,5-9,5	6,5-9,5	6,0-12	5,5-12
el. Leitfähigkeit	µS/cm	128	250	250	1.500	2.000
Chlorid	mg/l	< 5	30	30	50	100
Sulfat	mg/l	13	20	20	50	200
Arsen	µg/l	4,7	14	14	20	60 ⁵⁾
Blei	µg/l	< 2	40	40	80	200
Cadmium	µg/l	< 0,5	1,5	1,5	3	6
Chrom _{gesamt}	µg/l	< 2	12,5	12,5	25	60
Kupfer	µg/l	< 2	20	20	60	100
Nickel	µg/l	< 2	15	15	20	70
Quecksilber	µg/l	< 0,2	< 0,5	< 0,5	1	2
Zink	µg/l	< 10	150	150	200	600

Gesamtbewertung / Einbauklasse	Z 2 nach LAGA – Boden
---------------------------------------	------------------------------

Kommentar: maßgebende Parameter: TOC, Quecksilber in TS

¹⁾ maximale Feststoffgehalte für Boden „Sand“

²⁾ Bei C : N - Verhältnis > 25 beträgt der Zuordnungswert 1 Masse-%

³⁾ bei Überschreitung ist die Ursache zu prüfen

⁴⁾ Bodenmaterial > 3 / ≤ 9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden

⁵⁾ Bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 120 µg/ l

n.b. – labortechnisch nicht bestimmbar

Bod 2	BW 4/6 – ungeb. Tragschichten	Labor-Nr.: 120639/520/04
--------------	--------------------------------------	---------------------------------

Einzelproben: 10/3

**Laborbefund nach
LAGA – TR Boden, Tabelle II.1.2-1**

**Zuordnungswerte [Z] von Einbauklassen nach
LAGA – TR Boden, Tabellen II.1.2-2 + II.1.2-3**

Feststoffprüfungen (TS)						
Parameter	Dim.	Analytik	Z 0 ¹⁾	Z 1	Z 2	
TOC	Ma-%	4,0	0,5 (1,0) ²⁾	1,5	5	
KW-Index, C ₁₀ – C ₄₀	mg/kg	< 50	---	600	2.000	
KW-Index, C ₁₀ – C ₂₂	mg/kg	< 50	100	300	1.000	
EOX	mg/kg	< 0,5	1	3 ³⁾	10	
Arsen	mg/kg	14,6	10	45	150	
Blei	mg/kg	29,8	40	210	700	
Cadmium	mg/kg	0,52	0,4	3	10	
Chrom _{gesamt}	mg/kg	89,2	30	180	600	
Kupfer	mg/kg	42,5	20	120	400	
Nickel	mg/kg	228	15	150	500	
Quecksilber	mg/kg	0,09	0,1	1,5	5	
Zink	mg/kg	99,5	60	450	1.500	
Σ EPA PAK	mg/kg	0,20	3	3 [Z 1.1] ⁴⁾	9 [Z 1.2] ⁴⁾	30
Benzo[a]pyren	mg/kg	< 0,05	0,3	0,9	3	

Eluatprüfungen (EL)						
Parameter	Dim.	Analytik	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
pH-Wert	--	8,19	6,5-9,5	6,5-9,5	6,0-12	5,5-12
el. Leitfähigkeit	µS/cm	56,0	250	250	1.500	2.000
Chlorid	mg/l	< 5	30	30	50	100
Sulfat	mg/l	< 10	20	20	50	200
Arsen	µg/l	6,9	14	14	20	60 ⁵⁾
Blei	µg/l	< 2	40	40	80	200
Cadmium	µg/l	< 0,5	1,5	1,5	3	6
Chrom _{gesamt}	µg/l	< 2	12,5	12,5	25	60
Kupfer	µg/l	2,4	20	20	60	100
Nickel	µg/l	< 2	15	15	20	70
Quecksilber	µg/l	< 0,2	< 0,5	< 0,5	1	2
Zink	µg/l	< 10	150	150	200	600

Gesamtbewertung / Einbauklasse	Z 2 nach LAGA – Boden
---------------------------------------	------------------------------

Kommentar: maßgebende Parameter: TOC, Nickel in TS

¹⁾ maximale Feststoffgehalte für Boden „Sand“

²⁾ Bei C : N - Verhältnis > 25 beträgt der Zuordnungswert 1 Masse-%

³⁾ bei Überschreitung ist die Ursache zu prüfen

⁴⁾ Bodenmaterial > 3 / ≤ 9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden

⁵⁾ Bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 120 µg/ l

n.b. – labortechnisch nicht bestimmbar

Bod 3	Verbindungsweg – ungeb. Tragschichten	Labor-Nr.: 120639/520/05
--------------	--	---------------------------------

Einzelproben: 7/1 + 8/1 + 10/3

**Laborbefund nach
 LAGA – TR Boden, Tabelle II.1.2-1**

**Zuordnungswerte [Z] von Einbauklassen nach
 LAGA – TR Boden, Tabellen II.1.2-2 + II.1.2-3**

Feststoffprüfungen (TS)						
Parameter	Dim.	Analytik	Z 0¹⁾	Z 1	Z 2	
TOC	Ma-%	1,4	0,5 (1,0) ²⁾	1,5	5	
KW-Index, C ₁₀ – C ₄₀	mg/kg	< 50	---	600	2.000	
KW-Index, C ₁₀ – C ₂₂	mg/kg	< 50	100	300	1.000	
EOX	mg/kg	< 0,5	1	3 ³⁾	10	
Arsen	mg/kg	10,2	10	45	150	
Blei	mg/kg	23,0	40	210	700	
Cadmium	mg/kg	0,36	0,4	3	10	
Chrom _{gesamt}	mg/kg	54,9	30	180	600	
Kupfer	mg/kg	30,9	20	120	400	
Nickel	mg/kg	119	15	150	500	
Quecksilber	mg/kg	0,06	0,1	1,5	5	
Zink	mg/kg	83,5	60	450	1.500	
∑ EPA PAK	mg/kg	n.b.	3	3 [Z 1.1] ⁴⁾	9 [Z 1.2] ⁴⁾	30
Benzo[a]pyren	mg/kg	< 0,05	0,3	0,9	3	

Eluatprüfungen (EL)						
Parameter	Dim.	Analytik	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
pH-Wert	--	8,17	6,5-9,5	6,5-9,5	6,0-12	5,5-12
el. Leitfähigkeit	µS/cm	36,6	250	250	1.500	2.000
Chlorid	mg/l	< 5	30	30	50	100
Sulfat	mg/l	< 10	20	20	50	200
Arsen	µg/l	2,2	14	14	20	60 ⁵⁾
Blei	µg/l	< 2	40	40	80	200
Cadmium	µg/l	< 0,5	1,5	1,5	3	6
Chrom _{gesamt}	µg/l	< 2	12,5	12,5	25	60
Kupfer	µg/l	< 2	20	20	60	100
Nickel	µg/l	< 2	15	15	20	70
Quecksilber	µg/l	< 0,2	< 0,5	< 0,5	1	2
Zink	µg/l	< 10	150	150	200	600

Gesamtbewertung / Einbauklasse **Z 1.1 nach LAGA – Boden**

Kommentar: maßgebende Parameter: TOC, Arsen, Chrom_{gesamt}, Kupfer, Nickel, Zink in TS

¹⁾ maximale Feststoffgehalte für Boden „Sand“

²⁾ Bei C : N - Verhältnis > 25 beträgt der Zuordnungswert 1 Masse-%

³⁾ bei Überschreitung ist die Ursache zu prüfen

⁴⁾ Bodenmaterial > 3 / ≤ 9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden

⁵⁾ Bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 120 µg/ l

n.b. – labortechnisch nicht bestimmbar

Bod 4	Auffüllungen	Labor-Nr.: 120639/520/06
--------------	---------------------	---------------------------------

Einzelproben: 1/2 + 2/2 + 4/2 + 5/1 + 5/2 + 7/3 + 8/3 + 10/5

**Laborbefund nach
 LAGA – TR Boden, Tabelle II.1.2-1**

**Zuordnungswerte [Z] von Einbauklassen nach
 LAGA – TR Boden, Tabellen II.1.2-2 + II.1.2-3**

Feststoffprüfungen (TS)						
Parameter	Dim.	Analytik	Z 0 ¹⁾	Z 1		Z 2
TOC	Ma-%	4,2	0,5 (1,0) ²⁾	1,5		5
KW-Index, C ₁₀ – C ₄₀	mg/kg	< 50	---	600		2.000
KW-Index, C ₁₀ – C ₂₂	mg/kg	< 50	100	300		1.000
EOX	mg/kg	< 0,5	1	3 ³⁾		10
Arsen	mg/kg	39,9	15	45		150
Blei	mg/kg	116	60	210		700
Cadmium	mg/kg	1,41	1	3		10
Chrom _{gesamt}	mg/kg	197	60	180		600
Kupfer	mg/kg	53,6	40	120		400
Nickel	mg/kg	359	50	150		500
Quecksilber	mg/kg	1,28	0,5	1,5		5
Zink	mg/kg	221	150	450		1.500
∑ EPA PAK	mg/kg	1,85	3	3 [Z 1.1] ⁴⁾	9 [Z 1.2] ⁴⁾	30
Benzo[a]pyren	mg/kg	0,06	0,3	0,9		3

Eluatprüfungen (EL)						
Parameter	Dim.	Analytik	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
pH-Wert	--	7,62	6,5-9,5	6,5-9,5	6,0-12	5,5-12
el. Leitfähigkeit	µS/cm	96,5	250	250	1.500	2.000
Chlorid	mg/l	< 5	30	30	50	100
Sulfat	mg/l	< 10	20	20	50	200
Arsen	µg/l	< 2	14	14	20	60 ⁵⁾
Blei	µg/l	< 2	40	40	80	200
Cadmium	µg/l	< 0,5	1,5	1,5	3	6
Chrom _{gesamt}	µg/l	< 2	12,5	12,5	25	60
Kupfer	µg/l	2,7	20	20	60	100
Nickel	µg/l	< 2	15	15	20	70
Quecksilber	µg/l	< 0,2	< 0,5	< 0,5	1	2
Zink	µg/l	< 10	150	150	200	600

Gesamtbewertung / Einbauklasse **Z 2 nach LAGA – Boden**

Kommentar: maßgebende Parameter: TOC, Chrom_{gesamt}, Nickel in TS

¹⁾ maximale Feststoffgehalte für Boden „Lehm / Schluff“

²⁾ Bei C : N - Verhältnis > 25 beträgt der Zuordnungswert 1 Masse-%

³⁾ bei Überschreitung ist die Ursache zu prüfen

⁴⁾ Bodenmaterial > 3 / ≤ 9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden

⁵⁾ Bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 120 µg/l

n.b. – labortechnisch nicht bestimmbar

Bod 5	natürlich gewachsene Böden	Labor-Nr.: 120639/520/07
--------------	-----------------------------------	---------------------------------

Einzelproben: 1/3 + 1/4 + 1/5 + 2/3 + 2/4 + 3/3 + 3/4 + 4/3 + 4/4 + 5/3 + 5/4 + 6/4 + 7/4 + 7/5 + 7/6 + 8/4 + 10/6 + 10/7

Laborbefund nach LAGA – TR Boden, Tabelle II.1.2-1 **Zuordnungswerte [Z] von Einbauklassen nach LAGA – TR Boden, Tabellen II.1.2-2 + II.1.2-3**

Feststoffprüfungen (TS)						
Parameter	Dim.	Analytik	Z 0 ¹⁾	Z 1		Z 2
TOC	Ma-%	0,78	0,5 (1,0) ²⁾	1,5		5
KW-Index, C ₁₀ – C ₄₀	mg/kg	< 50	---	600		2.000
KW-Index, C ₁₀ – C ₂₂	mg/kg	< 50	100	300		1.000
EOX	mg/kg	< 0,5	1	3 ³⁾		10
Arsen	mg/kg	7,9	15	45		150
Blei	mg/kg	22,2	60	210		700
Cadmium	mg/kg	0,35	1	3		10
Chrom _{gesamt}	mg/kg	129	60	180		600
Kupfer	mg/kg	16,6	40	120		400
Nickel	mg/kg	211	50	150		500
Quecksilber	mg/kg	0,08	0,5	1,5		5
Zink	mg/kg	75,9	150	450		1.500
Σ EPA PAK	mg/kg	n.b.	3	3 [Z 1.1] ⁴⁾	9 [Z 1.2] ⁴⁾	30
Benzo[a]pyren	mg/kg	< 0,05	0,3	0,9		3

Eluatprüfungen (EL)						
Parameter	Dim.	Analytik	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
pH-Wert	--	7,25	6,5-9,5	6,5-9,5	6,0-12	5,5-12
el. Leitfähigkeit	µS/cm	29,6	250	250	1.500	2.000
Chlorid	mg/l	< 5	30	30	50	100
Sulfat	mg/l	< 10	20	20	50	200
Arsen	µg/l	< 2	14	14	20	60 ⁵⁾
Blei	µg/l	< 2	40	40	80	200
Cadmium	µg/l	< 0,5	1,5	1,5	3	6
Chrom _{gesamt}	µg/l	< 2	12,5	12,5	25	60
Kupfer	µg/l	< 2	20	20	60	100
Nickel	µg/l	2,6	15	15	20	70
Quecksilber	µg/l	< 0,2	< 0,5	< 0,5	1	2
Zink	µg/l	< 10	150	150	200	600

Gesamtbewertung / Einbauklasse	Z 2 nach LAGA – Boden
---------------------------------------	------------------------------

Kommentar: maßgebende Parameter: Nickel in TS

¹⁾ maximale Feststoffgehalte für Boden „Lehm / Schluff“

²⁾ Bei C : N - Verhältnis > 25 beträgt der Zuordnungswert 1 Masse-%

³⁾ bei Überschreitung ist die Ursache zu prüfen

⁴⁾ Bodenmaterial > 3 / ≤ 9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden

⁵⁾ Bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 120 µg/l

n.b. – labortechnisch nicht bestimmbar

Auffüllungen mit > 10 % Fremdbestandteilen / geb. Straßenoberbau – Beton / Bauwerksbestand

Zur Ermittlung einer möglichen Kontamination der abzubrechenden Brückenbauwerke, sowie den Auffüllungen mit > 10 % Fremdbestandteilen wurden verschiedene Bohrkern- und repräsentative Einzel- und Mischproben nach LAGA TR Bauschutt 11/1997, Parameter Tabellen II.1.4-5 + II.1.4-6 analysiert.

Analytische Untersuchungen von Beton oder Mörtel ergeben dabei oft erhöhte, teilweise auch sehr hohe, die Obergrenzen abfalltechnischer Klassifikationen nach LAGA bzw. Recyclingerlass Sachsen überschreitenden Werte. Meistens treten in diesen Fällen auch deutlich basische pH - Werte auf. Erheblich auffällige elektrische Leitfähigkeiten können aus Salzbelastungen resultieren. Diese spiegeln sich im Regelfall anhand auffälliger Chlorid- und Sulfat Gehalte wider.

Im Regelfall werden bei Beton oder Mörtel hohe elektrische Leitfähigkeiten durch gelöste Hydrate des Calciumoxids verursacht. Diese Verbindungen sind gewöhnliche Bestandteile von Beton und Mörtel. Bei Anwesenheit von Kohlendioxid (Luft) werden die Calciumoxidhydrate in Carbonate umgewandelt und dabei neutralisiert. Das Brechen des Probenmaterials für Laborversuche im Eluat bedingt die Schaffung neuer Oberflächen. An diesen setzt die Carbonatisierung ein und bewirkt kurzzeitig zuvor genannte hohe Werte. Dieser Sachstand ist allgemein bekannt, so dass die Parameter elektrische Leitfähigkeit und pH-Wert relativiert werden sollten.

Die Tabelle für den untersuchten Beton weisen die beiden Parameter nach Analytik mit und ohne CO₂-Begasung aus, wobei die erstgenannten als maßgebend angesetzt werden.

In den nachfolgenden Tabellen werden die Befunde lt. Prüfbericht des analytischen Labors mit den Grenzwerten der Zuordnung in Einbauklassen [Z] nach TR LAGA, Tabellen II.1.4-5 + II.1.4-6 und in Einbaukonfigurationen [W] nach Vorläufige Hinweise zum Einsatz von Baustoffrecyclingmaterial in Sachsen vom Sächsischen Umweltministerium (SMUL) verglichen.

Bscht 1	Auffüllungen mit > 10 % Fremdbestandteilen	Labor-Nr.: 120639/520/08
----------------	--	---------------------------------

Einzelproben: 1/1 + 8/2 + 9/2 + 10/4

Laborbefund			Zuordnungswerte [Z] von Einbauklassen nach TR LAGA - Bauschutt 11/1997				Einbaukonfigurationen [W] Baustoffrecycling Sachsen 01/2020		
Parameter	Dim.	Analytik	Zuordnungswert				Einbaukonfiguration		
Feststoff			Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	W 1.1	W 1.2	W 2
Kohlenwasserstoffe C ₁₀ -C ₂₂	mg/kg	< 50	100	300	500	1.000	--	--	--
Kohlenwasserstoffe C ₁₀ -C ₄₀	mg/kg	< 50	100	300	500	1.000	300 (600)	500 (600)	1.000
EOX	mg/kg	< 0,5	1	3	5	10	3	5	10
Arsen	mg/kg	15,5	20	30	50	150	--	--	--
Blei	mg/kg	55,8	100	200	300	1.000	--	--	--
Cadmium	mg/kg	0,56	0,6	1	3	10	--	--	--
Chrom _{gesamt}	mg/kg	67,8	50	100	200	600	--	--	--
Kupfer	mg/kg	29,0	40	100	200	600	--	--	--
Nickel	mg/kg	128	40	100	200	600	--	--	--
Quecksilber	mg/kg	0,20	0,3	1	3	10	--	--	--
Zink	mg/kg	107	120	300	500	1.500	--	--	--
∑ EPA PAK	mg/kg	0,22	1	5	15	75	5	15	75
PCB	mg/kg	n.b.	0,02	0,1	0,5	1	0,1	0,5	1
Eluat	Dim.	Analytik	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	W 1.1	W 1.2	W 2
pH-Wert	--	8,18	7-12,5	7-12,5	7-12,5	7-12,5	7-12,5	7-12,5	7-12,5
el. Leitfähigkeit	µS/cm	91,7	500	1.500	2.500	3.000	1.500	2.500	3.000
Chlorid	mg/l	< 5	10	20	40	150	100	200	300
Sulfat	mg/l	< 10	50	150	300	600	240	300	600
Phenolindex	µg/l	< 10	< 10	10	50	100	20	50	100
Arsen	µg/l	4,6	10	10	40	50	10	40	50
Blei	µg/l	< 2	20	40	100	100	25	100	100
Cadmium	µg/l	< 0,5	2	2	5	5	5	5	5
Chrom _{gesamt}	µg/l	< 2	15	30	75	100	50	75	100
Kupfer	µg/l	2,6	50	50	150	200	50	150	200
Nickel	µg/l	< 2	40	50	100	100	50	100	100
Quecksilber	µg/l	< 0,2	0,2	0,2	1	2	1	1	2
Zink	µg/l	< 10	100	100	300	400	500	500	500
Bewertung LAGA – Bauschutt / Baustoffrecycling Sachsen			Z 1.2				W 1.1		

Kommentar: maßgebende Parameter: Nickel in TS

n. b. = nicht bestimmbar

n. n. = nicht nachweisbar

< x,x = kleiner Bestimmungsgrenze

Bscht 2	BW 4/6 Gebundener Straßenoberbau Beton	Labor-Nr.: 120639/520/09
----------------	---	---------------------------------

Einzelproben: 9/1

Laborbefund			Zuordnungswerte [Z] von Einbauklassen nach TR LAGA - Bauschutt 11/1997				Einbaukonfigurationen [W] Baustoffrecycling Sachsen 01/2020		
Parameter	Dim.	Analytik	Zuordnungswert				Einbaukonfiguration		
Feststoff			Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	W 1.1	W 1.2	W 2
Kohlenwasserstoffe C ₁₀ -C ₂₂	mg/kg	179	100	300	500	1.000	--	--	--
Kohlenwasserstoffe C ₁₀ -C ₄₀	mg/kg	305	100	300	500	1.000	300 (600)	500 (600)	1.000
EOX	mg/kg	< 0,5	1	3	5	10	3	5	10
Arsen	mg/kg	4,9	20	30	50	150	--	--	--
Blei	mg/kg	28,8	100	200	300	1.000	--	--	--
Cadmium	mg/kg	0,24	0,6	1	3	10	--	--	--
Chrom _{gesamt}	mg/kg	26,0	50	100	200	600	--	--	--
Kupfer	mg/kg	15,7	40	100	200	600	--	--	--
Nickel	mg/kg	17,7	40	100	200	600	--	--	--
Quecksilber	mg/kg	< 0,05	0,3	1	3	10	--	--	--
Zink	mg/kg	113	120	300	500	1.500	--	--	--
∑ EPA PAK	mg/kg	0,06	1	5	15	75	5	15	75
PCB	mg/kg	n.b.	0,02	0,1	0,5	1	0,1	0,5	1
Eluat	Dim.	Analytik	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	W 1.1	W 1.2	W 2
pH-Wert	--	8,62¹⁾	7-12,5	7-12,5	7-12,5	7-12,5	7-12,5	7-12,5	7-12,5
		12,3							
el. Leitfähigkeit	µS/cm	330¹⁾	500	1.500	2.500	3.000	1.500	2.500	3.000
		2.660							
Chlorid	mg/l	6,25	10	20	40	150	100	200	300
Sulfat	mg/l	< 10	50	150	300	600	240	300	600
Phenolindex	µg/l	< 10	< 10	10	50	100	20	50	100
Arsen	µg/l	< 2	10	10	40	50	10	40	50
Blei	µg/l	< 2	20	40	100	100	25	100	100
Cadmium	µg/l	< 0,5	2	2	5	5	5	5	5
Chrom _{gesamt}	µg/l	34,6	15	30	75	100	50	75	100
Kupfer	µg/l	6,3	50	50	150	200	50	150	200
Nickel	µg/l	< 2	40	50	100	100	50	100	100
Quecksilber	µg/l	< 0,2	0,2	0,2	1	2	1	1	2
Zink	µg/l	< 10	100	100	300	400	500	500	500
Bewertung LAGA – Bauschutt / Baustoffrecycling Sachsen			Z 1.2				W 1.2		

Kommentar: maßgebende Parameter: Kohlenwasserstoffe C₁₀-C₂₂ in TS und Chrom_{gesamt} in EL

n. b. = nicht bestimmbar
¹⁾ mit CO₂ - Begasung

n. n. = nicht nachweisbar

< x,x = kleiner Bestimmungsgrenze

Bscht 3	Abbruch Brückenbauwerke Brückenplatten Beton	Labor-Nr.: 120639/520/10
----------------	---	---------------------------------

Einzelproben: DKB II/3 + DKB II/4 + DKB III/1

Laborbefund			Zuordnungswerte [Z] von Einbauklassen nach TR LAGA - Bauschutt 11/1997				Einbaukonfigurationen [W] Baustoffrecycling Sachsen 01/2020		
Parameter	Dim.	Analytik	Zuordnungswert				Einbaukonfiguration		
Feststoff			Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	W 1.1	W 1.2	W 2
Kohlenwasser- stoffe C ₁₀ -C ₂₂	mg/kg	< 50	100	300	500	1.000	--	--	--
Kohlenwasser- stoffe C ₁₀ -C ₄₀	mg/kg	< 50	100	300	500	1.000	300 (600)	500 (600)	1.000
EOX	mg/kg	< 0,5	1	3	5	10	3	5	10
Arsen	mg/kg	5,6	20	30	50	150	--	--	--
Blei	mg/kg	2,9	100	200	300	1.000	--	--	--
Cadmium	mg/kg	< 0,2	0,6	1	3	10	--	--	--
Chrom _{gesamt}	mg/kg	28,0	50	100	200	600	--	--	--
Kupfer	mg/kg	7,3	40	100	200	600	--	--	--
Nickel	mg/kg	4,6	40	100	200	600	--	--	--
Quecksilber	mg/kg	< 0,05	0,3	1	3	10	--	--	--
Zink	mg/kg	16,5	120	300	500	1.500	--	--	--
∑ EPA PAK	mg/kg	0,11	1	5	15	75	5	15	75
PCB	mg/kg	n.b.	0,02	0,1	0,5	1	0,1	0,5	1
Eluat	Dim.	Analytik	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	W 1.1	W 1.2	W 2
pH-Wert	--	11,3 ¹⁾	7-12,5	7-12,5	7-12,5	7-12,5	7-12,5	7-12,5	7-12,5
		12,1							
el. Leitfähigkeit	µS/cm	730 ¹⁾	500	1.500	2.500	3.000	1.500	2.500	3.000
		2.310							
Chlorid	mg/l	5,49	10	20	40	150	100	200	300
Sulfat	mg/l	15,9	50	150	300	600	240	300	600
Phenolindex	µg/l	< 10	< 10	10	50	100	20	50	100
Arsen	µg/l	< 2	10	10	40	50	10	40	50
Blei	µg/l	< 2	20	40	100	100	25	100	100
Cadmium	µg/l	< 0,5	2	2	5	5	5	5	5
Chrom _{gesamt}	µg/l	13,3	15	30	75	100	50	75	100
Kupfer	µg/l	< 2	50	50	150	200	50	150	200
Nickel	µg/l	< 2	40	50	100	100	50	100	100
Quecksilber	µg/l	< 0,2	0,2	0,2	1	2	1	1	2
Zink	µg/l	< 10	100	100	300	400	500	500	500
Bewertung LAGA – Bauschutt / Baustoffrecycling Sachsen			Z 1.1				W 1.1		

Kommentar: maßgebende Parameter: el. Leitfähigkeit in EL

n. b. = nicht bestimmbar
¹⁾ mit CO₂ - Begasung

n. n. = nicht nachweisbar

< x,x = kleiner Bestimmungsgrenze

Bscht 4			Abbruch Brückenbauwerke Widerlager Beton				Labor-Nr.: 120639/520/11		
Einzelproben: DKB IV/1									
Laborbefund			Zuordnungswerte [Z] von Einbauklassen nach TR LAGA - Bauschutt 11/1997				Einbaukonfigurationen [W] Baustoffrecycling Sachsen 01/2020		
Parameter	Dim.	Analytik	Zuordnungswert				Einbaukonfiguration		
Feststoff			Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	W 1.1	W 1.2	W 2
Kohlenwasserstoffe C ₁₀ -C ₂₂	mg/kg	< 50	100	300	500	1.000	--	--	--
Kohlenwasserstoffe C ₁₀ -C ₄₀	mg/kg	< 50	100	300	500	1.000	300 (600)	500 (600)	1.000
EOX	mg/kg	< 0,5	1	3	5	10	3	5	10
Arsen	mg/kg	< 2	20	30	50	150	--	--	--
Blei	mg/kg	2,3	100	200	300	1.000	--	--	--
Cadmium	mg/kg	< 0,2	0,6	1	3	10	--	--	--
Chrom _{gesamt}	mg/kg	5,9	50	100	200	600	--	--	--
Kupfer	mg/kg	22,6	40	100	200	600	--	--	--
Nickel	mg/kg	4,4	40	100	200	600	--	--	--
Quecksilber	mg/kg	< 0,05	0,3	1	3	10	--	--	--
Zink	mg/kg	34,7	120	300	500	1.500	--	--	--
∑ EPA PAK	mg/kg	8,43	1	5	15	75	5	15	75
PCB	mg/kg	n.b.	0,02	0,1	0,5	1	0,1	0,5	1
Eluat	Dim.	Analytik	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	W 1.1	W 1.2	W 2
pH-Wert	--	6,65 ¹⁾	7-12,5	7-12,5	7-12,5	7-12,5	7-12,5	7-12,5	7-12,5
		8,72							
el. Leitfähigkeit	µS/cm	120 ¹⁾	500	1.500	2.500	3.000	1.500	2.500	3.000
		62,6							
Chlorid	mg/l	< 5	10	20	40	150	100	200	300
Sulfat	mg/l	11,8	50	150	300	600	240	300	600
Phenolindex	µg/l	< 10	< 10	10	50	100	20	50	100
Arsen	µg/l	< 2	10	10	40	50	10	40	50
Blei	µg/l	< 2	20	40	100	100	25	100	100
Cadmium	µg/l	< 0,5	2	2	5	5	5	5	5
Chrom _{gesamt}	µg/l	< 2	15	30	75	100	50	75	100
Kupfer	µg/l	4,9	50	50	150	200	50	150	200
Nickel	µg/l	< 2	40	50	100	100	50	100	100
Quecksilber	µg/l	< 0,2	0,2	0,2	1	2	1	1	2
Zink	µg/l	< 10	100	100	300	400	500	500	500
Bewertung LAGA – Bauschutt / Baustoffrecycling Sachsen			Z 1.2				W 1.2		
Kommentar: maßgebende Parameter: ∑ EPA PAK in TS									
n. b. = nicht bestimmbar ¹⁾ mit CO ₂ - Begasung			n. n. = nicht nachweisbar			< x,x = kleiner Bestimmungsgrenze			

Bscht 5	Abbruch Brückenbauwerke Widerlager Bruchsteinmauerwerk	Labor-Nr.: 120639/520/12
----------------	---	---------------------------------

Einzelproben: DKB I/1 + DKB IV/2

Laborbefund			Zuordnungswerte [Z] von Einbauklassen nach TR LAGA - Bauschutt 11/1997				Einbaukonfigurationen [W] Baustoffrecycling Sachsen 01/2020		
Parameter	Dim.	Analytik	Zuordnungswert				Einbaukonfiguration		
Feststoff			Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	W 1.1	W 1.2	W 2
Kohlenwasser- stoffe C ₁₀ -C ₂₂	mg/kg	< 50	100	300	500	1.000	--	--	--
Kohlenwasser- stoffe C ₁₀ -C ₄₀	mg/kg	< 50	100	300	500	1.000	300 (600)	500 (600)	1.000
EOX	mg/kg	< 0,5	1	3	5	10	3	5	10
Arsen	mg/kg	3,3	20	30	50	150	--	--	--
Blei	mg/kg	3,2	100	200	300	1.000	--	--	--
Cadmium	mg/kg	< 0,2	0,6	1	3	10	--	--	--
Chrom _{gesamt}	mg/kg	10,3	50	100	200	600	--	--	--
Kupfer	mg/kg	21,3	40	100	200	600	--	--	--
Nickel	mg/kg	4,6	40	100	200	600	--	--	--
Quecksilber	mg/kg	< 0,05	0,3	1	3	10	--	--	--
Zink	mg/kg	19,6	120	300	500	1.500	--	--	--
∑ EPA PAK	mg/kg	n.b.	1	5	15	75	5	15	75
PCB	mg/kg	n.b.	0,02	0,1	0,5	1	0,1	0,5	1
Eluat	Dim.	Analytik	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	W 1.1	W 1.2	W 2
pH-Wert	--	10,8 ¹⁾	7-12,5	7-12,5	7-12,5	7-12,5	7-12,5	7-12,5	7-12,5
		12,3							
el. Leitfähigkeit	µS/cm	410 ¹⁾	500	1.500	2.500	3.000	1.500	2.500	3.000
		2.890							
Chlorid	mg/l	< 5	10	20	40	150	100	200	300
Sulfat	mg/l	< 10	50	150	300	600	240	300	600
Phenolindex	µg/l	< 10	< 10	10	50	100	20	50	100
Arsen	µg/l	< 2	10	10	40	50	10	40	50
Blei	µg/l	< 2	20	40	100	100	25	100	100
Cadmium	µg/l	< 0,5	2	2	5	5	5	5	5
Chrom _{gesamt}	µg/l	< 2	15	30	75	100	50	75	100
Kupfer	µg/l	< 2	50	50	150	200	50	150	200
Nickel	µg/l	< 2	40	50	100	100	50	100	100
Quecksilber	µg/l	< 0,2	0,2	0,2	1	2	1	1	2
Zink	µg/l	< 10	100	100	300	400	500	500	500
Bewertung LAGA – Bauschutt / Baustoffrecycling Sachsen			Z 0				W 1.1		

Kommentar: ----

n. b. = nicht bestimmbar
¹⁾ mit CO₂ - Begasung
 n. n. = nicht nachweisbar
 < x,x = kleiner Bestimmungsgrenze

2.3.3 Wasseranalyse

Einschätzung der Betonaggressivität nach DIN 4030

Die Wässer sind nach der DIN 4030 und der DIN EN 206-1 wie folgt zu beurteilen.

Probe	DIN 4030		Expositionsklasse n. DIN EN 206-1
	Einstufung	Grund	
Bachwasser	nicht betonangreifend	---	XA 0
Grundwasser – A/RKS 3 \ - 2,20 m	nicht betonangreifend	---	

Einschätzungen der Korrosivität gegenüber Stahl entsprechen der DIN 50929

Die Angaben des Labors wurden um die Kennwerte für Wasserart (N₁), Lage des Objektes (N₂), und Objekt / Wasser-Potential (N₇) ergänzt.

I unlegierte und niedriglegierte Eisenwerkstoffe

a) freie Korrosion :

$$W_0 = N_1 + N_3 + N_4 + N_5 + N_6 + N_3 / N_4 \quad (7)$$

Bachwasser	Grundwasser – A/RKS 3
W ₀ = 3,0	W ₀ = + 0,3

b) Korrosion an der Wasser / Luft - Grenze :

$$W_1 = W_0 - N_1 + N_2 * N_3 \quad (8)$$

Bachwasser	Grundwasser – A/RKS 3
W ₁ = - 5,0	W ₁ = + 0,3

Korrosionswahrscheinlichkeiten von unlegierten und niedrig legierten Stählen in Wässern:

Art der Korrosion	freie Korrosion W ₀	Korrosion an der Wasser/Luft-Grenze W ₁
Bachwasser		
Mulden- und Lochkorrosion	gering	mittel
Flächenkorrosion	sehr gering	gering
Grundwasser – A/RKS 3		
Mulden- und Lochkorrosion	sehr gering	sehr gering
Flächenkorrosion	sehr gering	sehr gering

Richtwerte zur Abschätzung der mittleren Korrosionsgeschwindigkeit

Bewertungszahl- summen	Abtragsrate ω (100 a) [mm/a]	maximale Eindringrate $\omega_{L,max}$ (30 a) [mm/a]	Bemerkung
W_0 - und W_1 - Werte ≥ 0	0,01	0,05	örtl. Korrosion überwiegt im Wasser-/Luft-Wechsel- bereich, die $\omega_{L,max}$ - Werte nehmen zeitlich ab
- 1 bis - 4	0,02	0,1	
- 5 bis - 8	0,05	0,2	
< - 8	0,1	0,5	

c) Elementbildung mit Fremdkathoden :

$$W_E = N_3 + N_6 + N_7 \quad (9)$$

Korrosionswahrscheinlichkeit bei Elementbildung mit Fremdkathoden zu erwarten:

Art	W_E - Werte	Korrosionswahrscheinlichkeit für	
		Mulden- und Lochkorrosion	Flächenkorrosion
Bachwasser	- 7,0	hoch	mittel
Grundwasser – A/RKS 3	- 7,0	hoch	mittel

II feuerverzinkte Stähle

a) Unterwasserbereich :

$$W_D = M_1 + M_3 + M_4 + M_5 + M_6 \quad (10)$$

Bachwasser	Grundwasser – A/RKS 3
$W_D = \pm 0,0$	$W_D = + 2,0$

b) Korrosion an der Wasser / Luft - Grenze :

$$W_L = W_D + M_2 \quad (11)$$

Bachwasser	Grundwasser – A/RKS 3
$W_L = - 6,0$	$W_L = + 2,0$

Beurteilung der Güte von Deckschichten auf feuerverzinkten Stählen:

Art der Korrosion	Unterwasserbereich W_D	Korrosion an der Wasser/Luft-Grenze W_L
Bachwasser		
Güte der Deckschicht	sehr gut	befriedigend
Grundwasser – A/RKS 3		
Güte der Deckschicht	sehr gut	sehr gut

Die Beurteilung der Korrosionswahrscheinlichkeit anderer, nicht genannter, metallischer Werkstoffe kann anhand der vorliegenden Laborergebnisse nach DIN 50929 durchgeführt werden.

2.4 Besonderheiten

Altbergbau / Untergrundschwächen

Nach der Unterlage /11/ liegt der Standort außerhalb von Gebieten, in denen mit unterirdischen Hohlräumen gemäß § 2 Abs. 1 der Sächsischen Hohlraumverordnung (Sächs.HohlVO) zu rechnen ist. Das Einholen einer Mitteilung über risskundlich bekannte unterirdische Hohlräume beim Sächsischen Oberbergamt in Freiberg ist nicht notwendig.

Andere Untergrundschwächen wie Auslaugungen und Verkarstungen sind aufgrund der geologischen Verhältnisse auszuschließen.

Schutzzonen

Entsprechend der Unterlage /12/ sind für den Standort keine Schutzgebiete ausgewiesen.

Erdbeben

Nach der Unterlage /13/ ist für **Limbach-Oberfrohna** die **Erdbebenzone 0** und die **Untergrundklasse R** maßgebend.

Nachbarbebauungen

Insbesondere der Ersatzneubau der Brücke Bw 4/4 wird durch eine etwa 5,5 m entfernt stehende Garage bzw. einem etwa 11,5 m entfernt stehenden Wohnhaus beeinflusst. Die Gründungsverhältnisse der genannten Gebäude sind dem Unterzeichner unbekannt, so dass im Rahmen der weiteren Planung, abhängig von der zur Ausführung kommenden Bauarbeiten, die mögliche Gefährdung der benachbarten Bebauung abzuschätzen und eventuell erforderliche Sicherungsmaßnahmen zu planen sind.

Zusätzlich wird darauf hingewiesen, dass auch bei sorgsamster Ausführung Einflüsse, welche im Extremfall zu Schäden am Bestand führen, nicht ausgeschlossen werden können. Dieses gilt insbesondere dann, wenn starke Erschütterungen (z.B. bei Abbruch-, Verdichtungs- oder Rammarbeiten etc.) wirken.

Es empfiehlt sich, zur Vermeidung späterer Streitigkeiten und insbesondere der Abwehr ungerechtfertigter Forderungen die Ausführung einer Dokumentation des Istzustandes (Beweissicherung) vor Beginn der Bauarbeiten zu beauftragen.

Gleichzeitig sollten beim Einbringen der Spundbohlen (Tiefgründung) Schwingungsmessungen im benachbarten Bauwerksbestand ausgeführt werden.

Wasserrecht

Im Zuge der Baumaßnahme werden das Oberflächenwasser des Pleißenbaches, sowie das Grundwasser angeschnitten. Aus Sicht des Unterzeichners bedarf das Vorhaben einer Wasserrechtlichen Erlaubnis nach Sächsischem Wassergesetz bzw. Wasserhaushaltgesetz.

Für das Einleiten von bauzeitlich zu hebenden Wasser in einen Vorfluter (Kanal, Gewässer, etc.) ist zusätzlich eine entsprechende Genehmigung einzuholen.

Abfall

Gemäß Auftragserteilung erfolgten labortechnische Untersuchungen am zu erwartenden Straßenaufbruch, dem zu erwartenden Bodenaushub, sowie am Bauwerksabbruch. Die Untersuchungsergebnisse sind den Punkten 2.3.2 und 3.6.1, sowie der Anlage 3.2 des vorliegenden Ergebnisberichtes zu entnehmen.

2.5 *Einschätzung der Untersuchungsergebnisse hinsichtlich der Aufgabenstellung*

Es kann eingeschätzt werden, dass die durchgeführten Untersuchungen für die Bewältigung der Aufgabenstellung (⇒ Punkt 1) ausreichend sind.

3 Schlussfolgerungen

3.1 Allgemeine Einschätzung

Die erkundeten Baugrundverhältnisse sind im Idealisierten Ingenieurgeologischen Schnitt (⇒ Anlage 1.2) dargestellt.

3.1.1 Gründungsempfehlung Bw 4/4

Am Ein- bzw. Auslaufbereich des Brückenbauwerkes sollte die Bachsohle mittels Steinsatz, Wasserbaupflaster o.ä. befestigt werden, um Auskolkungen zu vermeiden.

Flachgründung

Anhand des wasserempfindlichen, zu Aufweichungen neigenden Baugrundes und der Bauteilabmessungen wird der Bau eines Rahmendurchlass empfohlen. Dieser ist auf einen mind. 20 cm dicken Unter-/Schutzbeton abzusetzen.

Alternativ zum Rahmenbauwerk ist auch der Bau herkömmlicher Widerlager mit Brückenplatte denkbar. Unter Beachtung der geringen Tragfähigkeitseigenschaften des Baugrundes sind dabei jedoch große, i.a. unwirtschaftliche Bauteilabmessungen bzw. eine unwirtschaftliche Tiefgründung zu erwarten.

Die zuvor genannten Konstruktionen werden aus unseren Erfahrungen zunächst als setzungsunempfindlich eingestuft, was im Rahmen der weiteren Planung zu prüfen ist.

Im vorliegenden Ergebnisbericht wird anhand der uns zur Verfügung gestellten Unterlagen bzw. unseren Erfahrungen von folgenden Gründungen ausgegangen.

- lichte Weite ca. 6 ... 7 m
- Länge ca. 8 ... 10 m
- Breite ca. 6 m

Insbesondere am Ein- und Auslaufbereich ist auf eine frostsichere Einbindetiefe von mindestens 0,8 m zu achten. Dabei kann beispielsweise die Mächtigkeit des Unterbetons schrittweise erhöht werden, wobei gleichzeitig der Kolkschutz an diesen sensiblen Bereichen erhöht wird. Eine größere frostsichere Einbindetiefe ist auf Grund der ständig vorhandenen Grundwasserwärme nicht erforderlich. Die endgültige Gründungstiefe richtet sich nach den im Rahmen der Planung / Bauausführung noch zu führenden grundbaustatischen Nachweisen.

Aus baugrundtechnischer Sicht bietet sich eine Flachgründung (Plattengründung auf Unterbeton/Sauberkeitsschicht) in den anstehenden Talauensedimenten an. Die Tragfähigkeitsverhältnisse sind, mit Ausnahme von stark aufgeweichten Bereichen (insbesondere im Auelehm bzw. Schwemmsand), als ausreichend zu bezeichnen.

Infolge der starken bis erhöhten Wasserempfindlichkeit der anstehenden Böden muss die Baugrubensohle nach dem Aushub unverzüglich mit einem mind. 20 cm mächtigen Schutz-/Unterbeton (fließfähig) abgedeckt werden. Eine Nachverdichtung der Gründungssohle ist ebenso wie ein mögliches Befahren, zu unterlassen.

Bei starkem Wasserzutritt sollte der Schutz-/Unterbeton unter Wasser abbinden, d.h. die Wasserhaltung muss temporär unterbrochen werden, um ein mögliches Ausspülen von Zementbestandteilen aus dem Frischbeton in das Gewässer zu verhindern. Nach dem Aushärten des Betons ist die Baugrube auszupumpen und ggf. die Oberfläche des Schutz-/Unterbetons mittels Hochdruckreiniger o.ä. zu säubern.

Hierbei gilt es zu beachten, dass infolge der Betonage das zu hebende Wasser erfahrungsgemäß einen deutlich erhöhten pH-Wert aufweist, so dass das dieses zuvor ggf. neutralisiert werden muss, um eine Gefährdung der Flora und Fauna im Gewässer zu vermeiden.

Stark aufgeweichte Bereiche in der Gründungssohle, die z.B. infolge Wasserzutritts lokal begrenzt entstehen können, sind nicht auszuschließen. Diese sind zusätzlich auszukoffern und ebenfalls durch Unterbeton zu ersetzen. Mineralstoffgemische können nicht verwendet werden, da hierbei keine ausreichende Verdichtung zu erwarten ist.

Zum Abbruch der alten Brückenkonstruktionen sind künstliche Auflockerungsarbeiten notwendig, was eine Beeinflussung der teilweise vorhandenen Nachbarbebauung (⇒ Pkt. 2.5) darstellt. Eventuell sind lokal kleine Handgeräte (z.B. Presslufthammer) zu verwenden, um den für die angrenzende Bebauung schädlichen Schwingungseintrag in den Untergrund auf ein verträgliches Maß zu reduzieren. Eventuell sind zur Beweissicherung baubegleitende Schwingungsmessungen im Wohnhaus erforderlich.

Die beim Abbruch ggf. entstehenden Vertiefungen in der Gründungssohle sind ebenfalls mit Unterbeton auszugleichen.

In Abhängigkeit der endgültigen Brückenkonstruktion werden in Anlehnung an die DIN 4085:2017-08 für die Ermittlung des Erddruckes folgende rechnerische Ansätze empfohlen:

- Wandscheiben auf Flachgründung E_{ah}
- Rahmentragwerk $E'_{ah} = 0,25 \bullet E_{ah} + 0,75 \bullet E_{0h}$

Tiefgründung

Alternativ zu einem Rahmenbauwerk mit Flachgründung ist auch die Errichtung von zwei Spundwänden mit Stahlbetonkopfbalken als Brückenwiderlager denkbar, da die anstehenden Böden, abgesehen von lokalen Rammhindernissen durch alte Brückenfundamente, etc., allgemein gut bis sehr gut rammbaar sind.

Im Rahmen der weiteren Planung sind hierbei insbesondere die Ergebnisse der Schweren Rammsondierungen (DPH) unter Beachtung der zum Einsatz kommenden Technik sowie die Ergebnisse der Wasseranalysen zu beachten.

Infolge der teilweise angrenzenden Bebauung (Gebäude) wird die Verwendung eines hochfrequenten, Momenten geregelten Rüttelverfahrens empfohlen. Ein schlagendes Verfahren ist ungeeignet. Gleichzeitig sollten beim Einbringen der Spundbohlen entsprechende Schwingungsmessungen im Bestand durchgeführt werden.

Abhängig davon, ob die alte Brückenkonstruktion restlos abgebrochen wird oder nicht, können im Untergrund lokal begrenzt Mauer- und Fundamentreste auftreten, so dass dann ein lokales Vorbohren nicht auszuschließen ist.

Unter Beachtung der im Untergrund eingespannten Widerlager werden für die Ermittlung des Erddruckes in Anlehnung an die DIN 4085:2017-08 folgende rechnerische Ansätze empfohlen:

- Wandscheiben auf Tiefgründung $E'_{ah} = 0,50 \bullet E_{ah} + 0,50 \bullet E_{Oh}$

3.1.2 Ausbau Verkehrsfläche

Durch den ersatzlosen Abbruch der Brücke Bw 4/6 ist der Wirtschaftsweg zwischen den ehemals zwei Brückenbauwerken als öffentliche Verkehrsfläche auszubauen.

Der Ausbau der Verkehrsflächen stellt eine einfache und wenig setzungsempfindliche Baumaßnahme dar. Der Baustandort liegt, gemäß der Frostzonenkarte der RStO 12 in der Frosteinwirkungszone III.

Weiter ist im Untergrund bis 1,5 m unter Planum ein Grundwasserhorizont zu erwarten.

Die Mächtigkeit des neuen Straßenoberbaus ergibt sich desgleichen nach RStO 12 sowie unter anderem aus der abzuleitenden Belastungsklasse.

Zustandsfeststellung / Allgemeine Einschätzung

Wie im Punkt 2.2.2 – Baugrundverhältnisse aufgeführt, fallen die im Verkehrsflächenplanum zu erwartenden Böden in die Frostempfindlichkeitsklasse F 3, lokal F 2. Aus geotechnischer Sicht sollte als einheitlicher Ansatz F 3 gelten.

Straßenoberbau – Wirtschaftsweg

0,00 m	- 0,30 ... 0,40 m	ungebundene Tragschicht
<i>anschließend</i>		<i>Auffüllungen</i>

Straßenoberbau – Anschluss Bw 4/4

0,00 m	- 0,08 m	gebundener Straßenoberbau (Asphalt)
0,08 m	- 0,25 m	ungebundene Tragschicht
<i>anschließend</i>		<i>Auelehm</i>

Wie den vorliegenden Ergebnissen der Tragfähigkeitsprüfungen mittels dynamischer Plattendruckversuche (⇒ Punkt 2.2.3) abzulesen ist, schwankt im stichprobenartig untersuchten Bereich des Planums die Tragfähigkeit um $E_{vd} = 9,93 \dots 13,70 \text{ MN/m}^2$, was in Korrelation zum statischen Verformungsmodul auf E_{v2} -Werte zwischen ca. 12 ... 20 MPa schlussfolgern lässt. Damit verbunden sind die gemäß den Anforderungen der RStO 12 und ZTV E-StB 17 vorgegebenen Tragfähigkeitsverhältnisse von $E_{v2} \geq 45 \text{ MPa}$ unterschritten / nicht ausreichend.

Im Bereich der Oberkante ungeb. Tragschicht (OK Gelände Wirtschaftsweg) schwankt die Tragfähigkeit zwischen $E_{vd} = 37,96 \dots 38,68 \text{ MN/m}^2$, was in Korrelation zum statischen Verformungsmodul auf einen E_{v2} -Wert um 70 MPa schlussfolgern lässt. Damit verbunden ist auch hier davon auszugehen, dass die gemäß den Anforderungen der RStO 12 vorgegebenen Tragfähigkeitsverhältnisse von $E_{v2} \geq 100 \text{ MPa}$ (für angenommene BK0,3) unterschritten / nicht ausreichend sind.

Aus geotechnischer Sicht ist anhand der vorliegenden Erkundungs- und Messergebnisse sowohl ein **grundhafter Ausbau** als auch ein **vollgebundener Oberbau im Hocheinbau** ausführbar, wofür in den nachfolgenden Abschnitten Hinweise gegeben werden.

Variantevorschlag: Grundhafter Straßenausbau

Aus der Annahme einer Belastungsklasse Bk0,3 in Verbindung mit einer überschlägigen Abwägung von Mehr- und Minderdicken, ergibt sich anhand Tabellen 6 und 7 der RStO 12 eine erforderliche Mächtigkeit des frostsicheren Oberbaus von etwa 70 cm. Zieht man diesen Betrag von der Geländeoberkante ab, steht auf Höhe des "neuen Verkehrsflächenplanums" im Bestand der Trasse vorrangig eine wechselnde Verbreitung von:

- einem Auelehm in weicher Konsistenz,
- einer Auffüllung in mitteldichter Lagerung / steifer Konsistenz an.

Zusammenfassend ist in Bezug auf die anstehenden Böden und den vorliegenden Messergebnissen davon auszugehen, dass im Planum die geforderte Mindesttragfähigkeit von $E_{v2} \geq 45$ MPa nicht erreicht wird.

Für die Verkehrsflächen sind somit tragfähigkeitserhöhende Maßnahmen, wie beispielsweise ein etwa 30 ... 35 cm mächtiger Bodenaustausch unterhalb des gebundenen und ungebundenen Straßenoberbaus aus gut abgestuften Mineralstoffgemischen (z.B. Vorabsiebung regionaler Steinbrüche mit einer Körnung von 0/40 ... 0/60 mm, einem Sand- und Feinkornanteil von 20 ... 35 M-% und einem Feinkornanteil von maximal 12 ... 15 M-% im eingebauten Zustand bzw. Betonrecycling ähnlicher Körnung oder zertifizierte Mineralstoffgemische 0/45 mm bis 0/56 mm) eingeplant werden. Zusätzlich sollte an der Basis des Bodenaustausches ein Trennvlies (GRK 3) verlegt werden.

Alternativ ist die Verwendung eines 20 ... 25 cm mächtigen, bindemittelgebundenen Mineralgemisches (sog. HGT-Material) denkbar. Hierbei kann auf ein zusätzliches Trennvlies verzichtet werden. Dabei können hier 50 % an den frostsicheren Oberbau angerechnet werden, so dass der ungebundene Straßenoberbau um etwa 12 ... 13 cm reduziert werden kann.

Auch eine Bodenverbesserung/-verfestigung mit Hilfe von Bindemittel (vorzugsweise Mischbindemittel) ist denkbar. Hierbei ist jedoch auf die Nähe zum Gewässer bzw. dem Grundwasserhorizont hinzuweisen, d.h. die Technologie ist entsprechend anzupassen. Aus regionalen Erfahrungen muss kalkulatorisch mit 7 ... 9 M-% Bindemittel gerechnet werden, was baubegleitend noch festzulegen ist.

Die im Planum anstehenden, natürlich gewachsenen Böden sind je nach Feinkornanteil als erhöht bis stark wasserempfindlich einzuschätzen und neigen bei Wasserzutritt zum raschen Aufweichen. Deshalb ist auf einen zügigen Baufortschritt zu orientieren, das heißt das freigelegte Planum ist schnellstmöglich mit Austauschmaterial abzudecken und eine dynamische Nachverdichtung des Planums ist zu unterlassen. Gleichzeitig sollten eventuelle Leitungs- und Kanalverlegungen vor dem Entfernen des vorhandenen Straßenoberbaus erfolgen.

Der Straßenraum ist teilweise durch unterirdisch verlegte Ver- und Entsorgungsleitungen geprägt. Damit sind neben den erkundeten auch andere Baugrundverhältnisse (zumeist anthropogene Auffüllungen der Leitungsgräben) zu erwarten. Im künftigen Planum ist daher mit kurzräumig wechselnden Verhältnissen (natürlich gewachsene Böden, vorhandene bzw. einzubauende Leitungsgrabenverfüllungen, anthropogene Auffüllungen) zu rechnen. Im Bereich von Leitungslagen werden durchgängig Auffüllungen vorliegen.

Abschließend wird für die Bauausführung noch angemerkt, dass vor dem Einbau des Oberbaus das Planum seitlich zu neigen, statisch glatt abzuwalzen und die Tragfähigkeit entsprechend den geforderten Verdichtungswerten (*Verformungsmodul*) der ZTV E-StB 17, mit geeigneten Prüfverfahren, wie statische Lastplatte und zusätzlich mittels Fallplatte, nachzuweisen ist.

Variantenvorschlag: Vollgebundener Oberbau

Aus der Annahme einer Belastungsklasse Bk0,3 ergibt sich nach RStO 12, Tafel 4 eine Asphaltbefestigung von 26 cm. Voraussetzung hierfür ist eine Tragfähigkeit des Erdplanums von $E_{v2} \geq 45$ MPa. Erfolgt der Asphalteinbau direkt auf der vorhandenen, als Planum vorbereiteten Geländeoberkante, steht auf Höhe des "neuen Verkehrsflächenplanums" vorrangig eine:

- anthropogene Auffüllung in dichter Lagerung an.

In Bezug auf die anstehenden Böden und den vorliegenden Messergebnissen ist davon auszugehen, dass im Bestand der Trasse die geforderte Mindesttragfähigkeit von $E_{v2} \geq 45$ MPa erreicht wird.

Sollte die geplante Verkehrsfläche gegenüber dem Bestand verbreitert werden müssen, gelten hierfür die zuvor geschilderten Empfehlungen zum grundhaften Ausbau, einschließlich der tragfähigkeitserhöhenden Maßnahmen im Untergrund.

Abschließend wird für die Bauausführung noch einmal angemerkt, dass analog des vorangegangenen Abschnitts vor dem Einbau des Oberbaus das Planum seitlich zu neigen, statisch glatt abzuwalzen und die Tragfähigkeit entsprechend den geforderten Verdichtungswerten (*Verformungsmodul*) der ZTV E-StB 17, mit geeigneten Prüfverfahren, wie statische und dynamische Plattendruckversuche, nachzuweisen ist.

3.2 Bemessungskennwerte, Frostempfindlichkeitsklassen, Bodengruppen

3.2.1 Allgemeine Bodenkennwerte

Für erdstatische Berechnungen können für die am Standort erkundeten vorliegenden Bodenschichten die in der folgenden Tabelle angegebenen Werte in Ansatz gebracht werden.

1		2	3	4	5	6	7
Bodenart		Kurzzeichen DIN 18 196	$\gamma_n^{1)}$	φ'	c'	E_s	Frost- empf.
[--]		--]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[MN/m ²]	--]
Auffüllungen	mitteldicht bis dicht	A / [GU] – [GW]	19 – 20	34 – 35	0	30 – 40	F 2 – F 1
Auffüllungen	locker bis mitteldicht \ steif bis weich	A / [GU*] – [SU*] / [GU] / [TL] – [UL]	18 – 19	28 – 30	4 – 2	15 – 20	F 3 – F 2
Auelehm / Schwemmsand	weich bis steif	TM – TL / SU*	18 – 19	25 – 27	2 – 4	8 – 12	F 3
Bachschotter	mitteldicht \ weich	GU* – GU	19 – 20	30 – 32	2 – 1	25 – 35	F 3 – F 2
Fels (Granulit), zersetzt bis vollständig verwittert		TL – TM / ST* – SU	20 – 22	27 – 29	5 – 8	30 – 60	F 3 – F 2

¹⁾ Im Wassereinflussbereich ist der Auftrieb zu berücksichtigen.

3.2.2 Bettungsmodul

Zur Bemessung eines Rahmendurchlasses mit elastisch gebetteter Bodenplatte kann der Bettungsmodul wie folgt ermittelt werden:

$$k_s = \frac{E_m}{B \cdot f_{s,0}}$$

Dabei bedeuten: E_m - gemittelter E-Modul nach *Kézdy*
 B - kleinste Seitenlänge
 $f_{s,0}$ - Setzungsbeiwert nach *Kany*

Der Setzungsbeiwert $f_{s,0}$ ist abhängig von z/B und A/B .

A u. B - Fundamentabmessungen
 z - Einflusstiefe der zu erwartenden Setzungen

Bei Fertigteilen mit einer Grundfläche von etwa 8 m x 2 m kann ein Bettungsmodul von $k_s = 16 \dots 17$ MN/m² angesetzt werden.

Wird der Rahmendurchlass dagegen als durchgehende Bodenplatte mit einer Grundfläche von etwa 10 m x 6 m hergestellt, gilt dann ein Bettungsmodul von $k_s = 9,5 \dots 10,5$ MN/m².

Voraussetzung ist jeweils ein mind. 20 cm mächtiger Unter-/ Schutzbeton unterhalb des Durchlasses.

Die zu erwartenden Setzungen schwanken, je nach endgültiger Belastung, zwischen 0,5 cm und 1,2 cm.

Neben der Bemessung mittels Bettungsmodul bietet sich alternativ auch die Verwendung eines Steifezifferverfahrens an. Dabei können die im Pkt. 3.2.1 angegebenen Kennwerte und das in der Anlage 1.2 dargestellte Baugrundmodell angesetzt werden.

3.2.3 Sohlwiderstand / Setzungen

Für herkömmliche Streifenfundamente kann bei einer Gründung in den Talauensedimenten (vorzugsweise mitteldicht gelagerter Bachschotter) nach EC 7 / DIN 1054:2010-12 ein mittlerer Sohlwiderstand von $\sigma_{R,d} = 225 \text{ kN/m}^2$ angesetzt werden. Der Einfluss des GW-Horizontes sowie die Vorbelastung durch das vorhandene Brückenbauwerk wurde dabei bereits berücksichtigt.

Bei Auslastung des Sohlwiderstandes sind Setzungen von 1,5 ... 2,5 cm zu erwarten.

Im Rahmen der weiteren Planung ist insbesondere durch den verantwortlichen Statiker zu prüfen, ob entsprechend der DIN 1054:2010-12, Punkt A 6.10.1, A (1) c bis g der Ansatz von aufnehmbarem Sohlwiderstand in einfachen Fällen gerechtfertigt ist, oder ob der Nachweis für die Grenzzustände Grundbruch und Gleiten sowie der Nachweis der Setzungen erfolgen muss. Aus baugrundtechnischer Sicht sind die Voraussetzungen für einen vereinfachten Nachweis über Sohlwiderstand (vgl. DIN 1054:2010-12 Pkt. A 6.10.1, A (1), a + b) erfüllt.

3.2.1 Kennwerte für Spundbohlen

In Anlehnung an die EA-Pfähle (2. Auflage, 2012) bzw. die EA-Baugruben (5. Auflage, 2017) können bei der Bemessung von Spundbohlen mit vibrierender Einbautechnologie folgende **Spitzendruck** und **Mantelreibungswerte** angesetzt werden. Die Sicherheitsbeiwerte gemäß genannter Vorschriften sind dabei zusätzlich anzuwenden.

Bodenart	$q_{b,k}$		$q_{s,k}$	
	$s/D_{eq} = 0,035$	$s/D_{eq} = 0,100$	s_{sg}^*	$s_{sg} = s_g = 0,1 \cdot D_{eq}$
	[MN/m ²]		[MN/m ²]	
Auffüllungen	---		0,020	0,030
Talauensedimente	---		0,040	0,050
Fels (Granulit) zersetzt, vollst. verw.	2,5	4,0	0,080	0,090

3.3 Homogenbereiche (VOB/C 2019)

Der **Mutterboden** ist nach der DIN 18320:2019-09 als **Homogenbereich A** zu klassifizieren. Dabei kann er erfahrungsgemäß einer Bodengruppe OH – OU nach DIN 18196, bzw. eine Bodengruppe 1 nach DIN 18915 zugeordnet werden. Der zu erwartenden Steinanteil ist mit 1 M-% bis 5 M-% abzuschätzen, während Blöcke nur sehr vereinzelt vorkommen.

Nachfolgend sind die einzelnen Bodenschichten in weitere Homogenbereiche zusammengefasst:

Homogenbereiche (DIN 18300:2019-09 / DIN 18304:2019-09)			
	B	C-1	C-2 ¹⁾
ortsübliche Bezeichnung	Auffüllungen	Auelehme / Schwemmsand; Bachschotter, Fels (Granulit), zersetzt bis vollständig verwittert	
Bodengruppe nach DIN 18196	A / [GU] – [GW] / [GU*] – [SU*] / [TL] – [UL]	TM – TL / SU* – SU / ST* / GU* – GU	
Korngrößenverteilung nach DIN 18123 [mm]	0 – 60 (< 0,063 mm: 0 ... 60 %)	0 – 60 (< 0,063 mm: 5 ... 85 %)	
Anteil Steine [M.-%] Anteil Blöcke [M.-%] Anteil gr. Blöcke [M.-%]	≤ 60 ≤ 30 ≤ 10	≤ 50 ≤ 25 ≤ 10	
Dichte ρ nach DIN EN ISO 17892-2 [g/cm ³]	1,8...2,0	1,8...2,2	
undr. Scherfestigkeit c _u nach DIN 4094-4 oder DIN 18136 oder DIN 18137-2 [kN/m ²]	25 – 120 [bind. Böden]	5 – 30 [bind. Böden]	
Wassergehalt n. DIN EN ISO 17892-1 [M.-%]	1 – 25	5 – 30	25 – 80
Konsistenzzahl I _c nach DIN 18122-1	0,50 - >1,00 (weich-halbfest) [bind. Böden]	< 0,25 – 0,50 (breiig-sehr weich)	
Plastizitätszahl I _p nach DIN 18122-1	0,05 – 0,25 (leicht- bis mittelplastisch) [bind. Böden]		
Lagerungsdichte I _D n. DIN EN ISO 14688-2 [%]	15 – 85 (locker bis dicht)		
org. Anteil n. DIN 18128 [M.-%]	0 – 5	2 – 12	
Einbauklasse n. LAGA TR Boden	Z 1.1 – Z 2 ²⁾	Z 2	
Einbauklasse n. LAGA TR Bauschutt	Z 1.2 ²⁾	---	
Einbauklasse n. SMUL	W 1.1	---	

¹⁾ bei Wassersättigung „fließende Bodenart“

²⁾ genaue Zuordnung ⇒ Pkt. 2.3.2 bzw. Pkt. 3.6.1

Analog zur ehemaligen Bodenklasse 2 (DIN 18300:2012-09) kann auch der Homogenbereich C-2 als Zulage zum Homogenbereich C-1 in das LV der Ausschreibung aufgenommen werden.

Es wird darauf hingewiesen, dass die zuvor genannten Kennwerte auf den vorliegenden Laboruntersuchungen, sowie den regionalgeologischen Erfahrungswerten bzw. büroeeigenen Archivunterlagen des Unterzeichners basieren.

Das Bergen von Straßenaufbruch, Leitungsbestand, Bauwerksabbruch, etc. ist nicht mit den zuvor genannten Homogenbereichen definiert.

3.4 Wasserhaltung

Wasserhaltung – Bauzustand

Eine bauzeitliche Verrohrung des Bachlaufes, einschließlich einer offenen Wasserhaltung an bzw. in den jeweiligen Baugruben, ist in Abhängigkeit der zur Ausführung kommenden Gründung zu empfehlen. Die Pumpen sind dabei ausreichend zu dimensionieren und bei einem hohen Wasserandrang ggf. durch weitere und/oder leistungsstärkere Pumpen zu ergänzen bzw. zu ersetzen.

Die gesamten Wasserhaltungsarbeiten sind bis zum Erreichen einer ausreichenden Auftriebssicherheit zu betreiben.

Der einzubauende Schutz-/Unterbeton sollte vorzugsweise unter Wasser abbinden, um ein Abspülen von Zementbestandteilen aus dem Frischbeton über die Wasserhaltung in das Fließgewässer zu verhindern.

Nach dem Aushärten des Betons ist die Baugrube auszupumpen. Hierbei gilt es zu beachten, dass infolge der Betonage das zu hebende Wasser erfahrungsgemäß einen deutlich erhöhten pH-Wert aufweist, so dass dieses zuvor ggf. neutralisiert werden muss, um eine Gefährdung der Flora und Fauna im Gewässer zu vermeiden.

Bei Hochwasserführung des Pleißenbaches ist ein Überfluten der Baustelle zu erwarten. Die Arbeiten müssen dabei meist unterbrochen werden, was bei der Bauzeitenplanung zu beachten ist und ggf. zu zusätzlichen Leistungen nach Wiederaufnahme der Arbeiten (Trockenlegung, Säuberung der Baugrube, Schadensbeseitigung, etc.) führt.

Abschließend wird noch auf die Hinweise im Pkt. 2.4 (Wasserrecht) hingewiesen.

Wasserhaltung – Endzustand

Die Bauwerksentwässerung und Bauwerksabdichtung sollte entsprechend den einschlägigen Vorschriften und den Empfehlungen, z.B. RIZ-ING; Was 7 und ZTV E-StB 17, Pkt. 10.7, erfolgen.

Die im Gründungsbereich anstehenden Böden sind mit Grundwasser durchströmt, so dass gemäß RIZ-ING; Was 7 der Bau von Grundleitungen, einschließlich Betonsockel neben dem Entwässerungsbereich, bzw. der Einbau von „schwach durchlässigem Material“ entfallen kann.

3.5 Böschungen

Baugrubenböschungen

sind unter Beachtung der DIN 18300:2019-09 und DIN 4124:2012-01 herzustellen. Bei Baugrubentiefen über 1,25 m sind die Wände zu böschen oder auszusteifen. Darüber hinaus sollte entsprechend der DIN 4124:2012-01 ein lastfreier Streifen eingehalten werden.

In Anlehnung an o.g. Vorschriften werden für kurzzeitige Böschungen bis 3 m Höhe nachstehende Böschungsneigungen empfohlen:

$$\beta = 25^\circ \dots 30^\circ \quad \text{für Böden im GW-Horizont}$$

$$\beta = 45^\circ \dots 50^\circ \quad \text{für Böden über dem GW- Horizont}$$

Größere und/oder steilere Böschungen sind mittels Standsicherheitsnachweis zu bemessen.

Es wird darauf hingewiesen, dass die genannten Baugrubenböschungsneigungen von mehreren Einflussfaktoren, wie z.B. Wasseranfall, klimatische Einflüsse, etc. abhängen, so dass letztendlich der Bauleiter operativ auf der Baustelle entscheiden muss. Dazu ist ggf. ein Baugrundsachverständiger zu konsultieren.

Weiter wird auf den ggf. erforderlichen Schutz der Böschungen nach DIN 4124:2012-01; Pkt. 4.2.9 und 4.2.10 hingewiesen.

Bleibende Böschungen

können aus baugrundtechnischer Sicht und in Abhängigkeit der Böschungshöhen, ohne besonderen Standsicherheitsnachweis folgendermaßen gestaltet werden:

$$h \leq 1,5 \text{ m} \quad \Rightarrow \quad 1 : 1,5$$

$$h \leq 3,0 \text{ m} \quad \Rightarrow \quad 1 : 1,8$$

Größere und/oder steilere Böschungen als zuvor angegeben sind auch hier mittels Standsicherheitsnachweis zu bemessen.

Im ständigen Wasserschwankungsbereich sollte die Böschung einen Erosionsschutz aus Steinsatz o.ä. erhalten bzw. die Böschungsneigung auf maximal 1 : 3 abgeflacht werden. Auch die Bachsohle im Bauwerksbereich sollte erosionssicher mit Steinsatz und Herdschwelle ober- und unterläufig der Brücke o.ä. ausgebaut werden.

Nach der Profilierung sollten die Böschungen sofort mit Mutterboden angedeckt und begrünt werden, damit mögliche Erosionsschäden an den Böschungen vermieden werden. Eventuell entstehende Erosionsrinnen sind sofort wieder zu verfüllen und zu begrünen.

Um ein mögliches Abrutschen des Mutterbodens auf der Böschung bis zur vollständigen Begrünung bzw. Durchwurzelung zu verhindern, wird das Abdecken mittels Jutematten, Kokosmatten o.dgl. empfohlen. Auch der Einsatz von Krallmatten unterhalb des Mutterbodens bzw. der Einbau von Faschinen erscheint zweckmäßig.

3.6 Wiederverwendbarkeit der Abbruch- und Aushubmassen

3.6.1 Abfallrechtliche Belange

gebundener Straßenoberbau – Asphalt

Material	Verwertungs- klasse RuVA-StB 01	Abfallschlüssel- nummer AVV	Verwertung
Schwarzdecken	A	17 03 02 Bitumengemische	Heiß- / Kaltmischverfahren mit oder ohne Bindemittel

gebundener Straßenoberbau – Beton

Abschnitt	Zuordnungs-klasse		Abfallschlüssel- nummer AVV	Verwertung
	LAGA TR Bauschutt	SMUL		
BW 4/6 (Beton)	Z 1.2 (Phenolindex in EL)	W 1.1 (---)	17 01 07 Gemische aus Beton, Ziegeln, Fliesen und Keramik die keine gefährlichen Stoffe enthalten	nach Aufbereitung Auffüllmassen außerhalb des Baustandortes auf entsprechend zugel. Flächen

Auffüllungen / natürlich gewachsene Böden

Material	Zuordnungs- klassen LAGA TR Boden	Abfallschlüssel- nummer AVV	Verwertung
BW 4/4 ungeb. Tragschichten	Z 2 (TOC, Quecksilber in TS)	17 05 04 Boden und Steine die keine gefährlichen Stoffe enthalten	Auffüllmassen außerhalb des Baustandortes auf entsprechend zugel. Flächen
BW 4/6 ungeb. Tragschichten	Z 2 (TOC, Nickel in TS)		
Verbindungsweg ungeb. Tragschichten	Z 1.1 (TOC, Arsen, Chrom ^{gesamt} , Kupfer, Nickel, Zink in TS)		Auffüllmassen vor Ort oder außerhalb des Baustandortes auf entsprechend zugel. Flächen
Auffüllungen	Z 2 (TOC, Chrom ^{gesamt} , Nickel in TS)		Auffüllmassen außerhalb des Baustandortes auf entsprechend zugel. Flächen
natürlich gewachsene Böden	Z 2 (Nickel in TS)		

Da die Erdarbeiten teilweise am bzw. innerhalb des Gewässers ausgeführt werden, wird von einzelnen Behörden sowie Abfallverwertern auch eine Abfallschlüsselnummer **17 05 06 (Baggergut das keine gefährlichen Stoffe enthält)** gefordert.

Auffüllungen mit > 10 % Fremdbestandteilen / Bauwerksbestand

Material	Zuordnungsklasse		Abfallschlüsselnummer AVV	Verwertung
	LAGA TR Bauschutt	SMUL		
Auffüllungen mit > 10 % Fremdbestandteilen	Z 1.2 (Nickel in TS)	W 1.1 (---)	17 05 04 Boden und Steine die keine gefährlichen Stoffe enthalten	Auffüllmassen außerhalb des Baustandortes auf entsprechend zugel. Flächen
Brückenplatten Beton	Z 1.1 (el. Leitfähigkeit in EL)	W 1.1 (---)	17 01 01 Beton der keine gefährlichen Stoffe enthält	nach Aufbereitung Auffüllmassen vor Ort oder außerhalb des Baustandortes auf entsprechend zugel. Flächen
Widerlager Beton	Z 1.2 (Σ EPA PAK in TS)	W 1.2 (Σ EPA PAK in TS)		nach Aufbereitung Auffüllmassen außerhalb des Baustandortes auf entsprechend zugel. Flächen
Widerlager Bruchsteinmauerwerk	Z 0 (---)	W 1.1 (---)	17 01 07 Gemische aus Beton, Ziegeln, Fliesen und Keramik die keine gefährlichen Stoffe enthält	nach Aufbereitung Auffüllmassen vor Ort oder außerhalb des Baustandortes auf entsprechend zugel. Flächen

Bei einem höheren Anteil an Fremdbestandteilen innerhalb der Auffüllungen mit > 10 % Fremdbestandteilen ist auch eine Zuordnung zur Abfallschlüsselnummer **17 09 04** (gemischt Bau- und Abbruchabfälle die keine gefährliche Stoffe enthalten) denkbar. Im LV sollten entsprechende Positionen enthalten sein.

Abschließende Bemerkungen

Abweichend von den zuvor angegebenen Abfallschlüsselnummern kann nach § 3, Absatz 3 der AVV die zuständige Behörde eine andere Einstufung der Abfälle vornehmen. Im Rahmen der weiteren Planung sollten die zuständigen Abfallbehörden und mögliche Verwerter einbezogen werden.

Entsprechend den Angaben der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) gilt bei der Wiederverwendung von Bodenaushub vor Ort oder auf anderen Standorten das Verschlechterungsverbot.

Der Baubereich wird im Sinne einer Abfallverwertung als hydrogeologisch **ungünstig** bezeichnet, was lediglich den Einbau von Böden und Abbruchmassen der Einbauklassen Z 0 bis Z 1.1 ermöglicht.

Hierbei ist darauf hinzuweisen, dass auch der natürlich gewachsene Boden der Einbauklasse Z 2 zuzuordnen ist, d.h. bei einer Wiederverwendung der Aushubmassen vor Ort wird das gemäß BBodSchG und BBodSchV geforderte Verschlechterungsverbot eingehalten. Für eine ggf. geplante Wiederverwendung der Aushubmassen vor Ort muss im Rahmen der weiteren Planung bei der zuständigen Umwelt- und Abfallbehörde eine entsprechende Genehmigung eingeholt werden.

Erfolgt keine bautechnische Verwertung der Aushub bzw. Abbruchmassen vor Ort sollten diese zur Beseitigung entsprechend der LAGA-Einstufung zugelassenen Entsorgungs- bzw. Verwertungsunternehmen angedient werden.

Hierzu ergeht der Hinweis, dass bei Bieteranfragen die kompletten Untersuchungsergebnisse der abfalltechnischen Prüfungen zur Verfügung gestellt werden sollten. Die alleinige Ausweisung der abfallrechtlichen Zuordnung genügt für die Findung des effizientesten Verwertungs- oder Entsorgungsweges i.a. nicht.

Eventuell können die durchgeführten Deklarationen nicht ausreichen. Verschiedene Entsorger bzw. Verwerter fordern gemäß ihrer behördlichen Zulassung Deklarationen nach anderweitigen Prüfprogrammen oder fragen zusätzliche Parameter ab.

3.6.2 Bodenmechanische Eignung

Die im Rahmen der Baumaßnahme zu erwartenden Aushubmassen sind als gemischtkörnig bis schwach bindig zu bezeichnen. Gleichzeitig weisen die Aushubmassen einen meist erhöhten Wassergehalt auf.

Damit ist ein verdichteter Einbau der zu erwartenden Aushubmassen nicht möglich, so dass die Verwendung von Austauschmassen, wie z.B. eine Vorabsiebung regionaler Steinbrüche der Körnung 0/40 ... 0/60 mm, mit einem Sand- und Feinkornanteil von 20 ... 35 M-% und einem Feinkornanteil von max. 12 ... 15 M-% im eingebauten Zustand oder zertifizierte Mineralstoffgemische 0/45 mm bis 0/56 mm empfohlen wird.

Beim Bodeneinbau sind größere Steine vollständig mit feinkörnigem Material zu umhüllen bzw. auszutauschen. Im Winter ist darauf zu achten, dass kein gefrorener Boden eingebaut wird.

Eine ausreichende Verdichtung der Bauwerksverfüllung, sowie auf dem Verkehrsflächenplanum ist gemäß ZTV E-StB 17 zu fordern und auf der Baustelle, entsprechend dem Baufortschritt, zu überwachen (Verdichtungsprüfungen als Eigenüberwachung und Kontrollprüfungen des AG).

4 Abschließende Bemerkungen

Die Anzahl, Art und Tiefe der Aufschlüsse wurde durch den Unterzeichner kalkuliert, durch den AG beauftragt und unter Beachtung der angetroffenen Verhältnisse vor Ort durch den Unterzeichner angepasst.

Es wird darauf aufmerksam gemacht, dass die Aufschlüsse nur Stichproben im Boden, Straßenoberbau bzw. Bauwerk darstellen. Sie ermöglichen für den Baubereich Wahrscheinlichkeitsaussagen zu den zu erwartenden Verhältnissen.

Auch bei Abfalluntersuchungen handelt es sich um Stichproben. Bereits aus Kostengründen kann nicht jedem einzelnen Substrat durch analytische Belege nachgegangen werden. Verschiedenste Mineralpartikel und Substanzen sind wechselnd anthropogen und geogen bedingt unregelmäßig in Böden verteilt. Sie verursachen Streuungen der Konzentrationen von durch abfalltechnische Prüfparameter erfassten Komponenten. Daher unterliegen Labormesswerte je nach konkreten Orten von Probenahmen entsprechenden Schwankungen. Diese können von den vorliegenden Befunden negativ oder positiv abweichen sowie auch die der Größenordnung von Spurenanalytik entsprechenden Grenzwerte abfalltechnischer Zuordnungen überschreiten.

Werden auf der Baustelle vom Ergebnisbericht abweichende Verhältnisse festgestellt, dann ist der Unterzeichner unverzüglich zu verständigen.

Sollten sich weitere Fragen ergeben, stehen wir Ihnen gerne mit Informationen zur Verfügung.
