

Stadtverwaltung Crimmitschau
Kirchplatz 4
08451 Crimmitschau

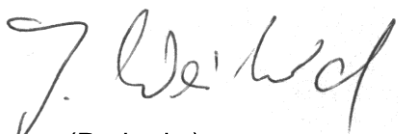
Chemnitz, 13.02.2020

Ergebnisbericht

Baugrund • Abfall • Radiologie

Reg.-Nr.	08451-45
Proj.-Nr.	18170 / 25786
Bauherr	 Stadtverwaltung Crimmitschau Kirchplatz 4 08451 Crimmitschau
Objekt	Crimmitschau, Wiesenstraße Grundhafter Straßenausbau und evtl. Kanalverlegung (Auftrags-Nr. A 347 / 19)

Untersuchungsstufe : Hauptuntersuchung
Geotechnische Kategorie : vor / nach der Erkundung: GK 2
Bearbeiter : Dipl.-Ing. Nicole Hetze
Telefon / E – Mail : (03 71) 5 30 12 – 13 / hetze@eckert-chemnitz.de
Inhalt : 28 Seiten Text
7 Anlagen mit 29 Blatt


(Prokurist)


(Bearbeiter)

Inhaltsverzeichnis

Anlageverzeichnis	3
Verzeichnis der verwendeten Unterlagen	4
1 Aufgabenstellung und durchgeführte Untersuchungen	5
2 Feststellungen	7
2.1 Standort / Baumaßnahme	7
2.2 Baugrundverhältnisse	8
2.2.1 Regionalgeologie und allg. Baugrundverhältnisse	8
2.2.2 Erkundungsergebnisse	8
2.4 Erkundungsergebnisse Dynamische Plattendruckversuche	13
2.5 Erkundungsergebnisse Radiologie	13
2.6 Hydrogeologische Verhältnisse	15
2.7 Besonderheiten	16
2.8 Einschätzung der Untersuchungsergebnisse hinsichtlich der Aufgabenstellung	17
3 Schlussfolgerungen, Empfehlungen und Hinweise	18
3.1 Allgemeine Einschätzung	18
3.1.2 Medienverlegung	20
3.1.3 Unterfangung/Sicherungsmaßnahmen	21
3.2 Bodenkennwerte	21
3.3 Homogenbereiche (VOB/C 2019)	22
3.4 Wasserhaltung	23
3.4.1 Wasserhaltung – Bauzustand	23
3.4.2 Wasserhaltung – Endzustand	23
3.5 Böschungen / Verbau	23
3.6 Wiederverwendbarkeit der Aushubböden / Grabenverfüllung	24
3.6.1 Abfallrechtliche Belange	24
3.6.2 Bodenmechanische Eignung der Aushubböden	27
4 Abschließende Bemerkungen	28

Anlageverzeichnis

1.1		Lageplan mit Aufschlussansatzpunkten	Maßstab	1 : 250
1.2		Idealisierter ingenieurgeologischer Schnitt	Maßstab	1 : 50/250
2.1	bis	2.2	Ergebnisse der Feldaufschlüsse (Aufbrüche (A) und Rammkernsondierungen (RKS))	Maßstab 1 : 25
3.1.1	bis	3.1.8	Laborergebnisse Asphaltuntersuchung nach RuVA und Bodenuntersuchung nach LAGA TR Boden	
3.2.1	bis	3.2.6	Zusammenfassung Laborergebnisse LAGA TR Boden	
4.1.1	bis	4.1.2	Laborergebnisse Korngrößenverteilung	
4.2			Laborergebnisse Konsistenzgrenzen	
4.3			Laborergebnisse natürlicher Wassergehalt	
5.1	bis	5.2	Ergebnisse dynamische Plattendruckversuche	
6			Ergebnisse ODL-Messungen	
7.1	bis	7.4	Fotodokumentation	

Verzeichnis der verwendeten Unterlagen

- / 1 / Bauer Tiefbauplanung GmbH: Angebotsabfrage und Aufgabenstellung, 04.12.2018
- / 2 / Ingenieurbüro Eckert GmbH: Angebot lt. LV Nr. 18170 / 25786 vom 11.12.2018 und 28.08.2019
- / 3 / Stadt Crimmitschau: Auftragserteilung vom 09.09.2019
- / 4 / Versorgungsträger: Leitungsbestandspläne / Erlaubnisscheine für Erdarbeiten bzw. Aufgrabungen
- / 5 / Bauer Tiefbauplanung GmbH (per e-mail):
 - Übersichtskarte (07.03.2017) Maßstab 1 : 2000
 - Vermessungsplan im dwg- und dxf-Format (16.10.2019) Maßstab 1 : 250
 - Kurzbeschreibung Wiesenstraße (07.03.2017)
- / 6 / Ingenieurbüro Eckert GmbH, Ergebnisse der Feldarbeiten vom 18.10.2019 (ODL-Messungen) und 07.11.2019 (A, RKS, Fallplatten)
- / 7 / Berghof Analytik und Umweltengineering GmbH, Chemnitz
Prüfberichte Asphaltuntersuchung nach RuVA, Bodenuntersuchung nach LAGA TR Boden vom 17.12.2019, Prüfbericht-Nr.: 00106956-02_(AC)
- / 8 / Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA, TR Boden), Stand 11/04
- / 9 / Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA, TR Bauschutt), Stand 11/97
- / 10 / Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau (RuVA-StB 01, Ausgabe 2005)
- / 11 / Verordnung zur Vereinfachung des Deponierechts (DepV) vom 29.04.2009, zuletzt geändert 27.09.2017
- / 12 / EAV-Katalog, Europäisches Abfallverzeichnis nach der Abfallverzeichnis-Verordnung (AVV); 10.12.2001, zuletzt geändert 17.07.2017
- / 13 / Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln
Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 12)
- / 14 / Geologische Spezialkarte der Königreichs Sachsen
Blatt 93 / Meerane-Crimmitschau / 1904 Maßstab 1 : 25.000
- / 15 / Landesvermessungsamt Sachsen – Topographische Karte
Blatt 5140 / Crimmitschau / 2003 Maßstab 1 : 25.000
- / 16 / LfULG Sachsen: Schutzgebiete in Sachsen: interaktive Karten (Abruf am 11.02.2020)
- / 17 / LfULG Sachsen: Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiete in Sachsen, interaktive Karte (Abruf am 11.02.2020)
- / 18 / Sächsisches Oberbergamt
Hohlraumkarte z. Ausweisung v. Gebieten m. unterirdischen Hohlräumen: interaktive Karte (Abruf am 11.02.2020)
- / 19 / büroeigenes Archiv / DIN / ZTVE-StB 17
- / 20 / Geoforschungszentrum Potsdam: Abfrage Erdbebenzone und Untergrundklasse
Ortslage Crimmitschau, Abruf 11.02.2020

1 Aufgabenstellung und durchgeführte Untersuchungen

Aufgabenstellung

Die Stadt Crimmitschau plant den grundhaften Ausbau der Wiesenstraße auf ca. 125 m Länge zwischen Carthäuser Straße und Pestalozzistraße. Die Fahrbahn soll durchgängig mit Asphalt befestigt werden. Aufgrund der angrenzenden Bebauung und der daraus resultierenden Parkraumnachfrage ist die Anlage von Stellplätzen in Längsaufstellung unabdingbar. Die Gehwege sollen einheitlich mit Betonsteinpflaster gestaltet werden.

Die Wiesenstraße ist Bestandteil des innerstädtischen Verkehrswegenetzes und erfüllt die Funktion einer Wohnstraße.

Gegenstand der Prüfung ist eine Baugrunduntersuchung zum geplanten Bauvorhaben einschließlich Tragfähigkeitsprüfungen auf dem Erdplanum sowie abfalltechnischer Untersuchungen des Straßenoberbaus bzw. des darunter anstehenden Bodens. Weiterhin sind radiologische Feldmessungen (ODL/DL) auszuführen.

Eine Baugrunderkundung im Bereich der angrenzenden Fußwege war nicht Vertragsgegenstand.

Anhand von Aufbrüchen und Rammkernsondierungen (A/RKS) sollte eine genaue Erkundung der einzelnen Schichten des Straßenoberbaus sowie der darunter liegenden Böden verbunden mit Probeentnahmen erfolgen.

Entsprechend Aufgabenstellung (Unterlage /1/) wurde folgender Untersuchungsaufwand festgelegt:

- ODL-Messungen straßenlinks- und rechtsseitig, im Abstand von 5 m
- 2 Aufbrüche (A) bis 0,60 m unter GOK (Bereich Erdplanum), vertieft durch Rammkernsondierungen (RKS), Teufe je 4,50 m unter UK Aufbruch, einschl. Probenentnahme
- 2 dynamische Plattendruckversuche (Fallplatten) bei 0,60 m unter GOK
- Einmessen der Ansatzpunkte nach Lage und Höhe
- Chemische Laboruntersuchungen nach RuVA, LAGA/Boden
- Bodenmechanische Laboruntersuchungen (2 x Korngrößenverteilung, 1 x Konsistenzgrenzen, 4 x natürliche Wassergehalte)

optional:

- Ergänzungsparameter DepV bei LAGA > Z2
- Gammaspektralanalyse

Durchgeführte Untersuchungen

Nach Beauftragung durch die Stadt Crimmitschau (Unterlage /3/) erfolgten am 18.10.2019 die ODL-Messungen und am 07.11.2019 die Erkundungsarbeiten in Form von Aufbrüchen (A) und Rammkernsondierungen (RKS) durch die Ingenieurbüro ECKERT GmbH. Weiterhin wurden dynamische Plattendruckversuche durchgeführt.

Insgesamt erfolgten 54 ODL-Messungen links und rechts der Straßenachse, sowie zum Vergleich 2 Referenzmessungen im umliegenden Gelände. Zum Einsatz kam das Messgerät SM 7 D der Fa. Sensortechnik und Elektronik Pockau GmbH.

Im Straßenbereich wurden 2 Aufbrüche niedergebracht und diese durch RKS vertieft. Die geplante Endtiefe von 4,50 m wurde nur im Bereich der A/RKS 1 erreicht. Die Sondierung A/RKS 2 musste aufgrund fehlenden Sondierfortschrittes bei 4,10 m unter GOK abgebrochen werden. Im Schichtenverzeichnis in Anlage 2 wurde dies mit „kein weiteres sondieren mögl.“ vermerkt.

An und in den Aufbrüchen wurden radiologische Messungen (ODL/DL) durchgeführt.

Alle Aufschlüsse wurden vor Ort geologisch und bodenmechanisch aufgenommen und in ihrer Lage sowie ihrer Ansatzhöhe eingemessen. Als Lagebezug diente die Bebauung vor Ort und als Höhenbezug Kanaldeckel im Baubereich. Die Höhen der entsprechenden Kanaldeckel wurden dem Lageplan (Unterlage /5/) entnommen. Als Höhenbezugssystem war DHHN 2016 angegeben. Die Lage der Aufschlüsse und die verwendeten Höhenbezugspunkte wurden im Lageplan (vgl. Anlage 1.1) dargestellt.

Den Aufschlüssen wurden getrennt nach den einzelnen Schichten zahlreiche Einzelproben des gebundenen und ungebundenen Straßenoberbaus, sowie der im bzw. unterhalb des Planums anstehenden Böden entnommen.

Nach nochmaliger Bemusterung im büroeigenen Labor wurden vertragsgemäß folgende repräsentativen Mischproben zur chemischen Analyse festgelegt. Die Herstellung der Mischproben oblag dem untersuchenden Labor.

- 1 Mischprobe des Asphalts nach RuVA
- 2 Proben der Auffüllungen nach LAGA TR Boden, Mindestuntersuchungsprogramm
- 1 Mischprobe der natürlich gewachsenen Böden im bzw. unterhalb des Planums nach LAGA TR Boden
- 1 Probe der Auffüllungen im Straßenunterbau nach LAGA TR Boden, Komplettuntersuchungsprogramm

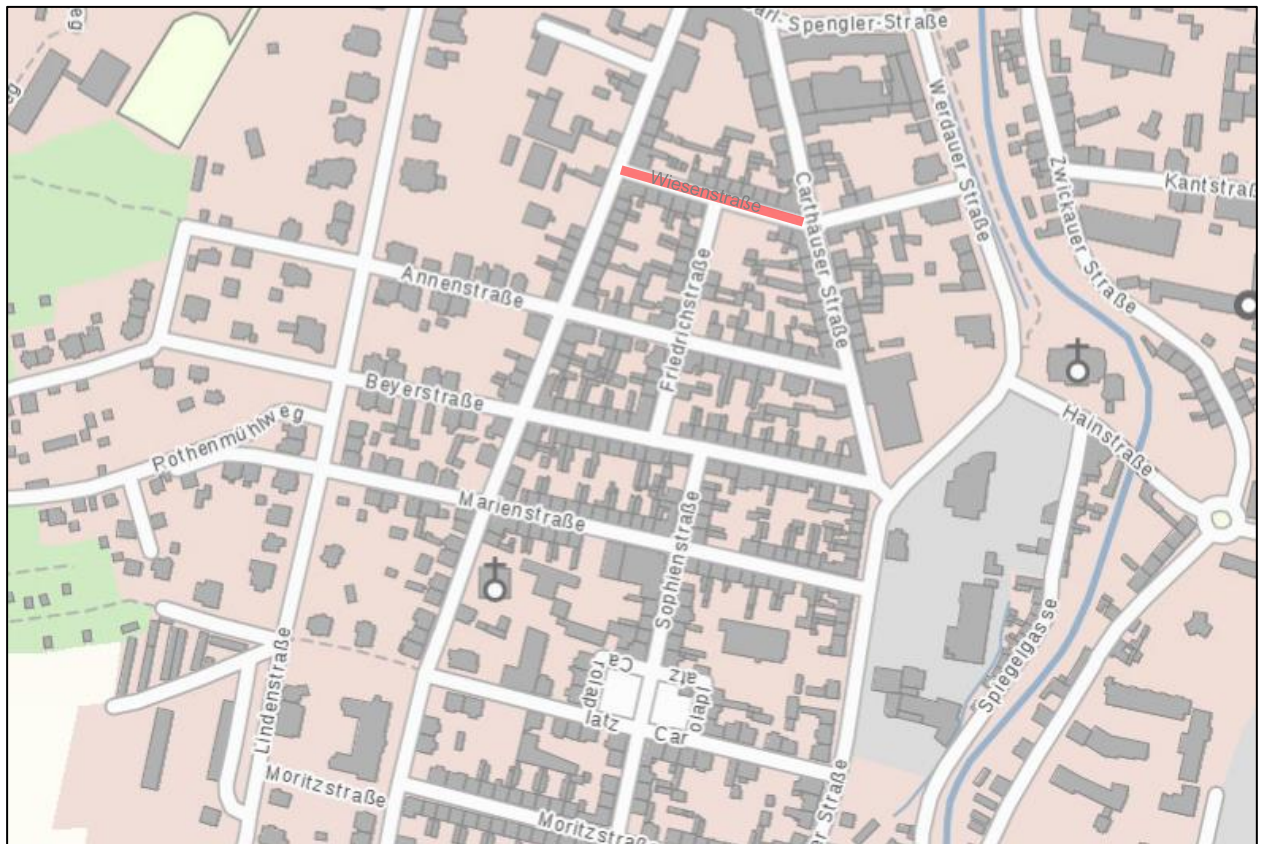
Die chemischen Laboruntersuchungen erfolgten ausnahmslos im Labor *Berghof Analytik und Umweltengineering GmbH*.

Weiterhin wurden folgende bodenmechanischen Laboruntersuchungen durch das büroeigene Erdstofflabor der Ingenieurbüro Eckert GmbH durchgeführt.

- 4 Proben hinsichtlich natürlichen Wassergehalts
- 2 Proben hinsichtlich Korngrößenverteilung
- 1 Probe hinsichtlich Konsistenzgrenzen

2 Feststellungen

2.1 Standort / Baumaßnahme



[Geoportal Sachsen, 13.01.2020]

Bei dem geplanten Bauvorhaben (rote Markierung) handelt es sich um den grundhaften Ausbau der Wiesenstraße sowie einer evtl. Kanalnetzenerneuerung in Crimmitschau. Die Wiesenstraße befindet sich im Norden der Crimmitschauer Südvorstadt.

Ausgehend von der Carthäuser Straße verläuft der Baubereich in NW-Richtung bis zur Pestalozzistraße.

Im Lageplan in Anlage 1.1 ist der betroffene Bauabschnitt dargestellt.

Geländebeschaffenheit : überwiegend Hanglage (Hauptgefälle Richtung Osten zur Pleiße hin)

Geländennutzung : Verkehrsfläche (Straße)

Geländehöhe : ca. 239...244 m

2.2 Baugrundverhältnisse

2.2.1 Regionalgeologie und allg. Baugrundverhältnisse

Der Standort liegt regionalgeologisch am Nordwestrand des Werdau-Hainichener-Troges (Erzgebirgisches Becken). Nordwestlich schließt sich die Zeitz-Schmöllner-Mulde an.

Der tiefere Untergrund wird aus Sedimenten des Rotliegenden (Perm) gebildet. Oberflächennah sind die Rotliegendensedimente durch Verwitterung aufgelockert und weisen hier lockergesteinsartige Eigenschaften auf.

Über den Rotliegendeschichten folgen Reste einer mächtigen pleistozäne Pleißeterrasse, bestehend aus Terrassenlehm und -schotter. Lokal können ebenfalls gravitativ umgelagerte Sedimente wie Hanglehm (und -schutt) vorkommen.

Entsprechend der anthropogenen Beeinflussung sind die natürlich gewachsenen Schichten durch unterschiedlich mächtige, horizontal und vertikal absetzige Auffüllungen (lokale Geländeregulierung, Schichten des Straßenoberbaus, Rohrgrabenverfüllung) überlagert.

Der Bereich des geplanten Baustandortes ist oberflächlich durch Pflaster mit flächigen Ausbesserungen durch Asphalt befestigt.

2.2.2 Erkundungsergebnisse

Oberbau – Straße



A/RKS 1

0,00 – 0,17 m Pflaster (Granit) mit
Asphaltausbesserungen

0,17 m Oberbau



A/RKS 2

0,00 – 0,08 m Asphalt
0,08 – 0,25 m Pflaster (Granit)

0,25 m Oberbau

Auffüllung

Kies, stark sandig, schluffig (Kiessand, Aushub, Metall)

Kies, sandig, schwach schluffig (Kohlegrus, Aushub, Mineralkorngemisch, Asche, Schlacke)

locker bis mitteldicht gelagert,

erhöht wasserempfindlich

Bodengruppe [GU*], A

Mächtigkeit (erkundet) 0,13...0,15 m

Schluff, tonig, schwach grobsandig, schwach mittelsandig, schwach feinkiesig, schwach mittelkiesig

(Aushub mit Ziegelresten, Glasreste)

Konsistenz weich bis steif, steif bis halbfest

stark wasserempfindlich

Bodengruppe [TL]

Mächtigkeit (erkundet) 0,90 m

Terrassenlehm/Hanglehm

Schluff, schwach tonig, schwach feinsandig, schwach feinkiesig, lokal schwach organische Beimengungen

Konsistenz weich bis steif

stark wasserempfindlich

Bodengruppe TM, TL

Mächtigkeit (erkundet) 2,75...3,30 m

Terrassenschotter

Kies, sandig, (ggf. steinig, da Sondierwiderstand erkundet)

mitteldicht bis dicht gelagert

durchschnittlich wasserempfindlich

Bodengruppe GW

Mächtigkeit (erkundet) 0,05 m

Der Übergang zum Fels wurde am Standort nicht erkundet. Erfahrungsgemäß kann die Felsoberkante jedoch in horizontaler und vertikaler Lage sowie im Verwitterungsgrad relativ kurzräumig schwanken. Deshalb sind auch tiefer reichende Verwitterungszonen genauso wenig auszuschließen, wie Aufwölbungen des vollständig verwitterten oder gar schwach verwitterten bis frischen Felshorizontes, die bis oberhalb der erreichten Aufschlusstiefe reichen können.

Weitere Einzelheiten zu, Schichtenaufbau, Lagerungsdichte, Konsistenz, Kornverteilung usw. sind den Anlagen 1.2, 2 bzw. 4 zu entnehmen.

2.3 Laborergebnisse

2.3.1 Bodenmechanik

Zur besseren Einordnung und Beurteilung der bautechnischen Eigenschaften der Böden sowie deren Wasserdurchlässigkeit wurden bodenmechanische Laboruntersuchungen in Form von Kornverteilungsanalysen, Wassergehaltsermittlung und Konsistenzgrenzenbestimmung im baurelevanten Bereich durchgeführt.

Die Probenbezeichnung kann den Anlagen 2 entnommen werden. Bei der ersten Ziffer handelt es sich um die Bezeichnung des entsprechenden Aufschlusses und bei der zweiten Ziffer um die jeweils untersuchte Schicht.

Die Ergebnisse der Korngrößenanalyse sind in den Anlagen 4.1 enthalten.

Probe (vgl. Anlage 2)	Verteilung					Boden- gruppe nach DIN 18196	K _r -Wert rechnerisch [m/s]	Natürl. Wasser- gehalt [M.-%]
	Ton [M.-%]	Schluff [M.-%]	Sand [M.-%]	Kies [M.-%]	Steine [M.-%]			
Kv 1 A/RKS 1/2 (Auffüllung)	20,6		38,8	40,5	-	GU*	1 · 10 ⁻⁵ ... 5 · 10 ⁻⁷	7,3
Kv 2 A/RKS 1/3 (Auffüllung)	14,8	41,0	27,8	16,4	-	U	5 · 10 ⁻⁸ ... 1 · 10 ⁻⁹	14,0

Die Ergebnisse der Konsistenzgrenzenbestimmung und des natürlichen Wassergehaltes sind in der Anlage 4.2 und 4.3 zusammengefasst.

Probe (vgl. Anlage 2)	Natürlicher Wasser- gehalt [M.-%]	Fließgrenze w _L [M.-%]	Ausroll- grenze w _P [M.-%]	Plastizitäts- zahl I _P [-]	Konsistenz- zahl I _C [-]	Boden- gruppe nach DIN 17892-12
Wz 1 A/RKS 2/4 (Terr.-lehm)	24,0	36,5	20,6	0,159	0,742	TM
Wn 1 A/RKS 1/4 (Hanglehm)	19,6	-	-	-	-	-
Wn 2 A/RKS 1/5 (Terr.-lehm)	22,2	-	-	-	-	-
Wn 3 A/RKS 2/3 (Auffüllung)	16,7	-	-	-	-	-
Wn 4 A/RKS 2/5 (Terr.-lehm)	18,1	-	-	-	-	-

2.3.2 Abfall

Gebundener Straßenoberbau (Asphalt)

Zur Bestimmung der Gehalte an PAK im Feststoff und Phenolindex im Eluat nach RuVA-StB 01/05 wurden nachfolgend bezeichnete Probe entnommen und im Labor *Berghof Analytik und Umweltengineering GmbH, Chemnitz* labortechnisch untersucht.

Die Probenbezeichnung kann den Anlagen 2 und die Laborergebnisse der Anlage 3.1 entnommen werden. Bei der ersten Ziffer handelt es sich um die Bezeichnung des entsprechenden Aufschlusses und bei der zweiten Ziffer um die jeweils untersuchte Schicht.

Unter Zugrundelegung der angegebenen Grenzwerte für die Zuordnungsklassen nach RuVA-StB 01/05 werden nachfolgend die Befunde lt. Prüfbericht des Labors mit den Grenzwerten der Zuordnung in Verwertungsklassen nach RuVA-StB 01/05 verglichen

Ausbauasphalt					
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
Nr.:	Einzelprobe-Nr.: (vgl. Anlage 2)	Labor-Nr.:	Analytik		Zuordnung zu Verwertungsklasse nach RuVA 01/05
			PAK [mg/kg]	Phenol- index [mg/l]	
Asphalt					
A1	2/1	106956/520/01	n.b.	< 0,01	A

n.b. – labortechnisch nicht bestimmbar

Auffüllungen / Natürlicher Boden

Zur Ermittlung einer möglichen Kontamination der anstehenden Auffüllungen sowie des zu erwartenden Bodenaushubes im bzw. unterhalb des Planums wurden an insgesamt 3 Mischprobe der Auffüllungen und 1 Mischprobe der natürlich gewachsenen Aushubböden im und unterhalb des Planums Laboruntersuchungen durchgeführt.

Die Auffüllung unterhalb des Pflasters (Probe 2/2) war stark durch Kohleabrieb und Schlacke gekennzeichnet, so dass hier ein Anfangsverdacht auf schädliche Inhaltsstoffe vorlag. Deshalb wurde hier das Untersuchungsprogramm nach LAGA TR Boden, Tab. II.1.2-2 und 1.2-3 angesetzt und somit die Möglichkeit bestand, die Ergebnisse zusätzlich nach LAGA TR Bauschutt auszuwerten. An den übrigen Proben erfolgte vertragsgemäß eine Untersuchung auf konventionelle Schadstoffinhalte nach Parameterumfang nach TR LAGA-Boden, Tab. II.1.2-1 (unspezifischer Verdacht).

Die Bezeichnung der Einzelproben kann den Anlagen 2 und die einzelnen Laborergebnisse den Anlagen 3.1 entnommen werden. Bei der ersten Ziffer handelt es sich um die Bezeichnung des entsprechenden Aufschlusses und bei der zweiten Ziffer um die jeweils untersuchte Schicht. Die in Anlage 3.2 enthaltenen Tabellen vergleichen die Befunde lt. Prüfbericht des analytischen Labors mit den Grenzwerten der Zuordnung in Einbauklassen [Z] nach TR LAGA, Tabellen II.1.2-2 + II.1.2-3 (Boden, Feststoff + Eluat).

In der nachfolgenden Tabelle sind die Laborergebnisse zusammengefasst:

Probe-Nr.:	Einzelprobe-Nr.:	Labor-Nr.:	Zuordnungs-klasse nach
			LAGA TR Boden 11/04 / DepV 09, Stand 09/17
			LAGA TR Bauschutt 11/97
			SMUL-Erlass 01/2006, Stand 01/2020
Auffüllungen			
Bod 1	1/2	106956/520/02	Z 2
			--
			--
Bod 2	1/3 + 2/3	106956/520/03	Z 2
			--
			--
Bod 4	2/2	106956/520/04	> Z 2 / DK II
			Z 1.2
			W 1.1
Natürlich gewachsene Böden			
Bod 3	1/4 + 1/5 + 2/4 + 2/5 + 2/6	106956/520/03	Z 0
			--
			--

2.4 Erkundungsergebnisse Dynamische Plattendruckversuche

Im Rahmen des vorliegenden Ergebnisberichtes wurde die vorhandene Tragfähigkeit auf dem Erdplanum innerhalb der Aufbrüche ermittelt. Hierbei ist jedoch anzumerken, dass es sich mit den angegebenen Werten nur um Näherungswerte handelt. Das Planum steht rings um die geprüfte Fläche unter Auflast und spiegelt somit u.U. nicht die tatsächliche Tragfähigkeit der Schicht wider.

Nachfolgend werden die Ergebnisse der dynamischen Plattendruckversuche (nach TP BF – StB, Teil B 8.3) angegeben. Die Prüfergebnisse vor Ort sind in den Anlagen 5 dokumentiert.

Unabhängig von der geltenden Anforderung weisen die in der Tabelle farbig markierten Tragfähigkeiten definitiv ungenügende Werte für das Erdplanum auf.

Aufbruch Nr.:	Tiefe [m unter OKG]	Prüfschicht / Bemerkungen	Ev _d [MN/m ²]	Ev ₂ ¹⁾ [MN/m ²]
1	0,60	Erdplanum, Auffüllung [TL] (Aushub mit Ziegel-/Glasresten), weich bis steif	21,3	27
2	0,60	Erdplanum, Auffüllung [TL], (Aushub mit Bauschuttresten), steif bis halbfest	19,2	28

- ¹⁾ Die Umrechnung erfolgte in Abhängigkeit der angetroffenen Böden und anhand von Erfahrungswerten zur Korrelation zwischen dynamischen und statischen Verformungsmodulen. Die Ev₂-Werte sind als Näherungswerte zu verstehen.

2.5 Erkundungsergebnisse Radiologie

Insgesamt wurden insgesamt 54 ODL-Messungen links und rechts der Straßenachse, sowie zum Vergleich 2 Referenzmessungen im umliegenden Gelände durchgeführt. Dabei erfolgen die ODL-Messungen im Gelände als definiertes Halbraumsystem 1 m über einer Fläche. Die Messwerte der ODL sind der Anlage 6 zu entnehmen und lassen sich erfahrungsgemäß wie folgt beurteilen:

Orientierungswerte ODL und Handlungsbedarf		
Aktivität	Bewertung	Handlungsbedarf
< 170 nSv/h	reiner Hintergrundwert	i.d.R. keine Gefährdung, kein Handlungsbedarf
≤ 300 nSv/h	leicht erhöhte Konzentration	Verwertung von Ausbaustoffen evtl. noch möglich / weiterführende Untersuchungen
> 300 nSv/h	erhöhte Strahlenbelastung	Verwertung von Ausbaustoffen i.d.R. nicht möglich / weiterführende Untersuchungen

Lokal wurden ODL-Werte von 170...200 nSv/h ermittelt, was auf eine leicht erhöhte Konzentration hinweist. Überwiegend lagen die, entlang der Trasse ermittelten, ODL-Werte jedoch unterhalb des reinen Hintergrundwertes von 170 nSv/h.

Innerhalb der Aufbrüche wurde auf OK ungebundener Tragschicht sowie auf OK Erdplanum die Dosisleistung (DL) gemessen. Entgegen der ODL-Messungen im definierten Halbraum werden DL-Messungen direkt im Straßenaufbruch in direkter Nachbarschaft zum Straßenbaustoff ausgeführt.

Der vom Messgerät erfasste Halbraum ist gegenüber der Definition ODL erheblich verkleinert, so dass sich im Regelfall deutlich höhere Aktivitäten einstellen. Diese werden anhand von Erfahrungswerten und im Vergleich zu Laborprüfungen interpretiert.

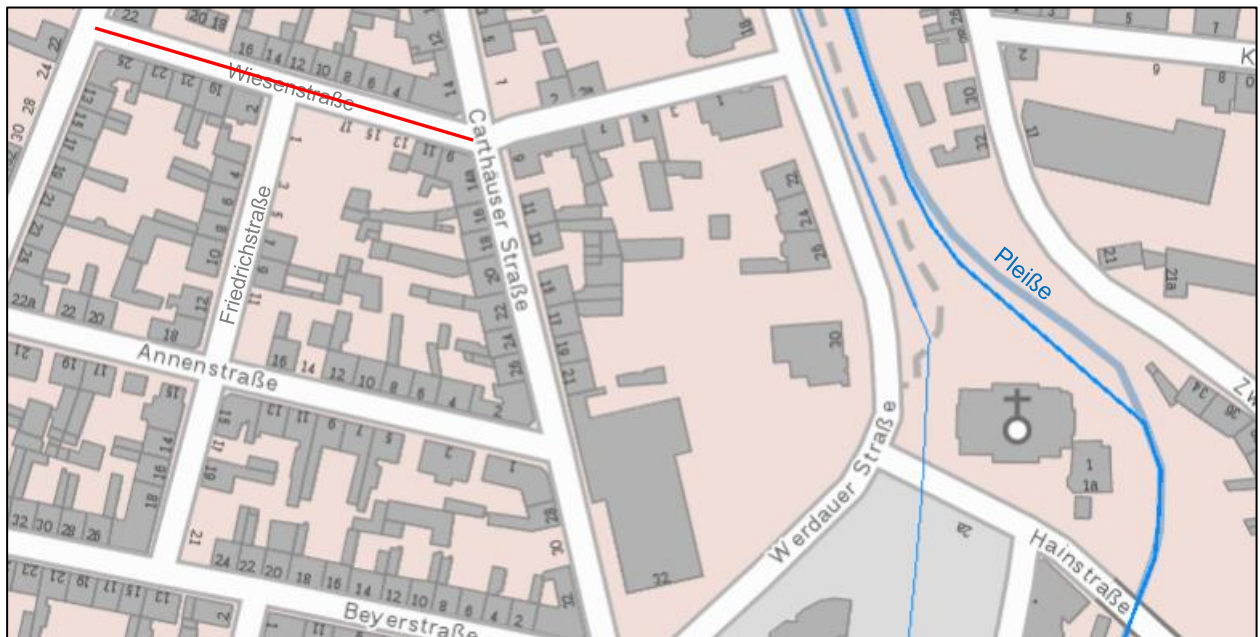
In der nachfolgenden Tabelle sind die ermittelten DL-Werte im Vergleich zu den ODL-Werten an den jeweiligen Aufschlüssen dargestellt:

Auf- schluss	Schicht /Messergebnisse [nSv/h]							
	[m] GOK	ODL (bei geschloss. Decke)	[m] OKG	DL (bei geschloss. Decke)	[m] GOK	DL Ungeb. Tragsch.	[m] GOK	DL Erd- planum
A/RKS 1	+1,0	140	± 0,00	230	- 0,17	140	- 0,30	140
							- 0,60	160
A/RKS 2	+ 1,0	130	± 0,00	200	- 0,25	120	- 0,40	120
			- 0,08	180			- 0,60	120

Nach einschlägigen Erfahrungen werden im Regelfall strahlenschutztechnisch relevante Grenzen im Sinne StrlSchV 2001 Anlage XII Teil B erst ab $DL \geq 450$ nSv/h (unter Annahme eines Aufbruchs 40 x 40 cm) erreicht. Erfahrungen haben jedoch gezeigt, dass auch Werte > 300 nSv/h bei vorliegendem radiologisch auffälligem Material ggf. Grenzwerte überschreiten.

Am Standort wurde nach Bodenansprache kein typisches, radiologisch auffälliges Material was auf Herkunft aus der Bergbautätigkeit der SDAG Wismut hindeutet, erkundet. Auch die Messwerte (DL) im Aufbruch weisen keine Auffälligkeiten auf. Die lokal erhöhten ODL-Werte über der Straße sind vermutlich auf das Granitpflaster zurückzuführen, welches am Standort verlegt ist. Granit kann je nach Herkunftsort als radiologisch auffällig gelten, weshalb hier von einer natürlichen Radioaktivität ausgegangen werden kann. Nach Ansicht des Bearbeiters ergibt sich aus radiologischer Sicht kein Handlungsbedarf.

2.6 Hydrogeologische Verhältnisse



[geoportal Sachsenatlas, 15.01.2020]

Offene Gewässer: am direkten Baustandort nicht bekannt
Die Pleiße und ein Wasserlauf westlich/parallel zur Pleiße fließen östlich in mind. 120...130 m Entfernung zum Bauanfang (Carthäuser Straße).

Ein hydrologisches Gutachten, und somit Angaben zum HHW, liegen nicht vor.

Bei der Erkundung am 07.11.2019 wurde bei den Aufschlüssen A/RKS 1 und 2 kein Wasser angeschnitten.

Aufgrund der geomorphologischen Verhältnisse wird sich im Baubereich kein zusammenhängender oberflächennaher und baurelevanter Grundwasserhorizont ausbilden.

Die überwiegend bindigen Böden (Terrassenlehm/Hanglehm, Auffüllungen) fungieren als wasserstauende Schichten, welche eine Versickerung von Oberflächenwasser behindern.

Erfahrungsgemäß und nach den Erkundungsergebnissen muss mit lokalen, meist temporär auftretenden Hangsicker- und/oder Hangschichtenwässern gerechnet werden, welche jahreszeitlichen und witterungsbedingten Schwankungen unterliegen. Diese werden in den durchlässigeren Böden (stärker sandige/kiesige Bereiche im Terrassenlehm/Hanglehm, Terrassenschotter) dem natürlichen Gefälle folgend oberflächennah abfließen. Aufgrund der anstehenden Stauer wird der Wasserabfluss nur zeitverzögert erfolgen, hier ist mit Staunässe zu rechnen.

Die erkundeten Wasserverhältnisse stellen somit einen temporären Zustand dar und können folglich nicht als Bemessungswasserstand angesetzt werden.

2.7 Besonderheiten

Altbergbau / Untergrundschwächen

Nach der Unterlage /18/ sind im unmittelbaren Baubereich gemäß § 7 der Sächsischen Hohlraumverordnung (Sächs. HohlrVO) keine unterirdischen Hohlräume vorhanden. Eine bergbauliche Stellungnahme kann im Vorfeld der Maßnahme beim Sächsischen Oberbergamt in Freiberg eingeholt werden.

Untergrundschwächen wie Auslaugungen und Verkarstungen sind im Baubereich aus geologischen Gründen auszuschließen.

Erdbeben

Gemäß der DIN EN 1998-1/NA:2011-01 sowie nach Liste der eingeführten Technischen Baubestimmungen (VwV TB) vom 15.12.2017 - Anhang B ist **Crimmitschau** der **Erdbebenzone 1** zuzuordnen. Gleiche Auskunft ergab eine Abfrage beim Geoforschungszentrum Potsdam (Unterlage /19/). Der Baustandort ist einer geologischen Untergrundklasse R und Baugrundklasse C zuzuordnen.

Nachbarbebauungen

Der Baubereich wird beidseitig durch direkt an den Fußweg grenzende Wohnbebauung tangiert. Die Gründungstiefen der Gebäude sind dem Unterzeichner nicht bekannt.

Es wird darauf hingewiesen, dass auch bei sorgsamster Bauausführung Einflüsse, welche im Extremfall zu Schäden am Bestand führen können, nicht gänzlich auszuschließen sind. Dieses gilt insbesondere dann, wenn starke Erschütterungen (z.B. bei Aufbruch und Verdichtungsarbeiten etc.) wirken.

Für Bereiche mit offener Bauweise nahe an bestehenden Gebäuden sind insbesondere im Bereich einer evtl. Kanalverlegung in Abhängigkeit der Kriterien

- Gründungstiefe Gebäude
- Konsistenz des Aushubbodens (weich, steif)
- Ausbautiefe/Baugrubentiefe
- Abstand der Baugrube zum tangierenden Gebäude/Bauwerk

evtl. Sicherungsmaßnahmen/Unterfangungen/vorausseilender Verbau vorzusehen. Näheres hierzu wird im Pkt. 3.1 und 3.6 erläutert.

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

Schutzzonen

Entsprechend der Unterlage /16/ befindet sich das Untersuchungsgebiet außerhalb von Naturschutz- und Landschaftsschutzgebieten sowie SPA-/FFH-Gebieten. Gleiches gilt nach Unterlage /17/ für Trink- und Heilwasserschutzgebiete.

Altlasten / Abfall

Für das Untersuchungsgebiet besteht aufgrund der Vornutzung kein spezifischer Verdacht auf das Vorhandensein schädlicher Bodenverunreinigungen. Dem Straßenoberbau, sowie den

Böden im und unterhalb des Planums wurden Proben entnommen. Gemäß Auftragserteilung erfolgte die labortechnische Untersuchung der angetroffenen Böden nach dem Parameterumfang LAGA TR Boden, Tab. II.1.2-1 sowie II.1.2-2 und 1.2-3. Die Ergebnisse werden unter Pkt. 2.3.2 und 3.7.1 angegeben. Alle entnommenen Proben werden bis 6 Monate nach Gutachtendatum rückgestellt.

Wasserrecht

Während der Baumaßnahme ist kaum und wenn dann ggf. nur lokal ein Wasseranschnitt (Schichtenwasser) zu erwarten. Eine wasserrechtliche Erlaubnis zur Bauwasserhaltung ist deshalb am Standort nach derzeitigem Kenntnisstand nicht erforderlich. Für das Einleiten von ggf. bauzeitlich zu hebendem Wasser in den Vorfluter ist jedoch prinzipiell eine entsprechende Genehmigung einzuholen.

Für die Errichtung und den Betrieb einer abwassertechnischen Anlage (z.B. AW-Kanal) muss generell eine separate wasserrechtliche Genehmigung - unabhängig von der Bauwasserhaltung - eingeholt werden.

2.8 Einschätzung der Untersuchungsergebnisse hinsichtlich der Aufgabenstellung

Eine Erkundung der Gründungstiefe der unmittelbar angrenzenden Gebäude ist erforderlich, um genauere Aussagen zu evtl. notwendigen Sicherungsmaßnahmen etc. treffen zu können.

Für eine Kanalverlegung ist nach Kenntnis der genauen Lage und Verlegetiefe das Gutachten evtl. anzupassen.

Es wird darauf aufmerksam gemacht, dass die Aufschlüsse nur Stichproben im Boden darstellen. Sie ermöglichen für die dazwischen liegenden Bereiche Wahrscheinlichkeitsaussagen über die zu erwartenden Verhältnisse. Zur Minimierung des Baugrundrisikos für den Bauherrn werden Abnahmen der Gründungssohlen durch einen Baugrundsachverständigen empfohlen.

3 Schlussfolgerungen, Empfehlungen und Hinweise

3.1 Allgemeine Einschätzung

3.1.1 Straßenausbau

Bei der Bemessung des Straßenoberbaus wird bei grundhaftem Ausbau aus Sicht des Unterzeichners für den Baustandort (Frostzone III) nach RStO 12 eine Schichtstärke von etwa 70 cm maßgebend. Hierfür wurden zum Teil Annahmen (z.B. Bk1,0; Entwässerung über Rinnen bzw. Abläufe und Rohrleitungen) getroffen, welche planungsseitig zu überprüfen und anzupassen sind.

Im vorliegenden Ergebnisbericht wird bei grundhaftem Ausbau von einem Straßenoberbau von 70 cm ausgegangen.

Die Straße besitzt derzeit im Bestand einen etwa 17...25 cm mächtigen Oberbau, welcher nur aus der Pflasterbefestigung und lokalen Asphaltsschicht besteht. Die unter dem Pflaster vorhandenen Auffüllungen sind ausschließlich nicht frostsicher.

Eine konkrete ungebundene Tragschicht konnte nicht erkundet werden.

Nach Planerangaben ist ein grundhafter Straßenausbau vorgesehen. Nachfolgend werden dennoch zwei Varianten zur Erneuerung der Straße aufgezeigt.

Grundhafter Straßenausbau

Im Bereich des zukünftigen Planums 0,70 m unter GOK stehen bindige Böden in Form von Auffüllungen an. Die Konsistenzen wurden als weich- bis steifplastisch (A/RKS 1), bzw. steifplastisch bis halbfest (A/RKS 2) angesprochen.

Die Tragfähigkeit im Bereich des geplanten Planums wurde mittels dynamischer Plattendruckversuche geprüft. Hier ist anzumerken, dass technologisch bedingt die Versuche bereits 0,60 m unter GOK ausgeführt wurden und diese somit nur näherungsweise für das geplante Erdplanum (0,70 m unter GOK) gelten. Da die Bodenart- und Konsistenz sich jedoch bis in eine Tiefe von 1,20...1,30 m nicht ändern, können die ermittelten Werte durchaus auf das Planum bezogen werden. Insgesamt wurden E_{vd} -Werte von 21,3 bzw. 19,2 MPa ermittelt, welche in Korrelation zum statischen Plattendruckversuch auf E_{v2} -Werte von 27 und 28 MPa hinweisen.

Sowohl nach Bodenansprache, als auch anhand der Prüfergebnisse kann davon ausgegangen werden, dass die Anforderungen der ZTV E-StB 17 von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ auf dem künftigen Planum nicht erfüllt werden. Für die gesamte Baumaßnahme ist deshalb von bodenverbessernden Maßnahmen im Planum auszugehen. Dies kann in Form eines zusätzlichen Bodenaustauschs mit einem gut abgestuften Mineralkorngemisch (z.B. Vorabsiebung 0/40...0/60 mm mit einem Anteil < 2 mm von 20...40 M.-% oder FSS 0/45...0/56 mm (Mineralkorngemisch, Betonrecycling)) in einer Stärke von ca. 25...30 cm erfolgen. Bei weichplastischem Untergrund ist zur Herstellung einer Befahrbarkeit unter Umständen ein Einwalzen von Grobschlag erforderlich. Hier ist darauf zu achten, dass das

Material komplett eingedrückt werden muss, um Hohlräume weitestgehend zu vermeiden. Alternativ - und am Standort empfohlen - kann der Einbau einer HGT oder Bodenverfestigung (ca. 20 cm) als Foundationsschicht im Planum erfolgen. Eine Bodenverbesserung des Planums insitu mit hydraulischem Bindemittel auf ca. 30 cm Stärke ist ebenfalls möglich, wird aufgrund der innerstädtischen Lage (Staubentwicklung) und der Straßeneinbauten jedoch nicht empfohlen.

Die Tragfähigkeit der schluffigen Böden ist stark vom Wassergehalt und damit den Witterungsbedingungen zum Zeitpunkt der Bauausführung abhängig. Bei trockener Witterung können durchaus ausreichende Tragfähigkeiten vorliegen. Die Abschätzung der Notwendigkeit eines Bodenaustauschs kann jedoch nur baubegleitend erfolgen.

Da lt. Planerangaben ggf. eine Kanalnetzerneuerung erfolgen soll, kann in diesen Bereichen eine ausreichende Verdichtung und damit Tragfähigkeit der Verfüllböden vorausgesetzt werden, so dass es zu einer Reduzierung des Bodenaustauschs kommen würde.

Insbesondere im Bereich der bindigen Böden ist eine Nachverdichtung zu unterlassen, da durch die Zerstörung des Korngerüstes die Tragfähigkeit eher noch abnehmen würde. Das Austauschmaterial ist lediglich statisch zu verdichten (kleine Schichtstärken).

Ein unnötiges Befahren des freigelegten Planums im Bereich bindiger Böden ist zu unterlassen, da auch hier die Tragfähigkeit abnehmen würde.

Entsprechend der in der ZTV E-StB 17 geforderten statischen Verformungsmodule ist vor dem Aufbringen des Straßenoberbaus die Tragfähigkeit des Planums mit geeigneten Prüfverfahren, wie statische Lastplatte und zusätzlich mittels Fallplatte, nachzuweisen.

Für den Einbau der Frostschutzschicht ist die ZTV SoB-StB 04/07 maßgebend, für die Asphalttschicht die ZTV Asphalt-StB 07.

Aufgrund der Wasserempfindlichkeit der anstehenden Böden im Planum sollten evtl. notwendige Leitungsverlegungen vor dem Entfernen des Straßenoberbaus und kompletten Freilegen des Planums erfolgen.

Vollgebundener Oberbau

Bei einer Bk1,0 (Annahme!) ist nach RStO 12, Tafel 4 eine Asphaltbefestigung von 30 cm erforderlich. Voraussetzung hierfür ist eine Tragfähigkeit des Erdplanums von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$.

Da es sich weitestgehend um die gleichen Böden in der Sohle wie beim grundhaften Straßenausbau handelt, sind hier die gleichen Bodenverbesserungsmaßnahmen erforderlich wie oben beschrieben.

Beim Einbau einer HGT sollte eine mind. 10 cm starke mineralische Schicht (Entwässerungsschicht) unter dem Asphalt eingebaut werden.

Vorteil dieser Bauweise ist die geringere Aushubtiefe und damit eine Minimierung zu entsorgender Böden.

Die Anmerkungen zu Verdichtung und Befahrbarkeit des Planums sind analog grundhaftem Ausbau zu beachten.

3.1.2 Medienverlegung

Inwieweit eine Kanalnetzerneuerung in der Wiesenstraße erfolgen soll, ist derzeit noch nicht bekannt. Details zu Verlegetiefe, räumliche Einordnung und konstruktive Details liegen demnach noch nicht vor. Deshalb werden nachfolgend nur allgemeine Angaben zum Kanalbau gemacht.

Eine frostsichere Einordnung von mind. 1 m ist einzuhalten.

In Unkenntnis der Verlegetiefe jedoch unter Beachtung der anstehenden Böden wird im Sohlbereich des Kanals Terrassenlehm in weicher bis steifer Konsistenz anstehen. Nach den Erkundungsergebnissen ist kaum mit einem Grundwasseranschnitt in der Rohrgrabensohle zu rechnen, jedoch könnte Schichtenwasser angeschnitten werden.

Insgesamt liegen je nach Nennweite und Haltungslänge ungenügende Tragfähigkeitsverhältnisse im Sohlbereich vor. Bindige Böden müssen eine mindestens steifplastische Konsistenz aufweisen, um ausreichend tragfähig zu sein. Die Tragfähigkeit der schluffigen Böden ist stark vom Wassergehalt und damit den Witterungsbedingungen zum Zeitpunkt der Bauausführung abhängig. Bei trockener Witterung können durchaus ausreichende Tragfähigkeiten vorliegen. Die Abschätzung der Notwendigkeit eines Bodenaustauschs kann jedoch nur baubegleitend erfolgen.

Derzeit sollte von einem Bodenaustausch ausgegangen werden, welcher günstigstenfalls als Beton in ca. 10 cm Stärke ausgeführt werden kann. Der Beton kann gleichzeitig als Bettungsschicht fungieren. Der Einbau eines mineralischen Austauschboden ist ebenfalls möglich, sollte jedoch nur bei unterlagernden steifplastischen Schichten zur Ausführung kommen. Das Austauschmaterial muss statisch verdichtet werden. Bei anstehenden weichplastischen Schichten ist Beton zu verwenden.

Bei offener Bauweise liegt nach DIN EN 1610 die Bettungszone Typ 1 vor. Zum Herstellen der unteren Bettungszone bzw. der Ausgleichsschicht sollten, in Abhängigkeit der zu verlegenden Nennweiten und je nach Anforderungen der Rohrhersteller Materialien nach DIN EN 1610, Pkt 5.3 oder o.g. Beton verwendet werden.

Die Rohrgrabensohle darf beim Ausheben möglichst nicht gestört werden. Hierfür ist vorzugsweise eine Glattschaufel zu verwenden, mit der die Sohle sauber abgezogen wird.

Zur Rohrgrabenverfüllung muss hinsichtlich Wasserdurchlässigkeit ähnliches Material verwendet werden, wie es in der Nachbarschaft ansteht, um eine Drainagewirkung bei den schwach wasserdurchlässigen Böden zu vermeiden. Aufgrund der sehr mächtigen schluffig-tonigen Schichten welche sich bis unter die tangierenden Häusern ziehen wird, kann es bei der Verdichtung zu erheblichen Schwingungen in der angrenzenden Bebauung kommen. Hier sind entweder sehr kleine Verdichtungsgeräte zu verwenden und damit kleine Schüttlagen einzubauen oder die Gräben bis OK Erdplanum mit Flüssigboden zu verfüllen.

3.1.3 Unterfangung/Sicherungsmaßnahmen

Inwieweit Sicherungsmaßnahmen und/oder Unterfangungsarbeiten nach DIN 4123:2013-04 im Bereich der Gebäude, welche direkt an den Fußweg angrenzen, notwendig werden, kann nicht ausgesagt werden, da die entsprechenden Gründungstiefen nicht bekannt sind. Selbst bei einem Aushub von nur 0,30 m, wie ggf. im Fußwegbereich erforderlich, besteht bei ungenügender Einbindetiefe der angrenzenden Bebauung Grundbruchgefahr. Eine Überdeckung von mind. 0,50 m der Gebäudefundamente ist ständig zu gewährleisten.

3.2 Bodenkennwerte

Für erdstatische Berechnungen können für die hier vorliegenden Bodenschichten die in der Tabelle angegebenen Werte in Ansatz gebracht werden. Des Weiteren zeigt die Tabelle für die einzelnen Bodenschichten die entsprechenden Frostempfindlichkeitsklasse und Bodengruppe auf.

Bodenart	Kurzzeichen DIN 18 196	$\gamma_n^{1)}$	φ'	c'	E_s	Frost- empf.
[--]	[--]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[MN/m ²]	[--]
Auffüllung, Kies, locker-mitteldicht	[GU*], A	18 – 19	33 – 35	1 – 2 ²⁾	25 – 50	F 3
Auffüllung, Schluff, weich / steif / halbfest	[TL]	19 – 20	26 – 28	2 – 4	6 / 12 / 18	F 3
Terrassenlehm / Hanglehm, weich - steif	TL, TM	20	26 – 28	2 – 4	8 - 12	F 3
Terrassenschotter, mitteldicht-dicht	GW	19 – 20	32 – 34	0	30 – 40	F 1






1) Unter Wassereinfluss ist der Auftrieb zu berücksichtigen.

2) kapillare Kohäsion – gilt nur für Nachweise von bauzeitlichen Böschungen, wenn diese vor Austrocknung bzw. zusätzlichem Wasserzutritt geschützt werden.

Zuvor genannte Werte gelten als Berechnungswerte. Bedingt durch unterschiedliche Wassergehalte können die Werte für Kohäsion und E-Modul um $\pm 30\%$ abweichen.

3.3 Homogenbereiche (VOB/C 2019)

Für die *Planung und Erstellung des Leistungsverzeichnisses* wird die in nachfolgender Tabelle dokumentierte Verteilung der Homogenbereiche entsprechend der DIN 18300 (Erdarbeiten) empfohlen.

Homogenbereiche für Boden nach DIN 18300: 2019-09		E1	E2	E3
Ortsübliche Bezeichnung		Gemischtkörnige Auffüllungen (Kohlegrus) Farbe: schwarz Bereich A/RKS 2	Fein- bis gemischtkörnige Auffüllung Farbe: dunkelgraubraun, schwarzfleckig	Natürliche Böden (Terrassenlehm, Hanglehm Terrassenschotter)
Aussehen (Farbe)	-	P 2/2 	P 2/3 	P 1/4 
			P 1/2 	P 2/6 
Korngrößenverteilung	[mm]	0 – 63 (90)	0 – 90 (200)	0 – 90 (350)
Körnungsbeschreibung	--	Kies, sandig, schwach schluffig	Schluff, schwach kiesig, sandig Lokal (A/RKS 1): Kies, stark sandig, schluffig	Schluff / lokal Kies, ± sandig, ± tonig
Anteil Steine / Blöcke	[M.-%]	< 10 / < 5	< 15 / < 10	≤ 15 / < 10 (ggf. im Terrassenschotter)
Anteil große Blöcke		< 2	< 2	< 5
Dichte	[g/cm³]	1,9 – 2,2	1,7 – 2,1	1,7 – 2,0
Undrainierte Scherfestigk. c_u	[kN/m²]	--	30 – 200 (TL)	30 – 200 (TL)
Wassergehalt w_n	[M.-%]	3 – 10	5 – 20	10 – 30
Konsistenzzahl I_c	[-]	--	0,4 – 1,1 (weich- halbfest)	0,4 – 0,9 (weich-steif)
Plastizitätszahl I_p	[-]	--	0,08 – 0,15 (leichtplastisch, stark wasserempfindlich)	0,11 – 0,18 (leicht-mittelpastisch, stark wasserempfindlich)
Lagerungsdichte I_D	[-]	0,35 – 0,65 (mitteldicht)	0,2 – 0,6 (locker – mitteldicht)	0,35 – 0,85 (mitteldicht – dicht)
Organischer Anteil	[M.-%]	7 – 10	3 – 5	≤ 5
Bodengruppe (DIN 18196)	--	A	[TL], [GU*]	TL, TM, GW
LAGA / DepV	--	> Z 2 / > DK III (LAGA TR Boden / DepV) (Z 1.2 / W 1.1 (LAGA TR Bauschutt / SMUL))	Z 2 (LAGA TR Boden)	Z 0 (LAGA TR Boden)

Aus bautechnischer Sicht können die Homogenbereiche B und C ggf. zusammengefasst werden. Eine Unterteilung erfolgte nur aus abfalltechnischer Sicht und da die Schichten visuell zu unterscheiden sind.

Nicht mit der Einteilung in Homogenbereiche nach DIN 18300 definiert sind der Rückbau von Tragschichten der Verkehrsflächen, der eventuell erforderlicher Rückbau von Bausubstanz, Leitungen und Schächten, sowie das Bergen von Wurzelstubben. Hierfür sind im LV gesonderte Vereinbarungen zu treffen. Gleiches gilt für einen eventuell notwendigen Rückbau / Umverlegung von Leitungsbestand und dergleichen.

3.4 Wasserhaltung

3.4.1 Wasserhaltung – Bauzustand

Anhand der vorliegenden Untersuchungsergebnisse ist bei den Straßen- und Kanalbauarbeiten kaum mit Wasser zu rechnen. Lediglich Stauwasser könnte ggf. lokal angeschnitten werden. Dann wäre das Planum durch Bauzeitdrainagen zu entwässern. Außerdem ist während der Bauzeit mit zusitzenden Niederschlagswässern zu rechnen, so dass auf der Baustelle eine offene Wasserhaltung betriebsbereit vorgehalten und bei Bedarf sofort eingesetzt werden sollte. Zusätzlich sind die Hinweise im Pkt. 2.7 – *Wasserrecht* – zu beachten.

3.4.2 Wasserhaltung – Endzustand

Die Oberflächenentwässerung sollte mittels Quergefälle der Verkehrsfläche über eine seitliche Entwässerungseinrichtung erfolgen. Das Planum ist über eine Drainage zu entwässern. Insbesondere bei vollgebundenem Oberbau sollte eine mind. 10 cm starke wasserdurchlässige Schicht unter dem Asphalt eingebaut werden, welche an die Entwässerung anzuschließen ist.

Für den Kanalbau sind nach Beendigung der Baumaßnahmen alle evtl. bauzeitlichen Wasserhaltungen stillzulegen und zu unterbrechen.

3.5 Böschungen / Verbau

Bleibende Böschungen

sind im Rahmen der Baumaßnahme nicht zu erwarten.

Baugrubenböschungen / Verbau

Für den Straßenausbau bei einer Aushubtiefe von max. 1,0 m (0,70 m Straßenoberbau + max. 0,30 m Bodenaustausch) sind Baugrubenböschungen und Verbau nicht zwingend erforderlich.

Aus Platzgründen und je nach Tiefe und Lage der evtl. zu verlegenden Kanäle wird ein Verbau der Baugruben zum Einsatz kommen. Hier können momentan jedoch nur allgemeine Angaben gemacht werden, da die räumliche Einordnung und Verlegetiefe nicht bekannt sind.

Bei ausreichendem Abstand und geringer Grabentiefe ist ggf. ein konventioneller, ausgesteifter Grabenverbau ausreichend. Es ist jedoch darauf zu achten, dass die Verbautafeln immer mit etwas Vorlauf zum Aushub einzubringen und nicht nachträglich einzustellen sind. Der entstehende Zwischenraum zwischen Verbautafeln und Baugrubenböschung ist mit Sand formschlüssig zu hinterfüllen, um jegliche Bodenbewegung zu unterbinden.

Bei ungünstigen Witterungsverhältnissen und damit ungünstigeren Konsistenzen der bindigen Böden im Kanalgraben sowie bei großen Verlegetiefen und/oder direkt angrenzender Bebauung mit unzureichender Gründungstiefe wird ein vorseilender Verbau (schwach vorseilender Verbau = z.B. Rollboxverbau, ggf. auch Dielenkammerverbau) notwendig.

Eine bauseitige Überwachung der Verbauausführung wird dringend empfohlen.

Sollten wider Erwarten Baugrubenböschungen favorisiert werden, sind die DIN 18300 und DIN 4124 zu beachten. Bei Baugrubentiefen über 1,25 m sind die Wände zu böschen oder auszusteifen. Darüber hinaus sollte ein lastfreier Streifen entsprechend der DIN 4124 eingehalten werden.

Bei den im Baubereich anstehenden Böden können für temporäre Böschungen bis 5 m Höhe mittlere Böschungsneigungen von $\beta = 50^\circ$ empfohlen werden.

Die Baugrubenböschungen sind dabei vor Austrocknung bzw. übermäßiger Vernässung zu schützen. Dazu eignet sich beispielsweise das Abdecken mittels Kunststoffplanen. Äußere Beeinflussungen, insbesondere durch zusitzendes Sickerwasser, können deutliche Abflachungen auf ca. 18...20° erforderlich machen.

3.6 Wiederverwendbarkeit der Aushubböden / Grabenverfüllung

3.6.1 Abfallrechtliche Belange

Für den gebundenen Straßenoberbau sowie die darunter anstehenden Böden (Auffüllungen und natürliche Böden) ergeben sich aus der Bewertung der ermittelten Schadstoffinhalte folgende Einstufungen:

Probe	Einzelproben	Verwertungsklasse RuVA-StB 01	Abfallschlüssel-nummer AVV
Asphalt			
A1	2/1	A	17 03 02 Bitumengemische

Probe	Einzelproben (Lageparameter)	Zuordnungsklasse LAGA TR Boden 11/04 DepV 09/Stand 2017 (maßgeb. Parameter)	Zuordnungsklasse LAGA TR Bauschutt 11/97 SMUL-Erlass 01/2006, Stand 01/2020 (maßgeb. Parameter)	Abfallschlüsselnummer AVV	Homogenbereich DIN 18300
Auffüllungen					
Bod 1	1/2 (A/RKS 1: 0,17...0,30 m unter GOK)	Z 2 (TOC, Blei im Feststoff)	--	17 05 04 Boden und Steine die keine gefährlichen Stoffe enthalten	E2
Bod 2	1/3 + 2/3 (A/RKS 1+2: 0,30/0,40... 1,20/1,30 m unter GOK)	Z 2 (TOC im Feststoff)	--	17 05 04 Boden und Steine die keine gefährlichen Stoffe enthalten	E2
Bod 4	2/2 (A/RKS 2: 0,25...0,40 m unter GOK)	> Z 2 (TOC im Feststoff) DK II (extrahierbare lipophile Stoffe)	Z 1.2 (Cadmium, Zink im Feststoff) W 1.1 (-)	17 05 04 Boden und Steine die keine gefährlichen Stoffe enthalten mit Anteilen > 10 Vol.-% von: 10 01 01 Rost- und Kesselasche, Schlacken und Kesselstaub	E1
Natürlich gewachsene Böden					
Bod 2	1/4 + 1/5 + 2/4 + 2/5 + 2/6	Z 0 (--)	--	17 05 04 Boden und Steine die keine gefährlichen Stoffe enthalten	E3

Entsprechend der Angaben der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) gilt bei der Wiederverwendung von Bodenaushub vor Ort das Verschlechterungsverbot. Dieses fordert den Einbau nur auf gleich hoch oder höher belasteter Auflage.

Die zuständige Umwelt- und Abfallbehörde ist in die weitere Planung einzubeziehen, da diese ggf. eine andere Einstufung der Böden vornehmen kann.

Schwellenwerte für gefährliche Abfallarten nach § 3 (2) der AVV werden nicht überschritten.

Gebundener Straßenoberbau:

Die Asphaltbefestigung ist in die **Verwertungsklasse A** einzuordnen, d. h., es kann eine Verwertung im Heißmischverfahren (oder Kaltmischverfahren) erfolgen. Dabei ist der Einsatz in Asphaltmischanlagen oder im Baustellenmischverfahren möglich.

Auffüllung (Gemisch mit Kohle, Asche, Schlacke) (A/RKS 2 – 0,25...0,40 m unter GOK):

Die Auffüllung, welche am Standort A/RKS 2 direkt unterhalb der Pflasterbefestigung erkundet wurde, ist aufgrund des TOC-Gehaltes (TOC = total organic carbon) nach LAGA TR Boden nicht mehr einzustufen (**> Z 2**). Die Untersuchung nach DepV ergab ebenfalls eine Überschreitung der DK III. Da bei dem vorliegenden Material erhebliche Anteile an Verbrennungsrückständen enthalten sind, könnte hier jedoch die Fußnote ⁴⁾ der DepV greifen und somit gilt der Zuordnungswert der DepV für TOC-Gehalt und Glühverlust nicht. Maßgebend ist deshalb der Gehalt an extrahierbaren lipophilen Stoffen, was eine Zuordnung zur **DK II** rechtfertigt.

Nach Bodenansprache ist das Material der AVV-Nr. **17 05 04** (Boden und Steine die keine gefährlichen Stoffe enthalten) zuzuordnen. In Absprache mit dem Entsorger könnte jedoch auch die AVV-Nr. **10 01 01** (Rost- und Kesselasche, Schlacken und Kesselstaub) zum Ansatz kommen.

In Anbetracht der enthaltenen Fremdbestandteile > 10 Vol.-% ist ggf. auch die LAGA TR Bauschutt maßgebend und damit die Zuordnungs-kategorie Z 1.2 bzw. nach Sächsischem Recycler-lass die W 1.1. Der Entsorger sollte in die weitere Planung unbedingt mit einbezogen werden.

Weitere Auffüllungen:

Die übrigen Auffüllungen sind einer Zuordnungs-kategorie **Z 2** zuzuordnen. Maßgebend für Z 2 – Material ist nach den LAGA – Richtlinien, Teil I, Pkt. 4.3.3.1 der ingeschränkte Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen. Zu beachten ist hier ein Mindestabstand zwischen höchstem GW-Stand und Schüttkörperbasis von 1 m. Eine Anwendung zur Verfüllung von Leitungsgräben ist ausgeschlossen.

Natürliche Böden:

Für die natürlichen Böden ergab sich eine Zuordnungs-kategorie **Z 0**. D.h., die Böden können uneingeschränkt in bodenähnlicher Anwendung wiederverwendet werden.

Erfolgt keine bautechnische Verwertung der Aushubmassen vor Ort kann dieser 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 auch die durchgeführten Deklarationen nicht ausreichen. Erfahrungsgemäß fordern verschiedene Entsorger bzw. Verwerter gemäß ihrer behördlichen Zulassung Deklarationen nach anderweitigen Prüfprogrammen oder fragen zusätzliche Parameter ab.

3.6.2 *Bodenmechanische Eignung der Aushubböden*

Der zu erwartende Bodenaushub besteht im Bereich des grundhaften Straßenausbaus aus Auffüllungen und ggf. lokal aus Terrassenlehm. Bei einer Kanalverlegung wird neben den zuvor genannten Auffüllungen erheblich Terrassenlehm/Hanglehm angeschnitten und je nach Tiefenlage evtl. auch Terrassenschotter.

Alle Böden können im Straßenoberbau nicht wiederverwendet werden.

Die kohle-/asche-/schlackehaltigen Auffüllungen sowie Böden mit hohen Bauschuttanteilen sind vom Wiedereinbau (Straßen- und Kanalbau) auszuschließen.

Im Bereich der Rohrleitungsgräben ist von einem gemischten Aushub auszugehen. Das Aushubgemisch wird nach den Erkundungsergebnissen und je nach Witterung durch einen erhöhten Wassergehalt gekennzeichnet sein. Zu beachten ist, dass bindige Böden eine mindestens steife Konsistenz aufweisen müssen, um verdichtend wiedereinbaubar zu sein. Ggf. kann das Aushubgemisch nach Homogenisierung, ggf. Bindemittelverbesserung und unter Beachtung eines nahezu optimalen Wassergehaltes bis 0,50 m unter OK Planum wieder eingebaut werden. Sollte eine HGT als Foundationsschicht im Planum eingebaut werden, kann die Verfüllung mit o.g. Material bis zur UK HGT erfolgen.

Sollte keine HGT zum Einbau kommen, ist das Planum aus gut abgestuftem Mineralkorngemisch, z.B. Vorabsiebung 0/40...0/60 mm mit einem Anteil < 2 mm von ca. 20...40 M.-% und Anteil < 0,063 mm von max. 12 M.-%, herzustellen. Auf OK Planum ist nach ZTV E-StB 17 ein statischer Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen. Für den Straßenoberbau ist zertifiziertes Frostschutzmaterial 0/32 oder 0/45 einzukalkulieren. Auf OK FSS ist nach ZTV SoB-StB 04 ein statischer Verformungsmodul $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen.

Der Asphaltoberbau muss im eingebauten Zustand die Anforderungen der ZTV Asphalt-StB 07 erfüllen. Entsprechende Kontrollprüfungen für alle Schichten (Erdplanum, FSS, Asphalt) sind einzukalkulieren.

4 Abschließende Bemerkungen

Die Anzahl, Art und Tiefe der Aufschlüsse wurde in Absprache mit dem Planer innerhalb der Aufgabenstellung festgelegt und durch den AG beauftragt.

Es wird darauf aufmerksam gemacht, dass die Aufschlüsse nur Stichproben im Bestand, sowie im Boden oder Fels darstellen. Sie ermöglichen für die dazwischen liegenden Bereiche nur Wahrscheinlichkeitsaussagen zu den zu erwartenden Verhältnissen. Bei Abfalluntersuchungen handelt es sich ebenfalls um Stichproben. Bereits aus Kostengründen kann nicht jedem einzelnen Substrat durch analytische Belege nachgegangen werden. Verschiedenste Mineralpartikel und Substanzen sind unregelmäßig in Straßenausbaustoffen und Böden verteilt. Sie verursachen Streuungen der Konzentrationen von durch abfalltechnische Prüfparameter erfassten geochemischen bzw. chemischen Komponenten. Daher unterliegen die Labormesswerte je nach konkreten Orten von Probenahmen entsprechenden Schwankungen. Sie können von den vorliegenden Befunden nach oben oder unten abweichen sowie auch Grenzwerte abfalltechnischer Zuordnungen überschreiten.

Hinsichtlich der Minimierung des Baugrundrisikos, welches sich bereits u.a. aus den vorgenannten Wahrscheinlichkeitsaussagen für den Bauherrn ergibt, sollten im Zuge der Bauausführung entsprechende Baugrundabnahmen bzw. baubegleitende Kontrollen während der Bauphase ausgeführt werden.

Werden auf der Baustelle vom Baugrundgutachten abweichende Baugrund- und Gründungsverhältnisse festgestellt, dann muss der Verfasser des Baugrundgutachtens unverzüglich verständigt werden.

Auch wenn diese im Ergebnisbericht nicht besonders genannt werden, sind alle zum Zeitpunkt der Ausführung gültigen Vorschriften (DIN, ZTV, ATV etc.) zu beachten und anzuwenden.

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