

Ingenieurbüro Thomas Schmidt

Dipl.-Ing. für Geotechnik
Freier Sachverständiger

Baugrundgutachten

Geotechnischer Bericht zu den Baugrund- und Gründungsverhältnissen nach DIN 4022

Hauptuntersuchung zur geotechnischen Kategorie 2

Bauvorhaben: Freiberg, Grundhafter Ausbau der Dammstraße (BA 2)

Auftraggeber: Chemnitzer Ingenieurbau Consult GmbH
Bernhardstraße 86f
09126 Chemnitz

Bearbeiter: Ing.-Geol. Heiko Seidel

Objektnummer: 2023/10/03

Umfang: 18 Seiten, 4 Anlagen mit 29 Blatt

Datum: 20.11.2023

Verteiler: 1 x CIC und: D.Lohse@cic-chemnitz.de
1 x IBS, Freiberg

Hauptsitz: Ingenieurbüro Thomas Schmidt
Fuchsmühlenweg 7
09599 Freiberg

Tel.: 0 37 31 / 7 98 67 – 0
Fax: 0 37 31 / 7 98 67 – 21

Niederlassung: Ingenieurbüro Thomas Schmidt
Niederlassung Annaberg-Buchholz
Robert-Blum-Straße 23
09456 Annaberg-Buchholz
Tel.: 0 37 33 / 4 28 261
Fax.: 0 37 33 / 4 28 263



Inhaltsverzeichnis		Seite
0	Zusammenfassung	3
1	Aufgabenstellung	5
2	Verwendete Unterlagen	5
3	Baumaßnahme und Baugelände	5
4	Untergrundverhältnisse	7
4.1	Geologische Situation	7
4.2	Altbergbausituation	7
5	Erkundungsumfang	8
6	Ergebnisse der Feldarbeiten	8
6.1	Baugrundverhältnisse	8
6.2	Hydrogeologische Verhältnisse	9
7	Ergebnisse der Laborarbeiten	10
7.1	Teererkenung	10
7.2	Untersuchung nach Ersatzbaustoffverordnung	10
7.3	Bodenplanungsgebiet Freiberg	13
8	Schlussfolgerungen	14
8.1	Homogenbereiche und geotechnische Kennwerte	14
8.2	Gründungsempfehlungen	15
8.2.1	Abwasserschächte/-kanal	15
8.2.2	Straße	15
8.3	Bemessungswerte des Sohlwiderstandes und Setzungen	16
8.4	Bautechnische Hinweise	17

Anlagenverzeichnis		Blattzahl
Anlage 1	- Lageplan (nach /2/)	1
Anlage 2	- Schichtenprofile der Rammkernsondierungen	9
Anlage 3	- Schnittdarstellung	1
Anlage 4	- Ergebnisse der analytischen Untersuchungen	18
4.1	- Teeranalytik	2
4.2	- Untersuchungen nach Ersatzbaustoffverordnung	15
4.3	- Probenahmeprotokoll	1



0 Zusammenfassung

Die Baugrundverhältnisse für den geplanten grundhaften Ausbau der Dammstraße (BA 2) zwischen der Silberhofstraße und der Gabelbergerstraße/Hinter der Stockmühle in Freiberg wurden mit 6 Rammkernsondierungen erkundet.

Die Ergebnisse zeigen, dass der vorhandene Straßenaufbau aus Asphalt und Mineralgemisch besteht. Die Gesamtmächtigkeit des frostsicheren Straßenaufbaues liegt zwischen 0,5 und 0,9 m und ist somit teilweise nicht ausreichend. Im Erdplanum stehen inhomogene Auffüllungen an. Stark verwitterter Fels steht in Tiefen zwischen 0,7 m und tiefer als 3,0 m u. GOK an. Darunter folgt teilweise Hanglehm und im Bereich der Münzbachau (RKS 9 bis 11) Bachablagerungen in Form von weichem Auelehm und Auesedimenten. Sie reichen teilweise bis tiefer 5 m u. GOK. Abschließend folgt zersetzter, vollständig oder stark verwitterter Fels. Die Sondierfähigkeit des Baugrundes endete in RKS 7 bei 3,0 m und in den übrigen Sondierungen tiefer als 4,0 m u. GOK.

Da ein neuer Kanal bzgl. Verlauf und Verlegetiefe sicher der vorhandenen Trasse folgt, kann der Baugrubenaushub weitgehend mit dem Bagger erfolgen. Im Falle einer Trassenabweichung oder größerer Verlegetiefen kann im Bereich um RKS 7 ab ca. 3,5 m u. GOK der Einsatz einer Felsfräse erforderlich werden.

Innerhalb weicher bindiger Auffüllungen bzw. Lehmschichten wird eine Stabilisierung der unteren Bettungsschicht z.B. durch Einbau eines mindestens 0,3 m mächtigen grobkörnigen Mineralgemischs erforderlich. Dieses ist, wie auch die Leitungszone allgemein, mit einem Trenn- und Filtergeotextil zu ummanteln.

Da der Untersuchungsbereich innerhalb eines Hohlraumverdachtsgebietes liegt, ist zusätzlich eine Stellungnahme beim Freiburger Oberbergamt einzuholen und es sind baubegleitende Abnahmen der Baugrubensohlen auf Altbergbauspuren einzuplanen.



Baugrundgutachten 2023/10/03 - Grundhafter Ausbau der Dammstraße (BA 2) in Freiberg Seite 4

Für die drei entnommenen Asphaltproben liegt die Verwertungsklasse A vor, da die PAK-Gehalte <25 mg/kg bei nicht nachweisbaren Phenol-Gehalten liegen.

Die EBV-Untersuchung ergab für anfallende Aushubmassen aus Mineralgemisch, Auffülle und Bachablagerungen Materialwerte von $>BM-F3$, wobei die Auffülle und die Bachablagerungen als gefährlicher Abfall mit der Abfallschlüsselnummer 17 05 03* einzustufen sind. Für den natürlich anstehenden Boden/Fels ergibt sich aufgrund des pH-Wertes des Materialwertes BM-3, alle anderen Parameter liegen innerhalb des Materialwertes BM-0*. Für das Mineralgemisch und den natürlich anstehenden Boden/Fels ergeben sich Abfallschlüsselnummern 17 05 04. Das Mineralgemisch entspricht der Belastung in Teilfläche 4 und darf daher nur in dieser wiedereingebaut werden. Der natürlich anstehende Boden/Fels entspricht der Belastung in Teilfläche 1, so dass diese Massen in allen Teilflächen des Belastungsgebietes wie auch vor Ort wieder eingebaut werden dürfen.

Für Rückfragen stehen wir Ihnen gern zur Verfügung.

Ing.-Geol. Heiko Seidel
Objektbearbeiter

Dipl.-Ing. Thomas Schmidt
Leiter des Büros





1 Aufgabenstellung

In Freiberg ist der Ausbau der Dammstraße in 3 Bauabschnitten geplant. Wir erhielten den Auftrag /1/, die Baugrundverhältnisse im Bauabschnitt 2 zu erkunden und aus geotechnischer Sicht zu bewerten.

2 Verwendete Unterlagen

- /1/ Bestätigter Kostenvoranschlag-Nr. 9701/23, CIC GmbH, Chemnitz, 18.10.2023
- /2/ Lage- und Höhenplan, Ing. Vermessung Freiberg GmbH, Stand 11/2023
- /3/ Geoportal Sachsenatlas, ©2023 GeoSN
- /4/ Bergschadenskundliche Analyse Raum Freiberg, Bergarchiv Freiberg
- /5/ RuVA-StB 01 Fassung 2005, FGSV e.V., Köln
- /6/ Verordnung über das europäische Abfallverzeichnis – AVV, Stand 17.07.2017
- /7/ Ersatzbaustoffverordnung, Stand 16.07.2021
- /8/ Zuordnung von Abfällen zu Abfallarten aus Spiegeleinträgen, Reihe Abfall – Heft 69, Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, Stand 02/2006
- /9/ Bodenplanungsgebiet „Raum Freiberg“, Landesdirektion Chemnitz, 05/2011
- /10/ RstO, FGSV e.V., Köln, 2012

3 Baumaßnahme und Baugelände

Der ca. 315 m lange Bauabschnitt 2 (siehe Bilder 1 bis 3 und Anlage 1) beginnt an der Silberhofstraße und endet an der Gabelsbergerstraße/Hinter der Stockmühle. Die Dammstraße fällt in westliche Richtung ein und das Höhenniveau bewegt sich zwischen 404 und 398 m NHN. Sie besitzt durchgängig eine Asphaltdecke und beidseitig angebaute Fußwege.

Neben dem grundhaften Ausbau ist auch eine Erneuerung der Mischwasserkanalisation und ein Trinkwasserleitungsbau geplant. Die Kanalverlegetiefe wird sich sicher an der vorhandenen Leitung orientieren, welche zwischen 2,3 m und 2,8 m u. GOK liegt.



Bild 1: Luftbild /3/ mit Baubereich



Bild 2: Bauanfang BA 2 an der Silberhofstraße



Bild 3: Bauende BA 2 an der Gabelsbergerstraße/Hinter der Stockmühle

4 Untergrundverhältnisse

4.1 Geologische Situation

Der Standort liegt in der Kernzone der Freiburger Gneiskuppel mit dem hier anstehenden **Freiberger Kerngneis** (oder innerer Graugneis). Der Festgesteinskörper wird dabei von einer **Verwitterungszone** und einem völlig **zersetzten Gesteinsmaterial** bzw. **Hangschutt** und örtlich starken schwankenden Mächtigkeiten überzogen und von **Hanglehm** bzw. von **Aueablagerungen** (Auelehm/-ton bzw. Auesedimente) überdeckt.

Den Abschluss des natürlichen Schichtenprofils bildet eine geringmächtige **Mutterbodenschicht** (Oberboden). Im Zuge **anthropogener Einflüsse** kann die natürliche Schichtenfolge ganz oder teilweise abgetragen, umgelagert, vermischt bzw. durch verschiedenartige Auffüllungen ersetzt bzw. überschüttet worden sein.

4.2 Altbergbausituation

Der Baubereich liegt gemäß der sächsischen Hohlraumkarte vollständig in einem Gebiet mit unterirdischen Hohlräumen, wobei für den Bereich des BA 2 gemäß /4/ kein Altbergbau rißkundig ist. Allerdings ist nördlich von BA 2 (Bereich Gabelsbergerstraße/Hinter der Stockmühle) eine eingeebnete Halde unbekannter Herkunft eingezeichnet (Bild 4).

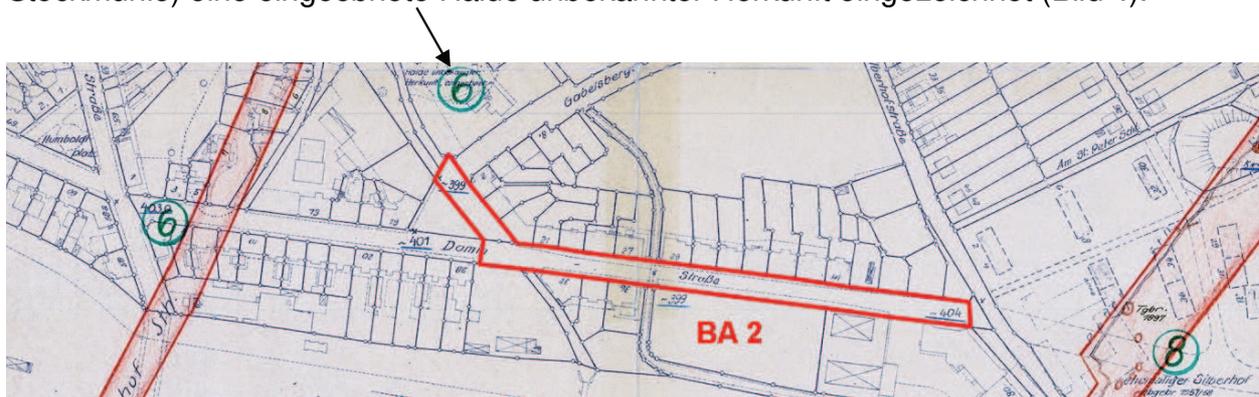


Bild 4: Auszug aus der Bergschadensanalyse /4/

Das mögliche Vorhandensein von Uraltbergbau, von dem kaum Unterlagen überliefert sind, kann für den gesamten Bauabschnitt nicht ausgeschlossen werden, so dass zusätzlich eine Stellungnahme beim Freiburger Oberbergamt einzuholen ist und baubegleitende Abnahmen der Baugrubensohlen bzgl. Altbergbauspuren einzuplanen sind.



5 Erkundungsumfang

Die Erkundung der Baugrundverhältnisse erfolgte mit 6 Rammkernsondierungen bis zum max. 5,6 m u. GOK.

Aus den Aufschlüssen wurden Asphalt- und Bodenproben für analytische Untersuchungen entnommen. Auf bodenmechanische Untersuchungen wurde verzichtet, da die benötigten Kennwerte ausreichend genau anhand von Erfahrungswerten einschätzbar waren.

6 Ergebnisse der Feldarbeiten

6.1 Baugrundverhältnisse

Die Lage der GNSS - gestützt eingemessenen Aufschlüsse ist Anlage 1 und deren Schichtenprofile sind Anlage 2 zu entnehmen. Die Baugrundverhältnisse wurden in einer Schnittdarstellung in Anlage 3 interpretiert und können wie folgt zusammengefasst werden:

- Die **Asphaltdecke** weist Stärken von 14 bis 18 cm auf. Lediglich in dem kurzen Abschnitt zur Gabelsbergerstraße/Hinter der Stockmühle wurde sie mit nur 5 cm ermittelt. Sie ruht auf einer 0,35 m bis 0,73 m mächtigen ungebundenen Tragschicht aus **Mineralgemisch**. Die **Gesamtmächtigkeit des frostsicheren Straßenaufbaues** liegt zwischen 0,5 und 0,9 m und ist somit teilweise nicht ausreichend.
- Darunter folgen bis in Tiefen zwischen 1,85 und 3,30 m u. GOK inhomogen (gemischt-körnig bzw. bindig) zusammengesetzte **Auffüllungen**, die überwiegend eine lockere bis mitteldichte Lagerung bzw. weiche Konsistenz aufweisen.
- **Hanglehm** wurde lediglich in den Sondierungen RKS 8 und 12 unter den Auffüllungen angetroffen. Er reicht bis 2,15 m (RKS 8) bzw. 3,90 m u. GOK (RKS 12) und besitzt eine weiche Konsistenz.
- In der Talaue des Münzbaches (RKS 9 bis 11) folgen unter den Auffüllungen Bachablagierungen in Form von weichem **Auelehm** und locker gelagerten **Auesedimenten**. Der Auelehm reicht bis 4,15 bzw. 4,40 m und die Auesedimente bis z.T. 5,05 m u. GOK.
- Darunter folgt **zersetzter, vollständig oder stark verwitterter Fels**. Die Sondierfähigkeit des Baugrundes endete in RKS 7 bei 3,0 m und in den übrigen Sondierungen tiefer als 4,0 m u. GOK.

6.2 Hydrogeologische Verhältnisse

Die Grundwassersituation in der Innenstadt von Freiberg ist durch den umgegangenen Altbergbau und in dem Zusammenhang entstandenen Anzuchten, Röschen und Kunstgräben derartig überprägt und verändert worden, dass kein einheitliches Modell gilt. So können sich z.B. durch Verbrauch wasserführender und z.T. nicht lagebekannter Anzuchten/Röschen neue Wasserwegsamkeiten ausbilden, während andere plötzlich vollständig in den Altbergbau hinein entwässern.

Grundwasser tritt am Standort erst im tieferen, klüftigen Fels auf und spielt damit keine Rolle. Allerdings können in/nach Regen-/Tauperioden lokal geringe Sickerwasserzuläufe innerhalb vorhandener Auffüllungen bzw. der Felsverwitterungszone auftreten. Mit stärkeren Wasserzuläufen ist in der Münzbachtaue zu rechnen. Hier (RKS 9 bis 11) wurden während der Feldarbeiten Wasserzuläufe festgestellt, die sich zwischen 2,90 und 3,55 m u. GOK einpegelten. Eine Wasserprobe konnte nicht entnommen werden, da die Sondierlöcher im grundwassererfüllten Horizont verbrachen. Erfahrungsgemäß können zulaufende Sicker-/Grundwässer als nicht bis schwach betonangreifend (Expositionsklasse bis XA 1) eingestuft werden.

Der **2. BA** liegt entsprechend /3/ außerhalb von Wasserschutzgebieten jedoch im Bereich der Münzbachquerung in einem Hochwassergefährdungsgebiet (siehe Bild 5).

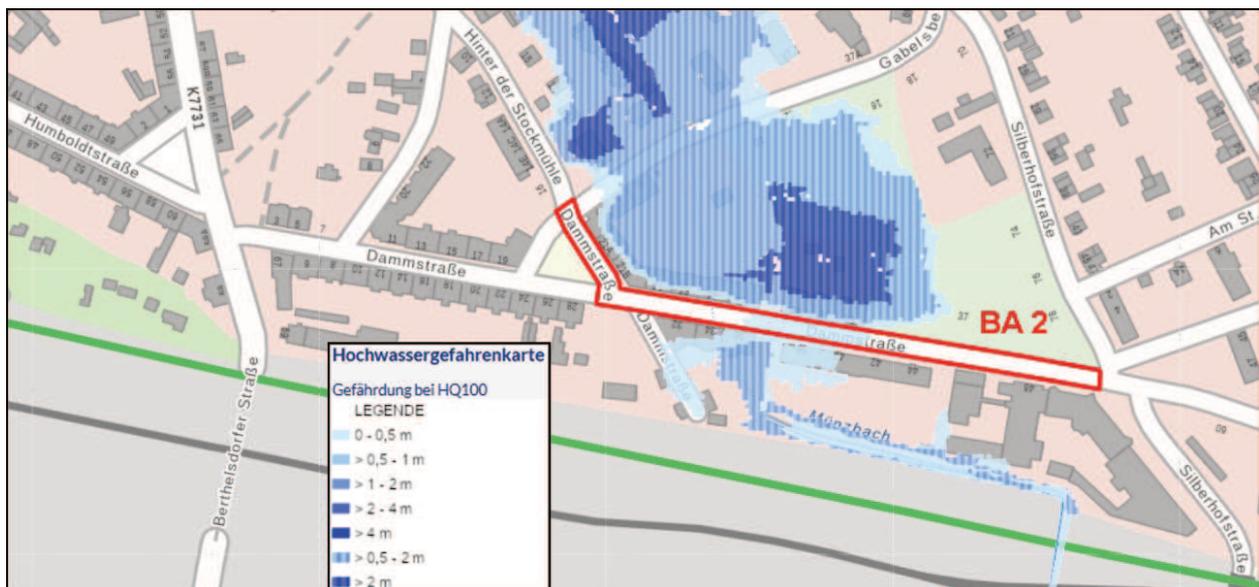


Bild 5: Hochwassergefährdungsgebiete HQ100 /3/



7 Ergebnisse der Laborarbeiten

7.1 Teerererkennung

Zur Überprüfung der vorhandenen Asphaltdecke auf eine Teerbelastung wurden an 3 Stellen Proben (in der Dammstraße T 1 aus RKS 8, T 2 aus RKS 11 und in der Nebenstraße T 3 aus RKS 12) entnommen. Die zusammenfassenden Analyseergebnisse sind in Tabelle 1 aufgeführt bzw. in Anlage 4.1 enthalten.

Parameter	Einheit	T 1	T 2	T 3	Verwertungsklasse nach /5/		
Bestimmung in Originalsubstanz (Feststoff)						Σ PAK	Phenol-Index
Σ PAK(EPA)	mg/kg	<1	1,2	<1	A	≤ 25	$\leq 0,1$
Bestimmung im Eluat					B	>25	>0,1
Phenol-Index	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	C		

Tabelle 1: Untersuchung der Asphaltproben auf teerstämmige Bestandteile

Für alle Asphaltproben liegt **Verwertungsklasse A** nach /5/ vor (**Abfallschlüssel 17 03 02** nach /6/). Der Ausbauasphalt kann somit als Asphaltgranulat im Heißmischverfahren in Asphaltmischanlagen wie auch im Baustellenmischverfahren wiedereingesetzt werden.

7.2 Untersuchung nach Ersatzbaustoffverordnung

Für die Einschätzung der Belastung anfallender Aushubmassen nach EBV /7/ wurden aus allen Aufschlüssen Proben entnommen und zu 4 Mischproben vereinigt. Mischprobe MP 1 charakterisiert das ungebundene Tragschichtmaterial (Mineralgemisch), MP 2 die vorhandenen Auffüllungen, MP 3 die Bachablagerungen (Auelehm und Auesedimente) und MP 4 den natürlich anstehenden Boden/Fels (Hanglehm und Felsverwitterungshorizont).

Die Probenahmehorizonte sind an den Schichtenprofilen in Anlage 2 gekennzeichnet. Der vollständige Prüfbericht ist in Anlage 4.2 enthalten und die Analyseergebnisse wurden in Tabelle 2 zusammengefasst.



Feststoff / Eluat		Mischprobe MP				Grenzwerte nach EBV /7/ für BM-/BG-					
Parameter	Einheit	1	2	3	4	0	0*	F0*	F1	F2	F3
Min. Fremdbest.	Vol.-%	<10	<10	<10	<10	10	10	50	50	50	50
TOC	Ma.-%	0,3	0,8	1,0	<0,1	1	1	5	5	5	5
EOX		<1	<1	<1	<1	1	1	—	—	—	—
MKW	C ₁₀₋₂₂	<40	<40	<40	<40	—	300	300	300	300	1000
	C ₁₀₋₄₀	<40	<40	<40	<40	—	600	600	600	600	2000
Benzo[a]pyren	mg/kg	0,06	0,1	<0,05	<0,05	0,3	—	—	—	—	—
Σ PAK ₁₆		0,48	1,03	0,025	0,025	3	6	6	6	6	30
PCB ₆ + PCB-118		0,01	<0,05	0,01	<0,05	0,05	0,1	—	—	—	—
Arsen		106	720	2160	9,1	10/20	20	40	40	40	150
Blei		637	2620	9540	48	40/70	140	140	140	140	700
Cadmium		11,7	15,2	151	1	0,4/1	1	2	2	2	10
Chrom, gesamt		13	20	20	29	30/60	120	120	120	120	600
Kupfer		111	270	1280	19	20/40	80	80	80	80	320
Nickel		10	14	17	15	15/50	100	100	100	100	350
Quecksilber		0,1	0,19	0,1	<0,07	0,2/0,3	0,6	0,6	0,6	0,6	5
Thallium	0,4	0,2	0,4	<0,2	0,5/1	1	2	2	2	7	
Zink	1430	1680	15500	204	60-150	300	300	300	300	1200	
pH-Wert	-	8,3	7,4	6,5	5,7	—	6,5-9,5	6,5-9,5	6,5-9,5	6,5-9,5	5,5-12
Leitfähigkeit	μS/cm	340	1410	672	309	—	350	350	500	500	2000
Sulfat	mg/l	83	640	200	45	250	250	250	450	450	1000
Naphtalin/Methyl-	μg/l	<2	<2	<2	<2	—	—	2	—	—	—
Σ PAK ₁₅		<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	—	0,2	0,3	1,5	3,8	20
PCB ₆ + PCB-118		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	—	—	0,01	—	—	—
Arsen		11	62,8	445	2,87	—	8 (13)	12	20	85	100
Blei		2,57	3,14	202	<1	—	23 (43)	35	90	250	470
Cadmium		0,44	28,2	6,54	2,03	—	2 (4)	3	3	10	15
Chrom, gesamt		<1	<1	<1	<1	—	10 (19)	15	150	290	530
Kupfer		2,16	7,85	<1	1,58	—	20 (41)	30	110	170	320
Nickel		<1	2,3	11	<1	—	20 (31)	30	30	150	280
Quecksilber		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	—	0,1	—	—	—	—
Thallium	0,2	<0,2	<0,2	<0,2	—	0,2 (0,3)	—	—	—	—	
Zink	<10	818	10900	114	—	100 (210)	150	160	840	1600	

Tabelle 2: Ergebnisse der EBV-Analysen für Bodenmaterial (BM) und Baggergut (BG)

In den Mischproben **MP 1 bis 3** (Mineralgemisch, Auffülle und Bachablagerungen) **übersteigen** ein bzw. mehrerer Schwermetallgehalte im Feststoff und teilweise im Eluat **die Grenzwerte des Materialwertes BM-F3**. Für den natürlich anstehenden Boden/Fels ergibt sich aufgrund des pH-Wertes des **Materialwertes BM-3**, alle anderen Parameter liegen innerhalb des **Materialwertes BM-0***.



Zur Unterscheidung zwischen besonders überwachungsbedürftigen und nicht besonders überwachungsbedürftigen Abfällen werden in /8/ Orientierungswerte angegeben.

Feststoff / Eluat		Mischprobe MP				Grenzwerte /8/		
Parameter	Einheit	1	2	3	4	einzel	in Summe	
Quecksilber	mg/kg	0,1	0,19	0,1	<0,07	80		
Σ PCB (7)		0,01	<0,05	0,01	<0,05	50		
Benzo[a]pyren		0,06	0,1	<0,05	<0,05	50		
Blei		637	2620	9540	48	2500		
Kupfer		111	270	1280	19	2500		
MKW		<40	<40	<40	<40	2500		
Nickel		10	14	17	15	2500		
Arsen		106	720	2160	9,1	1000		
Chrom		13	20	20	29	1000		
Cadmium		11,7	15,2	151	1	1000		
Σ PAK		0,48	1,03	0,025	0,025	1000		
Summe			131,18	756,23	2331,025	39,125		1000
Summe			889,18	3660,23	13168,025	121,125		2500

Tabelle 3: Orientierungswerte nach /8/

In den Mischproben **MP 2** (Auffülle) und **MP 3** (Bachablagerungen) überschreiten sowohl Einzel- wie auch Summenparameter die Orientierungs-/Grenzwerte /8/, so dass diese Aushubmassen als **gefährlicher Abfall** mit der Abfallschlüsselnummer **17 05 03*** nach /6/ einzustufen sind. Für das Material der Mischproben MP 1 (Mineralgemisch) und MP 4 (natürlich anstehender Boden/Fels) ergeben sich Abfallschlüsselnummern **17 05 04** nach /6/.



7.3 Bodenplanungsgebiet Freiberg

Nach /9/ liegt der **Baubereich innerhalb der Teilfläche 3** des Bodenplanungsgebietes Freiberg (siehe Bild 6).

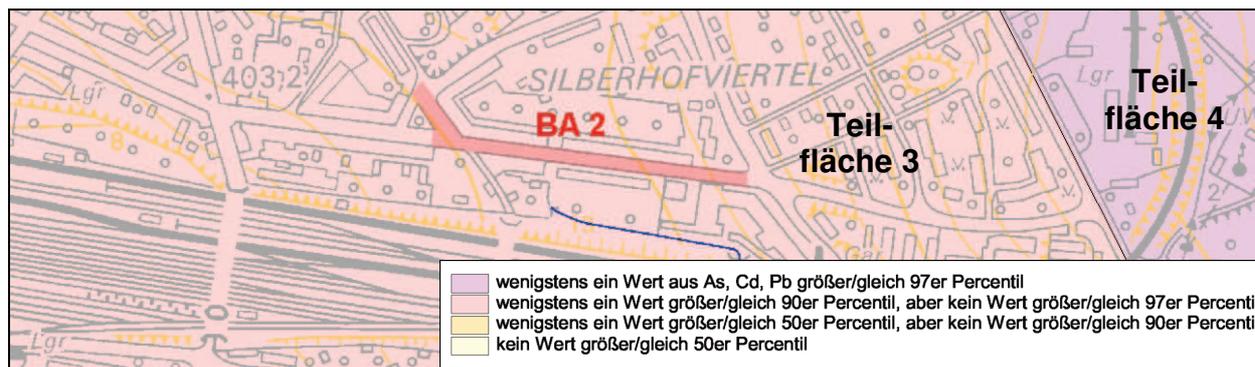


Bild 6: Karte mit innerer Schadstoffdifferenzierung, Auszug aus /9/

Angaben in [mg/kg]	Mischprobe MP		Teilfläche			
	1	4	1	2 50%-Perzentil	3 90%-Perzentil	4 97%-Perzentil
Arsen	109	9,1	<57,5	57,5	265	790
Blei	637	48	<175	175	765	1685
Cadmium	12	1	<1,0	1,0	4,1	9,0

Tabelle 4: Probeneinstufung nach Perzentilen /9/, Angaben in mg/kg

Gemäß §13 in /9/ „ist eine Verlagerung von Bodenmaterial zulässig, wenn das Bodenmaterial auf oder in Böden einer Teilfläche der gleichen oder einer höheren Stufe dieser Gebiete auf- oder eingebracht wird“ (Verschlechterungsverbot).

Das Material der Mischprobe **MP 1** (Mineralgemisch) **entspricht der Belastung in Teilfläche 4** und darf daher nur in dieser wiedereingebaut werden. Der natürlich anstehende Boden/Fels **entspricht der Belastung in Teilfläche 1**, so dass diese Massen in allen Teilflächen des Belastungsgebietes wie auch vor Ort wieder eingebaut werden dürfen.



8 Schlussfolgerungen

8.1 Homogenbereiche und geotechnische Kennwerte

Homogenbereich	A	B	C	D	E	F
Boden-/Gesteinsart	ungebundene Tragschicht	Auffülle	Hang-/Auelehm	Aue-sedimente	Fels zersetzt bis vollständig verwittert stark verwittert	
Boden- gruppe DIN 18196 ATV-A 127 klasse DIN 18300	GW G1 3	GW/SW/SU/ SU*/UL G1/2/3	UL/TL G3/4	GW/SW/SU G1/2	Zz/Zv G2 4 (6)	Za/Z — 6-7
Stein-/Blockanteil [%]	10-30/—	10-30/—	—/—	10-30/—	10-30/—	—
cal γ_k/γ'_k [kN/m ³]	21/12	18-20/8-10	20/10	20/12	20-22/12-14	23-25/-
cal ϕ'_k [°]	35	25-35	27,5	32,5	32,5-37,5	45-55
cal $c'_k/c_{u,k}$ [kN/m ²]	0/0	0-2/2-5	3/5	0/0	1-2/5-15	10-50/-
cal E_s^R [MN/m ²]	80-150	10-60	0,5-5	30-80	25-60	80-250
Lagerungsdichte	dicht	mitteldicht	—	locker	mitteldicht-dicht	fest
Konsistenz	—	weich	weich	—	—	
Verdichtbarkeitsklasse ^{*1)}	V1	V1 bis V3	V3	V1	V1	—
Verdichtbarkeit	sehr gut	sehr gut-schlecht	schlecht	gut	gut	—
Durchlässigkeit	mittel-groß	groß-gering	gering	mittel-groß	mittel	—
k_f – Wert [m/s]	10 ⁻³ bis 10 ⁻⁵	10 ⁻³ bis 10 ⁻⁸	<10 ⁻⁸	10 ⁻³ bis 10 ⁻⁵	10 ⁻⁴ -10 ⁻⁵	—
Frostempfindlichkeit	F 1	F 3	F 3	F1/3	F 3	F3
Veränderungsgrad	—	—	—	—	zersetzt	zerfallen
Verwitterungsgrad ^{*2)}	—	—	—	—	4 bis 5	3
Druckfestigkeit [N/mm ²]	—	—	—	—	—	30-80
Lösbarkeit	leicht Mobilbagger bis 18 t					mittel bis schwer mit Felslöffel/-fräse
EBV-Einstufung /7/	>BM-F3		*1)	>BM-F3	BM-F3	
AVV-Schlüsselnummer /6/	17 05 04	17 05 03*		17 05 03*	17 05 04	
^{*1)} Verdichtbarkeitsklassen nach ZTV A-StB 97/06 (zurückgezogen)						
^{*2)} Verwitterungsgrad: 0 Kein sichtbares Zeichen von Verwitterung. 1 Verfärbungen weisen auf Verwitterung des Gesteins und der Oberflächen von Trennflächen hin. 2 Weniger als die Hälfte des Gesteins ist zersetzt/zerfallen (zusammenhängendes Steinskelett/Steinkerne). 3 Mehr als die Hälfte des Gesteins ist zersetzt/zerfallen. 4 Das gesamte Gestein ist zu Boden zersetzt/zerfallen. Die Gebirgsstruktur ist größtenteils noch unversehrt. 5 Das gesamte Gestein ist zu Boden umgewandelt. Die Gebirgsstruktur und die Gesteinstextur sind aufgelöst.						

Tabelle 5: Homogenbereiche, Kennwerte und Eigenschaften der Baugrundschichten

^{*1)} Auelehm: **>BM-F3** und **17 05 03*** / Hanglehm: **BM-F3** und **17 05 04**



8.2 Gründungsempfehlungen

8.2.1 Abwasserschächte/-kanal

Ein neuer Kanal wird sich sicher am vorhandenen Verlegeniveau orientieren, dass zwischen 2,2 und 2,8 m u. GOK liegt. Vom Bauanfang bis zur RKS 8 steht hier vollständig verwitterter bis zersetzter Fels und teilweise (RKS 7) auch stark angewitterter Fels an. Die Sondierfähigkeit endete in RKS 7 bei 3,0 m und in RKS 8 bei 4,2 m u. GOK. Zwischen RKS 8 und 12 liegt der Kanalbestand innerhalb aufgefüllten Bodens bzw. im Aue- und Hanglehm. vollständig bis stark verwitterten Fels. Die Sondierfähigkeit endete hier $\geq 4,5$ m u. GOK.

Die Bettung nach Typ 1 DIN EN 1610 ist innerhalb der Auffüllzonen vorbehaltlich statischer Nachweise mit einer Mindestdicke $a = 100 \text{ mm} + 1/10 \text{ DN}$ und im Fels mit $a = 100 \text{ mm} + 1/5 \text{ DN}$ herzustellen. Die Baugruben sind entsprechend tiefer auszuheben und einfach nachzuverdichten. Im zersetzten bis vollständig verwitterten Fels ist auch eine Bettung nach Typ 2 oder 3 möglich.

Innerhalb weicher bindiger Auffüllungen bzw. Lehmschichten wird eine Stabilisierung der unteren Bettungsschicht z.B. durch Einbau eines mindestens 0,3 m mächtigen grobkörnigen Mineralgemischs erforderlich. Dieses ist, wie auch die Leitungszone allgemein, mit einem Trenn- und Filtergeotextil zu ummanteln.

8.2.2 Straße

Im Erdplanum stehen inhomogene Auffüllungen an, welche überwiegend der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 zuzuordnen sind. Dementsprechend wird eine **Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaues** entsprechend Tabelle 6 mit Zuschlägen nach Tabelle 7 erforderlich.

Frostempfindlichkeitsklasse	Dicke in cm bei Belastungsklasse	
	Bk3,2 bis Bk1,0	Bk100 bis Bk10
F 3	60	65

Tabelle 6: Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus /10/



Örtliche Verhältnisse		Zuschläge in cm				
		A	B	C	D	E
Frosteinwirkung	Zone III	+15				
Klimaunterschiede	Keine besonderen Klimaeinflüsse		±0			
Wasserverhältnisse	kein Grund-/Schichtenwasser bis in eine Tiefe von 1,5 m unter Planum			±0		
Lage der Gradiente	Geländehöhe				±0	
Fahrbahntwässerung/ Randbereiche	Entwässerung der Fahrbahn und Randbereiche über Abläufe und Rohrleitungen					-5

Tabelle 7: Mehr- oder Minderdicken infolge örtlicher Verhältnisse /10/

Die Tragfähigkeit des Planums ist mit Plattendruckversuchen nachzuweisen. Bei weichen Auffüllungen kann zur Erreichung des Verformungsmoduls $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ ein Bodenaustausch von 20 cm bis 30 cm erforderlich werden.

8.3 Bemessungswerte des Sohlwiderstandes und Setzungen

Für die Gründung von Schächten in $\geq 1,5 \text{ m}$ Tiefe können in Anlehnung an DIN 1054 **Bemessungswerte des Sohlwiderstandes** entsprechend Tabelle 8 m^2 angesetzt werden.

Ein- binde- tiefe	Bemessungswerte $\delta_{R,d}$ des Sohlwiderstandes in kN/m^2 für Streifenfundamente mit Breiten 0,5 m bis 2,0 m	
	Auffülle / Hang-/Auelehm ^{*1)}	Fels, zersetzt bis vollständig verwittert
1,5 m	310	350
2,0 m	350	400

Tabelle 8: Bemessungswerte des Sohlwiderstandes

Für die Gültigkeit der Bemessungswerte ^{*1)} wird eine entsprechende Nachverdichtung gemischtkörniger Auffüllungen bzw. eine mindestens steife Konsistenz bindiger Böden oder eine Bodenstabilisierung durch z.B. Einbau eines mindestens 0,3 m mächtigen und mit Geotextilien ummantelten Gründungspolsters vorausgesetzt. Im stark angewitterten Fels beträgt der Bemessungswerte des Sohlwiderstandes 500 kN/m^2 .

Auftretende **Setzungen** liegen unter 1 cm und klingen größtenteils bauseits ab.



8.4 Bautechnische Hinweise

Da ein neuer Kanal bzgl. Verlauf und Verlegetiefe sicher der vorhandenen Trasse folgt, kann der **Baugrubenaushub** weitgehend mit dem Bagger erfolgen. Bei einer Trassenabweichung oder größerer Verlegetiefen kann im Bereich um RKS 7 ab ca. 3,5 m u. GOK der Einsatz einer Felsfräse erforderlich werden.

Die Baugruben sind entsprechend auszusteifen. Es sind Mindestgrabenbreiten von OD (Rohraußendurchmesser) + 0,70 m bei \leq DN 700 bzw. OD + 0,85 m bei $>$ DN 700 und 0,5 m Arbeitsraumbreite im Bereich von Schächten einzuhalten.

Die Baugrubensohlen sind vor anfallenden Wässern in geeigneter Weise zu schützen sowie grundsätzlich von losen und/bzw. aufgeweichten Massen zu beräumen.

Aufgrund der Drainagewirkung des Kanalgrabens, der Geländeneigung, lagekonformer Schichtgrenzen und der Münzbachnähe ist damit zu rechnen, dass sich in der Grabenzone in/nach Regen-/ Tauperioden verstärkt Wasser ansammelt bzw. strömt. Dementsprechend sind für die **Leitungszone** entsprechende **Schutzmaßnahmen** einzuplanen, wie etwa:

- Verwendung wasser- und verlagerungsunempfindlicher Einkorn-Kies-Gemische
- Verwendung von Geotextilien (Vliesummantelung)
- Einbau von Dichtriegeln bis OK Leitungszone

Für den **Wiedereinbau im Rohrleitungsbereich** werden Schütthöhen von max. 20 cm bis 30 cm empfohlen, wobei bis 0,3 m ü. Rohscheitel nur steinfreie Böden verwendet werden dürfen. Bei Einsatz leichter Verdichtungstechnik sind erfahrungsgemäß 3 bis 6 Übergänge erforderlich, um den notwendigen Verdichtungsgrad zu erreichen.

Für die **Hauptverfüllung** kann der beim Grabenaushub anfallende natürliche Boden/Fels lagenweise verdichtet eingebaut werden. Wegen der Einstufung vorhandener Auffüllungen und der Münzbachablagerungen als gefährlicher Abfall sind entsprechende Ersatzmassen vorzugsweise der Bodengruppe GU einzuplanen. Baubegleitend sind die Referenzkennwerte (Proctordichte, optimaler Wassergehalt, Toleranzbereich des Wassergehaltes) der einzusetzenden Böden zu bestimmen. Der Einbauwassergehalt



Baugrundgutachten 2023/10/03 - Grundhafter Ausbau der Dammstraße (BA 2) in Freiberg Seite 18

der Verfüllmassen ist laufend zu prüfen, ob er innerhalb des Toleranzbereiches des Wassergehaltes zur Erreichung der notwendigen Verdichtungsanforderungen ($D_{Pr} \geq 97\%$ für die Leitungszone und Hauptverfüllung) liegt.

Zur Überprüfung der Einbauqualität sind **Dichtekontrollen** (z.B. mit Densitometer bzw. dynamischen Plattendruckversuchen) im Rohrleitungsbereich bzw. der Hauptverfüllung und **statische Plattendruckversuche** auf dem Straßenplanum und den Tragschichten durchzuführen.

Grundsätzlich ist bei den Tiefbauarbeiten (Abbruch-, Ausschachtung-, Bohr- und z.T. notwendigen Verbauarbeiten) auf **erschütterungsarme Technologie** zu orientieren. Auf die Beachtung von Leitungen/Kabellagen wird nachdrücklich hingewiesen.

Auf die Abnahme der Grabensohlen hinsichtlich **Altbergbauspure**n wird nochmals hingewiesen (s. Pkt. 4.2).

Für Rückfragen stehen wir Ihnen gern zur Verfügung.

Freiberg, den 20.11.2023

Ing.-Geol. Heiko Seidel
Objektbearbeiter

Dipl.-Ing. Thomas Schmidt
Leiter des Büros

