

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 (1. BA)

Auftraggeber: Chemnitzer Ingenieurbau Consult GmbH
Bernhardstraße 86f
09126 Chemnitz

Bearbeiter: Ing.-Geol. Heiko Seidel

Objektnummer: 2023/04/02

Umfang: 17 Seiten, 4 Anlagen mit 19 Blatt

Datum: 06.06.2023

Verteiler: 1 x CIC (+digital: 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	Teererkenntung	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	16

Anlagenverzeichnis		Blattzahl
Anlage 1	- Lageplan (nach /2/)	1
Anlage 2	- Schichtenprofile der Rammkernsondierungen	9
Anlage 3	- Schnittdarstellung	1
Anlage 4	- Ergebnisse der analytischen Untersuchungen	8
4.1	- Teeranalytik	2
4.2	- Untersuchungen nach Ersatzbaustoffverordnung	5
4.3	- Probenahmeprotokoll	1



0 Zusammenfassung

Die Baugrundverhältnisse für den geplanten grundhaften Ausbau der Dammstraße (1. BA) zwischen der Frauensteiner Straße und der Silberhofstraße 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 um 0,5 m und ist somit unterdimensioniert. Im Erdplanum stehen inhomogene Auffüllungen, Hanglehm bzw. zersetzter Fels an. Stark verwitterter Fels steht in Tiefen zwischen 0,7 m und tiefer als 3,0 m u. GOK an. Die Felsoberkante taucht zum Münzbach hin ab. Die Sondierfähigkeit endete in Tiefen zwischen 1,4 m an der Frauensteiner Straße und 3,0 m u. GOK an der Silberhofstraße.

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 zwischen der Frauensteiner Straße und dem Heinrich-Zille-Weg ab ca. 2,0 m u. GOK der Einsatz eines Felslöf-fels oder einer Felsfräse erforderlich werden.

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. Dies gilt insbesondere für den Bereich zwischen der Silberhofstraße und dem Heinrich-Zille-Weg. Hier quert die Ausbisszone des Erzganges „Hohe Birke Sth./Peter Sth.“ mit dem „Hermser Stolln“ die Dammstraße und es kam in der Vergangenheit zu mehreren Tagesbrüchen bzw. Bodensenkungen.

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



Baugrundgutachten 2023/04/02 - Grundhafter Ausbau der Dammstraße (1. BA) in Freiberg Seite 4

Die EBV-Untersuchung ergab für die anfallenden Aushubmassen die Materialwerte BM-F1 (Mineralgemisch), >BM-F3 (Auffülle) bzw. BM-F3 (anstehender Boden/Fels). Es liegt für alle Materialarten der Abfallschlüsselnummer 17 05 04 vor. Ein Wiedereinbau der Auffülle vor Ort bedarf aber einer Abstimmung mit dem Umweltfachamt, da der Cadmiumgehalt dem der Teilfläche 4 entspricht, das Untersuchungsgebiet jedoch in Teilfläche 3 des Bodenplanungsgebietes von Freiberg liegt.

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 (1. BA) zwischen der Frauensteiner Straße und Silberhofstraße geplant. Wir erhielten den Auftrag /1/, die Baugrundverhältnisse im Baubereich zu erkunden und aus geotechnischer Sicht zu bewerten.

2 Verwendete Unterlagen

- /1/ Bestätigter Kostenvoranschlag-Nr. 9617/23, CIC GmbH, Chemnitz, 12.04.2023
- /2/ Lage- und Höhenplan, Ing. Vermessung Freiberg GmbH, Stand 04/2023
- /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. 260 m lange Bauabschnitt 1 (siehe Bilder 1 bis 3 und Anlage 1) beginnt an der Frauensteiner Straße und endet an der Silberhofstraße. Die Dammstraße fällt in westliche Richtung ein und das Höhenniveau bewegt sich zwischen 419 und 405 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 1,5 m und 2,6 m u. GOK liegt.



Bild 1: Luftbild /3/ mit **Baubereich**



Bild 2: Bauanfang an der Frauensteiner Straße



Bild 3: Bauende an der Silberhofstraße

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. Wie Bild 4 zeigt, quert zwischen der Silberhofstraße und dem Heinrich-Zille-Weg die Ausbisszone des SW-NO-streichenden Erzganges „Hohe Birke Sth./Peter Sth.“ mit dem „Hermser Stolln“ die Dammstraße. Hier kam es in der Vergangenheit zu mehreren Tagesbrüchen bzw. Bodensenkungen beidseitig der Dammstraße.

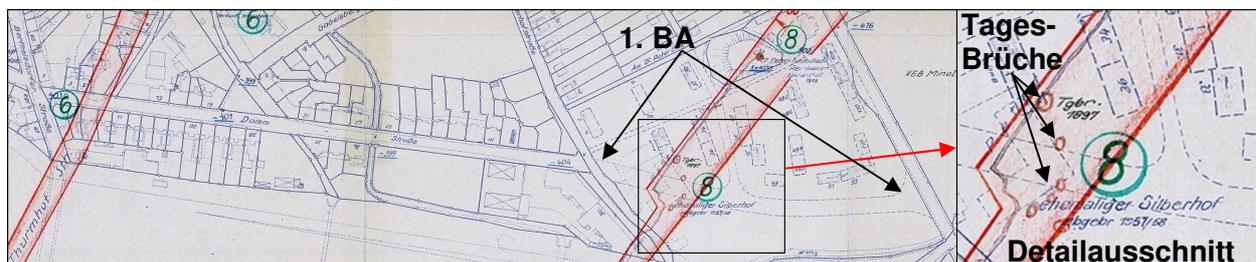
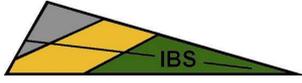


Bild 4: Auszug aus der Bergschadensanalyse /4/

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 Ende der Sondierbarkeit (max. 3,0 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 sind.

6 Ergebnisse der Feldarbeiten

6.1 Baugrundverhältnisse

Die Lage der GNSS - gestützt eingemessenen Aufschlüsse ist Anlage 1 und deren ingenieur-geologische Dokumentation 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 6 bis 10 cm auf und ruht auf einer 0,40 m bis 0,45 m mächtigen ungebundenen Tragschicht aus **Mineralgemisch**. Die **Gesamtmächtigkeit des frostsicheren Straßenaufbaues** liegt um 0,5 m und ist somit nicht ausreichend.
- **Auffüllungen** wurden in den Sondierungen RKS 2, 5 und 6 angetroffen. Sie reichen bis max. 1 m u. GOK und sind inhomogen (gemischtkörnig bzw. bindig) zusammengesetzt und enthalten z.T. Ziegelbruch. Die gemischtkörnigen Auffüllungen sind mitteldicht gelagert, während die bindigen Auffüllungen eine weiche Konsistenz aufweisen.
- **Hanglehm** wurde lediglich in RKS 3 unter dem Mineralgemisch angetroffen. Er reicht bis 0,9 m u. GOK und besitzt eine weiche Konsistenz.
- Darunter folgt **Hangschutt bzw. zersetzter bis vollständig verwitterter Fels**, der in Tiefen zwischen 0,7 m und tiefer als 3,0 m in **stark verwitterten Fels** übergeht. Die Sondierfähigkeit des Baugrundes endete bei RKS 1 und 2 bei 1,4 bzw. 1,7 m u. GOK und in den Sondierungen RKS 3 bis 6 bei 2,5 bis 3,0 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. Auch die Münzbachquerung mit hier deutlich stärkeren Wasserzuläufen wirkt sich nicht auf den 1. BA aus.

In keiner Sondierung wurden während der Feldarbeiten Wasserzuläufe festgestellt. Allerdings können in/nach Regen-/Tauperioden lokal geringe Sickerwasserzuläufe innerhalb vorhandener Auffüllungen bzw. der Felsverwitterungszone auftreten, welche erfahrungsgemäß als nicht bis schwach betonangreifend (Expositionsklasse bis XA1) einzustufen sind.

Der **1. BA** liegt entsprechend /3/ (siehe Bild 5) außerhalb von Wasserschutzgebieten und Hochwassergefährdungsgebieten von Fließgewässern 1. Ordnung.

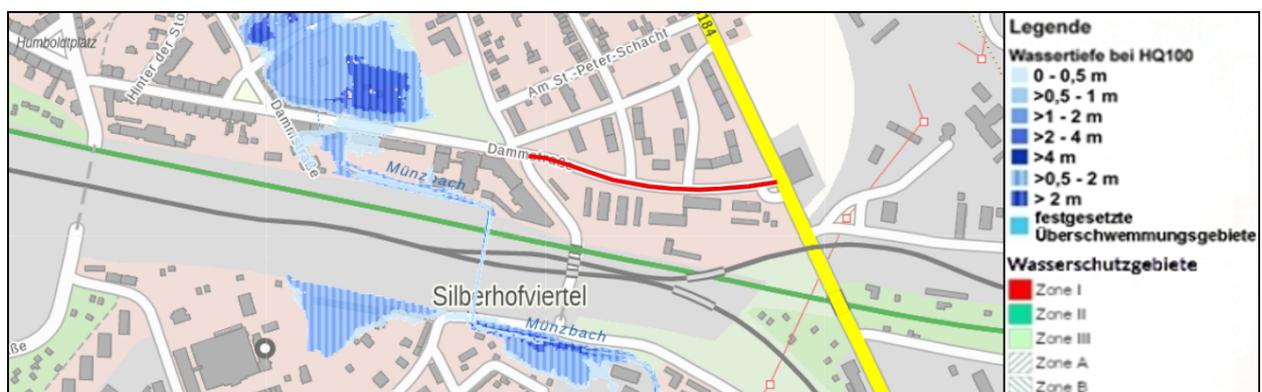


Bild 5: Wasserschutzgebiete und Hochwassergefährdungsgebiete /3/



7 Ergebnisse der Laborarbeiten

7.1 Teerererkennung

Zur Überprüfung der vorhandenen Asphaltdecke auf eine Teerbelastung wurden an 2 Stellen Proben (T 1 aus RKS 2 und T 2 aus RKS 4) entnommen. Die zusammenfassenden Analyseergebnisse sind in Tabelle 1 aufgeführt bzw. in Anlage 4.1 enthalten.

Parameter	Einheit	T 1	T 2	Verwertungsklasse nach /5/		
Bestimmung in Originalsubstanz (Feststoff)					Σ PAK	Phenol-Index
Σ PAK(EPA)	mg/kg	4,9	22,1	A	≤25	≤0,1
Bestimmung im Eluat				B	>25	>0,1
Phenol-Index	mg/l	<0,01	<0,01	C		

Tabelle 1: Untersuchung der Asphaltproben auf teerstämmige Bestandteile

Für beide Asphaltproben liegt **Verwertungsklasse A** nach /5/ vor, da die PAK-Gehalte <25 mg/kg bei nicht nachweisbaren Phenol-Gehalten liegen (**Abfallschlüssel 17 03 02** nach /6/). Der Ausbaupasphalt 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 3 Mischproben vereinigt. Mischprobe MP 1 charakterisiert das ungebundene Tragschichtmaterial (Mineralgemisch), MP 2 die vorhandenen Auffüllungen und MP 3 den natürlich anstehenden Boden/Fels.

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	0	0*	F0*	F1	F2	F3
Min. Fremdbest.	Vol.-%	<10	<10	<10	10	10	50	50	50	50
TOC	Ma.-%	0,3	0,4	<0,1	1	1	5	5	5	5
EOX	mg/kg	<1	<1	<1	1	1	—	—	—	—
MKW C ₁₀₋₂₂		<40	<40	<40	—	300	300	300	300	1000
		C ₁₀₋₄₀	70	<40	<40	—	600	600	600	600
Benzo[a]pyren		0,40	<0,05	<0,05	0,3	—	—	—	—	—
Σ PAK ₁₆		3,5	0,275	<0,1	3	6	6	6	6	30
PCB ₆ + PCB-118		0,014	0,01	<0,01	0,05	0,1	—	—	—	—
Arsen		30,3	357	46,2	10/20	20	40	40	40	150
Blei		85	611	84	40/70	140	140	140	140	700
Cadmium		1	19,1	0,5	0,4/1	1	2	2	2	10
Chrom, gesamt		34	29	39	30/60	120	120	120	120	600
Kupfer		42	194	86	20/40	80	80	80	80	320
Nickel		14	15	20	15/50	100	100	100	100	350
Quecksilber		<0,07	0,1	<0,07	0,2/0,3	0,6	0,6	0,6	0,6	5
Thallium		0,3	0,4	0,7	0,5/1	1	2	2	2	7
Zink		220	1850	180	60-150	300	300	300	300	1200
pH-Wert	-	8,6	7,8	5,8	—	6,5-9,5	6,5-9,5	6,5-9,5	6,5-9,5	5,5-12
Leitfähigkeit	μS/cm	263	1130	497	—	350	350	500	500	2000
Sulfat	mg/l	16	110	77	250	250	250	450	450	1000
Naphtalin/Methyl-	μg/l	0,01	0,01	0,005	—	—	2	—	—	—
Σ PAK ₁₅		0,372	0,098	0,02	—	0,2	0,3	1,5	3,8	20
PCB ₆ + PCB-118		<0,01	<0,01	<0,01	—	—	0,01	—	—	—
Arsen		13	60	<1	—	8 (13)	12	20	85	100
Blei		12	4	<1	—	23 (43)	35	90	250	470
Cadmium		0,3	2,5	<0,3	—	2 (4)	3	3	10	15
Chrom, gesamt		1	<1	<1	—	10 (19)	15	150	290	530
Kupfer		8	18	1	—	20 (41)	30	110	170	320
Nickel		<1	<1	<1	—	20 (31)	30	30	150	280
Quecksilber		<0,1	<0,1	<0,1	—	0,1	—	—	—	—
Thallium		<0,2	<0,2	<0,2	—	0,2 (0,3)	—	—	—	—
Zink		20	40	10	—	100 (210)	150	160	840	1600

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

Das **Mineralgemisch** (Probe **MP 1**) ist wegen der Eluatparameter Σ PAK₁₅ und Arsen in Klasse **BM-F1** einzustufen.

In den geringfügig angetroffenen **Auffüllungen** (Probe **MP 2**) **übersteigen die Schwermetallgehalte Arsen, Cadmium und Zink im Feststoff die Grenzwerte der**



Materialwerte **BM-F3**, so dass für die Einstufung in eine Deponieklasse eine Nachuntersuchung der vollständigen DepV-Liste erfolgen müsste.

Im **natürlich anstehenden Boden/Fels** (Probe **MP 3**) liegen die Gehalte der Feststoffparameter Arsen und Kupfer in der Größenordnung des Materialwertes **BM-F3**. Diese Gehalte sind geogen bedingt (Hintergrundbelastung).

Zur Unterscheidung zwischen besonders überwachungsbedürftigen und nicht besonders überwachungsbedürftigen Abfällen werden in /8/ Orientierungswerte angegeben. Wie Tabelle 3 zeigt, überschreitet in keiner Mischproben ein Einzel- oder Summenparameter die Orientierungs-/Grenzwerte, so dass sich für sämtliche Aushubmassen die Abfallschlüsselnummer **17 05 04 /6/** ergibt.

Feststoff / Eluat		Mischprobe MP			Grenzwerte /8/		
Parameter	Einheit	1	2	3	einzel	in Summe	
MKW	mg/kg	<40	<40	<40	8000		
Σ PCB (7)		0,014	0,01	<0,01	50		
Benzo[a]pyren		0,4	<0,05	<0,05	50		
Σ PAK		3,5	0,275	<0,1	200		
Blei		85	611	84	2500		
Kupfer		42	194	86	2500		
Nickel		14	15	20	2500		
Arsen		30,3	357	46,2	1000		
Chrom		34	29	39	1000		
Cadmium		1	19	0,5	100		
Quecksilber		<0,07	0,1	<0,07	50		
Summe			1	19,1	0,5		100
Summe			65,3	405,1	85,7		1000
Summe			206,3	1225,1	275,7		2500

Tabelle 3: Orientierungswerte nach /8/



7.3 Bodenplanungsgebiet Freiberg

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

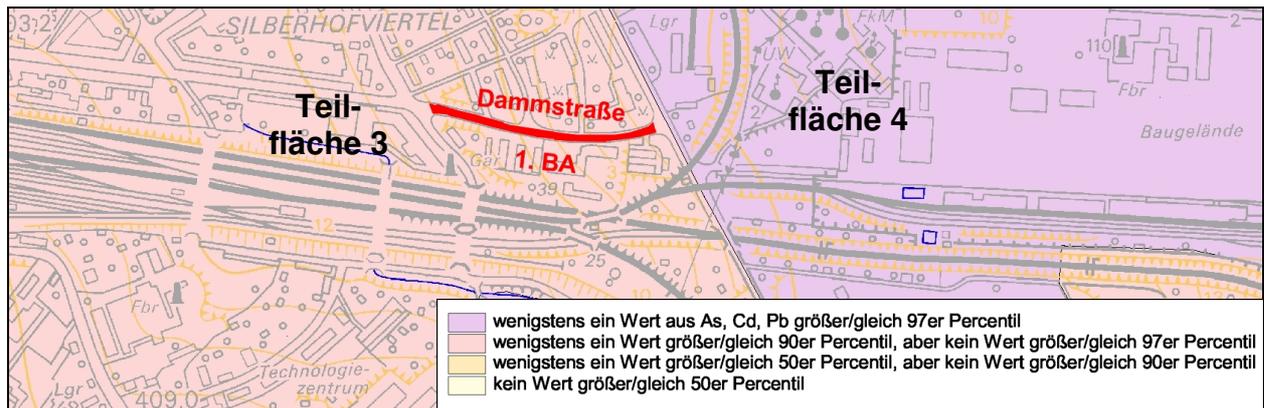


Bild 6: Karte mit innerer Schadstoffdifferenzierung, Auszug aus /9/

Angaben in [mg/kg]	Mischprobe			Teilfläche			
	MP			1	2	3	4
	1	2	3	50%-Perzentil	90%-Perzentil	97%-Perzentil	
Arsen	30,3	375	46,2	<57,5	57,5	265	790
Blei	85	611	84	<175	175	765	1685
Cadmium	0,3	19	0,5	<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 Mischproben **MP 1** (Mineralgemisch) bzw. **MP 3** (anstehender 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. In der **Auffülle** (Mischprobe MP 2) liegt der Cadiumgehalt jedoch innerhalb des 97%-Perzentils der Teilfläche 4, so dass ein Wiedereinbau vor Ort einer Abstimmung mit dem Umweltfachamt bedarf.



8 Schlussfolgerungen

8.1 Homogenbereiche und geotechnische Kennwerte

Homogenbereich	A	B	C	D	E
Boden-/Gesteinsart	ungebundene Tragschicht	Auffülle	Hanglehm	Fels zersetzt bis vollständig verwittert und Hangschutt stark verwittert	
Boden- gruppe DIN 18196 klasse DIN 18300	GW 3	SU/GU/SU*/GU* 2/4	UL/TL 4	Zz/Zv 4/6	Za/Z 6/7
Stein-/Blockanteil [%]	10 bis 30/–	10 bis 30/–	–/–	10 bis 30/–	–
cal γ_k/γ'_{k} [kN/m ³]	18-22/10-14	18-20/8-10	20/10	20-22/12-14	23-25/-
cal ϕ'_k [°]	27,5 bis 32,5	17,5-27,5	27,5	32,5-37,5	45-55
cal $c'_k/c_{u,k}$ [kN/m ²]	0/0	0/5-10	3/5	1-2/5-15	10-50/-
cal E_s^R [MN/m ²]	20 – 60	0,5 – 5	0,5-2	25-60	80-250
Lagerungsdichte	dicht	mitteldicht	–	mitteldicht bis dicht	fest
Konsistenz	–	weich	weich	–	
Verdichtbarkeit	mittel bis gut	schlecht	schlecht	mittel bis gut	–
Verdichtbarkeitsklasse ^{*1)}	V1	V1 bis V2	V3	V2	–
Durchlässigkeit	mittel bis stark	mittel bis gering	gering	mittel	–
k_f – Wert [m/s]	10 ⁻³ bis 10 ⁻⁵	10 ⁻⁵ bis 10 ⁻⁸	<10 ⁻⁸	10 ⁻⁴ -10 ⁻⁵	–
Frostempfindlichkeit	F 1	F 3	F 3	F 3	F 3
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-F1	>BM-F3	BM-F3		
AVV-Schlüsselnummer /6/	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 Baugrundsichten



8.2 Gründungsempfehlungen

8.2.1 Abwasserschächte/-kanal

Ein neuer Kanal wird sich sicher am vorhandenen Verlegeniveau orientieren, dass zwischen 1,5 und 2,6 m u. GOK liegt. Zwischen RKS 1 und 3 steht hier stark angewitterter Fels an. Die Sondierfähigkeit endete in RKS 1 und 2 zwischen 0,2 und 0,4 m über dem Verlegeniveau. Zwischen RKS 3 und 6 liegt der Kanalbestand im vollständig bis stark verwitterten Fels. Die Sondierfähigkeit endete hier 0,2 bis 0,7 m unter Verlegeniveau.

Die Bettung nach Typ 1 DIN EN 1610 ist im Fels mit $a = 150$ mm herzustellen. Die Baugruben sind entsprechend tiefer auszuheben und einfach nachzuverdichten.

8.2.2 Straße

Im Erdplanum stehen inhomogene Auffüllungen, Hanglehm, Hangschutt oder zersetzter Fels an, welche überwiegend der Frostepfindlichkeitsklasse F 3 zuzuordnen sind. Dementsprechend wird eine **Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaues** entsprechend Tabelle 6 und Zuschlägen nach Tabelle 7 erforderlich.

Frostepfindlichkeitsklasse	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 Gradienten	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 weichem Lehm kann zur Erreichung des Verformungsmoduls $E_{v2} \geq 45$ MN/m² ein Bodenaustausch von 20 cm bis 30 cm erforderlich werden.



8.3 Bemessungswerte des Sohlwiderstandes und Setzungen

Für die Gründung von Schächten in >1,5 m Tiefe können in Anlehnung an DIN 1054 **Bemessungswerte des Sohlwiderstandes** von 350 kN/m² für Hangschutt, zersetzter bzw. vollständig verwitterter Fels sowie 500 kN/m² für stark angewitterten Fels angesetzt werden.

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 zwischen RKS 1 und 3 ab ca. 2,0 m u. GOK der Einsatz eines Felslöffels oder einer Felsfräse erforderlich werden.

Die Baugruben sind entsprechend auszusteifen. Es sind Mindestgrabenbreiten von OD (Rohraußendurchmesser) + 0,70 m bei ≤ 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 und den lagekonformen Schichtgrenzen 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 Boden (unter Beachtung von Abschnitt 7.3) lagenweise verdichtet eingebaut werden. Weiche Lehmböden (aufgefüllt oder als Hanglehm anstehend) sind für einen Wiedereinbau aufgrund zu hoher Wassergehalte und geringer Verdichtungsfähigkeit für den Wiedereinbau ungeeignet. Entsprechende Ersatzmassen vorzugsweise der Bodengruppe GU sind einzuplanen. Baubegleitend sind die Referenzkennwerte (Proctordichte, optimaler Wassergehalt, Toleranzbereich des Wassergehaltes) der einzusetzenden Böden zu bestimmen. Der Einbauwassergehalt 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 **Altbergbauspuren** wird nochmals hingewiesen (s. Pkt. 4.2).

Für Rückfragen stehen wir Ihnen gern zur Verfügung.

Freiberg, den 06.06.2023

Ing.-Geol. Heiko Seidel
Objektbearbeiter

Dipl.-Ing. Thomas Schmidt
Leiter des Büros

