

Auftraggeber: Gemeinde Bad Grund (Harz)
An der Mühlenwiese 1
37359 Bad Grund (Harz)

Planungsbüro: Pabsch Ingenieure GmbH
Mittelallee 11
31139 Hildesheim

Bauvorhaben: Neubau Feuerwehr - Erschließungsarbeiten
Laubhütter Weg
37359 Bad Grund (Harz)

07_Umwelttechnische-Untersuchung_20250218_V1

U M W E L T T E C H N I S C H E U N T E R S U C H U N G

Projekt-Nr.: D24/2227-I

Auftrag vom: 29.11.2024 (per E-Mail, Herr Langner [Gemeinde Bad Grund])

Ausfertigung: PDF

Stand: 18.02.2025

Bearbeitung: Dipl.-Ing. M. Bräunlich
Dipl.-Geogr. T. Lachmann

INHALTSVERZEICHNIS

1. VERANLASSUNG, ALLGEMEINES	3
2. BAUGRUNDPROFIL	4
3. GRUNDWASSER.....	8
4. ANALYTIK.....	8
4.1 Boden	8
4.2 Mineralische Rückbaustoffe (Beton).....	19
4.3 Asphalt.....	22
4.4 Zusammenfassung.....	25
5. EMPFEHLUNGEN	27
5.1 Erdbau / Straßenarbeiten	27
5.2 Kanalbau.....	28
5.2.1 Sicherung der Kanalgräben.....	28
5.2.2 Wasserhaltung	29
5.2.3 Rohraufleger	29
5.2.4 Gründung von Schachtbauwerken	30
5.2.5 Verfüllung von Arbeitsräumen	30
6. SONSTIGES	31

VERZEICHNIS DER ANLAGEN

Anlage 1:	Lageplan	(M ca. 1:500 [A3])
Anlage 2.3:	Bodenprofil – Schnitt III - III	(V: 1:50 / H: ohne)
Anlage 2.4:	Bodenprofil – Schnitt IV - IV	(V: 1:50 / H: ohne)
Anlage 2.5:	Bodenprofil – Schnitt V - V	(V: 1:50 / H: ohne)
Anlage 2.6:	Bodenprofil – Schnitt VI - VI	(V: 1:50 / H: ohne)
Anlage 3:	Schichtenverzeichnisse KRB4 bis KRB14	(DIN 4022)
Anlage 4:	Entnahmeprotokolle MP3 bis MP9, AK4-1, AK4-2, AK6, AK10	
Anlage 5:	Analytikprotokolle MP3 bis MP8 (Boden)	
Anlage 6:	Analytikprotokoll MP9 (Beton)	
Anlage 7:	Analytikprotokoll AK4-1, AK4-2, AK6, AK10 (Asphalt)	

1. VERANLASSUNG, ALLGEMEINES

Projekt

Bauherr / Auftraggeber: Gemeinde Bad Grund (Harz)
An der Mühlenwiese 1
37359 Bad Grund (Harz)

Planungsbüro: Pabsch Ingenieure GmbH
Mittelallee 11
31139 Hildesheim

Bauvorhaben: Neubau Feuerwehr - Erschließungsarbeiten
Laubhütter Weg
37359 Bad Grund (Harz)

Vorhandene Unterlagen

- /U1/ Feuerwehrhaus Bad Grund (Vorentwurf): Lageplan – Pabsch Ingenieure GmbH – M 1:250, Stand: 22.10.2024
- /U2/ Verlegepläne mit entsprechenden Ver- und Entsorgungsleitungen
- /U3/ NIBIS® Kartenserver (2025): *Geologische Karte 1:25.000* – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover
- /U4/ Klassifizierung von Bodenmaterial gemäß Ersatzbaustoffverordnung (ErsatzbaustoffV)
Anlage 1: Tab. 3, nach Materialwerten BM/BG-0, BM/BG-0*, BM/BG-F0* bis BM/BG-F3 mit <10% Fremdbestandteilen mit 2:1 Schütteleuat, Stand: 07-2021
- /U5/ Klassifizierung von Bodenmaterial gemäß Ersatzbaustoffverordnung (ErsatzbaustoffV),
Anlage 1: Tab. 1, RC-1 bis RC-3 mit 2:1 Schütteleuat + Anlage 4, Tab. 2.2: Überwachungswerte, Stand: 07-2021
- /U6/ Richtlinie für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer- und pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung als Ausbauasphalt im Straßenbau, RuVA-StB 01
- /U7/ Asbestbestimmung von Faserprodukten mittels Rasterelektronenmikroskopie gemäß VDI 3866, Bl. 5
- /U8/ Neubau Feuerwehr Bad Grund, Geotechnischer Bericht D24/2227 – ibG Ingenieurbüro Gauglitz – Stand: 14.10.2024

Untersuchungsumfang (16.01.2025)

- Baustellenabsicherung nach Regelplan BI/5 durch Verkehrstechnik Klein KG
- Aufbohren der Oberflächenbefestigung im Bereich der Sondierungen KRB4, KRB5, KRB6, KRB8 und KRB10 mittels Kernbohrung ($\varnothing$ 100 mm) zum Zwecke der Probenahme inkl. Wiederverschließen mit Kaltasphalt
- Abteufen von 11 Kleinrammbohrungen (KRB4 bis KRB14) gemäß DIN 22475-1 bis max. ca. 3,00 m unter Gelände (s. Anlage 1) zwecks Probenahme
- Entnahme von Bodenproben und Bildung von sechs abfallcharakterisierenden Mischproben MP3 bis MP8 sowie Analytik gemäß ErsatzbaustoffV /U4/ (s. Anlage 5)
- Herstellen einer abfallcharakterisierenden Mischprobe MP9 (Beton) und Analytik gemäß ErsatzbaustoffV /U5/ (s. Anlage 6)
- Analytik der Asphaltproben AK4-1, AK4-2, AK6 und AK10 auf teer- und pechhaltige Bestandteile gemäß RuVA-StB 01 /U6/ und Asbest gemäß VDI-Methode /U7/ (s. Anlage 7)

Bemerkungen

Die Ergebnisse aus den Untersuchungen werden zusammenfassend beschrieben. Festgestellte Abweichungen davon werden nur dann hervorgehoben, wenn sie von bodenmechanischer Relevanz sind. Da geologisch bedingte Veränderungen insbesondere bei Schichtmächtigkeiten in den Lockergesteinen auch kleinräumig immer möglich sind, ist hierauf bei der Bauausführung zu achten. Hierzu ist ggf. - auch in Zweifelsfällen - unsere Stellungnahme einzuholen.

2. BAUGRUNDPROFIL

Geologisch betrachtet wird der Untergrund der Baufläche aus den Halbfest- und Festgesteinen des

Unterkarbons (Dinantium)

aufgebaut /U3/. Im Zuge von Verwitterungsprozessen sind diese Gesteine (Tonschiefer, Kielesschiefer, Kulm-Grauwacke) kleinstückig zersetzt bzw. replastifiziert.

Oberhalb der entfestigten Verwitterungszone folgt der Horizont der bindigen, steifplastischen Schwemmsedimente, die dem geologischen Zeitalter des

Quartärs

zugeordnet werden. Darüber folgt ein bis max. ca. 8,70 m mächtiger, sandiger Auffüllungshorizont (KRB3), der vermutlich in Zusammenhang mit der Altablagerung „Bad Grund – Güterbahnhof (Standortnummer 1564014024)“ steht. Die Stärke dieser Lage nimmt von Nord nach Süd signifikant zu /U8/.

Zur Oberfläche wird das Baugrundprofil durch eine Oberflächenbefestigung aus Asphalt (KRB4, KRB5, KRB6, KRB8, KRB10) sowie durch einen flachgründigen Mutter- / Oberboden (KRB7, KRB9, KRB11, KRB12, KRB13, KRB14) abgeschlossen.

Nach den aus den Aufschlüssen gewonnenen Erkenntnissen über die genaue geologische Abfolge im Untersuchungsbereich kann der Baugrund für die weiteren Planungs- und Ausführungsarbeiten in ein

3-Schicht-Profil

untergliedert werden, das nach ingenieurgeologischen Kriterien wie folgt beschrieben wird (die Oberflächenbefestigung aus Asphalt und der Mutter-/Oberboden finden keine weitere Berücksichtigung):

Schicht 0:

Mutter- / Oberboden

von 0,00 m bis ca. 0,10 m bzw. bis ca. 0,20 m unter Gelände mit den Sondierungen KRB7, KRB9, KRB11, KRB12, KRB13 und KRB14 angetroffen

Bodenart: überwiegend: Schluff, sandig bis stark sandig, schwach kiesig, schwach tonig, humos mit Kalkstein in der Kiesfraktion

Konsistenz: überwiegend: weich

Bodenklassen: Homogenbereich 1 – DIN 18300
(1 / 2 unter Wassereinwirkung [DIN 18300 alt])

Bodengruppen: A [OH] (DIN 18196)

Der Mutterboden ist im Zuge der Gründungsarbeiten vollständig abzutragen und unter Berücksichtigung der Vorgaben der DIN 18300 bzw. DIN 18915 zu behandeln bzw. zwischenzulagern.

Schicht 1:**Auffüllung**

von ca. 0,09 m bzw. von ca. 0,37 m bis ca. 0,80 m bzw. bis zur Endteufe von ca. 3,00 m unter Gelände mit allen Sondierungen, mit Ausnahme von KRB10, angetroffen

Bodenart: **Kies**, sandig bis stark sandig, schwach schluffig bis schluffig mit Basalt, Grauwacke, Kalkstein, Rundkies und Schlacke in der Kiesfraktion bis **Sand**, kiesig bis stark kiesig, schwach schluffig mit Ziegelbruch, Beton, Kalkstein und Rundkies in der Kiesfraktion bis **Schluff**, kiesig bis stark kiesig, sandig bis stark sandig, tonig bis stark tonig mit Ziegelbruch, Kalkstein, Sandstein, Grauwacke und Rundkies in der Kiesfraktion

Lagerung: überwiegend mitteldicht für rollige Lagen

Konsistenz: überwiegend steif für bindige Lagen

bedingt setzungsfähig

bedingt scherfest

bedingt wasser- und vibrationsempfindlich

bedingt verdichtungsfähig

bedingt tragfähig

Bodenklasse: Homogenbereich 2 – DIN 18300
(3 - 4 / 2 unter Wassereinwirkung [DIN 18300 alt])

Bodengruppen: A [GW, GU, GU*, SW, SU*, UL, UM, TL]
(DIN 18196)

Bodenkennwerte (Mittelwerte aus Tabellen):

Wichte: $\gamma_k / \gamma_k' = 18,5 / 10,5 \text{ kN/m}^3$

Reibungswinkel: $\varphi_k' = 27,5^\circ - 32,5^\circ$

Kohäsion: $c_k' = 0 \text{ kN/m}^2$
Steifemodul: $E_s = 20 - 40 \text{ MN/m}^2$

Frostempfindlichkeit: F2-F3 (nach ZTV E-StB 17)

Schicht 2:

Schwemmsedimente

von ca. 0,80 m bzw. von ca. 1,40 m bis zur Endteufe von ca. 3,00 m
unter Gelände mit den Sondierungen KRB4, KRB5, KRB6, KRB8 und
KRB9 angetroffen

Bodenart: Schluff, schwach sandig bis stark sandig,
schwach kiesig bis stark kiesig

Konsistenz: steif bis halbfest

bedingt setzungsfähig

mäßig scherfest

stark wasser- und vibrationsempfindlich

bedingt verdichtungsfähig

ausreichend tragfähig

Bodenklassen: Homogenbereich 3 – DIN 18300
(4 / 2 unter Wassereinwirkung [DIN 18300 alt])

Bodengruppen: UL, UM, SU*, GU* (DIN 18196)

Bodenkennwerte (Mittelwerte aus Tabellen):

Wichte: $\gamma_k / \gamma_k' = 18,5 / 10,5 \text{ kN/m}^3$

Reibungswinkel: $\varphi_k' = 28,0^\circ$

Kohäsion: $c_k' = 8 - 12 \text{ kN/m}^2$

Steifemodul: $E_{s,k} = 10 - 15 \text{ MN/m}^2$

Frostempfindlichkeit: F3 (nach ZTV E-StB 17)

In diesem Zusammenhang wird schon hier ausdrücklich auf die

hohe Witterungsempfindlichkeit,

hohe Frostempfindlichkeit und
hohe Vibrationsempfindlichkeit

der feinkörnigen Böden im bindigen Profilbereich verwiesen. Daher muss z.B. im Gefolge starker Niederschläge, häufiger Frost-/Tau-Wechsel oder bei Beanspruchung der oberflächennahen Baugrundanteile durch dynamische Energie (Befahren, Rütteln, Rammen etc.) mit einer deutlichen Verschiebung aller bodenphysikalischen Kennwerte und Zustandsgrößen zur ungünstigen Seite gerechnet werden, so dass sich nach dem Verlust der Scherfestigkeit dieses Material nicht mehr bearbeiten lässt. Gegen derartig kosten- und zeitintensive Verschlechterungen der Ausgangsbedingungen ist durch geeignete maschinen- und verfahrenstechnische Disposition sowie durch die unbedingt erforderliche Vorhaltung (ggf. der Betrieb) von offenen Tageswasserhaltungsanlagen Vorsorge zu treffen.

3. GRUNDWASSER

Im Zuge unserer Untersuchungen wurde bis in die Aufschlusstiefe kein Wasser angetroffen. In einer früheren Kampagne /U8/ wurde Grundwasser in einer Tiefe von ca. 8,20 m unter Gelände erkundet.

4. ANALYTIK

4.1 Boden

Probenahme:	16.01.2025, 08:30 - 15:30 Uhr, durch Dipl.-Geogr. T. Lachmann (ibG Ingenieurbüro Gauglitz)
GP:	Entnahme von gestörten Bodenproben der Güteklasse 3 - 4 und Verpacken in luftdichtschießende Probebehälter
Proben:	Bildung von sechs abfallcharakterisierenden Mischproben MP3 bis MP8 durch jeweiliges Aufkegeln und Vierteln mittels Proben- kreuz
Zusammenstellung:	s. Tabelle 1

Probe	Datum	Ent-nahmeort	Einzel-probe	Tiefe [m u. Gelände]	Beschreibung
MP3 Straße	16.01.2025	KRB4	GP4/1	0,23 - 0,50	Auffüllung (Kies, sandig, schwach schluffig mit Basalt, Kalkstein, Sandstein Schlacke und Rundkies in der Kiesfraktion)
			GP4/2	0,50 - 1,20	
		KRB5	GP5/1	0,37 - 0,40	
			GP5/2	0,40 - 1,10	
MP4 Straße		KRB4	GP4/3	1,20 - 3,00	Schwemmsedimente (Schluff, sandig kiesig)
		KRB5	GP5/3	1,10 - 3,00	
MP5 Grünstreifen		KRB7	GP7/1	0,20 - 2,20	Auffüllung (Schluff, sandig, kiesig mit Grauwacke, Kalkstein, Sandstein und Rundkies in der Kiesfraktion)
		KRB9	GP9/1	0,20 - 1,40	
MP6 Geh-/ Radweg		KRB6	GP6/1	0,09 - 0,80	Auffüllung (Kies, sandig, schluffig mit Grauwacke, Kalkstein und Rundkies in der Kiesfraktion)
		KRB8	GP8/1	0,10 - 0,30	
			GP8/2	0,30 - 1,00	
MP7 Geh-/ Radweg, Grünstreifen		KRB8	GP8/3	1,00 - 3,00	Schwemmsedimente (Schluff, sandig kiesig)
		KRB9	GP9/2	1,40 - 3,00	
MP8 Kanal		KRB13	GP13/1	0,10 - 3,00	Auffüllung (Sand, kiesig, schluffig mit Ziegelbruch, Beton, Kalkstein und Rundkies in der Kiesfraktion, Wurzelreste)
	KRB14	GP14/1	0,20 - 3,00		

Tab.1: Zusammenstellung der Mischproben MP3 bis MP8

Analytiklabor:

Eurofins Umwelt Nord GmbH, Luttertal 70, 37075 Göttingen

Analytik gemäß:

Ersatzbaustoffverordnung (ErsatzbaustoffV), Anlage 1: Tab. 3, nach Materialwerten BM/BG-0, BM/BG-0*, BM/BG-F0* bis BM/BG-F3 mit <10% Fremdbestandteilen mit 2:1 Schütteleluat, Stand: 07-2021 /U4/

Organoleptischer Befund**Mischprobe MP3 (Straße):**

Zusammensetzung:

Auffüllung (Kies, sandig, schwach schluffig mit mineralischen Fremdbestandteilen <10 Vol.-% [Schlackestein, Basalt, Kalkstein, Sandstein, Rundkies])

Herkunft:

KRB4, KRB5

Tiefe: 0,23 m - 1,20 m u. Gelände
Farbe: graubraun
Geruch: neutral
Gewicht: 2,89 kg (Labor-Probe)
Auffälligkeiten: keine

Mischprobe MP4 (Straße):

Zusammensetzung: Schwemmsedimente (Schluff, sandig, kiesig)
Herkunft: KRB4, KRB5
Tiefe: 1,10 m - 3,00 m u. Gelände
Farbe: rötlichbraun
Geruch: neutral
Gewicht: 1,88 kg (Labor-Probe)
Auffälligkeiten: keine

Mischprobe MP5 (Grünstreifen):

Zusammensetzung: Auffüllung (Schluff, sandig, kiesig mit mineralischen Fremdbestandteilen <10 Vol.-% [Grauwacke, Kalkstein, Sandstein, Rundkies])
Herkunft: KRB7, KRB9
Tiefe: 0,20 m - 2,20 m u. Gelände
Farbe: graubraun
Geruch: neutral
Gewicht: 1,99 kg (Labor-Probe)
Auffälligkeiten: keine

Mischprobe MP6 (Geh-/Radweg):

Zusammensetzung: Auffüllung (Kies, sandig, schluffig mit mineralischen Fremdbestandteilen <10 Vol.-% [Kalkstein, Grauwacke, Rundkies])
Herkunft: KRB6, KRB8
Tiefe: 0,09 m - 1,00 m u. Gelände
Farbe: graubraun
Geruch: neutral
Gewicht: 3,3 kg (Labor-Probe)
Auffälligkeiten: keine

Mischprobe MP7 (Geh-/Radweg, Grünstreifen):

Zusammensetzung:	Schwemmsedimente (Schluff, sandig, kiesig)
Herkunft:	KRB8, KRB9
Tiefe:	1,00 m - 3,00 m u. Gelände
Farbe:	rötlichbraun
Geruch:	neutral
Gewicht:	2,0 kg (Labor-Probe)
Auffälligkeiten:	keine

Mischprobe MP8 (Kanal):

Zusammensetzung:	Auffüllung (Sand, kiesig, schluffig mit mineralischen Fremdbestandteilen <10 Vol.-% [Ziegelbruch, Beton, Kalkstein, Rundkies], Wurzelreste)
Herkunft:	KRB13, KRB14
Tiefe:	0,20 m - 3,00 m u. Gelände
Farbe:	dunkelgraubraun
Geruch:	neutral
Gewicht:	2,5 kg (Labor-Probe)
Auffälligkeiten:	keine

Chemischer Befund

Die nachfolgende Tabelle 2 enthält die Analytikergebnisse der Mischproben MP3 und MP4 aus dem Bereich der Straße und stellt sie den Materialwerten gemäß ErsatzbaustoffV /U4/ gegenüber (s. Anlage 5).

Parameter	Einheit	Probe		Materialwerte gemäß ErsatzbaustoffV /U4/					
		MP3 (G)	MP4 (U)	BM-0	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3
Feststoff									
Arsen	mg/kg TS	7,1	5,9	10 ¹ /20 ²)	20	40	40	40	150
Blei	mg/kg TS	995	63	40 ¹ /70 ²)	140	140	140	140	700
Cadmium	mg/kg TS	0,4	<0,2	0,4 ¹ /1 ²)	1	2	2	2	10
Chrom	mg/kg TS	27	17	30 ¹ /60 ²)	120	120	120	120	600
Kupfer	mg/kg TS	48	7	20 ¹ /40 ²)	80	80	80	80	320
Nickel	mg/kg TS	34	17	15 ¹ /50 ²)	100	100	100	100	350
Thallium	mg/kg TS	<0,2	<0,2	0,5 ¹ /1 ²)	1	2	2	2	7
Zink	mg/kg TS	925	60	60 ¹ /150 ²)	300	300	300	300	1.200
Quecksilber	mg/kg TS	0,22	0,07	0,2 ¹ /0,3 ²)	0,6	0,6	0,6	0,6	5
TOC	Masse %	0,3	0,6	1	1	5	5	5	5
EOX	mg/kg TS	<1	<1	1	1	-	-	-	-
Kohlenwasserstoff C ₁₀ - C ₂₂	mg/kg TS	<40	<40	-	300	300	300	300	1.000
Kohlenwasserstoff C ₁₀ - C ₄₀	mg/kg TS	<40	<40	-	600	600	600	600	2.000
ΣPCB ₇ n. EBV	mg/kg TS	n.b.	n.b.	0,05	0,1	-	-	-	-
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	1,3	<0,05	0,3	-	-	-	-	-
ΣPAK ₁₆ n. EBV	mg/kg TS	21,1	0,648	3	6	6	6	9	30
Eluat									
pH-Wert		8,7	5,5	-	-	6,5-9,5			5,5-12
Leitfähigkeit	µS/cm	435	624	-	350	350	500	500	2.000
Sulfat	mg/l	41	74	250	250	250	450	450	1.000
Arsen	µg/l	1	<1	-	8	12	20	85	100
Blei	µg/l	6	<1	-	23	35	90	250	470
Cadmium	µg/l	<0,3	<0,3	-	2	3	3	10	15
Chrom	µg/l	<1	<1	-	10	15	150	290	530
Kupfer	µg/l	3	<1	-	20	30	110	170	320
Nickel	µg/l	<1	2	-	20	30	30	150	280
Zink	µg/l	<10	10	-	100	150	160	840	1.600
Thallium	µg/l	<0,2	<0,2	-	0,2	-	-	-	-
Quecksilber	µg/l	<0,1	<0,1	-	0,1	-	-	-	-
ΣPAK ₁₅ o. Naphthaline n. EBV	µg/l	5,25	0,956	-	0,2	0,3	1,5	3,8	20
ΣNaphthaline n. EBV	µg/l	0,268	0,173	-	2	-	-	-	-
ΣPCB ₇ n. EBV	µg/l	0,0016	n.b.	-	0,01	-	-	-	-

TS = Trockensubstanz

n.b. = nicht bestimmbar

¹⁾ Kies/Sand²⁾ Schluff

	BM-0*		BM-F0*		BM-F1		BM-F2		BM-F3		>BM-F3
--	-------	--	--------	--	-------	--	-------	--	-------	--	--------

Tab. 2: Analytikergebnisse der Mischproben MP3 und MP4 (Straße)

Wie aus der Tabelle 2 ersichtlich ist, ergibt sich folgende Bewertung:

Bewertung MP3:

Materialwert >BM-F3 in der Originalsubstanz:	Blei
Materialwert BM-F3 in der Originalsubstanz:	Zink, Σ PAK ₁₆
Materialwert BM-0* in der Originalsubstanz:	Kupfer, Nickel, Quecksilber, Benzo(a)pyren
Materialwert BM-F3 im Eluat:	Σ PAK ₁₅ ohne Naphtaline
Materialwert BM-F1 im Eluat:	Leitfähigkeit (Orientierungswert!)

Der Parameter *Blei* im Feststoff der **Mischprobe MP3** liegt oberhalb des Materialwertes BM-F3 gemäß ErsatzbaustoffV /U4/. Daher ist dem Aushubmaterial der Mischprobe MP3 der **Materialwert >BM-F3** zuzuordnen. Das gewonnene Material kann gemäß ErsatzbaustoffV als mineralischer Ersatzbaustoff in technischen Bauwerken nicht wiederverwertet werden. Es muss ordnungsgemäß entsorgt werden und erhält vorab den **Abfallschlüssel 170503* (gefährlicher Abfall)**.

Bewertung MP4:

Materialwert BM-0 in der Originalsubstanz:	alle gemessenen Parameter
Materialwert BM-F3 im Eluat:	Leitfähigkeit (Orientierungswert!)
Materialwert BM-F1 im Eluat:	Σ PAK ₁₅ ohne Naphtaline

Der Parameter *Leitfähigkeit* im Eluat der **Mischprobe MP4** liegt oberhalb des Materialwertes BM-F2 gemäß ErsatzbaustoffV /U4/. Daher ist dem Aushubmaterial der Mischprobe MP4 der **Materialwert BM-F3** zuzuordnen. Das gewonnene Material kann gemäß ErsatzbaustoffV, Anlage 3: Tabelle 4, als mineralischer Ersatzbaustoff in technischen Bauwerken wiederverwertet werden. Sofern das Aushubmaterial abgefahren und ordnungsgemäß entsorgt werden soll, erhält dieses vorab den **Abfallschlüssel 170504**.

Bezüglich des Parameters *Leitfähigkeit* im Eluat der Mischprobe MP4 ist gemäß ErsatzbaustoffV, Anlage 1: Tab.3, die Ursache zu prüfen. Da es sich um einen stoffspezifischen Orientierungswert handelt, kann das Aushubmaterial nach unserer Einschätzung in den Materialwert BM-F1 zurückgestuft und nach ErsatzbaustoffV, Anlage 3: Tabelle 2, als mineralischer Ersatzbaustoff wiederverwendet werden.

Die nachfolgende Tabelle 3 enthält die Analytikergebnisse der Mischproben MP5, MP6 und MP7 aus dem Bereich des Geh-/Radweges sowie des Grünstreifens und stellt sie den Materialwerten gemäß ErsatzbaustoffV /U4/ gegenüber (s. Anlage 5).

Parameter	Einheit	Probe			Materialwert gemäß ErsatzbaustoffV /U4/					
		MP5 (U)	MP6 (G)	MP7 (U)	BM-0	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3
Feststoff										
Arsen	mg/kg TS	17,2	18,3	7,4	20 ¹⁾ / 10 ²⁾	20	40	40	40	150
Blei	mg/kg TS	4.390	2.830	130	70 ¹⁾ / 40 ²⁾	140	140	140	140	700
Cadmium	mg/kg TS	5,1	2,8	<0,2	1 ¹⁾ / 0,4 ²⁾	1	2	2	2	10
Chrom	mg/kg TS	17	17	12	60 ¹⁾ / 30 ²⁾	120	120	120	120	600
Kupfer	mg/kg TS	82	121	4	40 ¹⁾ / 20 ²⁾	80	80	80	80	320
Nickel	mg/kg TS	28	28	8	50 ¹⁾ / 15 ²⁾	100	100	100	100	350
Thallium	mg/kg TS	<0,2	0,2	<0,2	1 ¹⁾ / 0,5 ²⁾	1	2	2	2	7
Zink	mg/kg TS	1.520	1.290	39	150 ¹⁾ / 60 ²⁾	300	300	300	300	1.200
Quecksilber	mg/kg TS	2,2	0,84	0,88	0,3 ¹⁾ / 0,2 ²⁾	0,6	0,6	0,6	0,6	5
TOC	Masse %	1,8	2,7	0,2	1	1	5	5	5	5
EOX	mg/kg TS	<1	<1	<1	1	1	-	-	-	-
KohlenwasserstoffC ₁₀ - C ₂₂	mg/kg TS	<40	<40	<40	-	300	300	300	300	1.000
Kohlenwasserstoff C ₁₀ - C ₄₀	mg/kg TS	60	<40	<40	-	600	600	600	600	2.000
ΣPCB ₇	mg/kg TS	0,01	n.b.	n.b.	0,05	0,1	-	-	-	-
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	1,1	0,07	n.n.	0,3	-	-	-	-	-
ΣPAK ₁₆ n. EBV	mg/kg TS	12,8	0,825	0,075	3	6	6	6	9	30
Eluat										
pH-Wert		7,9	8,7	8,3	-	-	6,5-9,5			5,5-12
Leitfähigkeit	µS/cm	277	619	231	-	350	350	500	500	2.000
Sulfat	mg/l	17	35	17	250	250	250	450	450	1.000
Arsen	µg/l	<1	2	<1	-	8	12	20	85	100
Blei	µg/l	16	9	<1	-	23	35	90	250	470
Cadmium	µg/l	0,6	<0,3	<0,3	-	2	3	3	10	15
Chrom	µg/l	<1	5	<1	-	10	15	150	290	530
Kupfer	µg/l	4	2	<1	-	20	30	110	170	320
Nickel	µg/l	<1	<1	<1	-	20	30	30	150	280
Zink	µg/l	22	<10	<10	-	100	150	160	840	1.600
Thallium	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	-	0,2	-	-	-	-
Quecksilber	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	-	0,1	-	-	-	-
ΣPAK ₁₅ ohne Napht. n. EBV	µg/l	0,263	0,139	0,23	-	0,2	0,3	1,5	3,8	20
ΣNaphtaline (EBV)	µg/l	0,064	0,01	0,01	-	2	-	-	-	-
ΣPCB ₇	µg/l	0,0005	0,001	n.b.	-	0,01	-	-	-	-

TS = Trockensubstanz

n.b. = nicht bestimmbar

¹⁾ Schluff²⁾ Sand

	BM-0*		BM-F0*		BM-F1		BM-F2		BM-F3		>BM-F3
--	-------	--	--------	--	-------	--	-------	--	-------	--	--------

Tab. 3: Analytikergebnisse der Proben MP5, MP6 und MP7 (Geh-/Radweg, Grünstreifen))

Wie aus der Tabelle 3 ersichtlich ist, ergibt sich folgende Bewertung:

Bewertung MP5:

Materialwert >BM-F3 in der Originalsubstanz :	Blei, Zink
Materialwert BM-F3 in der Originalsubstanz :	Cadmium, Kupfer, Quecksilber, Σ PAK ₁₆
Materialwert BM-F0* in der Originalsubstanz :	TOC
Materialwert BM-0* in der Originalsubstanz :	Benzo(a)pyren

Materialwert **BM-F3** im **Eluat**: Σ PAK₁₅ ohne Naphtaline

Die Parameter *Blei* und *Zink* im Feststoff der **Mischprobe MP5** aus der Auffüllung des Grünstreifens liegen oberhalb des Materialwertes BM-F3 gemäß ErsatzbaustoffV /U4/. Daher ist dem Aushubmaterial der Mischprobe MP5 der **Materialwert >BM-F3** zuzuordnen. Das gewonnene Material kann gemäß ErsatzbaustoffV als mineralischer Ersatzbaustoff in technischen Bauwerken nicht wiederverwertet werden. Es muss ordnungsgemäß entsorgt werden und erhält vorab den **Abfallschlüssel 170503* (gefährlicher Abfall)**.

Bewertung MP6:

Materialwert >BM-F3 in der Originalsubstanz :	Blei, Zink
Materialwert BM-F3 in der Originalsubstanz :	Cadmium, Kupfer, Quecksilber
Materialwert BM-F0* in der Originalsubstanz :	TOC
Materialwert BM-0* in der Originalsubstanz :	Arsen, Nickel

Materialwert **BM-0** im **Eluat**: alle gemessenen Parameter

Die Parameter *Blei* und *Zink* im Feststoff der **Mischprobe MP6** aus der Auffüllung des Geh-/Radweges liegen oberhalb des Materialwertes BM-F3 gemäß ErsatzbaustoffV /U4/. Daher ist dem Aushubmaterial der Mischprobe MP6 der **Materialwert >BM-F3** zuzuordnen. Das gewonnene Material kann gemäß ErsatzbaustoffV als mineralischer Ersatzbaustoff in technischen Bauwerken nicht wiederverwertet werden. Es muss ordnungsgemäß entsorgt werden und erhält vorab den **Abfallschlüssel 170503* (gefährlicher Abfall)**.

Bewertung MP7:

Materialwert BM-F3 in der Originalsubstanz :	Quecksilber
Materialwert BM-0* in der Originalsubstanz :	Blei

Materialwert **BM-0** im **Eluat**:

alle gemessenen Parameter

Der Parameter *Quecksilber* im Feststoff der **Mischprobe MP7** aus den unterlagernden Schwemmsedimenten im Bereich des Geh-/ Radweges und des Grünstreifens liegt oberhalb des Materialwertes BM-F2 gemäß ErsatzbaustoffV /U4/. Daher ist dem Aushubmaterial der Mischprobe MP7 der **Materialwert BM-F3** zuzuordnen. Das gewonnene Material kann gemäß ErsatzbaustoffV, Anlage 3: Tabelle 4, als mineralischer Ersatzbaustoff in technischen Bauwerken wiederverwertet werden. Sofern das Aushubmaterial abgefahren und ordnungsgemäß entsorgt werden soll, erhält dieses vorab den **Abfallschlüssel 170504**.

Die nachfolgende Tabelle 4 enthält die Analytikergebnisse der Mischprobe MP8 aus dem Bereich des geplanten Kanals und stellt sie den Materialwerten gemäß ErsatzbaustoffV /U4/ gegenüber (s. Anlage 5).

Parameter	Einheit	Probe	Materialwerte gemäß ErsatzbaustoffV /U4/					
		MP8	BM-0 ¹⁾	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3
Feststoff								
Arsen	mg/kg TS	37,8	10	20	40	40	40	150
Blei	mg/kg TS	14.100	40	140	140	140	140	700
Cadmium	mg/kg TS	11,6	0,4	1	2	2	2	10
Chrom	mg/kg TS	20	30	120	120	120	120	600
Kupfer	mg/kg TS	334	20	80	80	80	80	320
Nickel	mg/kg TS	40	15	100	100	100	100	350
Thallium	mg/kg TS	0,2	0,5	1	2	2	2	7
Zink	mg/kg TS	2.470	60	300	300	300	300	1.200
Quecksilber	mg/kg TS	4,3	0,2	0,6	0,6	0,6	0,6	5
TOC	Masse %	6,3	1	1	5	5	5	5
EOX	mg/kg TS	<1	1	1	-	-	-	-
Kohlenwasserstoff C ₁₀ - C ₂₂	mg/kg TS	<40	-	300	300	300	300	1.000
Kohlenwasserstoff C ₁₀ - C ₄₀	mg/kg TS	43	-	600	600	600	600	2.000
ΣPCB ₇ n. EBV	mg/kg TS	0,045	0,05	0,1	-	-	-	-
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	5,6	0,3	-	-	-	-	-
ΣPAK ₁₆ n. EBV	mg/kg TS	64,5	3	6	6	6	9	30
Eluat								
pH-Wert		8,1	-	-	6,5-9,5			5,5-12
Leitfähigkeit	µS/cm	2.400	-	350	350	500	500	2.000
Sulfat	mg/l	1.500	250	250	250	450	450	1.000
Arsen	µg/l	<1	-	8	12	20	85	100
Blei	µg/l	33	-	23	35	90	250	470
Cadmium	µg/l	2,5	-	2	3	3	10	15
Chrom	µg/l	<1	-	10	15	150	290	530
Kupfer	µg/l	4	-	20	30	110	170	320
Nickel	µg/l	2	-	20	30	30	150	280
Zink	µg/l	107	-	100	150	160	840	1.600
Thallium	µg/l	<0,2	-	0,2	-	-	-	-
Quecksilber	µg/l	<0,1	-	0,1	-	-	-	-
ΣPAK ₁₅ o. Naphta- line n. EBV	µg/l	0,23	-	0,2	0,3	1,5	3,8	20
ΣNaphtaline n. EBV	µg/l	0,016	-	2	-	-	-	-
ΣPCB ₇ n. EBV	µg/l	n.b.	-	0,01	-	-	-	-

TS = Trockensubstanz

¹⁾ Sand

BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	>BM-F3
-------	--------	-------	-------	-------	--------

Tab. 4: Analytikergebnisse der Mischprobe MP8 (Kanal)

Wie aus der Tabelle 4 ersichtlich ist, ergibt sich folgende Bewertung:

Bewertung MP8:

Materialwert >BM-F3 in der Originalsubstanz :	Blei, Cadmium, Kupfer, Zink, TOC, ΣPAK_{16}
Materialwert BM-F3 in der Originalsubstanz :	Quecksilber
Materialwert BM-F0* in der Originalsubstanz :	Arsen
Materialwert BM-0* in der Originalsubstanz :	Nickel, Benzo(a)pyren
Materialwert >BM-F3 im Eluat :	Leitfähigkeit, Sulfat
Materialwert BM-F0* im Eluat :	Blei, Cadmium, Zink, ΣPAK_{15}

Die Parameter *Blei, Cadmium, Kupfer, Zink, TOC* und ΣPAK_{16} im Feststoff der **Mischprobe MP8** aus dem Bereich des geplanten Kanals liegen oberhalb des Materialwertes BM-F3 gemäß ErsatzbaustoffV /U4/. Daher ist dem Aushubmaterial der Mischprobe MP8 der **Materialwert >BM-F3** zuzuordnen. Das gewonnene Material kann gemäß ErsatzbaustoffV als mineralischer Ersatzbaustoff in technischen Bauwerken nicht wiederverwertet werden. Es muss ordnungsgemäß entsorgt werden und erhält vorab den **Abfallschlüssel 170503* (gefährlicher Abfall)**.

4.2 Mineralische Rückbaustoffe (Beton)

Probenahme:	16.01.2025, 08:30 - 15:30 Uhr, durch Dipl.-Geogr. T. Lachmann (ibG Ingenieurbüro Gauglitz)
Probe:	Bildung einer abfallcharakterisierenden Mischprobe MP9 als Abschlagsprobe (Bord-/Rinnstein)
Analytik gemäß:	Ersatzbaustoffverordnung (ErsatzbaustoffV) Anlage 1, Anlage 1, Tab. 1: RC-1 bis RC-3 mit 2:1 Schütteleluat + Anlage 4, Tab. 2.2: Überwachungswertemit, Stand: 07-2021 /U5/
Zusammenstellung:	s. Tabelle 5

Probe	Datum	Tiefe [m GOK]	Entnahmeort	Beschreibung
MP9 Bordstein, Rinnstein	16.01.2025	0,00 - 0,10	<i>Laubhütter Weg</i>	Auffüllung (Beton)

Tab. 5: Zusammenstellung der Mischprobe MP9

Organoleptischer Befund:**Mischprobe MP9 (Bord-/Rinnstein):**

Zusammensetzung: Beton

Entnahmeort: div.

Tiefe: -

Farbe: grau

Geruch: neutral

Gewicht: 2,3 kg (Laborprobe)

Auffälligkeiten: keine

Die Tabelle 6 enthält das Analytikergebnis der Betonprobe MP9 und stellt sie den Materialwerten gemäß ErsatzbaustoffV /U5/ gegenüber (s. Anlage 6).

Parameter	Einheit	Probe	Überwachungswerte gem. ErsatzbaustoffV /U5/		
		MP9			
Feststoff					
Arsen	mg/kg TS	4,2	40		
Blei	mg/kg TS	516	140		
Cadmium	mg/kg TS	0,2	2		
Chrom	mg/kg TS	14	120		
Kupfer	mg/kg TS	11	80		
Nickel	mg/kg TS	13	100		
Quecksilber	mg/kg TS	<0,07	0,6		
Thallium	mg/kg TS	<0,2	2		
Zink	mg/kg TS	71	300		
Kohlenwasserstoff (C ₁₀ - C ₂₂)	mg/kg TS	<40	300		
Kohlenwasserstoff (C ₁₀ - C ₄₀)	mg/kg TS	46	600		
ΣPCB ₇ n. EBV	mg/kg TS	0,005	0,15		
			Materialwerte gem. ErsatzbaustoffV /U5/		
			RC-1	RC-2	RC-3
ΣPAK ₁₆ n. EBV	mg/kg TS	2,58	10	15	20
Eluat					
pH-Wert		12	6 - 13		
Leitfähigkeit	µS/cm	3.740	2.500	3.200	10.000
Sulfat	mg/l	4,4	600	1.000	3.500
Chrom	µg/l	14,2	150	440	900
Kupfer	µg/l	21,3	110	250	500
Vanadium	µg/l	<2	120	700	1.350
ΣPAK ₁₅ (ohne Naphthalin) n. EBV	µg/l	0,569	4,0	8,0	25
ΣPAK ₁₆ n. EBV	µg/l	0,637	-		

TS = Trockensubstanz

RC-1	RC-2	RC-3	>RC-3
------	------	------	-------

Tab. 6: Analytikergebnisse der Betonprobe MP9

Wie aus Tabelle 6 ersichtlich, ergibt sich daraus folgender chemischer Befund:

Bewertung MP9 (Bord-/Rinnstein):

> Überwachungswert in der **Originalsubstanz**: Blei

Materialwert **RC-3** im **Eluat**: Leitfähigkeit (Orientierungswert!)

Der Parameter *Blei* im Feststoff der Beton-Probe **MP9** liegt oberhalb des Überwachungswertes gemäß ErsatzbaustoffV /U5/. Das Material kann gemäß ErsatzbaustoffV als mineralischer Ersatzbaustoff in technischen Bauwerken nicht wiederverwertet werden und muss

ordnungsgemäß entsorgt werden. Es erhält die **Abfallschlüsselnummer 170106*** für Beton (gefährlicher Abfall).

4.3 Asphalt

Probenahme: 16.01.2025, 08:30 - 15:30 Uhr, durch Dipl.-Geogr. T. Lachmann
(ibG Ingenieurbüro Gauglitz)

AK: Asphaltkern (Kernbohrung Ø = 100 mm)

Probe: AK4-1 (Straße), AK4-2 (Straße)
AK 6 (Geh-/Radweg)
AK 10 (Gehweg)

Analytiklabor: Eurofins Umwelt Nord GmbH, Luttertal 70, 37075 Göttingen

Analytik auf: teer- und pechhaltige Bestandteile gemäß RuVA-StB 01 /U6/ sowie Asbestbestimmung von Faserprodukten mittels Rasterelektronenmikroskopie gemäß VDI 3866, Bl. 5 /U7/

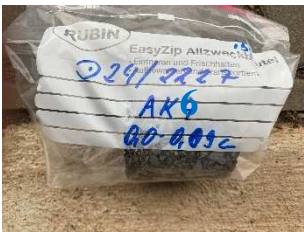
Die nachfolgenden Tabellen 7 bis 10 zeigen die Analytikergebnisse der Asphaltuntersuchungen der Proben AK4-1+2, AK6 und AK10 auf (s. Anlage 7). Gleichzeitig werden den Ergebnissen die Verwertungsklassen der RuVA-StB 01 gegenübergestellt.

Parameter	Einheit	Probe	Verwertungsklasse /U6/		
		AK4-1 KRB4	A	B	C
Foto					
Gesamtstärke	cm	ca. 13 cm Deck- und Tragschicht			
Analytik		von 0 cm - ca. 13 cm			
ΣPAK_{16}	mg/kg	3,8	≤ 25	>25	>25
Phenolindex	mg/l	<0,01	$\leq 0,1$	$\leq 0,1$	>0,1
Asbest		nein			

Tab. 7: Analytikergebnis der Asphaltprobe AK4-1 (Straße)

Parameter	Einheit	Probe	Verwertungsklasse /U6/		
		AK4-2 KRB4	A	B	C
Foto					
Gesamtstärke	cm	ca. 10 cm Deck- und Tragschicht			
Analytik		von ca. 13 cm - ca. 23 cm			
ΣPAK_{16}	mg/kg	n.b.	≤ 25	>25	>25
Phenolindex	mg/l	<0,01	$\leq 0,1$	$\leq 0,1$	>0,1
Asbest		nein			

Tab. 8: Analytikergebnis der Asphaltprobe AK4-2 (Straße)

Parameter	Einheit	Probe	Verwertungsklasse /U6/		
		AK6 KRB6	A	B	C
Foto					
Gesamtstärke	cm	ca. 9 cm Deck- und Tragschicht			
Analytik		von 0,00 cm - ca. 9 cm			
ΣPAK_{16}	mg/kg	4,6	≤ 25	> 25	> 25
Phenolindex	mg/l	$< 0,01$	$\leq 0,1$	$\leq 0,1$	$> 0,1$
Asbest		nein			

Tab. 9: Analytikergebnis der Asphaltprobe AK6 (Geh-/Radweg)

Parameter	Einheit	Probe	Verwertungsklasse /U6/		
		AK10 KRB10	A	B	C
Foto					
Gesamtstärke	cm	ca. 8 cm Deck- und Tragschicht			
Analytik		von 0,00 cm - ca. 8 cm			
ΣPAK_{16}	mg/kg	n.b.	≤ 25	> 25	> 25
Phenolindex	mg/l	$< 0,01$	$\leq 0,1$	$\leq 0,1$	$> 0,1$
Asbest		nein			

Tab. 10: Analytikergebnis der Asphaltprobe AK10 (Gehweg)

Bewertung AK4-1+2, AK6, AK10:

Wie aus den Tabellen 7 bis 10 ersichtlich ist, wurde in **allen** Asphaltproben

kein Asbest

nachgewiesen. Die Deck-/Tragschichten weisen keine oder nur leicht erhöhte teer- und pechtypischen Bestandteile auf und sind gemäß RuVA-StB 01 der **Verwertungskategorie A** zuzuordnen. Es handelt sich um einen Ausbauasphalt, der als Asphaltgranulat im Heißmischverfahren wiederverwertet werden kann.

Sofern der Asphalt abgefahren und ordnungsgemäß entsorgt werden soll, erhält dieser vorab den **Abfallschlüssel 170302** (Bitumengemische).

4.4 Zusammenfassung

Der Übersicht halber sind in Tabelle 11 die höchsten Materialwerte der Laboranalytik im Feststoff oder Eluat sowie die Ergebnisse der Asphaltanalytik nochmals zusammenfassend dargestellt. Die Möglichkeit einer Rückstufung ist mit einem roten Pfeil markiert.

Probe	ErsatzbaustoffV /U4/						ErsatzbaustoffV /U5/				RuVA /U6/, Asbest VDI /U7/	
	BM-0*	BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	>BM-F3	RC-1	RC-2	RC-3	>Ü-Wert	Verwer- tungsklasse	Asbest
MP3 Straße						Blei	-	-	-	-	-	-
MP4 Straße				ΣPAK ₁₅		Leit- fähigkeit	-	-	-	-	-	-
MP5 Grünstreifen						Blei, Zink	-	-	-	-	-	-
MP6 Geh-/Radweg						Blei, Zink	-	-	-	-	-	-
MP7 Geh-/Radweg, Grünstreifen					Quecksilber		-	-	-	-	-	-
MP8 Kanal						s. Tab. 4	-	-	-	-	-	-
MP9 Bord-/Rinnstein	-	-	-	-	-	-			Leit- fähigkeit	Blei	-	-
AK4-1 Straße	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A	nein
AK4-2 Straße		-	-	-	-	-	-	-	-	-	A	nein
AK6 Geh-/Radweg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A	nein
AK10 Gehweg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A	nein

Tab. 11: Zusammenfassende Analytikergebnisse der Proben MP3 bis MP8 (Boden), MP9 (Beton), AK4-1, AK4-2, AK6 und AK10 (Asphalt)

5. EMPFEHLUNGEN

5.1 Erdbau / Straßenarbeiten

Die vorhandene Oberflächenbefestigung ist geordnet rückzubauen, wobei der Asphalt getrennt einer Entsorgung zugeführt werden sollte.

Der Baugrubenaushub ist unter Beachtung der DIN 4124 im Rückwärtsverfahren mit einem Tieflöffelbagger mit glatter Schneide (!) von der Geländeoberkante bis auf die Sohle auszuführen. Grundsätzlich können Böschungshöhen bis zu 1,75 m senkrecht abgeschachtet werden, wobei die oberen 0,50 m unter 45° abzuflachen sind.

Tiefere Baugruben, die betreten werden müssen, können grundsätzlich in offener Bauweise mit einem steilsten Böschungswinkel von

$$\beta = 45^\circ$$

ausgeführt werden.

Bei der Verfüllung von Arbeitsräumen gilt zur Erreichung der entsprechenden Verdichtungsqualität und der notwendigen Tragfähigkeit die ZTV E-StB 17. Für das Erdplanum sollte ein Verformungsmodul von

$$E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$$

erreicht werden. Ist dies nicht möglich, sollten geeignete Zusatzmaßnahmen eingeplant werden (z.B. Bodenaustausch gegen frostsichere Brechkorngemische in einer Stärke von ca. 0,30 m [z.B. Basalt, Kalkstein, Grauwacke], Vermörtelung durch Bindemittelzuschlag [z.B. Weißkalk, Mischbinder]). Nach Freilegung des Erdplanums erfolgt der Einbau des neuen Fahrbahnaufbaues, wobei die Frostschutz- bzw. Schottertragschicht lagenweise in einer Dicke von $D \leq 0,30 \text{ m}$ unter Einsatz dynamischer Verdichtung im Vorkopfeinbau hergestellt wird. Auf der Oberkante der Schottertragschicht ist ein Verdichtungsziel von

$$\text{Verformungsmodul: } E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$$

$$\text{Verhältniswert: } E_{v2} / E_{v1} = 2,2$$

zu erzielen und über Lastplattendruckversuche gemäß DIN 18134 nachzuweisen.

Das Bauvorhaben liegt nach der RStO 2024 in der Frostwirkungszone III. Der Fahrbahnaufbau sollte für die entsprechende Bauklasse nach den vorgegebenen Normen entsprechend der ZTV E-StB 17 und RStO 2024 erfolgen. Die äußeren Bedingungen (Frosteinwirkungszone III, Frostempfindlichkeit F3) erfordern für einen frostsicheren Straßenaufbau in jedem Fall eine Frostschutztiefe entsprechend der Belastungsklasse von

$$T_{FS} \geq 0,65 \text{ m (Bk 0,3 für Parkflächen) und}$$

$$T_{FS} \geq 0,75 \text{ m (Bk 3,2 für Fahrbahnen),}$$

die durch Bemessung der Stärke der Frostschuttschicht sicherzustellen ist. Diese Werte ersetzen die Angaben, die in einem früheren Gutachten /U8/ gemacht worden sind (Kapitel 6.6).

Bei den Erdarbeiten im gesamten Untersuchungsgebiet ist darauf zu achten, dass hier mit den unterlagernden feinkörnigen Böden hochsensible Materialien anstehen, die ihre bodenphysikalischen Eigenschaften durch Wassereinwirkung rasch zur ungünstigen Seite (fließende Bodenarten) verändern können. Bei längeren Arbeitspausen sollten freiliegende Böschungen und ggf. freiliegende Planien zusätzlich mit Folien gesichert werden.

5.2 Kanalbau

5.2.1 Sicherung der Kanalgräben

Die Kanalgraben-Herstellung ist unter Beachtung der DIN 4124 durchzuführen. Die aufgefüllten Böden und die quartären Böden der Schicht 2 sind, vor allem bei Wassereinfluss, nicht standfest. Daher empfehlen wir, auch zur Reduzierung des Aushubs, den Einsatz eines

Gleitschienen - Verbaus.

Generell sollten die Verbausysteme nach Herstellung des Grabens eingestellt werden, wobei es mit Herstellung des Grabens bis auf Endtiefe erforderlich werden kann, den Verbau mit dem restlichen Aushub abzusenken. Zwischenräume zwischen den Verbauelementen sind zu minimieren. Zusätzliche Sicherungen durch den Einbau von Queraussteifungen sind bei diesem System nicht erforderlich.

An vorhandenen, sandig-kiesigen Anteilen im Auffüllungsbereich (KRB13, KRB14) kann es jedoch zu größeren Ausbrüchen in den Grabenwandungen kommen, so dass hier mit höheren Materialanteilen beim Aushub und der Wiederverfüllung gerechnet werden muss.

Für Baugruben in offener Bauweise gelten die Vorgaben in Kapitel 5.1.

5.2.2 Wasserhaltung

Im Zuge der Baugrunduntersuchung wurde kein Schicht- oder Grundwasser in den Aufschlüssen angetroffen. Daher sind Maßnahmen, die über eine VOB-gemäße Wasserhaltung zur Fassung und Ableitung von Tages-, Sicker-, und Schichtwasser hinausgeht, nicht erforderlich. Es sind lediglich Pumpensümpfe und selbstschaltende Schmutzwasserpumpen bauzeitig vorzuhalten.

5.2.3 Rohraufleger

Für die Verlegung von Kanälen gilt die Norm DIN EN 1610. Mit einer angenommenen Verlegetiefe von im Mittel ca. 2,50 m unter Gelände, liegen die Rohrleitungen in den aufgefüllten Böden der Schicht 1. Aufgrund des schwankenden Kiesanteils, auch das Vorkommen von Steinen und Blockwerk ist nicht auszuschließen, ist mit Festigkeitsunterschieden zu rechnen.

Die Rohrsohlen liegen jedoch in Böden mit lockerer Lagerung, so dass eine Verdichtung im Rohrauflegerbereich einzuplanen ist.

Für den gesamten Baubereich empfehlen wir gemäß DIN EN 1610 generell eine untere Rohrbettung von

$$D_{\text{Bettung}} = 0,20 \text{ m}$$

einzuplanen, um Setzungen auszugleichen und ggf. mögliche Punktbettungen zu vermeiden.

5.2.4 Gründung von Schachtbauwerken

Für die Bemessung der Gründung der Schachtbauwerke gelten im Lastabtragungshorizont überschlägig folgende Bemessungswerte:

$$\text{Sohlwiderstand } \sigma_{r,d} \leq 180 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Bettungsmodul } k_{s,d} = 10 \text{ MN/m}^3.$$

Die zu erwartenden Setzungen werden in bauwerkunempfindlichen Größenordnungen von

$$s \leq 1,5 \text{ cm}$$

liegen.

Der Nachweis des Auftriebs ist aufgrund der hydrogeologischen Situation entbehrlich.

5.2.5 Verfüllung von Arbeitsräumen

Bei der Verfüllung von Arbeitsräumen gilt zur Erreichung der entsprechenden Verdichtungsqualität und der notwendigen Tragfähigkeit die ZTV E-StB 17.

Folgende Qualitätsanforderungen gelten für Verfüllarbeiten (s. Tabelle 12):

Bereich	Qualitätsanforderung
Leitungszone	Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 97 \%$
OK Leitungszone bis 0,50 m unter Planum	Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 98 \%$ (nichtbindige Böden) bzw. $\geq 95 \%$ (bindige Böden)
0,5 m unter Planum bis zum Planum	Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 100 \%$ (nichtbindige Böden) bzw. $\geq 97 \%$ (bindige Böden)
Planum	$E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$
Arbeitsräume von Schachtbauwerken	Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 100 \%$

Tab. 12: Qualitätsanforderungen

Als Verfüllmaterial sollten grundsätzlich Füllkiese und klassifizierte Brechkorngemische verwendet werden. Als Material eignen sich Grauwacke, Basalt oder Kalkstein.

Alle nach dem Stand der Technik verdichtungsfähigen Materialien im Rohrgraben sind mit einer Grabenwalze zu verdichten. Im Bereich der Leitungszone sollte die Verdichtungsleistung auf das erforderliche Minimum reduziert werden. Im Kämpferbereich ist gleichmäßig beidseitig zu verdichten, damit sich das Rohr nicht „wegdreht“. Bei allen Arbeiten in der direkten Rohrzone (sowohl unterhalb und seitlich als auch oberhalb) sind die Rohrherstellerangaben streng einzuhalten.

Die Qualitätsprüfungen im Kanalgraben können mit der Leichten Rammsonde (DPL) nach DIN EN ISO 22476 oder ggf. über dynamische Plattendruckversuche gemäß TP BF-StB Teil B 8.3 erfolgen. Das Planum und die ungebundenen Tragschicht werden durch Plattendruckversuche nach DIN 18 134 abgenommen.

Alternativ kann auch der Rohrgraben mit „Flüssigboden“ verfüllt werden. Somit würden die Verdichtungsarbeiten wegfallen. Gegebenenfalls kann auch das Aushubmaterial für die Herstellung des „Flüssigbodens“ verwendet werden.

6. SONSTIGES

Das Projekt ist in die Geotechnische Kategorie 1 einzuordnen.

Nach der DIN 4149 (Ausgabe 04/2005) fällt der Gründungsbereich des Planungsgebietes in keine Erdbebenzone, so dass hier keine statisch-konstruktiven Zusatzmaßnahmen zur Sicherung von Bauwerken notwendig sind.

Die abgeleitete Klassifizierung der Aushubmaterialien beim Erdbau bzw. beim Rückbau erfolgt nach ErsatzbaustoffV /U4/ und /U5/, etwaige deponiespezifische Zusatzanalysen (z.B. nach DepV) bleiben vorbehalten. Das entnommene Bodenmaterial, der Beton und die Bohrkernproben werden ab Fertigstellungsdatum des Gutachtens nach Ablauf von drei Monaten ordnungsgemäß entsorgt.

Die beschriebene Baugrundsituation ist Ergebnis der punktuellen Aufschlüsse. Hierbei sollte berücksichtigt werden, dass sich die Verhältnisse gleitend ändern. Die genauen Verhältnisse lassen sich letztendlich erst in den geöffneten Baugruben erkennen.

Sofern sich relevante Änderungen gegenüber unseren Annahmen ergeben, bedarf dies einer entsprechenden umwelttechnischen Überprüfung durch das ibG.

Duderstadt, den 18.02.2025



Dipl. Ing. M. Bräunlich



Dipl.-Geogr. T. Lachmann