

Prüftechnik Oberlausitz GmbH Großdubrau

anerkannte **Prüfstelle nach RAP-Stra 15** für die Fachgebiete A1; A3; A4; G3; I3

Prüftechnik Oberlausitz GmbH, Postfach 1115; 02693 Großdubrau
Hermann-Schomburg-Straße 6k; 02694 Großdubrau

Landestalsperrenverwaltung des
Freistaates Sachsen
Betrieb Spree/Neiße
Am Staudamm 1
02625 Bautzen

Großdubrau, 23.11.2023

Unser Zeichen: AWe

Baugrunduntersuchung

Bauvorhaben:

Ufermauerrückbau am Hoyerswerdaer
Schwarzwasser in 01877 Demitz-Thumitz,
Landkreis Bautzen

Hauptuntersuchung für geotechnische Kategorie 2
gemäß DIN EN 1997-1 / DIN 4020 / DIN 1054

Baumaßnahme: 6.271.3061.004

Projekt-Nr.: P-087-06-23



.....
Dipl.-Ing. (FH) Andreas Werner
Bearbeiter

Prüftechnik Oberlausitz GmbH
Hermann-Schomburg-Str. 6k
02694 Großdubrau
Telefon 035934 - 4488
Telefax 035934 - 4489
E-Mail: Grossdubrau@ptm.net

Bankverbindung:
Volksbank Dresden-Bautzen eG

IBAN : DE78 8509 0000 5085 1310 03
BIC : GENODEF1DRS

Geschäftsführung:
Dipl.-Ing. (FH) Helge Niedzwiedz

Ust-IDNr. DE206122312
Steuernr. 204/116/02797



INGENIEURGRUPPE PTM

Geotechnik
Baugrund

Erdbaulaboratorium
Baustoffprüfung

Hydrogeologie
Rohstoffgeologie

Deponiewesen
Altlasten

Brandschutz

Industriebau
Gewerbebau

Landschaftsplanung
Umweltplanung

Fachplanung
Bauleitung

- Arnsberg
- Bautzen
- Danzig
- Dortmund
- Jena
- Oldenburg
- Stade
- Tostedt

Amtsgericht
Dresden

HRB 18 278



<u>Inhaltsverzeichnis</u>	Seite
1. Veranlassung und Aufgabenstellung	4
2. Unterlagen.....	4
3. Untersuchungen	5
3.1. Standortbeschreibung und geologische Verhältnisse	5
3.2. Baugrunderkundung	6
4. Baugrundbeschreibung	7
4.1. Baugrundmodell.....	7
4.2. Baugrundeigenschaften	8
4.3. Grundwasser	9
5. Untersuchungen an angrenzender Bausubstanz	10
6. Laboruntersuchungen.....	10
6.1 Bodenmechanische Laborversuche.....	10
6.2 Schadstoffuntersuchungen	12
7. Berechnungskennwerte und Bodenklassifikation	14
7.1 Bodenmechanische Kennwerte	14
7.2 Homogenbereiche (DIN 18 300).....	14
8. Herstellung naturnaher Uferböschungen	17
9. Hinweise für die Bauausführung	18
10. Abschließende Hinweise	18



<u>Tabellenverzeichnis</u>	Seite
Tabelle 1: Aufschlussprogramm	6
Tabelle 2: Baugrundsichtung	7
Tabelle 3: Eigenschaften der Baugrundsichten	8
Tabelle 4: Grundwasserstände	9
Tabelle 5: Aufschlüsse Bausubstanz	10
Tabelle 6: Ergebnisse der bodenphysikalischen Laborversuche	11
Tabelle 7: Zusammenstellung der chemischen Untersuchungen	12
Tabelle 8: Chemische Analyse Feststoff und Vergleich mit EBV 2021	12
Tabelle 9: Chemische Analyse Eluat und Vergleich mit EBV 2021	13
Tabelle 10: Bodenmechanische Kennwerte	14
Tabelle 11: Kennwerte für die Festlegung der Homogenbereiche in Lockergesteinen	15
Tabelle 12: Festlegung der Homogenbereiche	16

<u>Anlagenverzeichnis</u>	Blattzahl
Anlage 1 Übersichtskarte, M 1:10.000	1
Anlage 2 Lageplan mit Aufschlusspunkten, M 1:500	1
Anlage 3 Schichtenverzeichnisse, Bohr- und Rammsondierprofile	
Anlage 3.1 Schichtenverzeichnisse	5
Anlage 3.2 Bohr- und Rammsondierprofile	10
Anlage 4 Bodenmechanische Laborergebnisse	2
Anlage 5 Chemische Analyseergebnisse Boden	6
Anlage 6 Fotodokumentation	4



1. Veranlassung und Aufgabenstellung

In 01877 Demitz-Thumitz sollen im Bereich der Schmöllner Straße 28 (S 155) die beidseitig vorhandenen Ufermauern am Hoyerswerdaer Schwarzwasser rückgebaut und durch naturnahe Böschungen ersetzt werden. Bei den vorhandenen Ufermauern handelt es sich um Natursteinmauern.

Das Untersuchungsgebiet ist in der Übersichtskarte in Anlage 1 sowie im Lageplan mit Aufschlusspunkten in Anlage 2 dargestellt. Fotos vom Untersuchungsgebiet sind in Anlage 6 zusammengestellt (Bilder 7 bis 9).

Die Prüftechnik Oberlausitz GmbH wurde am 19.07.2023 durch die Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen (LTV, Betrieb Spree/Neiße) mit der Baugrunduntersuchung und Erstellung des geotechnischen Gutachtens für diese Maßnahme beauftragt /3/.

Es sollen die Baugrundverhältnisse für das geplante Bauvorhaben untersucht und beschrieben sowie Empfehlungen für die Bauausführung gegeben werden. Detaillierte Planungsunterlagen lagen zum Bearbeitungszeitpunkt noch nicht vor.

2. Unterlagen

Für die Erarbeitung dieses Berichtes wurden, neben den jeweils geltenden Normen, folgende Unterlagen verwendet:

/1/ Aufgabenstellung für die Baugrunduntersuchung, 08.06.2023, Ingenieurbüro Bernd Miersch GmbH, Wittichenau OT Spohla.

/2/ Angebot Nr. PTO-AN/2023/068-0 vom 29.06.2023, Prüftechnik Oberlausitz GmbH, Großdubrau.

/3/ Auftragserteilung per Bestellschein, Auftragsnummer 4500159682 vom 19.07.2023, LTV Sachsen, Betrieb Spree/Neiße.

/4/ Planungs- und Projektunterlagen, erhalten vom Auftraggeber bzw. vom Planungsbüro:

/4a/ Übersichtsplan, Datei „Übersichtsplan.pdf“, Stand 06/2023.

/4b/ Bestandsvermessung (Entwurfsvermessung), Datei „HSW_EVG-Fkm46+087-46+186_20230803.dwg“, Stand 03.08.2023.

/5/ Schachtscheine der Medienträger, Stand 07-08/2023.

/6/ Erkundungsergebnisse vom 12.09.2023, Prüftechnik Oberlausitz GmbH, Großdubrau.



/7/ Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche, Laboreingang 15.09.2023, Prüftechnik Oberlausitz GmbH, Großdubrau.

/8/ Prüfbericht Nr. AR-23-FR-048852-01 vom 20.10.2023, Eurofins Umwelt Ost GmbH, Bobritzsch-Hilbersdorf.

/9/ Geotechnisches Arbeitsmaterial:

- Internetpräsenz Freistaat Sachsen, iDA (interdisziplinäre Daten und Auswertungen), Darstellung der Topografie sowie der geologischen Oberflächenkarte des Freistaates Sachsen.
- Karten- und Archivmaterial, Prüftechnik Oberlausitz GmbH, Großdubrau.

3. Untersuchungen

3.1. Standortbeschreibung und geologische Verhältnisse

Das Untersuchungsgebiet befindet sich an der Schmöllner Straße (S 155) innerhalb der Ortslage von Demitz-Thumitz an beiden Ufern des Hoyerswerdaer Schwarzwassers (ca. Fluss-km 46+087 bis 46+186), siehe Übersichtskarte in Anlage 1 sowie Lageplan mit Aufschlusspunkten in Anlage 2.

Der Flusslauf liegt im betreffenden Bereich ca. 1,2 ... 2,4 m unterhalb des angrenzenden Geländes.

Gemäß regionalgeologischen Unterlagen /9/ sind im baupraktisch relevanten Teufenbereich (bis 3 m Tiefe) folgende Untergrundverhältnisse zu erwarten (von oben nach unten):

- Auffüllungen (Ufermauerhinterfüllungen, Geländeregulierung)
- Tallehm (Weichselkaltzeit bis Holozän)
- an der Quartärbasis Biotit-Granodiorit (zuoberst verwittert bis zersetzt, tiefer liegend als Festgestein)

Das Anstehen des Festgesteins wird relativ oberflächennah erwartet.



3.2. Baugrunderkundung

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse am Standort wurden am 12.09.2023 folgende Aufschlüsse durch die Prüftechnik Oberlausitz GmbH hergestellt:

- 5 Kleinrammbohrungen **RKS 1, RKS 1a, RKS 2, RKS 2a und RKS 2a-1** (gem. DIN EN ISO 22475-1, Durchmesser 60 bis 40 mm)
- 5 leichte Rammsondierungen **DPL-5/1, DPL-5/1a, DPL-5/2, DPL-5/2a und DPL-5/2a-1** (in Anlehnung an DIN EN ISO 22476-2, Spitzenquerschnitt 5 cm²).

Die Ansatzpunkte der Baugrundaufschlüsse waren prinzipiell durch den Auftraggeber vorgegeben. Aufgrund der nur geringen erreichten Tiefe (Abbruch der Bohrungen wegen Bohrhindernissen bzw. Festgesteinsvorkommen) wurden zusätzliche Aufschlüsse ausgeführt, um die gewonnen Erkenntnisse zu präzisieren.

Nachfolgend ist das Untersuchungsprogramm zusammengestellt:

Tabelle 1: Aufschlussprogramm

Aufschluss	Rechtswert	Hochwert	Ansatzhöhe [m NHN]	erreichte Endteufe [m] RKS / DPL
	Koordinatenbezug ETRS 89, UTM Zone 33		Höhenbezug DHHN 2016	
RKS 1 + DPL	446 571,6	5 665 058,0	255,96	2,3 / 2,2
RKS 1a + DPL	446 575,5	5 665 060,9	255,96	1,3 / 1,2
RKS 2 + DPL	446 575,4	5 665 052,3	256,83	2,15 / 0,5
RKS 2a + DPL	446 579,3	5 665 055,1	256,83	0,4 / 0,7
RKS 2a-1 + DPL				2,3 / 0,7

Bereits ab geringer Tiefe mussten alle Aufschlüsse aufgrund des abrupt endenden Bohrvortriebs abgebrochen werden. In den Tiefen, in welchen die Baugrundaufschlüsse vorzeitig abgebrochen werden mussten, ist mit dem baldigen Übergang vom Zersatz in das Festgestein bzw. mit dem Vorkommen von Steinen und Geröllen im Lockergestein zu rechnen.

Die Bohrpunkte wurden mittels GPS-Roverstab bzw. auf örtliche Bezugspunkte eingemessen und in den Vermessungsplan /4b/ übertragen. Die Höheneinmessung erfolgte durch Nivellement. Das Lagesystem ETRS 89 sowie das Höhensystem DHHN 2016 sind maßgebend.

Die Ansatzpunkte der Aufschlüsse sind im Lageplan in Anlage 2 grafisch dargestellt.



4. Baugrundbeschreibung

4.1. Baugrundmodell

Folgende Baugrundsichtung wurde am Standort erkundet:

Tabelle 2: Baugrundsichtung

Schicht Nr.	Bezeichnung Bodengruppe überwiegende Bodenart Konsistenz/Lagerungsdichte Farbe	Bemerkungen
1a	Oberboden [OH] feucht dunkelbraun	0,10 ... 0,20 m stark in RKS 1, 1a, 2a und 2a-1 erkundet
1b	Auffüllung [UL], [SU*], [GU*], [SU], [GU] Auffüllung: Schluff, stark tonig, schwach feinsandig, schwach kiesig ... Schluff, stark sandig, kiesig, grusig, tonig ... Sand, Kies, Steine, Schluff, schwach humos ... Schotter, Kies, Sand, schluffig enthält Ziegelspuren und humose Bestandteile weich bis steif, locker bis dicht braun, dunkelbraun, graubraun	bis 0,40 ... 2,00 m unter Ansatzhöhe in RKS 1, 1a, 2 und 2a erkundet Schicht in RKS 2a nicht durchteuft
2	Tallehm SU*, UL Schluff, stark sandig, kiesig halbfest braun	bis 1,40 m unter Ansatzhöhe in RKS 2a-1 erkundet
3	Granodiorit-Zersatz GU, SU*, Zv Granodiorit, zersetzt zu: Kies, stark sandig, schwach schluffig, grusig ... Sand, stark kiesig, schluffig, grusig ... Sand, schluffig bis stark schluffig, grusig mitteldicht bis sehr dicht braun	bis 1,30 ... 2,30 m unter Ansatzhöhe in RKS 1, 1a, 2 und 2a-1 erkundet Schicht nicht durchteuft

Die Schichtung entspricht prinzipiell den Erwartungen gemäß der geologischen Kartenrecherche /9/. Zuoberst stehen Oberboden (Schicht 1a) bzw. Auffüllung an (Schicht 1b). Bei der Auffüllung handelt es sich um einen umgelagerten bzw. aufgefüllten Mineralboden mit wenig mineralischen Fremdbestandteilen (Ziegelspuren) bzw. humosen Bestandteilen. Die Auffüllung weist eine schwach bindige bis bindige Charakteristik auf. Sie steht in weicher bis steifer Konsistenz bzw. locker bis dicht gelagert an.



Tallehm ist als Schicht 2 zusammengefasst. Diese Schicht besitzt eine bindige Charakteristik und steht in halbfester Konsistenz an.

Schicht 3 beschreibt den Granodiorit-Zersatz. Es handelt sich um ein zu Lockergestein zersetztes Festgestein. Der Zersatz weist eine rollige bis schwach bindige Charakteristik auf und steht mitteldicht bis sehr dicht gelagert an. In der Tiefe, in welcher die Kleinrammbohrungen aufgrund des zu großen Sondierwiderstands vorzeitig abgebrochen werden mussten, wird der baldige Übergang vom Zersatz zum Festgestein bzw. das Vorhandensein von Steinen und Geröllen im Lockergestein erwartet.

Einzelheiten zu den ausgeführten Aufschlüssen können den Schichtenverzeichnissen (Anlage 3.1) sowie den Bohr- und Rammsondierprofilen (Anlage 3.2) entnommen werden.

4.2. Baugrundeigenschaften

Die erkundeten Baugrundsichten können wie folgt charakterisiert werden. Dabei werden die maßgebenden Eigenschaften angegeben.

Tabelle 3: Eigenschaften der Baugrundsichten

Schicht Nr.	Bezeichnung Bodengruppe Konsistenz/ Lagerung	Charakter	Wasser- durchlässig- keit DIN 18 130-1	Konsistenz- veränder- lichkeit	Tragfähigkeit / Setzungs- verhalten	Frostempfind- lichkeit ZTV E-StB 17
1b	Auffüllung [UL], [SU*], [GU*], [SU], [GU] weich bis steif, locker bis dicht	umgela- gertes bzw. aufgefülltes Lockerge- stein, schwach bindig ... bindig enthält Ziegel- spuren und humose Bestandteile	sehr schwach durchlässig ... durchlässig	gering bis stark wasser- empfindlich	gering bis gut tragfähig, gering bis stark verformbar	F 3 stark frostempfindlich
2	Tallehm SU*, UL halbfest	Locker- gestein, bindig	sehr schwach durchlässig ... schwach durchlässig	stark wasser- empfindlich	mittel tragfähig, mäßig verformbar	F 3 stark frostempfindlich



Tabelle 3: Eigenschaften der Baugrundsichten (Fortsetzung)

Schicht Nr.	Bezeichnung Bodengruppe Konsistenz/ Lagerung	Charakter	Wasser- durchlässig- keit DIN 18 130-1	Konsistenz- veränder- lichkeit	Tragfähigkeit / Setzungs- verhalten	Frostempfind- lichkeit ZTV E-StB 17
3	Granodiorit-Zersatz GU, SU*, Zv mitteldicht bis sehr dicht	zu Locker- gestein zersetztes Festgestein, rollig bis schwach bindig	schwach durchlässig ... durchlässig	gering wasser- empfindlich	gut bis sehr gut tragfähig, gering verformbar	F 2 gering bis mittel frostempfindlich

4.3. Grundwasser

Grundwasser wurde in den Aufschlüssen wie folgt festgestellt:

Tabelle 4: Grundwasserstände

Bohrung	Ansatzhöhe [m NHN]	Grundwasseranschnitt		Grundwasserruhestand	
		[m unter GOK]	[m NHN]	[m unter GOK]	[m NHN]
RKS 1	255,96	1,50	254,46	nicht messbar	-

Alle anderen Aufschlüsse waren frei von Grundwasser.

Das Grundwasser wurde in RKS 1 in der Auffüllung in etwa in Höhe des Flusswasserstands angetroffen. Die Auffüllung stellt keinen Grundwasserleiter dar. Es handelt sich um mehr oder weniger ergiebiges Schichtenwasser bzw. Stauwasser.

Es wird empfohlen, für erdstatische Nachweise einen Bemessungswasserstand bei 255,20 m NHN anzusetzen. Das bedeutet jedoch nicht zwangsläufig, dass Grundwasser bei Erdarbeiten in dieser Tiefe bereits angetroffen werden kann.



5. Untersuchungen an angrenzender Bausubstanz

Es wurden an zwei an den Flusslauf angrenzenden Gebäuden Handschürfe zur Feststellung der Einbindetiefe der Gründung ausgeführt. Die Lage der Schürfe kann Anlage 2 entnommen werden. Folgendes wurde ermittelt:

Tabelle 5: Aufschlüsse Bausubstanz

Aufschluss	Gebäude Nutzung	Ansatzhöhe Schurf [m NHN]	Schurftiefe [m]	Bemerkungen	Foto-Nr. in Anlage 6
			erkundete Fundament- unterkante [m NHN]		
Sch 1	Schmöllner Str. 28 Wohnhaus	256,72	1,10	Fundamentunter- kante nicht aufge- schlossen nach Auskunft der Eigentümerin gründen die Fundamente ca. 2...3 m tief	1, 2
			255,62 ¹⁾		
Sch 2	Schmöllner Str. Flst. 163/4 Garage	257,09	0,80	Fundamentunter- kante aufge- schlossen	3, 4, 5, 6
			256,29		

Legende:

1) Fundamentunterkante mit dem Schurf nicht erreicht

Mit Sch 1 konnte die Unterkante der Gründung nicht erreicht werden (Schurftiefe war 1,1 m). Mit Sch 2 wurde die Gründungsunterkante der Garage erreicht.

Die Lage sowie die ermittelten Fundamentunterkanten der angrenzenden Bebauung sind bei der Planung und Herstellung der ufernahen Böschungen zu beachten.

6. Laboruntersuchungen

6.1 Bodenmechanische Laborversuche

Zur Präzisierung der Bodenansprache und Bestimmung bodenmechanischer Kennwerte wurden folgende Laboruntersuchungen an ausgewählten Bodenproben durchgeführt:

- 1 x Korngrößenverteilung mittels Trockensiebung nach vorherigem nassen Abtrennen der feinen Bestandteile (DIN 18 123 / DIN EN ISO 17 892-4)



- 1 x Korngrößenverteilung mittels kombinierter Sieb-/Schlamm-Analyse (DIN 18 123 / DIN EN ISO 17 892-4)
- 2 x Bestimmung natürlicher Wassergehalt w_n durch Ofentrocknung (DIN 18 121-1 / DIN EN ISO 17 892-1)

Die Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche sind in Tabelle 6 zusammengestellt. Die Prüfprotokolle sind als Anlage 4 beigefügt.

Tabelle 6: Ergebnisse der bodenphysikalischen Laborversuche

Bohrung Probe	RKS 2 P 2	RKS 2a-1 P 2
Entnahmetiefe [m]	1,60-2,15	1,40-2,30
Schicht Schicht Nr.	Granodiorit-Zersatz 3	Granodiorit-Zersatz 3
nat. Wassergehalt w_n [%]	8,10	17,35
Tonanteil $\leq 0,002$ mm [%]	21	3
Schluffanteil >0,002 ... $\leq 0,063$ mm [%]		26
Sandanteil >0,063 ... ≤ 2 mm [%]	42	67
Kiesanteil >2 ... ≤ 63 mm [%]	37	4
k_r-Wert [m/s] Formel nach Bewertung nach DIN 18130-1	$\approx 10^{-7} \dots 10^{-6}$ - schwach durchlässig	$2,8 \cdot 10^{-6}$ Mallet / Paquant schwach durchlässig ... durchlässig
Bodenart nach DIN 4022	S,g*,u Sand, stark kiesig, schluffig	S,u-u* Sand, schluffig bis stark schluffig
Bodengruppe nach DIN 18196	SU* Sand-Schluff-Gemisch	SU* Sand-Schluff-Gemisch
Anlage Prüfprotokoll	4.1	4.2

Im Ergebnis der Laborversuche wurde die geotechnische Ansprache der untersuchten Böden überarbeitet.



6.2 Schadstoffuntersuchungen

Folgende Schadstoffuntersuchungen wurden durchgeführt:

Tabelle 7: Zusammenstellung der chemischen Untersuchungen

Probebezeichnung	Herkunft	Untersuchung	Ergebnis
MP Boden RKS 1/P 1, 0,20-1,00 m RKS 1/P 2, 1,00-2,00 m RKS 1a/P 1, 0,20-1,00 m RKS 2/P 1, 0,10-1,00 m RKS 2a/P 1, 0,20-1,00 m	Auffüllung, Schicht 1b	Ersatzbaustoffverordnung EBV, Stand 09.07.2021 Untersuchung Bodenmaterial und Baggergut (Anlage 1, Tabelle 3)	Tabelle 8 (Feststoff), Tabelle 9 (Eluat)

Legende:

MP Mischprobe

Die Schadstoffuntersuchungen führten zu den nachfolgend aufgelisteten Ergebnissen.

Tabelle 8: Chemische Analyse Feststoff und Vergleich mit EBV 2021

Parameter	Einheit	Analyseergebnis	Zuordnungswerte nach EBV 2021 Anlage 1, Tabelle 3					
		MP Boden	BM-0 BG-0 (Sand)	BM-0* BG-0*	BM-F0* BG-F0*	BM-F1 BG-F1	BM-F2 BG-F2	BM-F3 BG-F3
mineralische Fremdbestandteile	Vol.-%	≤10	≤10	≤10	≤50	≤50	≤50	≤50
Σ PAK ₁₆	mg/kg	3,44	3	6	6	6	9	30
Benzo(a)pyren	mg/kg	0,27	0,3	-	-	-	-	-
EOX	mg/kg	<1,0	1	1	-	-	-	-
MKW C ₁₀ -C ₂₂ MKW (C ₁₀ -C ₄₀) ⁸⁾	mg/kg	<40 <40	-	300 (600)	300 (600)	300 (600)	300 (600)	1.000 (2.000)
TOC	M.-%	0,9	1	1	5	5	5	5
Σ PCB ₆	mg/kg	0,005	0,05	0,1	-	-	-	-
Arsen	mg/kg	7,1	10	20	40	40	40	150
Blei	mg/kg	14	40	140	140	140	140	700
Cadmium	mg/kg	<0,2	0,4	1 ⁶⁾	2	2	2	10
Chrom, gesamt	mg/kg	28	30	120	120	120	120	600
Kupfer	mg/kg	12	20	80	80	80	80	320
Nickel	mg/kg	15	15	100	100	100	100	350
Quecksilber	mg/kg	<0,07	0,2	0,6	0,6	0,6	0,6	5
Thallium	mg/kg	<0,2	0,5	1,0	2	2	2	7
Zink	mg/kg	66	60	300	300	300	300	1.200
Bewertung Feststoff:		BM-0* BG-0*						



Tabelle 9: Chemische Analyse Eluat und Vergleich mit EBV 2021

Parameter	Einheit	Analyseergebnis	Zuordnungswerte nach EBV 2021 Anlage 1, Tabelle 3					
		MP Boden	BM-0 BG-0 (Sand)	BM-0* BG-0* ³⁾	BM-F0* BG-F0*	BM-F1 BG-F1	BM-F2 BG-F2	BM-F3 BG-F3
pH-Wert ⁴⁾	-	6,0	-	-	6,5-9,5	6,5-9,5	6,5-9,5	5,5-12,0
elektr. Leitfähigkeit ⁴⁾	µS/cm	54	-	350	350	500	500	2.000
Σ PAK ₁₅ ⁹⁾	µg/l	0,024	-	0,2	0,3	1,5	3,8	20
Naphthalin und Methylnaphthaline	µg/l	n.b. ²⁾	-	2	-	-	-	-
Σ PCB ₆	µg/l	n.b. ²⁾	-	0,01	-	-	-	-
Sulfat	mg/l	5,4	250 ⁵⁾	250 ⁵⁾	250 ⁵⁾	450	450	1.000
Arsen	µg/l	6	-	8 (13)	12	20	85	100
Blei	µg/l	44	-	23 (43)	35	90	250	470
Cadmium	µg/l	<0,3	-	2 (4)	3,0	3,0	10	15
Chrom, gesamt	µg/l	3	-	10 (19)	15	150	290	530
Kupfer	µg/l	17	-	20 (41)	30	110	170	320
Nickel	µg/l	4	-	20 (31)	30	30	150	280
Quecksilber ¹²⁾	µg/l	<0,1	-	0,1	-	-	-	-
Thallium ¹²⁾	µg/l	<0,2	-	0,2 (0,3)	-	-	-	-
Zink	µg/l	240	-	100 (210)	150	160	840	1.600
Bewertung Eluat:		BM-F3 BG-F3						
Bewertung gesamt:		BM-F3 BG-F3						

Legende zu Tabellen 8 und 9:

- 1) n.n. - nicht nachweisbar
- 2) n.b. - nicht berechenbar, da zur Summenbildung nur Einzelwerte größer als die Bestimmungsgrenze verwendet werden können und hier alle Einzelwerte kleiner als die Bestimmungsgrenze sind
- 3) Eluatwerte nur maßgeblich, wenn Feststoffwert überschritten wird. Klammerwerte gelten bei TOC-Gehalt $\geq 0,5$ M.-%.
- 4) stoffspezifischer Orientierungswert, bei Abweichungen ist die Ursache zu prüfen
- 6) Wert gilt für Bodenmaterial Sand
- 8) Klammerwerte gelten für Kohlenwasserstoffverbindungen mit einer Kettenlänge von C₁₀ bis C₄₀
- 9) PAK₁₅ = PAK₁₆ ohne Naphthalin und Methylnaphthaline
- 12) für die Klassifizierung ist der angegebene Gesamtgehalt maßgeblich. Der Eluatwert der Materialklasse BM-0* / BG-0* ist einzuhalten
-) nicht untersucht

Die Bewertung der untersuchten Mischprobe kann den Tabellen 8 und 9 entnommen werden. Die MP Boden ist aufgrund des sauren pH-Wertes in die Materialklasse BM-F3/BG-F3 einzustufen. Alle anderen Parameter würden eine Einstufung in \leq BM-F2/BG-F2 zulassen.

Es wird empfohlen, bei der zuständigen Umweltbehörde einen Antrag auf Einzelfallentscheidung zur Herabstufung in eine günstigere Materialklasse zu stellen.



Im Falle einer Entsorgung gilt die Abfallschlüsselnummer 17 05 04 (Boden und Steine). Es handelt sich um einen nicht gefährlichen Abfall im Sinne §48 des Kreislaufwirtschaftsgesetzes.

Einzelheiten können dem Prüfprotokoll in Anlage 5 entnommen werden.

Die hier durchgeführten Analysen sind schadstoffcharakterisierend und nach EBV als orientierende Voruntersuchung, beispielsweise zur Erstellung von Ausschreibungsunterlagen, zu werten. Soll im Zuge der geplanten Bauarbeiten Bodenaushub an einem anderen Standort verwertet oder auf einer Deponie entsorgt werden, so ist eine Deklarationsanalyse nach §14 EBV oder §6 DepV durchzuführen.

7. Berechnungskennwerte und Bodenklassifikation

7.1 Bodenmechanische Kennwerte

Für erdstatische Berechnungen können die folgenden Kennwerte angesetzt werden.

Tabelle 10: Bodenmechanische Kennwerte

Schicht Nr.	Bezeichnung	Boden-gruppen	cal. g	cal. g'	cal. F'	cal. c'	cal. E _s	k _f (ca.)
1b	Auffüllung weich bis steif, locker bis dicht	[UL], [SU*], [GU*], [SU], [GU]	19	9	28	0	4 ... 50 (8)	≈ 10 ⁻⁹ ... 10 ⁻⁴
2	Tallehm halbfest	SU*, UL	19	9	28	5	10 ... 15 (12)	≈ 10 ⁻⁹ ... 10 ⁻⁷
3	Granodiorit-Zersatz mitteldicht bis sehr dicht	GU, SU*, Zv	20	10	33	0	50 ... 75 (60)	≈ 10 ⁻⁷ ... 10 ⁻⁴

Legende:

cal. g	cal. Bodendichte, erdfeucht [kN/m ³]	cal. f'	cal. Reibungswinkel [°]
cal. g'	cal. Bodendichte unter Auftrieb [kN/m ³]	cal. c'	cal. Kohäsion [kN/m ²]
cal. E _s	cal. Steifemodul [MN/m ²]	k _f	Durchlässigkeitsbeiwert [m/s]

7.2 Homogenbereiche (DIN 18 300)

Gemäß der aktuell geltenden VOB/C-Norm DIN 18 300 (Erdarbeiten) ist zur Ausschreibung von Tiefbauleistungen der Baugrund am Untersuchungsstandort in Homogenbereiche einzuteilen. Die Geotechnische Kategorie 2 ist dabei maßgebend.



Tabelle 11: Kennwerte für die Festlegung der Homogenbereiche in Lockergesteinen

Schichten	Schicht 1b	Schicht 2	Schicht 3
ortsübliche Bezeichnung	Auffüllung	Tallehm	Granodiorit-Zersatz
Bodengruppe DIN 18 196	[UL], [SU*], [GU*], [SU], [GU]	SU*, UL	GU, SU*, Zv
Charakter	umgelagertes bzw. aufgefülltes Lockergestein, schwach bindig bis bindig, enthält Ziegelspuren und humose Bestandteile	Lockergestein, bindig	zu Lockergestein zersetztes Festgestein, rollig bis schwach bindig
Massenanteil Ton [%] ¹⁾	5 ... 80	30 ... 80	15 ... 35
Massenanteil Schluff [%] ¹⁾			
Massenanteil Sand [%] ¹⁾	10 ... 75	20 ... 60	30 ... 75
Massenanteil Kies [%] ¹⁾	5 ... 75	0 ... 25	0 ... 60
Massenanteil Steine [%] ¹⁾	0 ... 35	0 ... 5	0 ... 35
Massenanteil Blöcke [%] ¹⁾	0 ... 15	0 ... 1	0 ... 20
Massenanteil große Blöcke [%] ¹⁾	0 ... 5	0	0 ... 5
Dichte, feucht [g/cm³] ¹⁾	1,6 ... 2,4	1,6 ... 2,4	1,6 ... 2,4
undrainierte Scherfestigkeit [kN/m²] ¹⁾	10 ... 50	25 ... 100	0
Kohäsion [kN/m²] ¹⁾	2 ... 10	5 ... 20	0
Wassergehalt [%] ¹⁾	5 ... 30	15 ... 25	3 ... 15
Konsistenz ¹⁾	weich bis steif	halbfest	n.b.
Konsistenzzahl I _C ¹⁾	0,50 ... 1,00	1,00 ... 1,25	n.b.
Plastizitätszahl I _P ¹⁾	0,02 ... 0,10	0,02 ... 0,10	n.b.
Lagerung ¹⁾	locker bis dicht	n.b.	mitteldicht bis sehr dicht
bez. Lagerungsdichte I _D ¹⁾	15 ... 85	n.b.	35 ... >85
organischer Anteil [%] ¹⁾	≤ 4	≤ 3	≤ 2
maßgebende Frostepfindlichkeit (nach ZTV E-StB 17)	F 3 stark frostepfindlich	F 3 stark frostepfindlich	F 2 gering bis mittel frostepfindlich
vergleichbare Bodenklasse DIN 18 300, Stand 2012	3 ... 5	3 ... 5	3 ... 5, lokal 6

Legende:

- ¹⁾ anhand von Erfahrungswerten und der ingenieurgeologischen Feldansprache abgeschätzt bzw. durch Feld- und Laborversuche ermittelt
n.b. nicht bestimmbar



Für die im Rahmen der Baumaßnahme zu erwartenden Tiefbauarbeiten (Erdarbeiten bis maximal 2,5 m Tiefe bzw. Böschungsmodellierung) erfolgt die Einteilung des anstehenden Baugrunds in der nachfolgenden Tabelle 12:

Tabelle 12: Festlegung der Homogenbereiche

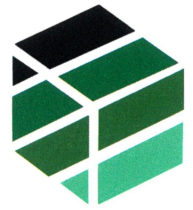
Schichten	DIN 18 300 Erdarbeiten
<u>Schicht 1b:</u> Auffüllung	E 1
<u>Schicht 2:</u> Tallehm	
<u>Schicht 3:</u> Granodiorit-Zersatz	E 2

Die in Tabelle 11 getroffenen Beschreibungen der Böden beruhen auf dem gesichteten Bohrgut, den durchgeführten Feld- und Laborversuchen sowie regionalgeologischen Erfahrungen mit vergleichbaren Böden. Abweichungen von den angegebenen Wertebereichen können vorkommen, begründen jedoch nicht automatisch Mehr- oder Minderaufwendungen bei den entsprechenden Tiefbauarbeiten. Zudem stellt die in Tabelle 12 vorgenommene Einteilung der Böden in Homogenbereiche eine aus gutachterlicher Sicht sinnvolle Möglichkeit dar. Eine davon abweichende Einteilung in andere Homogenbereiche ist aus arbeitsvereinfachenden Gründen durchaus möglich.

Bei der Zusammenfassung von mehreren Schichten in einen Homogenbereich sind die Kennwerte der jeweiligen Schichten in Tabelle 11 zu einer den Homogenbereich vollumfassend beschreibenden Kennwertspanne zusammenzufassen.

Oberboden (Schicht 1a) stellt gemäß DIN 18 320 (Landschaftsbauarbeiten) einen eigenen Homogenbereich dar. Für diesen kann die Bodengruppe 6 gemäß DIN 18 915 angesetzt werden (bindiger Boden).

Ab relativ geringer Tiefe muss mit dem Anstehen von Festgestein gerechnet werden. Zudem sind Gerölle (Steine, Blöcke und große Blöcke) in das Lockergestein eingelagert.



8. Herstellung naturnaher Uferböschungen

Es wird davon ausgegangen, dass im betreffenden Bereich nach dem Rückbau der Ufermauern naturnahe Uferböschungen hergestellt werden sollen. Planungsdetails lagen zur Bearbeitung jedoch noch nicht vor.

Am Standort stehen schwach bindige bis bindige Lockergesteinsböden (zuoberst aufgefüllt bzw. umgelagert) an, welche überwiegend stark wasserempfindlich, stark frostempfindlich sowie teilweise nur mäßig scherfest sind. Darunter folgt Granodiorit-Zersatz. Ab geringer Tiefe steht Festgestein an.

Es wird die Herstellung der naturnahen Uferböschung im Einklang mit gängigen Normungen (z.B. dem DWA-Merkblatt M 507 „Deiche an Fließgewässern“ oder dem BWA-Merkblatt „MAR – Anwendung von Regelbauweisen Böschungs- und Sohlensicherungen an Binnenwasserstraßen“) empfohlen. Ziel ist es, eine standsichere Böschung mit einem ausreichenden Erosionsschutz herzustellen. Da in den Normen sehr vielfältige Böschungsvarianten behandelt werden und hier auch Belange des Betreibers und ggf. des Naturschutzes berücksichtigt werden müssen, können hier keine konkreten Ausführungsempfehlungen gegeben werden.

Die maximalen Böschungsneigungen sollten 1:2 nicht überschreiten (Felsböschungen auch steiler). Die Scherfestigkeit von bindigen Böden (weiche bis steife Konsistenz) kann durch das Einarbeiten von Grobkorn in den anstehenden Boden verbessert werden. Der erforderliche Erosionsschutz (vor allem im Bereich der Prallhänge) kann durch das Aufbringen von Steinschüttungen und/oder eine rasch anwachsende und dauerhafte Begrünung sichergestellt werden. Dabei ist auch eine mögliche Schichtwasserführung im Anstehenden zu berücksichtigen (Vermeidung von hydrostatischen Drücken auf Konstruktionsschichten im Böschungs- und Sohlbereich).

Die zu erwartende Baugrundsichtung im Uferbereich kann der Anlage 3 entnommen werden. Die bodenmechanischen Eigenschaften sind in Tabelle 3 aufgelistet.

Anstehender Fels kann als Uferböschung genutzt werden.

Nach Vorlage konkreter Planungsergebnisse können geotechnische Empfehlungen gegeben bzw. präzisiert werden.



9. Hinweise für die Bauausführung

Die erforderlichen Erdarbeiten sollten in Anlehnung an ZTV E-StB 17 erfolgen.

Gemäß DIN 4124 sind oberhalb des Grundwasserspiegels folgende Böschungswinkel einzuhalten:

- bis 1,25 m Tiefe: senkrecht geschachtet
- 1,25 m bis 1,75 m: bis 1,25 m senkrecht und danach geböscht mit einem Böschungswinkel $\beta \leq 45^\circ$ (alle Böden)
- ab 1,75 m – 2,5 m: geböscht bzw. verbaut auf kompletter Tiefe.

Bereits ab relativ geringer Tiefe muss mit dem Anstehen von Festgestein gerechnet werden. Dieses kann steiler geböscht werden.

Wasserhaltungsarbeiten während der Erdarbeiten können im Ergebnis der Baugrunderkundung erforderlich werden. Bei nur geringer Unterschachtung des Grundwasserspiegels (bis ca. 20 ... 30 cm) bzw. für die Fassung von Schichtwasserzutritten ist erfahrungsgemäß eine offene Wasserhaltung (Söffelpumpe im Pumpensumpf) zielführend. Mehrere Pumpensümpfe steigern dabei die Leistungsfähigkeit der offenen Wasserhaltung.

Oberflächenwasser ist von Baugruben fernzuhalten.

10. Abschließende Hinweise

Die Erkundung beruht auftragsgemäß auf punktuellen Aufschlüssen.

Sollten während der Erdarbeiten Böden angetroffen werden, welche abweichend von den hier bewerteten Böden sind, so ist der Verfasser zu informieren.

Falls sich die Bauaufgabe wesentlich ändert, so ist das Baugrundgutachten auf seine Gültigkeit hin zu überprüfen.