



Chemnitz, 21. Mai 2025

Ergebnisbericht Baugrund- und Abfalluntersuchung

Reg.-Nr. / Proj.-Nr.	09117 – 180	32768 / 40963
Bauherr	 CHEMNITZ KULTURHAUPTSTADT EUROPAS 2025 Stadt Chemnitz Tiefbauamt	
Bauvorhaben	Radweg Wüstenbrand – Küchwald / BA2.0 Stadt Chemnitz	
Teilobjekt	BW 2 km 11.733 / Chemnitz, Rabensteiner-Straße	

Untersuchungsstufe : Hauptuntersuchung
 Geotechnische Kategorie : vor / nach der Erkundung: GK 2
 Bearbeiter : Dipl.-Ing. J. Weinhold
 Tel.: 0371 53012-14 / E-Mail: weinhold@eckert-chemnitz.de
 Inhalt : 21 Seiten Text
 4 Anlagen mit 20 Blatt


 ppa. Dipl.-Ing. J. Weinhold
 ö.b.u.v. Sachverständiger (IK Sachsen)
 für Baugrunduntersuchungen und Gründungen



Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Anlageverzeichnis	3
Verzeichnis der verwendeten Unterlagen	3
1 Aufgabenstellung	5
2 Feststellungen	8
2.1 Standort / Baumaßnahme	8
2.2 Erkundungsergebnisse	8
2.2.1 Regionalgeologie und allg. Baugrundverhältnisse	8
2.2.2 Baugrundverhältnisse	9
2.2.3 Hydrogeologie	9
2.3 Laborergebnisse	10
2.3.1 Bodenmechanik	10
2.3.2 Abfall	10
2.4 Besonderheiten	13
2.5 Einschätzung der Untersuchungsergebnisse hinsichtlich der Aufgabenstellung	13
3 Schlussfolgerungen	14
3.1 Allgemeine Einschätzung	14
3.2 Bemessungskennwerte	15
3.2.1 Bodenmechanische Kennwerte	15
3.2.2 Kennwerte für Verpress-/Mikropfähle	15
3.3 Homogenbereiche (VOB/C 2019 – 2023)	16
3.4 Wasserhaltung	17
3.5 Böschungen	17
3.6 Wiederverwendbarkeit der Aushuberdstoffe	18
3.6.1 Abfallrechtliche Belange	18
3.6.2 Bodenmechanische Eignung	19
4 Abschließende Bemerkungen	21

Anlageverzeichnis

1		Lageplan mit Aufschlussansatzpunkten	Maßstab	1 :	100
2.1.1	und 2.1.2	Schichtenprofile der Rammkernsondierungen	Maßstab	1 :	50
2.2		Schichtenprofil des Handschurfes	Maßstab	1 :	10
2.3.1	und 2.3.2	Rammprofile der Schweren Rammsondierungen	Maßstab	1 :	75
3.1	1 Blatt	Labor – Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892 - 4, einschließlich natürlicher Wassergehaltes n. DIN EN ISO 17892-1			
3.2	7 Blatt	Labor – abfallchemische Analysen nach EBV, Anl. 1, Tab. 3			
4	6 Blatt	Fotodokumentation der Aufschlüsse vor Ort			

Verzeichnis der verwendeten Unterlagen

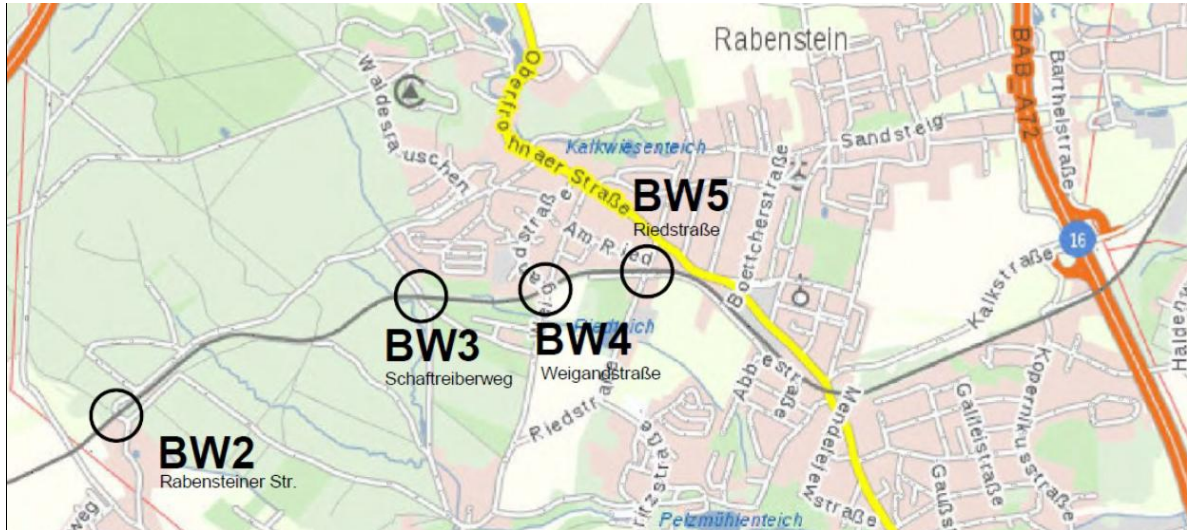
/ 1 /		Aufgabenstellung mit Leistungsbeschreibung und Aufforderung Angebotsabgabe			
/ 2 /	Ingenieurbüro ECKERT GmbH	Angebot nach Ausschreibung Nr.: 32768 / 40963 vom 21.11.2024			
/ 3 /		Auftrag, 25.11.2024			
/ 4 /	Öffentlicher Versorgungsträger, 18.12.2024 – 17.01.2025	Leitungsbestandspläne / Erlaubnisscheine für Erdarbeiten bzw. Aufgrabungen			
/ 5 /		Lageplan (pdf-/dwg-Datei), 06.01.2025	Maßstab	1 :	500
/ 6 /	Ingenieurbüro ECKERT GmbH	Messungs- und Erkundungsarbeiten vor Ort vom 10.02.2025			
/ 7 /	Eurofins Umwelt Ost GmbH, 31.03. – 30.04.2025	- Untersuchung nach EBV, Anl. 1, Tab. 3, BM-0* u. BG-0* (Schütteleluat)			
/ 8 /	Ingenieurbüro ECKERT GmbH, 31.03. – 10.04.2025	- Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892 - 4, einschließlich der natürlichen Wassergehalte nach DIN EN ISO 17892-1			
/ 9 /	Geologische Spezialkarte der Königreichs Sachsen Blatt 95 / Hohenstein-Limbach / 1901		Maßstab	1 :	25.000
/ 10 /	Landesvermessungsamt Sachsen – Topographische Karte Blatt 5142 / Hohenstein-Ernstthal / 2001		Maßstab	1 :	25.000

- / 11 / LfULG Sachsen, interaktive Karten, Abruf 07.05.2025
 - Sächsische Hohlraumkarte
 - Historische Messtischblätter
 - Schutzgebiete in Sachsen
 - FFH und SPA-Gebiete in Sachsen
 - Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiete in Sachsen
 - GW-Messstellen in Sachsen
- / 12 / Helmholtz-Zentrum Potsdam / Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ
 - interaktive Karte mit Zuordnung von Orten zu Erdbebenzonen, 07.05.2025
- / 13 / Verordnung zur Umsetzung des Europäischen Abfallverzeichnisses
(Abfallverzeichnis – Verordnung – AVV), 10. Dezember 2001
- / 14 / Bundesbodenschutzgesetz; 17.03.1998 / Bundesbodenschutzverordnung; 12.07.1999
- / 15 / Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung (EBV), zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung
Ausfertigungsdatum 09.07.2021 / ausgegeben 16.07.2021
- / 16 / Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln
Richtlinien und Merkblätter zum Straßenbau
- / 17 / Thuro / Singer / Käsling / Bauer
Abrasivitätsuntersuchungen an Lockergesteinen im Hinblick auf die Gebirgsbildung
29. Baugrundtagung, 27.-29. Sept. 2006 (Bremen), Seite 283 – 290
Beckhaus / Thuro
Abrasivität in der Großbohrtechnik - Versuchstechnik und praktische Erfahrungen
30. Baugrundtagung, 24.-27. Sept. 2008, Dortmund, Seite 171 – 180
- / 18 / bodenmechanische Analogiekennwerte und weitere Unterlagen büroeigenes Archiv,
DIN, sonstige Regelwerke, Fachliteratur, öffentlich zugängliche Medien usw.

1 Aufgabenstellung

Baumaßnahme / Aufgabenstellung

Die Stadt Chemnitz plant den Bauabschnitt 2.0 des Premiumradweges "Wüstenbrand - Küchwald". Dabei sind Umbauten an 4 Bahnbrücken notwendig.



Quelle: Leistungsbeschreibung Baugrundgutachten \ Bauwerke im Zuge des 2. Bauabschnittes zur Planung Umbau Bahntrasse 6635 zum Premiumradweg Wüstenbrand – Küchwald

Der vorliegenden Ergebnisbericht umfasst das BW 2 – Brücke Rabensteiner Straße.

Für die Erstellung des Bauwerksentwurfes wird eine Geotechnische Erkundung mit Angabe von Homogenbereichen für Erdbau, sowie Beschreibung der Lagerungsdichte und Abstufung der Bodenschichten zur Gründung von Stützwänden als Verlängerung der Flügelwände im Brückenbereich. Weiterhin sind Aussagen für eine umweltschadstoffanalytische Einschätzung der Böden / Baustoffe nach der Ersatzbaustoffverordnung (EBV) vorzunehmen.

Gemäß der Aufgabenstellung soll der Ergebnisbericht folgende maßgebende Inhalte / Angaben enthalten:

- Untersuchung des vorhandenen Gesamtaufbaus der ehemaligen Bahntrasse
- Auswertung der Aufschlussergebnisse (DIN EN ISO 14688 / DIN EN ISO 14689)
- Dokumentation der Aufschlüsse (DIN 4023)
- Aussagen zur Tragfähigkeit in der Gründungssohle von Stützbauwerken
- allgemeine Hinweise zum Erd- und Tiefbau
- Angabe aller maßgebender geotechnischer Bemessungskennwerte
- Schadstoffuntersuchung der Böden nach Ersatzbaustoffverordnung (EBV)
- Klassifikation der Baugrundsichten (DIN 18196)
- Einteilung in Homogenbereiche (DIN 18300)

An Hand der Leistungsbeschreibung wurde folgender Leistungsumfang kalkuliert:

- 1 x Schotterschurf auf OK Bauwerk
- 2 x Schotterschürfe hinter Widerlager
- 2 x Rammkernsondierung hinter Widerlager, Teufe: 10,0 m oder Ende Sondierfähigkeit
- 2 x Rammsondierung hinter Widerlager, Teufe: 10,0 m oder $N_{10} \geq 90$
- 1 x Untersuchung Grund-/Schichtenwasser nach DIN 4030 + DIN 50929
- 2 x Untersuchung EBV Boden bis 10 Vol.% min. Fremdbest. Anl.1 Tab.3
- 1 x Untersuchung EBV, Anl. 1, Tab. 1 - RC 1-3
- 1 x Untersuchung DepV - Ergänzung für EBV < BM-F3 / BG-F3
- 4 x Bestimmung Wassergehalt (Wn) nach DIN EN ISO 17892 - 1
- 1 x Bestimmung Fließ- / Ausrollgrenze (Wz) nach DIN EN ISO 17892 - 12
- 2 x Bestimmung Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892 - 4

Durchgeführte Untersuchungen

Nach Auftragserteilung, dem Einholen der Schachtscheine und Vorlage der aktuellen Pläne (\Rightarrow /3/ bis /5/) wurden am 10.02.2025 die Erkundungs- und Messarbeiten vor Ort durch die Ingenieurbüro ECKERT GmbH mit folgendem Umfang ausgeführt.

- 1 x Schotterschurf (Sch) auf OK Bauwerk
- 2 x Schotterschürfe (Sch) hinter Widerlager, ergänzt mit
- 2 x Rammkernsondierung (RKS), Teufen: 5,45 m bzw. 8,90 m
- 2 x Schwere Rammsondierung (DPH) hinter Widerlager, Teufen: 11,20 m bzw. 12,00 m

Die Rammkernsondierungen (RKS) mussten infolge des Felshorizontes bzw. eines Rammhindernisses (Stein, Beton, o.ä.) am Ende der Sondierfähigkeit abgebrochen werden, was in den Anlagen 2.1 mit „*kein weiteres sondieren mögl.!*“ dokumentiert wurde. Nach der Probenentnahme wurden die Schürfe mit Hilfe des seitlich gelagerten Aushubes verfüllt und verdichtet.

Mit Hilfe der Schweren Rammsondierung (DPH) wurden die vereinbarten Endteufen überschritten, da meist noch geringe Schlagzahlen N_{10} zu verzeichnen waren.

Alle Aufschlüsse wurden vor Ort mittels Feldansprache nach geologischen und bodenmechanischen Kriterien aufgenommen, sowie in Schichtenverzeichnissen dokumentiert (\Rightarrow Anlagen 2).

Weiter wurden, unter Einbeziehung des vorliegenden Lageplanes, vor Ort die Aufschlussansatzpunkte nach Lage und Höhe eingemessen. Als Lagebezug diente die Brücke vor Ort und als Höhenbezug ein Rohrauslauf am westlichen Widerlager (\Rightarrow Anlage 4-Blatt 6). Die genaue Lage der Aufschlussansatzpunkte und des Höhenbezugspunktes sind dem Lageplan (\Rightarrow Anlage 1) zu entnehmen.

Den Aufschlüssen wurden, getrennt nach den einzelnen Schichten, zahlreiche Einzelproben entnommen und nach nochmaliger Bemusterung im büroeigenen Labor erfolgte das

Zusammenstellen repräsentativer Einzel- und Mischproben sowie die Durchführung nachfolgend genannter Laboruntersuchungen.

chemische Untersuchungen (*Eurofins Umwelt Ost GmbH*)

- 2 x Untersuchung EBV Boden bis 10 Vol.% min. Fremdbest. Anl.1 Tab.3

Mit Hilfe der Aufschlüsse konnte kein Wasser angeschnitten werden, so dass eine Probenentnahme mit anschließender Analyse nach DIN 4030 und DIN 50929 entfallen musste.

bodenmechanische Untersuchungen (*Ingenieurbüro Eckert GmbH*)

- 3 x Bestimmung Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892 – 4, einschließlich Wassergehalt (W_n) nach DIN EN ISO 17892 - 1

2 Feststellungen

2.1 Standort / Baumaßnahme

Das Untersuchungsgebiet liegt im Waldgebiet südlich des Totensteins, im Chemnitzer Stadtteil Grüna, an der nordwestlichen Peripherie von Chemnitz.

Aus morphologischer Sicht liegt der Standort an einem in südliche Richtung geneigten Talhang. Das Brückenbauwerk überspannt die Rabensteiner Straße, sowie ein kleines, namenloses Bachtal (evtl. Poltermühlenbach) und die an den Wiederlagern angrenzende Bahntrasse liegt zumeist auf einer unterschiedlich hohen Dammschüttung. In größerer Entfernung zum Brückenbauwerk geht die Bahntrasse in unterschiedlich tiefe Geländeeinschnitte über.

Geländebeschaffenheit : Hanglage / Bahntrasse auf Dammschüttungen
Geländenutzung : ehemalige Bahntrasse
Geländehöhe : ca. 378 ... 379 m

2.2 Erkundungsergebnisse

2.2.1 Regionalgeologie und allg. Baugrundverhältnisse

Regionalgeologisch liegt der Standort am nordwestlichen Rand des Werdau-Hainichener Troges. Diese Molassesenke des variskischen Gebirges ist mit Gesteinen des Rotliegenden (Perm) gefüllt. Im tieferen Untergrund des Baufeldes herrscht erfahrungsgemäß eine Wechsellagerung aus lockergesteinsähnlich zersetzten bis vollständig verwitterten Sedimenten des Porphyrtuffes, sowie des Schluff- und Sandsteines vor. Mit zunehmender Teufe ist eine Verringerung des Verwitterungsgrades zu erwarten.

Weiter nordwestlich schließt sich der Schiefermantel des Sächsischen Granulitgebirges an. Hier dominiert ein Heller Glimmerschiefer der oberflächennah ebenfalls meist vollständig verwittert, d.h. lockergesteinsähnlich ansteht. Mit zunehmender Teufe bzw. auch direkt oberflächennah nimmt der Verwitterungsgrad meist sehr rasch ab.

Über den Schichten des Rotliegenden lagern als regional umgelagerte Verwitterungsprodukte des Glimmerschiefers zumeist pleistozäne bis holozäne Solifluktsdecken des angrenzenden Hanges, wie Hanglehm und/oder Hangschutt.

Zuoberst werden die Baugrundsichten durch unterschiedlich mächtige, in der Zusammensetzung schwankende anthropogene Auffüllungen (Dammschüttung, Bauwerkshinterfüllung, Konstruktionsschichten der Bahntrasse, etc.) überlagert.

Die Dammschüttungen bestehen nahezu ausschließlich aus regionaltypischem Bodenaushub, die mit unterschiedlich mächtigem Gleisschotter (Mineralgemisch) überlagert sind.

2.2.2 Baugrundverhältnisse

Mit Hilfe der Aufschlüsse konnten folgende Schichten erkundet werden:

Oberbau ehemalige Gleistrasse (hinter Widerlager)

0,00 m	- 0,90 ... 1,00 m	Gleisschotter	
		Lagerungsdichte:	locker bis mitteldicht
		Bodengruppe:	[GI] – [GU]

Oberbau ehemalige Gleistrasse (Bereich BW 2)

0,00 m	- 0,45 m	Gleisschotter	
		Lagerungsdichte:	locker bis mitteldicht
		Bodengruppe:	[GI] – [GU]

Auffüllungen (Dammschüttung)

Sand bis Mittelsand, schwach schluffig, schwach kiesig

.....

Schluff, stark sandig, schwach fein-/mittelkiesig

(regionaltypischer Bodenaushub)

durchschnittlich bis erhöht wasserempfindlich

Lagerungsdichte: locker bis dicht

Konsistenz: steif

Bodengruppe: [SU] / [UL]

Mächtigkeit (erkundet): 4,20 m bis 9,00 m

Hanglehm

Schluff, sandig, kiesig, schwach tonig

durchschnittlich wasserempfindlich

Konsistenz: halbfest

Bodengruppe: TM

Mächtigkeit (erkundet): 0,25 m

Weitere Einzelheiten zu Korngrößen, Schichtenaufbau, Konsistenz, Lagerungsdichte usw. sind den Anlagen 2 bzw. der Anlage 3.1 zu entnehmen.

2.2.3 Hydrogeologie

Offene Gewässer: Die Brücke überspannt ein kleines, namenloses Bachtal
(evtl. Poltermühlenbach).

Ein hydrologisches Gutachten liegt nicht vor. Mit Hilfe der Aufschlüsse konnten zum Zeitpunkt der Erkundung am 10.02.2025 kein Wasser angeschnitten werden.

Aufgrund der geomorphologischen Verhältnisse ist lediglich unterhalb der Brücke ein räumlich begrenzter, mit dem Oberflächenwasser des Bachlaufes korrespondierender Grundwasserhorizont zu erwarten.

In den Bereichen hinter den Widerlagern ist dagegen nicht mit einem geschlossenen Grundwasserhorizont zu rechnen. Hier können lediglich temporär und lokal begrenzte Sicker- bzw. Schichtenwässer auftreten.

Die vorliegenden Erkundungsergebnisse stellen einen temporären Zustand zum Zeitpunkt der Erkundung dar und können folglich nicht als Bemessungswasserstand angesetzt werden.

Nach der Unterlage /11/ sind im Umfeld der Baumaßnahme keine amtlichen Grundwassermessstellen vorhanden, so dass keine weiteren Angaben möglich sind.

2.3 Laborergebnisse

Nach Auswertung der Erkundungsarbeiten wurden durch den Unterzeichner maßgebende Einzel- und Mischproben zusammengestellt und anschließend bodenmechanische, sowie chemische Laboruntersuchungen durchgeführt.

Die Probenbezeichnung kann den Anlagen 2 und die Laborergebnisse den Anlagen 3 entnommen werden. Die erste Ziffer beschreibt dabei die Aufschlussnummer, während die zweite eine fortlaufende Nummerierung der Proben je Aufschluss darstellt.

2.3.1 Bodenmechanik

Kornverteilung nach DIN EN ISO 17892-4 + nat. Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

Proben	Ton [%]	Schluff [%]	Sand [%]	Kies [%]	Steine [%]	W _n [%]	k _f ¹⁾ [m/s]	Bodengruppe DIN EN ISO 17892-4
KV 1 (152) – EP: 1/3 (Auffüllung – Damm)	1	5	71	23	--	5,2	4 • 10 ⁻⁴	SU
KV 2 (153) – EP: 1/4 (Auffüllung – Damm)	3	48	32	17	--	22,4	5 • 10 ⁻⁸	U

1) - k_f – Wert gemittelt nach Hazen, Beyer, Kaubisch, Seiler, USBR, Seelheim, etc.

2.3.2 Abfall

Vertragsgemäß wurden Untersuchungen nach Ersatzbaustoffverordnung EBV, Anlage 1, Tabelle 3 durchgeführt, die seit 08.08.2023 die Regelungen der LAGA (LAGA M20) sowie zahlreiche länderspezifische Regelungen außer Kraft setzt.

Auf Grund der Kornzusammensetzung erfolgten die Untersuchungen der Feststoffparameter in der Originalsubstanz (Gleisschotter) bzw. im Kornspektrum < 2mm (Böden).

In den nachfolgenden Tabellen werden die Ergebnisse der Laborprüfberichte des analytischen Labors mit den Grenzwerten der Zuordnung nach den betreffenden Regelwerken ausgewertet:

2.4 Besonderheiten

Altbergbau / Untergrundschwächen

Nach der Unterlage /11/ liegt der Standort gemäß § 2 Abs.1 der Sächsischen Hohlraumverordnung (Sächs.HohlrVO) außerhalb eines Hohlraumverdachtsgebietes. Das Einholen einer bergbaulichen Stellungnahme beim Sächsischen Oberbergamt ist nicht erforderlich.

Andere Untergrundschwächen wie Auslaugungen und Verkarstungen sind auf Grund der geologischen Verhältnisse im Baubereich auszuschließen.

Schutzzonen

Nach der Unterlage /11/ liegt das Baufeld im LSG „Rabensteiner Wald – Pfaffenberg“ (C 11).

Erdbeben

Nach der Unterlage /12/ ist **Chemnitz** der **Erdbebenzone 0** zuzuordnen.

Abfall

Gemäß Auftragserteilung erfolgten labortechnische Untersuchungen an den in den Aufschlüssen angetroffenen Substraten. Die Untersuchungsergebnisse sind den Punkten 2.3.2 und 3.6.1, sowie der Anlage 3.2 des vorliegenden Ergebnisberichtes zu entnehmen.

Wasserrecht

Während der Baumaßnahme ist kein Grundwasseranschnitt zu erwarten, d.h. das Vorhaben bedarf keiner Wasserrechtlichen Erlaubnis nach Sächsischem Wassergesetz bzw. Wasserhaushaltsgesetz.

Die bauzeitliche Ableitung von anfallendem Wasser (z.B. Niederschlagswasser, Sicker-/Schichtenwasser) in eine Vorflut ist erfahrungsgemäß bei den Betreibern / Eigentümern der Vorflut (Kanal, Gewässer, etc.) genehmigungspflichtig.

Nachbarbebauungen u.ä.

Im Rahmen der weiteren Planung ist zu prüfen, ob während der Baumaßnahme am angrenzenden Bestand Sicherungsmaßnahmen etc. erforderlich werden.

Weiter wird darauf hingewiesen, dass Einflüsse, welche im Extremfall zu Schäden am angrenzenden Bestand führen, nicht vollständig auszuschließen sind. Dies gilt insbesondere dann, wenn starke Erschütterungen (z.B. Abbruch-, Verdichtungsarbeiten, etc.) wirken. Zur Vermeidung späterer Streitigkeiten und insbesondere zur Abwehr ungerechtfertigter Forderungen sollte vor Beginn der Bauarbeiten eine Dokumentation des Istzustandes (Beweissicherung) ausgeführt werden.

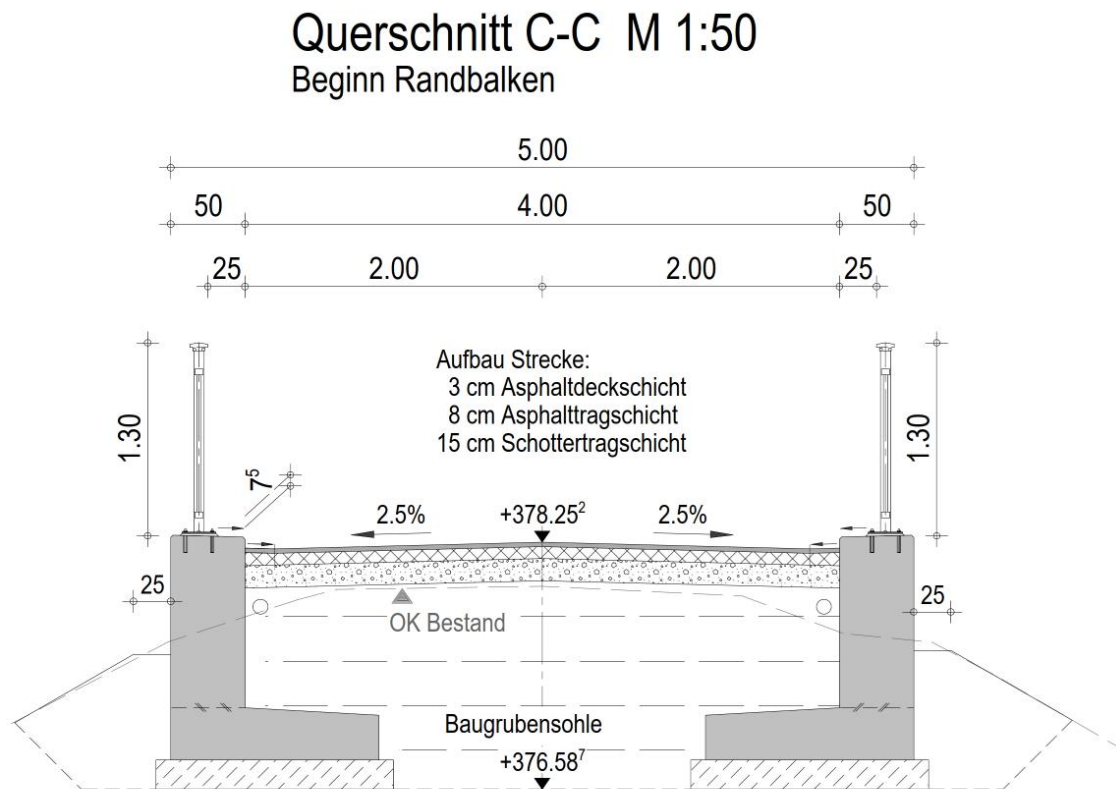
2.5 Einschätzung der Untersuchungsergebnisse hinsichtlich der Aufgabenstellung

Es kann eingeschätzt werden, dass die durchgeführten Untersuchungen für die Bewältigung der Aufgabenstellung (⇒ Punkt 1) ausreichend sind.

3 Schlussfolgerungen

3.1 Allgemeine Einschätzung

Zur Einhaltung der für den Radweg erforderlichen Breite sollen hinter den Brückenwiderlagern, parallel zu den Böschungsschultern der vorhandenen Dammschüttung, flach gegründete Winkelstützwände mit einer Ansichtshöhe von bis zu 2,0m errichtet werden.



Quelle: Bauwerksplan – Arbeitsstand 19.12.2024

Unter Beachtung der vorhandenen Dammböschung und dem im Damm verbauten Material, ist aus Erfahrungen des Unterzeichners davon auszugehen, dass die derzeitigen Dämme nahezu im Grenzgleichgewicht liegen, d.h. eine Änderung des Lasteintrages, unabhängig welcher Art, kann zu Dammrutschungen bzw. Dammbrüchen führen.

In diesem Zusammenhang ist es erforderlich, die Bemessung der Stützbauwerke durch Standsicherheitsberechnungen der gesamten Böschung zu bestimmen. Ein vereinfachter Nachweis über maximal zulässigen Sohlwiderstand $\sigma_{R,d}$ ist nicht möglich.

Für die Aufnahme horizontaler Kräfte zwischen den beiden Winkелеlementen können beispielsweise, wie vom Tragwerksplaner [REDACTED] vorgeschlagen, sogenannte Zerrbalken die beiden Winkелеlemente verbinden. Alternativ können auch schräg angestellte Verpresspfähle zur Aufnahme horizontaler Kräfte Verwendung finden.

3.2 Bemessungskennwerte

3.2.1 Bodenmechanische Kennwerte

1		2	3	4	5	6	7
Bodenart		Kurzzeichen DIN 18 196	γ_n ¹⁾	φ'	c'	E_s	Frost- empf.
[--]		--]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[MN/m ²]	--]
Auffüllungen (Gleisschotter)	locker – mitteldicht	[GI] – [GU]	18 – 20 19	35 – 37 36	0	20 – 30 25	F 1 – F 2
Auffüllungen (Damm)	locker – dicht	[SU]	19 – 21 20	32 – 34 33	2 – 4 3	15 – 25 20	F 2
	steif	[UL]		26 – 28 27	5 – 7 6	12 – 20 15	F 3
Hanglehm	halbfest	TM	20 – 22 21	24 – 26 25	8 – 12 10	25 – 35 30	F 3

¹⁾ Im Wassereinflussbereich ist der Auftrieb zu berücksichtigen.

3.2.2 Kennwerte für Verpress-/Mikropfähle

In Anlehnung an die EA-Pfähle (2. Auflage, 2012) und Ostermeyer „*Tragverhalten und zulässige Gebrauchslast von Einzelankern*“ können nachfolgend genannte **Grenzmantelreibungswerte** angesetzt werden. Die Sicherheitsbeiwerte gemäß genannter Vorschriften sind dabei zusätzlich anzuwenden.

– **Grenzmantelreibungswerte** (Bruchwert)

Auffüllung (Damm – mind. 1,5 m Überdeckung) → $q_{slk} = 0,08 \text{ MN/m}^2$

Hanglehm → $q_{slk} = 0,15 \text{ MN/m}^2$

Aus Erfahrungen wird eine fachgerechte Bauüberwachung, einschließlich stichprobenartige Abnahme des Bohrgutes durch einen Sachverständigen für Geotechnik, empfohlen, um die tatsächlich erforderlichen Pfahllängen festlegen bzw. überprüfen zu können. Während der Bauausführung sind Probelastungsversuche zu empfehlen.

Weiter ist zu beachten, dass infolge Hohlräumen in den Auffüllungen, Mehrmengen an Verpressmörtel nicht auszuschließen sind.

3.3 Homogenbereiche (VOB/C 2019 – 2023)

Es wird darauf hingewiesen, dass die nachfolgend angegebenen Kennwerte sowohl auf die vorliegenden Laborergebnisse als auch auf die regionalgeologischen Erfahrungswerte des Unterzeichners basieren.

Nachfolgend sind die einzelnen Bodenschichten in Homogenbereiche zusammengefasst:

Homogenbereiche (DIN 18300:2019-09 / DIN 18301:2023-09)		
	A	B
ortsübliche Bezeichnung	Auffüllungen	Handlehm; etc.
Bodengruppe nach DIN 18196	[GI] – [GU] / [SU] – [UL]	TM
Korngrößenverteilung nach DIN 18123 [mm]	0 – 60 (< 0,063 mm: 5 ... 65 %)	0 – 40 (< 0,063 mm: 50 ... 80 %)
Anteil Steine [M.-%] Anteil Blöcke [M.-%] Anteil große Blöcke [M.-%] nach DIN EN ISO 14688-1	≤ 40 ≤ 25 ≤ 5	≤ 30 ≤ 15 ≤ 1
Dichte ρ n. DIN EN ISO 17892-2 [g/cm ³]	1,8 ... 2,1	2,0 ... 2,2
undr. Scherfestigkeit c_u n. DIN 4094-4 o. DIN 18136 oder DIN 18137-2 [kN/m ²]	20 – 40 [bind. Böden]	60 – 120
Wassergehalt n. DIN EN ISO 17892-1 [M.-%]	1 – 30	25 – 45
Konsistenzzahl I_c nach DIN 18122-1	0,50 – > 1,00 (weich – halbfest) [bind. Böden]	
Plastizitätszahl I_p nach DIN 18122-1	0,05 – 0,25 (leicht- bis mittelplastisch) [bind. Böden]	
Lagerungsdichte I_D nach DIN EN ISO 14688-2 [%]	15 – 85 (locker bis dicht) [nichtbindige bis gemischtkörnige Böden]	
organischer Anteil n. DIN 18128 [M.-%]	0 – 6	0 – 8
Abrasivität \Rightarrow /17/	schwach bis erhöht abrasiv	schwach abrasiv bis abrasiv
Materialklassen nach EBV ¹⁾	BM-F3 / BG-F3	
	BM-0* / BG-0*	

¹⁾ die genauen Materialklassen sind dem Pkt. 2.3.2 und dem Pkt. 3.6.1 zu entnehmen.

n.b. – vertragsgemäß nicht bestimmt

3.4 Wasserhaltung

Wasserhaltung – Bauzustand

Während der Baumaßnahme ist kein maßgebender Wasseranschnitt zu erwarten. Während der gesamten Erd- und Tiefbauarbeiten sollten auf der Baustelle Anlagen zu einer offenen Wasserhaltung betriebsbereit vorgehalten und bei Bedarf betrieben werden.

Abschließend wird noch auf die Hinweise im Pkt. 2.4 (Wasserrecht) hingewiesen.

Wasserhaltung – Endzustand

Die Entwässerung und Abdichtung neu zu errichtender Stützwände sollte entsprechend den Empfehlungen der RIZ-ING; Was 7 und der ZTVE-StB 17, Pkt. 10.7 erfolgen.

3.5 Böschungen

Baugrubenböschungen sind unter Beachtung der DIN 18300 und DIN 4124 herzustellen. Bei Baugrubentiefen über 1,25 m sind die Wände zu böschen oder auszusteifen. Darüber hinaus sollte ein lastfreier Streifen entsprechend der DIN 4124 eingehalten werden.

In Anlehnung an o.g. Vorschriften ist für kurzzeitige Böschungen bis 3 m Höhe eine mittlere Böschungsneigung von $\beta = 35^\circ \dots 40^\circ$ zu empfehlen. Größere und/oder steilere Böschungen sind mittels Standsicherheitsnachweis zu bemessen.

Die genannten Baugrubenböschungsneigungen hängen dabei von mehreren Einflussfaktoren, wie z.B. Wasseranfall, klimatische Einflüsse, etc. ab, so dass letztendlich der Bauleiter operativ auf der Baustelle entscheiden muss. Dazu ist ggf. ein Baugrundsachverständiger zu konsultieren.

Weiter wird auf den ggf. erforderlichen Schutz der Böschungen nach DIN 4124:2012-01; Pkt. 4.2.9 und 4.2.10 hingewiesen.

Damit die Böschungen im Bestand verbleiben können, müssen diese, insbesondere im Bereich von neu zu errichtenden Stützelementen, rechnerisch nachgewiesen werden. Ohne besonderen Standsicherheitsnachweis müssten die Böschungen auf eine Neigung von maximal 1 : 1,8 abgeflacht werden.

Nach der Profilierung sollten die Böschungen sofort begrünt werden, damit mögliche Erosionsschäden an den Böschungen vermieden werden. Eventuell entstehende Erosionsrinnen sind unverzüglich wieder zu verfüllen und zu begrünen.

Um ein Abrutschen des möglicherweise verwendeten Mutterbodens auf der Böschung bis zur vollständigen Begrünung bzw. Durchwurzelung zu verhindern, wird das Abdecken mittels Jutematten, Kokosmatten o.dgl. empfohlen. Auch der Einsatz von Krallmatten unterhalb des Mutterbodens bzw. der Einbau von Faschinen erscheint zweckmäßig.

Alternativ sind zur Begrünung der Böschungen auch ingenieurbologische Verfahren mit standorttypischen Gräsern und Kräutern ohne Mutterboden, wie z.B. eine Anspritzbegrünung, ein Heumulchen, etc., denkbar. Im Rahmen der weiteren Planung sollten hierzu entsprechende Fachfirmen konsultiert werden, um eine optimale Begrünung der entstehenden Anschlitts- und Dammböschungen ausschreiben zu können

3.6 Wiederverwendbarkeit der Aushubstoffe

3.6.1 Abfallrechtliche Belange

Bei Ausschreibung und Umsetzung der Baumaßnahmen ist mit baubegleitenden Untersuchungen am Haufwerk zu rechnen.

Material <i>Maßgebende Einzelproben</i>	Materialklassen nach EBV, Anlage 1, Tab. 3	Abfallschlüsselnummer AVV
Gleisschotter (Bod 1 – EP: 1/1 + 1/2 + 2/1 + 2/2 + 3/1 + 3/2)	BM-F3 / BG-F3 (PAK ₁₆ im Feststoff)	17 05 04 Boden und Steine die keine gefährlichen Stoffe enthalten
Böden (Bod 2 – EP: 1/3 + 1/4 + 2/3 + 2/4)	BM-0* / BG-0* (Arsen, Nickel, Zink im Feststoff)	

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

Erfolgt keine bauliche Verwertung, ist der Abfall im Sinne Beseitigung an eine hierfür zugelassene Entsorgungs- bzw. Verwertungsanlagen anzudienen. Abweichend von den zuvor angegebenen Abfallschlüsselnummern kann nach § 3, Absatz 3 der AVV die zuständige Behörde eine andere Einstufung der Abfälle vornehmen.

Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse basieren auf den in der EBV, Anlage 1, Tab. 3 enthaltenen Parameterlisten als für Bodenmaterial und Baggergut allgemein übliche abfalltechnische Prüfprogramme.

Hinsichtlich der Einsatzmöglichkeiten von mineralischen Ersatzbaustoffen in technischen Bauwerken ist die EBV, Anlage 2, Erläuterungen und

- Tabelle 5 für Bodenmaterial der Klassen 0* (BM-0*), F0* (BM-F0*) und Baggergut der Klassen 0* (BG-0*), F0* (BG-F0*)
- Tabelle 6 für Bodenmaterial der Klasse F1 (BM-F1) und Baggergut der Klasse F1 (BG-F1)
- Tabelle 7 für Bodenmaterial der Klasse F2 (BM-F2) und Baggergut der Klasse F2 (BG-F2)
- Tabelle 8 für Bodenmaterial der Klasse F3 (BM-F3) und Baggergut der Klasse F3 (BG-F3)

zu beachten. In diesen Tabellen sind in Abhängigkeit der Materialklassen verschiedene Einbauweisen (zulässig und unzulässig) aufgeführt.

Die Eigenschaft der Grundwasserdeckschicht in Abhängigkeit der grundwasserfreien Sickerstrecke kann, unter Beachtung der zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung angeschnittenen Wasserhorizonte bzw. hydrogeologischen Verhältnisse, im Baufeld als **günstig** eingestuft werden.

Weiterhin ist zu prüfen, ob die Lage des Baufeldes / Baubereiches / Einbauort des Materials innerhalb oder außerhalb von Wasserschutzbereichen liegt. Im Baufeld sind keine WSG bekannt (⇒ Pkt. 2.4).

Erfolgt keine bautechnische Verwertung der Aufbruch- oder Aushubmassen vor Ort, obwohl eine Materialklasse eingehalten wird, ist es gemäß *"Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Abfallverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung"* (sogenannte Mantelverordnung), Artikel 3 – Änderung der Deponieverordnung, § 6, Absatz 1a zulässig, diese ohne weitere Untersuchung auf entsprechend zugelassenen Entsorgungs- bzw. Verwertungsunternehmen / Deponien zu beseitigen, wenn sie nach Abschn. 3 Unterabschn. 1 der Ersatzbaustoffverordnung güteüberwacht und klassifiziert sind. Dies gilt auch für nicht aufbereitetes Bodenmaterial und nicht aufbereitetes Baggergut, welches nach Abschn. 3 Unterabschn. 2 der Ersatzbaustoffverordnung untersucht und klassifiziert ist.

Dabei lässt sich vereinfacht auszugsweise zusammenfassen:

- Bodenmaterial der Klasse 0, 0*, F0* oder F1 (BM-0, BM-0*, BM-F0*, BM-F1)
Deponieklasse 0
- Baggergut der Klasse 0, 0*, F0* oder F1 (BG-0, BG-0*, BG-F0*, BG-F1)
Deponieklasse 0
- Bodenmaterial der Klasse F2 oder F3 (BM-F2, BM-F3)
Deponieklasse I
- Baggergut der Klasse F2 oder F3 (BG-F2, BG-F3)
Deponieklasse I

Vorausgesetzt ist jedoch die Einhaltung der Annahmekriterien und -parameter des jeweiligen Entsorgungs- bzw. Verwertungsunternehmens / Deponie.

Weiterhin ergeht der Hinweis, dass bei Bieteranfragen die kompletten Untersuchungsergebnisse der abfalltechnischen Prüfungen zur Verfügung gestellt werden sollten.

Die alleinige Ausweisung der abfallrechtlichen Zuordnung genügt für die Findung des effizientesten Verwertungs- oder Entsorgungsweges im Allgemeinen nicht. Eventuell können die durchgeführten Deklarationen nicht ausreichen. Verschiedene Entsorger bzw. Verwerter fordern gemäß ihrer behördlichen Zulassung Deklarationen nach anderweitigen Prüfprogrammen oder fragen zusätzliche Parameter ab.

3.6.2 Bodenmechanische Eignung

Die im Baubereich zum Aushub gelangenden Böden sind im Gemisch als gemischtkörnig, Bodengruppe [GU] – [SU], zu bezeichnen. Für eine Verfüllung können die Aushubmassen unter Beachtung eines nahezu optimalen Wassergehaltes wieder verwendet werden.

Alternativ können Austauschmassen, wie beispielsweise eine Vorabsiebung regionaler Steinbrüche der Körnung 0/40 mm bis 0/60 mm, mit einem Sand- und Feinkornanteil von 20 ... 35 M-% und einem Feinkornanteil von max. 12 ... 15 M-% im eingebauten Zustand verwendet werden. Auch ein Betonrecycling gleicher Körnung mit max. 5 % Fremdbestandteile (z.B. Ziegel) kann Verwendung finden

Eine ausreichende Verdichtung, z.B. im Sinne der ZTV E-StB 17, ist beim Einbau von Böden oder Austauschmaterial zu fordern und auf der Baustelle, entsprechend dem Baufortschritt, zu überwachen (Verdichtungsprüfungen als Eigenüberwachung und Kontrollprüfungen des AG).

Beim Einbau von Aushub- bzw. Austauschmaterial sind größere Steine vollständig mit kleinkörnigem Material zu umhüllen bzw. auszutauschen.

Im Winter ist darauf zu achten, dass kein gefrorener Boden eingebaut wird.

4 Abschließende Bemerkungen

Die Anzahl, Art und Tiefe der Aufschlüsse wurde anhand des Leistungsverzeichnis des AG durch den Unterzeichner kalkuliert, durch den AG beauftragt und gemäß der örtlichen Situation durch den Unterzeichner angepasst.

Es muss darauf hingewiesen werden, dass die Aufschlüsse nur Stichproben im Untergrund darstellen. Sie ermöglichen Wahrscheinlichkeitsaussagen zu den zu erwartenden Verhältnissen.

Auch bei Abfalluntersuchungen handelt es sich um Stichproben. Bereits aus Kostengründen kann nicht jedem einzelnen Substrat durch analytische Belege nachgegangen werden. Verschiedenste Mineralpartikel und Substanzen sind wechselnd anthropogen und geogen bedingt unregelmäßig in Böden verteilt. Sie verursachen Streuungen der Konzentrationen von durch abfalltechnische Prüfparameter erfassten Komponenten. Daher unterliegen Labormesswerte je nach konkreten Orten von Probenahmen entsprechenden Schwankungen. Diese können von den vorliegenden Befunden negativ oder positiv abweichen sowie auch die der Größenordnung von Spurenanalytik entsprechenden Grenzwerte abfalltechnischer Zuordnungen überschreiten.

Hinsichtlich der Minimierung des Baugrundrisikos, welches sich bereits u.a. aus den vorgenannten Wahrscheinlichkeitsaussagen für den Bauherrn ergibt, werden Baugrundabnahmen durch einen Sachverständigen während der Bauphase empfohlen.

Werden auf der Baustelle vom Ergebnisbericht abweichende Verhältnisse festgestellt, dann ist der Verfasser unverzüglich zu verständigen.

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