

Gutachten über Baugrund und Gründung (Geotechnischer Bericht)

L2290, Günserode Stützwand, Teilbauwerke A und B

Auftraggeber: Thüringer Landesamt für Bau und Verkehr
Referat 43 – Region Nord
Siemensstraße 12
37327 Leinefelde Worbis

vgs-Projekt-Nr.: 250020

Dieser Bericht umfasst 44 Seiten und 5 Anlagenkomplexe mit Anhang

Erfurt, den 30.06.2025

Dipl.-Ing. M. Kirschstein
Geschäftsführer
Projektbearbeiter

Dipl.-Geol. S. Schulze
Projektgeologin

INHALTSVERZEICHNIS

1.	ALLGEMEINES, BAUVORHABEN UND GEGENSTAND DES GUTACHTENS	8
1.1	BAUVORHABEN UND GEGENSTAND DES GUTACHTENS	8
1.2	GEOTECHNISCHE KATEGORIE NACH DIN 1054: 2010-12	9
2.	ÖRTLICHE VERHÄLTNISSE	9
3.	BAUGRUNDERKUNDUNG	11
3.1	FELDUNTERSUCHUNGEN	11
3.2	LABORUNTERSUCHUNGEN	13
4.	BAUGRUNDVERHÄLTNISSE	15
4.1	GEOLOGISCHE SITUATION	15
4.2	BAUGRUNDSCHICHTUNG, SCHICHTEIGENSCHAFTEN	15
4.3	KENNWERTE UND EIGENSCHAFTEN GEMÄß VOB, TEIL C - HOMOGENBEREICHE	28
4.4	CHARAKTERISTISCHE WERTE GEOTECHNISCHER KENNGRÖßEN	29
4.5	GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE UND -CHEMISMUS	30
4.6	BETONAGGRESSIVITÄT / STAHLKORROSIVITÄT BODEN	30
5.	GRÜNDUNGSTECHNISCHE SCHLUSSFOLGERUNGEN STÜTZWÄNDE	32
5.1	STÜTZWAND TEILBAUWERK A	32
5.2	STÜTZWAND TEILBAUWERK B	34
5.3	BAUGRUBE UND WASSERHALTUNG	35
5.4	BAUWERKSHINTERFÜLLUNG / BAUGRUBENVERFÜLLUNG	36
6.	UMWELTRELEVANTE UNTERSUCHUNGEN	37
6.1	ALLGEMEINES	37
6.2	ASPHALT	38
6.3	BETON	39
6.4	AUFFÜLLUNG >10 – 50 VOL.-% FREMDBESTANDTEILE	40
6.5	AUFFÜLLUNGEN	41
6.6	UNTERGRUND	42
6.7	HINWEISE ZUR VERWERTUNG / BESEITIGUNG VON AUSBAUSTOFFEN	43
7.	ANMERKUNGEN	44

Unterlagen- und Quellenverzeichnis

Projektbezogene Unterlagen und Quellen

- UP 1 Angebotsanfrage TLBV vom 22.01.2025
- UP 2 Angebote vgs 250015 vom 28.01.2025 und 250050 vom 17.03.2025
- UP 3 Auftrag TLBV vom 05.02.2025 und vom 20.03.2025
- UP 4 Thüringen Viewer (Internet, Stand Juni 2025)
- UP 5 Kartendienste der TLUBN (Internet, Stand Juni 2025)
- UP 6 TLBV: Lageplan mit Vermessung (digital, M 1:500)
- UP 7 Baugrundgutachten: Stützmauer i. Z. d. LII0 290. – INVER GmbH Erfurt, Herr Kirschner, August 1992
- UP 8 Seidl+Partner IG: Hangsicherung LII0 290, Günserode – Grundriss / Stat. Schnitte TBW A, Segment 1-10. – Regensburg, August 1993
- UP 9 IB Prof. Dr. Freundt: Instandsetzung der Stützwand i.Z.d. L2290 in der OL Günserode, Draufsicht, Schnitt – TBW A, Segment 1-5. – Weimar, Juli 2000
- UP 10 Bauwerksbuch: STW Unterh. in Günserode, TBW A, Nr. 4632810 A, 13.01.2025
- UP 11 Bauwerksbuch: STW Unterh. in Günserode, TBW B, Nr. 4632810 B, 13.01.2025
- UP 12 ERCOSPLAN Geotechnik und Bergbau: Übersichtskarte des Bergwerkes Glückauf der GSES GmbH Sondershausen sowie angrenzender Kalibergwerke (Stand 11/2022)
- UP 13 Thüringer Landesanstalt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz (TLUBN), Konsultation mit Herrn Hühne zum FIS Ingenieurgeologie, 06/2025

Bautechnische Unterlagen und Quellen (Auswahl)

- UT 1 Handbuch DIN EN 1997-1:2009-09, Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln, einschließlich Nationaler Anhang DIN EN 1997-1/NA:2010-12 und DIN 1054:2010-12, Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1
- UT 2 Handbuch DIN EN 1997-1:2010-10, Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds, einschließlich Nationaler Anhang DIN EN 1997-2/NA:2010-12 und DIN 4020:2010-12, Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke - ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2
- UT 3 DIN EN ISO 14688-1/-11:2020 Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifikation von Boden – Teil 1: Benennung und Beschreibung und Teil 2: Grundlagen der Bodenklassifizierungen
- UT 4 DIN EN ISO 14689:2018 - Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifikation von Fels
- UT 5 Merkblatt zur Felsbeschreibung für den Straßenbau, FGSV, Ausgabe 2016
- UT 6 Merkblatt über die Anwendung von Geokunststoffen im Erdbau des Straßenbaus (M Geok E), FGSV, Ausgabe 2016
- UT 7 Merkblatt über Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen mit Bindemitteln, FGSV, Ausgabe 2004
- UT 8 Merkblatt über geotechnische Untersuchungen und geotechnische Berechnungen im Straßenbau, M GUB, FGSV, Ausgabe 2004
- UT 9 Merkblatt über geotechnische Untersuchungen und geotechnische Berechnungen im Straßenbau, Ergänzung für den Um- und Ausbau von Straßen, M GUB UA, FGSV, Ausgabe 2013

- UT 10 Merkblatt für die Verdichtung des Untergrundes und Unterbaues im Straßenbau, FGSV, Ausgabe 2003
- UT 11 Merkblatt über Straßenbau auf wenig tragfähigem Untergrund, FGSV, Ausgabe 2010
- UT 12 Merkblatt über die Verhütung von Frostschäden an Straßen, FGSV, Ausgabe 2013
- UT 13 Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, RStO 12 einschließlich des allgemeinen Rundschreibens Straßenbau Nr. 30/2012 zur Einführung der RStO 12 des Freistaates Thüringen, Ministerium für Bau, Landesentwicklung und Verkehr vom 08.05.2013
- UT 14 Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Trinkwasserschutzgebieten, RiStWag, Ausgabe 2016
- UT 15 Richtlinien für die Entwässerung von Straßen, REwS, FGSV, Ausgabe 2021
- UT 16 Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen, FGSV, ZTV A-StB 12
- UT 17 Arbeitsanleitung für die Bemessung des Bodenaustauschs bei nicht dauerhaft tragfähigem, frostempfindlichem Planum in Thüringen (ABemBo), Thür. Landesamt für Straßenbau, 2004
- UT 18 Dienstanweisung „Straßenbau“ Nr. 02/2014-33/2, Fachgebiet: Straßenbautechnik, Qualitätssicherung, Dimensionierung von Rad- und Gehwegen, die nicht von Kraftfahrzeugen befahren werden, Thüringer Landesamt für Straßenbau
- UT 19 Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, FGSV, Ausgabe 2017 (ZTV E-StB 17), einschl. allgemeines Rundschreiben des Thüringer Ministeriums für Infrastruktur und Landwirtschaft vom 28.06.2018 zur Einführung des ARS Nr. 17/2017 mit Änderungen und Ergänzungen für Thüringen, Bekanntgabe des Landesamtes für Bau und Verkehr vom 20.07.2018
- UT 20 Gesamtausgabe VOB 2019, Teil C, Allgemeine Technische Vertragsbedingungen
- UT 21 Hettler, Triantafyllidis, Weißenbach: Baugruben, Verlag W. Ernst & Sohn, Berlin, 3. Auflage 2018
- UT 22 DGGT, Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“ (EA-Pfähle), Verlag W. Ernst & Sohn, Berlin, 2. Auflage, 2012
- UT 23 DGGT, Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“ (EAB), Verlag W. Ernst & Sohn, Berlin, 6. Auflage, 2021

Umweltrelevante Unterlagen und Quellen (Auswahl)

- UU 1 Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau, FGSV, Ausgabe 2001/Fassung 2005 (RuVA-StB 01)
- UU 2 FGSV-Arbeitspapier Nr. 27/2: Prüfung von Straßenausbaumaterial auf carbonstämmige Bindemittel – Schnellverfahren -, Ausgabe 2000
- UU 3 Verordnung über Deponien u. Langzeitlager (Deponieverordnung – DepV) vom 27.04.2009, zuletzt geändert am 27.09.2017
- UU 4 Verordnung über das europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnis-Verordnung – AVV), 10.12.2001, zuletzt geändert am 15.07.2006
- UU 5 Hinweise zur Anwendung der Abfallverzeichnis-Verordnung vom 10. Dezember 2001, BGBl. I S. 3379, BM für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

- UU 6 Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (TR LAGA), Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen – Technische Regeln (Merkblatt M20), Teil I – Allgemeiner Teil, Stand 06.11.2003
- UU 7 Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 20, Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen / Abfällen – Technische Regeln - Stand 06.11.1997
- UU 8 Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (TR LAGA), Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen, Teil III: Probenahme und Analytik, Stand 05.11.2004
- UU 9 Informationsblätter Abfall Nr.1 bis Nr. 12 des TLBV
- UU 10 ARS Nr. 16/2015: Regelungen zur Verwertung von Straßenausbaustoffen mit teer-/ pechtypischen Bestandteilen in Bundesfernstraßen. – TMfIL, Erfurt, 24.03.2017
- UU 11 Erlass zu den Anforderungen an die Entsorgung von Ausbauasphalt und Ausbaustoffen mit teer-/ pechtypischen Bestandteilen (pechhaltiger Straßenaufbruch) des TMUEN vom 17.07.2017
- UU 12 Mantelverordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung (ErsatzbaustoffV), zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- u. Altlastenverordnung (BBodSchV) und zur Änderung der Deponieverordnung (DepV) und der Gewerbeabfallverordnung (GewAbfV), BGBl. Nr. 43 vom 16.07.2021
- UU 13 Leitfaden für den Umgang mit Boden und ungebundenen / gebundenen Straßenausbaustoffen hinsichtlich Verwertung oder Beseitigung der Thüringer Straßenbauverwaltung, Ausgabe 2008, Stand 24.11. 2008
- UU 14 Ergänzungen und Änderungen zum „Leitfaden für den Umgang mit Boden und ungebundenen / gebundenen Straßenausbaustoffen hinsichtlich Verwertung oder Beseitigung“ der Thüringer Straßenbauverwaltung, Stand März 2012

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Felduntersuchungen	12
Tab. 2:	Laborversuche	14
Tab. 3:	Beschreibung Oberboden gemäß DIN 18915:2018-06	16
Tab. 4:	Übersicht Auffüllung	17
Tab. 5:	Aufbau / Mächtigkeit Oberbau (Schicht 1.1)	18
Tab. 6:	Klassifizierung / Eigenschaften Schicht 1.1 – ungebundene Tragschicht	18
Tab. 7:	Übersicht Schicht 1.2	19
Tab. 8:	Klassifizierung / Eigenschaften Schicht 1.2 – Auffüllung, grob-/ gemischtkörnig	19
Tab. 9:	Übersicht Schicht 1.3	20
Tab. 10:	Klassifizierung / Eigenschaften Schicht 1.3 – Auffüllung, feinkörnig	20
Tab. 11:	Übersicht Schicht 1.4	21
Tab. 12:	Verbreitung Lehm	22
Tab. 13:	Klassifizierung / Eigenschaften Schicht 2 – Lehm	22
Tab. 14:	Verbreitung Schutt	23

Tab. 15:	Eigenschaften / Klassifizierungen Schicht 3 – Schutt	23
Tab. 16:	Klassifizierung / Eigenschaften Schicht 4 – Schwemmsand	24
Tab. 17:	Verbreitung Terrassenschotter	25
Tab. 18:	Klassifizierung / Eigenschaften Schicht 5 – Terrassenschotter	25
Tab. 19:	Verbreitung Verwitterungslehm	26
Tab. 20:	Klassifizierung / Eigenschaften Schicht 6 – Verwitterungslehm	27
Tab. 21:	Tiefenlage Festgestein	27
Tab. 22:	Klassifizierung / Eigenschaften Schicht 7.1 – Festgestein, V4-V3 (mu)	28
Tab. 23:	Charakteristische Werte geotechnischer Kenngrößen	30
Tab. 24:	Ergebnisse Betonaggressivität / Stahlkorrosivität Boden	31
Tab. 25:	Ergebnisse der quantitativen Asphaltuntersuchungen	38
Tab. 26:	Probenbildung Beton	39
Tab. 27:	Einstufung Beton	39
Tab. 28:	Probenbildung Auffüllungen >10 – 50 Vol. % Fremdbestandteile	40
Tab. 29:	Einstufung Auffüllung >10 – 50 Vol.-% Fremdbestandteile	40
Tab. 30:	Probenbildung Auffüllungen	41
Tab. 31:	Einstufung Auffüllungen	41
Tab. 32:	Probenbildung Untergrund	42
Tab. 33:	Einstufung Untergrund	42

Anlagenverzeichnis

A 1 Lagepläne

A 1.1 Übersichtslageplan M 1:100.000 (Auszug aus UP 4)

A 1.2 Lageplan M 1:10.000 (Auszug aus UP 4)

A 1.3 Aufschlussplan M 1:250 (gemäß UP 6)

A 2 Ergebnisse Felderkundung

A 2.1 STW, TBW A

A 2.1.1 Straßenniveau, Südteil: Bodenprofile RKS 6 und RKS 7 sowie Diagramm DPH R7

A 2.1.2 Straßenniveau, Nordteil: Bodenprofile RKS 4 und RKS 5 sowie Diagramm DPH R5

A 2.1.3 Mauerfuß: Bodenprofile RKS 10 und RKS 11 sowie Diagramm DPH R10

A 2.1.4 Vertikalbohrungen: VB 1 und VB 2

A 2.2 STW, TBW B

A 2.2.1 Straßenniveau: Bodenprofile RKS 1 bis RKS 3 sowie Diagramme DPH R1, DPH R3

A 2.2.2 Mauerfuß: Bodenprofile RKS 8 und RKS 9 sowie DPH R9

A 2.2.3 Horizontal-/Schrägbohrungen: HB 1 und SB 1

- A 2.3 Altaufschlüsse B1/92 bis B3/92
- A 3 Laborergebnisse
 - A 3.1 Wassergehalts- und Glühverlustbestimmung (2 Blatt)
 - A 3.2 Kornverteilungskurven (1 Blatt)
 - A 3.3 Zustandsgrenzen (4 Blatt)
 - A 3.4 Bodenanalyse auf Betonaggressivität und Stahlkorrosivität (10 Blatt)
 - A 3.5 Qualitative Voruntersuchung Asphalt (7 Blatt)
 - A 3.6 Prüfbericht quantitative Asphaltuntersuchung (6 Blatt)
 - A 3.7 Auswertung Untersuchung Beton EBV RC + Überwachungswerte (2 Blatt)
 - A 3.8 Prüfberichte Untersuchung Beton EBV RC + Überwachungswerte (6 Blatt)
 - A 3.9 Auswertung Untersuchung Auffüllung > 10 % Fremdbestandteile nach Leitfaden Bau-schutt (1 Blatt)
 - A 3.10 Prüfberichte Untersuchung Auffüllung > 10 % Fremdbestandteile nach LAGA Boden (6 Blatt)
 - A 3.11 Auswertung Untersuchung Auffüllung > 10 % Fremdbestandteile EBV BM-F (1 Blatt)
 - A 3.12 Prüfberichte Untersuchung Auffüllung > 10 % Fremdbestandteile EBV BM-F (6 Blatt)
 - A 3.13 Auswertung Untersuchung Auffüllung und Untergrund nach Leitfaden Boden (1 Blatt)
 - A 3.14 Prüfberichte Untersuchung Auffüllung und Untergrund nach LAGA Boden (12 Blatt)
 - A 3.15 Auswertung Untersuchung Auffüllung und Untergrund EBV BM-0* (1 Blatt)
 - A 3.16 Prüfberichte Untersuchung Auffüllung und Untergrund EBV BM-0* (16 Blatt)
 - A 3.17 Zusammenfassung der Analyseergebnisse der Umweltrelevanten Untersuchungen (2 Blatt)
- A 4 Schnittdarstellungen
 - A 4.1 Geologischer Längsschnitt Straßenniveau (1 Blatt)
 - A 4.2 Schematisches geotechnisches Bestandsquerprofil TBW A, Segment 1 - QP 1 (1 Blatt)
 - A 4.3 Schematisches geotechnisches Bestandsquerprofil TBW A, Segment 10 - QP 2 (1 Blatt)
 - A 4.4 Schematisches geotechnisches Bestandsquerprofil TBW B, Segment 9 - QP 3 (1 Blatt)
- A 5 Kennwerte / Eigenschaften Boden und Fels / Homogenbereiche gemäß VOB-Normen

Anhang:

- AH1 Kampfmittelstellungnahme: Kyffhäuserland OT Günserode, L2290, Instandsetzung Stütz-wände. - Tauber Delaborierung GmbH, Elxleben, 22.03.2025 (2 Blatt)
- AH2 Kampfmittelfreigabeprotokoll. – analytec Dr. Steinhau GmbH, Chemnitz-Mittelbach, 25.03.2025 (4 Blatt)

1. ALLGEMEINES, BAUVORHABEN UND GEGENSTAND DES GUTACHTENS

1.1 Bauvorhaben und Gegenstand des Gutachtens

Das Thüringer Landesamt für Bau und Verkehr – TLBV, Region Nord plant die Maßnahme:

L2290, Günserode, Stützwand, Teilbauwerke A und B.

Ein Planer für das Bauwerk stand zum Zeitpunkt der Gutachtenbearbeitung noch nicht fest, d. h. es konnte nicht auf Planungsunterlagen (Schnitte, Bauwerksskizze u. ä.) zurückgegriffen werden.

Die vorhandene Stützwand besteht aus 2 Teilbauwerken:

Teilbauwerk A (TBW A):

- Baujahr 1994
 - Südteil der Stützmauer (Ersatzneubau für alte Natursteinstützwand)
 - Pfahlbockwand mit 10 Segmente (Beton/Stahlbeton)
 - Natursteinverblendung nur auf erster Hälfte des Segmentes 4 ausgeführt, ansonsten Sichtbeton
 - Länge 88,41 m
 - Kopfbalken aus Beton, Segmente 4 - 10 mit Kragarm in Richtung Tal
 - Gründung auf Kleinbohrpfählen, Ø 23 cm, Längen 5,75 m bis 7,8 m
 - Rückverankerung der Kopfbalkensegmente mit „Ankern“ GEWI, Ø 40 mm, Neigung 45°, Länge ab Achse Vertikalpfähle 5,5 m, Einbindung in „Auffüllungen, Ton und Tonmergel“
 - Schutzgeländer zum Tal (Aluminium, grau)
 - Schäden: Abplatzungen, Grobkornstellen, Kappe mit Hohlstellen/Querrissen, fehlender Wartungsgang durch starken Bewuchs
- Am TBW A wurde im Jahre 2000 eine Teilsanierung durchgeführt /UP9/. Im Segment 2 wurde der oberflächig (Kappe) vorhandene Beton auf 4 cm entfernt und durch neuen ersetzt. Außerdem wurden der Querfugen- und Pfostenverguss des gesamten TBW erneuert.

Teilbauwerk B (TBW B):

- Baujahr 1980
- Nordteil der Stützmauer
- Schwergewichtswand (Massivwand) mit 10 Segmenten (i. W. unbewehrter Beton ohne Verblendung, nur Segment 10 Naturstein mit Betonaufleger)
- Flachgründung auf Streifenfundamenten
- Länge 55,3 m
- Schutzgeländer zum Tal (rostbrauner Anstrich)
- Kappe mit Plattenbelag
- Schäden: Abplatzungen, Grobkornstellen, Hohlstellen, Schrägrisse, Schrammbord lokal zerfallen, Geländer korrodiert, Pfostenverguss schadhaft

Vorgesehen ist eine Instandsetzung bzw. ggf. ein Neubau. Es gibt noch keine klar definierten Planungsüberlegungen. Vielmehr soll unter anderem das Baugrundgutachten Aussagen zum Baugrund für eine eventuelle Nachrechnung und stichprobenartig zum vorhandenen Zustand des Bauwerkes im Sinne eines Satus Quo liefern, auf deren Basis dann der Planungsentwurf aufbauen kann.

Die vgs InGeo GmbH wurde mit der Erarbeitung des Baugrundgutachtens für das o. g. Bauvorhaben beauftragt, beinhaltend:

- Kurzcharakteristik der Standortverhältnisse
- Darstellung der Baugrundverhältnisse
- Einteilung der Schichten nach Bodenarten, Bodenklassen, Frostempfindlichkeit
- Angabe geotechnischer Kennwerte, bautechnischer Eigenschaften
- Empfehlungen und Hinweise zur Bewertung der vorhandenen Gründungen
- umwelttechnische Untersuchungen und Einstufungen der Ausbaustoffe
- Ableitung der Kennwerte und Eigenschaften und Empfehlungen zur Homogenbereichsbildung gemäß VOB 2019 für die Gewerke:
 - Erdarbeiten (DIN 18300), GK 2

Eine systematische Untersuchung der Stützwandgeometrien, des Bauwerkszustandes und der Bauteilfestigkeiten war nicht Gegenstand der Untersuchungen.

1.2 Geotechnische Kategorie nach DIN 1054: 2010-12

Gemäß DIN 4020 sind die Art und der Umfang geotechnischer Untersuchungen anhand der Schwierigkeit von baulichen Anlagen und dem Baugrund unter Berücksichtigung von bestimmten Randbedingungen festzulegen. Diesbezüglich hat im Vorfeld der Erstellung eines Geotechnischen Untersuchungsberichtes eine Einstufung in Geotechnische Kategorien (GK) zu erfolgen.

Der zu untersuchende Standort mit dem geplanten Bauvorhaben des Neubaus der Brücke ist unter Berücksichtigung der in der DIN 4020 angeführten Klassifizierungsmerkmale in die Geotechnische Kategorie GK 2 (Bauwerke mit mittlerem Schwierigkeitsgrad im Hinblick auf Bauwerke und Baugrund) einzustufen.

Im Ergebnis der Baugrunderkundung halten wir es nach vorliegendem Kenntnisstand für gerechtfertigt, die Baumaßnahme weiterhin in die geotechnische Kategorie GK 2 einzustufen.

2. ÖRTLICHE VERHÄLTNISSE

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Land Thüringen, im Kyffhäuserkreis in der Verwaltungsgemeinde Kyffhäuserland.



Abb. 1: Bauende TBW B (Blickrichtung S)



Abb. 2: TBW B auf Höhe Haus 34 (Blickrichtung SW)

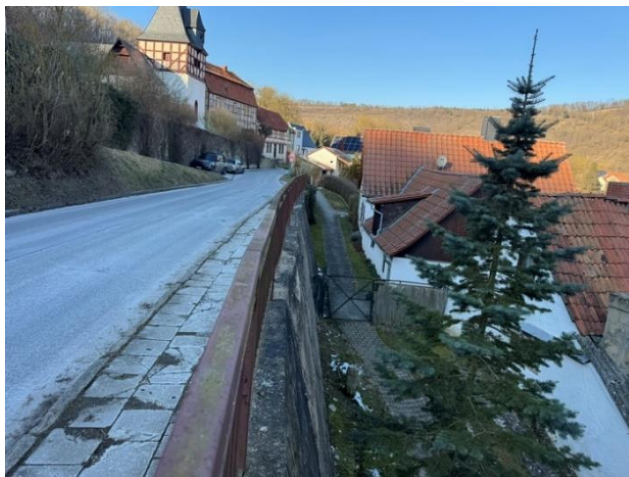


Abb. 3: TBW B mit Plattenbelag (Blickrichtung N)



Abb. 4: Grenze zwischen TBW A (links) und TBW B (rechts) (Blickrichtung W)



Abb. 5: TBW A mit Betonbefestigung (Blickrichtung S)



Abb. 6: TBW A auf Höhe Haus 5, links Natursteinverblendung, rechts Beton mit Natursteinunterlage (Blickrichtung NW)



Abb. 7: TWB A, Abflussrinne auf Höhe Segment 2 (Blickrichtung W)



Abb. 8: Bauanfang TBW A (Blickrichtung N)

Die L2290 durchquert als Wippertalstraße von Norden nach Süden die Ortslage Günserode.

Die Stützwand befindet sich auf der östlich gelegenen Talseite der Wippertalstraße zwischen den Einmündungen der auf der Westseite parallel verlaufenden Straße Pfarrhain.

Nur im Bereich des TBW B im Norden liegen unterhalb der Stützwand Wohn- und Nutzgebäude vor. Der Höhensprung von max. ca. 4 m zwischen Wippertalstraße und Anliegerstraße wird durch die massive Stützwand (Segment 4-10) überbrückt (vgl. Abb. 2). Ab von TBW B, Segment 3 nach Süden bis zum Bauanfang TBW A liegt eine z. T. sehr steile, stark bewachsene Böschung zur Wipper vor.

Die Wippertalstraße ist asphaltiert. Zwischen der Straße Pfarrhain im Westen und der Wippertalstraße verläuft eine schmale, mit Gras und Strauchwerk bewachsene Böschung. Wohnhäuser grenzen erst westlich an die Straße Pfarrhain an.

Der Vorfluter Wipper fließt in einer Entfernung von i. M. 35 m östlich der Stützmauer nach Südosten ab.

Das Gelände fällt im Straßenbereich von ca. 164,5 m NHN im Süden bis auf ca. 160 m NHN im Norden ein. Das Wipperniveau liegt am Bauende (Norden) bei ca. 152,6 m NHN und am Bauanfang (Süden) bei ca. 152 m NHN.

3. BAUGRUNDERKUNDUNG

3.1 Felduntersuchungen

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse führte vgs 11 Rammkernsondierungen (RKS) und 6 Schwere Rammsondierungen (DPH) aus. Zusätzlich wurden im Bereich des Kopfbalkens der STW, TBW A noch 2 Vertikalbohrungen (VB) abgeteuft. Am Mauerfuss auf Höhe Segment 5, STW TBW B wurden eine Horizontalbohrung (HB) und eine Schrägbohrung (SB) ausgeführt.

Da gemäß Anhang AH1 von einer Kampfmittelgefährdung auszugehen ist, wurden im Vorfeld die Aufschlusspunkte durch die Fa. analytec GmbH aus Chemnitz-Mittelbach auf Kampfmittel freige-messen (siehe Anhang AH2).

Detaillierte Angaben sind nachfolgender Tabelle zu entnehmen.

Tab. 1: Felduntersuchungen

lfd. Nr.	Bezeichnung	Tiefe [m]					DPH	Datum
		VB	HB	SB	RKS	DPH	N10 > 30	
Vertikalbohrungen								
1	VB1	0,56						28.03.2025
2	VB2	0,56						28.03.2025
Horizontal-/Schrägbohrungen								
1	HB 1		0,88					28.03.2025
2	SB 1			0,98				28.03.2025
Rammkernsondierungen								
1	RKS 1				7,00	6,00	6	27.03.2025
2	RKS 2				7,30			27.03.2025
3	RKS 3				6,60	7,60	5	27.03.2025
4	RKS 4				7,70			28.03.2025
5	RKS 5				7,60	10,00	1	26.03.2025
6	RKS 6				6,40			26.03.2025
7	RKS 7				9,00	7,20	3	26.03.2025
8	RKS 8				7,50			27.03.2025
9	RKS 9				3,20	3,20	4	27.03.2025
10	RKS 10				6,00	6,40	3	28.03.2025
11	RKS 11				6,00			26.03.2025
	Summe:	1,12	0,88	0,98	74,30	40,40	22	

Zusätzlich wurden die Altbohrungen KB 1/92 bis KB 3/92 aus /UP7/ in der Anlage 2.3 der Vollständigkeit halber mit aufgeführt. Die ungefähre Lage ist in Anlage 1.3 dargestellt. Damals wurden allerdings keine Absoluthöhen, sondern nur örtliche Höhen angegeben, deren Bezugspunkt nicht mehr auffindbar ist. Außerdem wurde keine Unterscheidung zwischen den aktuell ausgehaltenen Baugrundschichten 4 (Schutt), 6 (Verwitterungslehm) und 7.1 (Festgestein) durchgeführt.

Nach Abschluss der Erkundungsarbeiten wurde der ursprüngliche Zustand des Geländes weitestgehend wiederhergestellt. Die Sondierungen wurden soweit möglich mit Kies verfüllt und der Deckenschluss entsprechend Ausgangszustand vorgenommen. Die Betonbohrungen wurden mit Beton rückverfüllt.

Die Aufschlüsse wurden lage- und höhenmäßig (in m ü. NHN) durch vgs mittels GPS-System SP 60 S6 GNSS Spektra abgesteckt bzw. eingemessen.

Lage und Höhe der Aufschlussansatzpunkte dienen nur deren räumlicher Einordnung und sind nicht im Sinne einer Ingenieurvermessung, etwa für Projektierungszwecke, zu verwenden.

Die Lage der Aufschlüsse und Sondierungen ist dem Aufschlussplan Anlage 1.3 zu entnehmen.

In der Anlage 2 sind die Aufschlussprofile dokumentiert.

Die Anlage 4 enthält einen geologischen Längsschnitt im Straßenniveau der L2290. Des Weiteren wurden auf Basis der Bestandsquerprofile aus /UP10-11/ für drei ausgewählte Segmente schematische, geotechnische Schnittdarstellungen. Da sich die Höhenangaben der Bestandsquerprofile auf örtliche, nicht mehr nachvollziehbare Höhen beziehen, wurden zum Einfügen der Bodenprofile ungefähre Höhenangaben aus dem vorliegenden Vermessungsplan verwendet.

3.2 Laboruntersuchungen

Aus den im März 2025 ausgeführten Aufschlüssen wurden insgesamt 78 Becherproben, 7 Asphalt- und 4 Betonkerne entnommen.

An den Aufschlussprofilen sind die Proben entsprechend ihrer Entnahmetiefe angetragen.

Die Bezeichnung beginnt entsprechend der Probenart /-menge mit:

- K = Kernprobe (ungestört)
- B = Becherprobe bis 1 l (gestört)

Die Nummerierung der Proben erfolgt für jede Rammkernsondierung von oben / Geländeoberkante nach unten / Endteufe, z. B. R1.1 entspricht der obersten Probe aus der RKS 1.

Bei der Bildung von Mischproben, beispielsweise zur Durchführung umweltrelevanter Untersuchungen, werden die verwendeten Einzelproben mit aufgeführt.

An ausgewählten Proben wurden im vgs-eigenen bodenmechanischen Labor die aufgeführten bodenmechanischen Laborversuche (Tabelle 2, Zeilen 1 bis 4) sowie die qualitative Asphaltuntersuchung (Zeile 5) vorgenommen.

Die chemischen Untersuchungen (Tabelle 2, Zeilen 6 bis 12) wurden durch das Thüringer Umweltinstitut Henterich vorgenommen.

Tab. 2: Laborversuche

Zeile	Versuchsart	Vorschrift	Anzahl
1	Wassergehalt	DIN EN ISO 17892-1	6 (4)
2	Glühverlust	DIN EN ISO 17685-1	2
3	kombinierte Sieb-/ Schlämmanalyse	DIN EN ISO 17892-4	4
4	Zustandsgrenzenbestimmung	DIN EN ISO 17892-12	4
5	qualitative Asphaltuntersuchung	Lacksprühmethode	7
6	quantitative Asphaltuntersuchung	DIN ISO 13877 / DIN EN ISO 14402	3
7	chemische Untersuchungen LAGA Boden	LAGA, M 20 (1997) TR Boden, Komplettuntersuchung zzgl. TOC	4
8	chemische Untersuchungen Auffüllung / Untergrund (BM-0*)	EBV, Anlage 1, Tabelle 3	4
9	chemische Untersuchungen LAGA Bauschutt	LAGA, M 20 (1997) TR Bau- schutt, Komplettuntersuchung	2
10	chemische Untersuchungen Auffüllung / Untergrund (BM-F)	EBV, Anlage 1, Tabelle 3	2
11	chemische Untersuchungen Beton (RC + Überwachungswerte)	Anlage 1, Tab. 1 Anlage 4, Tabelle 2.2	2
12	Bodenanalyse auf Betonaggressivität / Stahlkorrosivität	DIN EN 206 / DIN 50929	2

(...) davon aus Kornverteilung

Die Ergebnisse der Laboruntersuchungen und die Prüfprotokolle sind in Anlage 3 enthalten.

Hinsichtlich der in Anlage 3.2 dargestellten Kornverteilungskurven ist zu beachten, dass aus den ausgeführten Rammkernsondierungen nur Probenmaterial maximal bis zum Innendurchmesser der direkten Baugrundaufschlüsse, d.h. hier der Rammkernsondierungen entnommen werden kann.

Im Sinne der Entnahme repräsentativer Proben sowie ausreichender Probenmenge für umwelt-relevante Untersuchungen nach Ersatzbaustoffverordnung wurden die Rammkernsondierungen soweit technisch möglich, mindestens jedoch im oberen Meter, mit dem größtmöglichen Durchmesser für dieses Verfahren, bezogen auf Standardsonden (d.h. mit 80 mm Außen- bzw. 67 mm Innendurchmesser), ausgeführt.

Darunter wurden die Rammkernsondierungen teleskopierend mit einem Außendurchmesser 50 mm (Innendurchmesser von 36,7 mm) bzw. noch tiefer mit einem Außendurchmesser 36 mm (Innendurchmesser 29,1 mm) ausgeführt.

Somit ist das Korngrößenspektrum (einschließlich der Kornverteilungslinien) von Proben aus Rammkernsondierungen auf den Bereich Ton bis Grobkies beschränkt.

Es ist nicht ausgeschlossen, dass gröberes Korn vorhanden sein kann bzw. auch ist. An den Aufschlussprofilen erfolgt die Schichtbeschreibung allerdings nur entsprechend des gewonnenen Probeninventars in der Regel ohne weitergehende Interpretation.

Maßgeblich sind daher die verbale Schichtbeschreibung, die unter Punkt 4.2 / 4.3 vorgenommenen Einstufungen sowie die Angaben in der Tabelle Homogenbereiche, Anlage 5.

4. BAUGRUNDVERHÄLTNISSE

4.1 Geologische Situation

Regionalgeologisch gesehen befindet sich der Standort im Bereich der Hainleite, am Westhang der Wipperraue.

Als oberste Stufe des Tafeldeckgebirges streichen Schichten des Unteren Muschelkalkes, speziell der Obere Wellenkalk (muWO) im tieferen Untergrund des Standortes aus.

Es dominieren die typisch ebenschichtig bis flachwelligen, plattig-flaserigen Mergelkalksteine mit Übergängen zu knaurig, knotig und konglomeratisch. Dabei variiert die Ausbildung sowohl in vertikaler, als auch in horizontaler Richtung stark. Eingelagert sind zahlreiche, meist geringmächtige härtere Kalksteinbänke. Es handelt sich dabei entweder um Schillbänke, um Konglomeratbänke oder um strukturelose, dunkelgraue, dichte Kalksteine. Mit Ausnahme einzelner Leitbänke (z. B. Schaumkalkbank) keilen diese Bänke relativ schnell aus und sind überwiegend nicht horizontbeständig.

Mergelkalksteine und Kalksteine unterliegen in unterschiedlichem Grade der Verwitterung. Letztere weisen eine generell hohe Verwitterungsbeständigkeit auf, d. h. sie sind meist nur an Klüften entfestigt und liegen ansonsten noch als mäßig hartes bis hartes Gestein vor. Dem gegenüber zerfallen die Mergelkalksteine unter Witterungsbeeinflussung zu tonigem Grus bzw. grusigem Ton (Verwitterungslehm V5).

Das Festgestein wird überwiegend von einer pleistozänen, solifluktiven Hangschutt-/Hanglehmdecke überlagert. Lediglich ab ungefähr Segment 3/4 TBW B bis zum Bauende wurden fluviatile Ablagerungen der Wipper angetroffen. Es handelt sich dabei um Terrassenschotter der Wipper mit lokalen, geringmächtigen Schwemmsandeinschaltungen. Diese verzahnen sich am Auerand mit solifluktiven Ablagerungen. Ganz im Norden kann außerdem äolischer Lösslehm vorkommen.

Im Stützmauerbereich sind die natürlichen Verhältnisse infolge von anthropogenen Baumaßnahmen oberflächlich gestört, d. h. die natürliche Lockergesteinsdecke ist in ihrer Mächtigkeit reduziert und durch anthropogene Auffüllungsschichten unterschiedlicher Zusammensetzung ersetzt bzw. überlagert worden.

Am Standort liegt keine bergbauliche Beeinflussung vor /UP12/.

Gemäß /UP13/ befindet sich der Standort im Bereich B-b-III-1, d. h. lokale Bildungen von kleineren Hohlräumen (Schlotten) im Karbonatgestein sind möglich, aber für das konkrete Bauwerk ohne Bedeutung. Somit sind keine bautechnisch zu berücksichtigenden geologischen Untergrundschwächen vorhanden.

Nach DIN EN 1998-1/NA:2011-01, Erdbebenzonenkarte, liegt der Standort in keiner Erdbebenzone.

4.2 Baugrundsichtung, Schichteigenschaften

Auf der Grundlage der ingenieurgeologischen Situation, der durchgeführten Baugrundaufschlüsse und ihrer Interpretation werden am Standort nachfolgend aufgeführte Schichten mit jeweils ähnlichen bodenmechanisch, grund- und erdbautechnischen Eigenschaften unterschieden.

Schicht 0:	Oberboden
Schicht 1:	Auffüllung
Schicht 2:	Lehm
Schicht 3:	Schutt
Schicht 4:	Schwemmsand
Schicht 5:	Terrassenschotter
Schicht 6:	Verwitterungslehm
Schicht 7.1:	Festgestein, V4-V3 (mu)

Die **Klassifizierung der Lockergesteine** gemäß DIN EN ISO 14688-1 erfolgt bei grob- und gemischtkörnigen Böden (einschl. GU*/GT* bis < 40 % Feinkorn) nach der Korngrößenverteilung und bei feinkörnigen Böden nach den bestimmenden plastischen Eigenschaften.

Zusätzlich wird bei gemischtkörnigen Böden die Unterscheidung des Feinkorns nach Ton- und Schluffkorn sowohl nach der Korngröße als auch den plastischen Eigenschaften gewichtet.

Hierzu ist anzumerken, dass bereits ab Feinkorngehalten von ca. 15 ... 20 % diese zunehmend die Bodeneigenschaften dominieren.

Die Genauigkeit der anhand des Aufschlussverfahrens mittels Rammkernsondierung festgelegten Schichtgrenzen kann verfahrensbedingt maximal im Dezimeterbereich liegen.

Den Schichten werden anhand der Ergebnisse der Felduntersuchungen, der bodenmechanischen Laboruntersuchungen sowie aufgrund von Analogie- bzw. Erfahrungswerten die nachfolgend beschriebenen bzw. tabellarisch zusammengefassten bodenmechanischen Eigenschaften und Klassifizierungen zugeordnet.

Eingeklammerte Angaben in den Tabellen bedeuten untergeordnet vorhanden / gegeben oder möglich, d. h. kalkulatorisch, planerisch und ausführungsseitig zu berücksichtigen.

Schicht 0: Oberboden

Oberboden, aufgefüllt, wurde außerhalb befestigter Flächen am Fuße der Stützwand mit 10 bis 20 cm Stärke erkundet.

Er steht in Form eines Tones, sandig, schwach kiesig, schwach humos an und ist nach DIN 18196 als TL / OU zu klassifizieren.

Tab. 3: Beschreibung Oberboden gemäß DIN 18915:2018-06

Boden- gruppe	Benennung	Körnung M %			Kurzzeichen
		≤ 0,063 mm	> 2 bis 63 mm	> 63 bis ≤ 200 mm	DIN 18 196
B5a	stark bindiger (sandig / kiesiger) Boden	> 40	≤ 60	≤ 5	TL / TM

Oberboden ist ein schützenswertes Gut, gemäß BauGB in nutzbarem Zustand zu erhalten und vor der Vernichtung oder Vergeudung zu schützen.

Er ist gesondert vor Beginn der Bautätigkeit abzuschieben und fachgerecht zu lagern.

Mutterboden / Oberboden ist entsprechend seiner Einstufung zu verwerten.

Schicht 1: Auffüllung

Bei den unter Schicht 1 zusammengefassten Böden handelt es sich um anthropogene, also nicht natürlich abgelagerte Schichten.

Diese werden zum Zwecke der detaillierten Beschreibung und ggf. für Zwecke der Separierung sowie getrennten Entsorgung weiter unterteilt in:

Schicht 1.1: Straßenoberbau

Schicht 1.2: Auffüllung, grob-/ gemischtkörnig

Schicht 1.3: Auffüllung, feinkörnig

Schicht 1.4: Auffüllung, > 10 – 50 Vol. % Fremdbestandteile

Schicht 1.5: Beton

Mit Auffüllungen ist grundsätzlich im Bereich von Straßen mit Ober-/ Unterbau, bestehenden Kabel- und Leitungstrassen, im Hinterfüllbereich der Stützwand und infolge von Geländemodellierungen zu rechnen.

In Auffüllungen können Hindernisse (Rohre / Leitungen / Kabel, Steine / Blöcke, „sperrige“ Bestandteile) und / oder Stabilitätsprobleme (z. B. Nachbrechen kohäsionsarmer Böden) enthalten sein, welche bei Aushubarbeiten Probleme mit sich bringen können.

Die Gesamtmächtigkeit der angetroffenen Auffüllungen schwankt zwischen 0,7 und 2,4 m.

Tab. 4: Übersicht Auffüllung

Aufschluss	Mächtigkeit [m]	Schichtunterkante [m]
TBW A		
Straßenniveau	0,8 - 0,9	0,8 – 0,9
Mauerfuß	nicht vorhanden	
TBW B		
Straßenniveau	0,9 – 1,2	0,9 – 1,2
Mauerfuß	0 – 0,2	0,2

Schicht 1.1: Straßenoberbau

Die L2290 (Wippertalstraße) trägt im Bereich der Stützwand TBW A eine zweilagige, 16 bis 25 cm starke Asphaltdecke. Im Bereich der TBW B ist die Asphaltdecke dreilagig (18 – 23 cm).

Die Anliegerstraße am Mauerfuß von TBW B ist gepflastert.

Tab. 5: Aufbau / Mächtigkeit Oberbau (Schicht 1.1)

Bezeichnung	Asphalt /Pflaster/ (Lagen) [cm]	ungebundene Tragschicht [cm]	Gesamtmächtigkeit Oberbau [cm]	sonstige Auffüllung [m]
<i>TBW A</i>				
RKS 4	25 (2)	55	80	1.4 (0,3)
RKS 5	16 (2)	74	90	1.3 (0,8)
RKS 6	17 (2)	63	80	1.5 (0,1)
RKS 7	22 (2)	68	90	-
<i>TBW B</i>				
RKS 1	18 (3)	72	90	1.3 (1,1)
RKS 2	20 (3)	100	120	1.2 (1,2)
RKS 3	23 (3)	97	120	-
<i>Anliegerstraße</i>				
RKS 8	/6/	14	20	1.4 (1,0)

Die angetroffene ungebundene Tragschicht der L2290 ist 0,55 bis 1,0 m mächtig. Unter dem Pflaster der Anliegerstraße liegt eine nur 0,14 m starke Tragschicht vor.

Die Tragschicht wurde in Form eines schwach schluffigen bis schluffigen, sandigen, schwach steinigen Kieles in i. M. locker-mitteldichter, lokal auch lockerer bzw. mitteldichter Lagerung vorgefunden.

Es handelt sich um Hartstein-, Kalksteinschotter bzw. Mineralgemisch. Fremdbestandteile wurden keine erkundet.

Die Tragschicht ist in unterschiedlichen Grau- und Brauntönen gefärbt.

Tab. 6: Klassifizierung / Eigenschaften Schicht 1.1 – ungebundene Tragschicht

Schichtbeschreibung	
Bodenart (Kurzzeichen lt. DIN EN ISO 14688-1)	si'-si sa co' Gr
Lagerungsdichte	i. M. locker-mitteldicht, lokal locker bzw. mitteldicht
Bautechnische Eigenschaften	
Scherfestigkeit (DIN 18 196)	groß - sehr groß
Zusammendrückbarkeit (DIN 18 196)	gering
Durchlässigkeit (Bereiche nach DIN 18130)	stark durchlässig-durchlässig
Verdichtbarkeit (DIN 18 196)	sehr gut - gut
Witterungs-, Wasser- und Erosionsempfindlichkeit (DIN 18 196)	sehr gering - gering
Erdbautechnische Eignung (DIN 18 196)	geeignet
Bautechnische Klassifizierung	
Bodengruppe (DIN 18 196)	[GW, GE, GU]
Frostempfindlichkeitsklasse (ZTV E-StB)	GW, GE = F1 GU = F2
Bodengruppen (ZTV A-StB)	grob-/ gemischtkörnige Böden

Schicht 1.2: grob- und gemischtkörnige Auffüllungen

Grob- und gemischtkörnige Auffüllungen konnten nur in 2 Aufschlüssen im Bereich TBW B angetroffen werden. Es kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass die Schicht an anderen Stellen des Untersuchungsgebietes auftritt.

Tab. 7: Übersicht Schicht 1.2

Aufschluss	Schichtoberkante [m]	Mächtigkeit [m]	Schichtunterkante [m]
TBW A			
Straßenniveau	nicht erkundet		
Mauerfuß	nicht erkundet		
TBW B			
Straßenniveau	1,2	0 - 1,2	2,4
Mauerfuß	0,4	0 – 0,4	0,8

Anhand der Korngrößenzusammensetzung ist die Schicht 1.2 als schluffiger bis stark schluffiger, sandiger, sehr schwach steiniger bis schwach steiniger Kies anzusprechen.

Auffüllungstypische Fremdbestandteile waren im Probeninventar nicht erkennbar.

Die Lagerungsdichte ist i. M. locker bis mitteldicht, z. T. locker einzuschätzen.

Die Schicht 1.2 ist in unterschiedlichen Grau- bzw. Brauntönen gefärbt.

Tab. 8: Klassifizierung / Eigenschaften Schicht 1.2 – Auffüllung, grob-/ gemischtkörnig

Schichtbeschreibung	
Bodenart (Kurzzeichen lt. DIN EN ISO 14688-1)	si-si* sa co''-co' Gr
Lagerungsdichte	i.M. locker-mitteldicht, z. T. locker
Bautechnische Eigenschaften	
Scherfestigkeit (DIN 18 196)	groß bis mittel
Zusammendrückbarkeit (DIN 18 196)	gering mit mäßig
Durchlässigkeit (Bereiche nach DIN 18130)	durchlässig
Verdichtbarkeit (DIN 18 196)	gut - mittel
Witterungs-, Wasser- und Erosionsempfindlichkeit (DIN 18 196)	gering - mittel
Erdbautechnische Eignung (DIN 18 196)	gut geeignet – mäßig brauchbar
Bautechnische Klassifizierung	
Bodengruppe (DIN 18 196)	[GU, GU*]
Frostempfindlichkeitsklasse (ZTV E-StB)	GU = F2 GU* = F3
Bodengruppen (ZTV A-StB)	grob- bis gemischtkörnige Böden

Schicht 1.3: Auffüllung, feinkörnig

Die Schicht 1.3 wurde in 6 Aufschlüssen nachgewiesen. Es kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass die Schicht an anderen Stellen des Untersuchungsgebietes auftritt.

Tab. 9: Übersicht Schicht 1.3

Aufschluss	Schichtoberkante [m]	Mächtigkeit [m]	Schichtunterkante [m]
TBW A			
Straßenniveau	0,9	0 – 0,8	1,7
Mauerfuß	0,15 – 0,6	0,55 – 0,9	0,7 – 1,5
TBW B			
Straßenniveau	0,9 – 1,2	0 – 1,1	2,0
Mauerfuß	0,9	0 - 0,3	0,4

Die feinkörnige Auffüllung setzt sich aus schwach sandigen bis sandigen, schwach kiesigen bis kiesigen, lokal schwach steinigen bzw. schwach organischen, leichtplastischen Tonen zusammen.

Zum Erkundungszeitpunkt konnte die feinkörnige Auffüllung i. M. in steif-halbfester, z. T. in steifer bzw. halbfester Konsistenz erkundet werden.

Die Färbung umfasst unterschiedliche Braun-/ Grautöne.

Fremdbeimengungen wurden vereinzelt in Form von Ziegelresten (< 10 Vol. %) erkundet.

Der Erdstoff ist generell stark wasserempfindlich und neigt insbesondere bei mechanischer Beanspruchung (z. B. Befahrung oder Verdichtung) in Verbindung mit Wasser zu rascher Konsistenzverschlechterung.

Tab. 10: Klassifizierung / Eigenschaften Schicht 1.3 – Auffüllung, feinkörnig

Schichtbeschreibung	
Bodenart (Kurzzeichen lt. DIN EN ISO 14688-1)	sa'-sa gr'-gr (co' or') Cl, lokal Fremdbestandteile
Plastizität	leichtplastisch
Konsistenz (zum Erkundungszeitpunkt)	i.M. steif-halbfest, selten steif bzw. halbfest
Bautechnische Eigenschaften	
Scherfestigkeit (DIN 18 196)	mäßig
Zusammendrückbarkeit (DIN 18 196)	mittel
Durchlässigkeit (Bereiche nach DIN 18130)	gering durchlässig
Verdichtbarkeit (DIN 18 196)	mäßig
Witterungs-, Wasser- und Erosionsempfindlichkeit (DIN 18 196)	groß
Erdbautechnische Eignung (DIN 18 196)	mäßig brauchbar (sehr wasserempfindlich)
Bautechnische Klassifizierungen	
Bodengruppe (DIN 18 196)	[TL] (A)
Frostempfindlichkeitsklasse (ZTV E-StB)	F3
Bodengruppen (ZTV A-StB)	feinkörnige Böden

Schicht 1.4 – Auffüllung, > 10 – 50 Vol.-% Fremdbestandteile

Unter der Schicht 1.4 werden Auffüllungen mit mehr als 10 Vol.-% Fremdbestandteilen zusammengefasst, die im Sinne der Entsorgung wie Bauschutt bzw. Boden mit Bauschuttbestandteilen o. Ä. zu behandeln sind. Derartige Auffüllungen konnten nur in 3 Aufschlüssen nachgewiesen werden. Das Auftreten der Schicht 1.4 kann auch an anderen Stellen des Untersuchungsgebietes ist nicht völlig auszuschließen.

Tab. 11:Übersicht Schicht 1.4

Aufschluss	Schichtoberkante [m]	Mächtigkeit [m]	Schichtunterkante [m]
<i>TBW A</i>			
Straßenniveau	0,8	0 – 0,3	1,1
Mauerfuß	0,2	0 – 0,4	0,6
<i>TBW B</i>			
Straßenniveau	nicht erkundet		
Mauerfuß	0,2	0 - 1,0	1,2

Die Schicht 1.4 stellt einen schluffigen bis stark schluffigen, sandigen bis stark sandigen, schwach steinigen bis steinigen Kies mit höheren Anteilen (>10 Vol.-%) an Ziegel-/Betonresten, lokal auch mit Glasschlacke mit einer i. M. locker, lokal auch locker-mitteldichten Lagerung dar.

Aufgrund ihrer inhomogenen Zusammensetzung und den damit verbundenen stark schwankenden Eigenschaften sind derartige Schichten bodenmechanisch / geotechnisch nicht hinreichend zuverlässig beschreib- / kalkulierbar.

Eine Extrapolation der Verhältnisse über den unmittelbaren Aufschlusspunkt hinaus ist praktisch nicht zuverlässig möglich.

Auf eine tabellarische Auflistung der Eigenschaften wird deshalb verzichtet.

Zu beachten ist, dass solche Schichten einer gesonderten Entsorgung bedürfen und daher bereits beim Aushub zu separieren und keinesfalls mit sonstigen Aushub zu vermischen sich. Ansonsten erhöhen sich die Entsorgungskosten für bodenähnlichen Aushub deutlich!

Schicht 1.5: Beton

Unter der Schicht 1.5 wurde der im Segment 4, TBW A in RKS 6 (Tiefe 0,8 m, Stärke 10 cm) unter der ungebundenen Tragschicht angetroffene Magerbeton eingeordnet.

Über die genaue lagemäßige Verbreitung dieser Schicht kann keine Aussage getroffen werden. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass sie auch an anderen Stellen vorhanden sein kann.

Des Weiteren wurde armierter Beton noch in den Vertikalbohrungen im TBW A, Segment 4 und 8 auf einer Länge von 0,56 m aufgeschlossen (vgl. Anlage 2.1.4).

Am TBW B wurde eine Horizontalbohrung in 1,8 m Höhe vom Mauerfuss im Segment 5 gebohrt. Die Bohrung erbrauchte unbewehrten Beton. Nach 88 cm folgte Auffüllung der Schicht 1.2.

Am selben Segment wurde noch eine Schrägbohrung (ca. 45°) von OK Gelände abgeteuft. Hier ergab sich auf einer Länge von 98 cm unbewehrter Beton, danach Auffüllung der Schicht 1.3 (vgl. Anlage 2.2.3).

Schicht 2: Lehm

Die Schicht 2 bildet unter natürlichen Bedingungen die oberste natürliche Schicht, die allerdings infolge starker anthropogener Überprägung des Geländes in ihrer Mächtigkeit reduziert bzw. vollständig beseitigt wurde (vgl. RKS 5) und unter Bedeckung mit anthropogener Auffüllung ansteht. Es handelt sich dabei im Bereich TBW A i. W. um solifluktuiven Hanglehm. Im Bereich TBW B, welches den Rand der Wipperraue tangiert, liegt außerdem ein fluviatiler Schwemmlehm vor. Diese Schichten unterschiedlicher Genese wurden für die Zwecke des gegenständlichen Vorhabens unter der Bezeichnung „Lehm“ zusammengefasst.

Tab. 12: Verbreitung Lehm

Aufschluss	Schichtoberkante [m]	Mächtigkeit [m]	Schichtunterkante [m]
TBW A			
Straßenniveau	0,9 – 1,1	0 – 1,7	1,8 – 2,8
Mauerfuß	0,7 – 1,5	0,5 – 1,9	1,2 – 3,4
TBW B			
Straßenniveau	1,2 – 4,3	0,7 – 1,5	2,0 – 5,6
Mauerfuß	0,8 – 1,2	1,2 – 1,6	2,0 – 2,8

Es handelt es sich um bindige Ablagerungen in Form eines schwach sandigen bis sandigen, sehr schwach kiesigen bis schwach kiesigen, selten auch kiesigen, gelegentlich schwach organisch, leicht- bis mittelplastischen Tons mit dominierend hellbraunen und braunen Farbtönen. Die zum Zeitpunkt der Erkundung festgestellte Konsistenz lag i. M. im steifen, lokal auch im weich bis steifen bzw. steif bis halbfesten Bereich. In RKS 8 wurde auch weiche Konsistenz erkundet. *Der Erdstoff ist generell wasserempfindlich und neigt insbesondere bei mechanischer Beanspruchung in Verbindung mit Wasser zu rascher Konsistenzverschlechterung.*

Tab. 13: Klassifizierung / Eigenschaften Schicht 2 – Lehm

Schichtbeschreibung	
Bodenart (Kurzzeichen lt. DIN EN ISO 14688-1)	sa' – sa gr''-gr' (gr or') Cl
Plastizität	leicht- bis mittelplastisch
Konsistenz (zum Erkundungszeitpunkt)	i.M. steif, z. T. weich - steif bzw. steif – halbfest, selten weich
Bautechnische Eigenschaften	
Scherfestigkeit (DIN 18 196)	gering mit mittel
Zusammendrückbarkeit (DIN 18 196)	groß - mittel
Durchlässigkeit (Bereiche nach DIN 18130)	schwach durchlässig
Verdichtbarkeit (DIN 18 196)	mäßig-schlecht
Witterungs-, Wasser- und Erosionsempfindlichkeit (DIN 18 196)	groß-mittel
Erdbautechnische Eignung (DIN 18 196)	weniger bis ungeeignet
Bautechnische Klassifikation	
Bodengruppe (DIN 18 196)	TL-TM
Frostempfindlichkeitsklasse (ZTV E-StB)	F3
Bodengruppen (ZTV A-StB)	feinkörnige Böden

Schicht 3: Schutt

Die Schicht 3 - Schutt umfasst mehr oder weniger stark solifluktiv umgelagerte gröbere Zersatzprodukte des Muschelkalks (Hangschutt), die sich am Auerand mit fluviatilen Ablagerungen der Wipper (Terrassenschotter der Schicht 5) verzahnen können. Angetroffen wurde diese Schicht in nahezu allen Aufschlüssen. Lediglich am TBW B fehlt sie in RKS 9. In einem Aufschluss konnte die Schicht bis zur Endteufe nicht durchteuft werden.

Tab. 14: Verbreitung Schutt

Aufschluss	Schichtoberkante [m]	Mächtigkeit [m]	Schichtunterkante [m]
<i>TBW A</i>			
Straßenniveau	1,7 – 2,8	1,7 – 2,7	3,5 – 5,5
Mauerfuß	2,2 – 3,4	1,8 – > 2,6	4,0 – > 6,0
<i>TBW B</i>			
Straßenniveau	2,0 – 2,4	1,7 – 2,3	3,7 – 4,3
Mauerfuß	2,8	0 – 1,9	4,7

Entsprechend der Korngrößenzusammensetzung sind die Schuttbildungen als schluffiger bis stark schluffiger, schwach sandiger bis sandiger, schwach steiniger bis steiniger Kies (Kalksteinschutt) zu beschreiben. Vor allem im obersten Abschnitt kann die Schicht auch anthropogen umgelagert sein. Bei fehlenden Fremdbestandteilen ist hier eine eindeutige Abtrennung nahezu unmöglich!

Schicht 4 weist i. M. eine mitteldichte, am Top auch locker – mitteldichte, lokal auch dichte Lagerung auf.

Das farbliche Spektrum reicht von graubraunen bis hin zu hellgrauen Farbtönen.

Tab. 15: Eigenschaften / Klassifizierungen Schicht 3 – Schutt

Schichtbeschreibung	
Bodenart (Kurzzeichen lt. DIN EN ISO 14688-1)	si-si* sa'-sa co'-co Gr
Lagerungsdichte	i. M. mitteldicht, lokal locker-mitteldicht bzw. dicht
Bautechnische Eigenschaften	
Scherfestigkeit (DIN 18 196)	groß
Zusammendrückbarkeit (DIN 18 196)	gering
Durchlässigkeit (Bereiche nach DIN 18130)	durchlässig
Verdichtungsfähigkeit (DIN 18 196)	gut bis mittel (mögl. Steinanteil beachten)
Witterungs-, Wasser- und Erosionsempfindlichkeit (DIN 18 196)	gering - groß
Erdbautechnische Eignung (DIN 18 196)	gut geeignet – mäßig brauchbar (Steinanteil beachten)
Bautechnische Klassifizierungen	
Bodengruppe (DIN 18 196)	GU, GU*
Frostempfindlichkeitsklasse (ZTV E-StB)	GU = F2 GU* = F3
Bodengruppen (ZTV A-StB)	grob-/ gemischtkörnige Böden

Schicht 4: Schwemmsand

Die Schicht 4 – Schwemmsand wurde nur inselartig am Mauerfuss des TBW B in 2,0 m Tiefe mit nur 0,3 m Mächtigkeit angetroffen werden. Die Schichtunterkante liegt bei 2,3 m. Es handelt sich um fluviatile Ablagerungen der Wipper bei verringerter Fließgeschwindigkeit.

Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Schicht 4 auch an anderen Stellen im Bereich der Tangierung der Wipperrau (TBW B) auftritt. Ihr Auftreten im Bereich TBW A kann allerdings nahezu ausgeschlossen werden.

Korngrößenmäßig handelt es sich bei der Schicht 4 um einen Sand, stark schluffig, schwach kiesig, basal sehr schwach steinig.

Die Lagerung ist locker bis mitteldicht und die Färbung hellbraun.

Tab. 16: Klassifizierung / Eigenschaften Schicht 4 – Schwemmsand

Schichtbeschreibung		
Bodenart	(Kurzzeichen lt. DIN EN ISO 14688-1)	si* gr' (co'') Sa
Lagerungsdichte		locker-mitteldicht
Bautechnische Eigenschaften		
Scherfestigkeit	(DIN 18 196)	mittel
Zusammendrückbarkeit	(DIN 18 196)	mittel
Durchlässigkeit	(Bereiche nach DIN 18130)	durchlässig (schwach durchlässig)
Verdichtbarkeit	(DIN 18 196)	mittel
Witterungs-, Wasser- und Erosionsempfindlichkeit	(DIN 18 196)	groß
Erdbautechnische Eignung	(DIN 18 196)	mäßig brauchbar
Bautechnische Klassifizierung		
Bodengruppe	(DIN 18 196)	SU*
Frostempfindlichkeitsklasse	(ZTV E-StB)	F3
Bodengruppen	(ZTV A-StB)	gemischtkörnige Böden

Schicht 5: Terrassenschotter

Bei der Schicht 5 handelt es sich um fluviatile Ablagerungen der Wipper. Sie konnte ähnlich wie der Schwemmsand nur im Bereich der Tangierung der Wipperrau (TBW B) erkundet werden. Der Aufschluss RKS 3 liegt schon außerhalb der Aue.

Am TBW A ist ihr Auftreten nach bisherigem Kenntnisstand sehr unwahrscheinlich. Erwähnt werden muss noch, dass es typisch für Aueränder zu einem Verzahnen mit solifluktuiven Schuttmassen (vgl. Schutt – Schicht 3) kommen kann.

Tab. 17: Verbreitung Terrassenschotter

Aufschluss	Schichtoberkante [m]	Mächtigkeit [m]	Schichtunterkante [m]
<i>TBW B</i>			
Straßenniveau	5,0 – 5,6	0 – 0,6	5,4 – 6,2
Mauerfuß	2,3 – 4,7	0,6 – 1,6	2,9 – 6,3

In Anlehnung an die DIN 4022 ist die Schicht 5 aufgrund ihrer Korngrößenverteilung als ein Kies, schluffig bis stark schluffig, stark sandig, schwach bis steinig zu klassifizieren.

Farblich tritt die Schicht 5 meist in grauer bzw. graubrauner Farbe in Erscheinung. Die Terrassenschotter sind mitteldicht gelagert.

Die Kornform der Gerölle der Schicht 5 kann, im Gegensatz zum „eckigen“ Schutt vorwiegend mit rund bis oval angenommen werden.

Tab. 18: Klassifizierung / Eigenschaften Schicht 5 – Terrassenschotter

Schichtbeschreibung	
Bodenart (Kurzzeichen lt. DIN EN ISO 14688-1)	si-si* sa* co'-co Gr
Lagerungsdichte	mitteldicht
Bautechnische Eigenschaften	
Scherfestigkeit (DIN 18 196)	groß - sehr groß
Zusammendrückbarkeit (DIN 18 196)	gering - sehr gering
Durchlässigkeit (Bereiche nach DIN 18130)	durchlässig
Verdichtbarkeit (DIN 18 196)	gut - mittel
Witterungs-, Wasser- und Erosionsempfindlichkeit (DIN 18 196)	mittel - gering
Erdbautechnische Eignung (DIN 18 196)	gut geeignet bis mäßig brauchbar (Feinkorn-, Steinanteil beachten)
Bautechnische Klassifizierung	
Bodengruppe (DIN 18 196)	GU, GU*
Frostempfindlichkeitsklasse (ZTV E-StB)	GU = F2 GU* = F3
Bodengruppen (ZTV A-StB)	grob-/gemischtkörnige Böden

Schicht 6: Verwitterungslehm

Die Schicht 6 umfasst den unmittelbar oberhalb der Festgesteine anstehenden Verwitterungslehm (Zersatzhorizont V5) bestehend aus dem anstehenden Muschelkalkmaterial, welches ggf. schwach solifluktiv (Umlagerung) überprägt worden ist.

Der Verwitterungslehm wurde in 6 Aufschlüssen erkundet. In der Wipperaue (TBW B) fehlt die Schicht. In RKS 11 wurde der Verwitterungslehm bis zur Endteufe von 6 m nicht erreicht.

Tab. 19: Verbreitung Verwitterungslehm

Aufschluss	Schichtoberkante [m]	Mächtigkeit [m]	Schichtunterkante [m]
<i>TBW A</i>			
Straßenniveau	3,5 – 5,5	1,5 – 3,4	6,3 – 7,5
Mauerfuß	4 - > 6	0,4	4,4
<i>TBW B</i>			
Straßenniveau	3,7	0 – 1,4	5,1
Mauerfuß	nicht erkundet		

Der Übergang zum vollständig verwitterten Festgestein (V4) erfolgt mit der Tiefe mehr oder weniger allmählich.

Eine eindeutige Grenzziehung zum Festgestein ist aufgrund der Gleichartigkeit der Materialien anhand der Baugrundaufschlüsse meist sehr schwierig und oft nur anhand der Schlagzahlen der Schweren Rammsondierungen (Richtwert $N_{10} > 10$) möglich.

Entsprechend seiner Korngrößenzusammensetzung und plastischen Eigenschaften ist der Verwitterungslehm als sandiger, wechselnd kiesiger („grusiger“), gelegentlich schwach steiniger, mittel- bis ausgeprägt plastischer Ton zu klassifizieren.

Zum Erkundungszeitpunkt lag die Schicht 6 in halbfester Konsistenz vor.

Die Färbung ist typisch gelbbraun, hellgrau, hellbraun bzw. grau.

Der Erdstoff ist generell stark wasserempfindlich und neigt insbesondere bei mechanischer Beanspruchung in Verbindung mit Wasser zur Konsistenzverschlechterung.

Tab. 20: Klassifizierung / Eigenschaften Schicht 6 – Verwitterungslehm

Schichtbeschreibung		
Bodenart	(DIN 14688-1)	sa gr'-gr* (co') Cl
Plastizität		mittel- bis ausgeprägt plastisch
Konsistenz	zum Erkundungszeitpunkt	halbfest
Bautechnische Eigenschaften		
Scherfestigkeit	(DIN 18196)	mittel
Zusammendrückbarkeit	(DIN 18196)	mittel
Durchlässigkeit	(Bereiche nach DIN 18130)	sehr schwach durchlässig
Verdichtbarkeit	(DIN 18196)	schlecht-sehr schlecht
Witterungs-, Wasser- und Erosionsempfindlichkeit	(DIN 18196)	mittel-groß
Erdbautechnische Eignung	(DIN 18196)	ungeeignet – weniger geeignet
Bautechnische Klassifikation		
Bodengruppe	(DIN 18196)	TM-TA
Frostempfindlichkeitsklasse	(ZTV E-StB)	TM = F3 TA = F2
Bodengruppe	(ZTV A-StB)	feinkörnige Böden (TA nicht klassifiziert)

Schicht 7.1: Festgestein, V4-V3 (mu)

Stark verwittertes (V3) bis vollständig verwittertes (V4) Festgestein des Unteren Muschelkalkes steht flächenhaft im Untergrund an. Dieser oberste Schichthorizont des Festgesteins konnte in allen Aufschlüssen, außer RKS 11, erreicht werden.

Tab. 21: Tiefenlage Festgestein

Aufschluss	Schichtoberkante		aufgeschlossene Mächtigkeit [m]
	[m]	[m NHN]	
TBW A			
Straßenniveau	6,3 – 7,5	154,93 – 157,41	0,1 – 2,0
Mauerfuß	4,4 - > 6	156,56 - < 158,58	0 – 1,6
TBW B			
Straßenniveau	5,1 – 6,2	154,48 – 156,22	1,1 – 1,6
Mauerfuß	2,9 – 6,3	152,65 – 154,78	0,3 – 1,2

Es ist davon auszugehen, dass die Festgesteinsoberfläche nach Osten zur Wipperrau einfällt. Die Festgesteine im Unteren Muschelkalk setzen sich bis in die erkundeten Tiefen aus grauen Kalksteinen mit vereinzelt dünnen Tonmergelsteinlagen zusammen. Es dominieren die typisch ebenschichtig bis flachwelligen, plattig-flaserigen Mergelkalksteine („Wellenkalk“) mit Übergängen zu knäurig, knotig und konglomeratisch. Eingelagert sind erfahrungsgemäß meist geringmächtige härtere Kalksteinbänke, die dann auch den Sondierabbruch bewirken.

Tab. 22: Klassifizierung / Eigenschaften Schicht 7.1 – Festgestein, V4-V3 (mu)

Gesteinsbeschreibung		
Gesteinsbezeichnung	(DIN EN ISO 14689-1)	Kalkstein (Tonmergelstein)
Verwitterungsstufe	(DIN EN ISO 14689-1)	V4 - V3
Festigkeit	(DIN EN ISO 14689-1)	mäßig hoch, selten hoch (gering)
Schichtung	(DIN EN ISO 14689-1)	sehr dünn bis dünn (laminiert)
Kluftabstand	(DIN EN ISO 14689-1)	engständig
Zerfall		grusig - kleinstückig
Farbe		grau, hellgrau
Bautechnische Eigenschaften		
Scherfestigkeit	(DIN 18 196)	groß
Zusammendrückbarkeit	(DIN 18 196)	gering
Durchlässigkeit	(Bereiche nach DIN 18130)	auf Klüften durchlässig
Verdichtungsfähigkeit	(DIN 18 196)	mittel
Witterungs-, Wasser- und Erosionsempfindlichkeit	(DIN 18 196)	mittel - gering
Erdbautechnische Eignung	(DIN 18 196)	geeignet (ggf. Brechen erforderlich)
Bautechnische Klassifizierung		
Bodengruppe	(DIN 18 196)	KA (SF)
Frostempfindlichkeitsklasse	(ZTV E-StB)	gelöst: F3

4.3 Kennwerte und Eigenschaften gemäß VOB, Teil C - Homogenbereiche

Die einheitliche Beschreibung von Boden und Fels im Sinne der VOB erfolgt mit Angabe der Spannbreiten von Kennwerten und Eigenschaften sowie gewerkweise zu bildenden Homogenbereichen von Boden und Fels. Welche Kennwerte und Eigenschaften anzugeben sind, ist in den ATV (Allgemeine Technische Vertragsbedingungen) vorgegeben.

Die erforderlichen Kennwerte und Eigenschaften zur Bildung von gewerkweisen Homogenbereichen sind in Anlage 5 tabellarisch dargestellt.

Es werden die auf Erfahrungswerten unter Einbeziehung der Laborversuche abgeleiteten möglichen Spannbreiten für die Eigenschaften / Kennwerte angegeben. Die in geschweifte Klammern gesetzten Wertepaare beziehen sich auf die mittels Laborversuchen bestimmten Spannbreiten.

Die Angaben in Anlage 5 zu den gewerkweise zu bildenden Homogenbereichen sind als Vorschläge von vgs zu verstehen, welche im weiteren Planungsprozess durch den Planer mit den Erfordernissen der Planung und der Gestaltung der Ausschreibung zu überprüfen und abzugleichen sind.

Für das Gewerk DIN 18300 - Erdarbeiten - ist bei der Bildung von Homogenbereichen neben dem Lösen auch der Einbau zu beachten.

In Anlage 5 erfolgt eine Unterteilung in Homogenbereiche für das Lösen (EA-L) und gesondert für den Einbau (EA-E). Die Anwendung der Homogenbereiche für das Lösen empfiehlt sich nur, wenn der Aushub nicht im Rahmen der Baumaßnahme wiederverwendet wird und extern verwertet / beseitigt werden soll. Erfolgt eine Wiederverwertung des Aushubs im Baubereich, ist eine Untergliederung in Lösen und Einbau nicht zielführend.

Dann empfiehlt sich allein die Anwendung der in der Regel feiner differenzierten Homogenbereiche für den Einbau (EA-E).

Dabei beziehen sich die Vorschläge der Einteilung in Homogenbereiche für den Einbau ausschließlich für eine planmäßige Verwertung der Erdstoffe innerhalb der Baumaßnahme bzw. des Bauvertrages.

Wie bereits bei Boden- und Felsklassen ist auch bei Homogenbereichen hinsichtlich Erdarbeiten abrechnungstechnisch stets der Ausgangszustand maßgebend.

Weiterhin beinhalten die Einstufungen in Homogenbereiche keinen Straßenaufbruch und keine großvolumigen Bestandteile wie Bauschutt, Beton, Fundamentreste u. Ä.

Diese sind gesondert auszuschreiben und auf Nachweis abzurechnen.

4.4 Charakteristische Werte geotechnischer Kenngrößen

Den Schichten werden auf der Grundlage der Ergebnisse der Feld- und Laboruntersuchungen, von Erfahrungswerten und/oder anerkannten korrelativen Beziehungen die Berechnungswerte in Tabelle 23 zugeordnet.

Diese stellen charakteristische Werte X_k im Sinne der DIN EN 1997-1:2009-09 dar.

Der charakteristische Wert einer geotechnischen Kenngröße stellt nach dieser Vorschrift eine vorsichtige Schätzung desjenigen Wertes dar, der im Grenzzustand wirkt. Zur Ermittlung des Bemessungswertes für geotechnische Kenngrößen (X_d) sind die charakteristischen Werte durch die Teilsicherheitsbeiwerte γ_M nach DIN EN 1997-1:2009-09, NDP, Tab. A2.2 zu dividieren.

Die charakteristischen Werte beschreiben die mechanischen Eigenschaften der Schichten im erkundeten Zustand.

Nach DIN 1054:2010-12 darf die Steifigkeit von Boden und Fels im Grenzzustand GEO-2 und im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (SLS) durch charakteristische Werte in Form von vorsichtigen Schätzwerten der Mittelwerte von Steifigkeitsparametern bzw. durch obere und untere charakteristische Werte von Steifigkeitsparametern erfasst werden. In Zweifelsfällen ist (immer unter Berücksichtigung der konkreten Aufgabenstellung und Randbedingungen) mit oberen und unteren charakteristischen Werten zu rechnen.

Der angegebene Steifemodul ist im Sinne des für Setzungsberechnungen repräsentativen mittleren Zusammendrückungsmoduls (hier bestimmt aus Erfahrungswerten) zu verwenden und nicht durch Ansatz von Querdehnungszahlen oder sonstigen Korrekturwerten in andere Steifemoduln zu überführen. In Programmen, welche die Möglichkeit der Eingabe einer Querdehnungszahl bieten, ist die Querdehnungszahl daher auf Null zu setzen.

Tab. 23: Charakteristische Werte geotechnischer Kenngrößen

Schicht Nr.	Bezeichnung	spezifische Eigenschaften bzw. Randbedingungen	wirksamer Reibungswinkel	wirksame Kohäsion	Wichten		Steifemodul
			φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	$\gamma_{k'}$ [kN/m ³]	E_{sk} (Min/Max) [MN/m ²]
1.2	Auffüllung grob-/gemischtkörnig	locker-mitteldicht	32	0	18	11	20 (15 – 35)
1.3	Auffüllung feinkörnig	steif-halbfest	26	6	19	9	8 (6 – 12)
2	Lehm	steif	26	6	19	9	10 (8 – 14)
3	Schutt	mitteldicht	32	2	20	11	30 (25 - ≥ 50)
4	Schwemmsand	locker-mitteldicht	28	4	20	11	20 (15 – 30)
5	Terrassenschotter	mitteldicht	32	2	19	11	35 (25 - ≥ 60)
6	Verwitterungslehm	halbfest	26	8	19	9	12 (10 – 16)
7.1	Festgestein V4-V3 (mu)	Kalksteindominiert (Gebirgsparameter)	40	10	23	-	60 (40 - ≥100)

4.5 Grundwasserverhältnisse und -chemismus

Grundwasser konnte in den Aufschlüssen vom März 2025 bis zur Endteufe von maximal 9 m nicht erkundet werden. Gemäß /UP5/ liegt das Grundwasserspiegelniveau etwa auf Wippenniveau (ca. 152 m NHN bzw. ca. 8 m – 12 m unter dem Straßenniveau der L2290).

Die Grundwasserfließrichtung verläuft am Westhang innerhalb der klüftigen Kalksteine (Kluftgrundwasserleiter) in Richtung Nordosten auf die Talaue zu und in der Talaue im Terrassenschotter (Porengrundwasserleiter) dann analog der Vorfluterfließrichtung nach Südosten.

An der Grenze zwischen grob-/ gemischtkörnigen und bindigen Schichten (z. B. an der Grenze kiesige Auffüllung / Lehm) muss in Abhängigkeit von der Jahreszeit bzw. der längerfristigen Niederschlagssituation auch oberhalb des Grundwasserspiegels mit lokaler Staunässe gerechnet werden. Außerdem kann innerhalb des Festgesteins auch oberhalb des eigentlichen Grundwasserspiegels lokales, meist gering ergiebiges Schichtwasser auftreten (vgl. Anlage 2.3 – KB 2/92).

4.6 Betonaggressivität / Stahlkorrosivität Boden

Zur Untersuchung der Betonaggressivität des Bodens wurden zwei Mischproben:

- Bo1 = TBW B

- Bo2 = TBW A

erstellt.

Die Analyseprotokolle sind in Anlage 3.4 enthalten.

Tab. 24: Ergebnisse Betonaggressivität / Stahlkorrosivität Boden

	Probe	Tiefe [m]	Betonaggressivität	Stahlkorrosivität	Baugrundschrift
Bo1	R2.5, R3.4	1,2 – 5,6	< XA1	hoch	2
Bo2	R4.6, R6.5, R7.4	0,9 – 2,8	< XA1	hoch	2

Die untersuchte Baugrundschrift 2 - Lehm ist nicht betonangreifend. Allerdings ist der Chloridgehalt vergleichsweise hoch (496 bzw. 643 mg/l).

Die Stahlkorrosivität ist im Lehm hoch.

5. GRÜNDUNGSTECHNISCHE SCHLUSSFOLGERUNGEN STÜTZWÄNDE

5.1 Stützwand Teilbauwerk A

Hinsichtlich der Kenntnisse zu dem Bestandsbauwerk wird auf den Abschnitt 1.1 verwiesen.

Eine Planung der Maßnahmen zur Sanierung liegt noch nicht vor.

Ganz allgemein lässt sich aus den Baugrunduntersuchungen sowie der geotechnischen Begehung im Zuge der Vorbereitung / Durchführung der Baugrunduntersuchungen kein Hinweis auf eine unzureichende globale Standsicherheit ableiten.

Das jüngere Teilbauwerk A mit Bauzeit 1993 stellt einen auf vertikale Kleinbohrpfähle einer Länge von 5,75 bis 7,8 m, mit einer Rückverankerung (45 ° Neigung) gegründeten Stahlbetonkopfbalken dar.

Dabei entsprechend die 28 GEWI-Anker (nach BW-Buch DYWIDAG GEWI-Anker d = 40 mm mit 359 kN – Stab BST 500 S-GEWI) nach unserer fachlichen Einschätzung aufgrund der nicht gegebenen Zugänglichkeit für Prüfungen / Nachspannmöglichkeiten nicht den Anforderungen an Permanentanker.

Unklar ist, nach der uns vorliegenden Datenlage die Länge der Anker, welche in den Darstellungen der statischen Schnitte 1 bis 3 des Plans „Grundriss / Schnitt“ von 09/93 mit jeweils 6 m angegeben wurden. Wenn dem so wäre, so wären die schrägen „Anker“ statisch gesehen eher als Nägel / Schrägpfähle einzustufen.

Dagegen sind im BW-Buch unter 6.3 Erd- und Felsanker bei „Art“ Längen von 11,7 bis 13,0 m aufgeführt. Wenn dem so wäre, dann könnte die Angabe von 6 m in den statischen Schnitten die freie Ankerlänge darstellen.

Der vertikale Geländesprung wird rein durch den Kopfbalken gesichert, der wiederum seine Vertikallasten auf die Gründung mittels Kleinbohrpfählen (Verpreßpfählen) sowie die Horizontalkräfte über Schräganker (wenn es denn vom statischen System tatsächlich auch Anker sind) abträgt.

Damit würden wir die Wand auch nicht als Pfahlwand, wie dies im Bauwerksbuch unter „Art“ bezeichnet wurde, sondern eher als Pfahlbockkonstruktion mit aufgesetztem Stahlbetonbalken oder als rückverankerten Stahlbetonkopfbalken mit Gründung auf Pfählen bezeichnen.

Wie auch immer, die im Bauwerksbuch außerdem enthaltene Einstufung des statischen Systems als „Schwergewichtswand“ erschließt sich uns nicht.

Es ist nicht erkennbar, dass die Pfähle auch weitere Funktionen wie z. B. eine Verdübelung des Hanges o.ä. besitzen. Wahrscheinlich jedoch eher nicht, da sie hierfür einen zu geringen Durchmesser besitzen und vermutlich auch nicht für Querkraftbeanspruchungen ausgelegt sind.

Die aufgeworfenen statisch - konstruktiven Fragen lassen sich sicherlich anhand vorliegender Bauwerkspläne und der Statik an sich beantworten.

Wir geben nachfolgend Hinweise für eine mögliche statische Nachberechnung.

Das Erfordernis eines Ersatzneubaus können wir zum derzeitigen Zeitpunkt aus geotechnischer Sicht nicht unmittelbar ableiten, zumal auch, um weiterführende statisch - konstruktive Schäden zu vermeiden, in den Schlussfolgerungen des BW-Buches von einer Sanierung von Fugen, Schrammbord usw. die Rede ist.

Hinsichtlich der Lastabtragung von Verpresspfählen ist der diesbezüglich tragfähige Horizont ab Oberkante Schicht 3 – Schutt anzusehen. Dieser Horizont ist im Längsschnitt der Anlage 4.1 anhand der Aufschlüsse oberhalb der Stützwand (Straßenniveau) eingetragen. Das Niveau schwankt entlang der Strecke zwischen 1,7 bis 2,8 m unter Straße. Da die Achse der Verpresspfähle noch weiter talseits liegt, ist davon auszugehen, dass die OK Schutt an der Achse auch noch tiefer liegen kann, wie dies beispielsweise im QP 1 ganz im Süden unter Einbeziehung eines weiteren Aufschlusses (RKS 11) luftseitig der Stützwand abgeleitet werden kann. Dort liegt die OK Schutt auf der Talseite bezogen auf absolute Höhen um 0,9 m tiefer.

Wir würden vorschlagen, für die Nachberechnung die OK Schutt in der Achse der Pfähle 1,0 m tiefer als in der Schnittdarstellung angegeben, anzusetzen.

Unter dem Schutt folgt der Verwitterungslehm – Schicht 6. Dessen Schichtoberkante kann ebenso wie die von OK Festgestein – Schicht 7.1 mit 0,5 m tiefer als in der Schnittdarstellung angegeben angesetzt werden.

In der EA-Pfähle, Kap. 5.4.9.4 sind Erfahrungswerte für die Pfahlmantelreibung von verpressten Mikropfählen ($D_s \leq 0,3$ m) enthalten.

Auf eigenen Erfahrungen basierend, könnte für verpresste Mikropfähle der Ansatz nachfolgend aufgeführter Bruchwerte der Pfahlmantelreibung erfolgen. Allerdings geben wir zu bedenken, dass nicht sichergestellt ist, ob es sich tatsächlich um verpresste Mikropfähle oder nicht doch eher um sogenannte „Kleinbohrpfähle“ handelt, deren Herstellung eher der von normalen Bohrpfählen ähnelt. Diesbezüglich sollte die Nachberechnung zusätzlich auch mit den deutlich geringeren Werten für Bohrpfähle unter Anlehnung an die Erfahrungswerte der EA-Pfähle (Kap. 5.4.6.2) erfolgen. Diese Werte sind nachfolgend in Klammern angegeben:

Schicht 3 - Schutt	$q_{s,k} = 230 \text{ kN/m}^2$ (100 kN/m ²)
Schicht 6 – Verwitterungslehm	$q_{s,k} = 80 \text{ kN/m}^2$ (50 kN/m ²).

Auf den Ansatz von Bruchwerten der Mantelreibung im Festgestein der Schicht 7.1 verzichten wir, da mit den uns bekannten, vorhandenen Pfahllängen nicht durchgängig eine Einbindung in das Festgestein sichergestellt werden kann und wenn, dann diese auch nur vergleichsweise gering ist. Diesbezüglich liegen Nachrechnungen auf der sicheren Seite. Ohnehin enthält die EA-Pfähle keine expliziten Erfahrungswerte für verpresste Mikropfähle im Festgestein. Spitzendruck ist für Mikropfähle nicht ansetzbar.

Für die Anker gestaltet sich die Angabe eines Bemessungsmodells schwierig, da zum einen keine Baugrundaufschlüsse auf der Westseite der Straße vorliegen, welche die Ableitung eines entsprechenden Querprofils bis in den Verankerungsbereich hinein erlauben und zum anderen zumindest für uns Unklarheiten bezüglich der Länge bestehen. Sollte es sich bei den angegebenen 6 m in den statischen Schnitten tatsächlich nur um die freien Ankerlängen handeln, würde die Verpressstrecke der Anker mit hoher Wahrscheinlichkeit im Festgestein der Schicht 7.1 liegen.

Hierfür kann unter Verweis auf das Grundbautaschenbuch Teil 2, 8. Auflage, Kap. 2.5, gemäß Tabelle 6 folgender Ansatz für die Gebrauchsmantelreibung nach Ostermayer erfolgen:
 $\text{cal } \tau_M = 300 \text{ kN/m}^2$.

Sollten die Anker jedoch tatsächlich kürzer, d. h. mit nur einer Gesamtlänge von 6 m (einschließlich Einbindung in den Kopfbalken) ohne freie Ankerlänge ausgeführt worden sein, dann wäre für die Nachrechnung von einer Lastabtragung anteilig im Lehm – Schicht 2 und im Schutt – Schicht 3 auszugehen, wobei eine Differenzierung im Details mit vorliegendem Kenntnisstand nicht möglich ist.

Wir empfehlen einen hier gebotenen konservativen Ansatz von $q_{s,k} = 100 \text{ kN/m}^2$.

Ggf. könnte auch auf eine Nachberechnung verzichtet werden und eine reine Sanierung der bekannten Mängel zur Verhinderung statisch - konstruktiver Schädigungen erfolgen. Es bleibt allerdings unserer Ansicht nach das Problem, dass die Anker nicht geprüft und ggf. nachgespannt werden können. Dieses Problem könnte gelöst werden, wenn der Nachweis als Pfahlbockkonstruktion mit kürzeren Pfählen gelingen sollte.

Ein weiterer, zu beachtender Aspekt wäre die Frage des Korrosionsschutzes vorhandener Anker, dies nicht zuletzt auch vor dem Hintergrund einer hohen Stahlkorrosivität mindestens für die Schicht 2 – Lehm.

Sollte sich im Ergebnis das Erfordernis eines Ersatzneubaus ergeben, bedarf es dann einer engen Abstimmung zwischen Bauherrn, Planung und dem geotechnischen Sachverständigen, wobei das vorliegende Baugrundgutachten entsprechende Grundlagen liefert.

In dem Falle wäre sicherlich eine ähnlich geartete Konstruktion vorstellbar, wobei dann als Grundlage für die Planung Kernbohrungen mit der notwendigen Länge im Festgestein, entsprechende Probenahmen und felsmechanische Untersuchungen sowie insbesondere auch Untersuchungen von Profilen quer zum Hang, d.h. auch auf der westlichen Straßenseite erforderlich wären.

5.2 Stützwand Teilbauwerk B

Das Bestandsbauwerk TBW B mit dem im Bauwerksbuch angegebenen Baujahr 1980 wurde im Abschnitt 1.1 übersichtshaft beschrieben.

Auch für dieses Bauwerk liegt noch keine Planung der Maßnahmen zur Sanierung vor.

Ganz allgemein lassen sich aus den Baugrunduntersuchungen sowie der geotechnischen Begehung im Zuge der Vorbereitung / Durchführung der Baugrunduntersuchungen keine Hinweise auf eine unzureichende globale Standsicherheit ableiten.

Bei der Stützwand soll es sich um eine aus unbewehrtem Beton hergestellte Schwergewichtswand handeln. Diese wird nach Bauwerksbuch in 10 Segmente unterteilt.

Die südlichen Segmente 1 bis 5 (Höhe 1,5 bis 4,1 m), welche sich oberhalb einer Böschung befinden, besitzen eine schätzungsweise 10 bis 15 ° geneigte Vorderseite der Wand.

Dagegen sind die Segmente 6 bis 9 (Höhe 1,1 bis 3,38 m) entlang des Anliegerweges mit senkrechter Vorderseite ausgebildet.

Das Segment 10 im Zwickel der L2290 zum Anliegerweg besitzt nur noch eine geringe Höhe von 0,35 bis 1,1 m und stellt in engerem Sinne keine Stützwand mehr dar.

In den Bauwerksskizzen ist für die Segmente 1 bis 9 jeweils der Hinweis enthalten, dass Wandstärke und Gründung unbekannt sind.

Systematische Untersuchungen zu den Abmessungen und zur Gründungssituation sowie den Eigenschaften des Betons erfolgten nicht.

Im Segment 5 mit geneigter Vorderseite wurden exemplarisch eine Horizontal- und eine Schrägbohrung ausgeführt. Fotos der Ansatzstellen und die Bohrkerne sind in der Anlage 2.2.3 enthalten.

Die Horizontalbohrung HB 1 erfolgte im Niveau 1,7 m unter der 0,4 m breit ausgebildeten Mauerkrone (Höhe nach Vermessungsplan 160,81 m NHN) auf einer Höhe von ca. 159,11 m NHN.

Die Bohrung erbrauchte 0,88 m festen unbewehrten Beton im augenscheinlich guten Zustand ohne Fehlstellen. Mittels Handsondierung wurde hinter dem Beton, d.h. bis 0,12 m hinter der Mauerwerksrückseite bzw. 1,0 m von der Vorderseite aus gesehen, grob- bis gemischtkörnige Auffüllung der Schicht 1.2 festgestellt. Es erscheint sehr wahrscheinlich, dass tatsächlich die Rückseite der Mauer erbohrt wurde.

Unter Berücksichtigung der Neigung der Mauervorderseite ergibt sich bis zum Niveau der Horizontalbohrung eine näherungsweise senkrechte bzw. sich leicht verbreiternde Mauerrückwand.

Die unter einem Winkel von 45° vom Schnittpunkt Mauerwerksfuß (3,5 m unter OK Mauer bzw. ca. 157,81 m NHN) mit der wegparallelen Entwässerungsrinne gebohrte Schrägbohrung SB 1 ergab 0,98 m Beton augenscheinlich vergleichbar dem Beton der Horizontalbohrung. Dahinter wurde bis 0,12 m unter der Mauer feinkörnige Auffüllung der Schicht 1.3. erkundet.

Anhand der Schrägbohrung lässt sich die Gründungssohle des Segmentes 5 ca. 0,7 m unter der Entwässerungsrinne bei einem Niveau 157,11 m NHN ableiten.

Bei angenommener nahezu lotrechter Mauerrückseite und Neigung der Mauervorderseite unter 13° , ließe sich bei 3,5 m Mauerhöhe im Schnitt HB 1 / SB 1 eine Stärke der Mauer im Fußbereich von 1,31 m ableiten. Das erscheint für eine Schwergewichtsmauer, unter Zugrundelegung der Faustregel für eine erforderliche Breite einer Schwergewichtswand im Fußbereich von ca. 1,3 der Höhe (das wären 1,17 m), plausibel erscheint.

Im Fall der statischen Nachrechnung der Betonwand und der Planung einer Sanierung der Bestandswand wären systematische Untersuchungen der Dimensionen durch Horizontal- und Schrägbohrungen in mehreren Schnitten empfehlenswert. Dabei könnten ggf. auch rück- oder vorderseitige Sporne nachgewiesen werden. Ohne solche Nachweise wären diese nicht ansetzbar.

Zu beachten ist, dass mindestens das Segment 5 bzw. ggf. übertragbar der ganze Bereich mit Schlitzrinne anhand des Befundes der SB 1 nicht frostsicher (frostsichere Gründungstiefe mindestens 1,0 m) gegründet ist. Unter Umständen ist diese Situation jedoch auch erst im Zuge der Pflasterung des Anliegerweges und des Baus der Schlitzrinne am Mauerwerksfuß entstanden. Dagegen besteht für die Bereiche mit an den Mauerwerksfuß angrenzender Böschung eine erhöhte Wahrscheinlichkeit, dass dort die frostsichere Mindestgründungstiefe vorhanden ist.

Sollte ein Ersatzneubau des TBW B in gleicher Konstruktionsweise wie die des TBW A erfolgen, können die für TBW A angegebenen Bemessungsansätze unter Verwendung des Baugrundprofils laut Längsschnitt (s. Anlage 4.1) übernommen bzw. mit dem Geotechnischen Sachverständigen abgestimmt werden.

5.3 Baugrube und Wasserhaltung

Im Detail sind die Baugrundverhältnisse den Beschreibungen im Gutachtentext bzw. den zeichnerischen Darstellungen in den Anlagen 2 und 4 zu entnehmen. Hinsichtlich des Baugrubenaushubs sind die Beschreibungen zu den einzelnen Schichten in Abschnitt 4.2 sowie die Kennwerte und Eigenschaften der einzelnen Schichten in Anlage 5 (Tabelle Homogenbereiche) zu beachten.

Maßnahmen des Baugrubenverbaus hängen sehr stark von der Art und Umfang von Sanierungsmaßnahmen oder ggf. von Ersatzneubaumaßnahmen ab.

Für abgeboßte Baugruben ist innerhalb des Gültigkeitsbereiches der DIN 4124 in den Schichten 1 / 3 / 4 und 5 vom einen zulässigen Böschungswinkel $\beta \leq 45^\circ$ und für die Schichten 2 und 6 von $\beta \leq 60^\circ$ auszugehen.

Bei Böschungshöhen ≥ 5 m bzw. auch bei kleineren Böschungshöhen im Einflussbereich vorhandener Bausubstanz sind gesonderte Standsicherheitsnachweise erforderlich.

Die genaue Festlegung zwischenzeitlicher Baugrubenböschungen (ggf. Abminderungen oder auch das Erfordernis von Sicherungs-/ Abstützungs-/ Verbaumaßnahmen) hat entsprechend der vorgefundenen Verhältnisse in der Örtlichkeit durch die Verantwortlichen der Baustelle unter Beachtung der vorstehenden Hinweise zu erfolgen.

Arbeitsraumbreiten, belastungsfreie Schutzstreifen sowie Abstände von Baugeräten und Baufahrzeugen von der Grabenkante sind in DIN 4124 bzw. DIN EN 1610 geregelt oder statisch vorgegeben und zu beachten.

Der lastfreie Streifen (Sicherheitsabstand) an Böschungen beträgt 1 m bei Fahrzeugen, welche die zul. Achslasten nach StVZO einhalten und für Baugeräte bis 12 t.

Fahrzeuge, welche die Achslasten nach StVZO überschreiten und > 12 bis 40 t Gesamtgewicht haben, müssen einen Sicherheitsabstand ≥ 2 m einhalten.

Verbauten können als Bohlträgerverbau oder mittels Spundwänden hergestellt werden. Das Einbringen von Verbauelementen im Festgestein bedarf Zusatzmaßnahmen wie Lockerungs- oder ggf. auch Räumerbohrungen. Ausführlichere Ausführungen für Verbaumaßnahmen lassen sich erst mit Vorliegen konkreter Planungen im Rahmen eines Geotechnischen Entwurfsberichtes ableiten.

Das Erfordernis von Maßnahmen einer bauzeitlichen Grundwasserabsenkung lässt sich über die üblichen Maßnahmen für eine offene Wasserhaltung nach Wahl des Unternehmers hinaus nicht ableiten.

5.4 Bauwerkshinterfüllung / Baugrubenverfüllung

Hinterfüllungsbereiche sind entsprechend M HfÜBau festzulegen, wobei geeignetes Hinterfüllungsmaterial, welches nicht zu Nachsetzungen neigt, entsprechend o. g. Merkblatt, der Was 7 und der ZTVE-StB einzubauen ist.

Als Hinterfüllmaterial sind damit bis ≥ 1 m hinter den Stützwänden (Entwässerungsbereich) grobkörnige Böden nach ZTV E-StB der Bodengruppen GW, GI, GE, SW, SI, SE einzubauen.

Für den übrigen Hinterfüllbereich, können gemäß Was 7 und der ZTV E-StB zuzüglich zu den vorgenannten grobkörnigen Böden auch gemischtkörnige Böden der Bodengruppen GU, GT, SU, ST mit Kornanteil $< 0,063 \text{ mm} \leq 15 \text{ Gew.-%}$ bzw. entsprechend gekörntes gebrochenes Gesteinsmaterial (max. Körnung 0/65 mm, Überkorn bis 100 max. 10 Gew.-%, von RC-Material wird gerade auch angesichts der Flussnähe abgeraten) eingebaut werden.

Der Einbau des Hinterfüllungsmaterials hat lagenweise zu erfolgen, wobei ein Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 100 \%$ zu erreichen ist. Außerdem müssen alle inneren und äußeren Böschungsanschlüsse treppenartig ineinander greifen, um Gleitflächen in diesen, von Sickerwasser bevorzugten Zonen, zu vermeiden. Zwischen Baugrubenböschung und der Baugrubenverfüllung ist ein Vlies der GRK 3 als Trennelement zu verlegen.

Das Erfordernis einer dichten Schicht gemäß Richtzeichnung Was 7 hängt von der Art der Gründung ab und wäre bei einer Flachgründung in feinkörnig dominierten Böden, wie den Schichten 2 und 6 gegeben.

Der Aushub aus dem Schutt (Schicht 3) kann unter Voraussetzung der Separierung und einer geeigneten Zwischenlagerung / Entwässerungsmöglichkeit grundsätzlich für den Einbau im übrigen Hinterfüllbereich verwendet werden.

Alternativ oder ergänzend kann es sinnvoll sein, für eine mengen- und kostenmäßig abgesicherte Planung, Ausschreibung und nicht zuletzt Bauausführung, das gesamte Aushubmaterial oder Teile davon durch den AN entsorgen zu lassen und für die Hinterfüllung Liefermaterial im Sinne der oben angegebenen Böden vorzugeben. Dies würde unter Nachweis der Eignung den Wiedereinbau von Aushubböden als Liefermaterial des Unternehmers nicht ausschließen.

Vor Einbau von Lieferböden bedarf es grundsätzlich der Zustimmung des AG und seiner BÜ unter Vorlage der Eignungsnachweise.

Grundsätzlich ist für alle einzubauenden Böden eine Einstufung Z0 nach LAGA M20 bzw. BM 0 oder BM-F0* nach Ersatzbaustoffverordnung (EBV) zu fordern.

Im Baugrubenverfüllbereich der Stützwände wird die Straße wiederherzustellen sein. Dies sollte grundhaft mit Ertüchtigung des Planums entsprechend den derzeit gültigen Regelungen und insbesondere mit Bemessung des frostsicheren Oberbaus nach RStO 12 erfolgen.

Dafür können folgende Grundwerte angesetzt werden:

Frostempfindlichkeit Untergrund F3:	Mindestdicke frostsicherer Oberbau Bk3,2 bis Bk1,0: 60 cm, Bk0,3: 50 cm
Frosteinwirkungszone II:	Mehrdicke + 5 cm
keine besonderen Klimaeinflüsse:	± 0 cm Mehr-/ Minderdicke
Wasserverhältnisse günstig:	± 0 cm Mehr-/ Minderdicke
Lage der Gradienten:	± 0 cm Mehr-/ Minderdicke
Entwässerung Fahrbahn:	Entwässerung über Entwässerungsrinnen / Straßeneinläufe ± 0 cm Mehr-/ Minderdicke

Die angegebenen Bemessungskriterien sind vom Planer hinsichtlich konstruktiver Aspekte zu überprüfen und verstehen sich als Vorschlag aus fachtechnischen Erwägungen der vgs auf Basis des vorliegenden Kenntnisstandes.

6. UMWELTRELEVANTE UNTERSUCHUNGEN

6.1 Allgemeines

Seit dem 1. August 2023 gelten neue abfallrechtliche Regelungen, die sämtliche bisherige länder-spezifische Regelungen außer Kraft setzen.

Es handelt sich dabei um die sogenannte Mantelverordnung /UU9/ (Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung), die mit ihrer Veröffentlichung im Bundesgesetzblatt Nr. 43/2021 vom 16. Juli 2021 bekannt gegeben wurde.

Kernstück der Mantelverordnung ist die Ersatzbaustoffverordnung (Verordnung über Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technische Bauwerke, kurz *EBV*, die erstmalig bundeseinheitlich und rechtsverbindlich Anforderungen an den Umgang mit mineralischen Ersatzbaustoffen (z.B. RC-Baustoffe aus Bau- und Abbruchabfällen und Bodenaushub) enthält.

Die vgs InGeo GmbH wurde mit der Durchführung und Auswertung von Untersuchungen gemäß aktueller Verordnungslage (Ersatzbaustoffverordnung) beauftragt. Um die Möglichkeiten der Planung von Entsorgungen zu vergrößern bzw. da die konkreten Entsorgungswege noch nicht bekannt sind, wurden als Doppeluntersuchungen zusätzlich entsprechende umweltrelevante Untersuchungen nach LAGA vorgenommen.

Die Analytik führte das Thüringer Umweltinstitut Henterich GmbH aus Krauthausen bei Eisenach durch.

Maßgeblich zur Bewertung der Grundwassergeschütztheit ist die konkrete Eingriffstiefe (Flach- oder Tiefgründung), so dass Aussagen hierzu regelmäßig durch den Planer im Zuge des Planungsfortschrittes getroffen und angepasst werden müssen. Derzeit ist eine günstige Eigenschaft der Grundwasserdeckschicht im Sinne der EBV, Anlage 2 und 3 abzuleiten (grundwasserfreie Sickerstrecke bezogen auf die Eingriffstiefe des Bauvorhabens $\geq 1,5$ m).

Alle nachfolgend beschriebenen chemischen Untersuchungen sind als Stichproben im Sinne einer Voruntersuchung zu betrachten.

Das Auftreten höher bzw. andersartig belasteten Aushubmaterials kann anhand der Untersuchungen nicht zweifelsfrei ausgeschlossen werden.

Sofern keine weiteren Erkenntnisse vorliegen, ist allerdings eine Übertragung der Ergebnisse auf definierte, zuordenbare Abschnitte im Rahmen der Maßnahme möglich.

6.2 Asphalt

Insgesamt wurden 7 Asphaltkerne gesondert im Vorfeld der Sondier-/ Bohrarbeiten ausgebohrt.

Im vgs-eigenem Labor wurden die Asphaltbohrkerne zunächst einer qualitativen Voruntersuchung hinsichtlich ihrer Pechbelastung unterzogen. Die Kerne waren alle unauffällig (vgl. Anlage 3.5).

Eine Pechbelastung kann für eine beim Ansprühverfahren unauffällige Probe noch nicht ausgeschlossen werden, da z. B. eine erkennbare Fluoreszenz unter UV-Lichtbestrahlung i. d. R. erst ab etwa 40 ... 50 mg/kg PAK (bezogen auf TS) auftritt, Ausbauasphalt aber bereits ab 25 mg/kg TS als pechbelastet gilt.

Es wurden die in nachfolgender Tabelle aufgeführten Asphaltkerne /-abschnitte quantitativ auf PAK und Phenole untersucht.

In der Tabelle 25 sind die maßgebenden Parameter und die Zuordnung in Verwertungsklasse nach RuVA-StB 01¹ zusammengestellt (siehe Anlage 3.6).

Tab. 25: Ergebnisse der quantitativen Asphaltuntersuchungen

Probe	Beprobungsabschnitt [cm]	Summe PAK in mg/kg	Phenolindex in mg/l	Verwertungsklasse nach RuVA-StB 01
R1.1	0 - 18	0,8	< 0,01	A
R3.1	0 - 23	n.n.	< 0,01	A
R6.1	0 – 17,5	3,1	< 0,01	A

Der untersuchte Asphalt ist in die Verwertungsklasse A einzustufen.

Ausbauasphalt der Verwertungsklasse A kann als Asphaltgranulat im Heißmischverfahren wiederverwertet werden.

Dabei ist ein Einsatz in Asphaltmischanlagen und im Baustellenmischverfahren möglich.

Weiterhin ist eine Wiederverwertung im Kaltmischverfahren mit und ohne Bindemittel möglich. Im Falle der Beseitigung ist dem Ausbauasphalt anhand der Analyseergebnisse die **AVV-Schlüssel-Nr. 17 03 02 (nicht gefährlich)** zuzuweisen.

Die Untersuchungen sind als Stichproben zu betrachten. So keine anderen Erkenntnisse vorliegen, können die Untersuchungsergebnisse auf die zugehörigen Deckenabschnitte übertragen werden.

¹ FGSV, Arbeitsgruppe Asphaltstraßen: Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen und für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau, RuVA– StB 01 (Fassung 2005)

6.3 Beton

Aus dem Beton der Stützwand wurden 2 Mischproben gebildet:

Be1 – TBW B

Be2 – TBW A.

Analysiert wurde nach EBV, Recycling-Baustoffe, Anlage 1, Tabelle 1, ergänzend wurden die Überwachungswerte bestimmt.

Tab. 26: Probenbildung Beton

Probenbezeichnung	Aufschluss	Einzelproben	Tiefenbereich [m u. GOK]	Baugrundsichten
Be1	HB 1, SB 1	HB1.1, SB1.1	0 – 0,98	1.5
Be2	VB 1-2	VB1.1, VB1.2	0 – 0,56	1.5

Anlage 3.7 enthält die gemäß EBV gültigen Materialwerte für Recycling-Baustoffe sowie die Überwachungswerte einschließlich der Gegenüberstellung der Laborergebnisse.

Die Anlage 3.8 enthält die zugehörigen Laborprüfberichte.

In der nachstehenden Tabelle sind die Resultate der Analysen und die Zuordnungswerte bzw. Materialklasse zusammengefasst dargestellt.

Tab. 27: Einstufung Beton

Probe	Materialklasse nach EBV	Parameter Materialwert	Überwachungswerte eingehalten
Be1	RC-1	keine Materialwert-überschreitung	ja
Be2	RC-2	PAK (7,51 µg/l)	ja

Im Ergebnis der durchgeführten Analysen ist die Betonprobe **Be1** aus dem **TBW B** der Materialklasse **RC-1** gemäß Ersatzbaustoffverordnung zuzuordnen (keine Materialwertüberschreitung, da die erhöhte Leitfähigkeit von frisch gebrochenem Beton vernachlässigt werden kann).

Die Betonmischprobe **Be2** aus dem TBW A ist aufgrund eines erhöhten PAK-Gehaltes im Eluat in die Materialklasse **RC-2** einzustufen.

Die Überwachungswerte werden von allen Mischproben eingehalten.

Entsprechend der bisherigen Analysenergebnisse ist allen Betonmischproben die AVV-Nummer **17 01 01** zuzuweisen.

6.4 Auffüllung >10 – 50 Vol.-% Fremdbestandteile

Aus den Auffüllungen mit einem Anteil an Fremdbestandteilen von >10 Vol.-% (Schicht 1.4) wurden 2 Mischproben erstellt:

- F1 = TBW B
- F2 = TBW A.

Bei den angetroffenen Fremdbestandteilen handelt es sich um Beton-/Ziegelreste, lokal auch Glas-schlacke.

Das Material wird gemäß Anlage 1, Tabelle 3 der Ersatzbaustoffverordnung zur Einstufung nach BM-F einschließlich pH-Wert im Feststoff und Eluat untersucht.

Weiterhin wurden im Sinne einer Doppeluntersuchung (Infoblatt 12 TLBV) die Parameter nach LAGA, M 20 (1997) TR Bauschutt, Komplettuntersuchungsprogramm bestimmt.

Tab. 28: Probenbildung Auffüllungen >10 – 50 Vol. % Fremdbestandteile

Probenbe- zeichnung	Aufschluss	Einzelproben	Tiefenbereich [m u. GOK]	Baugrund- schichten
F1	RKS 8	R8.2-8.3	0,2 – 1,2	1.4
F2	RKS 11	R11.2	0,2 – 0,6	1.4

Die Anlage 3.9 enthält die tabellarische Zusammenfassung der, bisher in Thüringen gültigen Zuordnungswerte nach Infoblatt 8 - TLBV, Anlage 3.11 der gemäß EBV gültigen Materialwerte für Bodenmaterial / Baggergut einschließlich der Gegenüberstellung der Laborergebnisse, Anlage 3.10 und Anlage 3.12 die zugehörigen Laborprüfberichte.

In der nachstehenden Tabelle ist das Resultat der Analyse und die Zuordnung zusammengefasst dargestellt.

Tab. 29: Einstufung Auffüllung >10 – 50 Vol.-% Fremdbestandteile

Probe	Zuordnungs- wert nach LAGA	Parameter Zuordnungswert	Material- klasse nach EBV	Parameter Materialwert
F1	Z1.1	keine Zuordnungswert- überschreitung	BM-F1	Arsen (15 µg/l)
F2	Z1.2	Phenolindex (12 µg/l)	BM-F1	PAK (0,42µg/l)

Die Probe **F1** weist gemäß LAGA (Infoblatt 8) keine Zuordnungswertüberschreitung (**Z1.1**) auf. Gemäß EBV ist sie in die Materialklasse **BM-F1** aufgrund eines erhöhten Arsen-Gehaltes im Eluat einzustufen.

Die Probe **F2** ist gemäß LAGA (Infoblatt 8) aufgrund eines erhöhten Phenolindex in die Zuordnung **Z1.2** einzustufen. Gemäß EBV ist sie in die Materialklasse **BM-F1** aufgrund eines erhöhten PAK-Gehaltes im Eluat einzustufen.

Die Aushubböden sind als **nicht gefährlicher Abfall (AVV-Schlüssel-Nr. 17 01 07)** zu deklarieren.

6.5 Auffüllungen

Aus den Auffüllungen mit < 10 Vol. % Fremdbestandteilen wurden lagespezifisch zwei Mischproben erstellt:

A1 = TBW B
A2 = TBW A.

Es wurden der Parameterumfang gemäß Anlage 1, Tabelle 3 der Ersatzbaustoffverordnung zur Einstufung nach BM-0* einschließlich pH-Wert im Feststoff und Eluat sowie gemäß Doppeluntersuchungsprogramm TLBV Infoblatt 12 die Parameter nach LAGA, M 20 (1997) TR Boden, Komplettuntersuchungsprogramm zzgl. TOC untersucht.

Tab. 30: Probenbildung Auffüllungen

Probenbezeichnung	Aufschluss	Einzelproben	Tiefenbereich [m u. GOK]	Baugrundsichten
A1	RKS 1-3, RKS 8-9	R1.2, R2.2-2.3, R3.2-3.3, R8.1, R9.2-9.3	0,06 – 2,4	1.1, 1.2, 1.3
A2	RKS 4-7, RKS 10-11	R4.2-4.4, R5.2-5.5, R6.2-6.3, R7.2-7.3, R10.2, R11.3	0,15 – 1,7	1.1, 1.3

Anlage 3.13 enthält die tabellarische Zusammenfassung der, bisher in Thüringen gültigen Zuordnungswerte nach Infoblatt 8 TLBV, Anlage 3.15 der gemäß EBV gültigen Materialwerte für Bodenmaterial / Baggergut einschließlich der Gegenüberstellung der Laborergebnisse. Die Anlagen 3.14 und 3.16 enthalten die zugehörigen Laborprüfberichte. In der nachstehenden Tabelle ist das Resultat der Analysen und die Zuordnung zusammengefasst dargestellt.

Tab. 31: Einstufung Auffüllungen

Probe	Zuordnungswert nach LAGA	Parameter Zuordnungswert	Materialklasse nach EBV	Parameter Materialwert
A1	Z0	keine Zuordnungswertüberschreitung	BM-F1	PAK (0,44 µg/l)
A2	Z2	Chlorid (42 mg/l)	BM-F3 BM-F1 BM-F0*	Leitfähigkeit (1.180 µS/cm) PAK (0,44 µg/l) Quecksilber (0,22 µg/l)

Die Probe **A1** weist gemäß LAGA (Infoblatt 8) keine Zuordnungswertüberschreitung (**Z0**) auf und ist gemäß EBV aufgrund eines erhöhten PAK-Gehaltes in die Materialklasse **BM-F1** einzustufen.

Die Probe **A2** sind aufgrund eines erhöhten Chlorid-Gehaltes gemäß LAGA (Infoblatt 8) in die Zuordnung **Z2** und gemäß EBV aufgrund einer erhöhten Leitfähigkeit in die Materialklasse **BM-F3** einzustufen.

Gemäß § 21 – Behördliche Entscheidung - können in Gebieten, in denen die Hintergrundwerte der Grundwasserverordnung für eine hydrogeochemische Einheit den Wert der elektrischen Leitfähigkeit für die Materialklasse BM-F0* überschreiten, durch die Behörde (Umweltamt) für bestimmte Einbaumaßnahmen höhere (zulässige) Materialwerte für Bodenmaterial festgelegt werden.

Nach /UU 4/ sind die Aushubböden als **nicht gefährlicher Abfall (AVV-Schlüssel-Nr. 17 05 04)** zu deklarieren.

6.6 Untergrund

Aus dem gewachsenen Untergrund wurden lagespezifisch zwei Mischproben erstellt:

U1 = WL2 (Nordwesten)

U2 = WL1 (Südosten).

Es wurden der Parameterumfang gemäß Anlage 1, Tabelle 3 der Ersatzbaustoffverordnung zur Einstufung nach BM-0* einschließlich pH-Wert im Feststoff und Eluat sowie gemäß Doppeluntersuchungsprogramm TLBV Infoblatt 12 die Parameter nach LAGA, M 20 (1997) TR Boden, Komplettuntersuchungsprogramm zzgl. TOC untersucht.

Tab. 32: Probenbildung Untergrund

Probenbezeichnung	Aufschluss	Einzelproben	Tiefenbereich [m u. GOK]	Baugrundschichten
U1	RKS 1-3, RKS 8-9	R1.3, R2.5, R3.4-3.6, R8.4-8.5, R9.4-9.5	0,8 – 5,6	2, 3, 4, 6
U2	RKS 4-7, RLS 10-11	R4.6, R5.6, R6.5, R7.4-7.5, R10.3-10.4, R11.4	0,7 – 4,1	2, 3

Anlage 3.13 enthält die tabellarische Zusammenfassung der, bisher in Thüringen gültigen Zuordnungswerte nach Infoblatt 8 TLBV, Anlage 3.15 der gemäß EBV gültigen Materialwerte für Bodenmaterial / Baggergut einschließlich der Gegenüberstellung der Laborergebnisse. Die Anlagen 3.14 und 3.16 enthalten die zugehörigen Laborprüfberichte. In der nachstehenden Tabelle ist das Resultat der Analysen und die Zuordnung zusammengefasst dargestellt.

Tab. 33: Einstufung Untergrund

Probe	Zuordnungswert nach LAGA	Parameter Zuordnungswert	Materialklasse nach EBV	Parameter Materialwert
U1	Z1.2	Chlorid (19,6 mg/l)	BM-F3 BM-F1 BM-F0*	Leitfähigkeit (584 µS/cm) PAK (0,38 µg/l) Arsen (9 µg/l)
U2	Z2 Z1.1	Chlorid (21,1 mg/l) TOC (0,51 M%)	BM-F3 BM-F2	Leitfähigkeit (584 µS/cm) Arsen (32 µg/l) PAK (2,2 µg/l)

Die Probe **U1** ist aufgrund eines erhöhten Chlorid-Gehaltes gemäß LAGA (Infoblatt 8) in die Zuordnung **Z1.2** und gemäß EBV aufgrund einer erhöhten Leitfähigkeit in die Materialklasse **BM-F3** einzustufen.

Die Probe **U2** ist aufgrund eines erhöhten Chlorid-Gehaltes gemäß LAGA (Infoblatt 8) in die Zuordnung **Z2** und gemäß EBV aufgrund einer erhöhten Leitfähigkeit in die Materialklasse **BM-F3** einzustufen.

Gemäß § 21 – Behördliche Entscheidung - können in Gebieten, in denen die Hintergrundwerte der Grundwasserverordnung für eine hydrogeochemische Einheit den Wert der elektrischen Leitfähigkeit für die Materialklasse BM-F0* überschreiten, durch die Behörde (Umweltamt) für bestimmte Einbaumaßnahmen höhere (zulässige) Materialwerte für Bodenmaterial festgelegt werden.

Nach /UU 4/ sind die Aushubböden als **nicht gefährlicher Abfall (AVV-Schlüssel-Nr. 17 05 04)** zu deklarieren.

6.7 Hinweise zur Verwertung / Beseitigung von Ausbaustoffen

Im Rahmen der Analysen zu diesem Gutachten wurden Ausbaustoffe der Zuordnungen Z0, Z1.2, Z2 sowie die Materialklassen BM-F1, BM-F3, RC-1, RC-2 angetroffen.

Aushubmaterial der Zuordnungsklasse Z0 ist aus umwelttechnischer Sicht uneingeschränkt wieder verwertbar, sowohl bei bodenähnlicher Anwendung als auch beim Einbau in technischen Bauwerken.

Aushubmaterial der Zuordnungen Z1.2, Z2 bzw. Materialklassen BM-F1, BM-F3, RC-1, RC-2 ist aus umwelttechnischer Sicht eingeschränkt in technischen Bauwerken einbaubar.

Die Einsatzmöglichkeiten der Ausbaustoffe / mineralischen Ersatzbaustoffe dieser Zuordnung sind im Detail der LAGA bzw. der EBV zu entnehmen.

Sollte eine Verwertung außerhalb dieses Gebietes angedacht sein, so ist über die Verwertungseignung im Einzelfall mit dem zuständigen Amt abzustimmen.

7. ANMERKUNGEN

Die vgs InGeo GmbH führte auftragsgemäß die Erkundung, Untersuchung und Begutachtung des Baugrundes für das Bauvorhaben

L2290, Günserode, Stützwand, Teilbauwerke A und B

durch.

Es wurden die für eine Ausschreibung, Planung und Berechnung der Baumaßnahme sowie zur Bau-
durchführung nach derzeitigem Kenntnisstand notwendigen Hinweise und bodenmechanischen
Kennwerte und Empfehlungen für die Brückenbaumaßnahme angegeben.

Die jeweiligen Baugrundverhältnisse an den Untersuchungspunkten wurden aufgezeigt.

Es empfehlen sich bei der Bauausführung eine sorgfältige Überwachung aller Arbeiten und ein Ver-
gleich zwischen den Untersuchungsergebnissen und den tatsächlich angetroffenen Verhältnissen.

Verfahrensspezifische Hinweise hinsichtlich Bauausführung und Gründung haben empfehlenden
Charakter. Auf die tatsächlichen Verhältnisse (Jahreszeit, Witterung o. Ä.) während der Bauaus-
führung ist entsprechend zu reagieren.

Bei wesentlichen Änderungen der geplanten Baumaßnahme gegenüber den vorliegenden Unter-
lagen zum Zeitpunkt der Begutachtung (insbesondere andere lage- und höhenmäßige Anordnung
und andere konstruktive Details u. Ä.) verlieren die entsprechenden Aussagen des Gutachtens ihre
Gültigkeit. In solchen Fällen empfehlen wir eine Rücksprache mit unserem Büro, bei der zu klären
ist, ob zusätzliche Untersuchungen erforderlich sind bzw. wie weiter zu verfahren ist.

Treten bei den Bauarbeiten grundsätzliche Abweichungen von den im Gutachten gemachten
Angaben zur Baugrundsichtung oder sonstige unerwartete Situationen im Untergrund auf, sind
wir unverzüglich zu informieren.

<— Ende des Berichtes —>