

Gutachten über **Baugrund und Gründung** (Geotechnischer Bericht)

Erfurt, Juri-Gagarin-Ring, 2. BA
Trommsdorffstraße bis Krämpferstraße

Auftraggeber: SWE Netz GmbH
Magdeburger Allee 34
99086 Erfurt

vgs-Projekt-Nr.: 250075

Dieser Bericht umfasst 48 Seiten und 5 Anlagenkomplexe.


Erfurt, den 15.08.2025



Dipl.-Ing. M. Kirschstein
Geschäftsführer



Dipl.-Geol. S. Schulze
Projektgeologin



Dipl.-Ing. R. Lein
Doctor of Engineering
Projektbearbeiter

Die vgs InGeo GmbH besitzt das Urheberrecht an diesem Bericht. Er darf nur im Zusammenhang mit dem behandelten Bauvorhaben verwendet werden. Die, auch auszugsweise, Vervielfältigung und / oder Weitergabe an nicht am Vorhaben Beteiligte ist nur mit Zustimmung der Verfasser zulässig.

INHALTSVERZEICHNIS

1.	ALLGEMEINES	8
1.1	BAUVORHABEN UND GEGENSTAND DES GUTACHTENS	8
1.2	GEOTECHNISCHE KATEGORIE NACH DIN 1054: 2010-12	8
2.	ÖRTLICHE VERHÄLTNISSE	9
3.	BAUGRUNDERKUNDUNG	13
3.1	FELDUNTERSUCHUNGEN	13
3.2	LABORUNTERSUCHUNGEN	14
4.	BAUGRUNDVERHÄLTNISSE	15
4.1	GEOLOGISCHE SITUATION	15
4.2	BAUGRUNDSCHICHTUNG, SCHICHTEIGENSCHAFTEN	16
4.3	KENNWERTE UND EIGENSCHAFTEN GEMÄß VOB, TEIL C - HOMOGENBEREICHE	24
4.4	RECHENWERTE	25
4.5	GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE	26
5.	GRÜNDUNGSTECHNISCHE SCHLUSSFOLGERUNGEN LEITUNGSBAU	27
5.1	ALLGEMEINES	27
5.2	GRABENAUSHUB UND VERBAUARTEN	28
5.3	GRABENSOHLE	31
5.4	WASSERHALTUNG	33
5.5	LEITUNGSZONE	33
5.6	HAUPTVERFÜLLUNG	34
5.7	HINWEIS ZUR VERDICHTUNG	36
5.8	SCHÄCHTE	37
5.9	NACHBARBEBAUUNG	37
5.10	FILTERSTABILITÄT	37
5.11	EMPFEHLUNGEN ZUM DECKENSCHLUSS	38
6.	UMWELTRELEVANTE UNTERSUCHUNGEN	41
6.1	ALLGEMEINES	41
6.2	ASPHALT	42
6.3	BETON	43
6.4	AUFFÜLLUNG > 10 – 50 VOL.-% FREMDBESTANDTEILE	44
6.5	UNTERGRUND	46
6.6	HINWEISE ZUR VERWERTUNG / BESEITIGUNG VON AUSBAUSTOFFEN	47
7.	ANMERKUNGEN	48

Unterlagen- und Quellenverzeichnis

Projektbezogene Unterlagen und Quellen

- UP 1 Angebotsanfrage SWE vom 26.03.25
- UP 2 Angebote 250060 und 250097 vgs vom 01.04. und 23.05.2025
- UP 3 Aufträge SWE vom 13.05. und 03.06.2025
- UP 4 Thüringen Viewer (Internet, Stand Juli 2025)
- UP 5 Kartendienste der TLUBN (Internet, Stand Juli 2025)
- UP 6 Poch+Zänker: Lageplan mit Planung, Schnitte (digital, Arbeitsstand Mai 2025)
- UP 7 Ingenieurgeologische Karte, M 1:100.000, M 32 – 47 (Erfurt)
- UP 8 Geotechnischer Bericht: Erfurt, RÜB Müfflingstraße. - vgs InGeo GmbH (Proj.-Nr. 200086), Juni 2021
- UP 9 Geotechnischer Bericht: Erfurt, Juri-Gagarin-Ring, 1. BA, Bahnhofstraße bis Trommsdorffstraße. - vgs InGeo GmbH (Proj.-Nr. 250074), Juli 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 Bodenbehandlung mit Bindemitteln M BmB, FGSV, Ausgabe 2021
- 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, RiSt-Wag, 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, Thür. 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

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 Informationsblätter Abfall Nr.1 bis Nr. 12 des TLBV
- UU 7 ARS Nr. 16/2015: Regelungen zur Verwertung von Straßenausbaustoffen mit teer-/ pechtypischen Bestandteilen in Bundesfernstraßen. – TMfIL, Erfurt, 24.03.2017
- UU 8 Erlass zu den Anforderungen an die Entsorgung von Ausbauasphalt und Ausbaustoffen mit teer-/ pechtypischen Bestandteilen (pechhaltiger Straßenaufbruch) des TMUEN vom 17.07.2017
- UU 9 Mantelverordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung (ErsatzbaustoffV), zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) und zur Änderung der Deponieverordnung (DepV) und der Gewerbeabfallverordnung (GewAbfV), BGBl. Nr. 43 vom 16.07.2021
- UU 10 Bindemittel - Schnellverfahren -, Ausgabe 2000
- UU 11 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 12 Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 20, Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen / Abfällen – Technische Regeln - Stand 06.11.1997
- UU 13 Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (TR LAGA), Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen, Teil III: Probenahme und Analytik, Stand 05.11.2004
- UU 14 Übergangsempfehlungen zur Anpassung des LAGA M 20 „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen / Abfällen – Technische Regeln – (Stand: 6. November 1997)“ an die diesbezügliche ACK/UMK-Beschlusslage, TMLNU, Stand 11.02.2004
- UU 15 Technische Hinweise der LAGA, Technische Hinweise zur Einstufung von Abfällen nach ihrer Gefährlichkeit, Stand Februar 2024
- UU 16 Hinweise zur Einstufung von Abfällen, TLUBN, Stand 15.04.2024

TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 1:	Felderkundung 2025	13
Tab. 2:	Laboruntersuchungen	14
Tab. 3:	Aufbau / Mächtigkeit Oberbau (Schicht 1.1), Straßen	17
Tab. 4:	Aufbau / Mächtigkeit Oberbau (Schicht 1.1), Gehwege	18
Tab. 5:	Klassifizierung / Eigenschaften Schicht 1.1 – ungebundene Tragschicht	19
Tab. 6:	Klassifizierung / Eigenschaften Schicht 1.2 – Auffüllung, grob-/ gemischtkörnig	20
Tab. 7:	Klassifizierung / Eigenschaften Schicht 1.3 – Auffüllung, feinkörnig	21
Tab. 8:	Klassifizierung / Eigenschaften Schicht 1.4 – Auffüllung >10 – 50 Vol.% Fremdbestandteile	22
Tab. 9:	Eigenschaften / Klassifizierungen Schicht 2 – Schwemmlern	23
Tab. 10:	Eigenschaften / Klassifizierungen Schicht 3 – Terrassenschotter	24
Tab. 11:	Rechenwerte	26
Tab. 12:	Graben-/ Baugrubenböschungen (oberhalb GW-Spiegel)	28
Tab. 13:	Anforderungen an die Grabenhauptverfüllung nach ZTVE-StB 17	34
Tab. 14:	Mehr- oder Minderdicken infolge örtlicher Verhältnisse (RStO 12, Tab. 7)	38
Tab. 15:	Ergebnisse der quantitativen Asphaltuntersuchungen	42
Tab. 16:	Probenbildung Beton	43
Tab. 17:	Einstufung Beton	43
Tab. 18:	Probenbildung Auffüllungen > 10 – 50 Vol. % Fremdbestandteile	44
Tab. 19:	Einstufung Auffüllung > 10 – 50 Vol. % Fremdbestandteile	45
Tab. 20:	Einstufung nach DepV	46
Tab. 21:	Probenbildung Untergrund	46
Tab. 22:	Einstufung Untergrund	47

ANLAGENVERZEICHNIS

- A 1 Lagepläne
 - A 1.1 Übersichtslageplan M 1:100.000 (Auszug aus UP4)
 - A 1.2 Lageplan M 1:10.000 (Auszug aus UP4)
 - A 1.3 Aufschlussplan M 1:500 (gemäß UP6)
 - A 1.4 Lageplan mit Visualisierung Bereich Beton unter Asphalt
- A 2 Ergebnisse der Felduntersuchungen
 - A 2.1 Trommsdorffstraße – Juri-Gagarin-Ring 122: Bodenprofile RKS 5 bis 7, RKS 1/20 und RKS 2/20
 - A 2.2 Juri-Gagarin-Ring 122 - Krämpferstraße: Bodenprofile RKS 8-9, RKS 21 und RKS 22
 - A 2.3 Gehweg Ost: Bodenprofile RKS 13, RKS 15, RKS 16 und D R15
 - A 2.4 Nebenanlagen West: Bodenprofile RKS 10-12 und RKS 17
- A 3 Laborergebnisse
 - A 3.1 Wassergehalte (1 Blatt)
 - A 3.2 Kornverteilungskurven (1 Blatt)
 - A 3.3 Zustandsgrenzenbestimmung (1 Blatt)
 - A 3.4 Qualitative Voruntersuchung Asphalt (2 Blatt)
 - A 3.5 Prüfberichte Asphaltuntersuchungen (6 Blatt)
 - A 3.6 Auswertung Untersuchung Beton nach LAGA Bauschutt (1 Blatt)
 - A 3.7 Prüfberichte Untersuchung Beton nach LAGA Bauschutt (9 Blatt)
 - A 3.8 Auswertung EBV RC Untersuchung (1 Blatt)
 - A 3.9 Prüfbericht EBV RC Untersuchung (9 Blatt)
 - A 3.10 Auswertung Untersuchung Auffüllung nach LAGA Bauschutt (1 Blatt)
 - A 3.11 Auswertung Untersuchung Auffüllung nach DepV (1 Blatt)
 - A 3.12 Prüfberichte Untersuchung Auffüllung nach LAGA Bauschutt (9 Blatt)
 - A 3.13 Auswertung EBV BM-F Untersuchung (1 Blatt)
 - A 3.14 Prüfbericht EBV BM-F Untersuchung (9 Blatt)
 - A 3.15 Auswertung Untersuchung Untergrund nach LAGA Boden (1 Blatt)
 - A 3.16 Prüfberichte Untersuchung Untergrund nach LAGA Boden (9 Blatt)
 - A 3.17 Auswertung EBV BM-0* Untersuchung Untergrund (1 Blatt)
 - A 3.18 Prüfberichte EBV BM-0* Untersuchung Untergrund (12 Blatt)
- A 4 Schematische geotechnische Schnitte
 - A 4.1 Längsschnitt TW-Leitung Knoten 5 bis Knoten 1 (1 Blatt)
 - A 4.2 Längsschnitt TW-Leitung Knoten 4 bis Knoten 2 (1 Blatt)
 - A 4.3 Längsschnitt Kabelleerrohre/Kabelschächte Verkehrsleitzentrale (1 Blatt)

A 5 Kennwerte / Eigenschaften Boden und Fels / Homogenbereiche gemäß VOB-Normen

Anhang:

AH1: Kampfmittelfreigabeprotokoll. – analytec Dr. Steinhau GmbH, Chemnitz-Mittelbach,
10.07.2025 (4 Blatt)

1. ALLGEMEINES

1.1 Bauvorhaben und Gegenstand des Gutachtens

Im Zusammenwirken des Tiefbau- und Verkehrsamtes der Stadt Erfurt, dem Erfurter Entwässerungsbetrieb und den Stadtwerken SWE Erfurt soll die koordinierte Maßnahme

Erfurt, Juri-Gagarin-Ring, 2. BA, Trommsdorffstraße bis Krämpferstraße

ausgeführt werden. Als Planer fungiert das Ingenieurbüro Poch + Zänker aus Erfurt.

Im 2. BA ist ein Ersatzneubau der Trinkwasserleitungen (DN 300 GGG) zwischen den Knoten K1 (Krämpferstraße) und K5 (Trommsdorffstraße) auf einer Länge von ca. 350 m geplant. Die Trasse der Trinkwasserleitung ist überwiegend im rechten, östlichen Fahrstreifen der Fahrbahn Juri-Gagarin-Ring eingeordnet. Die Leitungstiefe schwankt zwischen ca. 1,9 und 2,0 m.

Ab Höhe Meyfartstraße wird nach Querung des Juri-Gagarin-Ringes (Länge ca. 22 m, von K2 bis K3) zusätzlich auf der Westseite, im Gehweg- bzw. Bereich der Parallestraße der Ersatzneubau einer Trinkwasserleitung DN 100 GGG (Länge ca. 175 m, von K2 bis K4) bis zur Trommsdorffstraße vorgesehen. Die Leitungstiefe schwankt zwischen ca. 1,7 und 2,1 m.

Zusätzlich sollen Kabelleerrohre / Kabelschächte beginnend am Schacht KF10 (Gehweg Trommsdorffstraße, Höhe Verkehrsinsel), danach Querung Juri-Gagarin-Ring und weiterer Verlauf im Gehwegbereich bis zur Meyfartstraße (KF90) für die Verkehrsleitzentrale neu verlegt werden (Länge ca. 210 m). Die Tiefenlage schwankt zwischen 1,0 und 1,5 m.

Außerdem werden noch Kabel bzw. Leerrohre der Elektroversorgung im Bereich Trommsdorffstraße / Müfflingstraße verlegt sowie im Einmündungsbereich Müfflingstraße ein Schacht (SBE) umgebaut.

Die Wiederherstellung der Oberflächen erfolgt im Deckenschluss unter Einsatz von Neumaterial.

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

- Kurzcharakteristik der Standortverhältnisse,
- Darstellung der Baugrundverhältnisse,
- die Angaben der bodenmechanischen Eigenschaften und Berechnungswerte der einzelnen Bodenschichten,
- Schlussfolgerungen und Empfehlungen für den Leitungsbau im offenen Graben mit Deckenschluss,
- umwelttechnische Untersuchungen und Einstufungen der Ausbaustoffe,
- Ableitung der Kennwerte und Eigenschaften und Empfehlungen zur Homogenbereichsbildung gemäß VOB 2019 für das Gewerk:
 - Erdarbeiten (DIN 18300), Geotechnische Kategorie GK 2
 - Landschaftsbauarbeiten (DIN 18320).

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.

Die zu untersuchende Maßnahme 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 ergibt sich keine Änderung der Einstufung.

2. ÖRTLICHE VERHÄLTNISSE

Das Bauvorhaben befindet sich im Freistaat Thüringen, Zentrum der Landeshauptstadt Erfurt.



Abb. 1: Blick entlang der Trasse nach Süden zur Trommsdorffstraße

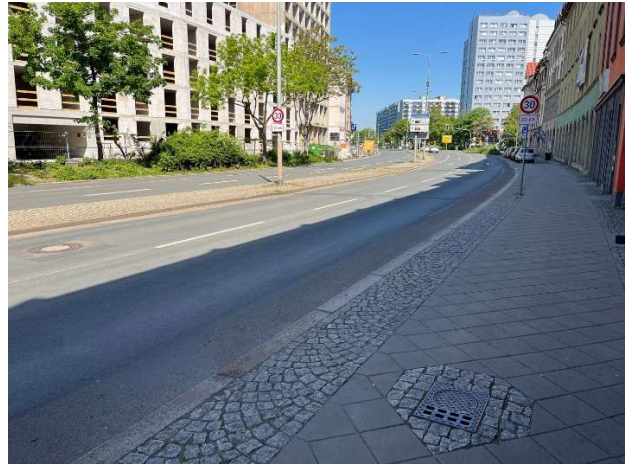


Abb. 2: Blick entlang der Trasse nach Norden zur Einmündung Meyfartstraße



Abb. 3: Blick über Kreuzung Juri-Gagarin-Ring mit Meyfartstraße nach Osten



Abb. 4: Blick von der Kreuzung Krämpferstraße nach Süden



Abb. 5: Blick entlang der Westseite des Juri-Gagarin-Rings mit Parallelstraße (derzeit Baustelle) nach Süden



Abb. 6: Blick über Verkehrsinsel und Kreuzung Juri-Gagarin-Ring mit Trommsdorffstraße nach Südosten

Der vierspurig ausgebaute Juri-Gagarin-Ring ist eine insgesamt 2,3 km lange Ringstraße, die den Kern der Erfurter Altstadt im Süden und Osten umgibt und die Innenstadt entlastet.

Der Verlauf des heutigen Juri-Gagarin-Rings zeichnet den Verlauf der ältesten, inneren Erfurter Stadtmauer aus der Zeit um 1000 nach. Vor dieser Mauer im Festungsgraben verlief bis 1898 die sog. Wilde Gera, ein Flussarm der Gera.

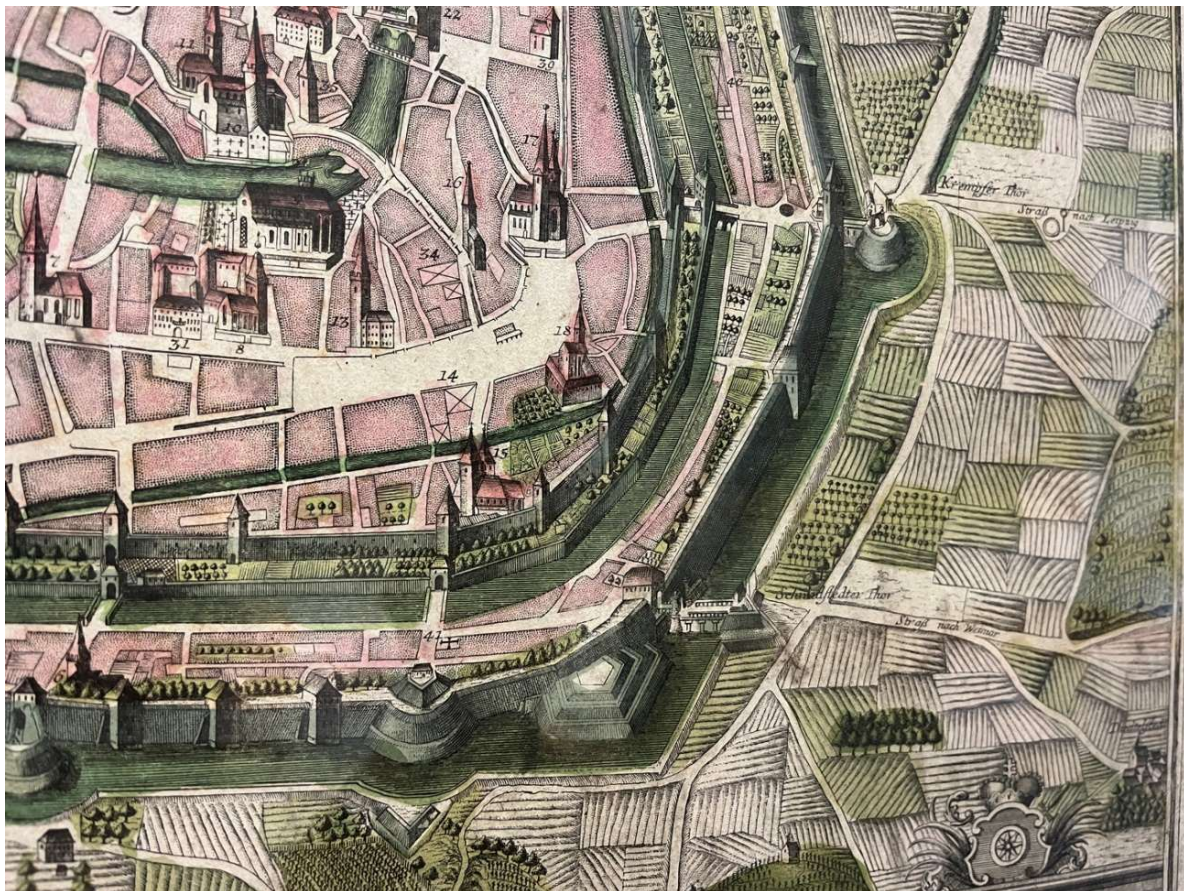


Abb. 7: Historische Karte von Seutter, 1740, mit Blick auf südliche Befestigungsanlage mit heutiger Bahnhofstraße (Beschriftung 41 für die Kirche St. Gangloff nördlich der runden Bastion – heute Bahnhofstunnel und südlich davon der Stadtgarten), Schmidtstedter Tor und Krämpfertor sowie Wassergraben (Quelle: Kartenarchiv vgs)

Nach der Entfestigung Erfurts wurde, um die Hochwassergefahr für die Altstadt zu bannen, der Flutgraben unter Nutzung des Festungsgrabens der äußeren Stadtmauer angelegt. Er verläuft parallel zum ehemaligen Verlauf der Wilden Gera etwa 200 Meter weiter außerhalb des mittelalterlichen Stadtkerns und kann wesentlich mehr Wasser abführen als ursprünglich die Wilde Gera. Das Bett der Wilden Gera wurde daraufhin unter Verwendung der Bausubstanz der abgerissenen Stadtmauer dann Ende des 19. Jahrhunderts zugeschüttet und darauf die Ringstraße gebaut, welche seit 1964 Juri-Gagarin-Ring heißt.



Abb. 8: Foto im Kreuzungsbereich Juri-Gagarin-Ring / Bahnhofstraße (alte Augustbrücke) noch vor der Verfüllung des Festungsgrabens, Blick nach Nordosten. Links im Bild die noch heute unverändert bestehende frühere Schule. Rechts im Hintergrund befindet sich der Vorgängerbau des Gründerzeitgebäudes Schmidtstedter Straße 1 (Quelle: Stadtarchiv Erfurt)



Abb. 9: Foto zum Zeitpunkt der Verfüllung um 1901, links die frühere Schule, welche unmittelbar auf der Ufermauer aufsitzt, rechts im Hintergrund der Vorgängerbau des Gründerzeitgebäudes Schmidtstedter Straße 1 (Quelle: Stadtarchiv Erfurt)

Beim Bau des Ringes wurden einige alte Häuser in diesem Bereich abgerissen und durch größere Neubauten ersetzt. Der „alte“ Juri-Gagarin-Ring ist heute noch zwischen Trommsdorff- und Meyfartstraße gut sichtbar. Nördlich der Meyfartstraße wurden ganze Altstadtbereiche, beispielsweise das Krämpferviertel, abgetragen. An ihre Stelle traten Plattenbauten und Parkplatzbereiche.



Abb. 10: Ansichtskarte Juri-Gagarin-Ring aus den 70er Jahren

Der 2. BA beginnt an der Kreuzung mit der Trommsdorffstraße und verläuft nach Norden über die Einmündung der Müfflingstraße und die Kreuzung mit der Meyfartstraße bis zur Kreuzung Krämpferstraße.

Östlich der Straße verläuft ein unterschiedlich befestigter Gehweg (Betonplatten, Betonpflaster, Asphalt).

Zwischen der Meyfartstraße und der Trommsdorffstraße existiert westlich noch eine Parallelstraße, die durch eine begrünte Inselfläche vom Juri-Gagarin-Ring abgetrennt wird. An ihrem südlichen Ende wird sie von einem von einer Verkehrsinsel kommenden gepflasterten Gehweg gequert.

Das vergleichsweise ebene Gelände fällt ganz schwach von ca. 195,4 m NHN (Trommsdorffstraße) bis auf ca. 194,8 m NHN (Krämpferstraße) nach Norden ein.

3. BAUGRUNDERKUNDUNG

3.1 Felduntersuchungen

Im Rahmen der Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden durch vgs insgesamt 12 Rammkernsondierungen (RKS) ausgeführt. Zusätzlich wurden nach Veranlassung des Planers aufgrund von erkundeten Oberbauunterschieden noch zwei verdichtende Aufschlüsse ausgeführt.

Aufgrund der Leitungsdichte und Auflagen im Zuge der Grabegenehmigung wurden zum Teil vorausseilende Handschachtung (HS) zur Feststellung der Leitungsfreiheit erforderlich. Bei RKS 15 wurde aufgrund von Befestigungsunterschieden noch eine Deckenbohrung (D R15) ausgeführt.

Die Aufschlüsse wurden fortlaufend zu /UP9/ nummeriert.

Tab. 1: Felderkundung 2025

lfd. Nr.	Bezeichnung	Tiefe [m]			Datum
		RKS	D	HS	
reguläre Aufschlüsse					
1	RKS 5	3,00	x		30.06.2025
2	RKS 6	3,00	x		01.07.2025
3	RKS 7	3,00	x		01.07.2025
4	RKS 8	3,00	x		01.07.2025
5	RKS 9	3,00	x		01.07.2025
6	RKS 10	3,00	x		04.07.2025
7	RKS 11	3,00	x		04.07.2025
8	RKS 12	3,00	x		01.07.2025
9	RKS 13	1,35	x	1,65	03.07.2025
10	RKS 15	1,30	x	1,7	03.07.2025
	D R15		x		03.07.2025
11	RKS 16	*	x	1,4	03.07.2025
12	RKS 17	*	x	0,47	04.07.2025
verdichtende Aufschlüsse					
1	RKS 21	*	x	0,05	02.07.2025
2	RKS 22	*	x	0,02	02.07.2025
	Summe:	26,65	15	5,3	

D = Kleinkernbohrungen / Deckenaufbruch, Stärke s. Tab. 3

* RKS aufgrund Leitungssituation / Unklarheiten nicht ausgeführt

Zusätzlich fanden noch die Aufschlüsse RKS 1/20 und RKS 2/20 aus /UP8/ Verwendung.

Nach Abschluss der Erkundungsarbeiten wurde der ursprüngliche Zustand des Geländes weitestgehend wiederhergestellt. Die Aufschlüsse wurden, sofern möglich, mit Bohr-/ Sondiergut verfüllt und der Deckenschluss entsprechend Ausgangszustand vorgenommen.

Die Aufschlüsse wurden lage- und höhenmäßig (m 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 ist dem Aufschlussplan Anlage 1.3 zu entnehmen. Anlage 2 enthält die Profildarstellungen.

3.2 Laboruntersuchungen

Aus den im Juni/Juli 2025 ausgeführten Aufschlüssen wurden insgesamt 52 Becherproben, 10 Asphalt- und 9 Betonkerne entnommen.

An den Aufschlussprofilen sind die Proben entsprechend ihrer Entnahmetiefe (diese ist noch einmal gesondert aufgeführt) angetragen.

Die Bezeichnung beginnt entsprechend der Probenart /-menge mit:

- K = Asphalt-/ Betonkern (ungestört)
- B = Becherprobe bis 1 l (gestört)

Anschließend folgen die vgs-Projektnummer und z. B. R1 für Rammkernsondierung Nummer 1. Dabei erfolgt die Nummerierung der Proben jeweils von oben / Geländeoberkante nach unten/ Endteufe. Bei der Bildung von Mischproben zur Durchführung umwelttechnischer Untersuchungen werden die verwendeten Einzelproben in den Tabellen in Abschnitt 7 aufgeführt.

An ausgewählten Proben wurden im vgs-eigenen boden-/ felsmechanischen Labor die in Tabelle 4, Zeilen 1 bis 4 aufgeführten Laborversuche /-untersuchungen vorgenommen.

Die chemischen Untersuchungen in Zeilen 5 bis 11 führte die Thüringer Umweltinstitut Henterich GmbH durch.

Tab. 2: Laboruntersuchungen

Zeile	Versuchsart	Vorschrift	Anzahl
1	Wassergehalt	DIN EN ISO 17892-1	(4)
2	Kombinierte Siebung	DIN EN ISO 17892-4	4
3	Zustandsgrenzen	DIN EN ISO 17892-12	1
4	qualitative Asphaltuntersuchung	Lacksprühmethode	11
5	quantitative Asphaltuntersuchung	DIN ISO 13877 / DIN EN ISO 14402	3
6	chemische Untersuchungen RC	EBV, Anlage 1, Tabelle 1	3
7	chemische Untersuchungen BM-F	EBV, Anlage 1, Tabelle 3	3
8	chemische Untersuchungen BM-0*	EBV, Anlage 1, Tabelle 3	3
9	chemische Untersuchungen Boden LAGA	LAGA M20 (1997) TR Boden, komplett zzgl. TOC / C/N	3
10	chemische Untersuchungen Bau- schutt LAGA	LAGA M20 (1997) TR Bauschutt, komplett	6
11	DepV (Ergänzung zu LAGA Bau- schutt)	DK0	1

(...) Wassergehalte aus Kornverteilung

Die Ergebnisse der Laboruntersuchungen 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.

Rammkernsondierungen werden im Sinne der Entnahme möglichst repräsentativer Proben sowie ausreichender Probenmengen für umweltrelevante Untersuchungen nach Ersatzbaustoffverordnung 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 bis Grobkies beschränkt.

Dies schließt nicht aus, dass gröberes Korn vorhanden sein kann. An den Aufschlussprofilen erfolgt die Schichtbeschreibung 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 Erfurter Keuper Mulde, einer Substruktur des Thüringer Beckens.

Der präquartäre Untergrund wird am Standort durch die Schichten des Mittleren Keupers, speziell des **Unteren Gipskeupers (kmGU)** gebildet. Bei diesem handelt es sich um eine Abfolge von grau-grünen bis rotvioletten Tonmergelsteinen sowie primär Gipseinlagerungen.

Gemäß /UP7/ befindet sich das Untersuchungsgebiet im Subrayon B-b-I-1, wo es aufgrund von Auslaugungserscheinungen zur lokalen Bildung von Spalten und kleineren Hohlräumen bei geringmächtigen Sulfateinschlaltungen kommen kann. Für die konkrete Bauaufgabe ist eine gesonderte technische Berücksichtigung der Auslaugungsproblematik im Sinne der Gründung aufgrund der praktisch auszuschließenden Eintrittswahrscheinlichkeit nicht erforderlich. Das Festgestein liegt weit unter der Baueinflusstiefe und ist mit mächtigen, ausgleichenden Terrassenschottern überdeckt.

Das Untersuchungsgebiet liegt im Bereich der sogenannten Tiefenrinne der Gera mit dokumentierten Mächtigkeiten der fluviatilen, weichselkaltzeitlichen **Niederterrassenschotter** der Gera von lokal über 15 m.

Die Schotter bauen sich aus einem breitgefächerten Spektrum stark mittelsandiger, mehr oder weniger stark verlehmteter Kiese mit vergleichsweise geringem Steinanteil auf. Die Kiese bestehen etwa zu 70 % aus porphyrischen Gesteinen, 24 % aus Kalkstein, 4 % aus Sandstein und 2 % aus Quarzen u. a. Gesteinen. Es handelt sich dabei um Material des Thüringer Waldes bzw. -Beckens.

Die Niederterrassenschotter werden unter natürlichen Bedingungen im Hangenden durch einen wechselnd sandigen, z. T. lößartigen **Schwemmlehm** überlagert.

Die natürlich gewachsenen Verhältnisse sind durch diverse Straßen- und Tiefbauarbeiten in unterschiedlichem Maße überprägt, d. h. die natürlich anstehenden Erdstoffe sind durch anthropogene **Auffüllungen** teilweise bzw. vollständig ersetzt bzw. überlagert.

Das Untersuchungsgebiet liegt nach DIN EN 1998-1:2010-12 in keiner Erdbebenzone.

4.2 Baugrundsichtung, Schichteigenschaften

Auf der Grundlage der ingenieurgeologischen Situation, der durchgeführten Baugrundaufschlüsse und ihrer Interpretation werden nachfolgend aufgeführte Schichten mit jeweils ähnlichem bodenmechanisch-/ grund-/ erdbautechnischen Verhalten unterschieden.

<u>Schicht 1:</u>	Auffüllung
<u>Schicht 2:</u>	Schwemmlehm
<u>Schicht 3:</u>	Terrassenschotter

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 die bautechnischen Eigenschaften bereits ab Feinkorngehalten von ca. 15 ... 20 M-% zunehmend von diesen dominiert werden.

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 1: Auffüllung

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

Zum Zwecke der detaillierten Beschreibung werden die Auffüllungen gleichlautend für beide Bauabschnitte weiter unterteilt in:

<u>Schicht 1.1:</u>	<i>Straßenoberbau</i>
<u>Schicht 1.2:</u>	<i>Auffüllung, grob-/ gemischtkörnig</i>
<u>Schicht 1.3:</u>	<i>Auffüllung, feinkörnig</i>
<u>Schicht 1.4:</u>	<i>Auffüllung, > 10 -50 Vol. % Fremdbestandteile</i>
<u>Schicht 1.5:</u>	<i>Beton</i>

Die Schicht 1.3 konnte im 2. BA nicht nachgewiesen werden. Sie ist nur im 1. BA /UP9/ beschrieben.

Mit Auffüllungen ist grundsätzlich im Bereich von bestehenden Straßen, Kabel- und Leitungstrassen sowie im Hinterfüllbereich von Bauwerken (alte Baugruben usw.) zu rechnen.

Insbesondere ist auf mögliche unterschiedliche Leitungsgrabenverfüllungen hinzuweisen, die z. B. Hindernisse (Rohre / Leitungen / Kabel, Steine / Blöcke, „sperrige“ Bestandteile) und / oder Stabilitätsprobleme (z. B. Nachbrechen kohäsionsarmer Böden) bei Aushubarbeiten mit sich bringen können.

Die erkundete Gesamtmächtigkeit der Auffüllungen schwankt zwischen 1,2 und 4,5 m.

Schicht 1.1: Straßenoberbau

Der Juri-Gagarin-Ring trägt von der Trommsdorff- bis zur Krämpferstraße eine drei- bzw. zweilagige Asphaltdecke. Die Müfflingstraße trägt eine einlagige und die Meyfartstraße sowie die westliche Parallelstraße eine zweilagige Asphaltdecke. In der westlichen Parallelstraße wurde in der RKS 11 unter dem Asphalt noch altes Basaltpflaster angetroffen. Die flächenmäßige Ausdehnung lässt sich anhand des nur einen Aufschlusses in dieser Straße nicht ableiten.

Unter dem Asphalt folgt ab etwa zwischen der Müfflingstraße und der Meyfartstraße sowie kurz vor der Kreuzung Krämpferstraße und in der Müfflingstraße selbst (vgl. Anlage 1.3), eine Betonunterlage von 11 bis 35 cm Stärke.

In nachfolgenden Tabellen werden die Aufschlüsse entsprechend ihrer Lage aufgeführt.

Tab. 3: Aufbau / Mächtigkeit Oberbau (Schicht 1.1), Straßen

Bezeichnung	Asphalt (Lagen) [cm]	Beton (Schicht 1.5) [cm]	ungebundene Tragschicht [cm]	Gesamt- mächtigkeit Oberbau [cm]	sonstige Auffül- lungen [m]
<i>Juri-Gagarin-Ring zw. Trommsdorffstraße und Müfflingstraße</i>					
RKS 5	21 (3)	-	29	50	0,5 (1.4) > 1,9 (1.2)
RKS 1/20	41 (2)	-	9	50	2,6 (1.2)
<i>Müfflingstraße</i>					
RKS 2/20	30 (1)	35	-	65	3,85 (1.2)
<i>Juri-Gagarin-Ring zw. Müfflingstraße und Meyfartstraße</i>					
RKS 6	16 (2)	22	12	50	0,4 (1.4) > 2,1 (1.2)
RKS 7	30 (2)	12	28	70	0,2 (1.4) > 2,1 (1.2)
RKS 21	27 (2)	18	> 5	> 50	n.e.
<i>Meyfartstraße</i>					
RKS 12	28 (2)	-	-	28	0,32 + 0,6 (1.4) 0,2 + > 1,6 (1.2)

Bezeichnung	Asphalt (Lagen) [cm]	Beton (Schicht 1.5) [cm]	ungebundene Tragschicht [cm]	Gesamt- mächtigkeit Oberbau [cm]	sonstige Auffül- lungen [m]
<i>Juri-Gagarin-Ring zw. Meyfartstraße und Krämpferstraße</i>					
RKS 8	45 (2)	-	-	45	0,45 (1.4) > 2,1 (1.2)
RKS 22	38 (2)	-	> 2	> 40	n.e.
RKS 9	23 (2)	11	26	60	1,3 (1.4) > 1,1 (1.2)
<i>westliche Parallelstraße</i>					
RKS 11	16 (2)	-	64*	80	> 2,2 (1.2)

n.e....nicht erkundet

*...oberste 9 cm Basaltpflaster

In Anlage 1.4 wurde die Verbreitung der Bereiche mit Beton unter dem Asphalt zur linienhaften Visualisierung farblich dargestellt. Dort, wo zwischen 2 Aufschlüssen ein unterschiedlicher Aufbau erkundet wurde, wurde die Betonverbreitung hypothetisch bis zur Mitte zwischen den jeweiligen Aufschlüssen gezogen und mit einem Fragezeichen versehen.

Die Mächtigkeit der ungebundenen Tragschicht in den Straßenbereichen schwankt sehr stark zwischen 9 und 64 cm.

Tab. 4: Aufbau / Mächtigkeit Oberbau (Schicht 1.1), Gehwege

Bezeichnung	Asphalt (Lagen) [cm]	Betonplatte /-pflaster (Schicht 1.5) [cm]	ungebundene Tragschicht [cm]	Gesamt- mächtigkeit Oberbau [cm]	sonstige Auffül- lungen [m]
<i>Gehweg Ost</i>					
RKS 15	-	5	30	35	0,3 + 1,5 (1.4) 0,15 + > 0,7 (1.2)
D R15	6	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.
RKS 16	-	8	32	40	0,2 + > 0,4 (1.2) 0,4 (1.4)
RKS 13	-	8	32*	40	0,3 (1.4) 0,5 (1.2)
<i>Verkehrsinsel / Gehweg West</i>					
RKS 10	25**	8	7	40	2,2 (1.4) > 0,4 (1.2)
RKS 17	-	5	5	10	0,35 (1.4) > 0,02 (1.5)

*... unter 7 cm Bettungssplitt wurde in 15 cm Tiefe Basaltpflaster mit Kiesresten erkundet (vermutlich alte Wegbefestigung)

**... unter 7 cm Bettungssplitt wurde in 15 cm Tiefe Asphaltfräsgut erkundet

Der östliche Gehweg ist mit Betonplatten, lokal auch mit Betonpflaster bzw. in Ausbesserungsbereichen auch mit Asphalt befestigt.

In RKS 13 (Gehweg im Kreuzungsbereich Meyfartstraße) wurde noch altes Basaltpflaster in 15 cm Tiefe nachgewiesen, wobei die flächenmäßige Ausdehnung nicht ableitbar ist. Die Verkehrsinsel und der westliche Gehweg sind mit Beton- und Naturstein gepflastert. In RKS 10 (Verkehrsinsel) wurde in 15 cm Tiefe Asphaltfräsgut erkundet. Es ist zu vermuten, dass die Verbreitung über die gesamte Verkehrsinsel reicht.

Die Mächtigkeit der ungebundenen Tragschicht in den Gehwegbereichen schwankt deutlich zwischen 5 und 32 cm.

Die ungebundene Tragschicht wurde in Form eines schwach schluffigen bis schluffiger, sandigen bis stark sandigen, schwach steinigen Kiesel in i. M. mitteldichter, lokal auch locker-mitteldichter Lagerung angetroffen.

Fremdbestandteile wurden nur vereinzelt in Form von Betonresten < 10 Vol. % festgestellt.

Die Tragschicht ist in unterschiedlichen Grau- und Brauntönen gefärbt.

Tab. 5: Klassifizierung / Eigenschaften Schicht 1.1 – ungebundene Tragschicht

Schichtbeschreibung		
Bodenart	(Kurzzeichen lt. DIN EN ISO 14688-1)	si'-si sa-sa* co' Gr, lokal Fremdbestandteile
Lagerungsdichte		i. M. mitteldicht, lokal locker-mitteldicht
Bautechnische Eigenschaften		
Scherfestigkeit	(DIN 18 196)	sehr groß
Zusammendrückbarkeit	(DIN 18 196)	sehr gering
Durchlässigkeit	(Bereiche nach DIN 18130)	stark durchlässig - durchlässig
Verdichtbarkeit	(DIN 18 196)	gut
Witterungs-, Wasser- und Erosionsempfindlichkeit	(DIN 18 196)	gering - mittel
Erdbautechnische Eignung	(DIN 18 196)	gut geeignet
Bautechnische Klassifizierung		
Bodengruppe	(DIN 18 196)	[GW, GE, GU] (A)
Frostempfindlichkeitsklasse	(ZTV E-StB)	GW, GE = F1 GU = F2
Bodengruppen	(ZTV A-StB)	grob- bis gemischtkörnige Böden
Bodenarten	(ATV-DVWK-A 127)	G1-G2

Schicht 1.2: grob- und gemischtkörnige Auffüllungen

Die Schicht 1.2 wurde in allen tiefen Aufschlüssen zwischen 0,4 und 2,6 m (oberste Lage) Tiefe angetroffen. Die aufgeschlossene Mächtigkeit schwankt zwischen 0,15 und 3,85 m. Die Schichtunterkante liegt zwischen 0,6 und > 3 m. In 10 Aufschlüssen konnte die Schicht bis zur Erkundungsendteufe von 3 m nicht durchteuft werden.

Anhand der Korngrößenzusammensetzung ist die Schicht 1.2 als schluffiger bis stark schluffiger, wechselnd sandiger, schwach steiniger Kies anzusprechen. Lokal (RKS 16) wurde geringmächtiger Kiesel sand nachgewiesen, der allerdings nicht weiter beschrieben wird.

Fremdbeimengungen wurden nur vereinzelt in Form von Ziegel-, Beton- und Asphaltresten < 10 Vol. % nachgewiesen.

Die Lagerungsdichte ist i. M. locker – mitteldicht, lokal locker bzw. mitteldicht.

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

Tab. 6: Klassifizierung / Eigenschaften Schicht 1.2 – Auffüllung, grob-/ gemischtkörnig

Schichtbeschreibung		
Bodenart	(Kurzzeichen lt. DIN EN ISO 14688-1)	si-si* sa'-sa* co' Gr, lokal Fremdbestandteile
Lagerungsdichte		i.M. locker-mitteldicht, lokal locker bzw. mitteldicht
Bautechnische Eigenschaften		
Scherfestigkeit	(DIN 18 196)	mittel - groß
Zusammendrückbarkeit	(DIN 18 196)	mittel - gering
Durchlässigkeit	(Bereiche nach DIN 18130)	durchlässig
Verdichtbarkeit	(DIN 18 196)	gut - mittel
Witterungs-, Wasser- und Erosionsempfindlichkeit	(DIN 18 196)	gering – groß
Erdbautechnische Eignung	(DIN 18 196)	gut geeignet – mäßig brauchbar
Bautechnische Klassifizierung		
Bodengruppe	(DIN 18 196)	[GU, GU*] (A)
Frostempfindlichkeitsklasse	(ZTV E-StB)	GU = F2 GU* = F3
Bodengruppen	(ZTV A-StB)	grob-/gemischtkörnige Böden
Bodenarten	(ATV-DVWK-A 127)	G2-G3

Schicht 1.3: Auffüllung, feinkörnig

Die Schicht 1.3 wurde in den Untersuchungspunkten nicht angetroffen. Es kann jedoch erfahrungsgemäß nicht ausgeschlossen werden, dass sie an anderen Stellen im Untersuchungsgebiet auftritt. Unter Bezug auf die Beschreibung für den 1. BA können folgende Klassifizierungen / Eigenschaften abgeleitet werden.

Tab. 7: Klassifizierung / Eigenschaften Schicht 1.3 – Auffüllung, feinkörnig

Schichtbeschreibung		
Bodenart	(Kurzzeichen lt. DIN EN ISO 14688-1)	sa gr* Cl
Plastizität		leichtplastisch
Konsistenz	(zum Erkundungszeitpunkt)	i.M. steif
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 – weniger geeignet (sehr wasserempfindlich)
Bautechnische Klassifizierungen		
Bodengruppe	(DIN 18 196)	[TL]
Frostempfindlichkeitsklasse	(ZTV E-StB)	F3
Bodengruppen	(ZTV A-StB)	feinkörnige Böden
Bodenarten	(ATV-DVWK-A 127)	G4

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

Unter der Schicht 1.4 werden Auffüllungen mit augenscheinlich mehr als 10 Vol.% Fremdbestandteilen zusammengefasst, die im Sinne der Entsorgung wie Bauschutt bzw. Boden mit Bauschuttbestandteilen o. Ä. zu behandeln sind.

Die Schicht 1.4 wurde insgesamt in 11 von 16 Aufschlüssen angetroffen.

Es handelt sich um einen wechselnd schluffigen, sandigen bis stark sandigen, sehr schwach steinigen bis steinigen Kies mit Bauschuttresten (Beton, Ziegel, Schamotte). Außerdem wurden noch Asphalt-, Holz- und Gipsreste nachgewiesen.

Die Lagerung ist i. M. locker bis mitteldicht, lokal locker bzw. mitteldicht einzuschätzen.

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

In der Regel ergibt sich ein repräsentatives Bild der Zusammensetzung und daraus resultierenden Eigenschaften erst nach Freilegung dieser Schicht und sachkundiger Begutachtung.

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

Aufgrund der weiten Verbreitung und des Vorkommens im Kanalgraben werden in nachfolgender Tabelle die erkundeten Eigenschaften der Schicht 1.4 zusammengefasst. Die Auflistung erhebt allerdings aufgrund der Inhomogenität derartiger Auffüllungen keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Tab. 8: Klassifizierung / Eigenschaften Schicht 1.4 – Auffüllung >10 – 50 Vol.% Fremdbestandteile

Schichtbeschreibung	
Bodenart (Kurzzeichen lt. DIN EN ISO 14688-1)	si'-si* sa-sa* co''-co Gr, Fremdbestandteile (Beton, Ziegel, Schamotte, Asphalt, Holz, Gips)
Lagerungsdichte	i.M. locker-mitteldicht, lokal locker bzw. mitteldicht
Bautechnische Eigenschaften	
Scherfestigkeit (DIN 18 196)	mittel - groß
Zusammendrückbarkeit (DIN 18 196)	mittel - gering
Durchlässigkeit (Bereiche nach DIN 18130)	durchlässig
Verdichtbarkeit (DIN 18 196)	mäßig - gut
Witterungs-, Wasser- und Erosionsempfindlichkeit (DIN 18 196)	gering – groß
Erdbautechnische Eignung (DIN 18 196)	ungeeignet
Bautechnische Klassifizierung	
Bodengruppe (DIN 18 196)	[GU, GU*] (A)
Frostempfindlichkeitsklasse (ZTV E-StB)	GU = F2 GU* = F3
Bodengruppen (ZTV A-StB)	grob-/gemischtkörnige Böden
Bodenarten (ATV-DVWK-A 127)	G2-G3

Schicht 1.5: Beton

Unter der Schicht 1.5 wurde der im Straßenbereich unterhalb des Asphalts erkundete Beton sowie die Betonplatten / das Betonpflaster der Gehwege zusammengefasst. Die Schicht wurde schon unter der Schicht 1.1 in den Tabellen 3 und 4 erfasst, da sie zum gebundenen Oberbau zählt. Nur aus Übersichtlichkeitsgründen wurde ihr eine eigene Baugrundschnittnummer gegeben.

Die Verbreitung des Betons unter dem Asphalt im Straßenbereich ist in der Anlage 1.4 dargestellt (s. Erläuterungen unter Schicht 1.1). Er wurde in einer Tiefe von 0,16 bis 0,3 m erkundet. Die Schichtdicke schwankt zwischen 0,11 und 0,35 m. Die Schichtunterkante liegt demnach bei 0,34 m bis 0,65 m.

Erwähnt werden muss noch, dass mit der Handschachtung zur Feststellung der Leitungsfreiheit im Bereich geplanten RKS 17 (Gehweg West) in 45 cm Tiefe ebenfalls eine Betonschicht angetroffen wurde (freigelegte Ausdehnung ca. 3 Gehwegplatten). Vermutlich handelt es sich um einen Medienkanal.

Schicht 2: Schwemmlehm

Die Schicht 2 Schwemmlehm stellt die unter natürlichen Bedingungen flächendeckend und oberflächig anstehende Schicht dar.

Im untersuchten Gelände wird sie meist großflächig anthropogen beseitigt bzw. in ihrer Mächtigkeit reduziert und durch mächtige, inhomogene Auffüllungsschichten überdeckt worden.

Sie konnte nur in 3 Aufschlüssen (RKS 1/20, RKS 8, RKS 13) in 1,2 bis 3,1 m Tiefe mit einer Mächtigkeit von 1,1 bis 1,5 m erkundet werden. In RKS 8 wurde sie nicht durchteuft bis zur Endteufe von 3 m. Die Schichtunterkante schwankt zwischen 2,3 und 4,6 m.

Auch hier besteht durchaus die Möglichkeit, dass die Schicht zumindest im oberen Bereich noch anthropogen umgelagert worden ist. Das angetroffene organische Material am Top und das Fehlen von Fremdbestandteilen sprechen allerdings dafür, dass es sich um anstehendes Material handelt.

Es handelt es sich um bindige Ablagerungen in Form eines sandigen bis stark sandigen, schwach kiesigen, basal auch kiesigen, sehr schwach, am Top schwach organischen, leichtplastischen Tons mit dominierend braunen Farbtönen.

Die zum Zeitpunkt der Erkundung festgestellte Konsistenz lag i. M. im steifen, lokal bei Beeinflussung durch vagabundierende Leitungswässer auch im weichen Bereich.

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

Tab. 9: Eigenschaften / Klassifizierungen Schicht 2 – Schwemmlehm

Schichtbeschreibung	
Bodenart (Kurzzeichen lt. DIN EN ISO 14688-1)	sa-sa* gr ^t -gr or ^t -or ^t Cl
Plastizität	leichtplastisch
Konsistenz (zum Erkundungszeitpunkt)	i. M. steif, lokal weich
Bautechnische Eigenschaften	
Scherfestigkeit (DIN 18 196)	gering bis mäßig
Zusammendrückbarkeit (DIN 18 196)	mittel
Durchlässigkeit (Bereiche nach DIN 18130)	gering durchlässig
Verdichtungsfähigkeit (DIN 18 196)	bedingt
Witterungs-, Wasser- und Erosionsempfindlichkeit (DIN 18 196)	groß
Erdbautechnische Eignung (DIN 18 196)	mäßig brauchbar – weniger geeignet (sehr wasserempfindlich)
Bautechnische Klassifizierungen	
Bodengruppen (DIN 18 196)	TL
Frostempfindlichkeitsklasse (ZTV E-StB)	F3
Bodengruppen (ZTV A-StB)	feinkörnige Böden
Bodenarten (ATV-DVWK-A 127)	G4

Schicht 3: Terrassenschotter

Die Schicht 3 – fluviale Terrassenschotter liegt flächendeckend im Untergrund des Untersuchungsgebietes vor. Anthropogen bedingt konnte er jedoch nur in 3 Aufschlüssen (RKS 1/20, RKS 2/20 und RKS 13) in 2,3 bis 4,6 m erkundet werden und wurde bis zur Endteufe von maximal 5 m nicht durchteuft. Die Mächtigkeit reicht erfahrungsgemäß bis größer 15 m unter Gelände und damit bis weit unter Baueinflusstiefe.

Es handelt sich um Kiese der Gera, die genetisch als Niederterrassenschotter zu klassifizieren sind. Nach seiner Korngrößenzusammensetzung und in Anlehnung an die DIN 4022 ist der Terrassenschotter als ein Kies, schluffig, am Top auch stark schluffig, sandig bis stark sandig, schwach steinig bis steinig (geröllführend, nicht erkundet) anzusprechen. Petrographisch setzt sich der Terrassenschotter zum größten Teil aus Gesteinen aus dem Thüringer Wald zusammen, wobei porphyritische Gesteine dominieren.

Der Terrassenschotter liegt in einer rötlichgrauen bis graubraunen Farbe vor.
Die Lagerung des Terrassenschotter ist erfahrungsgemäß überwiegend mitteldicht, lagenweise dicht, am Top auch locker-mitteldicht einzuschätzen.

Tab. 10: Eigenschaften / Klassifizierungen Schicht 3 – Terrassenschotter

Schichtbeschreibung		
Bodenart	(Kurzzeichen lt. DIN EN ISO 14688-1)	si-si* sa-sa* co' Gr
Lagerungsdichte		mitteldicht (dicht), am Top locker-mitteldicht
Bautechnische Eigenschaften		
Scherfestigkeit	(DIN 18 196)	groß - sehr groß
Zusammendrückbarkeit	(DIN 18 196)	gering - sehr gering
Durchlässigkeit	(Bereiche nach DIN 18130)	durchlässig
Verdichtungsfähigkeit	(DIN 18 196)	gut – mittel (mögl. Steinanteil beachten)
Witterungs-, Wasser- und Erosionsempfindlichkeit	(DIN 18 196)	gering
Erdbautechnische Eignung	(DIN 18 196)	gut geeignet bis geeignet (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
Bodenarten	(ATV-DVWK-A 127)	G2-G3

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 gewerksweise zu bildenden Homogenbereichen von Boden und Fels. Welche Kennwerte und Eigenschaften anzugeben sind, ist in den ATV vorgegeben.

Die erforderlichen Kennwerte und Eigenschaften zur Bildung von gewerksweisen 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 gewerksweise 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.

Die Vorschläge für die Einteilung in Homogenbereiche berücksichtigen nicht die umwelttechnischen Einstufungen der Böden.

4.4 Rechenwerte

Den Schichten werden auf der Grundlage der Ergebnisse der Feld- und Laboruntersuchungen, von Erfahrungswerten und / oder anerkannten korrelativen Beziehungen die Berechnungswerte in Tabelle 11 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, Tabelle 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. 11: Rechenwerte

Schicht Nr.	Bezeichnung	spezifische Eigenschaften bzw. Randbedingungen	wirksamer Reibungswinkel	wirksame Kohäsion	Wichten		Steifemodul
			ϕ_k' [°]	c_k' [kN/m²]	γ_k [kN/m³]	γ_k' [kN/m³]	E_{sk} (Min/Max) [MN/m²]
1.2	Auffüllung grob-/gemischtkörnig	locker-mitteldicht	32	0	18	11	25 (20 – 35)
1.3	Auffüllung feinkörnig	steif	24	4	19	9	6 (4 – 10)
2	Schwemmlehm	steif	26	6	19	10	8 (6 – 12)
3	Terrassenschotter	mitteldicht	34	2	19	11	35 (30 – 80)

4.5 Grundwasserverhältnisse

Der fluviatile Schotterkörper (Terrassenschotter der Schicht 3) bildet den standortrelevanten oberflächennahen Grundwasserleiter. Es handelt sich dabei um einen Porengrundwasserleiter.

Bis zur maximalen Endteufe von 5 m wurde kein Grundwasser angetroffen. Mit Grundwasser ist gemäß /UP8/ erst bei ca. 188 m NHN zu rechnen. Das entspricht einem Flurabstand von $\geq 6,5$ m. Damit liegt das Grundwasser unterhalb der Baueinflusstiefe.

Wenn in ausreichender Mächtigkeit vorhanden, dann stellt der den Porengrundwasserleiter überdeckende Schwemmlehm einen Hangendstauer dar. Er wird i. allg. als nur schwach durchlässig ($k_f \leq 1 \times 10^{-7}$ m/s) charakterisiert.

Die Durchlässigkeit der Auffüllungsschichten ist aufgrund ihrer Inhomogenität als sehr variabel einzuschätzen. Die Grenze Auffüllung / Schwemmlehm ist aufgrund der geringen Durchlässigkeit des Schwemmlehms prädestiniert für Staunässebildungen, meist jedoch von geringer Intensität. In diesem Zusammenhang ist davon auszugehen, dass die zum Erkundungszeitpunkt im östlichen Gehweg (RKS 13, 15, 16) und in der Meyfartstraße (RKS 12) in 0,6 bis 2,3 m Tiefe angetroffene starke Vernässung ursächlich vermutlich mit vagabundierenden Leitungswässern (defekte Leitungen) zusammenhängt. So war aufgrund der starken Durchfeuchtung für die vorausseilende Handschachtung im Bereich RKS 16 z. B. ein tieferes Schachten als 1,4 m mit dem Handschurf nicht möglich, da das Loch immer wieder zufiel. Auf eine weiterführende Rammkernsondierung musste wegen der unklaren Leitungssituation daher verzichtet werden.

5. GRÜNDUNGSTECHNISCHE SCHLUSSFOLGERUNGEN LEITUNGSBAU

5.1 Allgemeines

Die Maßnahme mit Kenntnisstand zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung wurde im Kapitel 1 beschrieben.

Im 2. BA handelt es sich im Wesentlichen um den geplanten Ersatzneubau einer Trinkwasserleitung in der östlichen rechten Spur des Juri-Gagarin-Ringes (ca. 350 m) in der Dimension DN 300. Ab Höhe Meyfartstraße wird nach Querung des Juri-Gagarin-Ringes (ca. 22 m) zusätzlich auf der Westseite, im Gehweg- bzw. Parallelstraßenbereich, der Ersatzneubau einer Trinkwasserleitung DN 100 (ca. 175 m) ausgeführt. Die Sohliefen liegen zwischen 1,7 bis 2,1 m.

Zusätzlich sind im Bereich Trommsdorffstraße bis Meyfartstraße die Neuverlegung von Kabeln bzw. Kabelleerrohren (210 m, Tiefe 1,0 bis 1,5 m) für LSA geplant. Außerdem werden noch Kabel bzw. Leerrohre der Elektroversorgung im Bereich Trommsdorffstraße / Müfflingstraße verlegt sowie im Einmündungsbereich Müfflingstraße ein Schacht (SBE) umgebaut.

Zur Visualisierung wurden die Baugrundaufschlüsse in übergebene Längsschnitte der Leitungstrasse in Form schematischer Baugrundschnitte eingetragen. Daraus wird ersichtlich, dass die Leitungen nahezu durchgängig in Auffüllungsschichten liegen. Eine Verbindung von Schichtgrenzen unterschiedlicher Auffüllungsbereich ist aufgrund der großen Inhomogenität realistisch nicht möglich, so dass darauf verzichtet wurde.

Die Grabensohlen werden um ein Maß X, resultierend aus Leitungswandung, Auflagerstärke und ggf. Bodenaustausch, tiefer als die Leitungssohle liegen.

Im Ergebnis der Baugrunduntersuchungen ist abzuleiten, dass sich die Grabensohlen der Trinkwasserleitung und der sonstigen Leitungen ganz überwiegend in der Schicht 1.2 – Auffüllung grob bis gemischtkörnig, häufiger auch in der Schicht 1.4 – Auffüllung >10-50 Vol.% Fremdbestandteile und geringfügig auch in der Schicht 2 – Schwemmlehm befinden werden. Insbesondere die Schicht 1.4 ist bezüglich Ihrer Tragfähigkeit und konkreten Zusammensetzung sowie Nachverdichtbarkeit im Vorfeld kaum zuverlässig kalkulierbar.

Im Allgemeinen ist die Tragfähigkeit im Ausgangszustand in den Tiefenlagen der Leitungen und auch darunter stärker zwischen gut bis ausreichend tragfähig (Schicht 1.2 mit Nachverdichtung) bis gering / bedingt geeignet (Schicht 1.4) schwankend, einzustufen, da es sich überwiegend um anthropogene Auffüllungsschichten handelt. Bei dem im Leitungsbereich nur untergeordnet auftretenden Schwemmlehm (Schicht 2) als feinkörnige Baugrundsicht handelt es sich um einen wasserempfindlichen Boden, dessen Tragfähigkeit stark von seiner Konsistenz abhängt.

Die über größere Strecken unter dem Asphalt erkundete Betonschicht (siehe Abschnitt 4) kann erhöhte Aufwendungen bei der Herstellung der Gräben nach sich ziehen.

Die Grabensohle der Trinkwasserleitung liegt im Untersuchungsgebiet deutlich oberhalb des Grundwasserspiegels. Im Bereich der Aufschlüsse RKS 12, 13, 15 und 16 wurden jedoch Vernässungen erkundet, welche auf Undichtigkeiten vorhandener Leitungen und / oder Wasserwegsamkeiten in Leitungsgräben zurückzuführen sind.

Ein planmäßiges Erfordernis für eine bauzeitliche Wasserhaltung im Sinne einer Grundwasserabsenkung, über die üblichen Maßnahmen für eine offenen Wasserhaltung hinaus, lässt sich nicht ableiten.

In den Auffüllungen der Schicht 1.4, aber auch vorsorglich im Schwemmlehm (Schicht 2), ist von einem planmäßigen Bodenaustausch aus Tragfähigkeitsgründen auszugehen. In den Auffüllungen

der Schicht 1.2 ist die erforderliche Tragfähigkeit unter Voraussetzung der Nachverdichtung aushubbedingter Auflockerungen gegeben.

Bei der Entsorgung (der Begriff umfasst das ganze Spektrum von der Verwertung bis hin zur Beseitigung) des Aushubmaterials sind die umweltrelevanten Aspekte besonders zu berücksichtigen.

Dabei sind konsequent unterschiedliche Schichthorizonte, insbesondere die der Schicht 1.4, beim Aushub zu separieren.

5.2 Grabenaushub und Verbauarten

Im Detail sind die Baugrundverhältnisse den Beschreibungen im Gutachtentext bzw. den zeichnerischen Darstellungen in Anlage 2 zu entnehmen. Hinsichtlich des Grabenaushubs 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.

Das Erfordernis des Aufbrechens befestigter Straßendecken mit dem im Kap. 4.2, Tab. 3 und 4 beschriebenen Schichtaufbau, d.h. Asphalt oder Asphalt und Beton über ungebundenen Trag-/Frostschuttschichten, ist zu beachten. Eine gewisse Unsicherheit besteht trotz durchgeführter Verdichtung der Aufschlüsse noch bezüglich der Verbreitung der Betonschicht zwischen RKS 20 /UP9/ und RKS 5, RKS 1/20 /UP8/ und RKS 6, RKS 21 und RKS 8 und RKS 22 und RKS 9. Hier wird sich ein detailliertes Bild zum Zustand, zur Zusammensetzung und Mächtigkeit erst nach flächenhafter Freilegung des Planums ergeben.

Erhöhte Gewinnungsaufwendungen sind im 2. BA nicht zu erwarten.

Ohne Wassereinfluss ist eine Verlegung von Rohrleitungen in offener Bauweise mit senkrechten Wänden gemäß DIN 4124 ohne besondere Sicherungen und bei Inkaufnahme von Nachbrüchen nur bis in Tiefen von $\leq 1,25$ m bzw. mit Abböschung oder Stützung der Grabenkanten bis $\leq 1,75$ m möglich.

Für eventuelle Abböschungen kann innerhalb des Gültigkeitsbereiches der DIN 4124 für unbelastete Böschungen (ohne Grundwassereinfluss) von folgenden zulässigen Böschungswinkeln ausgegangen werden:

Tab. 12: Graben-/ Baugrubenböschungen (oberhalb GW-Spiegel)

Schicht	zul. Böschungswinkel β
Schicht 1 – Auffüllung	$\leq 45^\circ$ *
Schicht 2 – Schwemmlern	≤ 60
Schicht 3 – Terrassenschotter	$\leq 45^\circ$

* Bei kohäsionsarmen / kohäsionslosen Böden (Graben-/ Grubenverfüllungen, ungebundene Tragschichten, sandige/ kiesige Einlagerungen) ist mit Böschungsabflachungen bis auf $\leq 35^\circ$ zu rechnen.

Unter konzentriertem Wasserzufluss sind ohne begleitende / vorausseilende Absenkung Abflachungen um ca. 10 bis 15° vorzunehmen.

Die genaue Festlegung zwischenzeitlicher Baugrubenböschungen (ggf. Abminderungen) 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 -fahrzeugen 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.

Bei Verlegung im Nahbereich von Bestandsleitungen / Anschlussschächten und Kreuzung vorhandener Medienleitungen ist zumindest anteilig mit vorhandener Grabenverfüllung im Aushubbereich zu rechnen. Insofern kann in den planmäßigen Grabenwänden /-böschungen gewachsener und / oder verfüllter Boden auftreten. Seitliche „Restscheiben“ alter Graben-/Grubenverfüllung können nachbrechen und müssen ggf. zusätzlich entfernt oder abgestützt werden. Aufgrund der räumlichen Randbedingungen (Lage im Straßenbereich) und der Lage der Grabensohle unter der geplanten Leitungstiefe (>1,75 m) wird sehr wahrscheinlich durchgängig ein entsprechender Verbau erforderlich.

Bei Auswahl und Bewertung von Maßnahmen zum Verbau/zur Aussteifung (ggf. mit Verbaustatik) sollten u. a. folgende Randbedingungen beachtet werden:

- Grabentiefe
- Platzbedarf der Baugeräte
- Baugrundsichtung und Anfangsstandsicherheit der Wände
- Wassereinfluss (s. hydrogeologische Verhältnisse – für die Maßnahme vernachlässigbar)
- tolerierbare Beeinflussung von benachbarten Bauwerken / Leitungen
- Gründungstiefe angrenzender Bauwerke
- Möglichkeit des schadlosen Ziehens / Entfernens von Verbauelementen.

Die Gräben können je nach Baugrundverhältnissen sukzessive ausgesteift oder es können (in bis dahin nicht begehbaren Gräben) die Verbauelemente eingestellt / abgesenkt werden.

Bei nicht ausreichend standsicheren Grabenwänden, was in den hier maßgeblichen Auffüllungsschichten (Schicht 1) als Regelfall angesehen werden sollte, bei Aufweichungen des Schwemmlerms – Schicht 2, in der Nähe liegenden Gebäuden (Einflussbereich unter einem Winkel von 30° ab UK Gründung) und generell beim Auftreten von Wasser / unterhalb des Grundwasserspiegels, ist grundsätzlich vom Einbringen des Verbaus im Absenkverfahren durch aushubbegleitendes / vorseilendes Eindringen auszugehen.

Im Bereich von temporär ausreichend senkrecht standfesten Grabenwänden (dies kann anteilig in mindestens mitteldicht gelagerten Bereichen der grob-/gemischtkörnigen Auffüllung und im Schwemmlerm mindestens steifer Konsistenz, ohne Grundwassereinfluss kurzzeitig erwartet werden) kann der Grabenverbau eingestellt werden, wobei der Zwischenraum zwischen Verbau und Erdreich unverzüglich hohlraumfrei mit grobkörnigem, ggf. eng gestuftem Material (z. B. Brechkornmisch 0 – 5 mm) zu verfüllen ist, um Nachbrüche zu vermeiden / zu minimieren. Dabei sind eventuelle Verkehrslasten besonders zu beachten.

Wenn Nachbrüche des anstehenden Erdreiches nicht toleriert werden sollen / können, muss der Verbau im Absenkverfahren eingebaut werden.

Sollte ein vorseilendes Eindringen des Verbaus nicht möglich sein, darf vorseilender Aushub und das Nachdrücken des Verbaus immer nur in geringen Abschnittshöhen von jeweils maximal 0,5 m erfolgen.

Für den Verbau sollten Verbauarten /-systeme gewählt werden, die ggf. auch erhöhte Erddruckanteile aus seitlichen Baustellen-/ Verkehrslasten schadlos aufnehmen können.

Bei der statischen Bemessung / Auswahl des Verbaus ist regelmäßig zu prüfen, ob sich dieser außerhalb der Aushubbegrenzung für vorhandene Bauwerke nach DIN 4123 bzw. nicht im Lastausbreitungsbereich von Bauwerksgründungen nach EVB¹ befindet.

Liegt die Lastausbreitungslinie oberhalb der Grabensohle, so tritt eine zusätzliche Belastung des Verbaus durch Bauwerkslasten auf. Im Lockergestein ist von einer Lastausbreitung unter einem Winkel von 30° ab Unterkante Gründung auszugehen. Bei nichtunterkellerten Bauwerken sollte vorbehaltlich anderer Erkenntnisse eine Gründungstiefe von 50 cm unter Gelände und bei unterkellerten Bauwerken gleich der Kellersohle angenommen werden.

Mit diesen Angaben kann zunächst unter Zugrundelegung der geometrischen Verhältnisse (u.a. erforderliche Leitungsgrabenbreite unter Berücksichtigung des Verbaus, Abstand zum Gebäude) rein geometrisch eine mögliche Beeinflussung überprüft werden.

Dies ist bei kritischem Befund im Rahmen der Beweissicherung gesondert zu untersuchen.

Wir empfehlen in Anlehnung an EAB², EB 22 die folgenden Erddruckansätze.

Ohne Bauwerkseinfluss kann mit Beschränkung waagerechter Bewegungen der Baugrubenwand folgender Erddruckansatz verwendet werden:

$$E_{h,k} = 0,25 \times E_{0h,k} + 0,75 \times E_{ah,k}$$

Mit Bauwerkseinfluss ist von den nachfolgenden Erddruckansätzen auszugehen:

$$E_{h,k} = 0,75 \times (E_{0h,k} + E_{0Bh,k}) + 0,25 \times (E_{ah,k} + E_{aBh,k})$$

(bei großem Abstand der Bebauung)*

$$E_{h,k} = 0,75 \times E_{0h,k} + 0,25 \times E_{ah,k} + E_{aBh,k} \quad (\text{bei kleinem Abstand der Bebauung})^*$$

* vgl. Empfehlung EAB Nr. 21

Insbesondere bei Bauwerkseinfluss müssen Gefügauflockerungen während des Aushubes minimiert werden, um Baugrundverformungen im Gründungsbereich der Bauwerke, die zu Bauwerkschäden führen können, zu vermeiden.

In einer Arbeitsanweisung zur Verbauherstellung sind die Höhen der Steifen und die aufzubringenden Vorspannungen detailliert vorzuschreiben. Es ist des Weiteren vorzugeben, dass die Verbaulemente dem Aushub maximal 0,5 m nacheilen dürfen.

Im Bereich vorhandener Leitungen sollte der Verbau erschütterungs- und verformungsarm eingebracht werden können.

Für die hier relevanten flachen Gräben von Tiefen < 3 m sowie teilweise mit Bauwerkseinfluss (s.u.) können faktisch alle Grabenverbaugeräte nach DIN 4124, Abschnitte 5 und DIN EN 13331 eingesetzt werden, soweit die statischen Anforderungen erfüllt werden (Regelstatiken des Herstellers). Für flachere Gräben mit Bauwerkseinfluss bestehen weitergehende statische Einschränkungen und

¹ EMPFEHLUNGEN; des Arbeitsausschusses "Verformungen des Baugrunds bei baulichen Anlagen" - EVB; Deutsche Gesellschaft für Erd- und Grundbau e. V., Verlag Ernst & Sohn, Berlin, 1996

² Empfehlungen des Arbeitskreises "Baugruben", EAB. Hrsg.: Deutsche Gesellschaft für Erd- und Grundbau e. V. 6. Auflage. Berlin: Verlag Ernst & Sohn, 2021

Restriktionen seitens des Arbeitsschutzes. Möglich ist dann z.B. der Einsatz eines Gleitschienen- bzw. Doppelgleitschienenverbau.

Der Grabenverbau und der Verbau von Schachtbaugruben aus Fertigteilen bis 2 m Durchmesser ist mit marktüblichen Verbausystemen möglich, deren Einsatz über eine Regelstatik nachweisbar ist (keine gesonderte Planung bzw. kein statischer Nachweis erforderlich). Die Wahl eines geeigneten Grabenverbau kann in diesem Rahmen durch den Auftragnehmer Bau erfolgen.

Für den Verbau größerer Baugruben, deren Erfordernis hier nicht erkennbar ist, wäre eine gesonderte Planung nach den Vorgaben der DIN 18303 "Verbauarbeiten" durch den Auftraggeber zu erstellen.

Im Bereich vorhandener Leitungen, aber ebenso auch im Nahbereich vorhandener angrenzender Gebäude, Mauern usw. ist der Verbau möglichst erschütterungs- und verformungsarm einzubauen. Hierbei ist die DIN 4150-3 „Erschütterungen im Bauwesen – Teil 3: Einwirkungen auf bauliche Anlagen“ zu beachten.

Bei Abschachtungen nahe bestehender Gebäude, Mauern o. Ä. ist jederzeit deren ausreichende Grund- (DIN 4017) bzw. Geländebruchsicherheit (DIN 4084) zu gewährleisten. In diesem Zusammenhang ist DIN 4123 zu beachten. Im Vorfeld der Bauarbeiten sollten bei kritischem Befund im Rahmen der Beweissicherung Gründungstiefen, Zustand von Fundamenten, Hinterfüllungen sowie Belastungen von in Grabennähe stehenden Bauwerken überprüft werden. Erforderlichenfalls sind die Sicherheiten nachzuweisen und / oder der Rohrgraben erddruckhaltend und verformungsarm zu verbauen bzw. auszusteiern.

Aufgrund der Randbedingungen wird eine äußere Beweissicherung empfohlen.

Eine innere Beweissicherung wird nur bei kritischem Befund erforderlich.

Sollten Hauanschlussleitungen geplant werden, dann empfehlen wir, in jedem Fall mindestens eine Begehung / Dokumentation von eventuellen Kellern mit besonderem Augenmerk auch auf Feuchteerscheinungen und Einrichtungen zur Wasserabführung.

Ein Zulaufen von Oberflächenwasser in den Graben ist möglichst zu vermeiden.

Bei allen Erd- und Gründungsarbeiten sind die einschlägigen Sicherheitsvorschriften, insbesondere diejenigen der BG Bau und die Vorgaben der DIN 4124 zu beachten.

5.3 Grabensohle

Voraussetzung zur Herstellung des Leitungsaufagers ist eine mindestens steife oder mitteldicht gelagerte Grabensohle. Hilfsweise kann auch das Kriterium „trittfest“ angewendet werden.

Sonstige, allgemein verbindliche Prüfungskriterien für die Grabensohle (z. B. für Prüfungen mit dem dynamischen Fallgewichtsgesetz) gibt es nicht.

Insbesondere bei bindigen Böden, bei Wassereinflüssen und bei Drankiesmaterialien muss das Ergebnis des dynamischen Plattendruckversuches stets kritisch bewertet werden.

Es hat sich jedoch allgemein durchgesetzt, und zumeist auch bewährt, die Grabensohle bzw. den Bodenaustausch mittels dynamischen Fallgewichtsgesetz zu überprüfen und hierfür einen Prüfwert von $E_{vd} \geq 25 \text{ MN/m}^2$ zugrunde zu legen, der aber immer in Abhängigkeit von den konkreten Randbedingungen als Orientierungswert zu sehen ist!

Für Leitungsgräben von Strom, Gas und Trinkwasser können die Anforderungen an die Tragfähigkeit der Grabensohle im Sinne von Prüfanforderungen nach Abstimmung mit dem Bauherrn ggf. reduziert bzw. das eingangs dargelegte Kriterium angesetzt werden.

Ohne eine solche explizite Zustimmung empfehlen wir, die oben genannte Anforderung wie bei Kanalgräben zugrunde zu legen.

Dies gilt hier gerade auch angesichts der Dimensionen der geplanten Leitung DN300.

Nach unserem Dafürhalten sollte Bodenaustausch in der Grabensohle im Zweifelsfall durch rein fachgutachterliche Beurteilung, z. B. unter Zuhilfenahme einer Handschlitzsonde, konstruktiv festgelegt werden und Tragfähigkeitsprüfungen erst ab OK Auflagerschicht bzw. ggf. auf OK Bodenaustausch erfolgen.

Positiv zu bewerten ist, dass die Baumaßnahmen der Verlegung im offenen Graben deutlich oberhalb des geschlossenen Grundwasserspiegels erfolgen.

Für Grabenabschnitte in den Schichten 1.4 (Auffüllungen mit 10 – 50 Vol.% Fremdbestandteilen) und Schicht 2 (Schwemmlehm) empfehlen wir, vorsorglich einen Bodenaustausch in einer mittleren Stärke von 30 cm vorzusehen.

In den Auffüllungen der Schicht 1.2 (jeweils in Verbindung mit einer ausführlichen Nachverdichtung der Grabensohle) kann überwiegend von einer ausreichenden Tragfähigkeit auch ohne Bodenaustausch ausgegangen werden. Im Übrigen ist auch bei Maßnahmen des Bodenaustausches die Grabensohle vor dem Einbau der Austauschschicht intensiv nachzuverdichten. Insbesondere gilt dies bei Schicht 1.4 in der Grabensohle. Bei Schicht 2-Schwemmlehm hängt die Nachverdichtbarkeit stark von der Konsistenz ab. Tendenziell weiche Schichthorizonte, dies gilt auch für stärker feinkörnig durchsetzte Abschnitte der Schichten 1.2 und 1.4, lassen sich nicht nachverdichten. In dem Fall wäre ggf. die Austauschstärke auf bis 40 cm zu verstärken. Kalkulatorisch könnte zur Verstärkung des Austausches ein Ansatz von 20% der Austauschbereiche erfolgen.

Alternativ könnte für die gesamten Leitungstrassen ein Bodenaustausch aus Tragfähigkeitsgründen in einer mittleren Stärke von 20 cm geplanten werden. Damit wäre der anteilige Verzicht auf einen Austausch ebenso wie eine Verstärkung aller Voraussicht nach in Summe abgedeckt. Bei einem Bodenaustausch von stärker 30 cm im Fall von tendenziell weichen Schichten in der Grabensohle wäre der Bodenaustausch in zwei Lagen einzubauen und zu verdichten.

Für Zwecke des Bodenaustausches rein aus Tragfähigkeitsgründen empfehlen wir die Verwendung von weitgestuftem Kies / Schotter mit Sandanteil mindestens 30 M.-% (kein RC-Material!) im Kornspektrum 0/32 bis 0/45 mit maximal 10 Gew.-% Feinkorn (Bodengruppen GW, GI, GU, GT). Der Bodenaustausch ist in sich mit einem Vlies der GRK 3 bzw. bei weicher Konsistenz in ein Vlies der GRK 4 (Ansatz ca. 20% der Trassenlänge) einzuhüllen.

Vom Einsatz von RC-Material ist abzusehen, da immer wieder Probleme hinsichtlich der bautechnischen und umwelttechnischen Qualität von RC-Materialien auftreten. Dies entspricht auch nach diversen negativen Erfahrungen und Schadensfällen der im Verantwortungsbereich des TVA Erfurt / Entwässerungsbetriebes der Stadt Erfurt üblichen Verfahrensweise, d.h. durch das TVA wird dem Einsatz von RC-Material nicht stattgegeben.

Die Verdichtung des Bodenaustausches hat mit einem Verdichtungsgrad von $\geq 97\%$ $D_{Pr.}$ zu erfolgen.

Das Erfordernis von Drainkiesmaterialien als Bestandteil einer bauzeitlichen offenen Wasserhaltung ist vorab aufgrund der Lage deutlich oberhalb des geschlossenen Grundwasserspiegels nicht ableitbar. Wenn solche Materialien eingebaut werden, ist eine Verdichtungsprüfung nicht möglich, wobei bei diesen Schichten davon auszugehen ist, dass sie bereits mit leichter Nachverdichtung praktisch „von allein“ eine dichte Lagerung annehmen.

Zu beachten ist, dass die Gräben für die Zwecke von Bodenaustausch-/ Stabilisierungs- und Drainmaßnahmen entsprechend tiefer auszuheben und zu verbauen sind.

Unter optimalen bauzeitlichen Witterungsbedingungen, keinem Grundwassereinfluss und entsprechenden Baugrundgegebenheiten besteht bereichsweise die Möglichkeit, dass auf einen Bodenaustausch in größerem Umfang verzichtet werden kann. In dem Fall sind die erforderlichen Nachweise der Tragfähigkeit auf dem anstehenden Baugrund zu erbringen.

Ein Anrecht des Unternehmers auf Erbringung der Leistungen zum Bodenaustausch besteht ebenso nicht, wie die einseitige unternehmerische Entscheidung zum Erfordernis, insbesondere auch eines deutlich stärkeren Bodenaustausches.

Diese Maßnahmen sind grundsätzlich im Einvernehmen mit der Bauüberwachung festzulegen.

5.4 Wasserhaltung

Da im Rahmen der Baugrunderkundung bis 5 m Tiefe kein Grundwasser erkundet wurde und davon auszugehen ist, dass sich der geschlossene Grundwasserhorizont deutlich unterhalb der baulichen Eingriffstiefe befindet, besteht kein planmäßiges Erfordernis für eine bauzeitliche Grundwasserabsenkung.

Durch den Unternehmer sind im Rahmen seiner technologischen Verantwortung die üblichen Maßnahmen für eine offene Wasserhaltung (zudringende Schicht-/ Stauwässer erfahrungsgemäß geringer Intensität z. B. aus defekten Leitungen/Kanälen oder gegebenenfalls auch zudringende Oberflächenwässer) einzuplanen und einzukalkulieren. Das Erfordernis besonderer Drainageschichten oder Ähnliches lässt sich nach derzeitigem Kenntnisstand nicht ableiten.

Dichtriegel gemäß DIN EN 1610 sind nicht erforderlich.

5.5 Leitungszone

Die Grabensohlen auf anstehenden Böden oder Bodenaustausch sind in der Regel für eine Direktauflagerung der Leitungen nicht geeignet.

Wir empfehlen als Leitungsaufleger eine im verdichteten Zustand mindestens 10 cm starke Schicht Natursand der Körnung 0/2, so es durch dem Vorhabensträger keine anderweitigen Vorgaben gibt, die darüber hinausgehen. In Bereichen ohne Bodenaustausch, empfehlen wir eine Verstärkung der Auflagerschicht auf mindestens 15 cm.

Nach Abnahme der Leitung im offenen Graben hat das Einsanden und Verdichten bis mindestens 10 cm im verdichteten Zustand über Rohrscheitel wiederum mit Natursand der Körnung 0/2 zu erfolgen.

Sollte es hierzu andere Vorgaben des Leitungsträgers oder Rohrherstellers geben, wären diese maßgeblich. Unter Umständen könnte sich hieraus auch eine bereitere Auswahl möglicher Verfüllmaterialien ableiten lassen.

Wir empfehlen im Sinne der Verdichtbarkeit, gerade auch unter dem Aspekt der Wasserempfindlichkeit bei bauzeitlich ungünstigen Witterungsverhältnissen den Feinkornanteil des Natursandes (Anteil $\leq 0,063$ mm) auf maximal 20 M.-% zu beschränken, so dass sich hieraus die Bodengruppen SE, SI, SW, SU, ST und bedingt noch die Gruppen SU* und ST* ableiten lassen.

Die Verdichtung der Leitungszone ist unter Berücksichtigung der Empfindlichkeit der Rohre und ggf. statischen Vorgaben des Rohrherstellers, jedoch mindestens auf $D_{Pr} = 97 \%$ vorzunehmen. Die Seitenverfüllung ist beidseitig gleichmäßig vorzunehmen, um seitliche Verdrückungen der Leitungen zu vermeiden.

Besonderer Wert ist auf eine hohlraumfreie Verfüllung und sorgfältige Verdichtung in den Kämpfer- und Muffenbereichen zu legen.

Die Zwickel unter den Rohren müssen vollständig verfüllt sein.

Eine punkt- oder linienförmige Auflagerung ist zu verhindern.

5.6 Hauptverfüllung

Gemäß der ZTV E-StB 17 unter Einbeziehung des Einführungserlasses ARS 17/2017 für Thüringen ist der Untergrund bzw. Unterbau von Straßen und Wegen so zu verdichten, dass die Anforderungen gemäß nachfolgender Tabelle in Abhängigkeit von den Böden unter dem Planum erreicht werden.

Zusätzlich ist die ZTV A-StB 12 zu beachten.

Tab. 13: Anforderungen an die Grabenhauptverfüllung nach ZTVE-StB 17

	Bereich	Bodengruppen DIN 18196	Verdichtungs- grad D_{Pr} in %	Luftporen- gehalt n_a in Vol.-%
1	Planum bis 0,5 m unter Planum	GW, GI, GE SW, SI, SE GU, GT, SU, ST	≥ 100	/
2	0,5 m unter Planum bis OK Leitungszone	GW, GI, GE SW, SI, SE GU, GT, SU, ST	≥ 98	/
3	Planum bis OK Leitungszone	GU*, GT* SU*, ST* U, T ⁽¹⁾	≥ 97	≤ 12 ⁽²⁾

(1) Die in Tab. 2 der ZTV E-StB 17 aufgeführten Bodengruppen OU und OT sind für den Einbau in Rohrgräben unter Verkehrsträgern nicht geeignet bzw. werden nicht empfohlen.

(2) Lt. „Fußnote“ ⁽⁴⁾ in Tab. 2 der ZTV E-StB 17 in Verbindung mit dem Einführungserlass in Thüringen soll der Luftporengehalt bei nicht qualifiziert verbesserten oder verfestigten wasserempfindlichen Böden $n_a \leq 8$ Vol.-% und veränderlich festen Gesteinen $n_a \leq 6$ Vol.-% betragen.

Die Erfüllung der Vorgabe an den Luftporengehalt für wasserempfindliche Böden ist unter den Bedingungen des Grabenbaus i. d. R. problematisch.

Zusätzlich ist auf dem Planum von Verkehrsträgern ein

E_{v2} -Wert von ≥ 45 MN/m²

mit dem statischen Plattendruckversuch nachzuweisen.

Auch für konstruktiv unbelastete Grabenhauptverfüllungen (z. B. außerhalb von Verkehrsflächen) sind nach der ZTV E-StB 17 ein lagenweiser Einbau und ein Mindestverdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 97 \%$ vorzugeben, um spätere Einsenkungen auf ein erträgliches Maß zu reduzieren.

Für die Verfüllzone werden in der Regel grob- bis schwach feinkörnige gemischtkörnige (bis maximal 15 Gew.-% Feinkorn) Böden verwendet, die wegen der geringeren Wasser- und damit Witterungsempfindlichkeit leichter zu verdichten sind, als stärker feinkörnige Böden. Das auftretende Größtkorn sollte dabei 2/3 der jeweiligen Schütthöhe nicht überschreiten und vor dem Hintergrund der Prüffähigkeit der Verdichtung auf 63 mm beschränkt werden.

Vom Aushubmaterial wären nur ungebundene Oberbauschichten und grob- bis gemischtkörnige Auffüllungen für den Wiedereinbau in Leitungsgräben unter Verkehrsflächen geeignet.

Es ist dabei zu berücksichtigen, dass bereits ein Anteil von 5-10 M.-% Ton und Schluff (Bodengruppen GU/GT) dem Boden leicht bindige Eigenschaften, wie z. B. eine merkbare Wasserempfindlichkeit bei Verdichtungsarbeiten, verleiht.

Ab 15-20 % (GU*) zeigen die Böden deutlich bindiges Verhalten. Ab diesem Grenzwert besteht in der Regel kein Korn- auf Korn-Stützgerüst der Grobkornfraktion mehr, was sich auf die Eigenschaften des Bodens mehr oder weniger deutlich auswirkt.

Die Wiederverfüllung von Aushubmaterialien mit „naturgemäß“ schwankenden Eigenschaften möglichst sollte nur bis zum Niveau 0,5 m unter Planum erfolgen.

Hierfür müssen die Materialien bereits beim Aushub konsequent separiert, ggf. auch aufgearbeitet und gesondert zwischengelagert werden, was dementsprechend bereits in der Baubeschreibung und den Leistungspositionen auszuweisen wäre.

Aufgrund der Vielzahl von Randbedingungen und des engen Zusammenhangs mit der Technologie des Unternehmers und den Witterungsverhältnissen zum Zeitpunkt der Bauausführung empfehlen wir, für eine kosten- und mengenmäßig klar kalkulierbare Planung, Ausschreibung und Bauausführung grundsätzlich von einer Grabenhauptverfüllung mit geeigneten Fremdmaterialien auszugehen und das Aushubmaterial durch den AN entsorgen zu lassen.

Ggf. kann es dem Unternehmer überlassen werden, geeignetes, hierfür entsprechend separiertes und fachgerecht zwischengelagertes Aushubmaterial (Schichten 1.1 – Oberbau und 1.2 – grob /- gemischtkörnige Auffüllungen) im Sinne eines Liefermaterials, ggf. mit entsprechender Aufbereitung und Eignungsnachweis unter Einhaltung der Verdichtungsanforderungen wiedereinzubauen.

Als Liefermaterial wären für die Hauptverfüllung gut verdichtbare, unbelastete (Z0 nach LAGA M20 bzw. BM 0 oder BM-F0* nach Ersatzbaustoffverordnung - EBV) Fremdmaterialien aus natürlichen Erdstoffen, im Sinne von Kies oder Schotter der Körnungen 0/32 bis 0/56 mm (0/65) bevorzugt der Bodengruppen GW/GI bzw. GU/GT vorzusehen.

Das auftretende Größtkorn sollte dabei 2/3 der jeweiligen Schütthöhe nicht überschreiten und vor dem Hintergrund der Prüffähigkeit der Verdichtung auf 65 mm beschränkt werden.

Bei gut abgestuften Böden mit einem Feinkornanteil ≥ 5 M.-% erübrigen sich gesonderte Maßnahmen zur Gewährleistung der Filterstabilität - Auskleidung des Grabens mit Vlies als Trennung gegenüber fein- und gemischtkörnigen Schichten mindestens steifer Konsistenz.

Wir empfehlen somit zur Ausschreibung Böden der Bodengruppen GU, GT mit 5 bis 15 M.-% Feinkornanteil bedingt noch GW (anzustrebender Feinkornanteil tendenziell in Richtung ≥ 5 M.-%).

Dem Einsatz von Recyclingmaterial wird seitens des Straßenbaulastträgers, dem TVA Erfurt, aufgrund immer wieder auftretender Probleme hinsichtlich der chemischen Zusammensetzung

(umwelt- und bautechnisch schädliche Bestandteile) sowie der Qualität und Homogenität in der Regel nicht zugestimmt.

Zu beachten ist bei der Grabenverfüllung der Umstand, dass für den Bereich Straßenplanum bis 0,5 m darunter erhöhte Anforderungen bestehen.

Bei der hier gegebenen geringer Tiefenlage der Leitungen (kleiner als etwa 1,8 m vom Rohrscheitel bis Straßenoberkante) betrifft dies i. W. die gesamte Hauptverfüllung im Bereich der Verkehrsflächen, so dass ein Materialwechsel oder Wechsel der Anforderungen nicht sinnvoll ist und für die Hauptverfüllung von vornherein das Material mit den erhöhten Anforderungen für den Planungsbe- reich einschließlich der entsprechenden Verdichtungsanforderungen einzusetzen ist.

Als Verdichtungsanforderungen gelten die Zeilen 1 und 2 der Tab. 13.

Für den planumsnahen Bereich (Planum bis 0,5 m darunter) wäre zur sicheren Einhaltung der Trag- fähigkeitsanforderungen der Einbau von als Tragschicht- oder Frostschutzmaterial klassifiziertem, güteüberwachtem Liefermaterial zu empfehlen.

Grundsätzlich bedarf der Einbau aller Materialien der entsprechenden Zustimmung des AG (Liefer- nachweis, Eignungsnachweis - Kornverteilung, Proctordichte).

Bei Materialwechsel werden erneute Eignungsuntersuchungen erforderlich.

Grabenverbaue /-aussteifungen sind abschnittsweise und schadlos für die eingebauten Leitungen bzw. benachbarte Bebauung / Leitungen wieder zu ziehen / entfernen und ggf. verbleibende Hohl- räume setzungsfrei zu verfüllen. Ein Verbau darf bei nicht standfesten Grabenwänden (Regelfall im Lockergestein) bis maximal 0,50 m über das jeweilige Verfüllniveau gezogen werden. Das Verfüll- material muss unmittelbar nachfolgend eingebracht und von außen nach innen verdichtet werden. Die Verdichtung muss vor allem an der Grabenwand sorgfältig erfolgen.

Umfang und Verfahren der Eigenüberwachungs- und Kontrollprüfungen sind entsprechend den ZTVE-StB 17 auszuführen. Empfohlen wird die Prüfmethode M3.

5.7 Hinweis zur Verdichtung

Verdichtungsgeräte, Übergänge und Schichtdicken sind dem geforderten Verdichtungsgrad, den Raumverhältnissen und der "Empfindlichkeit" der Rohre anzupassen (siehe dazu z. B. ATV-DVWK-A 139, Tab. 1). Das Verfüllmaterial darf gemäß den ZTV E-StB 17 im Bereich bis 1 m über Rohrscheitel nur mit leichtem und bis 3 m auch mit mittelschwerem Verdichtungsgerät verdich- tet werden. Daran angepasst werden mittlere Schütthöhen von ca. 20 bis 30 cm empfohlen.

Das auftretende Größtkorn sollte dabei 2/3 der jeweiligen Schütthöhe nicht überschreiten und vor dem Hintergrund der Prüffähigkeit der Verdichtung auf 63 mm beschränkt werden.

Beim Einsatz der Geräte in Verantwortlichkeit des AN ist zwingend zu gewährleisten, dass keine unverträglichen Vibrationen / Erschütterungen auftreten. Dies ist bereits in der Kalkulation zu berücksichtigen. So kann vorab nicht zwangsläufig davon ausgegangen werden, dass der Einsatz schwerer Verdichtungstechnik wie z. B. von Anbauverdichterplatten möglich ist. Der Einsatz solcher Geräte bedarf einer Überprüfung ihrer Verträglichkeit unter den konkreten Bedingungen der Baustelle (z. B. unter Beachtung angrenzender Bausubstanz, Kanäle, Leitungen usw.).

5.8 Schächte

Die Aushubentlastung ist bei Schächten (wenn es Schächte geben sollte) größer als der Lasteintrag, so dass zulässige Bodenpressungen nicht relevant und Setzungen bei sorgfältiger Ausführung vernachlässigbar sind.

Generell ist bezüglich der Aufstandsflächen, wie bei den Grabensohlen beschrieben, zu verfahren, wobei bevorzugt auf eine Herrichtung der Aufstandsfläche durch Versiegelung der Gründungssohle mit einer Sauberkeitsschicht aus mindestens 10 cm Beton zu orientieren wäre.

5.9 Nachbarbebauung

Da innerorts die Herstellung von Baugruben/Leitungsgräben nicht immer ohne Auswirkungen auf benachbarte bauliche Anlagen bleibt / bleiben kann, ist es vor der Planung von Sicherungs-/ Verbaumaßnahmen besonders wichtig, den Zustand der Nachbarbebauung festzustellen und mittels Beweissicherungsverfahren festzuhalten.

Insbesondere ist darauf zu achten, dass die in DIN 4150, T3 „Erschütterungen im Bauwesen – Einwirkungen auf bauliche Anlagen“ genannten Anhaltswerte für Schwinggeschwindigkeiten nicht überschritten werden. Die jeweiligen Bauverfahren sind darauf abzustimmen.

Im Bereich möglicher höherliegender Versorgungsleitungen, die den neuen Rohrgraben kreuzen, ist darauf zu achten, dass unter diesen Leitungen keine Setzungen entstehen dürfen. Abgesehen von der Schwierigkeit, unmittelbar unter den bestehenden Leitungen eine ordnungsgemäße Verdichtung zu erreichen, führen bereits unvermeidbare (auch bei ausreichender Verdichtung) Setzungen zu Hohllagen dieser Leitungen, die ihrerseits Rohrbrüche herbeiführen können.

Treten solche Kreuzungspunkte auf, wird in diesen Fällen die Auffüllung unter den Leitungen mit Magerbeton oder mit einem Boden-Bindemittel-Gemisch (Flüssigboden) empfohlen bzw. ist durch geeignete konstruktive Maßnahmen die Sicherung der Rohrauflagerung zu gewährleisten.

5.10 Filterstabilität

Vereinfachend können gut abgestufte / weitgestufte Böden mit einem Feinkorngehalt \geq ca. 5 M.% untereinander als ausreichend stabil betrachtet werden. Böden mit geringerem Feinkorngehalt und/ oder relativ enger / intermittierender Kornabstufung (z. B. Filterschichten) sind ggf. von den vorgenannten Böden durch ein Vlies nach Merkblatt /UT6/ (z. B. mechanisch verfestigt, Robustheitsklasse \geq GRK 3, $0,06 \text{ mm} \leq O_{90,w} \leq 0,2 \text{ mm}$) zu trennen.

Erfahrungsgemäß ist die Vliestrennung im Bereich der Grabenwand schwierig herzustellen, insbesondere bei einem Verbau des Grabens, so dass primär auf die Filterstabilität der Böden orientiert werden sollte.

Bevorzugt ist somit die Filterstabilität durch den Einsatz geeigneter, zum anstehenden Baugrund filter- und kontaktstabiler Korngemische zu gewährleisten.

Bodenaustausch in der Grabensohle bzw. die Rohrbettung/ Leitungszone ist vom Baugrund vollständig durch ein Vlies zu trennen, wenn diese Materialien nicht die obige Anforderung an ein weitgestuftes Material mit mindestens 5 M.-% Feinkorn erfüllen. Zudem müssen alle Schichten der Grabenverfüllung untereinander filter- und kontaktstabil sein.

Ansonsten müssen auch diese Schichten durch ein Vlies getrennt werden.

Zudem empfehlen wir die Trennung der Grabenverfüllung vom Baugrund mit einem Vlies der GRK 4 in den Kontaktzonen zu Schichten weicher oder noch geringerer Konsistenz.

Bei erforderlicher Filterfunktion (z. B. Drainschicht unter der Bettung) sollte für das Vlies ein k_F -Wert $\geq 1 \times 10^{-3}$ m/s vorgegeben werden. Übernimmt das Vlies lediglich eine Trennfunktion brauchen an den k_F -Wert keine konkreten Anforderungen gestellt werden.

5.11 Empfehlungen zum Deckenschluss

Eine Wiederherstellung des Straßenoberbaus im Deckenschluss sollte sich in Abstimmung zwischen den Beteiligten entweder an den jeweiligen Bauklassenanforderungen oder unter Anlehnung an die ZTV A-StB 12 /UT 16/ lediglich an der Herstellung der derzeitigen Verhältnisse orientieren.

Die tatsächlich umzusetzenden Vorgaben ergeben sich aus den Genehmigungen des Eigentümers bzw. Straßenbaulastträgers.

Für die Bemessung des frostsicheren Oberbaus nach RStO 12 /UT 13/ gelten folgende Randbedingungen:

Frostempfindlichkeit:

Aufgrund des im natürlichen Zustand immer wieder unmittelbar an den Leitungsgraben angrenzenden F3-Bodens wird unabhängig vom Verfüllmaterial der Baugruben empfohlen, von **F3** auszugehen.

Tab. 14: Mehr- oder Minderdicken infolge örtlicher Verhältnisse (RStO 12, Tab. 7)

Örtliche Verhältnisse		A	B	C	D	E
Frosteinwirkungszone	Zone I	± 0 cm				+
	Zone II	<u>+ 5 cm</u>				
	Zone III	+15 cm				
kleinräumige Klimaunterschiede	ungünstige Klimaeinflüsse z.B. durch Nordhang oder in Kammlagen von Gebirgen		+ 5 cm			
	keine besonderen Klimaeinflüsse		<u>± 0 cm</u>			
	günstige Klimaeinflüsse bei geschlossener seitlicher Bebauung entlang der Straße		- 5 cm			
Wasser- verhältnisse im Untergrund	kein Grund- und Schichtenwasser bis in eine Tiefe von 1,5 m unter Planum			<u>± 0 cm</u>		
	Grund- oder Schichtenwasser dauernd oder zeitweise höher als 1,5 m unter Planum			+ 5 cm		
Lage der Gradiente	Einschnitt, Anschnitt				+ 5 cm	
	Geländehöhe bis Damm $\leq 2,0$ m				<u>± 0 cm</u>	
	Damm $> 2,0$ m				- 5 cm	

Örtliche Verhältnisse		A	B	C	D	E
Entwässerung der Fahrbahn / Ausführung der Randbereiche	Entwässerung der Fahrbahn über Mulden, Gräben bzw. Böschungen					± 0 cm
	Entwässerung der Fahrbahn und Randbereiche über Rinnen bzw. Abläufe und Rohrleitungen					<u>- 5 cm*</u>

* vom Planer zu verifizieren

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.

Ein bloßer Deckenschluss ist nur dann als sinnvoll anzusehen, wenn durch Längsaufgrabung der anstehende Straßenkörper nicht erheblich gestört wird. Eine solch erhebliche Störung kann immer dann angenommen werden, wenn die Aufgrabungsbreite größer als die halbe Fahrbahnbreite ist.

In diesen Fällen sollte die Fahrbahndeckschicht – ggf. der gesamte Oberbau – vollständig erneuert werden.

Kommt ein reiner Deckenschluss nicht infrage, ist von einem grundhaften Ausbau der Straße auszugehen. Dies ist nicht Gegenstand dieses Gutachtens!

Ein Deckenschluss ist so vorzunehmen, dass nachträglich keine Schäden auftreten (ggf. zweistufige Deckenwiederherstellung, Beachtung von ZTV-StB 12). Aufgelockerte Randbereiche der Grabenkante sind zusätzlich neu aufzubauen. Die Oberbauabtreppungen nach ZTV-StB 12 sind zu beachten.

Für die Oberflächenbefestigungen ist vorab von 15 cm Nachschnitt für Grabentiefen ≤ 2,0 m und von 20 cm Nachschnitt für Grabentiefen > 2,0 m nach vollständiger Grabenverfüllung auszugehen.

Bei Unterhöhungen gilt das Maß des Rückschnittes ab dem Ende der Unterhöhung. Reststreifen kleiner 35 cm bis zur nächsten Fuge bei Asphaltdecken bzw. von 30 cm zum Pflasterrand (Formatbreite bzw. 20 cm bei Geh- und Radwegen) sind ebenfalls rückzubauen. Auch größere Reststreifen sind zu entfernen, wenn diese sichtbar gelockert oder an den Rändern Fugenspalten entstanden sind. Näheres ist der ZTV-StB 12 zu entnehmen.

Weiterhin werden erfahrungsgemäß schmale verbleibende Randstreifen der gebundenen Decke stark in Mitleidenschaft gezogen, wenn der Leitungsgraben relativ weit randlich der Straße liegt.

In diesen Fällen sollte die Decke, ggf. der gesamte Oberbau, vollständig erneuert werden.

Das Planum wird sich bei reinem Deckenschluss auf der Grabenverfüllung befinden.

Es gelten die Planumsanforderungen (Planum bis 0,5 m darunter) an den Verdichtungsgrad und den Luftporengehalt gemäß Tab. 13. Zusätzlich ist eine Tragfähigkeit von $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen.

Vorausgesetzt des Einsatzes der empfohlenen Verfüllmaterialien werden die Planumsanforderungen an den Verdichtungsgrad und die Tragfähigkeit gewährleistet werden können.

Es ist zu beachten, dass zum Nachweis des erforderlichen Verdichtungsgrades ggf. auch ein höherer E_{V2} -Wert in Kombination mit dem Nachweis von $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,3$ zum Nachweis $D_{Pr} \geq 100\%$ erforderlich ist. Dies entspricht der Forderung der ZTV E-StB 17 zum Nachweis des E_{V2} -Wertes größer gleich 45 MN/m^2 .

Wegen der generell erschwerten Einbaubedingungen ist besondere handwerkliche Sorgfalt beim Einbau aller Baustoffe erforderlich. Die Verdichtung geeigneten Füllbodens ist durch Verdichtungskontrollen nachzuweisen.

Bei der Festlegung der Dicke von ungebundenen Tragschichten ist darauf zu achten, dass mit den vorgesehenen Materialien die erforderlichen Tragfähigkeitssteigerungen erreicht werden können (vgl. dazu RStO 12, Tab. 8).

Sprunghafte Änderungen in den Dicken der frostsicheren Befestigungen sollten in Längs- und Querrichtung, z.B. durch Ausbildung ausreichender Übergangszonen, vermieden werden.

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.

Asphalt ist nicht Thema der EBV, hier gilt weiterhin die RuVA-StB 01/05, damit können die unter Pkt. 7.2 ermittelten Werte Verwendung finden. Allerdings können Straßenausbaustoffe mit teer-/pechtypischen Bestandteilen (= Verwertungsklasse B / C) nicht mehr nach RuVA-StB verwertet werden und müssen schlussendlich beseitigt werden.

In solchen Fällen sind Untersuchungen nach Deponieverordnung DepV, DK0 erforderlich.

Die vgs InGeo GmbH wurde in Ergänzung der früheren Untersuchungen mit der Durchführung und Auswertung von Untersuchungen gemäß aktueller Verordnungslage (Ersatzbaustoffverordnung) beauftragt.

Um die Möglichkeiten der Planung von Entsorgungen zu vergrößern bzw. da die Entsorgungswege vorab in der Regel noch nicht bekannt sind, werden im Bereich Stichstraße zur Kirche zusätzlich entsprechende umweltrelevante Untersuchungen nach LAGA (Doppeluntersuchungen) vorgenommen.

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

Für die Maßnahme liegt eine günstige Eigenschaft der Grundwasserdeckschicht im Sinne der EBV, Anlage 2 und 3 vor, da die grundwasserfreie Sickerstrecke bezogen auf die hier erwarteten Eingriffstiefen > 1,5 m ist.

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

Aus der Asphaltbefestigung des Juri-Gagarin-Rings, der Meyfartstraße und der westlichen Parallelstraße sowie aus dem Gehweg Ost wurden durch vgs insgesamt 10 Asphaltkerne ausgebohrt. Zusätzlich wurde von dem im Bereich der Verkehrsinsel angetroffenen Asphaltfräsgut eine Becherprobe entnommen.

Im vgs-eigenen Labor wurden die Asphaltbohrkerne zunächst einer qualitativen Voruntersuchung hinsichtlich ihrer Pechbelastung unterzogen. Alle Kerne waren unauffällig (vgl. Anlage 3.4).

Eine Pechbelastung kann außerdem auch 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.

3 Asphaltkerne wurden quantitativ auf PAK und Phenole durch die Thüringer Umweltinstitut Henterich GmbH untersucht.

In der nachfolgenden Tabelle sind die maßgebenden Parameter und die Zuordnung in Verwertungsklasse nach RuVA-StB 01³ zusammengestellt (siehe Anlage 3.5).

Tab. 15: Ergebnisse der quantitativen Asphaltuntersuchungen

Entnahmestelle	Beprobungsabschnitt [cm]	Summe PAK in mg/kg	Phenolindex in mg/l	Verwertungsklasse
R5.1	0 - 21	n.n.	< 0,01	A
R10.3	15 - 40	n.n.	< 0,01	A
R22.1	0 – 37,5	n.n.	< 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 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.

³ 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 angetroffenen Beton wurden 3 Mischproben gebildet. Dabei wurden die Proben fortlaufend zu /UP9/ nummeriert:

Be2 = Juri-Gagarin-Ring
Be3 = Gehweg Ost
Be4 = Nebenanlagen West.

Untersucht wurde nach EBV, Recycling-Baustoffe, Anlage 1, Tabelle 1 sowie nach den Regelungen der LAGA (hier: LAGA M20 (1997) TR Bauschutt, Komplettuntersuchungsprogramm lt. Tab. II 1.4-5 und II 1.4-6).

Tab. 16: Probenbildung Beton

Probenbezeichnung	Aufschluss	Einzelproben	Tiefenbereich [m u. GOK]	Baugrundschichten
Be2	RKS 6-7, RKS 9, RKS 21	R6.2, R7.2, R9.2, R21.2	0,16 – 0,45	1.5
Be3	RKS 13, RKS 15-16	R13.1, R15.1, R16.1	0,0 – 0,08	1.5
Be4	RKS 10, RKS 17	R10.1, R17.1	0,0 – 0,08	1.5

Anlage 3.6 enthält die tabellarische Zusammenfassung der ehemals in Thüringen gültigen Zuordnungswerte nach LAGA TR Bauschutt, Anlage 3.8 die der gemäß EBV gültigen Materialwerte für Recycling-Baustoffe einschließlich der Gegenüberstellung der Laborergebnisse. Die Anlagen 3.7 und 3.9 enthalten die zugehörigen Laborprüfberichte.

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

Tab. 17: Einstufung Beton

Probe	Zuordnungswert nach LAGA	Parameter Zuordnungswert	Materialklasse nach EBV	Parameter Materialwert
Be2	Z1.2	Quecksilber (0,82 µg/l)	RC-1	keine Materialwertüberschreitung
Be3	Z1.1	Chrom (78,7 mg/kg TS) Nickel (72,6 mg/kg TS)	RC-1	keine Materialwertüberschreitung
Be4	(Z1.1) Z0	Leitfähigkeit (606 µS/cm)	RC-1	keine Materialwertüberschreitung

Mischprobe Be2 (Juri-Gagarin-Ring)

Gemäß LAGA ist die Betonprobe aufgrund eines erhöhten Quecksilbergehaltes im Eluat in die Zuordnung **Z1.2** einzustufen.

Nach EBV weist sie keine Materialwertüberschreitung (**RC-1**) auf.

Mischprobe Be3 (Gehweg Ost)

Gemäß LAGA ist die Betonprobe aufgrund eines erhöhten Chrom-/Nickelgehaltes im Feststoff in die Zuordnung **Z1.1** einzustufen.

Nach EBV weist sie keine Materialwertüberschreitung (**RC-1**) auf.

Mischprobe Be4 (Nebenanlagen West)

Gemäß LAGA ist die Betonprobe theoretisch aufgrund einer erhöhten Leitfähigkeit in die Zuordnung Z1.1 einzustufen. Das Problem erhöhter Leitfähigkeitswerte bei frisch gebrochenem Beton tritt in der Praxis relativ häufig auf. Gemäß Infoblatt Abfall Nr. 9 /UU6/ sind erhöhte Leitfähigkeitswerte bei Betonbruch i. d. R. auf das beim Brechen des Betons freigesetzte Calciumhydroxid zurückzuführen. Die Umweltrelevanz von Calciumhydroxid wird als gering eingeschätzt, da es bei Luftkontakt zu schwer löslichen Karbonaten umgewandelt wird.

Aus diesem Grunde sind erhöhte Leitfähigkeitswerte für die Einstufung von Betonbruch vernachlässigbar. Unter Berücksichtigung dieser Festlegung wäre das Material Be4 bei Vernachlässigung der Leitfähigkeit in die Zuordnung **Z0** einzustufen.

Nach EBV weist die Probe keine Materialwertüberschreitung (**RC-1**) auf.

Der analysierte Beton ist als **nicht gefährlicher Abfall** mit der **AVV-Schlüssel-Nr. 17 01 01** zu kennzeichnen.

6.4 Auffüllung > 10 – 50 Vol.-% Fremdbestandteile

Aus den Auffüllungen mit einem Anteil an Fremdbestandteilen von > 10 Vol.-% (Schicht 1.4) wurden 3 Mischproben untersucht. Dabei wurden die Proben fortlaufend zu /UP9/ nummeriert:

Be2 = Juri-Gagarin-Ring

Be3 = Gehweg Ost

Be4 = Meyfartstraße + Nebenanlagen West.

Bei den angetroffenen Fremdbestandteilen handelt es sich hauptsächlich um Bauschuttreste. Zusätzlich wurden Asphalt-, Gips- und Holzreste festgestellt.

Das Material wird als Bodenmaterial betrachtet und der Parameterumfang 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 die Parameter nach LAGA, M 20 (1997) TR Bauschutt, Komplettuntersuchungsprogramm bestimmt.

Tab. 18: Probenbildung Auffüllungen > 10 – 50 Vol. % Fremdbestandteile

Probenbezeichnung	Aufschluss	Einzelproben	Tiefenbereich [m u. GOK]	Baugrundschichten
F2	RKS 5-9	R5.3, R6.4-6.5, R7.4, R8.2-8.3, R9.4-9.5	0,45 – 1,9	1.4
F3	RKS 13, RKS 15-16	R13.4, R15.4, R15.6-15.7, R16.5	0,35 – 2,3	1.4
F4	RKS 10, RKS 12, RKS 17	R10.4-10.5, R12.2, R12.4, R17.3	0,1 – 2,6	1.4

Anlage 3.10 enthält die tabellarische Zusammenfassung der, bisher in Thüringen gültigen Zuordnungswerte nach LAGA Bauschutt, Anlage 3.13 die der gemäß EBV gültigen Materialwerte für BM-F einschließlich der Gegenüberstellung der Laborergebnisse, die Anlagen 3.12 und 3.14 enthalten die zugehörigen Laborprüfberichte.

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

Tab. 19: Einstufung Auffüllung > 10 – 50 Vol. % Fremdbestandteile

Probe	Zuordnungswert nach LAGA	Parameter Zuordnungswert	Material-klasse nach EBV	Parameter Materialwert
F2	Z1.2	Chlorid (21,0 mg/l)	BM-F3 BM-F1	Leitfähigkeit (1.290 µS/cm) Sulfat (440 mg/l)
F3	Z1.2	PAK (12 mg/kg TS)	BM-F3 BM-F2 BM-F1	PAK (11 mg/kg TM) Arsen (39 µg/l) PAK (0,37 µg/l)
F4	Z1.2 Z1.1	Quecksilber (1,16 mg/kg TS) Sulfat (253 mg/l) TOC (0,66 M%) PAK (4,8 mg/kg TS) Blei (121 mg/kg TS) Kupfer (62,8 mg/kg TS) Leitfähigkeit (590 µS/cm) Chlorid (15,2 mg/l)	> BM-F3 BM-F3	Sulfat (1.620 mg/l) Leitfähigkeit (2.640 µS/cm) Quecksilber (1,16 mg/kg TM)

Mischprobe F2 (Juri-Gagarin-Ring)

Gemäß LAGA ist die Mischprobe aufgrund eines erhöhten Chloridgehaltes im Eluat in die Zuordnung **Z1.2** einzustufen.

Nach EBV ist sie theoretisch aufgrund einer erhöhten Leitfähigkeit in die Materialklasse **BM-F3** einzustufen. Bezüglich der erhöhten Leitfähigkeit nach EBV ist zu erwähnen, dass diese einen stoff-spezifischen Orientierungswert darstellt. Hier ist durch Rücksprache mit dem zuständigen Amt zu klären, ob dieser Wert vernachlässigt werden darf, so dass das Material der Mischprobe dann in die, gemäß Analysenergebnissen nächst niedrige Materialklasse (hier BM-F1) eingestuft werden kann.

Mischprobe F3 (Gehweg Ost)

Gemäß LAGA ist die Mischprobe aufgrund eines erhöhten PAK-Gehaltes im Feststoff in die Zuordnung **Z1.2** und gemäß EBV in die Materialklasse **BM-F3** einzustufen.

Mischprobe F4 (Meyfartstraße + Nebenanlagen West)

Gemäß LAGA ist die Mischprobe aufgrund eines erhöhten Quecksilbergehaltes im Feststoff und eines erhöhten Sulfatgehaltes in die Zuordnung **Z1.2** einzustufen.

Nach EBV ist die Probe ebenfalls aufgrund eines erhöhten Sulfatgehaltes in die Materialklasse **> BM-F3** einzustufen. Außerdem ist die Leitfähigkeit stark erhöht.

Das Material der Mischprobe F4 wurde einer Nachuntersuchung nach DepV unterzogen.

Anlage 3.11 enthält die tabellarische Gegenüberstellung der Analyseergebnisse zu den Zuordnungswerten nach DepV, Anlage 3.12 den zugehörigen Laborprüfbericht.

In der nachstehenden Tabelle ist das Ergebnis mit der Zuordnung zu den Deponieklassen noch einmal zusammengefasst dargestellt.

Tab. 20: Einstufung nach DepV

Probe	Deponieklasse	Parameter
F4	DKI	Sulfat (253 mg/l) Ges. gel. Feststoffe (510 mg/l)

Im Falle der Beseitigung auf Deponie nach DepV ist dem Material aus **F4** die Deponieklasse **DKI** zuzuordnen.

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

6.5 Untergrund

Aus den Auffüllungen mit einem Fremdbestandteilanteil von < 10 Vol. % und dem gewachsenen Untergrund wurden drei Mischproben erstellt. Dabei wurden die Proben fortlaufend zu /UP9/ nummeriert:

AU2 = Juri-Gagarin-Ring

AU3 = Gehweg Ost

AU4 = Meyfartstraße + Nebenanlagen West.

Es wurden der Parameterumfang gemäß Anlage 1, Tabelle 3 der Ersatzbaustoffverordnung zur Einstufung nach BM-0* einschließlich pH-Wert im Feststoff und Eluat sowie für die Stichstraße zur Kirche zusätzlich die Parameter nach LAGA, M 20 (1997) TR Boden, Komplettuntersuchungsprogramm zzgl. TOC und C/N Verhältnis untersucht.

Tab. 21: Probenbildung Untergrund

Probenbezeichnung	Aufschluss	Einzelproben	Tiefenbereich [m u. GOK]	Baugrundsichten
AU2	RKS 5-9	R5.2, R5.4, R6.3, R6.6, R7.3, R7.5, R8.4, R9.3, R9.6	0,21 – 3,0	1.1, 1.2
AU3	RKS 13, RKS 15-16	R13.2-13.3, R13.5-13.6, R15.2-15.3, R15.5, R16.2-16.4, R16.6	0,05 – 2,3	1.1, 1.2, 2
AU4	RKS 10-12, RKS 17	R10.2, R11.2-11.5, R12.3, R12.5, R17.2	0,05 – 3,0	1.1, 1.2

Anlage 3.15 enthält die tabellarische Zusammenfassung ehemals in Thüringen gültigen Zuordnungswerte nach LAGA TR Boden, Anlage 3.17 die der gemäß EBV gültigen Materialwerte für BM-0* einschließlich der Gegenüberstellung der Laborergebnisse.

Die Anlagen 3.16 und 3.18 enthalten die zugehörigen Laborprüfberichte.

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

Tab. 22: Einstufung Untergrund

Probe	Zuordnungswert nach LAGA	Parameter Zuordnungswert	Materialklasse nach EBV	Parameter Materialwert
AU2	Z0	keine Zuordnungswertüberschreitung	BM-F3 BM-F1	Leitfähigkeit (562 µS/cm) Arsen (16 µg/l)
AU3	Z0	keine Zuordnungswertüberschreitung	BM-F3 BM-F2 BM-0*	PAK (9,2 mg/kg TM) Arsen (23 µg/l) Benzo(a)pyren(0,58 mg/kg TM)
AU4	Z0	keine Zuordnungswertüberschreitung	BM-F1 BM-F0* BM-0*	Leitfähigkeit (424µS/cm) Arsen (10 µg/l) Kupfer (40,2 mg/kg TM)

Mischprobe AU2 (Juri-Gagarin-Ring)

Gemäß LAGA weist die Mischprobe keine Zuordnungswertüberschreitung (**Z0**) auf.
Nach EBV ist sie theoretisch aufgrund einer erhöhten Leitfähigkeit in die Materialklasse **BM-F3** einzustufen. Bezüglich der erhöhten Leitfähigkeit nach EBV ist zu erwähnen, dass diese einen stoffspezifischen Orientierungswert darstellt. Hier ist durch Rücksprache mit dem zuständigen Amt zu klären, ob dieser Wert vernachlässigt werden darf, so dass das Material der Mischprobe dann in die, gemäß Analysenergebnissen nächst niedrige Materialklasse (hier BM-F1) eingestuft werden kann.

Mischprobe AU3 (Gehweg Ost)

Gemäß LAGA weist die Mischprobe keine Zuordnungswertüberschreitung (**Z0**) auf.
Nach EBV ist die Probe aufgrund eines erhöhten PAK-Gehaltes in die Materialklasse **BM-F3** einzustufen.

Mischprobe AU4 (Meyfartstraße + Nebenanlagen West)

Gemäß LAGA weist die Mischprobe keine Zuordnungswertüberschreitung (**Z0**) auf.
Nach EBV ist sie theoretisch aufgrund einer erhöhten Leitfähigkeit in die Materialklasse **BM-F1** einzustufen. Bezüglich der erhöhten Leitfähigkeit nach EBV ist zu erwähnen, dass diese einen stoffspezifischen Orientierungswert darstellt. Hier ist durch Rücksprache mit dem zuständigen Amt zu klären, ob dieser Wert vernachlässigt werden darf, so dass das Material der Mischprobe dann in die, gemäß Analysenergebnissen nächst niedrige Materialklasse (hier BM-F0*) eingestuft werden kann.

Die Aushubböden sind als **nicht gefährlicher Abfall (AVV-Schlüssel-Nr. 17 05 04)** zu deklarieren.

6.6 Hinweise zur Verwertung / Beseitigung von Ausbaustoffen

Im Rahmen der Analysen zu diesem Gutachten wurden Ausbaustoffe der Zuordnungen Z0, Z1.1, Z1.2 sowie der Materialklassen RC-1, BM-F1, BM-F3 und > BM-F3 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 Z1.1, Z1.2 bzw. RC-1, BM-F1 und BM-F3 ist aus umwelttechnischer Sicht eingeschränkt in technischen Bauwerken einbaubar.

Material der Zuordnung > BM-F3 muss fachgerecht entsorgt werden.

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

7. ANMERKUNGEN

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

Erfurt, Juri-Gagarin-Ring, 2. BA, Trommsdorffstraße bis Krämpferstraße

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 geplante Baumaßnahme angegeben. Die jeweiligen Bau-
grundverhältnisse an den Untersuchungspunkten wurden aufgezeigt. Es empfehlen sich bei der
Bauausführung eine sorgfältige Überwachung aller Arbeiten und ein Vergleich zwischen den Unter-
suchungsergebnissen und den tatsächlich angetroffenen Verhältnissen.

Verfahrensspezifische Hinweise hinsichtlich Bauausführung haben empfehlenden Charakter.
Auf die tatsächlichen Verhältnisse (Baugrund, Grundwasser, Jahreszeit, Witterung o. Ä.) während
der Bauausführung 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.

<— — —>