



Baugrundbüro Dr.-Ing. Weissenburg
Spechtsart 1 · 06618 Naumburg

METRON Unabhängige Planungsgesellschaft mbH
Stadtweg 27
06667 Weißenfels

Hauptsitz:
Spechtsart 1
06618 Naumburg /Saale

Tel.: (03445) 26 10 280
Fax: (03445) 26 10 285

baugrundweissenburg@t-online.de
www.baugrundweissenburg.de

**Merseburg, Verlängerung / Anpassung Schmutzwasser-
Druckleitung Merseburg-Süd**

BAUGRUNDGUTACHTEN

Geotechnischer Bericht nach DIN 4020

1. Bericht

Auftraggeber: METRON Unabhängige Planungsgesellschaft mbH

Auftragsnummer: N1804/23

Bearbeiter: Dr.-Ing. Weissenburg
M. Sc. Heyder

Naumburg, den 31.08.2023

Inhaltsverzeichnis

1	Bauvorhaben	4
2	Baugrund.....	4
	2.1 Morphologie, Bebauung und Bewuchs	4
	2.2 Geologie.....	4
	2.3 Hydrogeologie / Hydrologie	5
	2.4 Besonderheiten	6
3	Untersuchungen	6
	3.1 Lage, Art, Umfang und Zeitpunkt der Bodenaufschlüsse	6
	3.2 Laboruntersuchungen.....	6
4	Ergebnisse der Untersuchungen	7
	4.1 Untergrund / Unterbau - Schichtenverlauf und -verbreitung.....	7
	4.4 Eigenschaften und Klassifizierung der Böden.....	9
	4.5 Erdstatische Kennwerte.....	14
	4.6 Hydrologie und Grundwasserverhältnisse	14
5	Baugrundbeurteilung	17
	5.1 Allgemeine Baugrundeinschätzung	17
	5.2 Gründung von Rohrleitungen und Schachtbauwerken.....	17
6	Bautechnische Hinweise.....	23
	6.1 Böschungen / Baugruben / Rohrgräben	23
	6.2 Wasserhaltung	24
	6.3 Nachbarsicherung	24
	6.4 Bohr- und Rammbarkeit (Verbauarbeiten)	25
7	Umweltrelevante Untersuchungen	26
8	Sonstige Allgemeine Hinweise zur Bauausführung.....	27
9	Homogenbereiche	28
10	Schlussbemerkung	30

Unterlagen

Auftrag vom 10.07.2023

Auftraggeber: Metron Unabhängige Planungsgesellschaft mbH

Für die Bearbeitung standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

U 1 - Topografische Karten	M 1 : 25 000
U 2.1 - Geologische Karten	M 1 : 25 000
U 2.2 - Geologische und hydrogeologische Übersichtskarten (digital)	
U 3 - vom AG bzw. vom Planer übergebene Unterlagen	
U 3.1 - Aufgabenstellung	
U 3.2 - Lage- und Höhenplan	
U 3.3 - Vermessungsunterlagen	
U 4 - Leitungsbestandspläne	
U 5 - DIN-Normen, Regelwerke, Literatur	
u.a. DIN 1054 (2010), DIN EN 1997-1 (2009/2010), DIN EN 1997-2 (2010), DIN 4020 (2010), DIN 4023 (2006), DIN 18196 (2011), DIN EN ISO 14688 (2011), DIN EN ISO 14689 (2011), RiLiGeoB, ZTVE-StB, ZTVA-StB, RStO in den jeweils derzeit gültigen Fassungen, EA-Pfähle, EAB, EAU, EBGeo	

Weitere Unterlagen, wie Detailpläne, Querschnittprofile, Lastangaben u.a. liegen derzeit nicht vor.

Anlagen

A 1.1	- Übersichtsplan	Blatt 1
A 1.2	- Fotodokumentation	Blatt 1 - 2
A 2	- Aufschlussplan	Blatt 1 - 2
A 3.1	- Schichtenverzeichnisse	entfällt
A 4	- Bohr- und Sondierprofile	Blatt 1 - 2
A 5	- Laboruntersuchungen Boden	
A 5.0	- Tabellarische Darstellung aller Laboranalysen	Blatt 1
A 5.1	- Korngrößenverteilungen	Blatt 1
A 5.2	- Zustandsgrenzen, Plastizitätsdiagramme	Blatt 1
A 7	- Chemische Analytik	Blatt 1 - 18
A 8	- Baugrundschnitt	Blatt 1
A 13	- Homogenbereiche	Blatt 1 - 5

1 Bauvorhaben

Der Abwasserzweckverband Merseburg plant die Verlängerung bzw. Anpassung der Schmutzwasser-Druckleitung in der Florian-Geyer-Straße bzw. der Naumburger Straße in Merseburg-Süd.

Die Planungen werden vom Ingenieurbüro METRON Unabhängige Planungsgesellschaft mbH in Weißenfels erbracht.

Die Arbeiten umfassen einmal die Verlängerung / Anpassung der SW-Druckleitung in der Florian-Geyer-Straße und die Anpassung in der Naumburger Straße. Die geschlossene Verlegung soll im Microtunnelingverfahren im Querschnitt DN 400 erfolgen.

Die geschlossene Rohrverlegung ist in die geotechnische Kategorie III einzuordnen.

Die Baugrundbüro Dr.-Ing. Weissenburg Ingenieurgesellschaft mbH wurde vom Ingenieurbüro METRON Unabhängige Planungsgesellschaft mbH in Weißenfels beauftragt, für das o.g. Bauvorhaben eine Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung vorzunehmen.

Als Höhenbezug wurden die in den Planungsunterlagen (U 3) angegebenen Höhen in m NHN (DHHN) zu Grunde gelegt.

2 Baugrund

2.1 Morphologie, Bebauung und Bewuchs

Der zu begutachtende Trassenabschnitt liegt in der Florian-Geyer-Straße bzw. in der Naumburger Straße in Merseburg Süd.

Großräumig betrachtet ist die Geländeoberfläche flachwellig und fällt leicht von Süden in nördliche Richtung zur Geisel ab. Im Baufeld liegen die Geländehöhen zwischen 96,0 m und 102,0 m NHN.

Die vorhandene Bebauung besteht hauptsächlich aus 1 - 3 geschossigen Wohngebäuden und Nebengelassen. Über die Gründungsverhältnisse der Altbebauung liegen keine Angaben vor.

Entlang der Straßen und in Grundstücken stehen z.T. vereinzelt bis in Gruppen Bäume und Büsche.

2.2 Geologie

Der Standort befindet sich aus regionalgeologischer Sicht im Bereich der Merseburger Buntsandsteinplatte, speziell am Rand der holozänen Bachaue der Geisel. Sandsteine und

Tonsteine des Übergangsbereiches Unterer/Mittlerer Buntsandstein bilden den älteren Untergrund. Überlagert werden die Festgesteine von tertiären, pleistozänen und holozänen Lockergesteinen.

Nach U 2 wird der Festgesteinsuntergrund von den Sedimentgesteinen des Mittleren Buntsandsteins gebildet, einer Folge plattiger - bankiger Sandsteine mit Ton- und Schluffsteineinlagerungen. An der Grenze zu den Lockergesteinen sind die Festgesteine in einer Mächtigkeit von mehreren Dezimetern bis Metern entfestigt und lockergesteinsartig zu Sand bzw. Ton zersetzt.

Die Lockergesteinsschicht wird im natürlichen Profil von tertiären Sedimenten in Form von Tonen, Sanden und Kiesen gebildet, in die lokal auch Braunkohlenflöze eingeschaltet sein können. Über dem Tertiär stehen quartäre Sande und Kiese oder so genannte Bach- oder Terrassenschotter sowie Geschiebemergel mit eingeschalteten Schmelzwassersanden und Beckentonen an. Den Abschluss zur Geländeoberkante bilden im natürlichen Profil Lössablagerungen. Die bindigen Deckschichten sind zum Teil umgelagert bzw. abgeschwemmt oder mit den Sanden und Kiesen zu Gehängelehm vermischt. In den Bachauen und Senken stehen Bachschotter und darüber Auelehme/Schwemmlerhe an. Am Rand der Auen sind Verzahnungen und Wechsellagen von Aue- und Hangablagerungen möglich.

Infolge des Straßenbaues sowie anderer anthropogener Einwirkungen stehen oberflächlich zumeist Auffüllungen an.

2.3 Hydrogeologie / Hydrologie

Als Vorflut fungiert im Norden die Geisel, die von Südwesten kommend nach Nordosten entwässert. Daneben ist im Westen ein Entwässerungsgraben vermerkt, der von Süden kommend zur Geisel fließt und die Trasse quert.

Die oberen Grundwasserleiter werden nach U 2 von Bachschottern und daneben von quartären und tertiären Sanden und Kiesen gebildet, die rinnen-, linsenartig bis flächenhaft in Geschiebemergeln/Beckenschluffen eingelagert sein können. Allgemein ist von einer Abstromrichtung entsprechend der Geländemorphologie auszugehen.

Die bindigen Böden (Auelehm/Schwemmlerhe, Lösslehm, Geschiebelehm/-mergel, Tertiärton) stellen im Wesentlichen Grundwassergeringleiter bzw. -stauer dar, wobei Schichtwässer auch in stärker sandig oder kiesig ausgebildeten Lagen fließen können.

Infolge oberflächennah anstehender schluffiger Sedimente besteht allgemein die Gefahr von Staunässe nach Starkniederschlägen.

2.4 Besonderheiten

Der Standort gehört nach DIN EN 1998-5 bzw. DIN 4149 bezogen auf die Koordinaten der Ortsmitte zur keiner Erdbebenzone.

Die Festgesteine des Mittleren Buntsandsteins gelten im ingenieurgeologischen Sinne als schwachfrei, d.h. mit Auslaugungserscheinungen und deren Folgen ist nicht zu rechnen.

Der großräumige Standortbereich ist durch alte Braunkohlebergbaubereiche bekannt. Daneben befinden sich im Standortbereich teilweise alte Ton-, Sand- oder Kiesgruben.

Der Standort liegt in einer Kampfmittelverdachtsfläche.

3 Untersuchungen

3.1 Lage, Art, Umfang und Zeitpunkt der Bodenaufschlüsse

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden im August 2023 insgesamt 6 Kleinbohrungen als Rammkernsondierungen (BS) bis in Regeltiefen zwischen 3 und 5 m unter OKG abgeteuft. Außerdem wurden 2 Rammsondierungen ausgeführt.

Infolge von Bohrhindernissen bzw. von hohen Eindringwiderständen im Boden bzw. Fels mussten BS 4 und 6 oberhalb der geplanten Erkundungstiefen abgebrochen und versetzt werden. Zur Erreichung des Erkundungszieles wären hier großkalibrige Kernbohrungen erforderlich. BS 2 ist infolge der vorhandenen Leitungsbestandes entfallen.

Die Lage der Untersuchungspunkte und die Aufschlusstechnik wurden neben dem Erkundungsziel teilweise auch erheblich von örtlichen Gegebenheiten (Leitungsbestand) bestimmt.

Die Untersuchungspunkte wurden lage- und höhenmäßig eingemessen und sind zusammenfassend im Lageplan der Anlage 2 gekennzeichnet. Sämtliche Erkundungsergebnisse sind in Form von Bohrprofilen und Rammdiagrammen in der Anlage 4 dargestellt.

3.2 Laboruntersuchungen

Zur Klassifizierung der Böden und Bestimmung der Baugrundeigenschaften bzw. Festlegung der Bodenkennwerte wurden folgende Laborversuche durchgeführt:

- 3 Wassergehalte
- 1 Konsistenzgrenzen
- 3 Kornverteilungen
- 1 Glühversuch

Dabei wurde das Laborprogramm den vorgefundenen Baugrundverhältnissen angepasst.

4 Ergebnisse der Untersuchungen

4.1 Untergrund / Unterbau - Schichtenverlauf und -verbreitung

In Auswertung der stichprobenartigen Aufschlüsse ergibt sich für die Trasse folgendes generelles geologisches Schichtenmodell:

Schicht 0 - Oberboden

Schicht 1 - Auffüllung	(Schotter / Kies, sandig / Sand, kiesig, z.T. schluffig oder steinig; Ton/Schluff, sandig, z.T. kiesig, z.T. organische Beimengungen)
Schicht 2 - Auelehm/ Schwemmlehm	(Ton, schluffig, feinsandig bis stark sandig, z.T. organische Beimengungen)
Schicht 3 - Lößlehm/ Gehängelehm/	(Ton, schluffig, sandig)
Schicht 4 - Sande und Kiese	(Fein- bis Mittelsand, z.T. kiesig, schluffig Mittel- bis Grobsand, kiesig, schwach schluffig bis stark schluffig bis Kies, sandig)
Schicht 5 - Tertiärton	(Ton, schluffig, sandig bis stark sandig)

Nach den Aufschlussergebnissen stehen oberflächlich **Auffüllungen** mit unterschiedlichen Mächtigkeiten von wenigen Dezimetern bis maximal ca. 1,8 m unter OKG in BS 4a an. Die Auffüllungen sind teilweise mit einer Lage humosen **Oberboden** überdeckt.

Die Oberflächenbefestigung der vorhandenen Straße wurde als Schwarzdecke ausgebildet (BS 5). Darunter ist hier Beton ausgebildet. Darunter ist das Bodenmaterial hauptsächlich als Kies bzw. Sand ausgebildet und den ungebundenen Trag- und Frostschutzschichten zuzuordnen. Daneben sind die Straßen augenscheinlich auch mit Pflaster befestigt. Darunter bzw. daneben kamen unterschiedlich Sande/Kiese, Sand/Kies-Ton-Gemische oder Tone mit schwankenden Kornanteilen zur Auffüllung. Die aufgefüllten Erdstoffe sind teilweise regellos mit Ziegelresten und anderem Bauschutt durchsetzt. Eine weitere detaillierte Abgrenzung der Auffüllungen vom natürlichen Baugrundprofil ist fachtechnisch und wirtschaftlich nur im großräumigen Anschnitt im Zuge der Bauausführung möglich. Da anthropogene Hinweise mitunter fehlen, ist eine genaue Abgrenzung zum natürlichen Profil z.T. auch schwierig zu ziehen.

In BS 1, 3 und 5 folgt unter den Auffüllungen **Auelehm/Schwemmlehm**. Der braune bis dunkelbraune, z.T. auch schwarzbraune Erdstoff ist hauptsächlich ein schluffiger, sandiger bis stark feinsandiger Ton. Die bindigen Aueablagerungen besitzen je nach Ausbildung und organischen Beimengungen vorwiegend leichte bis mittelpastische, z.T. auch ausgeprägt plastische Eigenschaften und stehen hauptsächlich mit weichen-breiigen Konsistenzen an. Der Auelehm/Schwemmlehm besitzt allgemein eine relativ geringe Scherfestigkeit und hohe Zusammendrückbarkeit. Er ist stark wasser- und bewegungsempfindlich und im Allgemeinen als nur schwer bis sehr schwer verdichtbar einzuschätzen. Die Schichtmächtigkeiten betragen bis ca. 2,0 m.

In BS 1 folgt unter dem Auelehm graubrauner bis hellgrauer **Lößlehm/Gehängelehm**. Der hauptsächlich aus Lößlehmmaterial gebildete Erdstoff ist nach DIN 18196 hauptsächlich ein stark schluffiger, sandiger Ton mit leicht- bis mittelpastischen Eigenschaften. Nach der Kornverteilung handelt es sich vorwiegend um einen mittelkörnigen Grobschluff mit feinsandigen und tonigen Anteilen. Der Lößlehm ist zumeist umgelagert oder abgeschwemmt und z.T. auch mit anderen Erdstoffen zu Gehängelehm vermischt. Im oberen Bereich kann der Boden auch stärker humifiziert sein und eine dunkelbraune Farbe besitzen. Bautechnisch gleicht der Boden dann eher einem Auelehm. Der Lößlehm/Gehängelehm steht mit steifen bis breiigen Konsistenzen an.

Der Erdstoff weist teilweise eine relativ hohe „Strukturfestigkeit“ auf, d.h. bei der Feldansprache wird die Konsistenz zumeist günstiger (steifer) eingeschätzt als bei der labormäßigen Bestimmung, d. h. nach dem Strukturverlust infolge der labormäßigen Aufbereitung. Der Lößlehm/Gehängelehm ist allgemein als sehr wasser-, sehr frost- und auch sehr erosionsempfindlich einzuschätzen. Bei kleinen Änderungen des Wassergehaltes wechselt bereits seine Konsistenz. Daher sind Wassersackbildungen generell zu vermeiden. Die Schichtmächtigkeit beträgt ca. 1,9 m.

Bei den tertiären und pleistozänen **Sanden und Kiesen** handelt es sich unterschiedlich um enggestufte, schwach kiesige Fein- bis Mittelsande oder um weit- bis intermittierend gestufte kiesige Mittel- bis Grobsande oder Kiessande. Die Farbe ist braun, graubraun, weißgrau bis hellgrau, in Teilbereichen auch ockerfarben oder rostbraun, was auf eisenhaltige Beimengungen hinweist. Die Lagerungsdichte der Sande und Kiese wurde hauptsächlich locker bis mitteldichte, z. T. dicht festgestellt. Insbesondere die Fein- und Mittelsande sind infolge ihrer zumeist engen Kornabstufung erfahrungsgemäß relativ lage- bzw. erschütterungsempfindlich und neigen bei Entlastung bzw. Austrocknung zu Auflockerungserscheinungen. Unter Wasserzutritt sind sie als teilweise fließgefährdet (SU*/ST*) einzuschätzen.

Die Sande und Kiese standen teilweise bis zum Erreichen der Endteufe der Sondierungen an.

Der **Tertiärton** in BS 3 und 4a ist als schluffiger, sandiger bis stark sandiger Ton zu klassifizieren. Die Farbe ist weißgrau, gelbgrau bis z.T. ockerfarben. Die Konsistenzen wurden überwiegend mit steif bis halbfest festgestellt. So wurde auch der Eindringwiderstand beim Rammkernsondieren als schwer bis sehr schwer festgestellt. Der Tertiärton stand in BS 11 bis zum Erreichen der Endteufe der Sondierungen an.

4.4 Eigenschaften und Klassifizierung der Böden

- Baugrundeigenschaften

Auf der Grundlage der Feld- und Laborprüfungen sowie anhand von Vergleichs- und Erfahrungswerten können die aufgeschlossenen Erdstoffe durch folgende bodenphysikalische Eigenschaften beschrieben werden:

Schicht 0: Oberboden

Benennung: (DIN 4022):	Schluff , tonig, sandig bis Ton , schluffig, sandig, schwach humos bis humos
Farbe:	dunkelbraun bis schwarzbraun
Bodengruppe (DIN 18196):	OU, TL/TM, SU*/ST*
Bodenklasse (DIN 18300):	1 (4)

Der Oberboden besitzt für die Gründung der Rohrleitungen baupraktisch keine Bedeutung und wird daher im Folgenden mit Ausnahme der Bodengruppen und Bodenklassen nicht weiter abgehandelt.

Schicht 1: Auffüllung

Die punktförmig aufgeschlossenen Auffüllungen weisen stark unterschiedliche Zusammensetzungen von Ton bis Kies auf. Bedingt durch die Inhomogenität in der Zusammensetzung, unterschiedliche Einbauzwecke (Tragschichten, Geländeregulierungen etc.) und unterschiedliche Verdichtungsgrade sind stark wechselhafte Eigenschaften vorhanden. Allgemein ist zu beachten, dass nicht zweckgebunden verdichtete Auffüllungen zumeist eine unterschiedliche und allgemein geringe Dichte, eine hohe Hohlräumigkeit bzw. Makroporosität sowie bei Wasserzutritt eine noch vorhandene Sackungsempfindlichkeit aufweisen können. Insgesamt ist die Auffüllung bei Belastung je nach Porenvolumen stark bis schwach zusammendrückbar. Bauwerksreste sind generell möglich.

Oberbau: alte Tragschicht / Frostschuttschicht (Schotter, Sande und Kiese)

Klassifikation nach DIN 18196:	Auffüllungen aus natürlichen Böden [GW, GI, SW, SI, GU/GT, SU/ST, SU*/ST*, X, (Y)]
Frostverhalten (ZTVE-StB):	je nach Feinkornanteil nicht bis mittel, z.T. sehr frostempfindlich (F1 – F3)

- Unterbau, Auffüllungen, Erdablagerungen

Bodengruppe (DIN 18196):	Auffüllung aus natürlichen Böden [GW, GI, SW, SI, SU/ST, SU*/ST*, GU/GT, GU*/GT*, TL, TM, OU, OH] mit möglichen Stein-/Blockanteilen [X, Y] und Fremdstoffen (A)
--------------------------	--

- *Tone/Schluffe, bindiges gemischtkörniges Material (Feinkornanteil > 15 %):*

Frostempfindlichkeit (ZTVE-StB): sehr frostempfindlich (F 3)

Plastizität: leicht bis mittelplastisch
Konsistenz: vorwiegend weich bis steif, z.T. sehr weich oder halbfest
Zusammendrückbarkeit: mittel bis sehr groß

- *Sand- und Kiesmaterial:*

Frostempfindlichkeit (ZTVE-StB): je nach Feinkornanteil nicht bis gering frostempfindlich (F 1/F 2) bis teilweise sehr frostempfindlich (F 3)

Lagerungsdichte: je nach Einbauzweck locker bis mitteldicht, z.T. dicht

Zusammendrückbarkeit: gering bis mittel, bei lockerer Lagerung mittel bis groß

Beimengungen: z.T. organische Beimengungen

Schicht 2: Auelehm/Schwemmlehm

Benennung (DIN 4022): Ton, schluffig, feinsandig bis stark sandig
Farbe: dunkelbraun, dunkelgrau, schwarzbraun
Bodengruppe (DIN 18196): TL, TM, TA, OU, OT
untergeordnet SU*/ST*
Frostempfindlichkeit (ZTVE-StB): F 3 - sehr frostempfindlich
Plastizität: vorwiegend leicht bis mittelplastisch,
z.T. ausgeprägt plastisch
Konsistenz: vorwiegend weich, z.T. breiig oder steif
Laborergebnisse (Einzelwerte): $w_n = 14,6 \%$
 $V_{GI} = 5,2 \%$
Zusammendrückbarkeit: groß bis sehr groß
Tragfähigkeit: gering bis sehr gering
Beimengungen: z. T. organische Beimengungen
Grundwasserleiter: Grundwassergeringleiter

Schicht 3: Lößlehm/Gehängelehm

Benennung (DIN 4022): Ton, schluffig, sandig, z.T. kiesig
Farbe: hellgrau, graubraun
Bodengruppe (DIN 18196): TL, TM, OU
Frostempfindlichkeit (ZTVE-StB): F 3 – sehr frostempfindlich
Plastizität: leicht bis mittelplastisch
Konsistenz: breiig – weich, z.T. steif
Laborergebnisse (Einzelwerte): $w_n = 21,2 \%$
 $w_L = 22,6 \%$, $w_P = 17,9 \%$, $I_P = 4,7 \%$, $I_C = 0,19$
Zusammendrückbarkeit: groß
Tragfähigkeit: mittel bis gering

Beimengungen: z.T. kalkhaltig
Grundwasserleiter: Grundwassergeringleiter

Schicht 4: Sande und Kiese

Benennung (DIN 4022): Fein- bis Mittelsand, stark schluffig; Mittel- bis Grobsand
kiesig, schwach schluffig bis stark schluffig;
Kies, stark sandig
Farbe: weissgrau, dunkelgrau, gelbbraun, braun, graubraun,
ocker
Bodengruppe (DIN 18196): GW, GI, GU/GT, SU/ST, GU*/GT*, SU*/ST*
Frostempfindlichkeit (ZTVE-StB): je nach Ausbildung nicht bis sehr frostempfindlich
(F 1 bis F 3)
Kornverteilung: eng- bis intermittierend gestuft
Lagerungsdichte: vorwiegend locker bis mitteldicht, z.T. dicht
Gleichförmigkeit: gleichförmig bis ungleichförmig
Kornform / Rauigkeit: kugelig, stückig / kantig
Zusammendrückbarkeit: mittel bis gering
Tragfähigkeit: mittel bis hoch
Grundwasserleiter: Grundwasserleiter
Bemerkungen: Ramm- und Bohrhindernisse (Gerölle, Blöcke) möglich

Schicht 5: Tertiärton

Benennung (DIN 4022): Ton, schluffig, sandig bis stark sandig
Farbe: weissgrau, grau
Bodengruppe (DIN 18196): TL, TM, TA, (SU*/ST*)
Frostempfindlichkeit (ZTVE-StB): sehr frostempfindlich (F 3)
Plastizität: vorwiegend leicht bis mittelpastisch
Konsistenz: steif bis halbfest
Zusammendrückbarkeit: mittel bis groß
Tragfähigkeit: gering bis mittel
Grundwasserleiter: Grundwassergeringleiter bis -stauer
Beimengungen: z.T. kaolinhaltig

Die bindige Böden der Schichten 2, 3 und 5 sind stark witterungsempfindlich. Auf ungeschützten Aushubsohlen kommt es insbesondere durch Wasser- und/oder Frosteinwirkung zu rasch voranschreitenden Entfestigungs- und Aufweichungsprozessen. Unter Einwirkung von Wasser erfolgt insbesondere bei gleichzeitiger dynamischer Beanspruchung eine schnelle Konsistenzverschlechterung.

- Bodenklassen und Bodengruppen

Die vorstehend beschriebenen Bodenschichten sind in folgende Bodengruppen und Bodenklassen einzuordnen:

Bodenart	Kurzzeichen DIN 18 196 (2006)	DIN 18 300 (2012)	DIN 18301 (2012)	DIN 18319 (2012)	ZTVA-StB (1997/ 2006)	ATV - A 127 (2000)
Oberboden (Schicht 0)	OU, TL, TM, ST*/SU*	1				
Auffüllung* ¹ (Schicht 1)	A [GI, GW, SW, SI, GU/GT, GU*/GT*, SU/ ST, SU*/ST*, TL, TM, TA, OU, OT (X,Y)]	3 – 5	BN 1 - 2, BB 2 - 3 (BS 1, 3)	LNW 1 - 3 LBM 1 - 2 S 1 - 2	V1 - V3 (außer TA, OU)	G 1 – 4
Auelehm/ Schwemm- lehm (Schicht 2)	TL, TM, TA, OU, (SU*/ST*)	2 ^{2,3} , 4, 5	BB 1-2 (BN 2)	LBM 1 – 2 P 1-2 (LN 1-2)	V3 (2) (außer TA, OU)	G 4 (3)
Lößlehm/ Gehängelehm (Schicht 3)	TL, TM, OU (ST*/SU*)	2 ^{2,3} , 4	BB 1-2 (BN 2)	LBM 1 – 2 P 1, (LN 1-2), (S) ^{*3}	V3 (2)	G 4 (3)
Sande und Kiese (Schicht 4)	SU/ST SU*/ST*, GU/ GT, GU*/GT* (TL)	3 - 4 ^{*3,5}	BN 1 - 2 (BS 1, 3)	LNE, 1-3, LN 1- 3, (S 1, 3)	V1 – 2	G 1 - 3
Tertiärton (Schicht 5)	TL, TM, TA (ST*/SU*)	4 – 5 ^{*5,6}	BB 2 - 3 (4) (BN 2)	LBM 2 (1,3) P 1- 2, (LN 1- 2), (S) ^{*3}	V3 (2) (außer TA)	G 4 (3)

*1 Einstufung ohne Oberflächenbefestigungen oder großvolumige Hindernisse wie Bauwerksreste (Fundamentreste etc.)

*2 eventuelle breiige Bereiche ($I_c < 0,5$) sind in die Bodenklasse 2 - fließende Böden - einzuordnen.

3 Bodenklasse 2 - fließende Böden - bei Anschnitt unter Grundwasser (ST)

*4 Zusatzklassen (S 1 - S 3) sind lokal möglich (Findlinge)

*5 Steine oder Gerölle möglich; Steinanteile bis 0,01 m³ Rauminhalt und Steinanteile $\leq 30\%$ von $> 0,01$ m³ bis 0,1 m³ Rauminhalt sind in Bodenklasse 5; Steinanteile $> 30\%$ bis $d = 0,6$ m sind in Bodenklasse 6 und Steine $d > 0,6$ m sind in Bodenklasse 7 einzuordnen.

*6 verfestigte Lagen können auch schon die Klasse 6 – leicht lösbarer Fels – bedingen.

- Verdichtungseigenschaften

Die bindigen Böden der Schichten 2, 3 und 5 sowie vergleichbare bindige Auffüllungen sind nach ZTVA-StB 97/06 in die Verdichtbarkeitsklassen V3 und V2

- bindige, feinkörnige Böden - bis
- bindige, gemischtkörnige Böden -

einzustufen. Die Sande und Kiese und die sandigen und kiesigen Auffüllungen sind hinsichtlich ihrer Verdichtungsfähigkeit in Abhängigkeit seines Feinkornanteils in die Verdichtbarkeitsklassen V1 bis V2 (GU*/GT*, SU*/ST*)

- nicht bindige Böden (V 1) - bis
- bindige, gemischtkörnige Böden (V2) -

einzuordnen

Aufgrund von vorliegenden Erfahrungswerten können die Verdichtungswilligkeit und die daraus folgenden zu erwartenden Proctordichten wie folgt abgeschätzt werden:

Bodenart	Verdichtungswilligkeit	Proctordichten ρ_{Pr} [g/cm ³]
Auffüllungen		
Sande und Kiese	normal bis gut	1,90 – 2,10
Tone und Schluffe	nicht bis schwer	<1,60 – 1,80
Auelehm/Schwemmlehm	sehr schwer bis schwer	<1,55 – 1,70
Gehängelehm	schwer bis normal	1,70 – 1,85
Sande und Kiese	normal bis gut	1,80 - 2,10
Tertiärton	sehr schwer bis schwer	1,55 – 1,70

Ausgeprägt plastische Bodenbereiche (TA) oder Bereiche mit höheren organischen Anteilen (OU, OT) sind als sehr schwer bis nicht verdichtungswillig einzustufen.

Die **bauseitige Einbaufähigkeit** (Verarbeitbarkeit) des Materials hängt neben seiner Verdichtungswilligkeit vor allem von den **Wassergehalten** zur Bauzeit sowie von seiner **Wasserempfindlichkeit** ab.

Bei den stichprobenartig untersuchten Proben wurden teilweise sehr schwankende **Wassergehalte** bestimmt. Im Einzelnen wurden folgende Werte laborativ ermittelt:

Bodenart	Wassergehalt [-]
Auelehm (Schicht 2)	14,6
Gehängelehm (Schicht 3)	21,2

Allgemein ist zu beachten, dass die geforderten Verdichtungswerte mit einer Nachverdichtung nur erzielbar sind, wenn die bauseitigen Wassergehalte im Bereich der zulässigen Wassergehalte liegen. Bei zu hohen Wassergehalten muss der Boden getrocknet werden (Aufreißen, Zugabe von hydraulischen Bindemitteln.) Bei zu niedrigen Wassergehalten ist eine Wasserzugabe erforderlich. Bei Wassergehalten auf dem trockenen Ast sind zusätzlich die zulässigen Luftporengehalte zu beachten.

Aufgrund der z.T. sehr schwankenden und teilweise sehr hohen Wassergehalte sowie der allgemein schlechten Verdichtungswilligkeit bzw. hohen Wasserempfindlichkeit ist zu erwarten

ten, dass bauseitig Verdichtungsgrade von $D_{Pr} \geq 97$ % Proctoroptimum in den bindigen Deckschichten mit einer Nachverdichtung in der Regel nicht oder nur sehr schwer bzw. auch nicht durchgängig erreichbar sind. Daher sind Maßnahmen zur Schaffung einer ausreichenden Planumtragfähigkeit einzuplanen. Für den konstruktiven Erdbau sind diese Böden bei hohen Wassergehalten ebenfalls als nicht bzw. nur sehr bedingt geeignet einzuschätzen.

4.5 Erdstatische Kennwerte

Für erdstatische Berechnungen können auf der Grundlage von Erfahrungswerten, Analogien, aufgrund der Laborprüfungen sowie nach DIN 1055 folgende charakteristische Werte für die geotechnischen Kenngrößen (Bodenkenngrößen) in Ansatz gebracht werden:

Schicht Nr.	Bodenart	Wichte γ_k [kN/m ³]	Wichte u. Auftrieb γ'_k [kN/m ³]	Reibungswinkel ϕ'_k [°]	effektive Kohäsion c'_k [kN/m ²]	undrännierte Kohäsion $c_{u,k}$ [kN/m ²]	Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m ²]
1	Auffüllungen*						
	Sand / Kies	18 - 21	10 - 11	30 / 35	3 / 0	-	10 - 50
	Ton / Schluff	17 - 20	9 - 10	20 - 27	5 - 0	15 - 100	2 - 8
2	Auelehm	17 - 19	7 - 9	20 - 24	5 - 3	15 - 60	3 - 5
3	Lößlehm/ Gehängelehm	18 - 20	8 - 10	25 - 26	5 - 3 (w-br) 5 - 8 (st)	15 - 60	3 - 6 (w-br) 5 - 10 (st)
4	Sande Kiese	17 - 19	10 - 11	30 - 33 34 - 36	0	-	15 - 40 30 - 80
5	Tertiärton	19 - 21	9 - 11	24 - 26	12 - 8	80 - 200	12 - 25

* Die Scherparameter (ϕ' , c') gelten nur für Erddruckbemessungen.

(w) – weiche Konsistenz ($0,5 \leq I_c \leq 0,75$), (st) – steife Konsistenz ($0,75 \leq I_c$), (hf) – halbfest ($I_c \geq 1,0$)

Die Werte sind je nach Aufgabenstellung als Mittelwerte oder als obere und untere Grenze für Grenzwertbetrachtungen in Ansatz zu bringen. Die Werte für den Steifemodul berücksichtigen eine lagerungs- bzw. eine tiefenabhängige Verteilung. Für Detailfragen sind wir zu konsultieren.

4.6 Hydrologie und Grundwasserverhältnisse

Während der Aufschlussarbeiten im August 2023 wurden die Grundwasserstände wie folgt gemessen:

Aufschluss	Wasserspiegel			
	WA m u. OKG	WA m ü. NHN	WE m ü. NHN	Datum
BS 1	k.W.	-	1,8	04.08.23
BS 3	0,9	95,1	0,5	04.08.23
BS 4a	k.W.	-	-	04.08.23
BS 5	k.W.	-	-	04.08.23
BS 6b	k.W.	-	-	04.08.23

Danach wurde Grundwasser nur teilweise in BS 1 und 3 festgestellt. Der höchste bauzeitliche Grundwasserstand wurde in BS 3 in einer Tiefe von ca. 0,5 m unter OKG festgestellt. Saisonal und niederschlagsabhängig ist auch mit geringeren Flurabständen zur OKG zu rechnen. Oberhalb des freien Grundwasserspiegels sind über bindigen Lagen Schicht- und Stauwässer möglich. Zu beachten ist, das Grundwasser in den kleinkalibrigen Aufschlüssen erfahrungsgemäß auch zeitverzögert zulaufen kann.

Als oberer Grundwasserleiter fungieren am Standort die Kiese und Sande. Der Wasserandrang ist allgemein infolge der als hoch einzuschätzenden Durchlässigkeit der Sande und Kiese als groß bis sehr groß einzuschätzen.

Die bindigen Böden (Auelehm/Schwemmlehm, Gehängelehm, Tertiärton) sind in der Regel als Grundwassergeringleiter bis Grundwassernichtleiter einzustufen. Schichtwässer können jedoch in stärker sandig oder kiesig ausgebildeten Bereichen auftreten. Die Schichtwässer können dabei auch periodisch als Schichtquellen in Erscheinung treten. Versickernde Niederschläge können über bindig ausgebildeten Bodenhorizonten oder auf harten Kalksteinlagen des Festgesteines Staunässe-/Stauwasserhorizonte bilden. Bei Ausbildung zusammenhängender Horizonte können Schicht- und Stauwässer auch als schwebendes Grundwasser vorliegen. Bei Anschnitt solcher Horizonte ist - zumeist kurzzeitig - ein größerer Wasserandrang möglich. Ein erhöhter Wasseranfall ist jedoch zumeist an extreme Witterungssituationen (Schneesmelze, lang anhaltende Niederschlagsperioden) gebunden.

Die Durchlässigkeitsbeiwerte der anstehenden Böden können erfahrungsgemäß wie folgt abgeschätzt werden (vorwiegende Werte):

Bodenart	Kurzzeichen DIN 18196	Grundwasserleiter	Durchlässigkeitsbeiwert k [m/s]
Auelehm/Schwemmlehm (Schicht 2)	TL, TM, TA, OU, (ST*/SU*)	Porenraum	10^{-6} bis 10^{-10}
Gehängelehm (Schicht 3)	TL, TM, OU (ST*/SU*)	Porenraum	10^{-6} bis 10^{-10}

Sande und Kiese (Schicht 4)	SW, SI, GW, GI, GU/GT, SU/ST, GU*/GT*,SU*/ST*	Porenraum	$5 \cdot 10^{-3}$ bis 10^{-5} 10^{-5} bis 10^{-7}
Tertiärton (Schicht 5)	TL, TM, TA	Porenraum	10^{-7} bis 10^{-12}

Grundwasserpegelmessungen über einen längeren Zeitraum von 15 - 20 Jahre gemäß DIN zur Festlegung von Bemessungswasserständen liegen nicht vor.

Aufgrund der teilweisen Lage des Standortes am Rand der Bachaue sind neben den gemessenen Wasserständen die Abflussverhältnisse der Vorflut für die Baumaßnahme als maßgebend anzusehen. Der höchstmögliche Grundwasserstand HHGW ist demzufolge dem Hochwasserstand der Vorflut gleichzusetzen, sofern sich nicht durch die gemessenen Wasserstände höhere Werte ergeben. Insbesondere bei längeren Niederschlagsperioden und nach der Schneeschmelze muss mit einem entsprechenden Anstieg des Wasserspiegels gerechnet werden.

Die Erdbautechnologie ist den jeweiligen Witterungsbedingungen anzupassen.

- Betonaggressivität

Die Betonaggressivität des Grundwassers nach DIN 4030 ist in Auswertung einer Analyse infolge erhöhter Sulfatgehalte als stark betonangreifend zu beurteilen. Gemäß DIN-Fachbericht 100, Tab. 2 entspricht diese Einstufung der Expositionsklasse XA2 (Anlage 7.1).

Die **Korrosionswahrscheinlichkeit** von unlegierten und niedriglegierten Stählen im Grundwasser kann mit einer Bewertungszahlsumme von $W_0 = -1,2$ als gering bei Mulden- und Lochkorrosion und sehr gering bei Flächenkorrosion eingeschätzt werden. Im Wasser-Luft-Bereich ist die **Korrosionswahrscheinlichkeit** mit einer Bewertungszahlsumme von $W_1 = -6,2$ als mittel bei Mulden- und Lochkorrosion und gering bei Flächenkorrosion einzuschätzen.

Die Anwendbarkeit der DIN 50929 ist im Einzelfall je nach Anwendungsart, Materialqualität bzw. Legierung zu prüfen.

5 Baugrundbeurteilung

5.1 Allgemeine Baugrundeinschätzung

Wie aus den Schichtenverzeichnissen der Anlage 4 hervorgeht, stehen oberflächlich Auffüllungen an. Darunter folgen teilweise sehr unterschiedlich Auelehm/Schwemmlehm und Sande und Kiese sowie lokal Lößlehm/Gehängelehm und tertiäre Tone.

Grundwasser wurde nur teilweise festgestellt. Der höchste Grundwasserstand wurde während der Aufschlussarbeiten in BS 3 bei ca. 0,5 m unter OKG festgestellt. Lokal weiche oder vernässte Bereiche weisen daneben auch in Bereichen, wo bei der Baugrunderkundung kein Wasser festgestellt wurde, auf mögliche Grundwässer bzw. Schicht- und Stauwässer hin.

In Auswertung der vorgefundenen Situation ist mit erhöhten Aufwendungen bei den Gründungsarbeiten zu rechnen. Diese Einschätzung ergibt sich insbesondere aus

- den teilweise sehr unterschiedlichen Gründungsverhältnissen,
- der teilweise relativ schlechten Tragfähigkeit des Baugrundes infolge z.T. hoher Durchfeuchtung oder hoher Porosität im Bereich des z.T. weichen-breiigen Auelehmes/Schwemmlehmes,
- der allgemein relativ hohen Witterungsempfindlichkeit bzw. der Wasser- und Bewegungsempfindlichkeit und der daraus folgenden schlechten bis z.T. ungenügenden bauseitigen Verdichtbarkeit der bindigen Böden,
- der teilweise schlechten bis ungenügenden Verdichtungswilligkeit (Auelehm, Tertiärton)
- den lokal hohen Grundwasserständen.

Damit sind erhöhte Aufwendungen für die Gründung von Rohrleitungen einzuplanen.

5.2 Gründung von Rohrleitungen und Schachtbauwerken

- Rohrvortriebsarbeiten

Das Arbeitsblatt DWA-A 125 "Rohrvortrieb und verwandte Verfahren" ist zu beachten.

Im Bezug zu den Baugrundaufschlüssen der Anlage 4 sind teilweise sehr unterschiedliche Bohr- bzw. Vortriebsverhältnisse festzustellen.

Bei der Baugrunderkundung wurden die Eindringwiderstände beim Bohren und Rammen im Auelehm/Schwemmlehm und im Lößlehm/Gehängelehm als überwiegend leicht bis z.T. mittel, im Tertiärton als leicht – mittel und in den Sanden und Kiesen als mittel bis z.T. schwer festgestellt. In den Auffüllungen wurden teilweise festen Rammhindernisse festgestellt (BS 4, 6, 6a).

In der Schicht 1 muss generell mit möglichen Bohrhindernissen gerechnet werden. Die Wahrscheinlichkeit von natürlichen Hindernissen in der Schicht 2, 3 in Form von Steinen, Geröllen, Blöcken oder verfestigten Sedimenten ist in der Regel gering. Im Tertiärton und insbesondere in den Sanden und Kiesen können solche Hindernisse jedoch erfahrungsgemäß nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Zudem liegen die Rohrstrecken teilweise im Schichtgrenzbereich, sodass beim Bohren ein Abweichen von der Solllage möglich ist.

Damit kann in der Schicht 2 und 3 mit normalen Vortriebsarbeiten gerechnet werden. In den Schichten 1, 3 und 4 ist mit möglichen erhöhten Aufwendungen (z.B. höhere Eindringwiderstände, mögliche Stein-/Blockeinlagerungen) zu rechnen. Mögliche größere Gerölle bzw. Blöcke müssten geborgen werden, wenn sie sich nicht verdrücken lassen. Daneben ist die Standfestigkeit bzw. die Bohrlochstützung in den Auffüllungen, im Auelehm und in den Sanden und Kiesen zum Teil sehr gering.

Für eine geschlossene Verlegung wird vorzugsweise das Verfahren 6.1.3.1.3: Mikrotunnelbauverfahren mit Spülförderung empfohlen. Alternativ wäre auch das Verfahren 6.1.3.2.3: Pilotrohr-Vortrieb mit Bodenentnahme möglich. Die Anwendung des HDD-Verfahren nach Punkt 6.1.3.3 wird dagegen infolge der Sande und Kiese sehr kritisch gesehen.

Beim Verfahren nach DWA-A 125, Punkt 6.1.3.1.3: **Mikrotunnelbauverfahren mit Spülförderung (Microtunneling)** erfolgt der Gesteinsabtrag i.d.R. mit einem Schneidrad im Vollschnittverfahren. Beim Microtunneling wird in der Regel aus einem Startschacht oder einer Startbaugrube heraus eine gesteuerte, mitunter gekrümmte Bohrung zu einem Zielschacht oder einer Zielbaugrube erstellt. Charakteristisch für dieses Verfahren ist, dass Pilotbohrung, Aufweitbohrung und Einschubvorgang der Rohre in einem einzigen Arbeitsschritt verwirklicht werden. Dieser kombinierte Arbeitsschritt wird grundsätzlich schiebend bzw. drückend aus dem Startschacht bzw. der Startbaugrube heraus durchgeführt und die nicht zugfest miteinander verbundenen Vortriebsrohre entsprechen in der Regel gleichzeitig den zu verlegenden Produktrohren.

Der Anwendungsbereich erstreckt sich je nach Bodenart auf Rohraußendurchmesser im Regelfall von 350 bis 2.500 mm und auf maximale Vortriebslängen in Abhängigkeit des Rohrdurchmessers und der Bodenbeschaffenheit von 80 bis 800 m.

Ein Vorteil des Verfahrens liegt in der teilweisen Stützung der Ortsbrust durch das Schneidrad und den bei optimalen Bedingungen erreichbaren hohen Vortriebsgeschwindigkeiten. Die Förderung des abgebauten Materials erfolgt im vorliegenden Fall hydraulisch. Steingrößen bis etwa 0,3*DN sind mittels Brecher beherrschbar. Eventuelle größere Steine müssen mit Hartmetallschneidrad abgefräst (nur bei entsprechender Einspannung im Boden möglich) oder verdrängt werden. Wasserhaltungsmaßnahmen sind nicht erforderlich. Nach den Ergebnissen der Baugrunduntersuchung bestehen am Standort in der geplanten Trassenlage gute Rahmenbedingungen für einen ferngesteuerten Schildvortrieb. Einrichtungskosten und der Aufwand zur Separierung des geförderten Bohrguts sind beim Microtunneling jedoch relativ hoch.

Bei der alternativen **Horizontal-Spülbohrung** nach ATV-A 125, Punkt 6.1.3.2 wird ein kleineres Pilotrohr im Spülbohrverfahren bis zum Zielschacht vorgetrieben.

Der anstehende Boden wird dabei durch die unter hohem Druck austretende Bentonitsuspension gelöst und dann entlang des Bohrgestänges zur Startgrube ausgetragen. Die Bentonitsuspension stützt die Bohrlochwandung und verringert den Reibungswiderstand. Anschließend wird das Produkt- oder ein Schutzrohr aus Stahl, duktilem Gusseisen oder PE-HD von der Zielgrube aus durch Zurückholen des Pilotrohres bei gleichzeitiger Aufweitung mittels Räumer bzw. Aufweitkopf unter Suspensionsstützung bis in die Startgrube eingezo-gen.

Der Anwendungsbereich erstreckt sich je nach Bodenart auf Rohraußendurchmesser im Regelfall bis maximal 400 (600) mm und auf Vortriebslängen in Abhängigkeit der Bodenbeschaffenheit und des Rohrdurchmessers bis maximal 250 (300) m.

Das Standardverfahren erfordert verdrängungsfähiges, steinfreies Lockergestein.

Beim Wechsel von bindigen Böden zu nichtbindigeren Böden (z. B. Sande und Kiese) kann es erfahrungsgemäß zu einem möglichen erhöhten Ausspülen von Kornanteilen kommen. In schwierigen Böden mit grobkörnigen Bestandteilen und größeren Steineinschlüssen (Sande und Kiese) oder Einlagerungen von Bauschutt werden Bohranlagen mit eingebautem Schlagwerk erforderlich. Die Kombination der Spülbohrung mit einem Schlagwerk ermöglicht dann den Vortrieb und die Steuerbarkeit in schwierigen Böden bis Bodenklasse 5 und teilweise bis Bodenklasse 6 (S 1). Im Festgestein wäre von Felsbohrungen auszugehen.

In wasserführenden Böden sind keine Zusatzmaßnahmen (Wasserhaltung) bzw. nur für die Start- und Zielgruben erforderlich. In weichen Böden ist die Nennweite jedoch begrenzt, da bei großen Nennweiten die Ortsbruststützung nicht mehr gewährleistet werden kann.

Bohr- bzw. Vortriebsarbeiten sollen kontinuierlich ohne Unterbrechung durchgeführt werden, um erhöhte Mantelreibungskräfte beim Wiederaufahren zu vermeiden. Auch soll möglichst vom festeren zum weicheren bzw. lockeren Boden gebohrt werden, um ein Abdriften zu vermindern.

Allgemein ist zu beachten, dass die Flüssigkeitsstützung der Ortsbrust in tonigen Böden (Tertiärton) zu Verklebungen und nachfolgend zu Behinderungen bei den Abbauvorgängen und bei der Förderung des Bohrgutes führen kann.

So besitzen bindige Böden mit $I_P > 20\%$ und $I_C > 0,75$ (steife bis halbfeste Konsistenz) allgemein ein hohes Verklebungspotenzial. Daher sind geeignete Gegenmaßnahmen zur Verhinderung bzw. Verminderung der Verklebungen, wie z.B. Felsbohrköpfe mit möglichst großen Räumerschlitzen, hohe Spüldrücke, Bypass-Spülungen zum Freispülen des Förderkreislaufes oder die Zugabe von chemischen Zusatzmitteln zu prüfen.

Beim unterirdischen Rohrvortrieb entstehen Baugrundverformungen, die einerseits systembedingt und unvermeidlich (Entspannung des Lockergesteins), teilweise verfahrensbedingt (Verdichtung überlagernder Schichten durch Erschütterungen) und andererseits durch vermeidbare baubetriebliche Einflüsse (Bodenmehrentnahme, Verbrüche) entstehen können. Nur erstere lassen sich mit einfachen Mitteln rechnerisch abschätzen.

Überschlägig können mögliche Setzungen beim Vortrieb infolge Rohreinbringung (Überschnitt des Vortriebschildes, Bodenverluste sowie allgemeine Auflockerung des anstehenden Bodens wie folgt abgeschätzt werden:

$$s \approx \frac{D_a}{1 + \frac{1}{2} \frac{h_{ii}}{D_a}} B_K$$

mit s = Setzungsmaß (cm)

D_a = Rohraußendurchmesser (m), h_{ii} = Überdeckungshöhe (m)

B_K = Bodenkennziffer siehe z.B. Stein: "Grabenloser Leitungsbau" oder RIL 836 (DBAG)

- offene Rohrverlegung

Für die Verlegung von Rohrleitungen gelten die Richtlinien und Bestimmungen gemäß DIN EN 1610 sowie das Regelwerk Abwasser-Abfall DK 628.24, Arbeitsblatt 139.

Nach den Schichtenverzeichnissen der Anlage 4 liegen die Rohrsohlen teilweise sehr unterschiedlich im Auelehm/Schwemmlehm, in den Sanden und Kiesen und lokal im Lößlehm/Gehängelehm und im Tertiärton.

Allgemein kann vorausgesetzt werden, dass die anstehenden Böden bei zumindest weichersteifer Konsistenz in der Regel ausreichende Tragfähigkeiten für Rohrleitungen und Schachtbauwerke besitzen.

Die Grabensohlen sind glatt herzustellen und für eine einwandfreie Ausführung der Bauarbeiten wasserfrei zu halten. Da die bindigen Böden der Schichten 2 und 3, 5 relativ wasserempfindlich sind, sollen die Aushubsohlen möglichst schnell wieder überbaut werden. Ist das nicht möglich, sind Schutzschichten $d \geq 0,3$ m zu belassen. Bei den Erdarbeiten aufgelockerte oder aufgeweichte Bereiche sind auszukoffern und durch gut verdichtbares Mineralstoffgemisch oder Magerbeton zu ersetzen.

In den weichen-breiigen Bereichen des Auelehm/Schwemmllechmes sowie in eventuellen lokal vernässten bzw. lockeren Bereichen sind Mehraufwendungen durch sohlstabilisierende Maßnahmen erforderlich. Bei Feststellung einer ungenügenden Trittsicherheit ist ein Bodenaustausch mit Mineralstoffgemisch ($d \geq 0,3$ m) oder im Extremfall in Magerbeton ($d = 0,10 - 0,15$ m) auszuführen.

Eventuelle Auffüllbereiche in der Grabensohle sind zur Überprüfung der Tragfähigkeit generell nachzuverdichten. Die o.g. Aussagen wie für die Gründung in lokal weichen oder vernässten bzw. lockeren Bereichen gelten sinngemäß.

Für Gründungspolster aus Mineralstoffgemisch werden nur gut kornabgestufte, scherfeste Gemische (z.B. Kies-Sand-Gemische der Verdichtbarkeitsklasse V1 (z.B. Körnung 0/32 ... 0/45 mit Feinkorn < 10 %) oder vergleichbare Materialien, wie Schotter oder Recyclingmaterial) empfohlen, um die ordnungsgemäße Verdichtung der Rohrzone zu gewährleisten.

Da die anstehenden Böden für eine unmittelbare Rohrauf Lagerung nicht bzw. nicht durchgängig geeignet sind (wechselhafte Gründungsverhältnisse, teilweise weiche oder halfeste Bereiche, Stein-/Kieskornanteile), wird eine einheitliche **Rohrauf Lagerung** auf einer Kies-sandbettung ($d = 100 \text{ mm} + 1/\text{DN}$) empfohlen. Bei Rohrsohlen in halfesten-festen Bereichen (Tertiärton) ist eine Bettung mit einer Dicke $d = 100 \text{ mm} + 1/5 \text{ DN}$, mindestens 150 mm vorzusehen.

Dazu ist die Grabensohle entsprechend tiefer auszuheben und es ist ein Auflager aus verdichtungsfähigem Material einzubringen. Die Rohrauf Lager sind so herzustellen, dass eine gleichmäßige Druckverteilung im Auflagerbereich sichergestellt ist. Große Steifigkeitsunterschiede sind zu vermeiden.

Bei stark abfallenden Leitungsgräben in bindigen Bodenbereichen oder Grabensohlen im Grundwasser werden Sperrriegel aus Ton oder Beton zur Verhinderung einer Dränagewirkung infolge strömenden Grundwassers empfohlen. Als Orientierung kann ein Abstand von $\approx 50 - 60 \text{ m}$ zu Grunde gelegt werden. Die Sperrriegel sind bis zur Grabensohle und an die Flanken des Grabens zu führen.

Schachtbauwerke können in den anstehenden Baugrundsichten unter Beachtung der o.g. Einschränkungen gegründet werden. Für die Gründung gelten o.g. Hinweise wie für die Gründung von Rohrleitungen sinngemäß.

Sollen Schachtbauwerke überschlägig nach DIN EN 1997-1 bzw. DIN 1054 (2010) mit Bemessungswerten $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstandes (Grundbruch) nachgewiesen werden, können unter Berücksichtigung der entsprechenden Anwendungskriterien der DIN für Fundamentbreiten von 0,5 bis 2 m und Einbindetiefen von mindestens 2,0 m folgende zulässige Werte zugrunde gelegt werden:

Auelehm	$\sigma_{R,d} = 130 \text{ kN/m}^2$
Gehängelehm:	$\sigma_{R,d} = 150 \text{ kN/m}^2$
Tertiärton:	$\sigma_{R,d} = 220 \text{ kN/m}^2$
Sande und Kiese:	$\sigma_{R,d} = 250 \text{ kN/m}^2$

Für eine Bemessung nach DIN 1054 (2005) mit Bemessungswerten σ_0 des aufnehmbaren Sohldrucks ist der o. g. Werte mit einem Faktor von 1,4 zu dividieren.

Da es sich bei den Rohrleitungen und Schächten im Allgemeinen um Hohlkörper handelt, kann davon ausgegangen werden, dass die abzutragenden Lasten in etwa in Größenordnung des Gewichtes des Erdaushubes liegen, sodass keine wesentlichen zusätzlichen Lasten in den Baugrund eingetragen werden. Daher werden im Regelfall keine und nur geringe Setzungen zu erwarten sein. Höhere Lasten können jedoch z. B. durch höhere Wichten der Hinterfüllstoffe oder höhere Verdichtungsgrade entstehen. Verformungen infolge von Strömungsdrücken sind zusätzlich zu betrachten.

- Rohrgrabenverfüllung

Das Größtkorn der **Bettung** soll nach DIN EN 1610 auf 22 mm ($DN \leq 200$) bzw. auf 40 mm ($200 < DN \leq 600$) beschränkt sein.

Für die Verfüllung der **Rohrzon**en bis ≥ 30 cm über Rohrscheitel wird ein gut abgestuftes Sand- oder Kies-Sand-Gemisch mit Größtkorn 22 mm ($DN \leq 200$) bzw. 40 mm ($200 < DN \leq 600$) empfohlen. Im Straßenbereich ist nach ZTVE 09 das Größtkorn in der Leitungszone generell auf 22 mm zu begrenzen. Die Verfüllung ist lagenweise und auf beiden Seiten gleichmäßig vorzunehmen, um Rohrverlagerungen auszuschließen. Innerhalb der Leitungszone ist das Verfüllmaterial von Hand oder mit leichten Verdichtungsgeräten nach ZTVA-StB mit einem Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 97$ % zu verdichten.

Die mechanische Verdichtung direkt über dem Rohr darf erst erfolgen, wenn eine Schicht in einer Mindestdicke von 300 mm über dem Rohrscheitel eingebracht worden ist. Die Gesamtdicke der Schutzschicht über dem Rohr hängt von der Art des Verdichtungsgerätes ab.

Für die **Grabenrestverfüllung** sind die Forderungen der ZTVA-StB und der ZTVE-StB einzuhalten.

Da die anstehenden Böden infolge ihrer allgemein hohen Wasserempfindlichkeit und/oder schlechten bauseitigen Verdichtbarkeit für eine Wiederverfüllung unter Verkehrsflächen in der Regel nicht oder nur bedingt geeignet sind, werden hier gut kornabgestufte grob- bis gemischtkörnige Mineralgemische der Verdichtbarkeitsklasse V 1 nach ZTVA-StB (Bodengruppen GW, GI, SW, SI, GU/GT, SU/ST mit Feinkornanteil < 10 % oder vergleichbares Recyclingmaterial) empfohlen, die im Bereich Planum bis 0,5 m unter Planum auf $D_{Pr} \geq 100$ % und darunter auf $D_{Pr} \geq 98$ % zu verdichten sind.

- Wiederverwendung der Aushubmassen

Nicht- und schwachbindige Sande und Kiese aus der Auffüllung sind bei separater Entnahme, Prüfung und Lagerung für eine Wiederverfüllung im Bereich $\geq 0,5$ m unter Planum im Regelfall geeignet.

Alternativ kann auch eine Rohrgrabenverfüllung mittels „RSS-Flüssigboden“ oder vergleichbar in Erwägung gezogen werden, was entsprechende Eignungsprüfungen voraussetzt. Der Vorteil wäre, dass keine Verdichtungsarbeiten anfallen.

Die Schütthöhen können entsprechend Tabelle 4 der ZTVA-StB gewählt werden. Die geforderten Verdichtungswerte sind entsprechend nachzuweisen. Bei Grabentiefen ≥ 2 m sind gemäß ZTVA-StB Eigenüberwachungsprüfungen aller 25 m vorzusehen. Wir empfehlen, ca. 10 % der Prüfungen als Kontrollprüfungen zu vereinbaren.

Die Entfernung des Verbaus soll während der Herstellung der Leitungszone fortlaufend erfolgen, um z.B. spätere Nachsetzungen zu vermeiden. Ist das nicht möglich, sind besondere

Maßnahmen erforderlich (besondere statische Berechnungen, verbleibender Verbau, besondere Wahl des Baustoffes).

6 Bautechnische Hinweise

6.1 Böschungen / Baugruben / Rohrgräben

Baugruben und Rohrgräben sind gemäß der DIN 4124 abzuböschten oder zu verbauen, dabei können sich in Abhängigkeit der Lage des Bauabschnittes bzw. der Aushubtiefe auch abschnittsweise unterschiedliche Verbauausbildungen ergeben. Für Arbeiten im Gründungsbereich von vorhandener Bebauung sind die Forderungen gemäß DIN 4123 einzuhalten. Im Bereich von auftretenden Lasteintragungen aus Stapellasten, Verkehr, Bauwerken usw. sind Baugruben und Gräben generell zu verbauen. Im Bereich von auftretenden Lasteintragungen aus Bauwerken, Stapellasten, Verkehr usw. sind Baugruben und Gräben durch verformungsarme Verbauwände zu sichern.

Oberhalb des Grund- und Schichtwassers können in ausreichend standfesten, d. h. zumindest weichen-steifen Bodenbereichen waagerechte und senkrechte Grabenverbaue oder Grabenverbaue mit Verbaugeräten nach DIN 4124 ausgeführt werden. Zu beachten ist, waagerechte Grabenverbaue generell einen standfesten Boden voraussetzen. Im Gründungsbereich von vorhandener Bebauung darf jedoch nur ein verformungsarmer Verbau, wie z. B. ein Gleitschienenverbau mit Stützrahmen oder ein Kammerdielenverbau ausgebildet werden, um Auflockerungen im Boden oder ein mögliches Nachgeben des Bodens zu vermindern.

Im Grundwasserbereich sind Grabenverbaugeräte nur in Verbindung mit einer Wasserhaltung möglich. Für Baugruben und Rohrgräben in weichen-breiigen Bereichen oder Bereichen, die zum Ausfließen neigen, wird infolge der geringen Standfestigkeit vorzugsweise nur ein vertikaler dichter Verbau, z.B. ein Schachtverbau oder ein Verbau mittels Kanaldielen etc. empfohlen.

Die Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben (EAB) der DGGT sind zu beachten.

Bei abgeboßten Baugruben dürfen bis maximal 3,0 m Tiefe und oberhalb des Grund- und Schichtwasserbereiches folgende Böschungswinkel nicht überschritten werden:

Auffüllungen, Sande+Kiese, Auelehm, Gehängelehm
von mindestens **weicher** Konsistenz:

$$\beta = 45^\circ$$

Tertiärton von mindestens **steifer** Konsistenz:

$$\beta = 60^\circ$$

Für größere Standhöhen, bei belasteten Böschungsschultern sowie bei Sickerwasserandrang sind die Böschungswinkel entsprechend zu verkleinern oder Bermen anzuordnen. Für den Fall ist die Standsicherheit nach DIN 4084 nachzuweisen. Baugrubenböschungen sind vor Witterungseinflüssen (Austrocknung, Oberflächenwasser) entsprechend zu schützen.

6.2 Wasserhaltung

Die Wasserhaltung und die anfallenden Wassermengen hängen neben den Bodenarten hauptsächlich von den bauzeitlichen Grundwasserständen, der Größe der Baugrube sowie der Absenktiefe ab.

In den Bereichen, wo während der Baugrunderkundung bis zum geplanten Aushubplanum kein Wasser festgestellt wurde, ist infolge der möglichen Schicht- oder Stauwässer eine Wasserhaltung bedarfsweise vorzuhalten, die i.d.R. als offene Wasserhaltung ausgeführt werden kann. Infolge der festgestellten Situation bei der Baugrunderkundung wird mit einem relativ geringen Anfall von Tages- und Schichtwasser sowie beim Grundwasseranschnitt in Zeiten hoher Wasserstände mit einem mäßigen Grundwasseranfall gerechnet. Dazu sind Planien mit Gefälle anzulegen. Zusitzende Wässer sowie Niederschlagswässer sind über Sohldränagen den Pumpensümpfen an den Tiefststellen zuzuführen und dort abzupumpen.

Bei Baugruben im Grundwasser kann in den bindigen Böden sowie auch bei nur geringen Absenktiefen von bis ca. 1,0 ... 1,5 m in den Sanden und Kiesen die Wasserhaltung erfahrungsgemäß bei kurzen Bauzeiten in der Regel als offene Wasserhaltung mit Pumpensümpfen und Dränagen ausgeführt werden. Bei tieferen Baugruben bzw. bei größerem Wasserandrang macht sich eine Kombination aus offener und geschlossener Wasserhaltung (z.B. Bohrbrunnen, Spülfilter) erforderlich. In den Kiesen und Kiessanden wird empfohlen, Pumpensümpfe und Brunnen mit möglichst großen Durchmessern auszubilden. In den bindigen Fein- und Mittelsanden können sich dagegen Spülfilter mit Vakuumbeaufschlagung günstiger auswirken. Die Grundwasserabsenkungen sind vor dem Erd-aushub vorzunehmen, um Auflockerungen oder ein Aufschwimmen zu vermeiden.

Bei Grundwasserabsenkungen im Auelehm/Schwemmlehm und in der Braunkohle ist zu beachten, dass die bindigen bis organischen Ablagerungen allgemein nur schwer bis nicht entwässerbar sind.

Bauzeitliche Grundwasserabsenkungen sind mindestens bis 0,5 m unter Aushubsohle auszuführen, um ausreichend stabile Planien herstellen zu können.

Brunnen, Pumpensümpfe und Sohldränagen sind filterstabil auszubilden. Nach dem Setzen des ersten Brunnens sind durch eine Probeabsenkung Zahl, Tiefe und Abstände der vorgesehenen Brunnen zu prüfen.

Baugruben im Grundwasserbereich sind gegen hydraulischen Grundbruch nachzuweisen.

6.3 Nachbarsicherung

Im Einflussbereich von angrenzender Bebauung oder Verkehr sind Baugrubenwände generell verformungsarm auszubilden (Aussteifungen, Verankerungen). Der Ansatz des Erd-

druckes richtet sich nach den zulässigen Verformungswerten. Allgemein wird zumindest der Ansatz des erhöhten aktiven Erddruckes empfohlen:

$$k_{ae} = \frac{k_a + k_o}{2}$$

mit k_{ae} - erhöhter aktiver Erddruck, k_o - Erdruhedruck, k_a - aktiver Erddruck.

Die Verträglichkeit der zu erwartenden Wandverformungen und der Setzungen, die sich für die baulichen Anlagen hinter der Baugrubenwand ergeben, ist zu prüfen. Die tatsächlichen Wandverformungen und die Setzungen sind durch Messungen zu überwachen.

Im Bereich angrenzender Nachbarbebauung dürfen nur erschütterungsarme Bauverfahren zur Anwendung kommen. Dabei ist zu beachten, dass bei einer Gründung in weichen-breiigen oder sehr lockeren Bereichen auch Rüttelplatten im Nahbereich von Gebäuden und Anlagen (< 5 m) zu Setzungen führen können.

Zu beachten ist, dass eine Grundwasserhaltung in den setzungsempfindlichen breiigen und weichen Böden zu Setzungen führen kann.

Bei Arbeiten in unmittelbarer Nähe von bestehenden Gebäuden sowie bei Grundwasserabsenkungen wird eine **Beweissicherung** (Fotoaufnahmen, Gipsmarken über evtl. vorhandenen Rissen, Nivellement der Sockelhöhen, Neigungsmessungen) empfohlen, um nichtberechtigte Ansprüche auszuschließen.

Bei sehr dichter, angrenzender Nachbarbebauung oder im Bereich von Häusern mit Vorschäden sind vor Beginn der Bauarbeiten die Gründungsverhältnisse festzustellen und mögliche Auswirkungen auf die Standsicherheit zu prüfen. Während der Bauzeit sind laufende Beobachtungen vorzusehen und bei Bedarf erforderliche Sicherungsmaßnahmen umgehend zu ergreifen. Als verformungsarmer und erschütterungsarmer Verbau wird z.B. ein Gleitschienenverbau mit Stützrahmen oder ein Kammerdielenverbau empfohlen. Zur Vermeidung von Erschütterungen kann auch eine Verfüllung mit Flüssigboden, ein vollgebundener Aufbau und/oder der Einsatz von Vergussasphalt erfolgen.

6.4 Bohr- und Rammpbarkeit (Verbauarbeiten)

Den bis zur Aufschlussendteufe erkundeten Baugrundsichten können aufgrund von Erfahrungswerten folgende Bohr- und Rammeigenschaften zugeordnet werden:

Schicht Nr.	Bodenart	Bohrbarkeit	Rammpbarkeit
1	Auffüllungen	leicht bis mittel* ¹	leicht bis schwer* ¹
2	Auelehm	leicht* ²	leicht bis mittel* ²

3	Gehängelehm	leicht* ²	leicht bis mittel* ²
4	Sande und Kiese	leicht bis schwer	mittel bis nicht rammbar* ³
5	Tertiärton	leicht* ²	mittel bis sehr schwer* ^{2,3}

*1 Einstufung ohne Oberflächenbefestigungen oder großvolumige Hindernisse wie Bauwerksreste (Fundamentreste etc.)

*2 erhöhter Haftwiderstand an Verrohrung möglich

*3 Bohrhindernisse durch Steine, Gerölle, Böcke möglich

7 Umweltrelevante Untersuchungen

- Ausbauasphalt

Die Probe aus BS 5 zeigte bei den Voruntersuchungen einen leichten Geruch und eine leichte grüngelbe Farbe.

Aus dem vorhandenen bituminös gebundenen Oberbau wurde 1 Probe auf teer- bzw. pechhaltige Bestandteile untersucht. Es wurden folgende Bewertungen vorgenommen:

Asphaltekern	Tiefe [m]	Zuordnungsrelevanter Parameter	Zuordnungsklasse RuVA	AVV-Schlüssel
BS 5	0,0 – 0,04	-	A	17 03 02

Gemäß der *Richtlinie für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau (RuVA-StB 05)* entspricht ein PAK-Wert im Feststoff von ≤ 25 mg/kg und ein Eluatwert von $\leq 0,1$ mg/l dem Verwertungsbereich A.

Danach können die Proben im Heiß- oder Kaltmischverfahren unter Beachtung der Voraussetzungen gemäß *LAGA* bzw. *EBV* hinsichtlich Lage und Bauweise verwertet werden.

- Bodenmaterial- EBV-Untersuchungen

Die gewonnenen Bodenproben waren im Wesentlichen alle organoleptisch und visuell unauffällig. Die Proben aus dem Auelehm sowie teilweise auch die aus der Auffüllung wiesen z.T. eine dunkelbraune Farbe auf, was auf erhöhte organische Anteile (z. B. TOC, PAK) hinweisen kann.

Zur orientierenden Untersuchung einer möglichen Kontamination des Bodens wurden insgesamt 4 Proben gemäß der neuen Ersatzbaustoffverordnung (EBV) vom 09.07.2021

(Anhang 1, Tabelle 3: Materialwerte für Bodenmaterial und Baggergut) untersucht. Gemäß den Ergebnissen wurden folgende Bewertungen vorgenommen:

Probe	Tiefe unter OKG (m)	Zuordnungsrelevante Parameter	Zuordnungs-kategorie EBV	AVV-Schlüssel
MP Boden	0,7 – 4,5	Kupfer (22 mg/kg TS), Nickel (20 mg/kg TS) im Feststoff	BM – F3	17 05 04
MP Auffüllung	0,4 – 1,8	Sulfat (530 mg/l) im Eluat	BM – F3	17 05 04
		TOC (20 Ma.-%) im Feststoff, Kupfer (116 µg/l) im Eluat		

Nach den Laborergebnissen entsprechen sämtliche Proben aus den anstehenden Böden, die Proben aus dem ungebundenen Straßenoberbau von BS 7+ 9 und von BS 5, sowie die Auffüllungen aus BS 2 dem Zuordnungswert für F1. Diese Materialien können nach Anlage 2, Tab. 6 aus diesem Bereich in technischen Bauwerken für die Einbauweisen 1 bis 12 uneingeschränkt und für die Einbauweisen 13 bis 17 teilweise eingeschränkt zulässig ist.

Die Probe aus dem ungebundenen Straßenoberbau von BS 1 - 3 und die Probe aus der Auffüllungen von BS 3 – 3b sind aufgrund erhöhter Werte der Zuordnungs-kategorie F3 zuzuordnen, sodass das Material nach Anlage 2, Tab. 8: Bodenmaterial der Klasse F3 der Ersatzbaustoffverordnung für die Einbauweisen 4 bis 17 teilweise als ungeeignet einzustufen ist.

Die Mischproben sind bei einer Entsorgung vorbehaltlich weiterer Untersuchungen, z.B. nach DepV, alle dem Abfallschlüssel: 17 05 04 - Boden und Steine zuzuordnen.

Bei einer Entsorgung oder bei nicht bodenähnlichen Anwendungen (z.B. bei einem Einbau in Bauwerken entfernt vom Entnahmeort, Abgabe an Dritte etc.) sind in der Regel noch zusätzliche Untersuchungen (z.B. Prüfung nach Deponieverordnung) erforderlich.

Es wird empfohlen, im LV formal alle F-Klassen abzufragen.

Allgemeiner Hinweis: Bei einer erforderlichen Entsorgung können in der Regel noch Untersuchungen nach Deponieverordnung (DepV 09) sowie je nach Deponie ergänzende Parameter erforderlich sein.

8 Sonstige Allgemeine Hinweise zur Bauausführung

Die am Standort anstehenden bindigen bis gemischtkörnigen Böden und Auffüllungen sind allgemein stark wasser- und bewegungsempfindliche Erdstoffe. Bei Zutritt von Wässern und

zusätzlicher mechanischer Beanspruchung weicht der Boden rasch auf und wird breiig. Das bedeutet, nach Niederschlägen sind in diesem Bereich herzustellende Planien und Baugruben besonders gefährdet und sollen nach ihrer Fertigstellung sofort versiegelt oder überbaut werden.

Ein direktes Befahren der Erdbauplanien mit schwerem Gerät ist zu vermeiden. Die Herstellung des Erdplanums soll insbesondere bei schlechten Witterungsbedingungen in rückschreitender Arbeitsrichtung erfolgen. Niederschlagswässer sind sofort abzuleiten.

Im Straßenbau soll infolge der teilweisen hohen Wassersättigung des Untergrundes in den bindigen Böden und vergleichbaren Auffüllungen nur statisch verdichtet werden, um einem Porenwasserdruckaufbau im Untergrund zu vermeiden, der zu einer Verschlechterung der Trageigenschaften führen kann.

9 Homogenbereiche

Aus baugrundtechnischer Sicht werden auf der Grundlage der schichtbezogenen ermittelten Kennwerte, von Erfahrungswerten und Analogien hinsichtlich der bei der Ausführung zum Einsatz kommenden Gewerke und entsprechend den üblichen Geräteklassen nachfolgende Homogenbereiche (siehe Tabelle Homogenbereiche der Anlage 13) vorgeschlagen.

Nach derzeitigem Planungsstand wird davon ausgegangen, dass bei der Baumaßnahme ein Aushub und ein Einbau (Erdarbeiten) nur bis in eine Tiefe von maximal ca. 3 m unter OKG (Erdsniveau) erfolgen.

Bei der Festlegung der Homogenbereiche wurde von großen und mittleren Geräten ausgegangen. Wenn kleine Geräte eingesetzt werden sollen, führt dies ggfs. zu einer anderen Einteilung. Die endgültige Festlegung der Homogenbereiche zu den benötigten Gewerken und der einsetzbaren Erdbaugeräten erfolgt in Abstimmung mit dem Planer.

Der Anteil des Bodens mit einer flüssigen oder breiigen (sehr weichen) Konsistenz ($I_c < 0,50$) (ehem. Bodenklasse 2) wird auf unter 20 % geschätzt. Etwaige Mehraufwendungen beim Aushub von Böden mit einer flüssigen oder breiigen Konsistenz können bei Bedarf über eine Zulageposition erfasst werden.

Umweltrelevante Inhaltsstoffe verursachen nur dann einen eigenen Homogenbereich, wenn diese Inhaltsstoffe eine Erschwernis (anderes Gerät, zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen) verursachen.

Die unterschiedlichen Verwertungsposition (Z0, Z1 ... bzw. BM-0, -0*, -F1 usw.) können über Zulagepositionen der Verwertung bzw. Entsorgung unabhängig von der erdbautechnischen Leistung ausgeschrieben werden. Der Aushub ist schichtweise und entsprechend den chemischen Belastungsklassen im Bodengutachten vorzunehmen.



Eventuelle verfestigte Zonen innerhalb der Auffüllung oder der gewachsenen Böden können über Zulagepositionen erfasst werden. Hierfür wird kein gesonderter Homogenbereich definiert.

Für Nachprüfungen sind die in den DIN-Normen (Tabelle Anlage 13) angegebenen Versuche durchzuführen.

10 Schlussbemerkung

Das Baugrundbüro Dr.-Ing. Weissenburg führte auftragsgemäß die Baugrunduntersuchung und -begutachtung für die geplante Verlängerung/Anpassung der Abwasserdruckleitung in Merseburg Süd durch.

Die Aussagen des vorliegenden Gutachtens sind nur für die Planung und die Bauausführung der oben genannten Baumaßnahme zugelassen. Für andere Bauvorhaben besitzt das Gutachten keine Gültigkeit. Die Gültigkeit ist zudem nur auf den erkundeten Baugrundbereich beschränkt. Für Baumaßnahmen, die außerhalb der vorhandenen Baugrundaufschlüsse liegen, sind generell zusätzliche oder tiefere Aufschlüsse erforderlich.

Im Zuge der weiteren Planungen, bei Detailplanungen etc. können sich Ergänzungen zu diesem Gutachtenbericht oder weitere Stellungnahmen erforderlich machen.

Prinzipiell sind zwischen den punktförmigen Aufschlusspunkten im natürlichen Verlauf Abweichungen in Bezug auf Schichtmächtigkeit und -ausbildung nicht völlig auszuschließen. Sollten bei großflächigem Aufschluss während der Bauarbeiten wider Erwarten wesentlich andere Untergrundverhältnisse als die dem Gutachten zugrunde liegenden angetroffen werden, so ist unser Büro sofort zu verständigen, um die im Gutachten genannten Empfehlungen zu überprüfen und ggf. ergänzen zu können.

Alle Eingriffe in den jetzigen Bestand im Standortbereich sind hinsichtlich möglicher negativer Auswirkungen hinsichtlich Standsicherheiten, Verformungen und Wasserwegigkeiten zu prüfen.

Das Gutachten und die Anlagen gelten nur ihrer organischen Einheit. Die Weitergabe an Dritte mit Ausnahme der Projektbeteiligten sowie die Übernahme jedweder Haftung durch die Weitergabe bedarf generell der Zustimmung des Unterzeichners.

Sollten sich im Rahmen der weiteren Bearbeitung Änderungen gegenüber dem diesem Bericht zugrunde liegenden Bearbeitungsstand von August 2023 ergeben, die im vorliegenden Baugrundgutachten nicht berücksichtigt werden konnten, dann bitten wir zwecks Prüfung der Gültigkeit der Aussagen um Mitteilung.

Dr.-Ing. Weissenburg

M. Sc. Heyder