



DR. SPANG

INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR BAUWESEN, GEOLOGIE UND UMWELTECHNIK MBH

TDB Landschaftsarchitektur
Frau Vivian Liebig
Hauptstraße 23-24
10827 Berlin

Projekt-Nr.
44.9618

Datei
P9618B231031

Diktat
Krr/Wgm

Büro
Witten

Datum
31.10.2023

BV Fußgängerzone Marl-Hüls

- Baugrundgutachten und Umwelttechnisches Gutachten -

Auftrag vom 09.08.2023

Gesellschaft: HRB 8527 Amtsgericht Bochum, USt-IdNr. DE126873490, <https://www.dr-spang.de>
58453 Witten, Rosi-Wolfstein-Straße 6, Tel. (0 23 02) 9 14 02 - 0, Fax 9 14 02 - 20, zentrale@dr-spang.de

Geschäftsführer: Dipl.-Ing. Christian Spang, Dipl.-Wirtsch.-Ing. Christoph Spang

Niederlassungen: 73734 Esslingen/Neckar, Eberhard-Bauer-Str. 32, Tel. (0711) 351 30 49-0, Fax 351 30 49-19, esslingen@dr-spang.de
60528 Frankfurt/Main, Lyoner Straße 12, Tel. (069) 678 65 08-0, Fax 678 65 08-20, frankfurt@dr-spang.de
09599 Freiberg/Sachsen, Halsbrücker Straße 34, Tel. (03731) 798 789-0, Fax 798 789-20, freiberg@dr-spang.de
21079 Hamburg, Harburger Schloßstraße 30, Tel. (040) 524 73 35-0, Fax 524 73 35-20, hamburg@dr-spang.de
06618 Naumburg, Wilhelm-Franke-Straße 11, Tel. (03445) 762-25, Fax 762-20, naumburg@dr-spang.de
90491 Nürnberg, Erlengartenstraße 72, Tel. (0911) 964 56 65-0, Fax 964 56 65-5, nuernberg@dr-spang.de
85521 Ottobrunn, Alte Landstraße 29, Tel. (089) 277 80 82-60, Fax 277 80 82-90, muenchen@dr-spang.de
14482 Potsdam, Walter-Klaus-Straße 25, Tel. (0331) 231 843-0, Fax 231 843-20, berlin@dr-spang.de
A-6330 Kufstein, Salurnerstraße 22, Tel. +43 (5372) 23 20-00, Fax 23 20-20, kufstein@dr-spang.at

Banken: Deutsche Bank AG, Witten, IBAN: DE42 4307 0024 0813 9511 00, BIC: DEUTDE33HAN
Sparkasse Witten, IBAN: DE59 4525 0035 0000 0049 11, BIC: WELADED1WTN



INHALT	SEITE
1. ALLGEMEINES	4
1.1 Projekt	4
1.2 Auftrag	4
1.3 Unterlagen	4
1.4 Untersuchungen	5
2. GEOTECHNISCHE VERHÄLTNISSE	6
2.1 Morphologie, Vegetation und Bebauung	6
2.2 Baugrund	6
2.3 Hydrogeologie / Grundwasser	8
2.4 Bodenmechanische Laborversuche	9
2.5 Umwelttechnische Untersuchungen	11
2.6 Sonstige Randbedingungen und Eigenschaften	16
3. TECHNISCHE EIGENSCHAFTEN UND KENNWERTE	16
3.1 Klassifizierung für bautechnische Zwecke	16
3.2 Bodenkennwerte	17
3.3 Homogenbereiche	18
3.3.1 Allgemeines	18
3.3.2 DIN 18 300 Erdarbeiten	20
3.3.3 DIN 18 320 Landschaftsbauarbeiten	21
4. FOLGERUNGEN	21
4.1 Baugruben / Erdarbeiten	21
4.2 Grundwasserhaltung	23
4.3 Nachbarbebauung	24
4.4 Geotechnische Kategorie	24
4.5 Versickerungsfähigkeit	24
4.6 Sonstige Empfehlungen	25
5. ANLAGEN	



INHALT

SEITE

Anlage 1:	Übersichtslageplan, 1 : 100.000 (2)
Anlage 2:	Lageplan mit Aufschlusspunkten, 1 : 500 (2)
Anlage 3:	Geotechnische Schnitte 1 : 1.000 / 100 (L/ H) (2)
Anlage 4:	Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse (1)
Anlage 4.1:	Zeichenerläuterung Baugrunderkundung (2)
Anlage 4.2:	Bohrsondierungen (BS) (4)
Anlage 4.3:	Leichte Rammsondierung (DPL) (2)
Anlage 5:	Bodenmechanische Laborversuche (4)
Anlage 6:	Chemische Analytik (1)
Anlage 6.1:	Auswertung RuVA-StB 01 (1)
Anlage 6.2:	Auswertung ErsatzbaustoffV (2)
Anlage 6.3:	Prüfberichte Eurofins Ost GmbH (9)
Anlage 7:	Versickerungsversuch BS 4 (3)
Anlage 8:	Fotodokumentation (2)



1. ALLGEMEINES

1.1 Projekt

Zur Neuplanung der Fußgängerzone in Marl-Hüls benötigt das TBD Landschaftsarchitekturbüro eine Baugrunduntersuchung zur Bestimmung des k_f -Wertes und der Versickerungsfähigkeit der Bodenschichten sowie eine chemische Untersuchung nach der Ersatzbaustoff-Verordnung.

1.2 Auftrag

Auf Basis des Rahmenvertrages vom 12.08.2022 wurde von dem TBD Landschaftsarchitekturbüro mit Schreiben vom 09.08.2023 der Dr. Spang GmbH der Auftrag erteilt, die angefragten Leistungen auszuführen.

1.3 Unterlagen

Seitens des Auftraggebers wurden die folgenden Unterlagen zur Verfügung gestellt:

[U 1] BV Fußgängerzone Marl-Hüls, Lageplan Bodenuntersuchungen inkl. Bestandsleitungen, M : 1:250; TBD Landschaftsarchitekturbüro, 2023.

Es wurden weiterhin die nachfolgend aufgeführten Unterlagen verwendet:

[U 2] Geoportal des Geologischen Dienstes NRW mit geologischer und hydrogeologischer Karte 1:100.000; Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen, Geschäftsstelle IMA GDI.NRW, Bonn: <https://www.geoportal.nrw/>, abgerufen im Oktober 2022.

[U 3] Geologische Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern, Blatt 4308 Marl, M. = 1 : 25.000; Preußische Geologische Landesanstalt, 1935.



[U 4] **ELWAS-Web**; Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes NRW, Düsseldorf, URL-Link: <https://www.elwasweb.nrw.de/elwas-web/map-index.jsf>, abgerufen im Oktober 2023.

[U 5] **Gefährdungspotenziale des Untergrunds in Nordrhein-Westfalen**; Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen, Bezirksregierung Arnsberg:
http://www.gdu.nrw.de/GDU_Buerger/Buerger.html, abgerufen im Oktober 2023.

1.4 Untersuchungen

Am 14.08. und 15.08.2023 wurden 3 Kleinrammbohrungen als (BS) nach DIN EN ISO 22 475-1 (Schappen-Ø 40 - 60 mm) und 2 leichte Rammsondierungen nach DIN EN ISO 22 476-2 bis in eine maximale Tiefe von 3,0 m unter Geländeoberfläche (GOF) ausgeführt. Am Punkt BS 3 konnte lediglich eine Asphalt-Kernbohrung durchgeführt werden.

Das Bohrgut wurde nach den Maßgaben der DIN EN ISO 14 688 (Boden) geotechnisch aufgenommen und nach DIN 18 196 gruppiert. Die Ergebnisse der Bohrgutaufnahmen sind gemäß DIN 4023 in Anlage 4.2 dargestellt. Die leichten Rammsondierungen sind gemäß DIN EN ISO 22 476-2 als Rammdiagramme in Anlage 4.3 enthalten.

Aufschlussbezeichnung	Ansatzhöhe [m NHN]	Endteufe	
		[m NHN]	[m u. GOF]
BS/DPL 1	51,51	48,51	3,0
BS/DPL 2	51,93	48,93	3,0
BS 3 (nur Kernbohrung Asphalt)	50,80	50,7	0,1
BS 4	51,88	48,88	3,0

Tabelle 1.4-1: Bezeichnung der Baugrundaufschlüsse und Höhe

Alle Aufschlüsse wurden lage- und höhenmäßig eingemessen. Die Lage der Aufschlusspunkte ist in der Anlage 2 dargestellt. Die Ansatzhöhen und Endteufen der Aufschlüsse sind den Darstellungen in Anlage 3 und der Tabelle 1.4-1 zu entnehmen.



2. GEOTECHNISCHE VERHÄLTNISSE

2.1 Morphologie, Vegetation und Bebauung

Das Baufeld ist hauptsächlich durch die bestehenden Straßenanlagen und Bebauung des Lipper Weges sowie der Hülstraße sowie der gepflasterten Fußgängerzone (Hülstraße) gekennzeichnet. Relevante Grünflächen sind nicht vorhanden, es befinden sich jedoch abgegrenzte, gemauerte Hochbeete in der Fußgängerzone wieder.

Die Geländehöhen liegen zwischen + 51 m NHN und + 52 m NHN. Die Fläche ist somit weitestgehend eben.

Bautechnisch relevante Vegetation findet sich lediglich durch die abgegrenzten, gemauerten Hochbeete wieder.

Nachbarbebauung in Form von Wohnhäusern und Geschäften grenzen unmittelbar an das Baufeld an (< 5 m).

2.2 Baugrund

Nach [U 1] und [U 3] steht im Untersuchungsbereich oberhalb der schluffigen und sandigen Kiese der Niederterrasse Fließerde in Form von tonigen und sandigen Schluffen an. Des Weiteren finden sich pleistozäne Flugsande in Form von schluffigen Fein- und Mittelsanden sowie sandige und schluffige Bachablagerungen aus dem Holozän angrenzend an das Projektgebiet wieder. Darunter finden sich zudem der Sandmergel der Recklinghausen-Schichten (Kreide/ Oberkreide/ Oberes Santon).

Bei den Erkundungen wurde zuoberst die **Oberflächenbefestigung (Schicht 0)** in Form von 0,08 m mächtigen grauen Pflastersteinen. Zudem wurde in der BS 3 eine 0,1 m graue Asphaltdecke erkundet.



Unterhalb der Oberflächenbefestigung wurde der **Ungebundene Wegeaufbau (Grobkörnige Auffüllungen, Schicht 1)** angetroffen. Dieser setzt sich aus kiesigen Materialien, bestehend aus Schotter, mit sandigen und schluffigen Beimengungen zusammen. Vereinzelt findet sich aber auch ein kiesiger und schluffiger Sand mit Schlacken wieder. Der ungebundene Wegebau weist eine graue Farbgebung auf und wurde mit einer Mächtigkeit von 0,32 m bis zu 0,72 m erkundet.

An der Basis der Bohrungen stehen unter den Auffüllungen einheitlich die **Flugsande (Schicht 2)** an. Die Flugsande setzen sich aus einem schwach tonigen, schwach bis stark schluffigen Sand zusammen. Die hellbraunen bis gelblichbraunen, teils hellgrauen Flugsande wurden mit einer Mächtigkeit von 1,8 m bis 2,6 m erkundet. Die erdfeuchten bis nassen Flugsande sind überwiegend mitteldicht, bereichsweise aber auch dicht gelagert. Z.T. sind die Flugsande oberflächlich umgelagert.

Schicht Nr.	Bezeichnung	Schicht-mächtigkeit [m]	Bodenbeschreibung	
			Bodenart / Farbe	Konsistenz / Lagerungsdichte
0	Oberflächenbefestigung	0,08 - 0,1	Schwarzdecke, Pflasterstein / grau	- / -
1	Ungebundener Wegeaufbau	0,32 - 0,72	Kies, schwach schluffig, schluffig, sandig / schwarz, grau, braun	- / -
2	Flugsande ¹⁾	1,8 - 2,6	Sand, schwach tonig, schwach schluffig, schluffig, stark schluffig,	- / mitteldicht - dicht

1) Unterkante nicht erkundet

Tabelle 2.2-1: Schematischer Baugrundaufbau

Der erkundete Schichtaufbau entspricht stratigraphisch den Angaben der geologischen Karte [U 2].

Zur Beurteilung der Lagerungsdichte des Bodens sowie der Zustandsform sind Sondierungen mit der leichten Rammsondierung (Fallgewicht 10 kg, Fallhöhe 50 cm, Spitzenquerschnitt 10 cm²) nach DIN EN ISO 22 476-2 ausgeführt worden. Mit der Rammsonde wird u.a. die in Tabelle 2.2-1 angegebene Lagerungsdichte / Konsistenz abgeschätzt.



2.3 Hydrogeologie / Grundwasser

Nach [U 2] ist in dem Projektgebiet der Grundwasserleiter in dem Sandmergelstein der Recklinghausen-Schichten ausgebildet. Für den sedimentären Poren-/ Kluftgrundwasserleiter mariner Genese wird eine Durchlässigkeit von 1×10^{-4} m/s bis 1×10^{-6} m/s angegeben.

Relevanter Vorfluter ist der zwischen etwa 50 m und 100 m westlich gelegene Loemühlenbach.

Grundwasser wurde während der Erkundungen nicht angetroffen.

Die Grundwasserfließrichtung stellt sich in etwa nord-westliche Richtung ein. Gemäß vorliegenden Daten des Landesamts für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW ist im weitläufigen Umfeld der Maßnahme von Grundwasserhöhen im Bereich zwischen + 45 m NHN und + 47 m NHN auszugehen. Aufgrund der Nähe zum Loemühlenbach ist jedoch mit teilweise mit dem Gewässer kommunizierenden Grundwasserständen zu rechnen. Im Hochwasserfall können daher deutlich höhere Grundwasserstände auftreten.

Die Bewertung der Grundwasserstände wurde nach DIN EN 1997-2, 3.6.3 auf Grundlage der begrenzt verfügbaren Informationen vorgenommen. Auf dieser Basis wird der **Bemessungswasserstand** (der während der voraussichtlichen Nutzungs- bzw. Lebensdauer zu erwartende höchste Wasserstand) auf + 49,0 m NHN im Baugrund angegeben.

Aufgrund der schwachen Durchlässigkeit der teils bindigen quartären Ablagerungen (Schicht 2) ist in Abhängigkeit von Dauer und Intensität von Niederschlägen saisonal auch oberhalb des Grundwasserspiegels bis in Höhe der GOF mit Schicht- und Sickerwasserzutritten zu rechnen. Diese weisen in der Regel eine geringe Ergiebigkeit auf und bluten bei Anschnitt relativ schnell aus. Erhöhter Stauwasserzutritt kann beim Anschneiden von alten Bettungsschichten oder Kanalgrabenverfüllungen auftreten.

Für Fragen der Abdichtung und der Materialbeanspruchung mit Wasser (Beanspruchung wasserempfindlicher Böden, Angriffsgrad, etc.) ist der maßgebliche Wasserstand bzw. die Wasserwechselzone auch aufgrund der zu erwartenden Stau- und Schichtwässer bis auf Höhe GOF anzusetzen.



Soweit durch rückstaufreie Drainagemaßnahmen der Aufstau bzw. die Einwirkung von Wasser an den jeweiligen Bauwerken/Bauteilen wirkungsvoll verhindert wird, kann der Bemessungswasserstand auf die jeweilige Rohroberkante der Drainage gesetzt werden.

Die Bandbreiten der Durchlässigkeitsbeiwerte für die anstehenden Schichten sind in der Tabelle 2.3-1 angegeben.

Schicht Nr.	Bezeichnung	Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s]	Durchlässigkeitsbereich ¹⁾
1	Ungebundener Wegebau	5×10^{-3} bis 1×10^{-5}	durchlässig bis stark durchlässig
2	Flugsande	5×10^{-4} bis 1×10^{-6}	durchlässig bis stark durchlässig

1) Bezeichnung gemäß DIN 18 130

Tabelle 2.3-1: Durchlässigkeitsbeiwerte der Schichten

2.4 Bodenmechanische Laborversuche

Zur detaillierteren bodenmechanischen Bewertung der anstehenden Böden sowie zur Klassifizierung und Festlegung der Bodenkennwerte wurden von der Dr. Spang GmbH folgende bodenmechanische Laborversuche durchgeführt:

- 2 x Bestimmung des Wassergehaltes nach DIN EN ISO 17892-1 (Anl. 5.1),
- 2 x Bestimmung der Korngrößenzusammensetzung nach DIN EN ISO 17 892-4 (Anl. 5.2),

Die Bestimmung des Wassergehaltes erfolgte nach DIN EN ISO 17892-1. Der Wassergehalt der untersuchten Proben der Schicht 2 liegt zwischen 8,10% und 14,61%. Die Ergebnisse können der Tabelle 2.4-1 entnommen werden und im Detail der Anlage 5.1.

Aufschluss	Tiefe [m]	Schicht	Bodenart	Wassergehalt [%]
BS 2	2,0 - 3,0	2	S, u	14,61
BS 4	0,4 - 1,4	2	S, u'	8,10

Tabelle 2.4-1: Ergebnisse der Wassergehaltsbestimmung



Für insgesamt zwei Proben wurde die Kornzusammensetzung anhand einer kombinierten Sieb- und Schlämmanalyse bestimmt. Die zugehörigen Körnungslinien sind der Anlage 5.2 zu entnehmen und in der Tabelle 2.4-2 zusammengefasst.

Aufschluss	Tiefe [m]	Schicht	Schlammkorn ¹⁾ [%]	Feinstkornanteil ²⁾ [%]	Bodenart ³⁾	Boden- gruppe ⁴⁾
BS 2	2,0 - 3,0	2	19,2	3,9	S, u	SU*
BS 4	0,4 - 1,4	2	13,6	1,2	S, u'	SU

1) Korngröße $\leq 0,063$ mm

2) Korngröße $\leq 0,002$ mm

3) DIN EN ISO 14 688 / DIN 4023

4) DIN 18 196

Tabelle 2.4-2: Ergebnisse der Korngrößenverteilungsuntersuchung nach DIN EN ISO 17 892-4

Bei den Böden der Schicht 3 handelt es sich um Sand-Schluff-Gemische (SU/SU*).

An einigen Proben konnte die Durchlässigkeit nach BEYER berechnet werden. Die Einstufung in die Durchlässigkeitsbereiche erfolgt anhand nachfolgender Tabelle 2.4-3.

Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s]	Bereich
unter 10^{-8}	sehr schwach durchlässig
10^{-8} bis 10^{-6}	schwach durchlässig
10^{-6} bis 10^{-4}	durchlässig
10^{-4} bis 10^{-2}	stark durchlässig
über 10^{-2}	sehr stark durchlässig

Tabelle 2.4-3: Durchlässigkeitsbereiche in Abhängigkeit vom Durchlässigkeitsbeiwert gemäß DIN 18 130

Die Ergebnisse der Berechnungen der Durchlässigkeitsbeiwerte nach BEYER aus den Kornverteilungskurven sind in nachfolgender Tabelle 2.4-4 zusammengefasst.

Aufschluss	Tiefe [m]	Schicht	Bodenart	Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s]
BS 2	2,0 - 3,0	2	S, u	$2,8 \times 10^{-6}$



Aufschluss	Tiefe [m]	Schicht	Bodenart	Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s]
BS 4	0,4 - 1,4	2	S, u'	$1,2 \times 10^{-5}$

Tabelle 2.4-4: Ergebnisse der Durchlässigkeitsberechnung nach BEYER

Mit den o.g. Durchlässigkeiten sind die Böden der Proben aus der Schicht 2 als durchlässig gemäß DIN 18 130 zu klassifizieren.

2.5 Umwelttechnische Untersuchungen

Zur umweltchemischen Bewertung der anfallenden Böden wurden durch die Dr. Spang GmbH repräsentative Einzelproben entnommen und als Mischproben an das akkreditierte Labor der Eurofins Umwelt Ost GmbH zur Analyse geschickt. Die Zusammenstellung der Proben, die damit untersuchten Bereiche und die jeweils durchgeführte Analytik sind Tabelle 2.5-1 bis Tabelle 2.5-2 zu entnehmen.

Misch-probe	Einzel-proben	Entnahmestellen	Tiefe [m]	Fremdanteil	Analytik
MP 1	4	BS 1 / G 1 BS 1 / G 2 BS 2 / G 1 BS 4 / G 1	0,08 - 0,4 0,4 - 0,8 0,08 - 0,7 0,08 - 0,4	< 50	Gesamtpaket ErsatzbaustoffV Boden/Bagger- gut Tab. 3 für BM-F
MP 2-	6	BS 1 / G 4 + G 5 BS 2 / G 2 BS 2 / G 3 BS 4 / G 3 + G 4	1,2 - 3,0 0,7 - 2,0 2,0 - 3,0 1,4 - 3,0	< 10	Gesamtpaket ErsatzbaustoffV Boden/Bagger- gut Tab. 3 für BM-0

Tabelle 2.5-1: Mischprobenbildung Umwelttechnik und Untersuchungsumfang Ersatzbaustoffverordnung

Probe	Einzelprobe / BS	Entnahmetiefe m u. GOF	Lage	Analytik
BS 3	BS 3, Kern	0,0 - 0,03	Lipper Weg 5	PAK, Phenole (RuVA-StB)



Probe	Einzelprobe / BS	Entnahmetiefe m u. GOF	Lage	Analytik
BS 3	BS 3, Kern	0,03 - 0,1	Lipper Weg 5	PAK, Phenole (RuVA-StB)

Tabelle 2.5-2: Probenplan Schwarzdeckenproben

Bewertungsgrundlage Ersatzbaustoffverordnung: Am 01. August 2023 tritt die **Ersatzbaustoffverordnung (ErsatzbaustoffV)** in Kraft. Die **ErsatzbaustoffV** regelt die Anforderungen für die Herstellung und das Inverkehrbringen von Ersatzbaustoffen, die Untersuchung und Probenahme von nicht aufbereitetem Bodenmaterial und Baggergut sowie die Anforderungen und die Verwendung der mineralischen Ersatzbaustoffe (MEB).

Als mineralische Ersatzbaustoffe (MEB) gelten sowohl industriell hergestellte Stoffe (z.B. Hochofenschlacke HOS, Hüttensand HS oder Hausmüllverbrennungsasche HMVA etc.) als auch Bodenmaterial/Baggergut (BM/BG), Gleisschotter (GS) und Recyclingbaustoffe (RC). Die Ersatzbaustoffverordnung definiert dabei unterschiedliche Materialklassen, die den Ersatzbaustoffen zugeordnet werden. In der nachfolgenden Tabelle sind die Materialklassen für Bodenmaterial aufgelistet.

Beschreibung	Materialklassen
Bodenmaterial mit bis zu 10 Vol.-% mineralischen Fremddanteilen	BM - 0, BM - 0*
Bodenmaterial mit bis zu 50 Vol.-% mineralischen Fremddanteilen	BM - F0*, BM - F1, BM - F2, BM - F3

Tabelle 2.5-3 Übersicht der Materialklassen für Bodenmaterial nach ErsatzbaustoffV

Die **ErsatzbaustoffV** gibt Einbautabellen für technische Bauwerke vor, die je nach Materialklasse unterschiedliche Einbaumöglichkeiten zulassen. In der **ErsatzbaustoffV** sind die Konfigurationen wie folgt festgelegt:



Konfiguration der Grundwasser-deckschicht	ungünstig	günstig	
	Sand oder Lehm, Schluff, Ton	Sand	Lehm, Schluff, Ton
grundwasserfreie Sickerstrecke	für RC-1, BM-0, BM-0*, Bm-F0*, BM-F1, BG-0, BG-F0*, BG-F1, GS-0, GS-1, SWS-1, CUM-1, HOS-1, HS, SKG: $\geq 0,1 - 1 \text{ m}$ für alle anderen MEB $\geq 0,5 - 1 \text{ m}$ jeweils zuzüglich eines Sicherheitsabstandes von $0,5 \text{ m}$	für alle MEB: $> 1 \text{ m}$ zuzüglich eines Sicherheitsabstandes von $0,5 \text{ m}$	für alle MEB: $> 1 \text{ m}$ zuzüglich eines Sicherheitsabstandes von $0,5 \text{ m}$

Tabelle 2.5-4 Konfiguration der Grundwasserdeckschichten gemäß ErsatzbaustoffV

Die Anlage 2 der ErsatzbaustoffV gibt hierbei vor wann die jeweils 17 möglichen Einbauweisen für MEB anwendbar sind. Dabei unterscheidet sich die Zulässigkeit für den Einbau gemäß den Eigenschaften der Grundwasserdeckschicht.

Eigenschaft der Grundwasserdeckschicht								
außerhalb von Wasserschutzbereichen				innerhalb von Wasserschutzbereichen				
ungünstig		günstig		günstig				
-	Sand	Lehm, Schluff, Ton	WSG III A		WSG III B		Wasser- vorranggebiete	
			HSG III		HSG IV			
			Sand	Lehm, Schluff, Ton	Sand	Lehm, Schluff, Ton	Sand	Lehm, Schluff, Ton
1	2	3	4		5		6	

Tabelle 2.5-5 Übersicht der zu prüfenden Eigenschaften der Grundwasserdeckschicht



Bewertungsgrundlage RuVA-StB 01: Die RuVA-StB regelt die Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau. Die Beurteilung erfolgt anhand 16 relevanter Einzelparameter nach EPA der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) im Feststoff sowie dem Phenolindex im Eluat. Der Grenzwert für PAK (EPA) im Feststoff liegt hier bei 25 mg/kg. Der Grenzwert für den Phenolindex im Eluat liegt bei 0,1 mg/l. In Abhängigkeit vom PAK-Gehalt und Phenolindex lassen sich für die Straßenausbaustoffe folgende Verwertungsklassen ausweisen:

Verwertungs- klasse	Verwertungsverfahren	PAK-Gehalt im Feststoff [mg/kg]	Phenolindex im Eluat [mg/l]
A	Heißmischverfahren Kaltmischverfahren mit/ohne Bindemittel	≤ 25	$\leq 0,1$
B	Kaltmischverfahren mit Bindemittel Nachweis erforderlich: PAK (E) $< 0,03$ mg/l	> 25 (teer- / pechstämmig)	$\leq 0,1$
C	Kaltmischverfahren mit Bindemittel Nachweis erforderlich: PAK (E) $< 0,03$ mg/l Phenolindex (E) $< 0,1$ mg/l	Wert ist anzugeben	$> 0,1$

Tabelle 2.5-6: RuVA - Verwertungsklassen

Zur Beurteilung des karzinogenen Potenzials der teer-/pechtypischen Bestandteile der Schwarzdecken wird der Einzelparameter Benz(a)pyren der PAK herangezogen. Gemäß der technischen Regel für Gefahrstoffe (TRGS) 551, sind Schwarzdecken mit einem Benz(a)pyren-Gehalt von ≥ 50 mg/kg als „Gefahrstoff“ zu kennzeichnen.

Gemäß den vorliegenden Hinweisen zur Verwendung der AVV (Abfall-Verzeichnis-Verordnung) des Bundesministeriums für Umwelt, Natur und Reaktorsicherheit vom 10.12.2001 gelten außerdem Stoffe mit einem PAK-Gehalt von > 1.000 mg/kg als gefährliche Abfälle und sind entsprechend zu kennzeichnen.

Ergebnisse Ersatzbaustoffverordnung: Anhand der Ergebnisse der chemischen Untersuchung können die untersuchten Mischproben unterschiedlichen Einbauklassen zugeteilt werden. Die Analyseergebnisse werden in der Anlage 6.2 den Zuordnungswerten der Ersatzbaustoffverordnung



gegenübergestellt. Die nachstehende Tabelle 2.5-7 liefert eine kurze Übersicht der Ergebnisse der umwelttechnischen Untersuchungen.

Mischprobe	Material	Einstufung nach ErsatzbaustoffV	Schadstoffe	
			Parameter	Gehalt
MP 1	Ungebundener Wegeaufbau (Auffüllung)	BM-F0*	PAK ₁₆	3,1 mg/kg
MP 2	gew. Boden (Schicht 2)	BM-0	/	/

Tabelle 2.5-7: Übersicht der Analyseergebnisse zu den Materialklassen der ErsatzbaustoffV

Die untersuchte Probe des gewachsenen Bodens (MP 2) ist in die Materialklasse BM-0 einzustufen.

Der ungebundene Wegeaufbau (MP 1) ist aufgrund der PAK-Konzentration im Feststoff in die Materialklasse BM-F0* einzuordnen.

Die Originalanalytik und die Prüfverfahren für die Einzelparameter sind der Anlage 6.3 (Prüfbericht AR-23-FR-045853-01 und AR-23-FR-043241-01) der Eurofins Umwelt Ost GmbH zu entnehmen.

Sollten während der Erkundungen deutliche erhöhte Anteile von Schlacken in den Böden gefunden werden, so sind diese zu separieren und gesondert zu entsorgen.

Ergebnisse RuVa: In der nachfolgenden Tabelle 2.5-8 sind die Schwarzdeckenproben entsprechend ihrer Verwertungsklasse zusammengestellt und es sind die maßgebenden Parameter sowie Schadstoffgehalte angegeben.

Probe	Lage	Zuordnung nach RuVa	Schadstoffe	
			Parameter	Schadstoffe
BS 3, Kern	Lipper Weg 5	A	Σ PAK	0,7 mg/kg
BS 3, Kern	Lipper Weg 5	A	Σ PAK Benzo-a-pyren	10,7 mg/kg 0,7 mg/kg

Tabelle 2.5-8: Schwarzdeckenproben der Straßen im Projektgebiet



Aufgrund des festgestellten PAK-Gehalts kann die untersuchte **Schwarzdecke** der **Verwertungs-klasse A** nach RuVa zugeordnet werden. Die Auswertung kann im Detail den Anlagen 6.1 entnommen werden.

Die Originalanalytik und die Prüfverfahren für die Einzelparameter sind der Anlage 6.3 (Prüfbericht AR-23-FR-049942-01) der Eurofins Umwelt Ost GmbH zu entnehmen

2.6 Sonstige Randbedingungen und Eigenschaften

Nach DIN 4149:2005-04 liegt das Projektgebiet in keiner Erdbebenzone und keiner Untergrundklasse.

Der Projektstandort ist nach der RStO 12 der Frosteinwirkungszone F 1 zuzuordnen.

Schutzgebiete jeglicher Art (Natur/ Wasser) werden nicht tangiert [U 2].

In dem Projektgebiet sind nach [U 5] Gasaustritte in Bohrungen bekannt.

3. TECHNISCHE EIGENSCHAFTEN UND KENNWERTE

3.1 Klassifizierung für bautechnische Zwecke

Nach den Erkundungsergebnissen sowie den Kenntnissen u.a. aus Archivunterlagen lassen sich die im Projektgebiet zu erwartenden Böden wie folgt geotechnisch klassifizieren.



Schicht-Nr.	Bodenart	Klassifizierung nach DIN		Frostempfindlichkeit ²⁾	Verdichtbarkeit ³⁾
		18 196	18 300 ¹⁾		
1	Ungebundener Wegeaufbau	A [GW, GI, GU/GU*, SW, SI, SU]	3-4	F1 - F3	V1 - V2
2	Flugsande	SU*, SU, ST*, ST, SW, SE, SI	3 - 4 (2) ⁴⁾	F1 - F3	V1 - V2

1) gemäß DIN 18 300:2012-09

2) Nach ZTV E-StB 17, Tab. 3 (F1 nicht frostempfindlich, F3 sehr frostempfindlich).

3) V1 = verdichtbar, V2 = eingeschränkt verdichtbar, V3 = schwer verdichtbar

4) Der angegebene Boden kann bei Wassersättigung infolge Störung der Lagerung in eine fließende Bodenart übergehen

Tabelle 3.1-1: Bodenklassifizierung

Die Angabe der Boden- und Felsklassen der Tabelle 3.1-1 nach der zurückgezogenen DIN 18 3xx (Ausgabe 2012) erfolgt informativ. Seit 2015 ist Boden und Fels in Homogenbereiche einzuteilen. Bei der Festlegung der Homogenbereiche sind einsetzbare Bauverfahren und Baugeräte zu berücksichtigen. Eine vorläufige Einteilung in Homogenbereiche wird in Kap. 3.3 Homogenbereiche vorgenommen.

3.2 Bodenkennwerte

Gemäß DIN EN 1997-1 (Eurocode 7) ist der charakteristische Wert einer geotechnischen Kenngröße als „eine vorsichtige Schätzung desjenigen Wertes festzulegen, der im Grenzzustand wirkt.“ Unter Berücksichtigung dieser Definition lassen sich auf Basis der Untersuchungen und von umfangreichen Erfahrungen mit den im Projektgebiet anstehenden Böden die in Tabelle 3.2-1 zusammengestellten charakteristischen Bodenkennwerte angeben. Lokale Abweichungen sind möglich.

Schicht Nr.	Bezeichnung	Wichte feuchter Boden	Wichte unter Auftrieb	Reibungswinkel	Kohäsion	Undrainierte Kohäsion	Steifemodul
		γ_k [kN/m ³]	γ_k' [kN/m ³]	ϕ_k' [°]	c_k' [kN/m ²]	$c_{u,k}$ [kN/m ²]	$E_{s,k}$ ¹⁾ [MN/m ²]
1	Ungebundener Wegeaufbau	18	10	32,5	0	–	20 - 60
2	Flugsand	19	11	30,0	2,5	5 - 40	10 - 20

1) Ermittlung des Steifemoduls $E_{s,k}$ für den Laststeigerungsbereich 0 bis 300 kN/m²

Tabelle 3.2-1: Charakteristische Bodenkennwerte



3.3 Homogenbereiche

3.3.1 Allgemeines

Boden und Fels ist gemäß den Normen der VOB/C (seit der Ausgabe 2015) in Homogenbereiche einzuteilen, die für die Ausschreibung verwendet werden sollen. Ein Homogenbereich ist dabei ein begrenzter Bereich, bestehend aus einzelnen oder mehreren Boden- oder Felsschichten, der für die in den einzelnen Gewerken einsetzbaren Baugeräte vergleichbare Eigenschaften aufweist. Die Homogenbereiche sind somit ggf. gewerkespezifisch festzulegen und hängen von den einsetzbaren Baugeräten ab. Da die geplanten Bauverfahren zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung noch nicht festgelegt waren, erfolgt eine vorläufige Einteilung auf Basis der empfohlenen Verfahren gemäß Kap. 5, die im Zuge des Planungsprozesses bis zur Ausschreibung zu überprüfen und ggf. zu überarbeiten ist.

Umweltrelevante Inhaltsstoffe wurden bei der Einteilung der Homogenbereiche nur dann berücksichtigt, wenn Sie eine offensichtliche Auswirkung auf das Bauverfahren/Baugerät haben oder den Aufwand beim Arbeiten mit diesen Stoffen beeinflussen. Dies wurde immer dann unterstellt, wenn es sich um gefährlichen Abfall nach der AVV handelt. Sofern eine umwelttechnische Belastung sich im Wesentlichen nur auf die Entsorgungskosten auswirkt, wurde keine Unterteilung in den Homogenbereichen ausgewiesen. Es wird empfohlen die Entsorgung in solchen Fällen über eigene Positionen in der Ausschreibung zu regeln.

Die Homogenbereiche und die angegebenen Eigenschaften beschreiben den Zustand des Bodens und Fels vor dem Lösen. Bei den aufgeführten Eigenschaften und Kennwerten handelt es sich nicht um charakteristische Kennwerte für Berechnungen, sondern um mögliche Spannbreiten, die zur Abschätzung der Bearbeitbarkeit von Boden und Fels verwendet werden können.

Die Einteilung der Homogenbereiche ist zur Ausschreibung unter Berücksichtigung der geplanten Bauverfahren vom Planer und geotechnischen Gutachter zu überprüfen und ggf. anzupassen.

Bauzeitliche Überprüfungen sind mit Versuche nach den in der Tabelle 3.3-1 aufgeführten Prüfverfahren durchzuführen.



Eigenschaft / Kennwert		Prüfung/Prüfvorschrift
Bodenmechanik	Korngrößenverteilung	DIN EN ISO 17 892-4
	Massenanteil Steine, Blöcke, große Blöcke	Aussortieren, Vermessen, Wiegen
	Mineralogische Zusammensetzung der Steine und Blöcke	DIN EN ISO 14 689
	natürliche Dichte / Feuchtdichte	DIN EN ISO 17 892-2
	undrainierte Scherfestigkeit c_u	DIN 4094-4
	Kohäsion c'	DIN EN ISO 17 892-10
	Sensitivität C_R/C_{RV}	DIN 4094-4
	Wassergehalt w_n	DIN EN ISO 17 892-1
	Plastizitätszahl I_P	DIN EN ISO 17 892-12
	Konsistenzzahl I_C	DIN EN ISO 17 892-12
	Durchlässigkeit k_f	DIN EN ISO 17 892-11
	bezogene Lagerungsdichte I_D	DIN 18 126 in Verbindung mit Dichtebe- stimmung nach DIN EN ISO 17 892-2
	organischer Anteil v_{gl}	DIN 18 128
	Kalkgehalt v_{ca}	DIN 18 129
	Sulfatgehalt (säurelöslich)	DIN 4030-2
	Bodengruppe	DIN 18 196
	Abrasivität	LCPC-Test nach NF P18-579
	Abrasivität	DGGT-Empfehlung Nr. 23: „Bestim- mung der Abrasivität von Gesteinen mit dem CERCHAR-Versuch“ des AK 3.3 „Versuchstechnik Fels“
	Spaltzugfestigkeit	DGGT-Empfehlung Nr. 10: „Indirekter Zugversuch an Gesteinsproben — Spaltzugversuch“ des AK 3.3 „Versuchstechnik Fels“

Tabelle 3.3-1: Für eine Überprüfung der Eigenschaften und Kennwerte der Homogenbereiche anzuwendende Prüfverfahren



3.3.2 DIN 18 300 Erdarbeiten

Für die Festlegung der Homogenbereiche für Erdarbeiten (DIN 18 300) wird davon ausgegangen, dass der Aushub mit einem Bagger mittlerer Leistungsklasse ausgeführt wird, der Boden zumindest zum Teil auf der Baustelle zwischengelagert wird und vor Ort wieder eingebaut und verdichtet wird. Daher berücksichtigen die Homogenbereiche sowohl das Lösen als auch den Wiedereinbau und die Verdichtung. Sollte ein Wiedereinbau nicht vorgesehen sein, können die Homogenbereiche weiter zusammengefasst werden. In der nachfolgenden Tabelle 3.3-2 ist die Zuordnung der in diesem Gutachten angegebenen geologischen Schichten zu Homogenbereichen für Erdarbeiten, sowie die zusammengefassten Eigenschaften der Homogenbereiche angegeben. Es wird davon ausgegangen, dass der Aushub maximal bis in eine Tiefe von 3,0 m unter GOK erfolgt, sodass nur bis in diese Tiefe Homogenbereiche für Erdarbeiten ausgewiesen werden.

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche	
	Erd-A	Erd-B
Schicht Nr.	1	2
ortsübliche Bezeichnung	Ungebundener Wegeaufbau	Flugsand
Korngrößenverteilung mit Korngrößenband ²⁾		
Massenanteil Steine [%] Blöcke [%] große Blöcke [%]	< 15 < 10 < 5	< 10 < 5 < 5
natürliche Dichte [g/cm ³]	1,4 - 1,9	1,3 - 2,0
undrainierte Scherfestigkeit c_u [kN/m ²]	/	< 250
Wassergehalt w_n [%]	1 - 20	1 - 45
Plastizitätszahl I_p	/	< 0,20
Konsistenzzahl I_c / Bezeichnung ¹⁾	/	0,5 - > 1,0 weich bis halbfest



Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche	
	Erd-A	Erd-B
bezogene Lagerungsdichte I_D / Bezeichnung ¹⁾	0,35 - $\leq$ 1 / mitteldicht - sehr dicht	0,15 - 0,85 / locker bis dicht
organischer Anteil v_{gl} / Bezeichnung ¹⁾	0 - 6 / nicht organisch bis schwach organisch	0 - 6 / nicht organisch bis schwach organisch
Bodengruppe	A [GW, GI, GU/GU*, SW, SI, SU]	SU*, SU, ST*, ST, SW, SE, SI

1) Begriffe nach DIN EN ISO 14 688-2

2) Das Körnungsband bezieht sich nur auf den Massenanteil ohne Stein, Blöcke und Große Blöcke

Tabelle 3.3-2: Homogenbereiche gemäß DIN 18 300 für Erdarbeiten in Boden

3.3.3 DIN 18 320 Landschaftsbauarbeiten

Oberboden ist nach DIN 18 320 als eigener Homogenbereich auszuweisen. Der Oberboden ist vor Beginn der Arbeiten abzuschieben und ist zur Rekultivierung zu verwerten.

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche
	Oberboden
Bodengruppe nach DIN 18 196	OU / OH
ortsübliche Bezeichnung	Mutterboden
Bodengruppe nach DIN 18 915	3, 4, 5
Massenanteil	
Steine [%]	< 10
Blöcke [%]	< 5
große Blöcke [%]	< 5

Tabelle 3.3-3: Homogenbereiche gemäß DIN 18 320 für Oberboden

4. FOLGERUNGEN

4.1 Baugruben / Erdarbeiten

Sollten für das Bauvorhaben Baugruben erforderlich sein, so können diese nach DIN 4124 bis 1,25 m ohne Sicherungen (ungebösch und unverbaut) hergestellt werden. In steifen oder halbfesten



bindigen Böden darf bis zu einer Tiefe von 1,75 m ausgehoben werden, wenn der mehr als 1,25 m über der Sohle liegende Bereich der Wand unter einem Winkel $\beta \leq 45^\circ$ abgeböschst oder durch Teilverbau gesichert wird. Beide Maßnahmen (Kopfböschung und teilweiser Verbau) sind nur bis zu einer Baugrubentiefe von 1,75 m zulässig. Mit und ohne Sicherungen der Baugrube ist ein lastfreier Streifen $\geq 0,6$ m an der Böschungsschulter einzuhalten. In Abhängigkeit unmittelbarer Einwirkungen aus Baumaschinen oder Vergleichbarem können lastfreie Streifen $\geq 2,0$ m erforderlich werden. Sind tiefere Baugruben notwendig, ist ein Verbau nach DIN 4124 erforderlich. Für Baugruben mit einer Tiefen von mehr als 5 m ist auf jeden Fall ein statischer Nachweis der Standsicherheit zu führen (DIN 4124).

Bei ausreichenden Platzverhältnissen kann auch eine geböschte Baugrube bei rolligen oder weichen bindigen Böden Böschungsneigungen von maximal 45° und bei bindigen mindestens steifen Böden Neigungen von 60° ausgeführt werden. Auch bei diesen Böschungsneigungen sind lokale Ausbrüche nicht auszuschließen, ggf. ist flacher zu böschten. Die Voraussetzungen sind zudem die Wasserfreiheit der Böschung sowie ein Oberflächenschutz (Abdeckung). Außerdem sind die einschränkenden Vorgaben für freie Böschungen der DIN 4124 zu beachten.

Zudem ist die Gründungssituation des Bestands zu beachten. Neben bestehenden Fundamenten darf nicht unter der Gründungssohle der Bestandsfundamente ohne Sicherung geschachtet oder die Bestandsfundamente auf voller Länge frei gelegt werden. Die Randbedingungen der DIN 4123 sind zu beachten. Im Falle von angrenzenden, setzungskritischen Leitungen ist mit besonderer Sorgfalt zu arbeiten. Ggf. sind in Abhängigkeit der Betreibervorgaben weitere Maßnahmen erforderlich (z.B. Setzungsabschätzung und begleitende Setzungs-Vermessung).

Beim Aushub fallen die Schichten 1 und 2 an. Gemäß den Erkundungen sind abgesehen von dem ungebundenen Wegeaufbau (Schotter und Schlacke) weder sehr hohe Lagerungsdichten bzw. Festigkeiten noch größere Stein- und Blockanteile festgestellt worden, sodass bei den Erdarbeiten grundsätzlich keine Aushuberschwernisse zu erwarten sind. Vereinzelt können jedoch vor allen in den Auffüllungen Stein- und Blockanteile auftreten, die die Erdarbeiten lokal erschweren können. Festgestein wurde nicht angetroffen. Hinweise auf größere Hindernisse (z.B. verfestigte/gebundene Schlacken) wurden nicht festgestellt.

Die enggestuften und gemischtkörnigen Sande sind potentiell fließgefährdet. Es wird darauf hingewiesen, dass die enggestufte und gemischtkörnige Feinsande bei Wassersättigung



(Niederschläge) und gleichzeitiger Lagerungsstörung in eine breiige Zustandsform (Bodenklasse 2) übergehen können. Ein Befahren des Erdplanums ist unzulässig, der Aushub muss rückschreitend und der Einbau des Bodenaustausches mittel Vor-Kopf-Schüttung vorgenommen werden.

Die Aushubböden der Schicht 1 sind aufgrund der umwelttechnischen Eignung nur z.T. für den Einbau geeignet. Bereiche mit erhöhten Schlackenanteilen sind zu entsorgen. Der gewachsene Boden ist aus umwelttechnischer Sicht für den Wiedereinbau geeignet. Es wird empfohlen, daher nach Möglichkeit Schicht 1 und Schicht 2 zu separieren. Ein Wiedereinbau der Flugsande, ggf. in Abhängigkeit des Wassergehalts unter Zuhilfenahme einer Bindemittelstabilisierung bei bindigen Partien, ist prinzipiell denkbar. Alternativ können Austauschmaterialien folgender Bodengruppen nach DIN 18196 verwendet werden: GE, GW, GI, SW, SI

Bei der Wiederherstellung des ungebundenen und gebundenen Straßenaufbaus sind grundsätzlich die Vorgaben der ZTV E-StB 17, der RStO 12 und der ZTV A-StB 12 zu berücksichtigen sowie die Vorgaben der zuständigen Behörde einzuholen und zu beachten.

4.2 Grundwasserhaltung

Der Bauwasserstand liegt bei + 49 m NHN, sodass bei den Baugrubentiefen von bis zu 3,0 m der Betrieb einer offenen Wasserhaltung zum Ableiten von Niederschlags- und Tagwasser ausreichend ist. Das Planum ist mit einem ausreichenden Gefälle zu den Pumpensümpfen hin auszuführen.

In niederschlagsreichen Witterungsperioden kann lokal ein Aufstau bis zur GOK auftreten. Es wird empfohlen die Bauarbeiten grundsätzlich in trockenen Witterungsperioden auszuführen. Im Falle von Starkregenereignissen sind die Bauarbeiten einzustellen. Ggf. muss das Planum nach Erfordernis überschüttet werden.



4.3 Nachbarbebauung

Die vorhandene **Nachbarbebauung** hat einen Abstand von z.T. von wenigen Metern (< 5 m). Da der im Untergrund anstehende Boden Schwingungen (z. B. durch Verdichtungsarbeiten) übertragen kann, können sich hieraus u.U. kleinere Rissbilder an der Nachbarbebauung ergeben.

Den vorliegenden Informationen nach sollen derzeit keine Fundamente freigelegt oder tiefere Baugruben im Nachbereich von Fundamenten ausgeführt werden, sodass keine Standsicherheitsrisiken oder Setzungen im Bereich der Bauwerke zu erwarten sind.

Bei **Verdichtung** mit schwerem Gerät neben bestehenden Bauwerken ist zu beachten, dass es hierdurch zu architektonischen Schäden am Gebäudebestand kommen kann. Sollten im Bestand Erschütterungen deutlich spürbar werden, sind ggf. Schwingungsmessungen zum Zweck der Beweissicherung durchzuführen. Es wird empfohlen, die Nachbargebäude beweiszusichern. Es ist ein frequenzsteuerbares Verdichtungsgerät zu verwenden und dieses ist ggf. hinsichtlich Frequenz und Amplitude anzupassen oder es ist statisch zu verdichten.

4.4 Geotechnische Kategorie

Sollten keine komplexen Gründungsarbeiten notwendig sein, wird die Baumaßnahme in die **geotechnische Kategorie 1** nach Normenhandbuch EC 7 eingeordnet.

4.5 Versickerungsfähigkeit

Für die Planung, den Bau und den Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser ist das Arbeitsblatt DWA-A 138 zu berücksichtigen. Für die Versickerung eignen sich nur Böden mit k_f -Werten zwischen 1×10^{-3} und 1×10^{-6} m/s.

Aus den im Rahmen der Feldversuche durchgeführten Absenkversuchs in einem Bohrloch wurde die Versickerungsleistung ermittelt. Die Auswertung ist in Anlage 7 enthalten. Der eine Versuch wur-



den bis in eine Tiefe von 3,0 m unter GOK durchgeführt. Entsprechend dem erkundeten Bodenaufbau wurden die Versickerungsversuche in dem Sand der Schicht 2 durchgeführt, da diese im Tiefenbereich von etwaigen Versickerungsanlagen liegen.

Danach ergibt sich aus dem durchgeführten Versuchen ein Durchlässigkeitsbeiwert von ca. $1,4 \times 10^{-6}$ m/s. Gemäß DIN 18 130 sind die erkundeten Böden als durchlässig einzustufen.

Nach den Feststellungen aus dem Versickerungsversuch liegen die Durchlässigkeiten in dem Flugsand im unteren Grenzbereich für eine kontrollierte Versickerung. Demnach ist eine kontrollierte Versickerung des Niederschlagswassers im Bereich des Untersuchungsgebietes unter Berücksichtigung der allgemein anerkannten technischen Regeln grundsätzlich möglich.

Der Abstand zum mittleren höchsten Grundwasserstand muss zudem mindestens 1,0 m betragen, um eine ausreichende Sickerstrecke zu gewährleisten. Demnach ist unter Berücksichtigung des Bemessungswasserstands in einer Höhe von ca. + 49,0 m NHN eine oberflächliche Versickerung (z.B. Mulde) oder eine Versickerung mit flachem Rigolenkörper (o.ä.) möglich.

4.6 Sonstige Empfehlungen

Für die angrenzende bestehende Bebauung und für die im Nahbereich der Baumaßnahme vorhandenen Leitungen / Kanäle sowie die Verkehrsflächen wird eine Beweissicherung vor dem Beginn und nach Abschluss der Baumaßnahme empfohlen.

Eine Baugrunderkundung ist naturgemäß eine stichprobenartige Bestandsaufnahme, die zwischen den Aufschlüssen Ergebnisse interpoliert. Abweichungen in gewissem Umfang sind somit nicht gänzlich auszuschließen. Bei Abweichungen der angetroffenen Bodenverhältnisse von den in diesem Gutachten beschriebenen ist die Dr. Spang GmbH umgehend zu benachrichtigen.

Sollten geotechnische Fragen auftreten, die im vorliegenden Gutachten nicht bzw. nicht ausreichend behandelt wurden, oder sollten sich Abweichungen bzw. Abänderungen in den Planungen bzw. Annahmen ergeben, die diesem Gutachten zugrunde gelegt wurden, so ist die Dr. Spang GmbH vom Auftraggeber zu informieren und zu einer ergänzenden Stellungnahme aufzufordern.



DR. SPANG

Projekt: 44.9618

Seite 26

31.10.2023

Zur Beantwortung weiterer Fragen stehen wir Ihnen gerne jederzeit zur Verfügung.

i.V.

Peter Knorr, M.Sc.
(Teamleiter)

i.A.

Philipp Wolfgramm, M.Sc.
(Projektleiter)

- Verteiler:**
- TDB Landschaftsarchitektur, Frau Vivian Liebig, Berlin, 3 x, davon 1 x vorab per Mail an <liebig@tdb-berlin.de>
 - Dr. Spang GmbH, Witten, 1 x