DR. SPANG

INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR BAUWESEN, GEOLOGIE UND UMWELTTECHNIK MBH

Landesbetrieb Straßenbau NRW
Regionalniederlassung Ruhr
Herr Schieder
Harpener Hellweg 1
44791 Bochum

Projekt-Nr.	Datei	Diktat	Büro	Datum
43.9142	P9142b250718_SM_Unna	vZ/Hng	Witten	18.07.2025

Klimaneutraler Ersatzneubau auf dem Betriebsgelände der Straßenmeisterei Unna in Bönen

- Baugrundgutachten -

Rahmenvertrag Baugrund 02-22-5058
Auftrag vom 05.01.2024

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
30655 Hannover, Leo-Sympher-Promenade 65, Tel. (0511) 132 291-50, Fax 132 291-90, hannover@dr-spang.de
06618 Naumburg, Wilhelm-Franke-Straße 11, Tel. (03445) 762-25, Fax 762-20, naumburg@dr-spang.de
90491 Nürnberg, Erlenstegenstraße 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-Klausch-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: DEUTDEDB430
Stadtsparkasse 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**	**7**
2.1	Morphologie, Vegetation und Bebauung	7
2.2	Baugrund	7
2.3	Hydrogeologie / Grundwasser	10
2.4	Bodenmechanische Laborversuche	12
2.5	Umwelttechnische Untersuchungen	15
2.6	Sonstige Randbedingungen und Eigenschaften	17
3.	**TECHNISCHE EIGENSCHAFTEN UND KENNWERTE**	**17**
3.1	Klassifizierung für bautechnische Zwecke	17
3.2	Bodenkennwerte	19
3.3	Homogenbereiche	20
3.3.1	Allgemeines	20
3.3.2	DIN 18 300 Erdarbeiten	21
3.3.3	DIN 18 304 Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten	22
3.3.4	DIN 18 320 Landschaftsbauarbeiten	24
4.	**FOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN**	**24**
4.1	Gründung	24
4.2	Baugruben / Erdarbeiten	28
4.3	Versickerung	29
4.4	Wasserhaltung	30
4.5	Nachbarbebauung	31
4.6	Geotechnische Kategorie	32
4.7	Sonstige Empfehlungen	32

INHALT **SEITE**

6. ANLAGEN

Anlage 1: Übersichtslageplan, M. = 1 : 25.000 (2)
Anlage 2: Lageplan mit Aufschlusspunkten, M. = 1 : 500 (2)
Anlage 3: entfällt
Anlage 4: Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse (1)
Anlage 4.1: Zeichenerläuterung Baugrunderkundung (2)
Anlage 4.2: Bohrsondierungen (BS) (13)
Anlage 4.3: Schwere Rammsondierungen (DPH) (14)
Anlage 5: Bodenmechanische Laborversuche (1)
Anlage 5.1: Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1 (1)
Anlage 5.3: Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12 (11)
Anlage 5.5: Glühverlust nach DIN EN 17685-1 (1)
Anlage 6: Chemische Analytik (1)
Anlage 6.1: Auswertung EBV (4)
Anlage 6.2: Prüfberichte Eurofins Ost GmbH (28)
Anlage 7: Versickerungsversuche (1)
Anlage 7.1: Berechnung k_f aus Absenkversuch (5)

1. ALLGEMEINES

1.1 Projekt

Der Landesbetrieb Straßenbau NRW plant, bestehende Gebäude auf dem Grundstück ihrer Niederlassung „Straßenmeisterei Unna“ in Bönen zurückzubauen und an deren Stelle klimaneutrale Ersatzneubauten zu errichten.

Laut Planungsunterlagen ist der Neubau in vier Bauabschnitte untergliedert:

1. Neubau Verwaltung & Sozialräume; Abbruch des Bestands, an dessen Stelle soll ein Mitarbeiterparkplatz realisiert werden;
2. Abbruch der Kleingerätehalle; Neubau einer Werkstatt, Waschhalle und von drei Großgeräteachsen;
3. Abbruch der Großgerätehalle;
4. Neubau einer Großgerätehalle sowie einer Remise.

Gemäß Planung wird die bestehende Fläche der Straßenmeisterei zusätzlich um das nordwestlich angrenzende und erworbene Grundstück, welches einen Teil des Wegs „Am Telgenbusch“ säumt, erweitert.

Für die Gründung der geplanten Neubauten ist es notwendig, Auskünfte über die Beschaffenheit des Baugrunds, sowie die Grundwasserverhältnisse und das Versickerungsverhalten im Untergrund zu erlangen. Ebenso ist es von Bedeutung, ggf. vorhandene umwelttechnische Belastungen des Projektgebiets zu untersuchen. Somit ist eine Baugrunderkundung erforderlich.

1.2 Auftrag

Auf Basis des Rahmenvertrags Baugrund 02-22-5058 wurde von dem Landesbetrieb Straßenbau NRW, Regionalniederlassung Ruhr, mit Schreiben vom 23.05.2024 der Dr. Spang GmbH der Auftrag erteilt, die entsprechenden Leistungen auszuführen.

1.3 Unterlagen

Es wurden die nachfolgend aufgeführten Unterlagen verwendet:

[U 1] **Lagepläne, M. = 1 : 250;** Lageplanausschnitte Bestand & Planung Straßenmeisterei Unna, Landesbetrieb Straßenbau NRW, Stand 28.04.2025.

[U 2] **Geologische und Hydrogeologische Karte von Preußen und benachbarten Bundesstaaten, Blatt 4412 Unna, M. = 1 : 25.000 & 1 : 50.000, mit Erläuterungen;** Königlich Preußische Geologische Landesanstalt, Berlin, 1907.

[U 3] **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/, aufgerufen im April 2025.

[U 4] **Geoportale des Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft, Natur-, Verbraucherschutz Nordrhein – Westfalen;** http://www.elwasweb.nrw.de & http://www.uvo.nrw.de, aufgerufen im April 2025.

[U 5] **Gefährdungspotenzial des Untergrundes in Nordrhein - Westfalen;** Geologischer Dienst Nordrhein - Westfalen - Landesbetrieb -, Bezirksregierung Arnsberg, https://www.gdu.nrw.de/GDU_Buerger/, aufgerufen im April 2025.

1.4 Untersuchungen

Im Untersuchungsgebiet wurden im Zeitraum vom 25.09.24 bis zum 27.09.24 dreizehn Kleinrammbohrungen (BS) nach DIN EN ISO 22 475-1 als Rammkernsondierungen (Schappen-Ø 40 – 60 mm) bis in eine maximale Tiefe von 4,1 m unter der Geländeoberkante (GOK) ausgeführt. Die Bohrung BS 2.1 wurde zusätzlich wegen geringen Bohrfortschritts in der Bohrung BS 2 angesetzt. Neben den Kleinrammbohrungen wurde jeweils eine Schwere Rammsondierung (DPH) nach DIN EN ISO 22 476-2 bis 4,5 m unter Ansatzpunkt ausgeführt. Aufgrund geringen Fortschritts in den Sondierungen DPH 2 und DPH 4 wurden auch hier zusätzliche Rammsondierungen (DPH 2.1, DPH 4.1) durchgeführt.

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.

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 4 und der Tabelle 1.4-1 zu entnehmen.

Aufschlussbezeichnung	Ansatzhöhe	Endteufe	
	[m NHN]	[m NHN]	[m u. GOK]
BS / DPH 1	+ 65,78	+ 63,08	2,7
BS / DPH 2	+ 65,42	+ 65,12	0,3
BS / DPH 2.1	+ 65,68	+ 62,08	3,6
BS / DPH 3	+ 65,57	+ 61,47	3,4
BS / DPH 4	+ 63,19	+ 59,29	3,9
DPH 4.1	+ 63,19	+ 58,69	4,5
BS / DPH 5	+ 65,48	+ 62,38	3,1
BS / DPH 6	+ 65,59	+ 63,09	2,5
BS / DPH 7	+ 65,21	+ 63,11	2,1
BS / DPH 8	+ 65,42	+ 63,12	2,3
BS / DPH 9	+ 65,44	+ 63,14	2,3
BS / DPH 10	+ 65,38	+ 63,08	2,3
BS / DPH 11	+ 65,36	+ 63,36	2,0
BS / DPH 12	+ 65,40	+ 63,40	2,0

Tabelle 1.4-1: Bezeichnung der Baugrundaufschlüsse und Höhe

Die Versuchsergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen sind im Einzelnen in der Anlage 5 enthalten. Die bodenmechanischen Laborversuche werden in Kapitel 2.4 dargestellt und erläutert. Die Ergebnisse werden bei der Bodenklassifizierung und zur Festlegung der Kennwerte herangezogen.

Zur Untersuchung und Bewertung der gewonnenen Bodenproben in Hinblick auf die chemisch relevanten Aspekte (Analyse nach EBV) wurden einzelne Proben aus Auffüllungen bzw. gewachsenen Böden zu Mischproben zusammengefasst und zur Analyse in ein Fachlabor gegeben. Die Ergebnisse der Analysen, deren Interpretation und Bewertung werden in Kapitel 2.5 dargestellt und erläutert. Ebenso sind die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen sowie die zugehörige Bewertung in der Anlage 6 beigefügt.

Zusätzlich wurde in den Bohrlöchern der Punkte BS 1, BS 4, BS 6 und BS 12 je ein Versickerungsversuch durchgeführt. Die Ergebnisse der Versickerungsversuche und deren Interpretation in Bezug auf die Versickerungsfähigkeit des Untergrunds werden in Kapitel 4.3 aufgezeigt. Die Versuchsauswertungen mit Ermittlungen der Durchlässigkeit sind in der Anlage 7.1 enthalten.

2. GEOTECHNISCHE VERHÄLTNISSE

2.1 Morphologie, Vegetation und Bebauung

Das Untersuchungsgebiet ist das Betriebsgelände der „Straßenmeisterei Unna“ mit der Adresse Hammer Straße 13, 59199 Bönen. Es liegt am westlichen Rand des Ortsteils Altenbögge-Bönen der Gemeinde Bönen im Kreis Unna.

Die Gesamtfläche des Untersuchungsgebiets beläuft sich auf ca. 9.550 m².

Die aktuell auf dem Gelände befindlichen Bestandsgebäude sind:

- ein Gebäude für Verwaltung und Sozialräume, Fläche ca. 358 m² im Osten des Grundstücks,
- eine Kleingerätehalle, Fläche ca. 387 m², im Süden des Grundstücks,
- eine Großgerätehalle, Fläche ca. 516 m², im Westen des Grundstücks,
- eine Salzhalle, Fläche ca. 298 m², im Norden des Grundstücks.

Der Innenhof des Grundstücks ist asphaltiert und ist südwestlich über eine Ein- / Ausfahrt von der Hammer Straße zu erreichen.

Das Gelände wird von der Hammer Straße im Osten, sowie vom Weg „Am Telgenbusch“ im Norden begrenzt. In westlicher Richtung grenzen Ackerflächen mit stellenweisem Baumbewuchs an. Südlich grenzen Einzelgrundstücke mit Grünflächen und Häusern an.

Das Gelände des Grundstücks ist überwiegend eben, mit Ausnahme eines Grabens, der im Grenzbereich zu den im Süden angrenzenden Grundstücken verläuft. Die Geländehöhen liegen im Bereich um ca. + 65,5 m NHN.

2.2 Baugrund

Gemäß den geologischen Karten [U 3] und [U 4] sind im Untersuchungsgebiet Ablagerungen des Quartärs und der Oberkreide verzeichnet. Im Großteil des Projektgebiets steht laut [U 3] der oberkreidezeitliche Emschermergel an. Dieser wird als fossilarmer, sehr kalkhaltiger, grauer Mergelstein beschrieben, der oft brüchig und zerklüftet auftritt. In Oberflächennähe weist der Emschermergel mit

fortschreitender Verwitterung eine Verwitterungskruste auf, die aus einem hellgrauen, festen Ton besteht (lokal auch „Kleiboden“ genannt). Der Emschermergel steht laut Quellen auch im weiteren Umfeld nördlich des Projektgebiets an. Gemäß Literaturangaben beträgt die Mächtigkeit des Emschermergel mehrere 100 Meter.

Für einen geringen, südlichen Teil des Untersuchungsgebiets sind als anstehender Untergrund Ablagerungen des Quartärs, genannt „Tallehm“, verzeichnet. Diese setzen sich aus feinsandigen Lehmen und tonigen Feinsanden zusammen. Der Tallehm steht südwestlich des Projektgebiets weiträumiger an. Ebenso ist in den Literaturangaben verzeichnet, dass die quartären Ablagerungen in den Übergangsbereichen zum anstehenden Emschermergel Beimengungen aus dessen Verwitterungskruste aufweisen und z.T. auch nicht von dieser Verwitterungskruste zu unterscheiden sind.

Bei den Erkundungsarbeiten wurde in den Bohrungen, die auf den mit Asphalt befestigten Flächen durchgeführt wurden, zuoberst eine bituminöse Schwarzdecke angetroffen. Die Bohrung BS 8 wurde auf dem Betonboden innerhalb eines Bestandsgebäudes durchgeführt, sodass dort zuoberst die Decke aus bewehrtem Beton angebohrt wurde.

Unterhalb der Schwarz- bzw. der Betondecke, sowie in anderen Bohrungen an der Geländeoberkante wurden **rollige Auffüllungen (Schicht 1.1)** erkundet. Sie treten in Form von Sanden und Kiesen mit teils schluffigen Beimengungen auf. In der Nähe der Geländeoberkante sind ebenso teils schwach bis stark humose Komponenten anzutreffen. Identifizierbare Fremdbestandteile sind Bauschutt, Betonreste, Ziegelstücke und Schlacke. Die Schicht weist Farbtöne von dunkelbraun über graubraun bis grau auf.

Die nächste erkundete Schicht sind **bindige Auffüllungen (Schicht 1.2)**. Diese bestehen aus Tonen mit mäßig bis stark schluffigen, schwach bis mäßig sandigen, kiesigen sowie teils humosen Beimengungen. Die Tone weisen Konsistenzen von weich bis halbfest auf und sind in Farbtönen von hell- und graubraun bis grau und schwarz vorzufinden. Es sind Fremdbestandteile in Form von Betonresten, Ziegeln, Bauschutt und Schotter angetroffen worden.

Die o.g. Auffüllungsschichten treten in den Bohrungen entweder einzeln auf oder in einer Abfolge von bindigen Auffüllungen (Schicht 1.2) unterhalb der rolligen Auffüllungen (Schicht 1.1). Beide Auffüllungsschichten sind kalkhaltig bis stark kalkhaltig.

Unterhalb der Auffüllungen, jedoch nicht in allen Bohrungen wurden **quartäre Deckschichten (Schicht 2)** angetroffen. Die Schicht besteht überwiegend aus Tonen, oft mit schwach schluffigen bis schluffigen Beimengungen. Im Bereich der Schichtunterkante sind vereinzelt kiesige Komponenten anzutreffen, die aus kantigem Kalkstein bestehen. Die Tone weisen Konsistenzen von steif bis halbfest und Farbtöne von hell- und braungrau bis gelblich- und dunkelbraun auf. Die Schichten sind kalkhaltig bis stark kalkhaltig und erdfeucht bis trocken. In den Bohrungen BS 3 und BS 4 ist in Tiefen von 2,8 m bis 3,4 m u GOK in den Quartärschichten ein **humoser** bis **stark humoser Anteil** angetroffen worden. Der humose Ton ist hier von grauer bis schwarzer Farbe, durchwurzelt und feucht, mit einer steifen Konsistenz.

In 7 der 13 Bohrungen ist unterhalb der quartären Ablagerungen, bzw. der Auffüllungsschichten der Verwitterungshorizont des **Emschermergel (Schicht 3)** erkundet worden. Es handelt sich hierbei um einen Kalk- und Mergelstein mit schwacher bis starker Verwitterung (W1 bis W3) sowie vereinzelt tonigen Komponenten. Die Schicht ist stark kalkhaltig und weist Farbtöne von hell- und braungrau bis gelbbraun auf. Der Emschermergel steht im Untersuchungsgebiet in Tiefen von 0,9 m bis 3,5 m unter GOK an. Hierbei ist der Mergel im Westen des Projektgebiet tendenziell höher anstehend, als im östlichen Abschnitt. Auf Normalhöhennull bezogen ist der Gesteinshorizont in Höhen von 59,79 m bis 64,46 m ü. NHN angetroffen worden. Aufgrund ihrer relativen Festigkeit im Vergleich zu o.g. Schichten ist während der Bohrarbeiten beim Erreichen der Mergelschicht ein verringerter Bohrfortschritt verzeichnet worden, sodass Bohrungen teils abgebrochen werden mussten. Die Schichtunterkante wurde nicht angetroffen.

Schicht Nr.	Bezeichnung	Schichtmächtigkeit [m]	Bodenbeschreibung	
			Bodenart / Farbe	Konsistenz / Lagerungsdichte
1.1	rollige Auffüllungen	0,17 – 1,5[1)]	**Sand, Kies**, tlw. schluffig, tlw. schwach bis stark humos / dunkelbraun, graubraun, grau / Bauschutt, Betonreste, Ziegel, Schlacke / (stark) kalkhaltig	--- / locker bis dicht
1.2	bindige Auffüllungen	0,6 – 3,5[1)]	**Ton,** (stark) schluffig, (schwach) sandig, kiesig, tlw. humos / hellbraun, graubraun, grau, schwarz / Betonreste, Ziegel, Bauschutt, Schotter / (stark) kalkhaltig	weich bis halbfest / ---

Schicht Nr.	Bezeichnung	Schicht-mächtigkeit [m]	Bodenbeschreibung	
			Bodenart / Farbe	Konsistenz / Lagerungsdichte
2	quartäre Deckschichten	0,4 – 2,0[1)]	**Ton**, schwach schluffig bis schluffig, vereinzelt kiesig (Kalkstein, kantig), vereinzelt (stark) humos / hellgrau, braungrau, dunkelbraun, gelblich-braun, schwarz / (stark) kalkhaltig	steif bis halbfest / ---
3	Verwitterungs-horizont (Emscher-mergel)	0,05 – 1,1[1) 2)]	**Kalkstein, Mergelstein,** schwach bis stark verwittert, tlw. tonig / (hell-)grau, gelblichbraun, braungrau / stark kalkhaltig	--- / ---

1) Schicht nicht in allen Bohrungen angetroffen
2) Schichtunterkante nicht angetroffen

Tabelle 2.2-1: Schematischer Baugrundaufbau

In der vorstehenden Tabelle 2.2-1 ist der angetroffene Schichtaufbau tabellarisch zusammengefasst. Der erkundete Schichtaufbau entspricht stratigraphisch den Angaben der geologischen Karte.

2.3 Hydrogeologie / Grundwasser

Das Untersuchungsgebiet befindet sich innerhalb des Flussgebiets des Rheins und im Teileinzugsgebiet der Lippe. Der nächstgelegene Vorfluter ist der von Nordost nach Südwest fließende Piplingsgraben. Das Gewässer unterfließt den Südteil des Untersuchungsgebiets in verrohrter Form und mündet ca. 1 km südlich des Projektgebiets in die in Ost-West-Richtung fließende Seseke. Weiterhin befindet sich 500 m südöstlich der ebenfalls in Nordost-Südwest-Richtung fließende und in die Seseke mündende Rexebach.

Das Untersuchungsgebiet liegt nicht im Einzugsbereich von Hochwasser- oder Überschwemmungsgebieten.

Gemäß [U 3] und [U 4] ist im Umfeld des Untersuchungsgebiets ein mäßig durchlässiger Porengrundwasserleiter in den quartären, sandig-schluffigen Niederterrassen der Lippe-Niederung verzeichnet. Im unmittelbaren Untersuchungsgebiet wurden infolge der Erkundungsarbeiten jedoch keine quartären Terrassenablagerungen angetroffen (siehe Kap. 2.2). Stattdessen sind im Untergrund hoch anstehende Mergel der Oberkreide unterhalb gering mächtiger, bindiger quartärer

Schichten anzufinden. Somit weist o.g. Grundwasserkörper für das Projektgebiet keine Bedeutung auf.

Der im Projektgebiet angetroffene Emschermergel der Oberkreide wird gemäß [U 4] als ein sehr gering bis gering durchlässiger Kluftgrundwasserleiter mit geringer Ergiebigkeit beschrieben.

Die Grundwasserfließrichtung verläuft im Umfeld des Projektgebiets grob von Nordost nach Südwest. Die vorliegenden Daten des Landesamts für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW schreiben dem weitläufigen Umfeld der Maßnahme Grundwasserhöhen von +62 m bis +64 m NHN zu.

Während der Erkundung wurde in keiner der Bohrungen Wasser erkundet. In der Bohrung BS 2.1 wurde ab einer Teufe von 3,0 m unter GOK nasser Boden angetroffen.

Es wurden die Daten des Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft, Natur-, Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen [U 4] hinzugezogen, allerdings befinden sich keine Grundwassermessstellen im Nahbereich der Maßnahme. Laut GW-Gleichen nach [U 4] ist im Gebiet eine Grundwasserhöhe vom 63 bis 64 m NHN zu erwarten.

Die Bewertung der Grundwasserstände wurde nach DIN EN 1997-2, 3.6.3 auf Grundlage der verfügbaren Informationen vorgenommen. Da zuverlässige Daten von Langzeitmessungen für den unmittelbaren Bereich des geplanten Bauwerks fehlen, ist es erforderlich, den Bemessungswasserstand und den Bauwasserstand vorsichtig auf Grundlage der begrenzt verfügbaren Informationen abzuschätzen. Auf dieser Basis wird im Bereich des Untersuchungsgebiets der **Bauwasserstand** (der während der Bauzeit zu erwartende höchste Wasserstand) mit 2,0 m unter GOK angegeben. Der **Bemessungswasserstand** (der während der voraussichtlichen Nutzungs- bzw. Lebensdauer zu erwartende höchste Wasserstand) wird auf Höhe der GOK angesetzt.

Aufgrund der schwachen Durchlässigkeit der bindigen Schichten 1.2 und 2 und des Verwitterungshorizonts der Schicht 3 ist in Abhängigkeit von Dauer und Intensität von Niederschlägen saisonal auch oberhalb des natürlichen Grundwasserspiegels mit Schicht- und Sickerwasserzutritten zu rechnen. Diese können bei langanhaltenden, ergiebigen Niederschlägen eine höhere Ergiebigkeit aufweisen und sich u.U. bis in Höhe der GOK aufstauen.

Die Bandbreiten der Durchlässigkeitsbeiwerte für die anstehenden Schichten sind in der nachfolgenden Tabelle 2.3-1 angegeben. Die Spanne der Durchlässigkeiten wurde durch Ableitung aus der Ansprache des erkundeten Baugrundes (s. Kap.2.2), sowie anhand der Ergebnisse aus den in Bohrlöchern durchgeführten Versickerungsversuchen (s. Kap.4.3) abgewogen.

Schicht Nr.	Bezeichnung	Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s]	Durchlässigkeitsbereich[1)]
1.1	rollige Auffüllungen	$1 \cdot 10^{-6}$ bis $1 \cdot 10^{-3}$	durchlässig bis stark durchlässig
1.2	bindige Auffüllungen	$1 \cdot 10^{-11}$ bis $1 \cdot 10^{-7}$	sehr schwach bis schwach durchlässig
2	quartäre Deckschichten	$1 \cdot 10^{-11}$ bis $1 \cdot 10^{-8}$	sehr schwach durchlässig
3	Verwitterungshorizont (Emschermergel)	$1 \cdot 10^{-11}$ bis $1 \cdot 10^{-5}$	sehr schwach durchlässig bis durchlässig [2)]

1) Bezeichnung gemäß DIN 18 130
2) Durchlässigkeit variiert je nach Zerklüftung des Fels

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 die nachfolgend genannten bodenmechanischen Laborversuche an repräsentativen Bodenproben im Untersuchungsbereich durchgeführt:

- 11 x Bestimmung des Wassergehaltes nach DIN EN ISO 17 892-1,
- 11 x Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17 892-12,
- 2 x Bestimmung des Glühverlusts nach DIN EN 17685-1.

Die Bestimmung des **Wassergehaltes** erfolgte nach DIN EN ISO 17892-1. Die Ergebnisse können der nachfolgenden Tabelle 2.4-1 und im Detail der Anlage 5.1 entnommen werden.

Aufschluss	Tiefe [m]	Schicht	Bodenart	Wassergehalt [%]
BS 1	0,7 – 2,3	2	T	17,52
BS 2.1	1,2 – 2,2	1.2	A (T, u‘, g‘)	28,32
BS 3	2,8 – 3,4	2	T, o	69,45
BS 4	2,5 – 3,2	2	T	27,85
BS 5	1,5 – 3,0	1.2	A (T, g‘, o‘)	34,76

Aufschluss	Tiefe [m]	Schicht	Bodenart	Wassergehalt [%]
BS 6	1,7 – 2,1	2	T	27,40
BS 7	0,8 – 2,1	2	T, u‘, s‘	17,59
BS 8	0,7 – 1,8	2	T	24,53
BS 9	0,6 – 1,1	2	T, u‘	22,95
BS 10	1,5 – 2,3	2	T, u‘	21,68
BS 12	0,5 – 1,5	2	T, u‘	22,20

Tabelle 2.4-1: Ergebnisse der Wassergehaltsbestimmung

Die Wassergehalte der untersuchten Proben der Schicht 2 (Quartäre Deckschichten), mit Ausnahme der Probe aus der Tiefe von 2,8 – 3,4 m der Bohrung BS 3, liegt zwischen 17,52 und 27,85 %. Die Messwerte sind typisch für die stark wassergesättigten bindigen Böden. Der Wassergehalt des genannten Ausreißers beträgt 69,45 % und ist damit zu erklären, dass in dieser Tiefe in der Bohrung BS 3 ein lokaler humoser Horizont erkundet wurde.

Die Wassergehalte der untersuchten Proben der Schicht 1.2 (bindige Auffüllungen) liegt zwischen 28,32 und 34,76 % - sie sind damit ebenfalls unauffällig.

Plastizitätsuntersuchungen: Die Benennung der Zustandsform des bindigen Bodens anhand der Konsistenzzahlen ist in der folgenden Tabelle 2.4-2 wiedergegeben.

Konsistenzzahl I_C	Zustandsform
< 0,5	breiig
0,5 – 0,75	weich
0,75 – 1,00	steif
> 1,0	halbfest

Tabelle 2.4-2: Benennung der Zustandsform anhand der Konsistenzzahl I_C nach DIN EN ISO 17 892-12.

In der nachstehenden Tabelle 2.4-3 sind die Ergebnisse der Plastizitätsuntersuchung zusammengefasst. Die Detailergebnisse einschließlich der Darstellungen im Plastizitätsdiagramm nach Casagrande können der Anlage 5.3 entnommen werden.

Auf-schluss	Tiefe [m]	Schicht	Bodenart	w_n [%]	w_L [%]	I_P [%]	I_c [-]	Konsistenz	Boden-gruppe[1)]
BS 1	0,7 – 2,3	2	T	17,5	56,4	36,6	1,06	halbfest	TA
BS 2.1	1,2 – 2,2	1.2	A(T, u‘, g‘)	28,3	47,8	26,9	0,67	weich	TM
BS 3	2,8 – 3,4	2	T, o	69,4	94,6	63,1	0,40	breiig	TA, OT
BS 4	2,5 – 3,2	2	T	27,8	54,2	34,0	0,78	steif	TA
BS 5	1,5 – 3,0	1.2	A(T, g‘, o‘)	34,8	51,3	25,5	0,41	breiig	TA
BS 6	1,7 – 2,1	2	T	27,4	52,9	30,0	0,85	steif	TA
BS 7	0,8 – 2,1	2	T, u‘, s‘	17,6	48,1	27,5	1,08	halbfest	TM
BS 8	0,7 – 1,8	2	T	24,5	53,2	34,7	0,83	steif	TA
BS 9	0,6 – 1,1	2	T, u‘	22,9	47,8	26,5	0,94	steif	TM
BS 10	1,5 – 2,3	2	T, u‘	21,7	49,8	31,3	0,90	steif	TM
BS 12	0,5 – 1,5	2	T, u‘	22,2	49,5	28,5	0,96	steif	TM

w_n = natürlicher Wassergehalt; w_L = Wassergehalt an der Fließgrenze; I_P = Plastizitätsindex, I_c = Konsistenzzahl
1) DIN 18 196 / DIN EN ISO 14 688-2

Tabelle 2.4-3: Ergebnisse der Plastizitätsuntersuchung nach DIN EN ISO 17 892-12.

Die Konsistenzzahl I_C von 8 der 9 untersuchten Proben der Schicht 2 (quartäre Deckschichten**)** liegt zwischen 0,78 und 1,08. Die Proben weisen demnach Konsistenzen von steif bis halbfest auf. Als Ausreißer erweist sich das Ergebnis der Probe der Bohrung BS 3, laut welchem die Konsistenzzahl I_C 0,4 beträgt und somit eine breiige Konsistenz vorliegt. Dieses Ergebnis ist auf die organischen Komponenten, die in diesem Horizont angetroffen wurden, zurückzuführen. Die Konsistenzzahl der zwei untersuchten Proben der Schicht 1.2 (bindige Auffüllungen) liegt zwischen 0,41 und 0,67. Somit weisen die Proben Konsistenzen von breiig bis weich auf. Die Proben der Bohrungen BS 1, 3, 4, 5, 6 und 8 sind gemäß DIN EN ISO 17 892-12 der Bodengruppe der ausgeprägt plastischen Tone, TA zuzuordnen. Die Proben aus den BS 2.1, 7, 9, 10 und 12 sind entsprechend in die Bodengruppe der mittelplastischen Tone TM einzustufen. Zusätzlich ist die Probe der BS 3 der Bodengruppe der Tone mit organischen Beimengungen, OT, zuzuordnen.

Glühverlust: Zur Untersuchung des Anteils organischer Bestandteile in Bodenproben mit humosen Beimengungen wurde die Probe der Bohrung BS 3 einem Glühverlustversuch nach DIN EN 17 685-1 unterzogen.

Gehalt an organischen Bestandteilen [Gew.-%]	Einstufung
2 – 6	schwach organisch
6 – 20	organisch
> 20	stark organisch

Tabelle 2.4-4: Benennung und Zuordnung aufgrund der organischen Bestandteile entsprechend DIN EN ISO 14 688-2.

Die Einstufung der Probe aufgrund organischer Bestandteile erfolgt anhand der vorstehenden Tabelle 2.4-4. Die Ergebnisse der Bestimmungen des Glühverlusts sind in der nachfolgenden Tabelle 2.4-5 zusammengefasst.

Aufschluss	Tiefe [m]	Schicht	Bodenart	Glühverlust w_{LOI} [%]
BS 3	2,8 – 3,4	2	T, o	11,07

Tabelle 2.4-5: Organische Bestandteile nach DIN EN 17 685-1.

In der untersuchten Probe ist ein Glühverlust und somit ein organischer Anteil von 11,07 % ermittelt worden. Die Probe ist somit als „organisch“ im Sinne der DIN EN ISO 14 688-2 zu bewerten.

2.5 Umwelttechnische Untersuchungen

Aus den Bohrungen wurden insgesamt 19 Einzelproben entnommen, die zu 5 Mischproben zusammengestellt wurden. Die Mischproben MP 1 bis MP 5 wurden zur Festlegung der Verwertungsmöglichkeiten gemäß den Vorgaben der ErsatzbaustoffV untersucht. Eine Übersicht zur Probenbildung ist der Tabelle 2.5-1 zu entnehmen. Die dazugehörigen Probenprotokolle liegen dem Bericht als Anlage 6 bei.

Probenbezeichnung	Aufschluss-Nr.	Tiefe von bis [m]	Art	Art und Menge des Fremdanteils	Untersuchungsumfang
MP 1	BS 3 BS 4	0,4 – 2,8 0,4 – 1,5	A (T, u, s, g)	Bauschutt, Ziegel (> 50 Vol.%)	BM-F
MP 2	BS 8 BS 10 BS 12	0,2 – 0,7 0,1 – 1,5 0,0 – 0,5	A (G, S, u)	Ziegel, Bauschutt, Schlacke (> 50 Vol.%)	BM-F
MP 3	BS 2.1 BS 5 BS 6 BS 7	2,2 – 3,0 0,2 – 1,5 1,0 – 1,7 0,2 – 0,8	A (T, u, g)	Ziegel, Bauschutt (< 50 Vol.%)	BM-0*
MP 4	BS 1 BS 9 BS 11	0,1 – 0,7 0,2 – 0,6 0,5 – 0,9	A (S, G, u)	Ziegel, Bauschutt, Schlacke (< 50 Vol.%)	BM-0*
MP 5	BS 1 BS 4 BS 8 BS 9	2,3 – 2,7 1,5 – 2,5 1,8 – 2,3 1,1 – 1,5	T, u, g	keine Fremdanteile	BM-0

Tabelle 2.5-1: Probenbildung und Untersuchungsumfang

Unter Berücksichtigung der Vorgaben der ErsatzbaustoffV werden die Proben MP 1 und MP 2 aufgrund eines mineralischen Fremdanteils von > 50 Vol. % gemäß dem Untersuchungsumfang BM-F untersucht. Die Mischproben MP 3 und MP 4 weisen einen mineralischen Fremdanteil von > 10 Vol.-% auf und werden dementsprechend gemäß dem Untersuchungsumfang BM-0* untersucht. Bei der Mischprobe MP 5 ist kein Fremdanteil dokumentiert, weshalb diese Probe gemäß BM-0 untersucht wird.

Die Originalanalytik und die Prüfverfahren für die Einzelparameter sind der Anlage 6.2 zu entnehmen. Die Analyseergebnisse werden in der Anlage 6.1 den Materialwerten der ErsatzbaustoffV gegenübergestellt.

Anhand der **Ergebnisse** der chemischen Untersuchung werden die analysierten Proben unterschiedlichen Materialklassen gemäß ErsatzbaustoffV zugeordnet.

Die nachstehende Tabelle 2.5-2 liefert eine kurze Übersicht der Ergebnisse der chemischen Untersuchungen.

Probe	Einstufung	Einstufungsrelevante Parameter	
		Parameter	Konzentration
MP 1	BM-F3 FS)	Chrom	235,0 mg/kg
MP 2	BM-F3 EL)	Elektr. Leitfähigkeit Sulfat	1.440,0 µS/cm 870,0 mg/l
MP 3	BM-F3 FS) EL)	Elektr. Leitfähigkeit PAK_{16}	658,0 µS/cm 9,43 mg/kg
MP 4	BM-F3 EL)	pH-Wert Elektr. Leitfähigkeit Sulfat	9,7 1.670,0 µS/cm 1.000,0 mg/l
MP 5	BM-0	---	---

Anm.: FS) = Feststoff, EL) = Eluat

Tabelle 2.5-2: Bewertung der chemischen Untersuchungen gemäß ErsatzbaustoffV

Die Probe MP 1 weist eine hohe Chromkonzentration im Feststoff auf, sodass die Mischprobe der Materialklasse BM-F3 zuzuordnen ist. Im Material der Probe MP 2 ist eine hohe elektrische Leitungsfähigkeit, sowie ein erhöhtes Sulfat-Gehalt im Eluat nachgewiesen. Somit ist das Material dieser Mischprobe ebenso der Materialklasse BM-F3 zuzuordnen. Die Mischprobe MP 3 überschreitet den Parameterumfang BM-0* aufgrund einer erhöhten elektrischen Leitfähigkeit im Eluat und einer hohen PAK_{16}-Konzentration im Feststoff. Die Probe ist daher ebenso in die Klasse BM-F3 einzuord-

nen. Das Material der Probe MP 4 weist ebenfalls Überschreitungen des Parameterumfangs BM-0* auf, mit erhöhtem pH-Wert, erhöhter elektrischer Leitfähigkeit und einer hohen Sulfatkonzentration im Eluat ist eine Zuordnung zu BM-F3 zuzuordnen. Der Boden in der Mischprobe MP 5 wurde auf den Parameterumfang BM-0 untersucht und weist keine Überschreitungen des Messumfangs auf; demnach ist der Boden in die Klasse BM-0 einzuordnen.

2.6 Sonstige Randbedingungen und Eigenschaften

Nach DIN 4149:2005-04 liegt das Projektgebiet außerhalb von **Erdbebenzonen**.

Gemäß [U 4] liegt das Projektgebiet außerhalb von Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebieten. Das Projektgebiet befindet sich innerhalb des **Landschaftsschutzgebiets** mit der Kennung LSG-4412-0008.

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

Laut [U 5] sind **Gefährdungspotentiale des Untergrundes** in NRW dokumentiert; demnach liegt der Untersuchungsbereich innerhalb eines Gebiets mit verkarstungsfähigem Gestein sowie einem Risiko von Gasaustritten in Bohrungen.

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 18 196	Klassifizierung nach DIN 18 300[1)]	Frostempfindlichkeit[2)]	Verdichtbarkeit[3)]
1.1	rollige Auffüllungen	A, [SE, SW, SI, SU, GE, GW, GI, GU]	3 (6/7)[6)]	F 1	V 1
1.2	bindige Auffüllungen	A [TL, TM, TA, OT]	4 - 5 (2)[4) 5)]	F 3	V 3
2	quartäre Deckschichten	TL, TM, TA, OT	4 -5 (2)[4) 5)]	F 3	V 3
3	Verwitterungshorizont (Emschermergel)	TM, TA	4 (tlw. 2)[4)] (6/7)[6)]	F 3	V 3

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
5) Der angegebene Boden kann lokal organische Horizonte aufweisen, die breiiger Konsistenz sind und Wasser schwer abgeben
6) Bodenklasse 6 und 7 bei Stein- und Schuttanteilen, bzw. im Mergel Festgesteinshärtlinge

Tabelle 3.1-1: Bodenklassifizierung

Die Angabe der Bodenklassen 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.

Bindige Böden bzw. Horizonte (Schicht 1.2 & Schicht 2) können bei Wassersättigung und Lagerungsstörung (z.B. dynamische Beanspruchung, Überfahrten, etc.) in eine fließende Bodenart übergehen.

Die **Rammbarkeit** der Bodenschichten für Spundwände, Stahlträger und Rammpfähle ist wie in der nachfolgenden Tabelle 3.1-2 zusammengestellt einzuschätzen. In den Auffüllungen und in Schicht 3 muss wegen Steinen und Blöcken mit schwerer Rammfähigkeit oder auch fehlender Rammfähigkeit gerechnet werden. Bei schwer rammbaren Böden und Böden die Rammhindernisse enthalten (siehe Tabelle 3.1-2) ist die Rammbarkeit ggf. nicht ohne Zusatzmaßnahmen möglich. Es ist davon auszugehen, dass in Abhängigkeit der erforderlichen Einbindetiefen Zusatzmaßnahmen erforderlich werden. Dies ist im Zuge der weiteren Planung und bei der Ausschreibung zu beachten.

Schicht-Nr.	Bezeichnung	Rammbarkeit[1)]
1.1	rollige Auffüllungen	leicht – schwer
1.2	bindige Auffüllungen	leicht – schwer
2	quartäre Deckschichten	mittelschwer – schwer
3	Verwitterungshorizont (Emschermergel)	schwer – nicht rammbar [2)] (Vorbohren erforderlich)

1) Bezeichnungen gemäß Grundbau-Taschenbuch, 8. Auflage, Ernst & Sohn Verlag
2) Genesebedingt sind Steine / Gerölle bzw. feste Kalksteinbänke vorhanden

Tabelle 3.1-2: Rammbarkeit der anstehenden Schichten

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 γ_k [kN/m³]	Wichte unter Auftrieb γ_k' [kN/m³]	Reibungswinkel φ_k' [°]	Kohäsion c_k' [kN/m²]	undrainierte Kohäsion $c_{u,k}$ [kN/m²]	Steifemodul $E_{s,k}$[1)] [MN/m²]
1.1	rollige Auffüllungen	19	10	35	-	-	10 – 50
1.2	bindige Auffüllungen	18,5	9	22,5	10	10 – 150	8 – 15
2	quartäre Deckschichten	18,5	9	22,5	10	20 – 250	8 – 20
3	Verwitterungshorizont (Emschermergel)	20	10	25	10	25 – 250	15 – 50

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 Kapitel 4, 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.

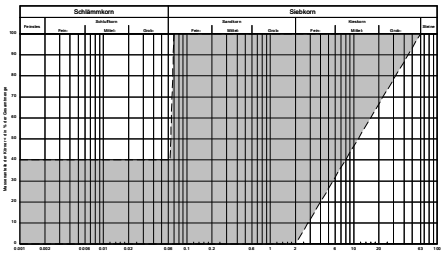
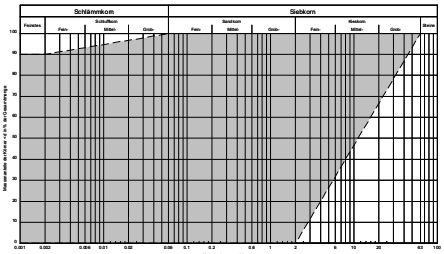
Bauzeitliche Überprüfungen sind mit Versuche nach den in der Tabelle 3.3-1 aufgeführten Prüfvorschriften durchzuführen.

Eigenschaft / Kennwert		Prüfung/Prüfvorschrift
Bodenmechanik	Korngrößenverteilung	DIN EN ISO 17 892-4
	Massenanteil Steine, Blöcke, große Blöcke	Aussortieren, Vermessen, Wiegen
	natürliche Dichte / Feuchtdichte	DIN EN ISO 17 892-2
	undrainierte Scherfestigkeit c_u	DIN 4094-4
	Kohäsion c‘	DIN EN ISO 17 892-10
	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 Dichtebestimmung 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

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 (ca. 10 – 30 to) 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. 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 2,0 m unter GOK erfolgt, sodass nur bis in diese Tiefe Homogenbereiche für Erdarbeiten ausgewiesen werden.

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche	
	Erd-A	Erd-B
Schicht Nr.	1.1	1.2, 2, 3
ortsübliche Bezeichnung	Auffüllungen, rollig	Auffüllung bindig, quartäre Deckschichten, Verwitterungshorizont
Korngrößenverteilung mit Korngrößenband[2)]	 A, [SE, SW, SI, SU, GE, GW, GI, GU]	 A [TL, TM, TA, OT]
Massenanteil Steine [%] Blöcke [%] große Blöcke [%]	 < 20 < 10 < 5	 < 20 < 10 < 5
natürliche Dichte [g/cm³]	1,5 - 2,2	1,7 - 2,4
undrainierte Scherfestigkeit c_u [kN/m²]	-	10 - 250
Wassergehalt w_n [%]	5 - 30	10 - 40
Plastizitätszahl I_P	-	10 - 50
Konsistenzzahl I_C / Bezeichnung[1)]	-	0,25 – 1,25 / breiig bis steif
bezogene Lagerungsdichte I_D / Bezeichnung[1)]	0,15 – 0,85 / locker bis dicht	/
organischer Anteil v_{gl} / Bezeichnung[1)]	< 2% – 6% / Nicht organisch bis schwach organisch	< 6% – 20% / schwach organisch bis organisch
Bodengruppe	A [SE, SW, SI, SU, GE, GW, GI, GU]	A […], TL, TM, TA, OT

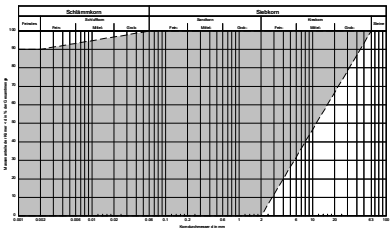
1) Begriffe nach DIN EN ISO 14 688-2
2) Das Körnungsband bezieht sich nur auf den Massenanteil ohne Stein, Blöcke und große Blöcke

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

3.3.3 DIN 18 304 Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten

Für Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten können die Zuordnung der in diesem Gutachten angegebenen geologischen Schichten zu Homogenbereichen, sowie die zusammengefassten Eigenschaften der Homogenbereiche gemäß Tabelle 3.3-3 und Tabelle 3.3-4 verwendet werden. Die Einteilung in

Homogenbereiche gilt dabei für ein Rammgerät mit starrer Führung und schwerem Rammbär oder Vibrator. Für ein Anbaugerät an den Hydraulikarm eines Baggers sind z. T. nur um mehrere Meter geringere Rammtiefen möglich. Die Homogenbereiche sind für einen solchen Einsatz neu einzuteilen.

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche
	Ramm-A
Schicht Nr.	1.2, 2, 3
ortsübliche Bezeichnung	Auffüllung, bindig, quartäre Deckschichten, Verwitterungshorizont
Korngrößenverteilung mit Korngrößenband[2)]	
Massenanteil Steine [%] Blöcke [%] große Blöcke [%]	 <20 <10 <5
Wassergehalt w_n [%]	10 - 40
Plastizitätszahl I_P	10 - 50
Konsistenzzahl I_C / Bezeichnung[1)]	0,25 - >1,0 / breiig bis halbfest
bezogene Lagerungsdichte I_D / Bezeichnung[1)]	/
Bodengruppe	A […], TL, TM, TA, OT

1) Begriffe nach DIN EN ISO 14 688-2
2) Das Körnungsband bezieht sich nur auf den Massenanteil ohne Stein, Blöcke und Große Blöcke
3) Begriffe Empfehlung Nr. 24 des Arbeitskreises 3.3 – Versuchstechnik Fels – der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V.

Tabelle 3.3-3: Homogenbereiche gemäß DIN 18 304 für Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten in Boden

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereiche
	Ramm-B
Schicht Nr.	3
ortsübliche Bezeichnung	(verwitterter) Emschermergel
Benennung von Fels[1)]	Tst, Kst, Mst
einaxiale Druckfestigkeit [MN/m²]	0,6 – 15,0, einzelne Kalksteinbänke bis 150,0

1) Bezeichnung nach DIN EN ISO 14 689

Tabelle 3.3-4: Homogenbereiche gemäß DIN 18 304 für Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten in Fels

3.3.4 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 [%] Blöcke [%] große Blöcke [%]	 < 10 < 5 < 5

Tabelle 3.3-5: Homogenbereiche gemäß DIN 18 320 für Oberboden

4. FOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN

4.1 Gründung

Nach aktuellem Kenntnisstand werden auf dem Gelände der Straßenmeisterei Unna die in Kapitel 1.1 aufgeführten (Ersatz-)Neubauten und Anbaumaßnahmen geplant.

Genaue Planungs- und Bestandsunterlagen liegen derzeit nicht vor; somit sind die vorgesehenen Gründungstiefen und die Gründungssohlen des Bestands unbekannt. Die nachstehenden Anführungen beruhen daher auf Annahmen. Es wird lediglich von einer frostfreien Gründungstiefe ausgegangen – ohne Unterkellerung.

Gemäß durchgeführter Baugrunderkundung sind im Gründungsbereich (ca. 0,8 bis 1,3 m u. GOK) sowohl die bindigen und rolligen Auffüllungen (Schicht 1.1 & 1.2) als auch die quartären Deckschichten (Schicht 2) zu erwarten – überwiegend jedoch die bindigen Böden. Lokal kann bei Tieferführungen ggf. auch schon der Verwitterungshorizont (Schicht 3) angeschnitten werden. Es ist davon auszugehen, dass im Bereich des Bestands bis zur Gründungssohle der Fundamente Auffüllungen anstehen.

Aufgrund der bindigen Böden der Schichten 1.2 und 2 ist grundsätzlich davon auszugehen, dass unterhalb der Gründung ein zusätzlicher Bodenaustausch bzw. eine Bodenverbesserung stattgefunden hat und somit die Auffüllungen geringfügig tiefer liegen. Diese Annahme wird durch die Ergebnisse der Bohrung BS 8, welche innerhalb der bestehenden Großgerätehalle durchgeführt wurde, bekräftigt. Im Bohrprofil ist zu erkennen, dass unterhalb der Bodenplatte aus Beton eine rollige Auffüllungsschicht von ca. 0,5 m Mächtigkeit ansteht ist, unter welcher die bindigen Böden der Schicht 2 liegen.

Bei einem **Ersatzneubau** der Bauwerke ist eine Flachgründung grundsätzlich möglich. Es wird davon ausgegangen, dass der Bestand ebenfalls flach gegründet wurde. Da überwiegend bindige Böden der Schichten 1.2 und 2 anstehen, die eine geringe Tragfähigkeit haben, ist ein Bodenaustausch notwendig, um ein gleichmäßiges Setzungsverhalten zu erreichen und um die Tragfähigkeit zu erhöhen. Aufgeweichte bindige Böden sind generell nicht ausreichend tragfähig und auszutauschen.

Für eine Gründung der Bauwerke als **Flachgründung** ist eine mindestens 0,5 m mächtige Trag- / Ausgleichsschicht zur Homogenisierung der Gründungsbedingungen notwendig. Diese sollte aus Natursteinschotter mit einer Körnung von z.B. 0/45 mm o.Ä. bestehen. Die Gründung ist in frostfreier Tiefe von mindestens 0,8 m unter GOK vorzusehen, d.h. mit dem o.a. Bodenaustausch liegt das Erdplanum bei ca.1 ,3 m u. GOK. Bei aufgeweichten Böden ist in Rücksprache mit einer sachverständigen Person für Geotechnik ein zusätzlicher Bodenaustausch vorzunehmen.

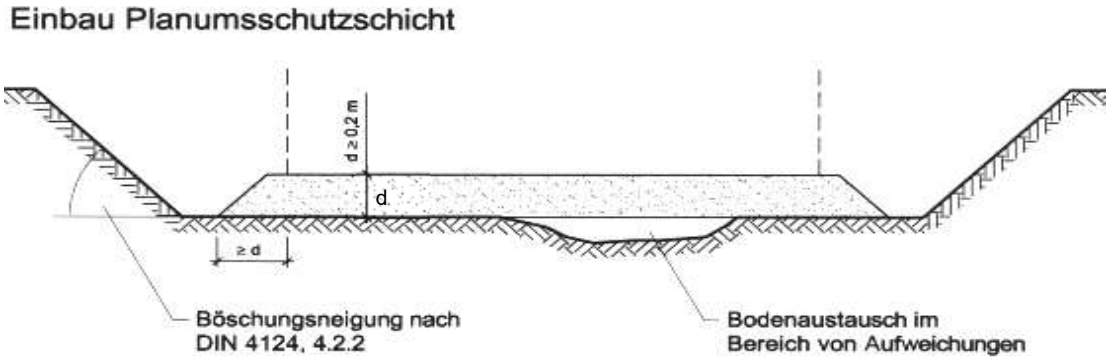
Beim Aushub ist zu beachten, dass feinkörnige Böden (Schichten 1.2 und 2) witterungsempfindlich und bei erhöhten Wassergehalten stark bewegungsempfindlich sind. Diese Böden können bei ungünstigen Witterungsbedingungen / Wassersättigung und mechanischer Beanspruchung aufweichen und sich verflüssigen. Der Boden ist dann nicht wieder einbaufähig und auch nicht mehr tragfähig. Dynamische Beanspruchungen dieser Böden (z.B. Befahren des Erdplanums) sind auszuschließen.

Die bindigen Böden sind überwiegend gut lösbar, aber schlecht verdichtungsfähig und frostempfindlich. Sie sind für einen Wiedereinbau ohne Zusatzmaßnahmen (Bodenverbesserung) i.d.R. nicht geeignet, außer es können Sackungen (bspw. In Grünflächen) hingenommen werden. Ggf. angetroffene organische Böden sind für einen Wiedereinbau ungeeignet.

Der **Bodenaustausch bei einer Flachgründung** ist lagenweise auf $D_{Pr} \geq 98$ % statisch zu verdichten. Die Mehrausstattung für den Bodenaustausch ist zu berücksichtigen. Der Austauschboden sollte aus gut tragfähigen, verdichtungsfähigen und frostunempfindlichen Materialien bestehen (Bodengruppen SW, SI, GW, GI nach DIN 18 196) – vorzugsweise der o.g. Natursteinschotter. Grundsätzlich eignen sich bei umwelttechnischer Eignung auch bindemittelstabilisierte Aushubböden, sofern keine größeren organischen Bestandteile vorhanden sind. Für die Tragschicht wird jedoch empfohlen, in Anlehnung an die TL SoB-StB 20 ein Material zu verwenden, welches den Anforderungen an eine Frostschutzschicht im Straßenbau entspricht. Zudem wird der Einbau einer Trennlage aus Geotextil (mind. GRK 4) empfohlen, um die Filterstabilität beim Einbau und Verdichten der Austauschmaterialien zum angrenzenden Boden zu gewährleisten.

Das Planum ist möglichst sauber abzuziehen und der Bodenaustausch als Planumsschutz unmittelbar nach Aushub aufzubringen. Der Aushub sollte rückschreitend und der Einbau des Ersatzmaterials vor Kopf erfolgen. Ein Befahren des Planums ist nicht zulässig.

Der Einbau dieser Materialien ist lagenweise in Schüttmächtigkeiten von max. 0,25 m vorzunehmen. Weiter gilt es anzumerken, dass bei der Anordnung des Bodenersatzes eine Lastausbreitung unter 45° anzusetzen ist. Es ist ein seitlicher Überstand der Ersatzmaterialien entsprechend der Schichtmächtigkeit einzuhalten. Auf die Prinzipskizze wird verwiesen.



Prinzipskizze 4.1-1: Schematischer Aufbau der Planumsschutzschicht

Für eine **Flachgründung über Streifenfundamente** kann der Bemessungswert des Sohlwiderstands gemäß nachfolgender Tabelle 4.1-1 angesetzt werden.

kleinste Einbindetiefe des Fundaments [m]	Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands [kN/m²] b bzw. b‘					
	0,5 m	1,0 m	1,5 m	2,0 m	2,5 m	3,0 m
1,0	240	305	300	305	320	330
1,5	275	295	315	330	345	355

ACHTUNG – Die angegebenen Werte sind Bemessungswerte des Sohlwiderstands, keine aufnehmbaren Sohldrücke nach DIN 1054:2005-01 und keine zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054:1976-11

Tabelle 4.1-1: Bemessungswert des Sohlwiderstands für Streifenfundamente bei Gründungssohle in Schicht 1.2 und 2, mit Bodenaustausch

Die in der vorstehenden Tabelle angegebenen Bemessungswerte basieren auf überschlägigen Grundbruch- und Setzungsberechnungen unter Ansatz von zulässigen Setzungsbeträgen ≤ 2 cm und den bodenmechanischen Kennwerten entsprechend der Tabelle 3.2-1. Es wurde von einem Horizontallastanteil H/V ≤ 0,2 und von max. 25 % veränderlichen Lasten, sowie einem zentrischen Lasteintrag ausgegangen. Bei der Anwendung der Tabellenwerte sind die Regelungen der DIN 4017 zur reduzierten Fundamentfläche bei außermittiger Belastung zu berücksichtigen.

Sofern die Gebäude über tragende Sohlplatten gegründet werden sollen, müssen die Bettungsmoduli für konkrete Geometrien, Einbindetiefen (Lage der Sohle in Bezug zur Baugrundschichtung) und Fundamentbelastung berechnet werden. Unter den tragenden Sohlplatten ist ein mindestens 0,5 m dicker Bodenaustausch entsprechend obiger Beschreibung vorzusehen. Der Bettungsmodul ist keine Bodenkonstante, sondern maßgeblich von der unterlagernden Baugrundschichtung (unter Berücksichtigung der Lastausbreitung und möglicher Nachbarfundamente), der Größe der Lastfläche, der Belastung und der Laststellung abhängig. Für die Fundamentplatten kann für die statische Vorbemessung nach dem Bettungsmodulverfahren für **Vorentwurfszwecke** ein grob abgeschätzter Bettungsmodul aus den Bemessungswerten des Sohlwiderstands durch Division durch die auf 2 cm begrenzte Setzung abgeschätzt werden; beispielsweise ergibt sich für eine in den quartären Deckschichten (Schicht 2) abgesetzte Fundamentplatte bei einem angegebenen Bemessungswert des Sohlwiderstands von 280 kN/m² ein **Bettungsmodul von $k_{s,k} \approx 5 \ldots 7$ MN/m³**. Der so abgeschätzte Bettungsmodul stellt lediglich einen Schätzwert dar und ist im Zuge der Planung anhand von Setzungsberechnungen zu überprüfen. Im Bereich der Plattenränder darf der Bettungsmodul auf einem Randstreifen von 1 m mit dem 2-fachen Wert angesetzt werden.

4.2 Baugruben / Erdarbeiten

Für das Bauvorhaben ggf. erforderliche Baugruben können nach DIN 4124 bis 1,25 m ohne Sicherungen (ungeböscht 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 $\beta \leq 45°$ abgeböscht oder durch Teilverbau gesichert wird. Beide Maßnahmen (Kopfböschung und teilweiser Verbau) sind nur bis zu einer Baugrubentiefe von 1,75 m zulässig. Es ist ein lastfreier Streifen ≥ 0,6 m an der Böschungsschulter einzuhalten. In Abhängigkeit unmittelbarer Einwirkungen aus Baumaschinen oder Vergleichbarem können lastfreie Streifen ≥ 2,0 m erforderlich werden. Sind tiefere Baugruben notwendig, ist ein Verbau nach DIN 4124 erforderlich. Baugruben mit einer Tiefe von mehr als 5 m sind voraussichtlich nicht vorgesehen und müssten zudem statisch nachgewiesen werden (Standsicherheit, DIN 4124).

Bei ausreichenden Platzverhältnissen kann auch eine geböschte Baugrube bei rolligen oder weichen bindigen Böden mit Böschungsneigungen von maximal 45° ausgeführt werden. Auch bei diesen Böschungsneigungen sind lokale Ausbrüche nicht auszuschließen, ggf. ist flacher zu böschen. 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 1.1, 1.2, 2 und 3 an. Es wurde Festgestein angetroffen. Gemäß den Erkundungen gab es an den punktuellen Stellen z.T. Erschwernisse beim Bohrvorgang; daher ist aufgrund des unterlagernden Festgesteins mit Stein- und Blockanteilen zu rechnen, die die Erdarbeiten lokal erschweren können.

Die Aushubböden der Schichten 1.1 und 1.2 sind vor Beginn der Bauarbeiten zu beproben und auf Basis der chemischen Untersuchungen zu behandeln. Diese können aus geotechnischer Sicht für den Wiedereinbau verwendet werden. Sollte der unbehandelte Boden an Ort und Stelle wieder eingebaut werden, kann unabhängig von den chemischen Analysen ein Einbau erfolgen. Gleiches gilt

für die gewachsenen Böden. Ein Wiedereinbau des Bodens hat jedoch ggf. in Abhängigkeit des Wassergehalts unter Zuhilfenahme einer Bindemittelstabilisierung bei bindigen Partien zu erfolgen. Können Sackungen an der Geländeoberfläche hingenommen werden, kann die Bindemittelstabilisierung ggf. entfallen.

Falls in den angrenzenden Straßenbereich eingegriffen wird, sind bei der Wiederherstellung des ungebundenen und gebundenen Straßenaufbaus 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 bzw. der Eigentümer einzuholen und zu beachten.

4.3 Versickerung

Zum Bewerten der Eignung des Baugrunds für mögliche Entwässerungsmaßnahmen sind Aufschlüsse über die Grundwassergegebenheiten und das Versickerungsverhalten des Untergrunds erforderlich.

Im Rahmen der Baugrunderkundung (s. Kap.2.3) wurde in den Bohrsondierungen kein Wasser nach Bohrende angetroffen. Der Großteil des erkundeten Untergrunds war trocken bis feucht. Nur in der Bohrung BS 2.1 wurde in einer Tiefe von 3,0 m unter GOK nasser Boden angetroffen.

Gemäß Kapitel 2.3 ist im Projektgebiet ein Bauwasserstand von 2,0 m u. GOK und ein Bemessungswasserstand in Höhe der GOK festgelegt. Auch wenn der Bemessungswasserstand keinen Dauerzustand darstellt, ist damit die Forderung der ATV A 138 hinsichtlich eines Abstands von ≥1 m zwischen Unterkante der Versickerungsanlage und OK Grundwasser nicht dauerhaft gewährleistet.

Zur Ermittlung der Versickerungsleistung des Untergrunds wurde im Zuge der Erkundungsarbeiten in den Bohrlöchern der Kleinrammbohrungen BS 1, BS 4, BS 6, BS 10 und BS 12 jeweils ein Absenkversuch in einer Tiefe von 2,0 m unter Ansatz durchgeführt. Entsprechend dem erkundeten Bodenaufbau wurde sowohl in den quartären Deckböden der Schicht 2, als auch im verwitterten Emschermergel der Schicht 3 versickert. Die Protokolle der Absenkversuche liegen dem Bericht in der Anlage 7.1 bei.

In den Versickerungsversuchen wurden für den Boden in o.g. Bohrungen Durchlässigkeitsbeiwerte von $3{,}5 \times 10^{-6}$ m/s bis $1{,}2 \times 10^{-8}$ m/s ermittelt. Gemäß den Empfehlungen des Arbeitsblatts DWA-

A 138 sind die ermittelten Durchlässigkeitswerte für die weitere Bewertung der Versickerungsleistung mit einem Korrekturfaktor f_k zu verrechnen. Dieser soll den Einfluss sowohl der örtlichen Gegebenheiten und der Informationslage über die Bodenverhältnisse im Projektgebiet, als auch der Unsicherheit der Bestimmungsmethode auf die Ergebnisse der Versickerungsversuche widerspiegeln und beträgt maximal 1,0. Im vorliegenden Fall von Versickerungsversuchen im Bohrloch als Bestimmungsmethode, sowie mit der Annahme eines ausreichenden Informationsstands über die Bodengegebenheiten im Projektgebiet ist ein Korrekturfaktor von 0,8 anzusetzen. Dadurch verringern sich die ermittelten Durchlässigkeiten auf eine Spanne von 2,8 x 10^{-6} m/s bis 9,6 x 10^{-9} m/s.

Die Ergebnisse der Versickerungsversuche weichen z.T. von den zu erwartenden Durchlässigkeitsbeiwerten ab. Gemäß der Charakterisierung der Schicht 2 und Schicht 3, wie in Kapitel 2.2 und 2.3 beschrieben, sind vor allem für den plastischen Ton der Schicht 2 sehr viel geringere Durchlässigkeiten erwartet worden. Aufgrund der z.T. starken Zerklüftung des verwitterten Emschermergels kann in der Schicht 3 jedoch mit höheren Durchlässigkeiten gerechnet werden. Es ist daher anzunehmen, dass die in den Versuchen beobachtete Versickerung größtenteils über die Schicht 3 erfolgt ist, während der im Vergleich weniger durchlässige Ton der Schicht 2 weitestgehend undurchdringbar war. Somit sind die ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte der Schicht 3 zuzuschreiben.

Gemäß dem Arbeitsblatt DWA-A 138 und den o.g. Feststellungen liegen die Durchlässigkeiten des gewachsenen Untergrunds sowohl der Schicht 2, als auch der Schicht 3 zum Großteil außerhalb des Bereichs, der für eine kontrollierte Versickerung gefordert ist. Im Fall von k_f-Werten < 1 x 10^{-6} ist eine Entwässerung ausschließlich durch Versickerung mit zeitweiliger Speicherung nicht gewährleistet. Somit sind weder Schicht 2 noch Schicht 3 als Versickerungskörper realisierbar.

Da eine Versickerung unter keinen der o.g. Auflagen realisiert werden kann, sind alternative Entwässerungsmethoden zu erwägen, beispielsweise eine Entwässerung über die vorhandenen Vorfluter oder ein Anschließen an bestehende Kanalnetze der Gemeinde Bönen. Aufgrund des umwelttechnischen Belastungspotentials im Untergrund (s. Kap. 2.5) muss eine evtl. Entwässerung über Fließgewässer mit der zuständigen Wasserbehörde abgestimmt werden.

4.4 Wasserhaltung

Die Gründungsebene der bestehenden und der geplanten Fundamente liegt gemäß aktuellem Planungsstand bei maximal 2,0 m unter GOK. Der Bauwasserstand im Untergrund ist mit 2,0 m unter

GOK angegeben. Die Baugrubensohlen liegen somit oberhalb des angesetzten Bauwasserstandes. Es werden daher keine geschlossenen Wasserhaltungsmaßnahmen notwendig.

Durch Niederschlag bedingt ist ggf. mit Sickerwasserzutritten bzw. Oberflächenwasserzuflüssen zu den Baugruben zu rechnen. Zur Beherrschung dieser ist eine **offene (Rest-)Wasserhaltung** (Pumpensumpf, Tauchpumpe, ggf. Auflastfilter etc.) in jedem Fall vorzusehen. Hierbei ist das Tagwasser zusammen mit evtl. anfallenden Sickerwässern in den Grabensohlen, bzw. in den Baugruben abzuführen. Bei der Ausführung ist ein Einbau eines Auflastfilters aus Kiessand oder Schotter in einer Stärke von mind. 0,3 m erforderlich. Das anfallende Wasser kann dann mittels offener Wasserhaltung über **Pumpensümpfe** gefasst und abgeleitet werden.

Das Sichern der Arbeiten gegen Niederschlagswasser und ihre Beseitigung, inkl. das Fassen und geordnete Ableiten von anfallenden Sickerwässern ist gemäß DIN 18 299 als Nebenleistung anzusehen.

Generell müssen die aus der Wasserhaltung geförderten Wässer schadlos abgeleitet werden. Die Bedingungen setzen eine entsprechende Einleitungsgenehmigung voraus.

4.5 Nachbarbebauung

Neben den Bebauungen und Straßen sind ggf. vorhandene Leitungen zu berücksichtigen. Es sind die Hinweise der Aushubgrenzen nach DIN 4123 zu beachten. Ggf. zu berücksichtigende Vorgaben/ Randbedingungen der jeweiligen Betreiber sind einzuholen und planerisch zu prüfen.

Die Bauzustände sind so zu planen und statisch nachzuweisen, dass Einflüsse auf die bestehenden Fundamente, Leitungen und die vorhandenen Straßen vermieden werden. Da der im Untergrund anstehende Boden Schwingungen (z. B. durch Verdichtungsarbeiten) übertragen kann, können sich hieraus u.U. kleinere Rissbilder an der Nachbarbebauung ergeben. Insbesondere bei Abbruch- und Rammarbeiten sind Auswirkungen auf die Bestandsbebauung nicht auszuschließen.

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 Nachbarbebauungen beweiszusichern. Es ist

ein frequenzsteuerbares Verdichtungsgerät zu verwenden und dieses ist ggf. hinsichtlich Frequenz und Amplitude anzupassen oder es ist statisch zu verdichten.

4.6 Geotechnische Kategorie

Sollten keine komplexen Gründungsarbeiten notwendig sein, wird die Baumaßnahme in die **geotechnische Kategorie 2** nach Normenhandbuch EC 7 eingeordnet.

4.7 Sonstige Empfehlungen

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

In jedem Falle sind die Erdarbeiten beim Antreffen von organoleptisch auffälligen Böden (unnatürlicher Geruch, visuelle Müllanteile etc.) einzustellen bzw. ist das Material sofort fachgerecht (Container o.ä.) zu separieren. Eine umgehende Benachrichtigung der Bauleitung ist erforderlich.

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.

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

ppa. von Zezschwitz

Dipl.-Geol. Gerhard von Zezschwitz
(Sen. Experte)

i.A. (gezeichnet)

Alexander Helbling, B.Sc.
(Jun. Projektgeologe)

Verteiler:
- Landesbetrieb Straßen.NRW, Herr Christian Schieder, Bochum, 2 x per Mail an <christian.schieder@strassen.nrw.de> , <Ozan.Simsek@strassen.nrw.de>
- Dr. Spang GmbH, Witten, 1 x