

Bauvorhaben
Ersatzbau "Ausbildungszentrum Bau",
Lange Reihe 60 in Dortmund-Körne

- Erkundung gemäß EC 7 / Baugrunderkundung /
Geotechnische Kategorie GK 2 -

1. Bericht

Auftraggeber:
Baugewerbe-Innung Dortmund und Lünen

Sachverständige:

Verteiler:

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. VORBEMERKUNGEN UND AUFGABENSTELLUNG	4
2. GEOTECHNISCHE KATEGORIE	6
3. BAUGRUND	6
3.1 Geologie	6
3.2 Methangas	6
3.3 Erdbeben	7
3.4 Baugrundaufschlüsse	7
3.5 Schichtenfolge/Eindringwiderstände	8
3.6 Schichteinheiten/Bodenmechanische Eigenschaften	11
3.7 Schichteinheiten / Bodenmechanische Kennwerte	11
3.7.1 Auffüllungen	11
3.7.2 Schluff, schwach tonig, feinsandig bis stark sandig, z.T. schwach kiesig	13
3.7.3 Sand, stark schluffig, tonig	15
3.7.4 Sandmergel, vollständig verwittert bis unverwittert	17
3.8 Zusammenstellung der bodenmechanischen Kennwerte und Bodenklassifizierungen	23
4. HYDROGEOLOGIE	23
4.1 Grundwasserstände	23
5. GRÜNDUNGSTECHNISCHE EMPFEHLUNGEN	25
6. HINWEISE ZUR BAUAUSFÜHRUNG	29
6.1 Erdbau	29
6.2 Baugrubenböschungen	29
6.3 Kampfmittel	31
7. HOMOGENBEREICHE	32
8. CHEMISCHE ANALYSEN	35
8.1 Schwarzdeckenanalyse	35
8.2 Beurteilungskriterien	36
9. Abbildungsverzeichnis	40
10. Tabellenverzeichnis	40

1. VORBEMERKUNGEN UND AUFGABENSTELLUNG

Die Baugewerbe-Innung Dortmund und Lünen, Dortmund, beabsichtigt die Errichtung eines eingeschossigen Ersatzbaus "Ausbildungszentrum Bau" mit zwei Staffelgeschossen, Lange Reihe 60 in Dortmund-Körne.

Das etwa 2.650 m² große Baufeld befindet sich unmittelbar nördlich der Straße "Lange Reihe".

Da das Gelände in Richtung Norden abfällt, ist das Untergeschoss als Souterrain geplant. Entlang der Straße "Lange Reihe" bindet das Gebäude den zur Verfügung gestellten Planunterlagen zufolge etwa 3,50 m in den vorhandenen Baugrund ein.

Das zur Bebauung vorgesehene Grundstück ist aktuell bebaut und wird durch die Baugewerbe-Innung Dortmund und Lünen, Dortmund, genutzt, so dass der Neubau als Ersatzbau nach dem erfolgten Rückbau des Bestandsgebäudes erfolgt.

Die höhenmäßige Anordnung des Neubaus ist aufgrund der gegebenen Geländesituation etwa in Höhe des Bestandsgebäudes vorgesehen.

Die Baugewerbe-Innung Dortmund und Lünen, Dortmund, hat das Ingenieurbüro [REDACTED] beauftragt, für die vorgesehene Ersatzbaumaßnahme eine Erkundung gemäß EC 7 / Baugrunderkundung durchzuführen.

Einen Überblick über die Lage der geplanten Baumaßnahme vermittelt nachfolgend ein Auszug aus OpenStreetMap:



Abbildung 1: Auszug aus OpenStreetMap

Quelle: [1]

Für die Bearbeitung wurden dem Ingenieurbüro _____ folgende Unterlagen als Vorabzug zur Verfügung gestellt:

- Untergeschoss im Maßstab 1:200, erstellt [REDACTED] Plannummer A201, Stand 07.05.2024,
- Erdgeschoss, im Maßstab 1:200, erstellt von [REDACTED] Plannummer A202, Stand 07.05.2024,
- Obergeschoss, im Maßstab 1:200, erstellt von [REDACTED] Plannummer A203, Stand 07.05.2024,
- Ansichten, im Maßstab 1:200, erstellt von [REDACTED] Plannummer A230, Stand 07.05.2024,
- Schnitte, im Maßstab 1:200, erstellt von [REDACTED] Plannummer A243, Stand 14.05.2024.

Folgende Normen und Regelwerke wurden im Rahmen der Geotechnischen Erkundung verwendet:

- DIN ISO 22476-2, Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Felduntersuchungen - Teil 2: Rammsondierungen, März 2012,
- DIN 14688-1, Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden - Teil 1: Benennung und Beschreibung, Dezember 2013,
- DIN 1054, Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1, Dezember 2012,
- DIN 18196, Erd- und Grundbau - Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke, Mai 2011,
- DIN 18122-1, Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Zustandsgrenzen (Konsistenzgrenzen) - Teil 1: Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze, Juli 1997,
- DIN 18123, Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung der Korngrößenverteilung, April 2011,
- DIN 18300, VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Erdarbeiten, September 2012,
- DIN 18301, VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Bohrarbeiten, Stand September 2012,
- LAGA-Mitteilung 20, Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen - Technische Regeln, Stand November 2003,
- VOB Ausgabe 2019.

Die Ergebnisse der Baugrunduntersuchung und der baugrundtechnischen Beurteilung sowie die Ergebnisse der chemischen Analysen sind in dem vorliegenden Gutachten enthalten.

2. GEOTECHNISCHE KATEGORIE

Angesichts der vorhandenen hydrogeologischen und geologischen Verhältnisse, der vorliegenden Bauwerksbeschreibungen sowie den Einstufungsmerkmalen des Anhangs AA des Normenhandbuchs EC 7, Band 1, wurde bei der Planung der geotechnischen Erkundung für das vorgesehene Projekt von der Geotechnischen Kategorie GK 2 (Baumaßnahme mit mittlerem Schwierigkeitsgrad) ausgegangen.

3. BAUGRUND

3.1 Geologie

Nach der Geologischen Karte von Nordrhein-Westfalen, Blatt C 4710, Dortmund, stehen im Untersuchungsgebiet im oberflächennahen Bereich über dem Grundgebirge überwiegend Lößlehme der Weichsel-Kaltzeit an. Es handelt sich hierbei um tonige, feinsandige Schluffe mit Mächtigkeiten von ca. 5 m bis 10 m.

Das Grundgebirge wird aus Ton- und Sandmergel des Santon der Oberkreide gebildet. Die Verwitterungszone des Sandmergels ist bodenmechanisch gesehen als stark toniger Schluff mit halbfester bis stellenweise fester Konsistenz einzustufen. Mit zunehmender Tiefe geht der stark verwitterte Sandmergel in ein klüftiges, brüchiges Felsgestein mit geringer Druckfestigkeit über. In der Regel weist die Verwitterungszone - stark verwittert bis verwittert - an der Felsoberfläche eine Mächtigkeit von etwa 2 m bis 8 m auf. Unterhalb dieser verwitterten Schicht ist der Sandmergel in der Regel kompakt und gering klüftig.

Die Verwitterungszone des Ton- und Sandmergels ist aufgrund des bereichsweise hohen Tongehaltes als überwiegend gering durchlässig einzustufen.

Die Ergebnisse der Grubenbildeinsichtnahme werden seitens des Ingenieurbüros [REDACTED] auftragsgemäß in einem gesonderten Bericht mitgeteilt.

3.2 Methangas

Methangas bildet sich infolge der Zersetzung organischer Substanzen von Torf zu Steinkohle (Inkohlung). Sofern während der Inkohlung mehr Methangas gebildet wird, als von der umgebenden Gebirgsmatrix absorbiert werden kann, gelangt das Methangas über das Kluftsystem des Deckgebirges (Mergel) zur Geländeoberfläche. Der Austritt von Methangas über die Geländeoberfläche

ist jedoch nur möglich, sofern das flözführende Karbongebirge nicht durch ausreichend mächtige und gering luftdurchlässige Bodenschichten überlagert wird.

Die Wahrscheinlichkeit von Methangasaustritten hängt von der Mächtigkeit und der Klüftigkeit des Deckgebirges sowie der Mächtigkeit der quartären Deckschichten ab. Von der Stadt Dortmund, Umweltamt, wurde hierzu eine Methangaskarte herausgegeben, welche das Stadtgebiet in insgesamt 5 Zonen (Zone 0: Austritte nicht zu erwarten, Zone 4: Austritte örtlich belegt) einteilt.

Demnach befindet sich das Grundstück in der Zone 2, so dass ein Austritt als hinreichend wahrscheinlich zu bezeichnen ist. Demnach ist abzustimmen, ob die Ausführung einer Methangasdrainage erforderlich wird und seitens des Umweltamtes der Stadt Dortmund zur Auflage gemacht wird.

3.3 Erdbeben

Entsprechend der DIN EN 1998-1 werden in der Bundesrepublik Deutschland vier Erdbebenzonen von 0 (keine Gefährdung) bis 3 (hohe Gefährdung) unterschieden. Mit ansteigender Ordnungszahl steigen die Gefährdung und die Anforderungen an das Bauwerk.

Nach der Erdbebenzonenkarte des Deutschen Geoforschungszentrums (GFZ), Potsdam, befindet sich die Baumaßnahme in Dortmund in keiner Erdbebenzone. Die Anforderungen des EC 8 brauchen entsprechend nicht berücksichtigt werden.

3.4 Baugrundaufschlüsse

Die auf dem Grundstück durchgeführten Untersuchungen durch das Ingenieurbüro [REDACTED] fanden am 14.05.2024 und 15.05.2024 statt.

Zur Erkundung der Schichtenfolge des Baugrundes und zur Gewinnung von Bodenproben für bodenmechanische Laborversuche und chemische Analysen wurden vom Ingenieurbüro [REDACTED] im Bereich des Baufeldes zunächst 6 Rammkernsondierungen - Schappendurchmesser \varnothing 36 mm bis \varnothing 80 mm - bis zu einer Tiefe von 3,00 m bzw. 4,50 m (Endteufen der Sondierungen) abgeteuft.

Die Überprüfung der Lagerungsdichten bzw. Konsistenzen der Auffüllungen und der gewachsenen Böden sowie der Festigkeiten des Felsgesteins erfolgte somit durch insgesamt 6 Sondierungen gemäß DIN ISO 22476-2 bis in eine Tiefe von 3,10 m bzw. 4,90 m mit der mittelschweren und z.T. mit der schweren Rammsonde.

Ergänzend zu den Sondierungen ist seitens der [REDACTED] eine zusätzliche Baugrunderkundungsbohrung im Trocken- sowie im Doppelkernbohrverfahren bis in eine Tiefe von ca. 13,50 m unter GOK abgeteuft worden.

Die Bohrung wurde im Nahbereich der vorhandenen Tiefgarage durchgeführt und zur Grundwassermessstelle ausgebaut. Hierbei wurden Bohrkern aus dem Sandmergelhorizont mit einem Durchmesser von 108 mm gezogen.

Die Lage der Sondieransatzpunkte sowie die Lage der Bohrung kann dem Lageplan, Anlage 1/1, entnommen werden. Die Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse, dargestellt in Form von Schichtprofilen und Rammogrammen, gehen aus der Anlage 1/2 hervor. Ferner ist der Ausbau der Grundwassermessstelle GwMst 1 ebenfalls der Anlage 1/2 zu entnehmen.

Die Höhen der Bohr- und Sondieransatzpunkte wurden vom Ingenieurbüro Geotechnik-Institut-Dr. Höfer GmbH & Co. KG auf einen in der Straße "Lange Reihe" gelegenen Kanaldeckel mit der Bezugshöhe von Bzp. KD: + 101,51 m NHN eingemessen.

Die Lage des Bezugspunktes ist ebenfalls im Lageplan der Anlage 1/1 gesondert ausgewiesen.

3.5 Schichtenfolge/Eindringwiderstände

Nach dem Ergebnis der Baugrundaufschlüsse wurden im Bereich des Baufeldes folgende Bodenschichten sowie Oberflächenversiegelungen angetroffen:

0 bis 0,06 m/0,08 m	Pflaster
0 bis 0,15 m	Asphalt
0 bis 0,70 m/3,00 m	Auffüllungen (Grob- und gemischtkörnige Auffüllungen, bestehend aus Schlacken, Bauschutt, Splitt, Mineralstoffgemischen, Asphaltresten und Felsbruchmaterialien sowie umgelagerte Schluffe und Sande, z.T. mit Einlagerungen an Bauschutt und Schlacken)
bis 1,80 m/4,00 m	Schluff, schwach tonig, feinsandig bis stark sandig, z.T. schwach kiesig
bis 4,50 m	Sand, stark schluffig, tonig
bis > 13,50 m (Endteufe der Sondierungen)	Sandmergelstein, stark verwittert bis unverwittert

Zur Beurteilung der Lagerungsdichten bzw. Konsistenzen der Auffüllungen und der gewachsenen Böden sowie der Festigkeiten des Felsgesteins sind im Bereich des geplanten Baufeldes 6 Sondierungen gemäß DIN ISO 22 476-2 mit der mittelschweren und z.T. schweren Rammsonde (Fallgewicht 30 kg/50 kg, Fallhöhe 50 cm, Spitzenquerschnitt 15 cm²) ausgeführt worden.

Mit den Rammsonden wird die Anzahl der Schläge pro 10 cm Eindringtiefe (n_{10}) gemessen, so dass anhand der festgestellten Eindringwiderstände Aussagen über die Festigkeitszustände der Böden getroffen werden können.

Bei den Aufschlusspunkten B 1, RKS 1, RKS 3 und RKS 4 ist ein etwa 0,06 m bis 0,08 m starker Pflasterbelag und bei den Aufschlusspunkten RKS 5 und RKS 6 der gebundene Straßenaufbau in einer Schichtstärke von 0,15 m zu konstatieren.

Im Bereich der Sondierung RKS 2 ist keine Oberflächenversiegelung gegeben.

Sowohl in der oberflächennahen Bodenzone als auch unterhalb der versiegelten Flächen sind Auffüllungen bis in eine Tiefe von 0,70 m bzw. 3,00 m unter GOK vorhanden.

Abgeleitet aus den Ergebnissen der Baugrundaufschlüsse setzen sich die Auffüllungen i.d.R. zunächst aus grob- und gemischtkörnigen Auffüllungen, bestehend aus Schlacken, Bauschutt, Splitt,

Mineralstoffgemischen, Asphaltresten und Felsbruchmaterialien zusammen, welche von umgelagerten Schluffen und Sanden, z.T. mit Einlagerungen an Bauschutt und Schlacken unterlagert werden.

Die mit der mittelschweren und schweren Rammsonde in den grob- und gemischtkörnigen Auffüllungen gemessenen Schlagzahlen variieren zwischen $n_{10} = 25$ bis $n_{10} > 100$, so dass eine mitteldichte bis dichte Lagerung zu verzeichnen ist.

In den bindigen/feinkörnigen Auffüllungen betragen die mit der mittelschweren Rammsonde gemessenen Schlagzahlen $n_{10} = 0$ bis $n_{10} 3$, so dass eine breiige bis weiche Konsistenz bzw. eine lockere Lagerung gegeben ist.

Überwiegend unterlagert werden die Auffüllungen von schwach tonigen, feinsandigen bis stark sandigen, z.T. schwach kiesigen Schluffen, welche bis in eine Tiefe von 1,80 m bzw. 4,00 m unter GOK anstehen.

Die mit der mittelschweren Rammsonde in den gewachsenen Schluffen gemessenen Schlagzahlen variieren zwischen $n_{10} = 0$ bis $n_{10} = 4$, so dass eine breiige bis weiche Konsistenz vorhanden ist.

Im Bereich der Bohrung B 1 sind im Tiefenhorizont von 3,00 m bis 4,50 m unter GOK stark schluffige, tonige Sande zu attestieren.

Sowohl die Schluffe als auch die Sande werden ab einer Tiefe von 1,50 m bzw. 4,50 m unter Geländeoberkante vom Grundgebirge in Form von Sandmergelstein unterlagert.

Die mit der mittelschweren Rammsonde auf einer Sondierstrecke 0,50 m bis 1,00 m gemessenen Eindringwiderstände betragen i.M. $n_{10} = 4 - 30$, so dass der Sandmergel bis in eine Tiefe von etwa 3,00 m bis 6,00 m unter GOK als stark verwittert bis verwittert zu bezeichnen ist.

Ab einer Schlagzahl von ca. $n_{10} \geq 30$ Schlägen mit der mittelschweren Rammsonde geht der Sandmergelstein in eine verwitterte bis angewitterte Zustandsform über.

Der kompakte Sandmergelstein wurde aufgrund der ausgeführten Sondiertiefen - schwere Rammsonde Schlagzahlen von bis zu $n_{10} \geq 100$ Schlägen - ab den Tiefen von 3,10 bzw. 6,50 m unter GOK festgestellt.

3.6 Schichteinheiten/Bodenmechanische Eigenschaften

Die im Zuge der Baugrunderkundung angetroffenen Bodenhorizonte werden im Rahmen dieses Gutachtens in folgende Schichteinheiten unterteilt:

- **A/1: Grob- und gemischtkörnige Auffüllungen**
- **A/2: Bindige und feinkörnige Auffüllungen**
- **U/1: Schluff**
- **S/1: Sand**
- **SM/1: Sandmergelstein, vollständig bis stark verwittert**
- **SM/2: Sandmergelstein, verwittert bis angewittert**
- **SM/3: Sandmergelstein, unverwittert**

Die Beschreibung der Schichteinheiten kann den Kapiteln 3.7.1 bis 3.7.4 entnommen werden. Die Einteilung der Homogenbereiche geht aus dem Kapitel 7 hervor.

3.7 Schichteinheiten / Bodenmechanische Kennwerte

3.7.1 Auffüllungen

Schichteinheiten für Zuordnung in

Homogenbereiche gemäß VOB Ausgabe 2019:

Schichteinheit A/1:

Auffüllungen (Grob- und gemischtkörnige Auffüllungen, bestehend aus Schlacken, Bauschutt, Splitt, Mineralstoffgemischen, Asphaltresten und Felsbruchmaterialien)

Schichteinheit A/2:

Auffüllungen (Umgelagerte Schluffe und Sande, z.T. mit Einlagerungen an Bauschutt und Schlacken)

Bei den Aufschlusspunkten B 1, RKS 1, RKS 3 und RKS 4 ist ein etwa 0,06 m bis 0,08 m starker Pflasterbelag und bei den Aufschlusspunkten RKS 5 und RKS 6 der gebundene Straßenaufbau in einer Schichtstärke von 0,15 m zu konstatieren.

Im Bereich der Sondierung RKS 2 ist keine Oberflächenversiegelung gegeben.

Sowohl in der oberflächennahen Bodenzone als auch unterhalb der versiegelten Flächen sind Auffüllungen bis in eine Tiefe von 0,70 m bzw. 3,00 m unter GOK vorhanden.

Abgeleitet aus den Ergebnissen der Baugrundaufschlüsse setzen sich die Auffüllungen i.d.R. zunächst aus grob- und gemischtkörnigen Auffüllungen der Schichteinheit A/1, bestehend aus Schlacken, Bauschutt, Splitt, Mineralstoffgemischen, Asphaltresten und Felsbruchmaterialien zusammen, welche von umgelagerten Schluffen und Sanden der Schichteinheit A/2, z.T. mit Einlagerungen an Bauschutt und Schlacken unterlagert werden.

Die im Zuge der Baugrunderkundung angetroffenen Auffüllungen sind grundsätzlich als nicht ausreichend tragfähiger Baugrund zu bezeichnen.

Die umgelagerten Sande und Schluffe entsprechen gemäß DIN 18 196 den Bodengruppen SU und UL, wobei die grob- und gemischtkörnigen Auffüllungen gemäß DIN 18 196 i. d. R. den Bodengruppen GE, GI und GW zugewiesen werden können.

Stellenweise ist in den grob- und gemischtkörnigen Auffüllungen mit Einlagerungen von Steinen der Korngrößen > 63 mm bis 200 mm und Blöcken der Korngrößen > 200 mm bis 630 mm in Größenordnungen von jeweils bis zu ca. 10 Gew.-% zu rechnen.

Erfahrungsgemäß sind die grobkörnigen Auffüllungen als abrasiv – medium abrasive – bis sehr abrasiv – very abrasive – und die umgelagerten Schluffe als schwach abrasiv - slightly abrasive - einzustufen.

Die charakteristischen bodenmechanischen Kennwerte können wie folgt angegeben werden:

Auffüllungen, grob- und gemischtkörnig:

Steifemodul	E_s	= 20 – 120 MN/m ²
Wichte des feuchten Bodens	γ_k	= 20 kN/m ³
Wichte des Bodens unter Auftrieb	γ_k'	= 10 kN/m ³
Reibungswinkel des dränierten Bodens	φ_k'	= 32,5°
Kohäsion des dränierten Bodens	c_k'	= 0 kN/m ²

Auffüllungen, bindig/feinkörnig:

Steifemodul	E_s	= 5 – 15 MN/m ²
Wichte des feuchten Bodens	γ_k	= 19 kN/m ³
Wichte des Bodens unter Auftrieb	γ_k'	= 9 kN/m ³
Reibungswinkel des dränierten Bodens	φ_k'	= 27,5°
Kohäsion des dränierten Bodens	c_k'	= 0 kN/m ²

3.7.2 Schluff, schwach tonig, feinsandig bis stark sandig, z.T. schwach kiesig

Schichteinheit für Zuordnung in

Homogenbereiche gemäß VOB Ausgabe 2019: **Schichteinheit U/1:**
Schluff

Überwiegend unterlagert werden die Auffüllungen von schwach tonigen, feinsandigen bis stark sandigen, z.T. schwach kiesigen Schluffen der Schichteinheit U/1, welche bis in eine Tiefe von 1,80 m bzw. 4,00 m unter GOK anstehen.

Die Schluffe weisen gemäß den Sondierergebnissen eine breiige bis weiche Konsistenz auf. Im wasergesättigten Zustand sind die Schluffe stark bewegungsempfindlich, so dass dynamische Beanspruchungen zu vermeiden sind.

Zur qualifizierten bodenmechanischen Beurteilung der Schluffe und zur Klassifizierung nach DIN EN ISO 17892-4 wurden im Labor des Ingenieurbüros [REDACTED] zwei Körnungslinien ermittelt. Die Ergebnisse können der beigefügten Anlage 1/3 entnommen werden.

Demnach weisen die Schluffe Schlämmkornanteile ($\leq 0,06$ mm Korngröße) in den Größenordnungen von etwa 62,5 Gew.-% bis 91,3 Gew.-% auf, wobei Feinstkornanteile von 11,1 Gew.-% bis 23,6 Gew.-% festgestellt worden sind. Die Sandkornanteile belaufen sich auf ca. 8,4 Gew.-% bis 37,3 Gew.-%, wobei eine Kieskornfraktion von 0,2 Gew.-% bis 0,3 Gew.-% zu konstatieren ist.

Die natürlichen Wassergehalte der untersuchten Schluffe betragen etwa zwischen $w = 23,16\%$ und $w = 31,57\%$.

Die angefertigten Kornverteilungskurven aus den Bereichen der Rammkernsondierungen RKS 2 und RKS 3 wurden nach Hazen, Beyer und Urs Brunner ausgewertet, wobei bei den Schluffen der Sondierung RKS 2 aufgrund der Korngrößenzusammensetzung keine Auswertung nach Hazen, Beyer und Urs Brunner möglich war.

Die in den o.g. Bereichen und Tiefenhorizonten anhand der Kornverteilungskurven ermittelten Durchlässigkeitskoeffizienten sind der nachfolgenden Tabelle 1 zu entnehmen.

Tabelle 1: Ergebnisse der Durchlässigkeiten

Prüfstelle	Entnahmetiefe (m)	Bodenart	k _f -Wert nach Hazen (m/s)	k _f -Wert nach Beyer (m/s)	k _f -Wert nach USBR (m/s)
RKS 2	3,30 – 4,00	U, t', \bar{s}	---	---	---
RKS 3	1,90 – 2,30	U, t', s'	---	---	7,10 x 10 ⁻⁸

Der in o.g. Tabelle 1 ermittelten Durchlässigkeit nach Urs Brunner zufolge liegt der Durchlässigkeitsbeiwert über den angegebenen Untersuchungshorizont in der Größenordnung von etwa $k_f = 7,1 \times 10^{-8}$ m/s.

Aufgrund der geringen Durchlässigkeit der anstehenden bindigen Böden sind diese als natürliche Wasserstauer für Oberflächen- und Niederschlagswasser einzustufen.

Des Weiteren sind die Schluffe aus den Bereichen der Sondieransatzstellen RKS 2 und RKS 3 bezüglich der Konsistenzen und der Plastizitäten untersucht worden, siehe Anlagen 1/4 und 1/5.

Die gemessenen Konsistenzzahlen- I_c und die Plastizitätszahlen I_p sind der nachfolgenden Tabelle 2 zu entnehmen:

Tabelle 2: Konsistenz und Plastizität

Sondierung	Tiefe (m)	Konsistenzzahl I_c	Plastizitätszahl I_p (%)	Bodengruppe
RKS 2	3,30 – 4,00	0,56	15,8	TM
RKS 3	1,90 – 2,30	0,55	8,8	TL

Die ermittelten Konsistenzzahlen I_c aus den oben genannten Tiefen betragen $I_c = 0,55$ und $I_c = 0,56$. Somit entsprechen die untersuchten Schluffe einer weichen Konsistenz.

Die Plastizitätszahlen liegen bei $I_p = 8,8$ % und $I_p = 15,8$ %, so dass die gewachsenen Schluffe den Bodengruppen TL und TM zugeordnet werden können und somit als leicht plastische bis mittelplastische Tone einzustufen sind.

Mit Hilfe des Tongehalts sowie der plastischen Kennwerte I_p und w_l lässt sich das Verklebungspotenzial der bindigen Böden bestimmen. Eine Übersicht der Indikationsbereiche bietet die Anlage 1/6.

Die Auswertung und Zuordnung des Verklebungspotenziales zu der ermittelten Plastizität ist tabellarisch ebenfalls der Anlage 1/6 zu entnehmen. Demnach ist das Verklebungspotenzial der untersuchten Schluffe aufgrund der Konsistenz und des Tongehaltes als gering einzustufen.

Erfahrungsgemäß sind die angetroffenen Schluffe als kaum abrasiv - not very abrasive - bis schwach abrasiv - slightly abrasive – einzustufen.

Die charakteristischen bodenmechanischen Kennwerte lassen sich wie folgt angeben:

Schluff:

Steifemodul	E_s	= 10 - 20 MN/m ²
Wichte des feuchten Bodens	γ_k	= 20 kN/m ³
Wichte des Bodens unter Auftrieb	γ'_k	= 10 kN/m ³
Reibungswinkel des dränierten Bodens	φ'_k	= 27,5°
Kohäsion des dränierten Bodens	c'_k	= 5 kN/m ²
Durchlässigkeitskoeffizient	k_f	= 5x10 ⁻⁸ -1x10 ⁻⁸ m/s

3.7.3 Sand, stark schluffig, tonig

Schichteinheit für Zuordnung in

Homogenbereiche gemäß VOB Ausgabe 2019: **Schichteinheit S/1:**
Sand

Im Bereich der Bohrung B 1 sind im Tiefenhorizont von 3,00 m bis 4,50 m unter GOK stark schluffige Sande zu attestieren.

Abgeleitet aus den Sondiererergebnissen weisen die Sande der Schichteinheit S/1 eine Schichtmächtigkeit von etwa 1,50 m auf.

Zur qualifizierten bodenmechanischen Beurteilung des Bodens und zur Klassifizierung nach DIN EN ISO 14 688 bzw. DIN 18 196 wurde im Labor des Ingenieurbüros [REDACTED] für die Sande eine Körnungslinie gemäß DIN 18 123 ermittelt. Die Ergebnisse können der beigefügten Anlage 1/7 entnommen werden.

Demnach weisen die Sande Schlämmkornanteile ($\leq 0,06$ mm Korngröße) in der Größenordnung von etwa 58,7 Gew.-% auf, wobei ein Feinstkornanteil von 20,0 Gew.-% festgestellt worden ist. Die Sandkornanteile belaufen sich auf ca. 41,1 Gew.-%. Die Kieskornfraktion ist mit 0,3 Gew.-% zu konstatieren.

Nach den Klassifizierungsrichtlinien der DIN 18 196 sind die Sande lokal den Bodengruppen SU* und ST zuzuordnen. Grundsätzlich sind die angetroffenen Sande als gleichförmig zu bezeichnen und somit als fließgefährdete Böden einzustufen.

Der natürliche Wassergehalt der untersuchten Sande beträgt etwa $w = 18,10$ %.

Die angefertigte Kornverteilungskurve aus dem Bereich der Bohrung B 1 wurde nach Urs Brunner ausgewertet.

Der in dem Bereich und Tiefenhorizont anhand der Kornverteilungskurve ermittelte Durchlässigkeitskoeffizient ist der nachfolgenden Tabelle 3 zu entnehmen.

Tabelle 3: Ergebnis der Durchlässigkeit

Prüf- stelle	Entnahme- tiefe (m)	Bodenart	k_f -Wert nach Hazen (m/s)	k_f -Wert nach Beyer (m/s)	k_f -Wert nach USBR (m/s)
B 1	4,00 - 4,50	S, ū, t	---	---	$2,23 \times 10^{-9}$

Die in o.g. Tabelle 3 ermittelte Durchlässigkeit nach Urs Brunner liegt in dem angegebenen Untersuchungshorizont in der Größenordnung von etwa $k_f = 2,33 \times 10^{-9}$ m/s.

Aufgrund der geringen Durchlässigkeit der anstehenden bindigen Sande sind diese als natürliche Wasserstauer für Oberflächen- und Niederschlagswasser einzustufen.

Den Sondierergebnissen zufolge sind die Sande in Abhängigkeit des bindigen Anteils erfahrungsgemäß als kaum abrasiv - not very abrasive – bis schwach abrasiv – slightly abrasive – einzustufen. Das Verklebungspotenzial der bindigen Sande ist aufgrund der Konsistenz und des Tongehaltes als gering zu bezeichnen.

Die charakteristischen bodenmechanischen Kennwerte lassen sich wie folgt angeben:

Sand:

Steifemodul	E_s	= 20 – 40 MN/m ²
Wichte des feuchten Bodens	γ_k	= 20 kN/m ³
Wichte des Bodens unter Auftrieb	γ'_k	= 10 kN/m ³
Reibungswinkel des dränierten Bodens	φ'_k	= 32,5°
Kohäsion des dränierten Bodens	c'_k	= 0 kN/m ²
Durchlässigkeitskoeffizient	k_f	= 10x10 ⁻⁶ - 1x10 ⁻⁷ m/s

3.7.4 Sandmergel, vollständig verwittert bis unverwittert

Schichteneinheiten für Zuordnung in

Homogenbereiche gemäß VOB Ausgabe 2019:

Schichteneinheit SM/1:

Sandmergel, vollständig verwittert bis verwittert

Schichteneinheit SM/2:

Sandmergel, verwitterte bis angewittert

Schichteneinheit SM/3:

Sandmergel, unverwittert

Der bodenmechanischen Beurteilung der gewonnenen Bodenproben zufolge weist der Sandmergel der Schichteneinheit SM/1 am Schichtbeginn eine ca. 1,0 m bis 3,0 m mächtige Verwitterungsschicht auf, in der das Gebirge durch den Verwitterungsvorgang als stark brüchig einzustufen ist. Mit zunehmender Tiefe nimmt der Verwitterungsgrad ab und der Sandmergel geht in einen verwitterten Zustand mit geringen bis mittleren Druckfestigkeiten über.

Während der stark verwitterte Sandmergel bodenmechanisch gesehen sowohl einem stark sandigen Schluffboden als auch einem entfestigten, brüchigen Sandmergel entsprechen kann, ist der verwitterte Sandmergel als Fels mit geringer Druckfestigkeit und einem relativ hohen Durchtrennungsgrad zu bezeichnen.

Diese Schichten gehören der Schichteneinheit SM/1 – an, wenn mit der mittelschweren Rammsonde Eindringwiderstände von $n_{10} \leq 30$ gemessen werden.

Zur qualifizierten bodenmechanischen Beurteilung des Bodens und zur Klassifizierung nach DIN EN ISO 14 688 bzw. DIN 18 196 wurden im Labor des Ingenieurbüros _____ für den vollständig verwitterten bis verwitterten Sandmergelstein stichprobenartig 3 Körnungslinien gemäß DIN 18 123 ermittelt. Die Ergebnisse können der beigefügten Anlage 1/8 entnommen werden.

Demnach weist der vollständig verwitterte bis verwitterte Sandmergelstein Schlämmkornanteile ($\leq 0,06$ mm Korngröße) in den Größenordnungen von etwa 41,0 Gew.-% bis 59,1 Gew.-% auf, wobei Feinstkornanteile von 14,0 Gew.-% bis 18,9 Gew.-% festgestellt worden sind. Die Sandkornanteile belaufen sich auf ca. 40,3 Gew.-% bis 43,4 Gew.-%. Die Kieskornfraktionen liegen in den Größenordnungen von 0,2 Gew.-% bis 15,5 Gew.-%.

Gemäß DIN 18 196 ist der vollständig verwitterte Sandmergelstein der Bodengruppe TM zuzuordnen und kann als mittelplastischer Ton deklariert werden.

Die gemessenen natürlichen Wassergehalte des untersuchten stark verwitterten bis verwitterten Sandmergelsteins betragen etwa $w = 20,07\%$ und $w = 25,21\%$.

Die angefertigten Kornverteilungskurven aus den Bereichen der Rammkernsondierungen RKS 2, RKS 3 und RKS 4 wurden nach Urs Brunner ausgewertet.

Die in den o.g. Bereichen und Tiefenhorizonten anhand der Kornverteilungskurven ermittelten Durchlässigkeitskoeffizienten sind der nachfolgenden Tabelle 4 zu entnehmen.

Tabelle 4: Ergebnisse der Durchlässigkeiten

Prüfstelle	Entnahmetiefe (m)	Bodenart	k_f -Wert nach Hazen (m/s)	k_f -Wert nach Beyer (m/s)	k_f -Wert nach USBR (m/s)
RKS 2	4,00 – 4,50	SM, v-v̄	---	---	$1,67 \times 10^{-8}$
RKS 3	2,60 – 3,20	SM, v-v̄	---	---	$2,78 \times 10^{-9}$
RKS 4	3,00 – 3,60	SM, v-v̄	---	---	$8,08 \times 10^{-9}$

Den in o.g. Tabelle 4 ermittelten Durchlässigkeiten nach Urs Brunner zufolge liegen die Durchlässigkeitsbeiwerte über die angegebenen Untersuchungshorizonte in den Größenordnungen von etwa $k_f = 1,7 \times 10^{-8}$ m/s bis $k_f = 2,8 \times 10^{-8}$ m/s.

Aufgrund der geringen Durchlässigkeiten ist der stark verwitterte bis verwitterte Sandmergel als natürliche Wasserstauer für Oberflächen- und Niederschlagswasser einzustufen.

Des Weiteren ist der stark verwitterte Sandmergel aus dem Bereich der Sondieransatzstelle RKS 3 bezüglich der Konsistenz und der Plastizität untersucht worden, siehe Anlage 1/9.

Die gemessene Konsistenzzahl- I_c und die Plastizitätszahl I_p sind der nachfolgenden Tabelle 5 zu entnehmen:

Tabelle 5: Konsistenz und Plastizität

Sondierung	Tiefe (m)	Konsistenzzahl I_c	Plastizitätszahl I_p (%)	Bodengruppe
RKS 3	2,60 – 3,20	0,90	11,6	TM

Die ermittelte Konsistenzzahl I_c aus der oben genannten Tiefe beträgt $I_c = 0,90$. Somit entspricht der untersuchte, stark verwitterte Sandmergel einer steifen Konsistenz.

Die Plastizitätszahl liegt bei $I_p = 11,6 \%$, so dass der untersuchte stark verwitterte Sandmergel der Bodengruppe TM zugeordnet werden kann und somit als mittelplastischer Ton einzustufen ist.

Zusätzlich zu den Bestimmungen der Korngrößenverteilungen sowie der Plastizität ist das Verklebungspotential des stark verwitterten Sandmergels ermittelt worden. Der Auswertung zufolge ist das Verklebungspotential als mittel bis hoch, siehe Anlage 1/10.

Der Sandmergelhorizont wurde wie zuvor beschrieben zu Schichtbeginn mit der mittelschweren Rammsonde durchteuft (stark verwitterter Bereich). Ab Schlagzahlen mit der mittelschweren Rammsonde von $n_{10} > 30$ wurde auf die schwere Rammsonde umgesetzt. Die innerhalb des verwitterten bis angewitterten Horizonts der Schichteinheit SM/2 gemessenen Schlagzahlen variieren in einer Größenordnung zwischen $n_{10} = 30 - < 100$ Schlägen.

Ab den Tiefen von ca. 3,10 m bzw. 6,50 m sind mit der schweren Rammsonde Schlagzahlen von $n_{10} > 100$ gegeben, so dass der Sandmergel in diesem Tiefenhorizont als unverwittert zu bezeichnen ist und somit der Schichteinheit SM/3 angehört.

Zur Überprüfung der Abrasivität des Gesteins wurden von der [REDACTED] Versuche zur Bestimmung des CAI-Wertes durchgeführt.

Dazu wurden die Proben so formatiert, dass sie in die Einspannvorrichtung eingebaut werden können. Die Versuchsanordnung besteht aus einer Einspannvorrichtung (Schraubstock) zur Aufnahme der Probe, sowie dem mit einem 7 kg Gewicht belasteten Prüfarm, an dessen Ende der Prüfstift (Stahlstift mit Rockwell-Härte 54-56) befestigt ist. Der belastete Prüfstift wurde mit Hilfe eines Hebels innerhalb von 1 sec über 10 mm der Prüfkörperoberfläche bewegt. Dieser Versuch wurde fünfmal (mit jeweils neuen Prüfspitzen) für jede Probe durchgeführt. Die Abnutzung d [mm] der Prüfspitze wurde unter einem Auflichtmikroskop mit einer Genauigkeit von 0,02 mm abgemessen.

Der einzelne Cerchar Abrasiveness Index (CAI) berechnet sich mit

$$CAI = d \times 10$$

Der CAI-Wert der Probe ist dann der Mittelwert aus 5 Einzelwerten. Die Gesteinsabrasivität wird dann nachfolgender Tabelle 6 klassifiziert:

Tabelle 6: Gesteinsabrasivität

CAI	Klassifikation nach CERCHAR, 1986	Deutsche Bezeichnung
0,3 – 0,5	not very abrasive	kaum abrasiv
0,5 – 1,0	slightly abrasive	schwach abrasiv
1,0 – 2,0	medium abrasive	abrasiv
2,0 – 4,0	very abrasive	sehr abrasiv
4,0 – 6,0	extremely abrasive	extrem abrasiv

Für den Sandmergelstein aus der in nachfolgender Tabelle ausgewiesenen Bohrung sind folgende Werte gemessen worden, siehe Tabelle 7:

Tabelle 7: Tabelle 3: CAI-Index

Probe	Bohrung Nr.	Tiefe [m]	Felsgestein	CAI-Index	Klassifikation
EP 1	B 1	7,50 – 7,78	SM/3	0,2	extremely low
EP 2	B 1	12,50 – 12,88	SM/3	0,4	extremely low

Den Ergebnissen zufolge ist der Sandmergelstein als extremely low abrasive einzustufen, siehe Anlage 1/11. Lokal kann der Sandmergel auch als schwach abrasiv eingestuft werden.

Des Weiteren sind die einaxialen Druckfestigkeiten des Sandmergelsteins an geeigneten Probenkörpern bestimmt worden.

Die Prüfung wurde vom Materialprüfungsamt Nordrhein-Westfalen, Dortmund, vorgenommen.

In der nachfolgenden Tabelle 8 sind die einaxialen Druckfestigkeiten den Bezeichnungen für Fels-
gestein gegenübergestellt:

Tabelle 8: Beschreibung der einaxialen Druckfestigkeit σ_c

Einaxiale Druckfestigkeit [MN/m ²]	Bezeichnung
< 1	außerordentlich gering
1 - 5	sehr gering
5 -25	gering
25 - 50	mäßig hoch
50 -100	hoch
100 - 250	sehr hoch
> 250	außerordentlich hoch

An zwei ausgewählten Probekörpern wurden einaxiale Druckversuche zur Bestimmung der Druck-
festigkeit σ_c durchgeführt. Aus den angelieferten Probenstücken wurden durch Überbohren mit
Wasserspülung Probenzylinder hergestellt.

Gemäß den Vorschriften der ISRM und DGGT für die Gewinnung von Proben für einaxiale Druck-
versuche soll für die Zylinder ein Längen-Durchmesser Verhältnis $L/D = 2:1$ erreicht werden. Nach
dem Sägen wurden die Endflächen gemäß Vorschrift geschliffen, so dass die Unebenheit < 0,02
mm betrug. Die Prüfkörper wurden bei 60°C getrocknet und bis zu den jeweiligen Versuchen unter
Raumluftbedingungen aufbewahrt.

Dabei wurden folgende einaxiale Druckfestigkeiten des Sandmergelsteins ermittelt, siehe nachfol-
gende Tabelle 9:

Tabelle 9: Einaxiale Druckfestigkeit σ_c

Probe	Bohrung Nr.	Tiefe [m]	Höhe [mm]	Durchmesser D [mm]	Rohdichte ρ [kg/dm ³]	Einaxiale Druckfestig- keit σ_c [N/mm ²]	Felsgestein	Bezeichnung
EP 1	B 1	7,78 – 7,98	108	107	2,25	7,1	SM/3	gering
EP 2	B 1	12,88 – 13,19	107	106	2,33	6,8	SM/3	gering

Angesichts der Versuchsergebnisse schwanken die gemessenen Druckfestigkeiten über die Tiefenhorizonte zwischen $\sigma_c = 6,8 \text{ N/mm}^2$ und $\sigma_c = 7,1 \text{ N/mm}^2$, so dass das Felsgestein als ein Gestein mit geringen Festigkeiten zu bezeichnen ist.

Die Versuchsergebnisse sind ebenfalls dem Prüfbericht, Prüfbericht Nr.: 213001119-24, erstellt vom Materialprüfungsamt Nordrhein-Westfalen, Dortmund, Stand 29.04.2024, der Anlage 1/12 zu entnehmen.

Die fotografische Dokumentation der Bohrkerns ist der Anlage 1/13 zu entnehmen.

Die charakteristischen felsmechanischen Kennwerte können wie folgt angegeben werden:

Sandmergel, vollständig verwittert bis verwittert:

Steifemodul	E_s	= 20 – 40 MN/m ²
Wichte des feuchten Bodens	γ_k	= 20 kN/m ³
Wichte des Bodens unter Auftrieb	γ'_k	= 10 kN/m ³
Reibungswinkel des drainierten Bodens	φ'_k	= 30°-32,5°
Kohäsion des drainierten Bodens	c'_k	= 2,5 kN/m ²
Durchlässigkeitskoeffizient	k_f	= 5×10^{-6} - 1×10^{-7} m/s

Sandmergel, verwittert bis angewittert:

Steifemodul	E_s	= 40 – 80 MN/m ²
Wichte des feuchten Bodens	γ_k	= 21 kN/m ³
Wichte des Bodens unter Auftrieb	γ'_k	= 11 kN/m ³
Reibungswinkel des drainierten Bodens	φ'_k	= 35°
Kohäsion des drainierten Bodens	c'_k	= 5 kN/m ²
Durchlässigkeitskoeffizient	k_f	= 1×10^{-7} - 1×10^{-8} m/s

Sandmergel, unverwittert:

Steifemodul	E_s	= 80 - 120 MN/m ²
Wichte des feuchten Bodens	γ_k	= 22 kN/m ³
Wichte des Bodens unter Auftrieb	γ'_k	= 12 kN/m ³
Reibungswinkel des drainierten Bodens	φ'_k	= 35°
Kohäsion des drainierten Bodens	c'_k	= 10-15 kN/m ²
Durchlässigkeitskoeffizient	k_f	= 1×10^{-7} bis 1×10^{-8} m/s
Einaxiale Druckfestigkeit	σ_c	= 60 - 120 MN/m ²

3.8 Zusammenstellung der bodenmechanischen Kennwerte und Bodenklassifizierungen

Die Bodenkennwerte und die Klassifizierungen nach Schichteinheiten und DIN 18 196 lassen sich tabellarisch wie folgt zusammenfassen, siehe nachfolgende Tabelle 10:

Tabelle 10: Boden- und Felskennwerte und die Klassifizierungen nach Schichteinheiten und DIN 18 196 (Böden)

Boden- und Felsarten	E_s (MN/m ²)	γ^k (kN/m ³)	γ'_k (kN/m ³)	φ^k (°)	c^k (kN/m ²)	Schichteinheit	Bodengruppe DIN 18 196
Auffüllungen, grob- und gemischtkörnig	20-80	20	10	32,5	0	A/1	GE, GI, GW
Auffüllungen, bindig, feinkörnig	5-15	19	9	27,5	0	A/2	SU, SU*, UL
Schluff	10-20	20	10	27,5	0	U/1	TM, TL
Sand	20-40	20	10	32,5	0	S/1	SU*, ST
Sandmergel, vollständig verwittert bis verwittert	20-40	20	10	30,0-32,5	2,5	SM/1	TM
Sandmergel, verwittert bis angewittert	40-80	21	11	35	5	SM/2	---
Sandmergel, unverwittert	80-120	22	12	35	10-15	SM/3	---

Die angegebene Schichtenfolge des Baugrundes bezieht sich auf die durchgeführten punktuellen Aufschlüsse. Abweichungen können nicht völlig ausgeschlossen werden. Grundsätzlich sind die Baugrundverhältnisse im Zuge der Bauausführung entsprechend der DIN EN 1997-2/2.5.2 abschließend zu überprüfen.

4. HYDROGEOLOGIE

4.1 Grundwasserstände

Ergänzend zu den Sondierungen ist seitens der [REDACTED] eine zusätzliche Baugrunderkundungsbohrung im Trocken- sowie im Doppelkernbohrverfahren bis in eine Tiefe von ca. 13,50 m unter GOK abgeteuft worden.

Die Bohrung B 1 wurde im Nahbereich der vorhandenen Tiefgarage durchgeführt und zur Grundwassermessstelle ausgebaut.

Der Ausbau der Grundwassermessstelle GwMst 1 ist der Anlage 1/2 zu entnehmen.

Folgende Grundwasserstände wurden mittels Lichtlot gemessen, siehe nachfolgende Tabelle 11:

Tabelle 11: Gemessene Grundwasserstände

Grundwassermessstelle	Datum	Geländehöhe [mNHN]	Grundwasserflurabstand m u.GOK	Grundwasserstand [m NHN]
GwMst 1	18.04.2024	+ 101,87	(8,40)	(+ 93,47)
	14.05.2024	+ 101,87	8,65	+ 93,22

() nicht ausgespiegelt

Bei der Stichtagsablesung am 14.05.2024 wurde der ausgespiegelte Grundwasserflurabstand von 8,65 m u. GOK ermittelt, so dass davon auszugehen ist, dass das Grundwasser etwa auf einer Höhe von etwa + 93,22 m NHN ansteht.

Aufgrund jahreszeitlicher Schwankungen ist mit einem Grund- bzw. Schichtenwasseranstieg um ca. 1,50 m zu rechnen.

Somit liegt die Unterkante der Bodenplatte etwa 3,80 m über den höchstmöglichen Grundwasserstand.

Aufgrund der Planung sowie den anstehenden bindigen Böden ist eine offene Wasserhaltung (Pumpensümpfe, Drainagen und Tauchpumpen) zur Ableitung von Schichten- und Niederschlagswasser auf der Baustelle vorzuhalten.

Da im Sohlbereich bindige Böden nachgewiesen wurden, sind die Erdberührten Gebäudeteile und die nicht unterkellerten Bauteile gegen aufstauendes Sickerwasser gemäß DIN 18533, Bemessungssituation W2.1-E (kein Keller) bzw. W2.2-E (Keller) und hier gemäß

- W2.1-E (Situation 1): Mäßige Einwirkung von drückendem Wasser, bei Stauwasser bis 3 m und einer Einbindetiefe im Erdreich bis 3 m, abzudichten,

bzw.

- W2.2-E (Situation 1): Bei Stauwasser > 3 m

abzudichten.

Zur Trockenhaltung des Untergeschosses wird die Herstellung einer Weißen Wanne (wasserundurchlässige Stahlbetonkonstruktion) empfohlen. Im Bereich der Unterkellerten Gebäudeteile ist, sofern auf eine Dränage verzichtet wird, der Bemessungswasserstand geländegleich – Lastfall aufstauendes Sickerwasser - anzusetzen. Dies ist im Zuge der Tragwerksplanung zu berücksichtigen.

Sämtliche weitere Anforderungen der o. g. Normen sind durch die entsprechenden Planer zu berücksichtigen. Hierbei ist das Augenmerk besonders auf die Ausführung von Lichtschächten zu legen, die wasserdicht anzuschließen sind.

Auf die Abdichtungs- und Ausführungssituation kann verzichtet werden, wenn das Stauwasser durch eine Dränageanlage nach DIN 4095 dauerhaft und zuverlässig vermieden wird. In diesem Fall wäre die Einwirkungsklasse W1.1/Situation 2 nach DIN 18533 maßgebend.

5. GRÜNDUNGSTECHNISCHE EMPFEHLUNGEN

Die Baugewerbe-Innung Dortmund und Lünen, Dortmund, beabsichtigt die Errichtung eines eingeschossigen Ersatzbaus "Ausbildungszentrum Bau" mit zwei Staffelgeschossen, Lange Reihe 60 in Dortmund-Körne.

Das etwa 2.650 m² große Baufeld befindet sich unmittelbar nördlich der Straße "Lange Reihe".

Da das Gelände in Richtung Norden abfällt, ist das Untergeschoss als Souterrain geplant. Entlang der Straße "Lange Reihe" bindet das Gebäude den zur Verfügung gestellten Planunterlagen zufolge etwa 3,50 m in den vorhandenen Baugrund ein.

Der Planung zufolge ist eine Gründung mittels Streifenfundamenten vorgesehen, so dass sich folgende höhenmäßige Anordnung des Gebäudes ergibt:

- **UK Bodenplatte UG:** **+ 98,49 m NHN**
- **UK Fundamente:** **+ 97,59 m NHN**

Gemäß der Planung soll das Gebäude mit der UK Bodenplatte bei einer Plattenstärke von 0,45 m in Höhe der Kote von etwa + 98,49 m NHN angeordnet werden. Die Anordnung der Fundamente ist in Höhe der Kote von + 97,59 m NHN vorgesehen.

Auf der Grundlage der Bodenaufschlussresultate ist festzustellen, dass die Gründungsebene des Untergeschosses - UK Fundamente - in den Bereichen der Bohrung sowie den Sondierungen

B 1, RKS 5 und RKS 6 in den Schluffen und Sanden der Schichteinheiten U/1 und S/1 liegt, welche in Höhe der vorgesehenen Gründungsebene eine weiche Konsistenz aufweisen.

In den Bereichen der Sondierungen RKS 1, RKS 2 und RKS 4 stehen unterhalb der geplanten konstruktiven Gründungsebene der verwitterte bis angewitterte Sandmergelstein der Schichteinheiten SM/1 und SM/2 an.

Aufgrund der festgestellten Bodenverhältnisse wird Seitens des Ingenieurbüros [REDACTED] empfohlen, eine Plattengründung auf einer lastverteilenden Tragschicht in einer Stärke von > 1,00 m herzustellen. Für die Herstellung der Tragschicht eignen sich Mineralstoffgemische – HKS-Materialien – der Körnung 0/45 mm.

Grundsätzlich ist ebenfalls der Einbau von RCL-Materialien der Körnung 0/45 mm möglich.

Der Einbau der lastverteilenden Tragschicht muss lagenweise in Schichtstärken von bis zu $\leq 0,30$ m erfolgen, wobei Verdichtungsgrade von $D_{pr} \geq 98$ % zu erzielen sind.

Ferner ist bei der Herstellung der Tragschicht ebenfalls ein seitlicher Überstand entsprechend der Aufhöhung zu berücksichtigen.

Für die Vorbemessung der Stahlbeton-Bodenplatten nach dem Steife- bzw. Bettungsmodulverfahren können unter Berücksichtigung der einzubauenden Tragschicht folgende Kennwerte in Ansatz gebracht werden:

Steifemodul:	$E_s = 100 \text{ MN/m}^2$
Bettungsmodul:	$k_s = 12,5 \text{ MN/m}^3$

Da der Bettungsmodul eine geometrieabhängige Größe ist, muss nach Vorlage des Fundamentplans mit Angabe der Sohlnormalspannungen gegebenenfalls noch eine Anpassung der o. g. Werte vorgenommen werden.

Am Plattenrand auf einer Breite der 2-fachen Plattenstärke kann der Wert im Rahmen der Vorbemessung für den Bettungsmodul grundsätzlich verdoppelt werden.

In Anlehnung an die DIN 1054, Ausgabe 2005, können bei einer Gründung in den Schluffen sowie stark schluffigen Sanden folgende zulässige Bodenpressungen in Ansatz gebracht werden, siehe nachfolgende Tabelle 12:

Tabelle 12: Aufnehmbarer Sohldruck, Schluffe und stark schluffigen Sande

Kleinste Einbindetiefe des Fundamentes	Aufnehmbarer Sohldruck σ_{zul} (kN/m ²)
1,00 m	180
$\geq 1,50$ m	200

Zwischenwerte können linear interpoliert werden.

Bemerkung: EC 7-1 / DIN 1054-2010:

In Anlehnung an EC 7-1 / DIN 1054-2010, können in Abhängigkeit der Einbindetiefe der Fundamente für Fundamentbreiten von 0,5 m bis $\geq 2,0$ m folgende **Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands** bei einer Gründung in den Schluffen in Ansatz gebracht werden, siehe nachfolgende Tabelle 13:

Tabelle 13: Bemessungswerte des Sohlwiderstands für Streifenfundamente

Kleinste Einbindetiefe des Fundamentes	Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands (kN/m ²)
1,00	250
$\geq 1,50$ m	280

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

Zwischenwerte können linear interpoliert werden.

In Anlehnung an die DIN 1054, Ausgabe 2005, können bei einer Gründung im Sandmergelstein folgende zulässige Bodenpressungen in Ansatz gebracht werden, siehe nachfolgende Tabelle 14:

Tabelle 14: Aufnehmbarer Sohldruck, Schluffe und stark schluffigen Sande

Kleinste Einbindetiefe des Fundamentes	Aufnehmbarer Sohldruck σ_{zul} (kN/m ²)
$\geq 1,50$ m	250

Bemerkung: EC 7-1 / DIN 1054-2010:

In Anlehnung an EC 7-1 / DIN 1054-2010, können in Abhängigkeit der Einbindetiefe der Fundamente für Fundamentbreiten von 0,5 m bis $\geq 2,0$ m folgende **Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands** bei einer Gründung in den Schluffen in Ansatz gebracht werden, siehe nachfolgende Tabelle 13:

Tabelle 15: Bemessungswerte des Sohlwiderstands für Streifenfundamente

Kleinste Einbindetiefe des Fundamentes	Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands (kN/m ²)
$\geq 1,50$ m	350
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	

Bei Einhaltung der angegebenen Werte ist mit Setzungen in einer Größenordnung von ca. 0,5 cm bis 1,0 cm zu rechnen.

Die Kantenpressung kann um 15 % des aufnehmbaren Sohldrucks erhöht werden.

Seitens des Ingenieurbüros [REDACTED] wird empfohlen, nach Fertigstellung der Fundamentpläne und Kenntnis der Lasten noch Setzungsberechnungen durchführen zu lassen. Hierzu bitten wir um rechtzeitige Benachrichtigung. Ferner wird darauf hingewiesen, noch Abnahmen der Gründungssohlen durch den Gutachter vornehmen zu lassen.

Unter der Bodenplatte hat unmittelbar nach dem erfolgten Aushub der Einbau einer lastverteilenden Tragschicht in einer Stärke von $\geq 1,00$ m zu erfolgen.

Hierzu eignen sich Mineralstoffgemische der Körnung 0/45 mm. Der Einbau muss lagenweise in Schichtstärken von bis zu $\leq 0,30$ m erfolgen, wobei Verdichtungsgrade von $D_{pr} \geq 98$ % zu erzielen sind.

In der Regel ist in dem Gebäudebereich der Einbau einer Tragschicht in einer Stärke von 1,00 m ausreichend. Lediglich entlang der Nordseite der Gebäudeaufstandsfläche wird ein Einbau von bis zu ca. 1,50 m erforderlich.

6. HINWEISE ZUR BAUAUSFÜHRUNG

6.1 Erdbau

Der zu tätigende Aushub wird zweckmäßigerweise mit einem Hydraulikbagger vorgenommen, der mit einer Grabenschaufel ausgerüstet ist. Dieses Gerät ist in der Lage, die Baugrubensohle ohne Störung der tieferen Bodenschichten ordnungsgemäß herzustellen.

Zur Vermeidung von Gefügezerstörungen, z. B. durch Befahren der Baugrubensohle, ist der Baugrubenaushub rückschreitend und abschnittsweise vorzunehmen, wobei das Tragschichtmaterial durch Vor-Kopf-Schüttung eingebracht werden sollte.

Der Einbau der insgesamt $\geq 1,00$ m mächtigen Tragschicht in Form von Mineralstoffgemischen der Körnung 0/45 mm hat in Lagen von maximal 30 cm (lockere Schüttlage) zu erfolgen, so dass Verdichtungsgrade von $D_{pr} \geq 98$ % der einfachen Proctordichte erzielt werden. Der Einbau der Bodenersatzstoffe sollte aus Sicht des Ingenieurbüros durch Verdichtungskontrollen fachgutachterlich begleitet werden.

Der Einbau der Tragschicht hat aufgrund der vorhandenen Auffüllungsmächtigkeiten mittels Glattmantelwalze mit einem Arbeitsgewicht ≥ 12 t zu erfolgen, wobei vier bis sechs Übergänge erforderlich werden.

Vor dem Beginn des Einbaus der lastverteilenden Tragschicht sind die anstehenden Auffüllungen nachzuverdichten.

Zur Gewährleistung einer einwandfreien Gründung muss vom Baugrundgutachter die Abnahme der Gründungssohle durchgeführt werden. Hierzu bitten wir um rechtzeitige Benachrichtigung.

Seitens des Ingenieurbüros werden ferner Lastplattendruckversuche auf der hergestellten lastverteilenden Tragschicht empfohlen, wobei E_{v2} -Werte von $E_{v2} \geq 100$ MN/m² zu erzielen sind.

6.2 Baugrubenböschungen

Baugrubenböschungen müssen gemäß DIN 4124 in den nicht bindigen sowie bindigen Böden unter einem Böschungswinkel von $\leq 45^\circ$ angelegt werden.

Umlaufend zur Böschungskrone ist ein Schutzstreifen von $\geq 0,60$ m einzuhalten. Sollte unmittelbar neben dem Schutzstreifen von $\geq 0,60$ m eine stärker als 1:2 geneigte Erdaufschüttung bzw. Stapel- lasten von mehr als 10 kN/m^2 zu erwarten sein, so ist die Standsicherheit nicht verbauter Wände nach DIN 4084 nachzuweisen.

Straßenfahrzeuge sowie Bagger oder Hebezeuge bis zu 12 t Gesamtgewicht müssen einen Abstand von mindestens 1,00 m zwischen der Außenkante der Aufstandsfläche und der Böschungskante einhalten.

Schwerere Fahrzeuge und Fahrzeuge mit höheren Achslasten, z.B. Schwertransportfahrzeuge so- wie Bagger oder Hebezeuge von mehr als 12 t Gesamtgewicht müssen einen Abstand von mindes- tens 2,00 m zwischen der Außenkante der Aufstandsfläche und der Böschungskante einhalten.

Bei Unterschreitungen der Sicherheitsabstände ist ebenfalls die Standsicherheit nicht verbauter Wände nach DIN 4084 nachzuweisen.

Bei der Herstellung der Baugrube ist zwischen dem Böschungsfuß und der Außenseite des entste- henden Gebäudes ein lichter Arbeitsraum von mindestens 0,5 Meter bzw. zwischen dem Rand des Baugrubenverbau und der Außenseite des entstehenden Gebäudes ein lichter Arbeitsraum von mindestens 0,6 Meter zu berücksichtigen. Eventuell vorhandene Schalungen, Gerüste oder ähnli- ches dürfen diesen Arbeitsraum nicht einschränken.

In Abhängigkeit der Witterungseinflüsse wird empfohlen, zum Schutz vor Starkregenereignissen bzw. lang anhaltender Schlechtwetterphasen die Böschungen mittels Folien abzudecken.

Die im Zuge der Baugrubenherstellung anfallenden Arbeitsräume müssen mit einem gut verdich- tungsfähigen und wasserdurchlässigen Material wiederverfüllt werden. Das IB GID GmbH & Co. KG empfiehlt Mineralstoffgemische der Körnung 0/45 mm einzubauen und zu verdichten. Das Boden- ersatzmaterial muss lagenweise in Schichtstärken von maximal 30 cm eingebaut und auf Verdich- tungsgrade von $D_{pr} \geq 97 \%$ verdichtet werden.

Sofern aus Platzgründen entlang der Straße Langen Reihe keine Böschungen angelegt werden kön- nen, so sind aufgrund der Baugrubentiefe von etwa 4,50 m Verbaumaßnahmen auszuführen. Die günstigste Verbauvariante ist hierbei der Trägerbohlwandverbau, auch genannt „Berliner Verbau“. Eine Dimensionierung des Verbau kann, sofern erforderlich, zu einem späteren Planungszustand durch die [REDACTED] erfolgen.

Dies ist im Zuge der Detailplanung zu berücksichtigen.

Seitens des Ingenieurbüros wird darauf hingewiesen, dass die Verbauspur entlang der Grundstücksgrenze eine Breite von ca. 0,60 m aufweist.

Gemäß VOB/C 2019 und ATV DIN 18303 **müssen** die Baugrubenverbauten für die VOB-konforme Ausschreibung statisch dimensioniert werden. Dies betrifft die HOAI-Leistungsphasen Vorplanung sowie Entwurfsplanung bis zur Ausführungsplanung. Diese Leistungen können seitens des Ingenieurbüros vollständig erbracht werden. Sollte dies erwünscht sein, so bitten wir um Benachrichtigung.

Der Trägerbohlwandverbau ist als eingespannter Baugrubenverbau zu dimensionieren. Für die Dimensionierung kann der aktive Erddruck in Ansatz gebracht werden, da die horizontalen Verformungen des Verbaus i. d. R. ausreichend groß sind, dass innerhalb des Bodens der aktive Grenzzustand zugrunde gelegt werden kann.

Die Verbauträger werden in vorgebohrte Bohrlöcher eingebracht und im Fußbereich mit einem Sand/Zement-Gemisch ausbetoniert. Die Festigkeit ist so einzustellen, dass die Träger wieder gezogen werden können.

Das Einbringen der Ausfachung – Holzbohlen oder Stahlplatten – erfolgt fortschreitend mit den Aushubarbeiten. Dabei ist ein Nachlauf von $\leq 0,50$ m, bezogen auf die Aushubarbeiten, einzuhalten.

Des Weiteren kann für den Nachweis der Vertikalkräfte ein Ersatz-Spitzendruck am Fußpunkt des einbetonierten Bohlträgers von $q_{b,k} = 1,5 \text{ MN/m}^2$ angesetzt werden.

Im Bereich der Arbeitsraumverfüllung – Keller – sind die Außenwände auf einen Verdichtungs-erddruck mit einer Ordinate in Höhe von $e_v = 25 \text{ kN/m}^2$ nach DIN 4085:2007 zu bemessen.

6.3 Kampfmittel

Kampfmittel und Blindgänger aus dem 2. Weltkrieg stellen ordnungsrechtlich grundsätzlich eine Altlast dar. Die örtliche Ordnungsbehörde ist für die Gefahrenabwehr und somit auch für den Schutz vor den von Kampfmitteln ausgehenden Gefahren zuständig.

Zur Unterstützung der örtlichen Ordnungsbehörden unterhält das Land einen staatlichen Kampfmittelbeseitigungsdienst, der auf Anforderung der örtlichen Ordnungsbehörde Verdachtsflächen

auf Kampfmittelbelastung untersucht, bewertet und räumt. Der Bedarfsträger wendet sich daher grundsätzlich an die örtliche Ordnungsbehörde.

Für die Spezialtiefbaumaßnahmen sind u.U. Kampfmittelbohrungen erforderlich.

7. HOMOGENBEREICHE

Nach den Vorgaben der VOB, Teil C (2019) sind die Homogenbereiche für Erdarbeiten (DIN 18300) wie folgt zu bilden:

- Auffüllungen: ERD-A,
- Quartär, gemischt und feinkörnige sowie grobkörnige Böden: ERD-B,
- Kreide, Verwitterungszone des Mergels: ERD-B,
- Kreide, mit eingelagerten Bänken / Mergelstein: (ERD-C).

() nicht bzw. nur untergeordnet von den Erdarbeiten betroffen

Die Gliederung der Homogenbereiche für Bohrarbeiten (DIN 18301) ist nachfolgend aufgelistet:

- Auffüllungen: BOHR-A,
- Quartär, gemischt und feinkörnige sowie grobkörnige Böden: BOHR-A,
- Kreide, Verwitterungszone des Mergels: BOHR-A
- Kreide, mit eingelagerten Bänken / Mergelstein: BOHR-B.

Die Gliederung der Homogenbereiche für Verbauarbeiten (DIN 18303) ist nachfolgend aufgelistet:

- Auffüllungen: VBAU-A,
- Quartär, gemischt und feinkörnige sowie grobkörnige Böden: VBAU-B,
- Kreide, Verwitterungszone des Mergels: VBAU-B,
- Kreide, mit eingelagerten Bänken / Mergelstein: (VBAU-C).

() nicht bzw. nur untergeordnet von den Verbauarbeiten betroffen

Demnach ergeben sich die in der Tabelle 16, Tabelle 17 und Tabelle 18 (Erd-, Bohr und Verbauarbeiten) genannten Homogenbereiche.

Tabelle 16: Homogenbereiche für Erdarbeiten

Gewerk	Homogenbereiche	Schicht-einheiten	Anmerkungen
Erdarbeiten (DIN 18300)	ERD-A	A/1, A/2	Auffüllungen: Grob- und gemischtkörnige Auffüllungen, bestehend aus Schlacken, Bauschutt, Splitt, Mineralstoffgemischen, Asphaltresten und Felsbruchmaterialien sowie umgelagerte Schluffe und Sande, z.T. mit Einlagerungen an Bauschutt und Schlacken
	ERD-B	U/1, SM/1, SM/2	Gewachsene Böden sowie Kreidegebirge: Schluffe sowie stark verwitterter bis angewitterter Sandmergelstein
	ERD-C	(SM/3)	Kreidegebirge: Unverwitterter Sandmergelstein

() nicht bzw. nur untergeordnet von den Erdarbeiten betroffen

Sollte entlang der Straße lange Reihe ein Verbau erforderlich werden, so treffen die Homogenbereiche wie nachfolgend dargestellt, z.B. für einen Trägerbohlwandverbau, zu.

Tabelle 17: Homogenbereiche für Bohrarbeiten

Gewerk	Homogenbereiche	Schicht-einheiten	Anmerkungen
Bohrarbeiten (DIN 18301)	BOHR-A	A/1, A/2, U/1, SM/1, SM/2	Auffüllungen: Grob- und gemischtkörnige Auffüllungen, bestehend aus Schlacken, Bauschutt, Splitt, Mineralstoffgemischen, Asphaltresten und Felsbruchmaterialien sowie umgelagerte Schluffe und Sande, z.T. mit Einlagerungen an Bauschutt und Schlacken Gewachsene Böden sowie Kreidegebirge: Schluffe sowie stark verwitterter bis angewitterter Sandmergelstein
	BOHR-B	SM/3	Kreidegebirge: Unverwitterter Sandmergelstein

Tabelle 18: Homogenbereiche für Verbauarbeiten

Gewerk	Homogenbereiche	Schicht-einheiten	Anmerkungen
Verbauarbeiten (DIN 18303)	VBAU-A	A/1, A/2	Auffüllungen: Grob- und gemischtkörnige Auffüllungen, bestehend aus Schlacken, Bauschutt, Splitt, Mineralstoffgemischen, Asphaltresten und Felsbruchmaterialien sowie umgelagerte Schluffe und Sande, z.T. mit Einlagerungen an Bauschutt und Schlacken
	VBAU-B	U/1, SM/1, SM/2	Gewachsene Böden sowie Kreidegebirge: Schluffe sowie stark verwitterter bis angewitterter Sandmergelstein
	VBAU-C	(SM/3)	Kreidegebirge: Unverwitterter Sandmergelstein

() nicht bzw. nur untergeordnet von den Verbauarbeiten betroffen

Die **Homogenbereiche ERD-A, BOHR-A und VBAU-A** beinhalten alle bindigen und nicht bindigen, aufgefüllten Böden, ebenfalls in der Kornfraktion Steine und Blöcke. Die umgelagerten Schluffe und Sande weisen lokal Einlagerungen an Bauschutt und Schlacken auf. Die grob- und gemischtkörnigen Auffüllungen setzen sich aus Schlacken, Bauschutt, Splitt, Mineralstoffgemischen, Asphaltresten und Felsbruchmaterialien zusammen.

In den **Homogenbereich BOHR-A** sind zusätzlich noch die gewachsenen Böden sowie der Verwitterungshorizont des Sandmergelsteins eingeschlossen.

Die **Homogenbereiche ERD-B und VBAU-B** beinhalten die gewachsenen Schluffe sowie den Verwitterungshorizont des Sandmergelsteins.

Die **Homogenbereiche ERD-C, BOHR-B und VBAU-C** beinhalten den unverwitterten Sandmergelstein, wobei der unverwitterte Sandmergelstein nicht bzw. nur untergeordnet von den Erd- und Verbauarbeiten betroffen ist

8. CHEMISCHE ANALYSEN

8.1 Schwarzdeckenanalyse

In den Untersuchungsbereichen wurde bei den Sondierungen RKS 5 und RKS 6 der gebundene Straßenaufbau in einer Schichtmächtigkeit von jeweils 0,15 m nachgewiesen. Die Lage der Sondieransatzstellen geht aus beigefügter Anlage 1/1 hervor.

Die durch einen Laboranten des Ingenieurbüros entnommenen Straßenkerne sind zur _____ weitergeleitet und nach entsprechenden Vorgaben auf Anreicherungen an Polycyclen untersucht worden, siehe nachfolgende Tabelle 19:

Tabelle 19: Einzelprobenzusammenstellung

Probe Nr.	Sondierung/ Schurf (Nr.)	Entnahmetiefe (m)	Untersuchungsprogramm
EP 1	RKS 5	0,00 – 0,15	∑ PAK
EP 2	RKS 6	0,00 – 0,15	∑ PAK

Zusätzlich zum gebundenen Straßenaufbau sind ebenfalls die Auffüllungen, die gewachsenen Böden sowie das Felsgestein beprobt worden.

Die organoleptische Ansprache der aus den Rammkernsondierungen gewonnenen Böden, die Feststellung der Bodenschichten sowie die Probenahme wurden von einem Laboranten des Ingenieurbüros durchgeführt.

Die Bodenproben wurden als Doppelproben bei jedem Meter Sondiertiefe, bzw. bei jedem Schichtwechsel entnommen.

Die Doppelproben wurden luftdicht in Glasbehältern verschlossen. Eine Probenserie wurde als Rückstellprobe beim Ingenieurbüro eingelagert, die andere Serie wurde zur _____, zur physikalisch-chemischen Untersuchung weitergeleitet.

Zuvor wurden im Labor des Ingenieurbüros aufgrund der Schichtenfolge und der organoleptischen Beurteilung Mischproben von den Bodenproben zusammengestellt.

Die Mischproben sind gemäß nachfolgender Tabelle 20 horizontweise zusammengefasst und gemäß der Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung, Stand 9. Juli 2021 für Boden/Baggergut, Feststoff aus Original und Eluat 2:1 (Anl. 1 Tab. 3 MantelV, 09.07.2021) untersucht worden:

Tabelle 20: Mischprobenzusammenstellung

Probe Nr.	Sondierung/Bohrung (Nr.)	Entnahmetiefe (m)	Bodenart	Untersuchungsprogramm
MP 1	B 1	0,08 – 1,00	Auffüllungen: Grob- und gemischtkörnige Auffüllungen, bestehend aus Schlacken, Mineralstoffgemischen, Splitt, Bauschutt, Asphaltresten und Felsbruchmaterialien	EBV: Boden/ Baggergut Anl. 1 Tab. 3
	RKS 1	0,08 – 0,80		
	RKS 3	0,40 – 0,80		
	RKS 4	0,06 – 0,40		
	RKS 5	0,15 – 0,70		
	RKS 6	0,15 – 0,70		
MP 2	B 1	1,00 – 3,00	Auffüllungen: Umgelagerte Schluffe und Sande, z.T. mit Einlagerungen an Bauschutt und Schlacken	EBV: Boden/ Baggergut Anl. 1 Tab. 3
	RKS 1	0,80 – 1,20		
	RKS 2	0,00 – 2,00		
	RKS 3	0,08 – 0,40		
	RKS 3	0,80 – 1,90		
	RKS 5	0,40 – 1,50		
MP 3	B 1	3,00 – 5,00	Gewachsene Böden/Fels: Schluffe, Sande sowie Sandmergelstein	EBV: Boden/ Baggergut Anl. 1 Tab. 3
	RKS 1	1,20 – 4,00		
	RKS 2	2,00 – 4,50		
	RKS 3	1,90 – 4,00		
	RKS 4	1,50 – 4,10		
	RKS 5	0,70 – 1,80		
	RKS 6	0,70 – 2,60		

8.2 Beurteilungskriterien

Angesichts der vorliegenden Aufschlüsse war zu ermitteln, welche Verunreinigungsgrade - Anreicherungen an Polycyclen - die Schwarzdeckenproben aus den Bereichen der Sondierungen RKS 5 und RKS 6 aufweisen.

Die Ergebnisse der Analysen gehen in tabellarischer Form aus der Anlage 1/14 hervor.

Die Ergebnisse der stichprobenartig durchgeführten chemischen Analysen des gebundenen Straßenaufbaus sind der nachfolgenden Tabelle 21 zu entnehmen:

Tabelle 21: Analyseergebnis (Schwarzdecke)

Probe Nr.	Entnahmestelle	Entnahmetiefe (m)	Parameter/ Konzentration (mg/kg)	Einstufung gemäß RuVA-StB 01
EP 1	RKS 5	0,00 – 0,15	∑ PAK: 200 Benzo(a)pyren: 10 Phenolindex: < 0,01	B
EP 2	RKS 6	0,00 – 0,15	∑ PAK: 28 Benzo(a)pyren: 1,6 Phenolindex: < 0,01	B

Zur Einstufung des gebundenen Straßenaufbaus wird die RuVA-StB 01 "Richtlinie für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau", Ausgabe 2001, zugrunde gelegt. Die Bewertung wird gemäß RuVA-StB 01, Tabelle 1 vorgenommen.

Den Analyseergebnissen zufolge sind die Schwarzdeckenproben aus den Bereichen der Einzelproben EP 1 und EP 2 als bitumenstämmig einzustufen und entsprechen gemäß RuVA-StB 01 der Verwertungsklasse B, so dass aufgrund der Befunde die Entsorgung über die Abfallschlüsselnummer 17 03 02 möglich ist.

Des Weiteren ist zu klären, welche Wiedereinbau- bzw. Entsorgungsmöglichkeiten für die in den Untersuchungsbereichen befindlichen Böden der Mischproben MP 1 bis MP 3 gegeben sind.

Ein Kriterium für die Beurteilung der Böden ist die Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung, Stand 9. Juli 2021. Die Analytik wird gemäß den Zuordnungswerten für Böden/Baggergut entsprechend der Anl. 1 Tab. 3 MantelV, 09.07.2021 für Feststoff aus Original u. Eluat 2:1 vorgenommen.

Die Ergebnisse der Bodenanalysen gehen in tabellarischer Form ebenso aus der Anlage 1/14 hervor.

Die Einstufungen in die Zuordnungsklassen zur Bodenverwertung gemäß Ersatzbaustoffverordnung sind der nachfolgenden Tabelle 22 zu entnehmen:

Tabelle 22: Analyseergebnisse

Probe Nr.	Sondierung/ Bohrung Nr.	Entnahmetiefe (m)	Parameter/Konzentration	Zuordnung gemäß EBV
MP 1	B 1	0,08 – 1,00	Σ PAK: 19 mg/kg	BM-F3
	RKS 1	0,08 – 0,80		
	RKS 3	0,40 – 0,80		
	RKS 4	0,06 – 0,40		
	RKS 5	0,15 – 0,70		
	RKS 6	0,15 – 0,70		
MP 2	B 1	1,00 – 3,00	Keine Parameterüberschreitung gemäß EBV	BM-0 (Sand)
	RKS 1	0,80 – 1,20		
	RKS 2	0,00 – 2,00		
	RKS 3	0,08 – 0,40		
	RKS 3	0,80 – 1,90		
	RKS 5	0,40 – 1,50		
MP 3	B 1	3,00 – 5,00	Keine Parameterüberschreitung gemäß EBV	BM-0 (Schluff, Lehm)
	RKS 1	1,20 – 4,00		
	RKS 2	2,00 – 4,50		
	RKS 3	1,90 – 4,00		
	RKS 4	1,50 – 4,10		
	RKS 5	0,70 – 1,80		
	RKS 6	0,70 – 2,60		

Bei den Aushubböden - grob- und gemischtkörnige Auffüllungen - der Mischprobe MP 1 ist gemäß EBV der Befund an Polycyclen ausschlaggebend für eine Einstufung in die Einbauklasse BM-F3.

Wie die Analyseergebnis der Mischproben MP 2 und MP 3 erkennen lassen, weisen die Auffüllungen der Mischprobe MP 2 - bindige/feinkörnige Auffüllungen - und die gewachsenen Böden sowie das Felsgestein der Mischprobe MP 3 keine Parameterüberschreitungen auf, so dass die Grenzwerte der Einbauklasse BM-0 eingehalten sind.

Im Hinblick auf eine evtl. Verwertung der Aushubmaterialien werden in den Einbautabellen die Konfigurationen der Grundwasserdeckschichten unterschieden in „ungünstig“, „günstig – Sand“ und „günstig – Lehm, Schluff, Ton“.

Die Konfigurationen der natürlich vorliegenden oder herzustellenden Grundwasserdeckschichten werden wie folgt festgelegt, siehe nachfolgende Tabelle 23:

Tabelle 23: Konfiguration der Grundwasserdeckschicht

Konfiguration der Grundwasserdeckschicht	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-0*, BG-F0*, BG-F1, GS-0, GS-1, SWS-1, CUM-1, HOS-1, HS, SKG: ≥ 0,1 – 1 m für alle anderen MEB: ≥ 0,5 – 1 m jeweils zuzüglich eines Sicherheitsabstandes von 0,5 m	für alle MEB: > 1 m zuzüglich eines Sicherheitsabstandes von 0,5 m	für alle MEB: > 1 m zuzüglich eines Sicherheitsabstandes von 0,5 m

Angesichts der Analyseergebnisse kann aus abfallwirtschaftlichen Gesichtspunkten der Einbau der Böden der Mischproben MP 1 bis MP 3 unter Einhaltung der in Tabelle 23 dargestellten Randbedingungen wieder eingebaut werden, vgl. Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung, Stand 9. Juli 2021, Tabellen 5 bis 8, Anlage 2.

Angesichts der Analyseergebnisse kann aus Sicht des Ingenieurbüros [REDACTED] ebenfalls eine Entsorgung der Aushubböden der Mischproben MP 1 bis MP 3 über die Abfallschlüsselnummer 17 05 04 - mineralischer Anteil ≤ 50 Vol.-% - bzw. 17 01 07 - mineralischer Anteil ≥ 50 Vol.-% - erfolgen.

Seitens des Ingenieurbüros wird darauf hingewiesen, dass für die Entsorgung der grob- und gemischtkörnigen Auffüllungen ggf. eine Untersuchung gemäß LAGA M 23 - Vollzugshilfe zur Entsorgung asbesthaltiger Abfälle - erforderlich wird. Sollte dies erwünscht sein, so bitten wir frühzeitig um Benachrichtigung.

Sollten weitere Fragen auftreten, bitten wir um Benachrichtigung.

9. ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Auszug aus OpenStreetMap	4
---	---

10. TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Ergebnisse der Durchlässigkeiten.....	14
Tabelle 2: Konsistenz und Plastizität.....	14
Tabelle 3: Ergebnis der Durchlässigkeit	16
Tabelle 4: Ergebnisse der Durchlässigkeiten.....	18
Tabelle 5: Konsistenz und Plastizität.....	19
Tabelle 6: Gesteinsabrasivität.....	20
Tabelle 7: Tabelle 3: CAI-Index.....	20
Tabelle 8: Beschreibung der einaxialen Druckfestigkeit σ_c	21
Tabelle 9: Einaxiale Druckfestigkeit σ_c	21
Tabelle 10: Bodenkennwerte und die Klassifizierungen nach Schichteinheiten und DIN 18 196.23	
Tabelle 11: Gemessene Grundwasserstände	24
Tabelle 12: Aufnehmbarer Sohldruck, Schluffe und stark schluffigen Sande	27
Tabelle 13: Bemessungswerte des Sohlwiderstands für Streifenfundamente	27
Tabelle 14: Aufnehmbarer Sohldruck, Schluffe und stark schluffigen Sande	27
Tabelle 15: Bemessungswerte des Sohlwiderstands für Streifenfundamente	28
Tabelle 16: Homogenbereiche für Erdarbeiten.....	33
Tabelle 17: Homogenbereiche für Bohrarbeiten.....	33
Tabelle 18: Homogenbereiche für Verbauarbeiten.....	34
Tabelle 19: Einzelprobenzusammenstellung.....	35
Tabelle 20: Mischprobenzusammenstellung.....	36
Tabelle 21: Analyseergebnis (Schwarzdecke).....	37
Tabelle 22: Analyseergebnisse.....	38
Tabelle 23: Konfiguration der Grundwasserdeckschicht.....	39

14 Anlagen