

Baugrundgutachten

Projektnummer:

Projekt: Ersatzneubau BW 080 0394
„Behning / Gievenbach“
48161 Münster

Auftraggeber/

Bauherr: Stadt Münster
- Amt für Mobilität und Tiefbau -
Albersloher Weg 33
48127 Münster

Sachbearbeiter: Dipl.-Geol. XXX

Münster, den 13.05.2026

Anlagen

Nr. 1 Lageplan, Maßstab ca. 1 : 250,
mit eingetragenen Bohr- und Rammansatzpunkten der
niedergebrachten Kleinbohrungen / Rammsondierungen

Nr. 2 Schichtenprofile und Rammdiagramme, Maßstab d. H. 1 : 50

Inhaltsverzeichnis

1.	Einführung	3
1.1	Aufgabenstellung, Standortbeschreibung, Baumaßnahme	3
1.2	Art und Umfang der Baugrunderkundung	4
2.	Baugrundverhältnisse	6
2.1	Baugrundsichtung / Bodenmechanische Eigenschaften	6
2.2	Grundwasser / Wasser / Hydraulische Kennwerte	9
2.3	Bodengruppen / Bodenklassen / Frostempfindlichkeitsklassen / Charakteristische Bodenkenngrößen	11

1. Einführung

1.1 Aufgabenstellung, Standortbeschreibung, Baumaßnahme

Das **Tiefbauamt** der **Stadt Münster**, Albersloher Weg 33, 48127 Münster, realisiert die Baumaßnahme „**Ersatzneubau BW 080 0394 / „Behning / Gievenbach“**“ in 48161 Münster.

Diesbezüglich wurde der Untergrund im Bereich des geplanten Ersatzbrückenbauwerks durch ein Baugrundsachverständigenbüro hinsichtlich der bodenmechanischen Eigenschaften sowie der hydrogeologischen Verhältnisse untersucht und das Ergebnis dieser Untersuchungen in diesem Baugrundgutachten mit bautechnischen Hinweisen zur Umsetzung der Brückengründung sowie als Grundlage für die statische Bemessung des neuen Brückenbauwerks dargelegt.

Der Planraum erfasst die Flurstücke 423, 455 und 621 der Flur 45 in der Gemarkung Münster.

Das über den offenen Vorfluter Gievenbach führende Bauwerk für Fußgänger und Radfahrer befindet sich westlich des Zentrums des Stadtteils Münster-Gievenbeck und verbindet nur mit größerem Schüttgut befestigte Fuß- und Radwege zwischen dem Rüschausweg im Norden und einer Grünanlage mit dem dahinter folgenden Jungendzentrum Gievenbeck im Süden.

Das aktuelle Bauwerk stellt gegenwärtig eine im Zuge der anstehenden Ersatzbaumaßnahme rückzubauende, 10 m lange und einschließlich Geländer rd. 2,8 m breite Holzbrückenkonstruktion mit äußeren Widerlagern dar. Gemäß zur Verfügung gestellter Archivunterlagen ist die Brücke je Widerlager über 2 Holzpfähle gegründet. Die Pfahllänge wird seitens des Bauherrn mit 3,45 m beziffert.

Der Hochpunkt im Zentrum der Brücke wird in den Archivunterlagen mit 66.35 und im Bereich der Widerlager mit 66.30 m ü. NN angegeben. Gemäß dem im Zuge der Baugrunduntersuchung durchgeführten Höhennivellement wurde das Brückenzentrum mit 66.13 m ü. NN und somit tiefer als in der Archivunterlage eingemessen. Der tatsächliche Höhenverlauf ist im Zuge der weiteren Planungen noch durch einen öffentlich bestellten Vermessungsingenieur zu ermitteln bzw. zu überprüfen.

Die unmittelbaren Anschlussflächen der Brücke weisen allein auf Grundlage des Höhennivellements Koten zwischen knapp über 66.0 und knapp unter 66.1 m ü. NN auf.

Die Sohle des Gievenbachs mit einem hier vorhandenen Sandbett wurde seitens des Gutachterbüros auf Höhe der Brücke um 63.9 m ü. NN, der Wasserspiegel des Gievenbachs am 21.04.2026 mit 64.03 m ü. NN eingemessen.

Bzgl. des für die Planungen relevanten hundertjährigen Hochwasserereignisses (HW₁₀₀) des Gievenbachs liegen dem Unterzeichner keine aktuellen Angaben vor. In den Archivunterlagen des Jahres 1989 zur Bestandsbrücke wird ein BHW (vermutlich „Bemessungshochwasser“) von 65.38 m ü. NN angegeben.

Der **Ersatzneubau** soll als 1-Feld-Balkenkonstruktion in GFK-Bauweise hergestellt werden. Auch der nunmehr mit einer Breite von 2,50 m geplante Überbau wird komplett in GFK-Bauweise realisiert.

Als mögliche Gründung der neuen Brückenkonstruktion wird gegenwärtig alternativ eine konventionelle Flachgründung über Stahlbetonbalken bzw. bewehrte Streifenfundamente mit ausreichender Einbindung der Gründungskörper zum Schutz ggf. künftig im Böschungsbereich bei Hochwasser auftretenden Boden-erosionen, ein Lastabtrag über Schraubfundamente bzw. Schraubpfähle aus Stahl oder eine konventionelle Tiefgründung über in den Untergrund gerammte Stahlrohrpfähle kleinen Schaftdurchmessers in Erwägung gezogen. Als Entscheidungsgrundlage dienen letztendlich auch die Ergebnisse der Baugrunduntersuchung.

Die auf den Baugrund einwirkenden charakteristischen Lasten (hier ständige Lasten der Konstruktion sowie Nutzlasten; dann ggf. auch für Unterhaltungsfahrzeuge) werden je Widerlager in Größenordnungen von maximal 150 kN abgeschätzt.

1.2 Art und Umfang der Baugrunderkundung

Zur Erschließung der bodenmechanischen, der geologischen sowie der hydrologischen Untergrundverhältnisse wurden am 21.04.2026 beidseitig des Gievenbachs im Übergang zu den bestehenden Widerlagern insgesamt 2 Kleinrammbohrungen (RKS 1 und RKS 2) im Rammkernsondierbohrverfahren (gewählter Bohrdurchmesser 50 bis 36 mm) niedergebracht.

Mittels der Kleinrammbohrungen erfolgt eine Aussage zur Korngrößen- und Materialzusammensetzung der gründungsrelevanten Tiefenabschnitte sowie zum Grundwasserspiegel bzw. zur Bodenfeuchte.

Zur präzisierenden Bewertung der Lagerungsdichte (korngestützte Lockergesteine) bzw. Konsistenz und Gesteinhärte (bindige bis gemischtkörnige Lockergesteine mit plastischem Verhalten sowie „Halbfestgesteine“) des aufgeschlossenen Baugrundes war von vornherein angestrebt, die „direkten Aufschlüsse“ durch Rammsondierungen zu ergänzen. Vorgesehen war von Vornherein je Widerlager eine Kombination aus leichter Rammsondierung (DPL gem. DIN EN ISO 22476/2) und schwerer Rammsondierung (DPH gem. DIN EN ISO 22476/2), wobei die leichte Rammsondierung detailliertere Erkenntnisse zu einer ggf. möglichen Flachgründung, die schwere Rammsondierung detailliertere Erkenntnisse im Hinblick auf eine ggf. erforderliche Tiefgründung liefern sollte.

Die Lage der Aufschlusspunkte ist dem beigelegten Lageplan auf der Anlage 1 des Gutachtens zu entnehmen.

Die Endteufe der Kleinrammbohrungen liegt bei rd. 3,8 bzw. 3,95 m unter aktueller GOK, sprich zwischen rd. 62.1 (Osten) und 62.2 m ü. NN (Westen). Sie wird im Planraum mit dem gewählten / beauftragten Sondierverfahren stets durch einen ab dieser Tiefe stark behinderten Eindringwiderstand der Schlitzsonde durch die hohe Kohäsion / Konsistenz der im tieferen Profilabschnitt erfassten Verwitterungspartien kreidezeitlicher Ton- bis Kalkmergel mit bereits eingeschalteten, dann mürben Gesteinsplatten (s. Kapitel 2.1) begrenzt. „Direkte Aufschlüsse“ des Baugrundes unterhalb der erzielten Tiefen sind hier nur noch mit größeren / schwereren Bohrgeräten bei gleichzeitig größerem Bohrdurchmesser in Verbindung mit einem entsprechend höheren technischen und wirtschaftlichen Aufwand möglich.

Die Endteufe der leichten und auch der schweren Rammsondierungen variiert zwischen rd. 3,2 und 3,6 m unter aktueller Geländeoberkante. Als begrenzender Faktor dienen hier die dann ebenfalls höher konsistenten / höher kohäsiven Ton- bis Kalkmergel mit z.T. bereits eingeschalteten, dann mürben Gesteinsplatten.

Für die Beurteilung der Tragfähigkeitsverhältnisse und die statische Dimensionierung der Brückengründung reichen die vorliegenden Aufschlussergebnisse aus.

Auf eine von vornherein anvisierte Beprobung von Grundwasser im Hinblick auf dessen Untersuchung hinsichtlich einer möglichen Beton- und/oder Stahlaggressivität musste an dieser Stelle verzichtet werden, da in dem mittels Kleinbohrungen aufgeschlossenen Baugrund kein Porengrundwasserkörper i.e.S. angetroffen worden ist und das zur Tiefe hin im Verwitterungshorizont kreidezeitlicher Ton- bis Kalkmergel angeschnittene „Schichtenwasser“ mengenmäßig zur Entnahme einer fachgerechten Wasserprobe nicht ausreichte.

Die aus den Schlitzsonden der Kleinrammbohrungen entnommenen Bodenproben wurden seitens des Baugrundsachverständigen visuell und sensorisch (Fingerprobe) hinsichtlich ihrer Korngrößen- und Materialzusammensetzung, der bodenphysikalischen Eigenschaften sowie der hydraulischen Kennwerte, sprich der Wasserdurchlässigkeit, bewertet.

Die sensorische Bewertung der einzelnen Baugrundpartien erlaubt auf Grundlage der üblichen Erfahrungswerte aus regionalen Baumaßnahmen eine Festlegung der charakteristischen Bodenkenngößen ohne die Durchführung ergänzender bodenmechanischer / bodenphysikalischer Laborversuche. Auch die für eine Tiefgründung relevanten Kenngrößen (hier in erster Linie einaxiale Druckfestigkeit) lassen sich entsprechend vorliegender Erfahrungswerte aus regionalen Baumaßnahmen festlegen.

Die Ergebnisse der Kleinbohrungen sind in Form von Schichtenprofilen gem. DIN 4023, die Ergebnisse der Rammsondierungen in Rammdiagrammen gem. DIN EN ISO 22476/2 höhengerecht auf der Anlage 2 dargestellt.

Als Bezugsniveau für das Höhennivellement der Ansatzpunkte der Bodenaufschlüsse der Baugrunduntersuchung wurde die im Lageplan eingezeichnete Oberkante eines Kanaldeckels (KD) südlich/südöstlich des östlichen Brückenwiderlagers mit der absoluten Höhenkote von 66.21 m ü. NN gewählt.

Diese Höhenanlage entstammt einer Kanalauskunft des Amtes für Mobilität und Tiefbau der Stadt Münster vom 20.04.2026, wobei es sich um den Deckel des Schachtes S0021460 des städtischen Schmutzwasserkanalisation handelt.

Diese Höhenkote ist im Zuge der weiteren Planungen noch durch einen öffentlich bestellten Vermessungsingenieur zu überprüfen bzw. zu bestätigen.

2. Baugrundverhältnisse

2.1 Baugrundsichtung / Bodenmechanische Eigenschaften

Gemäß den Ausführungen der relevanten Geologischen Karte von Nordrhein-Westfalen, Maßstab 1 : 100 000, Blatt C 4310 Münster, sind im Planraum im oberen Profilabschnitt (in der Regel werden die oberen 2 bis 3 m berücksichtigt) geologisch jüngere Bach- und Flussablagerungen des Holozän in Form teilweise kieshaltiger, teilweise toniger und dann verlehmteter Sande sowie Schluffe der „Gievenbach-Niederung“ ausgewiesen. Diese Lockergesteine des Holozän können demnach teilweise auch verstärkte humose und/oder organische Einschlüsse enthalten.

Neben den natürlich sedimentierten Lockergesteinen ist infolge anthropogener Geländeausgleichs- und Hinterfüllmaßnahmen zumindest im Umfeld der bestehenden Widerlager / Auflager im obersten Profilabschnitt mit anthropogenen Auffüllungen und Umlagerungsböden variierender Schichtstärke zu rechnen.

Die Ergebnisse der Baugrunduntersuchung bestätigen zuoberst die Existenz anthropogener Auffüllungen / Umlagerungsböden, widerlegen aber im Bereich der Widerlager die Ausführungen der Geologischen Karte zum oberen Abschnitt des „gewachsenen“ Baugrundes.

So finden sich als „gewachsener“ Baugrund anstatt holozäner Bach- und Flussablagerungen direkt Grundmoränenablagerungen der Saale-Kaltzeit des Pleistozän des Quartär in Form von Geschiebelehm und Geschiebemergeln, welche ihrerseits dem Verwitterungshorizont kreidezeitlicher Ton- bis Kalkmergel auflagern.

Entsprechend der Schichtenprofile und Rammdiagramme der Anlage 2 ist vereinfacht nachfolgende Gliederung des Baugrundes möglich:

- **anthropogene Auffüllungen und Umlagerungsböden
einschl. humoser Oberböden / Mutterböden**

Anthropogene Auffüllungen und Umlagerungsböden wurden bis in Tiefen von ca. 0,75 (RKS 1) und 1,0 m (RKS 2) unter aktueller Geländeoberkante bzw. bis ca. 65.1 (RKS 2) und 65.3 m ü. NN (RKS 1) erbohrt.

Hierbei findet sich zuoberst ein rd. 0,2 bis 0,3 m starkes „**Mutterbodenäquivalent**“ aus leicht bindigen (dann „schwach schluffig“) Sanden mit deutlich erhöhter Humusführung und Wurzelresten aus der vorhandenen Vegetation. Ein mäßig bindiger, ebenfalls deutlich humushaltiger Sand mit Resten von Bauschutt wurde zudem im basalen Auffüllbereich der RKS 2 in einer Schichtstärke von rd. 0,2 m erfasst.

Im Sinne der DIN 1054 handelt es sich hierbei um organogene Böden mit einer infolge des möglichen Humusersatzes bei Sauerstoffzutritt stark eingeschränkten Raumbeständigkeit.

Als weitere Auffüllmenge finden sich im Aufschluss RKS 1 **heterogene Gemenge aus Feinsanden und Schluffen mit mäßiger Humusführung und Resten von Bauschutt**, im Aufschluss RKS 2 **feinsandige, z.T. schwach tonige Schluffe mit fehlender bis geringer Humusführung und ebenfalls Resten von Bauschutt**.

Im Sinne der DIN 1054 handelt es sich hierbei um gemischtkörnige bis bindige Böden / Lockergesteine mit stets deutlich erhöhten bindigen Anteilen, aber nur z.T. leichten plastischen Eigenschaften und im Falle einer mäßigen Humusführung (dann „schwach humos bis humos“) noch in reduziertem Maße eingeschränkten Raumbeständigkeit durch den bei Sauerstoffzutritt einsetzenden Humusersatz.

Die Lagerungsdichte der anthropogenen Auffüllungen / Umlagerungsböden wird überwiegend mit locker, bereichsweise mit mitteldicht beziffert.

Infolge der meist erhöhten bindigen Anteile reagiert das Bodensubstrat nach Offenlegung empfindlich gegenüber konzentriertem Wasserzutritt und kann dann mitunter zuoberst verschlammen. Werden zudem in temporär mit einem höheren natürlichen Wassergehalt behaftete Bodenpartien dynamische Lasten eingebracht, sind infolge der dabei temporär aufgebauten Porenwasserüberdrücke mitunter Übergänge in breiige Zustände mit einer teilweise eingebüßten Kornstützung und einer entsprechenden Verschlechterung der Tragfähigkeitseigenschaften bzw. der für erdstatische Belange relevanten Scherparameter zu besorgen.

- **Grundmoränenablagerungen der Saale-Kaltzeit des Pleistozän des Quartär**

Im Liegenden der anthropogenen Auffüllungen und Umlagerungsböden folgen bis rd. 2,8 (RKS 1) bzw. 3,0 m (RKS 2) unter aktueller GOK, sprich bis rd. 63.1 (RKS 2) bzw. 63.2 m ü. NN (RKS 1), Grundmoränenablagerungen in Form eines **Geschiebemergels** sowie eines **Geschiebelehms** als dessen entkalktes Verwitterungsprodukt.

Entsprechend der Korngrößenverteilung handelt es sich um heterogene Gemenge der Sand-, Schluff- und Ton-Fraktion mit vereinzelt Kiesen und ggf. eingeschalteten Steinen (dann bis zu „Findlingen“) mit generell erhöhten bindigen Anteilen, sprich im Sinne der DIN 1054 um bindige bis gemischtkörnige Böden / Lockergesteine mit mäßigen bis deutlichen plastischen Eigenschaften.

Die Konsistenz wird im oberen Abschnitt die meiste Zeit des Jahres teils als weich, teils als steif, zur Tiefe hin generell mit steif beziffert.

Nach Offenlegung kann der „Lehm/Mergel“ bei konzentriertem Wasserzutritt zuoberst stärker aufweichen, ggf. sogar verschlammen. Wird dieser Baugrund bei temporär höheren natürlichen Wassergehalten (hier dann meist feucht) dynamischen Lasteinträgen ausgesetzt, sind infolge temporär aufgebauter Porenwasserüberdrücke mitunter Konsistenzminderungen in weiche bis breiige Zustände bei einer deutlichen Verschlechterung der ursprünglichen Tragfähigkeitseigenschaften und der für erdstatische Belange maßgebenden Scherparameter zu besorgen.

Bei witterungsbedingter Austrocknung neigt dieser Baugrund in unterschiedlichem Maße zum Schrumpfen.

Erfahrungsgemäß sind ohne die zusätzliche Beeinflussung der Bodenfeuchte durch das Wurzelwerk tiefer wurzelnder Bäume / Sträucher in unversiegelten Flächenabschnitten in etwa Baugrundpartien bis rd. 1,5 m unter Geländeoberkante verstärkt von möglichen Schrumpfungsprozessen betroffen.

- **Ton- bis Kalkmergel der Oberkreide**

Das Auflager für die pleistozänen Lockergesteine bildet im Planraum der **Verwitterungshorizont kreidezeitlicher Tonmergel/Kalkmergel bzw. Ton- bis Kalkmergelsteine**.

Der Ton- bis Kalkmergel entspricht im obersten, sehr stark verwitterten sowie stark bis sehr stark verwitterten Tiefenabschnitt als schwach feinsandiger, stark toniger Schluff bis schwach feinsandiger, stark schluffiger Ton einem stark bindigen Lockergestein von zuoberst steifer oder steif bis habfester, zur Tiefe hin halbfester Konsistenz.

Dieser „**Verwitterungslehm**“ wurde in den Aufschlüssen bis rd. 3,2 m (RKS 1) bzw. 3,5 m (RK2) unter aktueller GOK angetroffen. Im Sinne der DIN 1054 handelt es sich hierbei um bindige Böden / Lockergesteine mit ausgeprägten plastischen Eigenschaften.

Der „Verwitterungslehm“ geht mit abnehmendem Verwitterungsgrad zunächst in einen „**Übergangshorizont**“ aus höher konsistenten, sprich halbfesten bis festen Schluffen / Tonen mit z.T. bereits eingeschalteten dünnen, vergleichsweise „weichen“ Mergelsteinplatten, darunter erfahrungsgemäß in einen weitestgehend felsartigen Baugrund mit überwiegend plattigem, untergeordnet dünnbankigem Trennflächengefüge und nur noch untergeordnet eingeschalteten Lagen fester Tone/Schluffe über.

Die Kleinrammbohrungen und auch die schweren Rammsondierungen enden jeweils noch im „Übergangshorizont“.

Der durchgängig felsartige Baugrund, welcher im Planraum anhand von Erfahrungen aus anderen Bauvorhaben des näheren Umfeldes nur wenige Dezimeter unterhalb der Endteufe der Kleinbohrungen beginnen dürfte, wird infolge der überwiegend vergleichsweise geringen einaxialen Druckfestigkeit (s. Unterkapitel 2.3) der Gesteinsplatten im Fachjargon des Erd- und Grundbaus auch als „**Halbfestgestein**“ bezeichnet.

Sowohl der „Verwitterungslehm“ als auch der „Übergangshorizont“ und auch das „Halbfestgestein“ reagieren nach Offenlegung empfindlich gegenüber Wasserzutritt. Während der „Verwitterungslehm“ und die höher konsistenten Schluffe/Tone des „Übergangshorizontes“ dann leicht eine oberflächliche Aufweichung erfahren, unterliegt das „Halbfestgestein“ dann im unmittelbaren Kontaktbereich zügig einem Zersatz bzw. einer Verwitterung zu einem Lockergestein / Lehm.

Auf mögliche Tragfähigkeitsminderungen des felsartigen Baugrundes bei konzentriertem Wasserzutritt im Zuge von Bohrarbeiten im Rahmen von Tiefgründungen wird auch in einschlägiger Fachliteratur explizit hingewiesen.

2.2 Grundwasser / Wasser / Hydraulische Kennwerte

Ein Porengrundwasserkörper wurde in dem aufgeschlossenen Baugrund im Bereich bzw. im Umfeld der Widerlager nicht angetroffen, ist im Planraum aber im unmittelbaren Bachlauf und den bachnahen Uferbereichen innerhalb der hier unterstellten sandigen Bach- und Flussablagerungen zu erwarten. Der Porengrundwasserspiegel dürfte dann weitestgehend dem Bachpegel entsprechen, welcher am 21.04.2026 mit knapp über 64.0 m ü. NN eingemessen worden ist. Wie bereits in Kapitel 1.0 angemerkt, wird in zur Verfügung gestellten Archivunterlagen ein „BHW“ von 65.38 m ü. NHN beziffert, was offensichtlich seinerzeit das „Bemesungshochwasser“ für die aktuelle Brückenkonstruktion sein dürfte. Sollte ein derartiger Wasserspiegel länger anhalten, wäre auch ein Anstieg des Porenwasser-

spiegels in den bachseitig erwarteten sandhaltigen Bach- und Flussablagerungen auf diese Höhenkote zu erwarten.

Der mit den Aufschlüssen im Bereich der Widerlager erfasste und dann bereits jenseits des Einschnitts der bachseitigen Ablagerungen des Holozän in den eiszeitlichen Untergrund gelegene Geschiebelehm und Geschiebemergel weist eine sehr geringe Wasserdurchlässigkeit auf und fungiert im Planraum dann quasi als Wasserstauer bzw. als Grundwassernichtleiter.

Angebohrt wurde im „Übergangshorizont“ der kreidezeitlichen Ton- bis Kalkmergel im Niveau stärker zerrütteter, dann mürber Mergelsteinplatten etwas Schichtenwasser, welches geringfügig gespannt ist und bis zum Abschluss der jeweiligen Kleinbohrung bis auf rd. 3,0 (RKS 2) bzw. 3,2 m (RKS 1) unter aktueller GOK anstieg. Für die anstehende Brückenbaumaßnahme ist diese Schichtenwasserführung nicht von Relevanz.

Nach ergiebigen Niederschlagsperioden muss im Umfeld der Widerlager auf Höhe der anthropogenen Auffüllungen / Umlagerungsböden mit ihrer nur mäßigen bis geringen Wasserdurchlässigkeit oberhalb des meist stärker wasserstauenden Geschiebelehms mit einer erhöhten Durchfeuchtung des Baugrundes bis hin zur Ausbildung geringmächtiger Schichtenwasserkörper durch den zeitweisen Aufstau des hier nur verzögert versickernden Oberflächenwassers gerechnet werden.

Die Durchlässigkeitsbeiwerte k_f des erfassten Baugrundes und des zur Tiefe hin folgenden „Halbfestgesteins“ werden wie folgt beziffert:

- Mutterboden,
anthropogen aufgefüllt/umgelagert 5×10^{-5} bis 1×10^{-6} m/s
- anthropogen aufgefüllte/umgelagerte
Feinsande und Schluffe mit generell
deutlich erhöhten bindigen Anteilen,
einer z.T. noch mäßigen Humusführung
und teilweisen Resten von Bauschutt 1×10^{-5} bis 5×10^{-7} m/s
- Geschiebelehme/Geschiebemergel
der Saale-Kaltzeit des Pleistozän 1×10^{-7} bis 1×10^{-8} m/s
- Ton- bis Kalkmergel, stark bis sehr stark
und sehr stark verwittert („Verwitterungslehm“) $\leq 1 \times 10^{-8}$ m/s
- Ton- bis Kalkmergel, noch stark verwittert
(„Übergangshorizont“) 1×10^{-7} bis 1×10^{-9} m/s
- Ton- bis Kalkmergel,
verwittert bis schwach verwittert
(„Halbfestgestein“ / felsartiger Baugrund) 1×10^{-4} bis 1×10^{-10} m/s
(mittlere „Gebirgsdurchlässigk.“
mit $\leq 1 \times 10^{-6}$ m/s kalkuliert)

2.3 Bodengruppen / Bodenklassen / Frostempfindlichkeitsklassen / Charakteristische Bodenkenngrößen

Die charakteristischen Bodenkenngrößen des aufgeschlossenen sowie des darunter erwarteten Baugrundes (anthropogene Auffüllungen / Umlagerungsböden zzgl. „gewachsene“ Locker- und „Halbfestgesteine“) werden wie folgt angesetzt, die Einteilung der einzelnen Baugrundabschnitte in Bodengruppen gem. DIN 18 196, in Bodenklassen gemäß DIN 18300 (2012) sowie in Frostempfindlichkeitsklassen gemäß ZTVE-StB 09 wie folgt vorgenommen:

Mutterboden, anthropogen aufgefüllt bzw. umgelagert

Bodengruppe gem. DIN 18 196: A, [OH]

Bodenklasse gem. DIN 18 300: 1 / 2 / 3 / 4
Schicht S [1/2/3/4]

Frostempfindlichkeitsklasse
gem. ZTVE-StB 09: F 2 bis F 3 (gering bis sehr frostempfindlich)

Feuchtraumgewicht γ_k	:	17 - 18	kN/m ³	(Rechenwert 17,5 kN/m ³)
Wichte unter Auftrieb γ'_k	:	8,5 - 9,5	kN/m ³	(Rechenwert 9 kN/m ³)
Kohäsion c'_k	:	0	kN/m ²	(Rechenwert 0 kN/m ²)
Reibungswinkel ϕ'_k	:	25 - 30	°	(Rechenwert 27,5 °)

weitere inhomogene Auffüllungen bzw. anthropogene Umlagerungsböden aus Feinsanden mit deutlich erhöhten bindigen Anteilen sowie aus Schluffen, mit Resten von Bauschutt sowie einer teilweise noch mäßigen Humusführung

Bodengruppe gem. DIN 18 196: A, [SU*], [UL], z.T. Übergänge zu [OH], [OU]

Bodenklasse gem. DIN 18 300: 4 (bei Verschlämmung Klasse 2)
Schicht S [4/2], partielle Übergänge zu S [1]

Frostempfindlichkeitsklasse
gem. ZTVE-StB 09: F 3 (sehr frostempfindlich)

Feuchtraumgewicht γ_k	:	18,5 - 19,5	kN/m ³	(Rechenwert 19 kN/m ³)
Wichte unter Auftrieb γ'_k	:	9,5 - 10,5	kN/m ³	(Rechenwert 10 kN/m ³)
Kohäsion c'_k	:	0 - 5	kN/m ²	(Rechenwert 0 kN/m ²)
Reibungswinkel ϕ'_k	:	27,5- 32,5	°	(Rechenwert 30 °)
Steifemodul $E_{s,k}$:	5 - 20	MN/m ²	(auf die Angabe eines mittleren Rechenwertes wird aufgrund der vielfach minderen Lagerungsdichte und der noch z.T. eingeschränkten Raumbeständigkeit durch möglichen Humuszersatz verzichtet)

Geschiebelehme / Geschiebemergel der Saale-Kaltzeit des Pleistozän des Quartär

Bodengruppe gem. DIN 18 196: TL, TM, ST*

Bodenklasse gem. DIN 18 300: 4 (bei Verschlämmung Klasse 2),
 bei ggf. größerem Anteil an
 groben Geschieben auch Klasse 5
 Schicht S 4/2

Frostempfindlichkeitsklasse
 gem. ZTVE-StB 09:

F 3 (sehr frostempfindlich)

Feuchtraumgewicht γ_k	:	19,5 - 20,5	kN/m ³	(Rechenwert 20 kN/m ³)
Wichte unter Auftreib γ'_k	:	9,5 - 10,5	kN/m ³	(Rechenwert 10 kN/m ³)
Kohäsion c'_k	:	5 - 15	kN/m ²	(Rechenwert 5 kN/m ² bei z.T. weich- bis steifer, Rechenwert 10 kN/m ² bei steifer Konsistenz)
Reibungswinkel ϕ'_k	:	25 - 27,5	°	(Rechenwert 25 °)
Steifemodul $E_{s,k}$:	7,5 - 20	MN/m ²	(Rechenwert 7,5 MN/m ² bei z.T. weich- bis steifer, Rechenwert 15 MN/m ² bei steifer Konsistenz)

kreidezeitlicher Ton- bis Kalkmergel, stark bis sehr stark verwittert und sehr stark verwittert („Verwitterungslehm“ von steifer sowie steif bis halbfester, zur Tiefe hin halbfester Konsistenz)

Bodengruppe gem. DIN 18 196: TL, TM, ggf. z.T. TA

Bodenklasse gem. DIN 18 300: 4/5
 Schicht S 4/5

Frostempfindlichkeitsklasse
 gem. ZTVE-StB 09:

F 3 (sehr frostempfindlich)

Feuchtraumgewicht γ_k	:	20 - 21	kN/m ³	(Rechenwert 20,5 kN/m ³)
Kohäsion c'_k	:	10 - 20	kN/m ²	(Rechenwert 15 kN/m ² bei steifer und steif- bis halbfester, Rechenwert 20 kN/m ² bei halbfester Konsistenz)
Reibungswinkel ϕ'_k	:	22,5 - 27,5	°	(Rechenwert 25 °)
Steifemodul $E_{s,k}$:	20 - 40	MN/m ²	(Rechenwert 20 MN/m ² bei steifer, Rechenwert 30 MN/m ² bei steif- bis halbfester und Rechenwert 40 MN/m ² bei halbfester Konsistenz)

**kreidezeitlicher Ton- bis Kalkmergel, noch stärker verwittert
 („Übergangshorizont“ aus höher konsistenten Schluffen/Tonen
 und bereits eingeschalteten mürben Mergelsteinplatten)**

Bodengruppe gem. DIN 18 196: TL, TM, TA, GT, GT*,
 mit Übergängen zu mürbem Fels

Bodenklasse gem. DIN 18 300: 4-6
 Schicht S 4/5/6

Frostempfindlichkeitsklasse
 gem. ZTVE-StB 09: überwiegend F 3 (sehr frostempfindlich)

Feuchtraumgewicht γ_k	:	21 - 22,5	kN/m ³	(Rechenwert 21,5 kN/m ³)
Kohäsion c'_k	:	30 - 0	kN/m ²	(Rechenwert 20 kN/m ²)
Reibungswinkel φ'_k	:	25 - 40	°	(Rechenwert 27,5 °)
Steifemodul $E_{s,k}$:	40 - 80	MN/m ²	(Rechenwert 40 MN/m ² bei halbfester, Rechenwert 60 MN/m ² bei fester Konsistenz, Rechenwert 80 MN/m ² mürbe Mergelplatten)

**kreidezeitlicher Ton- bis Kalkmergel,
 verwittert bis schwach verwittert = „Halbfestgestein“
 (anhand von Erfahrungswerten nur wenige Dezimeter
 unterhalb der Endteufen der Kleinrammbohrungen (RKS)
 erwartet)**

Bodengruppe gem. DIN 18 196: annähernd durchgängig felsartiger Baugrund

Bodenklasse gem. DIN 18 300: überwiegend 6,
 ggf. z.T. härtere Bänke auch 7
 Schicht S 6/7

Frostempfindlichkeitsklasse
 gem. ZTVE-StB 09: nach Lösen bzw. bei Offenlegung
 im Rahmen von Verwitterungsprozessen
 allmählich in Material der Klasse F 3
 (sehr frostempfindlich) übergehend

Feuchtraumgewicht γ_k	:	22 - 24	kN/m ³	(Rechenwert 23 kN/m ³)
Kohäsion c'_k	:	40 - 0	kN/m ²	(Rechenwert 0 kN/m ²)
Reibungswinkel φ'_k	:	25 - 40	°	(Ersatzreibungswinkel 37,5 °)
Steifemodul $E_{s,k}$:	80 -200	MN/m ²	(Rechenwert 100 MN/m ²)
Einaxiale Druckfestigkeit $q_{u,k}$:	1,5 - 50	MN/m ²	(empfohlener Rechenwert als Grundlage für die Dimensionierung von Tiefgründungen 5 MN/m ²)

Im Rahmen der Ausführungsplanung sowie der darauf basierenden Ausschreibung der Erdarbeiten soll auch die novellierte DIN 18 300 von 2015 mit entsprechenden „Homogenbereichen“ berücksichtigt werden. Wir gliedern die Böden auf den Seiten 14 und 15 in nachfolgende Homogenbereiche ein, wobei diese einerseits die Lösbarkeit, andererseits aber auch die Verwertungs- bzw. Wiedereinbaufähigkeit berücksichtigen.

Anzumerken ist, dass Mutterböden / Oberböden in der Regel keinem Homogenbereich zugewiesen werden. Dies würde im Planraum dann auch für das in den Aufschlüssen erfasste, anthropogen aufgefüllte/umgelagerte „Mutterbodenäquivalent“ gelten.

Die anthropogen aufgefüllten/umgelagerten Mutterböden
der Schicht S [1, 2, 3, 4] können wie folgt differenziert werden:

Korngrößenverteilung	< 0,063 mm (T/U) / > 0,063 bis < 2 mm (S) / > 2 mm (G) 5 bis 20 Gew.-% / 80 bis 95 Gew.-% / < 5 Gew.-%
Massenanteil Steine/Blöcke	0 bis 5 Gew.-%
Dichte / Wichte	16 bis 19 kN/m ³ je nach Witterung
Organischer Anteil/Glühverlust	5 bis 10 Gew.-%
Wassergehalt	5 bis 30 Gew.-% je nach Witterung
Bodengruppe	A, [OH]

Die anthropogen aufgefüllten/umgelagerten Sande mit deutlich erhöhten bindigen Anteilen sowie die **anthropogen aufgefüllten/umgelagerten Schluffe** mit Resten von Bauschutt sowie einer teilweise noch mäßigen Humusführung der Schicht S [4, 2] ordnen wir einem gemeinsamen Homogenbereich zu, sofern sie lösbar sind und den Verdichtbarkeitsklassen V 2 und V 3 angehören.

Korngrößenverteilung	< 0,063 mm (T/U) / > 0,063 bis < 2 mm (S) / > 2 mm (G) 30 bis 80 Gew.-% / 20 bis 70 Gew.-% / 0 bis 5 Gew.-%
Massenanteil Steine/Blöcke	0 bis 5 Gew.-%
Dichte / Wichte	17 bis 20 kN/m ³ je nach Witterung
Organischer Anteil/Glühverlust	0 bis 5 Gew.-%
Wassergehalt	5 bis 30 Gew.-% je nach Witterung
undrainierte Scherfestigkeit	0 bis 10 kN/m ²
Konsistenzzahl	0 bis 0,75
Plastizitätszahl	2 – 10 %
Lagerungsdichte D	0,15 bis 0,5
Bodengruppe	A, [SU], [UL], mit Übergängen zu [OH], [OU]

Die „gewachsenen“ **Geschiebelehme und Geschiebemergel** der Schicht S 4, 2 ordnen wir ebenfalls einem gemeinsamen Homogenbereich zu, sofern sie lösbar sind und der Verdichtbarkeitsklasse V 3 angehören.

Korngrößenverteilung	< 0,063 mm (T/U) / > 0,063 bis < 2 mm (S) / > 2 mm (G) 30 bis 70 Gew.-% / 25 bis 65 Gew.-% / ≥ 5 Gew.-%
Massenanteil Steine/Blöcke	0 bis 30 Gew.-% (Geschiebe / ggf. „Findlinge“)
Dichte / Wichte	18,5 bis 21 kN/m ³ je nach Witterung / Wassergehalt
undrainierte Scherfestigkeit	20 bis 60 kN/m ²
Konsistenzzahl	0,5 bis 1,0
Plastizitätszahl	10 – 25 %
Organischer Anteil/Glühverlust	≤ 3 Gew.-%
Wassergehalt	10 bis 30 Gew.-%
Bodengruppe	TL, TM, ST*

Der „**Verwitterungslehm**“ der kreidezeitlichen **Ton- bis Kalkmergel** von zunächst und steif- bis halbfester, zur Tiefe hin halbfester Konsistenz der Schicht S 4, 5 ordnen wir einem weiteren Homogenbereich zu, sofern er lösbar ist und der Verdichtbarkeitsklasse V 3 angehört.

Korngrößenverteilung	< 0,063 mm (T/U) / > 0,063 bis < 2 mm (S) / > 2 mm (G) 80 bis 95 Gew.-% / 5 bis 15 Gew.-% / < 10 Gew.-%
Massenanteil Steine/Blöcke	0 bis 30 Gew.-% = im „Lehm“ ggf. eingeschalteter Gesteinsbruch
Dichte / Wichte	19 bis 21,5 kN/m ³ je nach Wassergehalt
undrainierte Scherfestigkeit	50 bis 150 kN/m ²
Konsistenzzahl	1 bis 1,5
Plastizitätszahl	20 – 50 %
Organischer Anteil/Glühverlust	≤ 3 Gew.-%
Wassergehalt	10 bis 30 Gew.-%
Bodengruppe	TL, TM, TA

Als letzten Homogenbereich, welcher bei Lösen/Rammen/Bohren entsprechende Widerstände verursachen kann, fassen wir im Niveau der kreidezeitlichen Ton- bis Kalkmergel den „**Übergangshorizont**“ aus hoch konsistenten Schluffen / Tonen und mürben bis sehr mürben Mergelsteinplatten der Schicht S 4, 5, 6 sowie den weitestgehend **felsartigen Baugrund** aus wechselnd mürben / harten Mergelsteinplatten / Kalksteinbänken der Schicht S 6, 7 zusammen.

Dichte / Wichte	21 bis 24 kN/m ³
einaxiale Druckfestigkeit	0,5 bis 50 kN/m ² (schließt auch härtere Bänke ein)
allgemeine Festigkeit	sehr mürb bis mäßig mürb, ggf. eingeschaltete Kalksteinbänke auch hart
Veränderlichkeit unter Wasserbedeckung	veränderlich bis stark veränderlich
Veränderlichkeit an Luft	veränderlich
Schichtflächenabstand	feinlaminiert bis dünn, meist in mm- bis cm-Bereich, härtere Bänke auch dm-Bereich
Abrasivität	meist kaum bis schwach abrasiv, harte Kalksteinbänke abrasiv bis stark abrasiv