

Baugrundgutachten

Projektnummer: p/2515891

Projekt: Erweiterung der Heinrich-Neuy-Grundschule
in 48565 Steinfurt, Kaiser-Otto-Straße 5

**Bauherr/
Auftraggeber:** Kreisstadt Steinfurt
Die Bürgermeisterin
Fachdienst Zentrales Gebäudemanagement
Emsdettener Straße 40
48565 Steinfurt

**Planer/
Architekt:** KRS Architekten
Koeppen Roß Schöttler Partnerschaft mbB
Borkener Straße 48-50
48653 Coesfeld

Bearbeiter: Dipl.- Geol. I. John

Münster, den 07.05.2025

Anlagen:

- Nr. 1 Lageplan, Maßstab ca. 1 : 250, mit eingetragenen Bodenaufschlusspunkten
- Nr. 2 Schichtenprofile gem. DIN 4023 und Ramm diagrams
gem. DIN EN ISO 22476/2, Maßstab der Höhe 1 : 25 (Anlagen 2.1 bis 2.3)

Inhaltsverzeichnis

1.	Vorbemerkungen	3
2.	Baugrunduntersuchung	5
2.1	Geländearbeiten und Laboruntersuchungen	5
2.2	Untergrundverhältnisse	7
2.2.1	Baugrundsichtung, bodenmechanische Eigenschaften	7
2.2.2	Grundwasser, hydraulische Kennwerte	12
2.3	Bodengruppen, Frostempfindlichkeitsklassen, charakteristische Bodenkenngößen	14
3.	Bautechnische Folgerungen	18
3.1	Bodenklassen	18
3.2	Homogenbereiche	19
3.3	Verwendung/Verwertung von Aushub- bzw. Abtragmaterial unter bodenphysikalischen/bodenmechanischen Gesichtspunkten	21
3.4	Verwendung/Verwertung von Aushub- bzw. Abtragmaterial unter umweltrelevanten Gesichtspunkten / organoleptische Bewertung des Probenmaterials	23
3.5	Tragfähigkeit des Untergrundes, Gründungsempfehlung, Belastung des Untergrundes, Setzungsverhalten	24
3.6	bauzeitliche Wasserhaltungsmaßnahmen, Trockenhaltung der erdberührten Bauteile	32
3.7	Baugruben-, Graben- und Bestandssicherung, Verfüllung von Arbeitsräumen	33
4.	Weitere Hinweise	35

1. Vorbemerkungen

Die **Kreisstadt Steinfurt**, Fachdienst Zentrales Gebäudemanagement, Emsdettener Straße 40, 48565 Steinfurt, beabsichtigt eine Erweiterung der Heinrich-Neuy-Grundschule in 48565 Steinfurt, Kaiser-Otto-Straße 5, samt diverser Umbaumaßnahmen im Gebäudebestand.

Im Rahmen der Ausführungsplanung wurde das **Ingenieurgeologische Büro (igb) Gey & John GbR**, Münster, seitens der Stadt Steinfurt beauftragt, den Untergrund im Bereich der anvisierten Erweiterungsbauten (s.u.) hinsichtlich der bodenmechanischen Eigenschaften sowie der hydrogeologischen Verhältnisse zu untersuchen und die Ergebnisse in einem Baugrundgutachten mit Empfehlungen zur Umsetzung der Erd- und Gründungsarbeiten darzulegen.

Die beauftragten Leistungen beinhalteten auch eine Bewertung der Versickerungsmöglichkeiten für das anfallende Niederschlagswasser, ferner auch eine organoleptische, sprich eine optische und organoleptische Bewertung der im Gelände entnommenen Bodenproben hinsichtlich möglicher Belastungen des Untergrundes mit umweltrelevanten Schadstoffen.

Auf Grundlage der organoleptischen Befunde und der Zusammensetzung des Baugrundes ist in einem 2. Schritt die Bildung und laboranalytische Untersuchung von Mischproben im Hinblick auf die externe Verwertung / Entsorgung von bauseits anfallendem Abtrags- und Aushubmaterial vorgesehen, wobei der Umfang und das Verfahren dieser Untersuchungen nach Vorlage des Baugrundgutachtens noch zwischen dem Auftraggeber, seinen Fachplanern und dem Baugrundsachverständigen abgestimmt werden.

Das Gelände der Heinrich-Neuy-Grundschule befindet sich im Süden des Stadtteils Steinfurt-Borghorst, unmittelbar nördlich/nordöstlich der Kaiser-Otto-Straße und umfasst das Flurstück 273 sowie den zentralen Süden des Flurstücks 270 der Flur 10 in der Gemarkung Borghorst.

Der Gebäudebestand setzt sich aus dem teils 1-geschossigen, teils 2-geschossigen, im Bereich des 2-geschossigen, zugleich mit Satteldach versehenen Abschnitts unterkellerten Lerngebäude und einer östlich davon gelegenen Turnhalle zusammen.

Die **Planung** der **KRS Architekten Koeppen Roß Schöttler Partnerschaft mbB**, Coesfeld, sieht im nordöstlichen Anschluss zum 1-geschossigen Gebäudebestand einen 1-geschossigen Erweiterungsbau vor, welcher zusammen mit einem Teil des Bestandes zu einer Mensa ausgebaut wird. Südwestlich des 2-geschossigen Bestandsabschnitts wird ein 2-geschossiger Lerntrakt errichtet. Eine Unterkellerung der Erweiterungsbauten oder die teilweise Umsetzung von Kriechkellern ist nach dem aktuellen Planungsstand nicht angedacht. Lediglich im Nordosten des geplanten

Lerntraktes wird die Unterfahrt eines hier positionierten Aufzugs unter die Erdgeschoss-Sohle einbinden.

Die Lage des Gebäudebestandes innerhalb des Baugrundstücks samt der Lage der anvisierten Erweiterungsbauten ist dem Lageplan auf der Anlage 1 zu entnehmen.

Die OKFF-EG des Lerngebäudes wurde im Rahmen der Baugrunduntersuchung mit ca. 75.1 / 75.2 m ü. NN eingemessen. Auf diesem Niveau wird auch die OKFF-EG der geplanten Erweiterungsbauten erwartet. Der Fußboden des Teilkellers des bestehenden Lerngebäudes wird in Größenordnungen um 72.8 m ü. NN abgeschätzt.

Die Freifläche im Bereich der nordöstlichen Schulerweiterung stellt gegenwärtig weitestgehend eine Grünfläche mit Gras- bzw. Rasenvegetation dar und ragt nur im äußersten Süden in eine Pflasterversiegelung, im äußersten Nordwesten im Übergang zu dem hier befindlichen Fahrradunterstand in einen mit Gehwegplatten / Waschbetonplatten versiegelten Freiflächenabschnitt hinein. Die Geländeoberkante verläuft hier allein auf Grundlage des Höhennivellements der Ansatzpunkte der Bodenaufschlüsse der Baugrunduntersuchung in Größenordnungen zwischen rd. 74.3 m ü. NN im Süden/Südosten und 74.9 m ü. NN im Nordosten.

Der Erweiterungsbau im Südwesten des bestehenden Lerngebäudes tangiert teilweise die mit Pflastersteinen versiegelte, teilweise mit Rasen- bzw. Grasvegetation bewachsene und teilweise mit Rindenmulch bedeckte Freiflächenabschnitte. Die Geländeoberkante verläuft hier allein auf Grundlage des Höhennivellements der Ansatzpunkte der Bodenaufschlüsse der Baugrunduntersuchung relativ eben in Größenordnungen zwischen rd. 74.4 und 74.6 m ü. NN.

Als vermutlich von vornherein anvisierte Art der Gründung der Erweiterungsbauten wird zunächst wahlweise die Ausführung einer konventionellen Flachgründung über bewehrte Streifen- und Einzelfundamente in Verbindung mit „normalen“ Stahlbetonsohlen oder die Ausführung einer Flächengründung über bewehrte Stahlbetonsohlen in Verbindung mit im Übergang zu den Freiflächen umlaufend konstruktiv „angehängten“ Frostschrützen, ggf. auch eine Kombination aus Fundament- und Plattengründung, unterstellt.

Das endgültige Gründungskonzept wird seitens des Statikers / Tragwerksplaners auf Grundlage der Ausführungen dieses Baugrundgutachtens ausgearbeitet.

Zur endgültigen Höhenentwicklung der an die künftigen Hochbauten angrenzenden Freiflächen liegen dem Unterzeichner noch keine Informationen vor.

Unterstellt man zunächst, dass die Gebäudeanschlussflächen zumindest teilweise auf dem aktuellen Niveau beibehalten werden und an anderer Stelle möglicherweise bis knapp unter die künftige OKFF-EG modelliert/angehoben werden, ist die für die weiteren Ausführungen des Gutachtens maßgebende Fundamentunter-

kante – mit Ausnahme des direkten Übergangs zum Bestandskeller – in Größenordnungen zwischen rd. 73.5 und 74.2 m ü. NN zu kalkulieren. Im Übergang zum Bestandskeller wird in Anlehnung an die Vorgaben der DIN 4123 eine Tieferführung angrenzender neuer Fundamente bis auf das Gründungsniveau des Bestandskellers (geschätzt um 72.3 m ü. NN) unterstellt.

Sollte eine Flächengründung umgesetzt werden, wäre die UK-Stahlbetonrohsohle bei der vorläufig angenommenen OKFF-EG zunächst in Größenordnungen um 74.7 m ü. NN anzunehmen.

Die Fundamentplatte der Aufzugsunterfahrt wird zunächst zwischen rd. 1,6 und 1,8 m unter der vorläufig angenommenen OKFF-EG, sprich zwischen rd. 73.3 und 73.5 m ü. NN, abgeschätzt.

2. Baugrunduntersuchung

2.1 Geländearbeiten und Laboruntersuchungen

Zur Erkundung der bodenmechanischen, der geologischen und der hydrogeologischen Untergrundverhältnisse sowie auch zur Entnahme von Bodenproben für die ergänzend angestrebten umwelttechnischen Laboruntersuchungen wurden am 28.04.2025 im Bereich der geplanten Erweiterungsbauten insgesamt **8 Kleinbohrungen** (RKS 1 bis RKS 8) im Rammkernsondiervorgehen (gewählter Schlitzdurchmesser 50 bis 36 mm) in Verbindung mit **7 Rammsondierungen** (DPL 1 bis DPL 7) mit der leichten Rammsonde (DPL gem. DIN EN ISO 22476/2) niedergebracht.

Die Rammkernsondierbohrungen dienen zur Ermittlung der Material- und Korngrößenzusammensetzung der gründungsrelevanten Baugrundabschnitte sowie zur Feststellung der Grundwasserverhältnisse bzw. der Bodenfeuchte; mittels der leichten Rammsondierungen wird die Lagerungsdichte (rollige bzw. korngestützte Böden) bzw. Konsistenz (bindige Böden mit plastischen Eigenschaften) der gründungsrelevanten Tiefenabschnitte zur Präzisierung der für erdstatische Belange maßgebenden charakteristischen Bodenkenngrößen genauer bewertet.

Die von vornherein wahlweise mit 3, 4 und 5 m angestrebte Aufschlusstiefe / Rammtiefe konnte in den Aufschlüssen RKS 4, 5 und 7 sowie im Bereich der Rammsondierungen DPL 4 und DPL 6 aufgrund eines erhöhten Eindringwiderstandes der Schlitzsonde / Rammsonde nicht ganz erreicht werden.

Dennoch reichen die vorliegenden Aufschlusstiefen / Rammstiefen bei dem betroffenen Baugrund für eine fachgerechte Bewertung der Umsetzungsmöglichkeit einer konventionellen Fundamentgründung und/oder einer Flächengründung aus.

Die im Gelände aus den Schlitzsonden der Kleinbohrungen entnommenen Boden- und Materialproben wurden im Erdbaulabor der igb GbR durch den Baugrundsachverständigen einer sensorischen (Fingerprobe) bodenmechanischen Bewertung unterzogen. Hierbei erfolgte auch die Festlegung der charakteristischen Bodenkenngößen der einzelnen Baugrundsichten zur Durchführung erdstatischer Berechnungen.

Entsprechend der sensorisch bestimmten Korngrößenverteilungen erfolgte zudem eine grobe Abschätzung der Durchlässigkeitsbeiwerte k_f der einzelnen Baugrundpartien im Hinblick auf hydraulische Fragestellungen (z.B. bauzeitliche Wasserhaltungsmaßnahmen, Versickerung von Niederschlagswasser, etc.).

Eine umweltrelevante Beurteilung der Bodenproben auf Grundlage chemischer Laboranalysen schließt dieses Baugrundgutachten zunächst aus. Es wird an dieser Stelle lediglich eine organoleptische Bewertung des Bohrguts hinsichtlich möglicher Schadstoffbelastungen berücksichtigt.

Im Hinblick auf die seitens des Bauherrn / Auftraggebers noch anvisierten umwelttechnischen Laboruntersuchungen zwecks orientierender Bewertung der Entsorgungsmöglichkeiten der im Abtrag/Aushub anfallenden Gemenge (für Ausschreibung der Erdarbeiten relevant) werden die im Gelände entnommenen Boden- und Materialproben noch bis max. 6 Monate nach Durchführung der örtlichen Baugrunduntersuchung in den Räumen der igb GbR zurückgestellt.

Der Umfang der Mischprobenbildung und die anvisierten Verfahren der noch ausstehenden umwelttechnischen Laboruntersuchungen sind nach Vorlage dieses Baugrundgutachtens zwischen dem Bauherrn, seinen Fachplanern und dem Baugrundsachverständigen abzustimmen.

Die Ergebnisse der Kleinrammbohrungen und der Rammsondierungen sind – auch unter Einbeziehung der sensorischen Ansprache des Baugrundsachverständigen – in Form von Schichtenprofilen gem. DIN 4023 sowie in Form von Rammdiagrammen gem. DIN EN ISO 22476/2 höhengerecht im Maßstab 1 : 25 auf der Anlage 2 dargestellt.

Als Bezugsniveau für das Höhennivellement der Ansatzpunkte der Bodenaufschlüsse wurde der in dem Lageplan auf der Kaiser-Otto-Straße südöstlich des bestehenden Lerngebäudes eingezeichnete Kanaldeckel (KD) mit der absoluten Höhe von 74.01 m ü. NN gewählt.

Diese Höhenkote entstammt einer Auskunft aus dem Kanalkataster der Stadt Steinfurt vom 15.04.2025, wobei es sich um den Deckel des Schachtes M86 der städtischen Mischwasserkanalisation handelt.

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

2.2 Untergrundverhältnisse

2.2.1 Baugrundsichtung, bodenmechanische Eigenschaften

Entsprechend der relevanten Geologischen Karte von Nordrhein-Westfalen, Maßstab 1 : 100 000, Blatt C 3910 Rheine, sind im Bereich des Baugeländes als natürlich abgelagerter, sprich als „gewachsener“ Baugrund im oberen Baugrundabschnitt (in der Regel die oberen 2 bis 3 m erfasst) Grundmoränenablagerungen der Saale-Kaltzeit des Pleistozän des Quartär in Form eines Geschiebemergels oder eines Geschiebelehm als dessen Verwitterungsprodukt mit in unterschiedlichem Maße eingeschalteten Sandlinsen ausgewiesen.

Darunter dürfte demnach der Verwitterungshorizont kreidezeitlicher Mergelton- und Tonmergelsteine mit z.T. eingeschalteten Kalksteinbänken folgen.

Die Ausführungen der Geologischen Karte zum „gewachsenen“ Baugrund werden durch die Ergebnisse der Baugrunduntersuchung bestätigt.

Ferner finden sich im obersten Profilabschnitt anthropogene Auffüllungen / Umlagerungsböden aus der anthropogenen Überprägung des Areals mit der Gestaltung der aktuellen Freiflächenanlagen des Schulgeländes.

Entsprechend der Darstellungen auf der Anlage 2 wird vereinfacht nachfolgende Gliederung des Baugrundes vorgenommen:

- **anthropogene Auffüllungen / Umlagerungsböden**

Anthropogene Auffüllungen / Umlagerungsböden wurden in den Aufschlüssen des nordöstlichen Anbaus nur in reduzierter Stärke zwischen rd. 0,4 (RKS 2) und 1,0 m (RKS 1) mit einer Basis zwischen rd. 73.9 (RKS 1 + 2) und 74.0 / 74.1 m ü. NN (RKS 2), im Bereich des südwestlich des Bestandsgebäudes positionierten Neubaus ebenfalls in reduzierter Stärke zwischen rd. 0,5 (RKS 4) und 1,0 m (RKS 5) mit einer Basis zwischen rd. 73.5 (RKS 7) und knapp 74.1 m ü. NN (RKS 4) angetroffen.

Demgegenüber deutlich stärkere Auffüllmenge in Größenordnungen bis geschätzt rd. 2,5 m sind als Arbeitsraumverfüllungen im direkten Anschluss zum Teilkeller des bestehenden Lerngebäudes, ferner im Bereich ggf. tiefer ins Erdreich einbindender Entwässerungsleitungen samt Übergabeschächte, zu erwarten.

In den mit den Aufschlüssen RKS 2, 4 und 6 tangierten unversiegelten Flächenabschnitten findet sich teils eine rd. 0,3 m starke **Rindenmulchlage**, teils ein rd. 0,3 bis 0,4 m starkes „**Mutterbodenäquivalent**“ aus bindigen, z.T. verlehmttem Sanden mit erhöhter Humusführung.

Im Sinne der DIN 1054 handelt es sich um organogene bis organische Böden mit einer infolge des möglichen Humuszersatzes bei Sauerstoffzutritt fehlenden Raumbeständigkeit.

In den mit den Aufschlüssen RKS 1, 3, 5, 7 und 8 tangierten versiegelten Flächenabschnitten finden sich rd. 24 bis 60 cm starke **Verkehrswegeoberbauten** aus örtlich 5 cm starken **Gehwegplatten/Waschbetonplatten**, ansonsten aus 8 cm starken **Pflastersteinen**, über einer rd. 4 bis 8 cm starken **Bettung** aus örtlich **Sand-Glasasche-Gemengen**, vornehmlich aus **Splitt** und örtlich aus **Sand-Kies-Splitt-Gemengen** mit darunter rd. 12 bis 33 cm starken **Tragschichten** aus **Naturschotter** sowie aus **Sand-Gesteinsbruch-Bauschutt-Gemengen** und im Aufschluss RKS 7 aus **mit Zement gebundenen Sand-Kies-Gemengen**. Im Aufschluss RKS 3 ist die Tragschicht leicht mit bindigen Anteilen „verunreinigt“. Den basalen Abschnitt der Aufbauten bildet in den Aufschlüssen RKS 1 und 5 noch ein „**Frostschuttsand**“.

Im Sinne der DIN 1054 bilden die Bettungen sowie die Trag- und Frostschuttschichten überwiegend nichtbindige Böden / Schüttungen mit einer vergleichsweise günstigen Kornstützung. Die Lagerung wird mit mitteldicht bis dicht beziffert. Ggf. temporär wassergesättigte „Frostschuttsande“ neigen im Anschnitt mitunter zum Fließen.

Im Aufschluss RKS 8 findet sich unter der Tragschicht ein **Sand mit Lehmlagen**, wobei es sich dann im Sinne der DIN 1054 um nichtbindige bis gemischtkörnige Böden / Lockergesteine mit wechselnden bindigen Anteilen und einer demzufolge wechselnden Qualität der natürlichen Kornstützung handelt. Die Lagerung ist zuoberst mit mitteldicht, zur Tiefe hin mit locker zu beziffern. Im Falle einer temporären Wassersättigung neigen diese Sande im Anschnitt zum Fließen.

In den Aufschlüssen RKS 4 und 6 unterhalb des Rindenmulches bzw. des „Mutterbodenäquivalents“, im Aufschluss RKS 5 unter dem Verkehrsflächenaufbau, finden sich rd. 0,2 bis 0,4 m starke „**Drainschichten**“ aus **Glasasche bzw. aus Silikatschlacke**. Im Sinne der DIN 1054 stellt dass örtlich leicht verlehnte Gemenge überwiegend nichtbindiges Schüttgut dar, wobei die Kornstützung gegenüber einem Kies- oder Schotter aber infolge der sehr engen Kornabstufung reduziert ist. Das Gemenge weist überwiegend eine mitteldichte Lagerung auf.

In den Aufschlüssen RKS 1 und RKS 7 folgen an der Basis mit rd. 0,5 m Schichtstärke noch **anthropogene Umlagerungsprodukte des „gewachsenen“ Baugrundes** in Form eines **schwach humosen Geschiebelehms**.

Im Sinne der DIN 1054 stellt dieses mit vereinzelt Kiesen behaftete Sand-Schluff-Ton-Gemenge bindige bis gemischtkörnige Böden / Lockergesteine mit deutlich erhöhten bindigen Anteilen und hier mäßigen bis deutlichen plastischen Eigenschaften dar.

Die Konsistenz kann teils mit weich- bis steif, teils mit steif beziffert werden. Nach Offenlegung kann das wasserempfindliche Bodensubstrat bei konzentriertem Wasserzutritt zuoberst stärker aufweichen bis verschlammen. Konsistenzminderungen sind auch bei dynamischen Lasteinträgen in diese Böden zu besorgen.

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

Im Liegenden der anthropogenen Auffüllungen / Umlagerungsböden wurden bis zur Endteufe der Bodenaufschlüsse des geplanten Erweiterungsbaus im Nordosten bei jeweils 4 m unter Geländeoberkante und somit bis mindestens zwischen rd. 70.3 und 70.9 m ü. NN, im Bereich des südwestlichen Neubaus bis zwischen rd. 3,0 (RKS 7) und 3,7 m (RKS 5) unter aktueller GOK bzw. bis zwischen rd. 70.9 (RKS 5) und 71.4 m ü. NN (RKS 4 + 7), Grundmoränenablagerungen der Saale-Kaltzeit erbohrt.

Hierbei handelt es sich im Ursprung um einen **Geschiebemergel**, welcher im oberen Abschnitt bei einer Abnahme des Kalkanteils zu einem **Geschiebelehm** „verwittert ist.

In dem Geschiebelehm und Geschiebemergel schalten sich unregelmäßig sowohl in vertikale als auch in horizontale Ausrichtung **Geschiebesandlinsen** unterschiedlicher Stärke ein. In den Darstellungen der Anlage 2 wurden nur Sandlinsen mit einer Schichtstärke von $\geq 0,1$ m grafisch dargestellt, ansonsten nur beschrieben. Sandlinsen in Stärken zwischen rd. 0,2 und 0,8 m finden sich in den Aufschlüssen RKS 1, 4 und 6.

Der **Geschiebemergel** und der **Geschiebelehm** repräsentieren im Sinne der DIN 1054 als heterogenes Gemenge der Sand-Schluff-Ton-Fraktion mit vereinzelt Kiesen, sporadisch auch mit „Geschieben“ der Stein-Fraktion bis hin zu Blöcken (dann „Findlinge“), bindige bis gemischtkörnige Böden / Lockergesteine mit generell deutlich erhöhten bindigen Anteilen und wechselnden plastischen Eigenschaften.

Die Konsistenz des Geschiebelehms und des Geschiebemergels wird im oberen Abschnitt teils nur mit weich- bis steif, ansonsten meist mit steif beziffert. In den basalen Abschnitten der Aufschlüsse RKS 1 bis RKS 3 liegen bereits Übergänge zu einer steif- bis halbfesten Konsistenz vor.

Nach Offenlegung kann der Geschiebelehm und der Geschiebemergel bei konzentriertem Wasserzutritt oberflächlich stärker aufweichen, bei zunehmendem Anteil der Sand-Fraktion auch verschlammen.

Werden Lehm- bzw. Mergelabschnitte mit höheren natürlichen Wassergehalten (dann feucht, ggf. z.T. wassergesättigt) zudem einer dynamischen Belastung ausgesetzt, führt dies in der Regel durch dann aufgebaute Porenwasserüberdrücke zu weichen bis breiigen Zuständen des Bodensubstrates bei einer entsprechenden Reduzierung der Eigensteifigkeit / „Druckfestigkeit“ sowie einer entsprechenden Verschlechterung der für erdstatische Belange maßgebenden Scherparameter.

In sehr trockenen, zudem warmen/heißten Witterungsperioden besitzen der Geschiebelehm und der Geschiebemergel infolge der dann einwirkenden

Evapotranspiration eine mäßige (erhöhter Sandanteil) bis deutlich erhöhte (erhöhter Tonanteil) Schrumpfungsempfindlichkeit.

Die Tiefenwirkung deutlicher Schrumpfungsprozesse reicht in unseren Breiten bei der aktuellen Klimasituation erfahrungsgemäß hauptsächlich bis in Tiefen um 1,5 m unter Geländeoberkante, kann bei der Existenz dichten Strauchbewuchses sowie auch höherer Bäume mit entsprechendem Wurzelwerk jedoch durchaus auch tiefere Baugrundpartien erfassen, sofern in diesem Tiefenniveau dann noch ein schrumpfungsempfindlicher Untergrund ansteht. Die im Zuge der Schrumpfungsprozesse erfolgte Abnahme der natürlichen Wassergehalte führt zu einer temporären Erhöhung der Konsistenz (dann im Extremfall von weich- bis steif über steif über halbfest zu fest). Im feuchten Winterhalbjahr reduziert sich die Konsistenz wieder auf den Zustand vor Beginn der Austrocknung.

Die **Geschiebesandlinsen** setzen sich in den Aufschlüssen aus **leicht bindigen bis mäßig bindigen**, partiell leicht verlehnten **Sanden** der Fein- bis Mittelsand-Fraktion zusammen.

Im Sinne der DIN 1054 handelt es sich um gemischtkörnige Böden / Lockergesteine mit geringen bis mäßigen bindigen Anteilen und einer demzufolge wechselnden Qualität der natürlichen Kornstützung.

Die Lagerungsdichte der Sandlinsen wird im oberen Abschnitt mit mitteldicht, zur Tiefe hin mitunter mit dicht beziffert.

Die mäßig bindigen Partien der Geschiebesande können nach Offenlegung bei konzentriertem Wasserzutritt zuoberst verschlammen. Zugleich reagieren diese Sandpartien im Falle erhöhter natürlicher Wassergehalte strukturempfindlich gegenüber dynamischen Lasteinträgen, wobei dann im Zuge temporär aufgebauter Porenwasserüberdrücke mitunter Übergänge des Bodensubstrates in breiige bei einer deutlichen Verschlechterung der ursprünglichen Tragfähigkeitseigenschaften zu besorgen sind.

Im Falle einer Wassersättigung neigen die Sande im Anschnitt zum Fließen.

- **Kalkmergel, z.T. auch Kalksteine, der Oberkreide**

Die eiszeitlichen Grundmoränen- und Schmelzwasserablagerungen des Quartär lagern im Planraum dem Verwitterungshorizont kreidezeitlicher Kalkmergel mit teilweise eingeschalteten Kalksteinplatten / Kalksteinbänken auf.

Der Kalkmergel / Kalkmergelstein ist im Planraum tiefgründig stärker verwittert und entspricht in dem mit den Kleinbohrungen (RKS) aufgeschlossenen Tiefenabschnitt teilweise bei einer zuoberst sehr starken Verwitterung noch einem „Verwitterungslehm“ in Form stark schluffiger, schwach feinsandiger Tone bis stark toniger, schwach feinsandiger Schluffe von steifer und steif- bis halbfester Konsistenz mit teilweisen Einschlüssen von Gesteinsbruch, im Falle sehr stark verwit-

terter Kalksteinbänke auch lagenweisen Einschlüssen von Kalksteinbruch (s. z.B. RKS 4), darunter bei einer immer noch starken Verwitterung einem stark schluffigen, schwach feinsandigen Ton bis stark tonigen, schwach feinsandigen Schluff von dann hoher Konsistenz mit zur Tiefe hin örtlich bereits sehr mürben bzw. „weichen“ Mergelsteinplatten.

Ein weitestgehend felsartiger Baugrund wurde bis zur Endteufe der Bodenaufschlüsse noch nicht angetroffen.

Im Sinne der DIN 1054 entsprechen die aufgeschlossenen Abschnitte der kreidezeitlichen Mergel noch weitestgehend einem bindigen Lockergestein mit deutlichen plastischen Eigenschaften, während die in diesem Tiefenabschnitt weitestgehend entfestigten Kalksteinbänke als ein heterogenes Schüttgut außerhalb des Geltungsbereiches der DIN 1054 liegen.

Nach Offenlegung können die stärker verwitterten Mergelpartien bei konzentriertem Wasserzutritt oberflächlich stärker aufweichen. Werden Mergelpartien mit einem höheren natürlichen Wassergehalt (dann feucht) zudem einer dynamischen Belastung ausgesetzt, führt dies in der Regel durch dann aufgebaute Porenwasserüberdrücke ebenfalls zu Konsistenzminderungen / Strukturstörungen bei einer entsprechenden Reduzierung der Eigensteifigkeit / „Druckfestigkeit“.

In sehr trockenen, zudem warmen/heißten Witterungsperioden besitzen die stärker verwitterten Mergelpartien infolge der dann einwirkenden Evapotranspiration – je nach Tiefenlage unter der künftigen Geländeoberkante und einer ggf. vorhandenen Beeinflussung durch Wurzelwerk höherer Bäume – eine hohe Schrumpfungsempfindlichkeit. Die Tiefenwirkung deutlicher Schrumpfungsprozesse reicht in unseren Breiten ohne eine negative Beeinflussung durch dichtes Strauchwerk oder durch Bäume erfahrungsgemäß hauptsächlich bis in Tiefen um rd. 1,5 m unter Geländeoberkante, was dann im Planraum infolge der Tiefenlage des Kreidemergels nicht von Belang ist. Sollte hier aber dichtes Strauchwerk oder künftiger Baumbestand an die Gebäude reichen, kann auch der erst tiefer beginnende Mergel im „worst case“ bauwerksunverträglichen Schrumpfungsprozessen unterliegen.

Unterhalb der Endteufen der Aufschlüsse RKS 4, 5, 7 und 8 mit dem hier erfassten Kreidemergel gehen dessen stärker verwitterten Abschnitte mit abnehmendem Verwitterungsgrad erfahrungsgemäß zunächst in einen „Übergangshorizont“ aus hoch kohäsiven / hoch konsistenten Lockergesteinen (dann feste Schluffe/Tone) mit Übergängen zu vergleichsweise mürben Mergelsteinplatten und bereits eingeschalteten härteren Kalksteinplatten, darunter schließlich in einen weitestgehend felsartigen Untergrund aus Mergelsteinplatten und nur noch sehr untergeordnet festen Tonen/Schluffen sowie im Planraum zusätzlich eingeschalteten härteren Kalksteinplatten/-bänken über.

Die auf Höhe des felsartigen Baugrundes meist anstehenden festen Mergel bis Mergelsteinplatten werden infolge ihrer vergleichsweise geringen Gesteinshärte

bzw. vergleichsweise reduzierten einaxialen Druckfestigkeit im Fachjargon des Erd- und Grundbaus als „Halbfestgestein“ bezeichnet, während eingeschaltete „härtere“ Kalksteinbänke hingegen ein Festgestein vergleichsweise hoher einaxialer Druckfestigkeit repräsentieren.

Folglich ist bei erdbaubedingter Offenlegung zu beachten, dass auch die hoch konsistenten Schluffe/Tone des „Übergangshorizontes“ sowie das „Halbfestgestein“ nach Offenlegung empfindlich gegenüber Wasserzutritt reagieren und dann zügig einer Konsistenzminderung bzw. einsetzenden Verwitterungsprozessen unterliegen können, während tangierte Kalksteinplatten/-bänke eine vergleichsweise hohe Verwitterungsresistenz besitzen.

Sollte für die planerische Umsetzung der exakte Beginn des zur Tiefe hin weitestgehend felsartigen Baugrundes von Relevanz sein (nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand für die geplanten Erweiterungsbauten nicht der Fall), wäre der „tiefere“ Baugrund noch durch Bohrungen größeren Durchmessers mit der Entnahme ungestörter Kernproben aufzuschließen. Mit der Realisierung dieser technisch und wirtschaftlich gegenüber dem üblichen Sondiervorgang deutlich aufwendigeren Aufschlussmethode wäre dann ein darauf spezialisiertes Bohrunternehmen zu beauftragen, wobei die dabei gewonnenen Kernproben bei Bedarf durch den Baugrundsachverständigen gesichtet und hinsichtlich der Aufnahmefähigkeit für Druck- und Zuglasten bewertet werden könnten.

2.2.2 Grundwasser, hydraulische Kennwerte

Ein zusammenhängender Grundwasserkörper wurde im Rahmen der Baugrunduntersuchung in den aufgeschossenen Tiefenabschnitten nicht angetroffen und ist erst als **Kluftgrundwasser/Kluftschichtenwasser** im Trennflächengefüge des zur Tiefe hin anstehenden felsartigen Baugrundes aus Mergelsteinplatten und eingeschalteten Kalksteinbänken zu erwarten.

Die im aufgeschlossenen Tiefenabschnitt erfassten Grundmoränenablagerungen der Saale-Kaltzeit in Form eines Geschiebemergels und Geschiebelehms und die darunter stärker verwitterten Abschnitte der kreidezeitlichen Mergel / Mergelsteine stellen als meist sehr gering wasserdurchlässiger Baugrund einen wasserstauenden Grundwassernichtleiter dar.

Die im Geschiebelehm / Geschiebemergel unregelmäßig eingeschalteten Geschiebesandlinsen führen in unterschiedlichem Maße **Schichtenwasser**, welches durch den überlagernden Lehm/Mergel vielfach in unterschiedlichem Maße gespannt ist und im Anschnitt „ausblutet“. Dieses Schichtenwasser wurde in dem „gewachsenen“ Baugrund der Aufschlüsse RKS 1, 3, 4, 6 und 7 bei einem Wasserspiegel / Druckwasserspiegel zwischen rd. 1,2 und 1,7 m unter aktueller Geländeoberkante angetroffen und kann nach sehr niederschlagsreichen Witterungsperioden quasi bis zur Geländeoberfläche reichen.

Neben dem Schichtenwasser in den innerhalb des eiszeitlichen Lehms / Mergels eingeschalteten Sandlinsen, muss innerhalb auf dem Lehm / Mergel aufgetragenen Füllböden / Schüttungen (z.B. kapillARBrechende Schüttungen künftiger Sohlenunterbauten, Trag- und Frostschutzschichten künftiger Verkehrsflächen) besserer Wasserdurchlässigkeit insbesondere vor deren Versiegelung, nach deren Versiegelung im Übergang zu unversiegelten Anschlussflächen, nach ergiebigen Niederschlagsereignissen mit einem zügigen Aufstau des nur verzögert versickernden Oberflächenwassers gerechnet werden, sofern dieser Aufstau nicht künstlich mittels Drainagen bei hydraulischer Anbindung an eine permanent wirkende Vorflut ohne die Gefahr eines möglichen Rückstaus unterbunden werden kann.

Die für hydraulische Fragestellungen relevanten Durchlässigkeitsbeiwerte k_f werden für das aufgeschlossene Baugrundprofil und den darunter erwarteten Baugrund wie folgt abgeschätzt:

- anthropogen aufgefülltes/umgelagertes „Mutterbodenäquivalent“ der tangierten Grünflächen 5 x 10⁻⁶ bis 5 x 10⁻⁷ m/s
- ungebundene Bettungen sowie Trag- und Frostschutzschichten der versiegelten Freiflächen 5 x 10⁻⁴ bis 5 x 10⁻⁵ m/s
- „Drainschicht“ aus Glasasche/Silikatschlacke ohne partiell angetroffene Verlehmung 5 x 10⁻³ bis 1 x 10⁻³ m/s
- aufgefüllter/umgelagerter Sand mit Lehmlagen (RKS 8) 1 x 10⁻⁴ bis 1 x 10⁻⁶ m/s
- Geschiebelehme und Geschiebemergel der Saale-Kaltzeit des Pleistozän des Quartär, örtlich anthropogen aufgefüllt/umgelagert 5 x 10⁻⁷ bis 5 x 10⁻⁹ m/s
- leicht bindige bis mäßig bindige Geschiebesande innerhalb des Geschiebelehms / Geschiebemergels 5 x 10⁻⁵ bis 5 x 10⁻⁶ m/s
- stärker verwitterte Abschnitte der kreidezeitlichen Kalkmergel / Kalkmergelsteine mit z.T. bereits eingeschalteten, dann mürben Mergelplatten < 1 x 10⁻⁸ m/s
- vollständig entfestigte Kalksteinbänke auf Höhe des sehr stark verwitterten „Grundgebirges“ (z.B. RKS 4) 1 x 10⁻⁴ bis 1 x 10⁻⁶ m/s
- noch nicht aufgeschlossene, dann minder verwitterte Abschnitte der kreidezeitlichen Tonmergel/Tonmergelsteine (z.T. auch Kalksteine) mit einem meist plattigen, z.T. auch bankigem Trennflächengefüge 1 x 10⁻³ - 1 x 10⁻¹⁰ m/s
(je nach Trennflächengefüge und Kluftfüllung stark variierend / mittlere „Gebirgsdurchlässigkeit“ mit $\leq 1 \times 10^{-6}$ m/s abgeschätzt)

2.3 Bodengruppen, Frostempfindlichkeitsklassen, charakteristische Bodenkenngößen

Die Bodengruppen gem. DIN 18 196, die Frostempfindlichkeitsklassen gem. ZTVE-StB 09 und die charakteristischen Bodenkenngößen des aufgeschlossenen und des darunter erwarteten Baugrundes werden – mit Ausnahme des zuoberst im Aufschluss RKS 4 erfassten Rindenmulches – wie folgt angegeben:

anthropogen aufgefülltes/umgelagertes „Mutterbodenäquivalent“ der tangierten Grünflächen

Bodengruppe gem. DIN 18 196:	A, [OH]		
Frostempfindlichkeitsklasse gem. ZTVE-StB 09:	F 3 (sehr frostempfindlich)		
Feuchtraumgewicht γ_k :	17,5 - 18,5	kN/m ³	(Rechenwert 18 kN/m ³)
Wichte unter Auftrieb γ'_k :	8,5 - 9,5	kN/m ³	(Rechenwert 9 kN/m ³)
Kohäsion c'_k :	0 - 2,5	kN/m ²	(Rechenwert 0 kN/m ²)
Reibungswinkel ϕ'_k :	25 - 27,5	°	(Rechenwert 27,5 °)
Steifemodul $E_{s,k}$:	-	MN/m ²	(auf die Angabe eines Wertes wird infolge der grundsätzlich fehlenden Raumbeständigkeit durch möglichen Humuszersatz bei Sauerstoffzutritt an dieser Stelle verzichtet)

ungebundene Bettungen sowie Trag- und Frostschutzschichten der versiegelten Freiflächenabschnitte

Bodengruppe gem. DIN 18 196:	A, [SE], [SI], [SW], [GE], [GI], [GW], mit partiellen Übergängen zu [SU] und [GU]		
Frostempfindlichkeitsklasse gem. ZTVE-StB 09:	meist F 1 (nicht frostempfindlich), partiell auch F 2 (gering frostempfindlich)		
Feuchtraumgewicht γ_k :	18,5 - 20	kN/m ³	(Rechenwert Tragschichten 19,5 kN/m ³ / ansonsten Rechenwert 18,5 kN/m ³)
Wichte unter Auftrieb γ'_k :	10,5 - 12	kN/m ³	(Rechenwert Tragschichten 11,5 kN/m ³ / ansonsten Rechenwert 10,5 kN/m ³)
Kohäsion c'_k :	0	kN/m ²	(Rechenwert 0 kN/m ²)
Reibungswinkel ϕ'_k :	33,5 - 40	°	(Rechenwert Tragschichten 37,5 ° / ansonsten Rechenwert 33,5 °)
Steifemodul $E_{s,k}$:	40 - 100	MN/m ²	(Rechenwert Tragschichten 80 MN/m ² , ansonsten Rechenwert 50 MN/m ²)

anthropogen aufgefüllter / umgelagerter Sand (nur RKS 8)

Bodengruppe gem. DIN 18 196:	A, [SE], [ST], [SU], [SU*], [ST*]		
Frostempfindlichkeitsklasse gem. ZTVE-StB 09:	F 1 bis F 3 (nicht bis sehr frostempfindlich)		
Feuchtraumgewicht γ_k :	18 - 19	kN/m ³	(Rechenwert 18,5 kN/m ³)
Wichte unter Auftrieb γ'_k :	10 - 11	kN/m ³	(Rechenwert 10,5 kN/m ³)
Kohäsion c'_k :	0	kN/m ²	(Rechenwert 0 kN/m ²)
Reibungswinkel ϕ'_k :	30 - 33,5	°	(Rechenwert 30 ° bei z.T. lockerer Lagerung / ansonsten Rechenwert 32,5 °)
Steifemodul $E_{s,k}$:	10 - 40	MN/m ²	(Rechenwert lockere Lagerung $\leq$ 20 MN/m ² , ansonsten Rechenwert 30 MN/m ²)

anthropogen aufgefüllte „Drainschicht“ mit Ausnahme verlehmtter Partien

Bodengruppe gem. DIN 18 196:	A, [GE]		
Frostempfindlichkeitsklasse gem. ZTVE-StB 09:	F 1 (nicht frostempfindlich)		
Feuchtraumgewicht γ_k :	16 - 17	kN/m ³	(Rechenwert 16,5 kN/m ³)
Wichte unter Auftrieb γ'_k :	8 - 9	kN/m ³	(Rechenwert 8,5 kN/m ³)
Kohäsion c'_k :	0	kN/m ²	(Rechenwert 0 kN/m ²)
Reibungswinkel ϕ'_k :	32,5 - 35	°	(Rechenwert 32,5 °)
Steifemodul $E_{s,k}$:	40 - 80	MN/m ²	(Rechenwert 40 MN/m ² bei mindestens mitteldichter Lagerung)

Geschiebelehme und Geschiebemergel der Saale-Kaltzeit des Pleistozän des Quartär, örtlich anthropogen aufgefüllt/umgelagert

Bodengruppe gem. DIN 18 196:	TL, TM, ST*		
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 Auftrieb γ'_k :	10 - 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 - 30	°	(Rechenwert 27,5 °)
Steifemodul $E_{s,k}$:	10 - 30	MN/m ²	(Rechenwert 10 MN/m ² bei z.T. weich- bis steifer, Rechenwert 15 MN/m ² (GL + GL/GMG) bzw. 20 MN/m ² (reiner GMG) bei steifer und Rechenwert 30 bei z.T. steif- bis halbfester Konsistenz)

innerhalb des Geschiebelehms / Geschiebemergels eingeschaltete, dann leicht bis mäßig bindige Geschiebesande

Bodengruppe gem. DIN 18 196:	SU, mit partiellen Übergängen zu SU*		
Frostempfindlichkeitsklasse gem. ZTVE-StB 09:	F 1 bis F 3 (nicht bis sehr frostempfindlich)		
Feuchtraumgewicht γ_k :	18,5 - 19	kN/m ³	(Rechenwert 18,5 kN/m ³)
Wichte unter Auftrieb γ'_k :	10 - 11	kN/m ³	(Rechenwert 10 kN/m ³)
Kohäsion c'_k :	0	kN/m ²	(Rechenwert 0 kN/m ²)
Reibungswinkel ϕ'_k :	30 - 32,5	°	(Rechenwert 31 °)
Steifemodul $E_{s,k}$:	25 - 60	MN/m ²	(Rechenwert 30 MN/m ²)

Kalkstein, sehr stark verwittert (nur RKS 4)

Bodengruppe gem. DIN 18 196:	GX, GI, GU		
Frostempfindlichkeitsklasse gem. ZTVE-StB 09:	F 1 bis F 2 (nicht bis gering frostempfindlich)		
Feuchtraumgewicht γ_k :	19,5 - 21,5	kN/m ³	(Rechenwert 20 kN/m ³)
Wichte unter Auftrieb γ'_k :	11,5 - 13,5	kN/m ³	(Rechenwert 12 kN/m ³)
Kohäsion c'_k :	0	kN/m ²	(Rechenwert 0 kN/m ²)
Reibungswinkel ϕ'_k :	32,5 - 37,5	°	(Rechenwert 35 °)
Steifemodul $E_{s,k}$:	40 - 100	MN/m ²	(Rechenwert 60 MN/m ²)

Kalkmergel, stark verwittert und sehr stark verwittert

Bodengruppe gem. DIN 18 196:	TL, TM, ggf. z.T. TA		
Frostempfindlichkeitsklasse gem. ZTVE-StB 09:	F 3 (sehr frostempfindlich)		
Feuchtraumgewicht γ_k :	20 - 21,5	kN/m ³	(Rechenwert 20,5 kN/m ³ bei steifer und steif- bis halbfester, 21 kN/m ³ bei halbfester und halbfester bis fester Konsistenz)
Kohäsion c'_k :	10 - 30	kN/m ²	(Rechenwert 15 kN/m ² bei steifer und steif bis halbfester, 20 kN/m ² bei halbfester und halbfester bis fester Konsistenz)
Reibungswinkel ϕ'_k :	22,5 - 27,5	°	(Rechenwert 25 °)
Steifemodul $E_{s,k}$:	20 - 50	MN/m ²	(Rechenwert 20 MN/m ² bei steifer, 30 MN/m ² bei steif- bis halbfester, 40 MN/m ² bei halbfester und 50 MN/m ² bei halbfester bis fester Konsistenz)

**Kalkmergel, noch verwittert bis stark verwittert
 („Übergangshorizont“ aus Schluffen/Tonen von fester Konsistenz mit
 bereits eingeschalteten, meist mürben Gesteinsplatten / Gesteinsbänken)**

Bodengruppe gem. DIN 18 196:	TL, TM, ggf. z.T. TA, mit Übergängen zu felsartigem Baugrund		
Frostempfindlichkeitsklasse gem. ZTVE-StB 09:	F 2 bis F 3 (gering bis sehr frostempfindlich)		
Feuchtraumgewicht γ_k :	21 - 23	kN/m ³	(Rechenwert 21,5 kN/m ³)
Kohäsion c'_k :	40 - 0	kN/m ²	(Rechenwert 20 kN/m ²)
Reibungswinkel φ'_k :	22,5 - 37,5	°	(Rechenwert 27,5 °)
Steifemodul $E_{s,k}$:	60 - 120	MN/m ²	(Rechenwert 60 MN/m ² bei fester Konsistenz / eingeschaltete Gesteinsplatten > 60 MN/m ²)

**Kalkmergel, verwittert bis schwach verwittert
 (weitestgehend durchgehend plattig-bankiges
 „Halbfestgestein“ bis Festgestein (dann Kalksteinbänke))
 - exakte Oberkante nicht bekannt / bei Bedarf durch Kernbohrungen erkunden**

Bodengruppen gem. DIN 18 196:	felsartiger Baugrund		
Frostempfindlichkeitsklasse gem. ZTVE-StB 09:	insbesondere Mergel / Mergelstein nach Lösen und Aufarbeitung allmählich in Lockergestein der Klasse F 3 (sehr frostempfindlich) zerfallend / verwitternd / Kalkstein nach Lösen und Aufarbeitung Klasse F 1 bis F 2 (nicht bis gering frostempfindlich)		
Feuchtraumgewicht γ_k :	22 - 24	kN/m ³	(Rechenwert 22,5 kN/m ³)
Kohäsion c'_k :	40 - 0	kN/m ²	(Ersatzrechenwert 0 kN/m ²)
Reibungswinkel φ'_k :	25 - 45	°	(Ersatzreibungswinkel 37,5 °)
Steifemodul $E_{s,k}$:	80 - 200	MN/m ²	(Rechenwert 120 MN/m ²)

3. Bautechnische Folgerungen

3.1 Bodenklassen

Gem. DIN 18 300 (2012) kann der aufgeschlossene sowie der darunter zur Tiefe hin anstehende Baugrund – mit Ausnahme der in der RKS 4 zuoberst erfassten Rindenmulchauflage – rein „lösetechnisch“ folgenden Bodenklassen zugeordnet werden:

- | | | |
|---|-------------|---|
| • anthropogen aufgefülltes / umgelagertes „Mutterboden-äquivalent“ der tangierten Grünflächen | Bodenklasse | 1 / 2 / 4 |
| • ungebundene Bettungen sowie Trag- und Frostschutzschichten der versiegelten Freiflächen sowie Glasasche | Bodenklasse | 3, ggf. z.T. auch Klasse 5 |
| • anthropogene „Umlagerungssande“ (RKS 8) | Bodenklasse | 3 / 4
(untergeordnete Klasse 4 bei Verschlämmung / Wassersättigung Übergänge zu Klasse 2) |
| • Geschiebelehme und Geschiebemergel der Saale-Kaltzeit, z.T. anthropogen umgelagert | Bodenklasse | 4
(bei partieller Verschlämmung nach Aushub z.T. Übergänge in Bodenklasse 2 möglich, „Findlinge“ auch > Kl. 4) |
| • leicht bis mäßig bindige Geschiebesande | Bodenklasse | 3 / 4
(Klasse 4 bei Verschlämmung / Wassersättigung Übergänge zu Klasse 2) |
| • Kalkmergel, stark bis sehr stark verwittert | Bodenklasse | 4 / 5
(bei partieller Verschlämmung nach Aushub z.T. Übergänge in Bodenklasse 2 möglich) |
| • Kalkmergel, noch stärker verwittert („Übergangshorizont“) | Bodenklasse | 4 bis 6
(eingeschaltete härtere Kalksteinplatten / -bänke Übergänge zu Klasse 7 möglich) |
| • Kalkmergel / Kalkstein verwittert bis schwach verwittert („Halbfestgestein“ / Festgestein) | Bodenklasse | überwiegend 6 mit Übergängen zu Klasse 7 |

3.2 Homogenbereiche (2015)

Auf Grundlage der 2015 novellierten DIN 18 300 (Erdarbeiten), DIN 18301 (Bohrarbeiten) und DIN 18304 (Rammarbeiten) lässt sich der erkundete Baugrund – basierend auf den Ausführungen in Kapitel 2.2.1 sowie 2.3 – allein unter Beachtung der Korngrößen- und Materialzusammensetzung in nachfolgende Schichten und die im Anschluss dem jeweiligen Gewerk zugeordneten „Homogenbereiche“ (s. Seite 20) differenzieren:

Schicht 1	Auffüllungen aus Sanden mit erhöhter Humusführung in den tangierten Grünflächen zuoberst als „Mutterbodenäquivalent“
Schicht 2	Auffüllungen in Form der Aufbauten der versiegelten Freiflächen aus Sanden, natürlichem Gesteinsbruch, z.T. auch aus Bauschutt
Schicht 3	Auffüllungen in Form von „Drainschichten“ aus Glasasche / Silikatschlacke
Schicht 4	Auffüllungen weitere inhomogene Gemenge aus gemischtkörnigen (hier Sande mit wechselnden bindigen Anteilen) und feinkörnigen Böden (hier Geschiebelehme und -mergel)
Schicht 5	Quartär (Saale-Kaltzeit) hier: gemischtkörnige bis feinkörnige Böden (Geschiebelehme und Geschiebemergel) mit deutlich erhöhten bindigen Anteilen sowie in dieser Schicht linsenförmig in geringer Schichtstärke „eingeschlos- sene“ nichtbindige bis gemischtkörnige Böden (Sand- linsen) mit fehlenden bis sehr geringen bindigen Anteilen
Schicht 6	Quartär (Saale-Kaltzeit) hier: in Schicht 5 „eingeschlossene“ gemischtkörnige Böden (Sandlinsen) mit geringen bis mäßigen bindigen Anteilen
Schicht 7	Kreide, stark bis sehr stark verwittert hier: meist feinkörnige Böden (Mergel in Form wechselnd konsistenter Schluffe/Tone) mit z.T. eingeschaltetem Gesteinsbruch
Schicht 8	Kreide, noch stärker verwittert hier: feinkörnige Böden (Mergel in Form hoch konsistenter/ hoch kohäsiver Schluffe/Tone) mit bereits eingelagerten Gesteinsplatten / Gesteinsbänken
Schicht 9	Kreide, verwittert bis schwach verwittert hier: weitestgehend felsartiger Baugrund in Form plattiger, z.T. bankiger Mergel / Mergelsteine / Kalksteine

Hinsichtlich der **Lösbarkeit** lassen sich die Schichten 1 bis 7 – explizit in Schicht 5 ggf. sporadisch eingeschalteter Blöcke („Findlinge“) – nach der DIN 18300 (Erdarbeiten – Lösen) zu dem „Homogenbereich“ LÖS-A, die Schichten 8 und 9 zu dem „Homogenbereich“ LÖS-B zusammenfassen. Während sich der Bereich LÖS-A weitestgehend mit dem Einsatz glatter Schneiden lösen lassen dürfte, sind im Bereich von LÖS-B bereits Schaufeln / Schneiden mit Zahnbesatz zum Reißen von Gesteinsplatten, optional auch Meiselvorrichtungen zum Lockern / Lösen härterer Kalksteinbänke, zu berücksichtigen.

Hinsicht der **Einbaufähigkeit** der Aushubböden empfiehlt sich aus gutachterlicher Sicht unter Beachtung der DIN 18 300 (Erdarbeiten – Einbauen) eine Differenzierung in nachfolgende „Homogenbereiche“:

Schicht 1	EIN-A (nur Grünflächen)
Schicht 2 + 3	EIN-B (bei fachgerechter Separierung einer vergleichbaren Nutzung, alternativ RC-Anlagen zuzuführen)
Schichten 4 bis 7	EIN-C (gemischtkörnige bis feinkörnige Böden mit entsprechender Wasserempfindlichkeit und wechselnd reduzierter Wasserdurchlässigkeit, nur eingeschränkt untereinander separierbar)
Schichten 8 und 9	EIN-D (hoch konsistente feinkörnige Böden mit Gesteinsplatten sowie felsartiger Baugrund, wasser- und verwitterungsempfindlich)

Hinsicht der **Bohrbarkeit** des Untergrundes empfiehlt sich aus gutachterlicher Sicht unter Beachtung der DIN 18 301 (Bohrarbeiten), die Schichten 1 bis 7 zu dem „Homogenbereich“ BOHR-A, die Schichten 8 und 9 zu dem „Homogenbereich“ BOHR-B zusammenzufassen. Bzgl. der Bohrbarkeit des felsartigen Baugrundes (Schicht 9, ggf. auch bereits Schicht 8) sind stark variierende einaxiale Druckfestigkeiten der einzelnen Gesteinssteinplatten / Gesteinsbänke zu beachten, wobei gerade im Mergel bzw. Mergelstein eingeschaltete Kalksteinbänke Druckfestigkeiten von $q_{u,k} > 50 \text{ MN/m}^2$ deutlich übersteigen können.

Hinsicht der **Rammpbarkeit** des Untergrundes empfiehlt sich aus gutachterlicher Sicht unter Beachtung der DIN 18 304 (Rammarbeiten) ebenfalls, die Schichten 1 bis 7 zu dem „Homogenbereich“ RAMM-A, die Schichten 8 und 9 zu dem „Homogenbereich“ RAMM-B zusammenzufassen. In den Schichten 8 und 9 bilden dann sowohl Mergelsteinplatten als auch Kalksteinbänke entsprechende Rammhindernisse.

3.3 Verwendung/Verwertung von Aushub- bzw. Abtragmaterial unter bodenphysikalischen / bodenmechanischen Gesichtspunkten

Das im obersten Profilabschnitt der tangierten Grünflächen im Zuge des Abtragsarbeiten anfallende „Mutterbodenäquivalent“ weist infolge der enthaltenen Humusführung mit dem möglichen Humuszersatz bei Sauerstoffzutritt eine fehlende Raumbeständigkeit auf und ist folglich ausschließlich im Rahmen der Modellierung künftiger Grünflächen bzw. begrünter Erdbauwerke vorzusehen und/oder einer deponietechnischen Verwertung zuzuführen.

Die ungebundenen Bettungen sowie Trag- und Frostschutzschichten der tangierten Verkehrs- und Spielflächen repräsentieren bei fachgerechter Separierung von den restlichen Aushubgemengen im Sinne der ZTV-A-StB 97 grundsätzlich Böden / Schüttungen der Verdichtbarkeitsklasse V 1 und somit an für sich ein vergleichsweise günstiges Füll-, Auftrags- und Stabilisierungsmaterial (letzteres primär die Tragschichten) für künftige Hoch- und Tiefbaumaßnahmen. Bei partiell leicht erhöhten bindigen Anteilen kann eine erneute Nutzung der Tragschichten in neuen, dann frostsicher zu haltenden Verkehrsflächenoberbauten eingeschränkt sein.

Die örtlich erfassten „Drainschichten“ aus Silikatschlacke / Glasasche können bei fachgerechter Separierung vom restlichen Aushub und partiell verlehmteter Abschnitte durchaus wieder einer vergleichbaren Nutzung zugeführt werden.

Ansonsten ist – zusammen mit den o. a. Bettungen sowie Trag- und Frostschutzschichten – auch eine Verwertung in Aufbereitungsanlagen für Recycling-Baustoffe denkbar, wo die Gemenge dann Bestandteil güteklassifizierter RC-Sande / RC-Schotter werden.

Der weitere Aushub wird im Sinne der ZTV-A-StB 97 heterogene Gemenge der Verdichtbarkeitsklassen V 2 (leicht bis mäßig bindige, oder z.T. verlehmtete Sande) und V 3 (Geschiebelehme / Geschiebemergel) repräsentieren, welche nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand kaum voneinander separiert werden können.

Bodengemenge der Verdichtbarkeitsklassen V 2 und V 3 weisen infolge der enthaltenen bindigen Anteile generell eine erhöhte Wasser- und Frostempfindlichkeit auf und lassen sich folglich grundsätzlich nur im max. erdfeuchten Zustand („optimaler Wassergehalt“ ist zu beachten) und bei trockener Witterung fachgerecht einbauen und verdichten.

Bei zu hohen Wassergehalten ist eine Überführung dieser Gemenge in einen einbau- und verdichtungsfähigen Zustand wahlweise mittels der Zugabe von Kalk/Feinkalk oder von Kalk-Zement-Mischbindemitteln (hier z.B. DOROSOL C 50 oder C 70) möglich.

Während die Zugabe von Kalk/Feinkalk lediglich zu einer Herabsetzung des Wassergehaltes beiträgt, wird mittels der Zugabe von Kalk-Zement-Mischbindemitteln gleichzeitig die Eigensteifigkeit / „Druckfestigkeit“ des Bodensubstrates deutlich erhöht, was dann gerade für die Gemenge der Verdichtbarkeitsklasse V 3 gelten würde.

Werden die hoch kohäsiven Lehme / Mergel der Verdichtbarkeitsklasse V 3 ohne zusätzliche Stabilisierungs- bzw. Verbesserungsmaßnahmen im max. erdfeuchten Zustand fachgerecht eingebaut und verdichtet, ist im Falle einer Überbauung dieser Einbauböden mit Hochbauten sowie mit versiegelten Verkehrsflächen auch deren Langzeitkonsolidierung zu beachten. Gleichzeitig kann das fachgerecht eingebaute Bodensubstrat bei einer dann noch steifen, u.U. steif- bis halbfesten Konsistenz in oberflächennahen Einbaubereichen im Falle einer witterungsbedingten Austrocknung (dann primär im Übergang zu Grünflächen sowie im Anschluss zu verstärkter Vegetation) einem Schrumpfungsprozess unterliegen.

Soll eine Langzeitkonsolidierung des Einbaumaterials der Verdichtbarkeitsklasse V 3 unterbunden und gleichzeitig eine höhere Eigensteifigkeit des Einbaumaterials bewirkt werden, empfiehlt sich im Zuge des Einbaus generell eine „Vermörtelung“ dieser Böden mittels Kalk-Zement-Mischbindemitteln. Die „Vermörtelung“ führt dann gleichzeitig zu einer deutlichen Reduzierung der Schrumpfungsempfindlichkeit durch Austrocknungsprozesse.

Unabhängig von der Eigensteifigkeit / „Druckfestigkeit“ und einer ggf. zur Verbesserung der Tragfähigkeitseigenschaften durchgeführten „Vermörtelung“ mittels Kalk-Zement-Mischbindemitteln sind im Falle der Verwertung der Lehme / Mergel deren wasserstauenden Eigenschaften zu beachten.

Wird für Einbaubereiche eine entsprechende Wasserdurchlässigkeit mit der Vermeidung eines zügigen Einstaus von versickerndem Oberflächenwasser gefordert, sind diese wasserstauenden Aushubgemenge von einem Einbau in diesen Bereichen grundsätzlich auszuschließen.

Anzustreben ist in erster Linie eine Verwertung der Böden der Verdichtbarkeitsklassen V 2 und V 3 im Rahmen größerflächiger Geländeausgleichsmaßnahmen, ggf. auch im Bereich künstlich modellierter Erdbauwerke (z.B. Lärmschutzwälle), wobei nicht mit Kalk-Zement-Mischbindemitteln „vermörtelte“ Bodenpartien der Verdichtbarkeitsklasse V 3 am besten mit Hilfe von Schafffußwalzen verdichtet werden.

3.4 Verwendung/Verwertung von Aushub- bzw. Abtragmaterial unter umweltrelevanten Gesichtspunkten / organoleptische Bewertung des Probenmaterials

Die organoleptische, sprich die optische und geruchliche Bewertung der entnommenen Boden- und Materialproben der anthropogenen Auffüllungen und Umlageungsböden sowie des „gewachsenen“ Baugrundabschnitts ergab keine Hinweise auf möglicherweise deutlich erhöhte Schadstoffbelastungen des Untergrundes mit einer daraus u.U. resultierenden Gefährdung der zu berücksichtigten Schutzgüter (hier z.B. Mensch bzw. Lebewesen und Grundwasser).

Zu beachten ist aber, dass insbesondere die Tragschichten der versiegelten Freiflächenabschnitte mitunter auch Einschlüsse von „Fremdmaterial“, wie z.B. Bauschutt, enthalten, was dann durchaus zu einer „Minderbelastung“ dieser Schüttungen mit umweltrelevanten Schadstoffen und einem damit verbundenen Mehraufwand bei der externen Verwertung im Sinne der geltenden Regelwerke / Verordnungen führen kann.

Von dem erbohrten Bodenmaterial / Schüttgut ist aus gutachterlicher Sicht maximal die Bildung und Analytik von nachfolgenden Mischproben zielführend, wobei dann im Vorfeld der angestrebten umwelttechnischen Laboruntersuchungen noch geprüft werden müsste, ob die aus den verschiedenen „Horizonten“ gewonnene Probenmenge überhaupt für eine fachgerechte Untersuchung gemäß der Untersuchungsprogramme der zwischenzeitlich meist maßgebenden Ersatzbaustoffverordnung (als Bestandteil der Mantelverordnung) überhaupt ausreicht.

Dies wären die maximal denkbaren Mischproben:

- 1) aufgefülltes „Mutterbodenäquivalent“
- 2) Bettungen, Tragschichten und Frostschutzschichten der versiegelten Freiflächenabschnitte einschließlich der örtlich erfassten „Drainschichten“
- 3) Weitere anthropogen aufgefüllte / umgelagerte Sande und Geschiebelehme
- 4) „gewachsener“, sprich natürlich gebildeter Baugrund

Im Hinblick auf die bauherrenseits noch anvisierten umwelttechnischen Laboruntersuchungen werden die im Gelände am 28.04.2025 entnommenen Material- und Bodenproben noch bis max. 6 Monate nach Durchführung der örtlichen Baugrunduntersuchung in den Räumen der igb GbR zurückgestellt. Erfolgt bis zum Ablauf dieser Frist keine Rückmeldung durch den Bauherrn und / oder einen autorisierten Planer / Bauleiter, werden die Proben unverzüglich einer geregelten Entsorgung zugeführt.

3.5 Tragfähigkeit des Untergrundes, Gründungsempfehlung, Belastung des Untergrundes, Setzungsverhalten

Das in Kapitel 1 für eine konventionelle Flachgründung über bewehrte Streifenfundamente, ggf. auch örtlich über bewehrte Einzelfundamente kalkulierte Gründungsniveau (Fundamentunterkante) verläuft unter Ansatz der in Kapitel 1.0 vorläufig angenommenen OKFF-EG teilweise noch oberhalb des „Abtragplanums“ (Basis des in den tangierten Grünflächen und örtlich unversiegelten Spielflächen aufzunehmenden „Mutterbodenäquivalents“ / Rindenmulches), meist aber im Niveau der Aufbauten der versiegelten Freiflächen, im Niveau der örtlich erfassten „Drainschichten“ aus Glasasche bzw. Silikatschlacke, im Niveau anthropogen aufgefüllter / umgelagerter Geschiebelehme und wechselnd bindiger Sande sowie im Niveau des „gewachsenen“ Baugrundes in Form eines Geschiebelehms und Geschiebemergels mit in unterschiedlichem Maße eingeschalteten Geschiebesandlinsen.

Sollte eine Flächengründung über bewehrte Bodenplatten anvisiert werden, würde die Unterkante der Stahlbetonsohlen – mit Ausnahme der umlaufenden Frostschrüben und ggf. unter höher belasteten Einzelstützen zwecks Wahrung der Durchstanzsicherheit integrierter Einzelfundamente – noch zumeist oberhalb der Rückbauebene der Oberflächenversiegelungen bzw. oberhalb des „Abtragplanums“ (s.o.), örtlich (s. z.B. RKS 1) bereits im Niveau der vorhandenen Verkehrsflächenaufbauten verlaufen.

Bei der Konzipierung der Gründung zur Vermeidung unverträglicher Setzungen und insbesondere unverträglicher Setzungsdifferenzen in den tragenden Hochbaukonstruktionen ist einerseits die im oberen Profilabschnitt bis in Tiefen um 1 m unter aktueller GOK meist reduzierte Konsistenz (dann weich- bis steif) der „gewachsenen“ sowie z.T. anthropogen umgelagerten Geschiebelehme und Geschiebemergel, andererseits auch die ohne Anwesenheit dichten Strauchwerks sowie von Bäumen in der Regel bis 1,5 m unter künftiger GOK meist erhöhte Schrumpfungsempfindlichkeit dieser Böden bei witterungsbedingter Austrocknung zu beachten.

Im Falle eines direkten **Lasteintrags über Fundamente** in den anstehenden Baugrund, müsste dann durch eine entsprechende Tieferführung über Magerbeton sichergestellt werden, dass die tiefergeführten Gründungskörper einerseits in einen mindestens steifen Lehm- bzw. Mergelboden oder in einem mindestens mitdicht gelagerten Geschiebesand, andererseits im Randbereich stets bis mindestens 1,5 m unter die künftige Geländeoberkante geführt werden.

Im direkten Übergang zum Bestandskeller ist in Anlehnung an die Vorgaben der DIN 4123 grundsätzlich eine Abtreppung / Tieferführung der Fundamente über Magerbeton bis auf das Gründungsniveau des Bestandskellers umzusetzen.

Da die Tieferführung von Fundamenten über Magerbeton aufgrund des teilweise möglichen Anschnitts wassergesättigter, im Anschnitt dann fließfähiger/instabiler Geschiebesandlinsen durchaus erschwert werden kann, ist zu überlegen, ob die Fundamente – mit Ausnahme des direkten Übergangs zum Bestandkeller – nicht auf einem lastverteilenden / setzungsmindernden, zugleich linienförmig hergestellten Schotterpolster abgesetzt werden können.

Das Schotterpolster (zu empfehlen ist güteklassifizierter HKS 0/45 mit bindigen Anteilen von < 5 Gew.-%, einer generell fehlenden Ton-Fraktion sowie einer stetig steigenden Körnungslinie) ist dann in einer Mindeststärke von 50 cm mit einem seitlichen Überstand von 50 cm herzustellen und im Bereich der Außenfundamente gleichzeitig bis mindestens 1,5 m unter die künftige GOK zu führen.

Sollte im konstruktiven Auflager für das unter Fundamenten hergestellte Schotterpolster örtlich noch Glasasche / Silikatschlacke angetroffen werden, ist diese aufzunehmen und gegen das Schottermaterial zu ersetzen.

Als Alternative zu einer konventionellen Fundamentgründung bietet sich bei dem angetroffenen Baugrund eine **Flächengründung über bewehrte Stahlbetonsohlen mit umlaufend konstruktiv „angehängten“ Frostschrüzen** an.

Während die Frostschrüzen dann analog zu Streifenfundamenten entweder über Magerbeton in einen als gut tragfähig eingestuften Baugrund geführt oder auf einem Schotterpolster ausreichender Einbindung (zur Vermeidung unverträglicher Schrumpfungssetzungen) abgesetzt werden müssten, könnten die Stahlbetonsohlen auf einem flächigen Niveaueausgleich aus geeignetem Füllboden / Schüttgut gebettet werden.

Direkt unter den Stahlbetonsohlen samt Sauberkeitsschicht und ggf. ausgeführter Unterdämmung ist dann der Einbau einer mindestens 30 cm starken kapillarbrechenden Kies- oder Schotterlage guter Wasserdurchlässigkeit zu achten.

Darunter können auf Höhe der entsiegelten Bettungen und Tragschichten oder auf Höhe freigelegter Glasasche / Silikatschlacke direkt nichtbindige, zugleich raumbeständige Füllsande, auf Höhe freigelegter Geschiebelehme zunächst eine mindestens 30 cm starke Schotterlage (z.B. HKS 0/45), zwecks Stabilisierung des Untergrundes mit den darüber folgenden Füllsanden eingebaut werden.

Sollten ggf. im geplanten Lerngebäude auch hoch belastete Einzelstützen realisiert werden, müsste hier in Abstimmung mit dem Unterzeichner auch bei einer Flächengründung u.U. ein verstärktes Schotterpolster zur Reduzierung der Setzungen ausgeführt werden.

Sämtliche Einbaugemenge im Fundament- und Sohlenunterbau sind mittels adäquater Verdichtungsgeräte auf 98 bis 100 % der einfachen Proctordichte zu verdichten. Hierbei sind die Verdichtungsgeräte seitens des ausführenden Erdbauunternehmens stets so zu wählen und einzustellen, dass nur das bei Bedarf fach-

gerecht drainierte Einbaumaterial eine dynamische Belastung erfährt und dynamische Lasten in den vielfach strukturempfindlichen Baugrund generell ausgeschlossen werden.

Die **Fundamentplatte der Aufzugsunterfahrt des neuen Lerntrakts** ist generell auf einem Schotterpolster zu betten. Im Falle eines Auflagers des Schotters im steifen Lehm / Mergel kann die Schotterstärke mit 0,3 m gewählt werden. Bei ggf. noch weich- bis steifen Böden ist eine Verstärkung des Schotterpolsters auf 0,5 m vorzunehmen.

Bei der statischen Bemessung **bewehrter Streifenfundamente** und auch z.T. anvisierter **Einzelfundamente** wird für den statischen Nachweis der Grenzzustände der Tragfähigkeit GZ 1B (Versagen von Bauwerken und Bauteilen / hier primär Grundbruch) sowie der Gebrauchstauglichkeit GZ 2 im Sinne der DIN 1054:2005-01 (einschl. Korrektur bis 2008-01) bei einer rechnerisch seitens des Unterzeichners zugleich zur Vermeidung unverträglicher Setzungsdifferenzen zum angrenzenden Gebäudebestand sowie auch innerhalb der tragenden Hochbaukonstruktionen der anvisierten Erweiterungsbauten zunächst rechnerisch wahlweise auf max. $s = 1,0$ cm bzw. $s = 1,5$ cm begrenzten Fundamentsetzung (**zulässige Setzung ist seitens des Tragwerksplaners festzulegen**) eine Dimensionierung der Gründungkörper mit nachfolgenden aufnehmbaren charakteristischen Sohldrücken σ_{zul} (früher zulässige Bodenpressung bzw. mittlere Sohlnormalspannung) empfohlen:

Streifenfundamente auf Magerbetonstreifen (rechner. Mindesteinbindetiefe 1,5 m unter angrenzender GOK, Innenfundamente 1,5 m unter OKFF-EG)

Einbindetiefe d (m)	Fundamentbreite b (m)	aufnehmbarer Sohldruck σ_{zul} (kN/m ²)	Setzung s (cm)	Bettungsmodul $k_{s,k}$ (MN/m ³)
1,5	0,5	206	1.0	20.5
1,5	0,6	184	1.0	18.5
1,5	0,7	170	1.0	17
1,5	0,8	157	1.0	16
1,5	0,9	148	1.0	15
1,5	1,0	140	1.0	14
1,5	1,1	133	1.0	13.5
1,5	1,2	127	1.0	12.5
1,5	1,3	122	1.0	12
1,5	1,4	118	1.0	12
1,5	1,5	115	1.0	11.5

Streifenfundamente auf Magerbetonstreifen (rechner. Mindesteinbindetiefe 1,5 m unter angrenzender GOK, Innenfundamente 1,5 m unter OKFF-EG)

Einbindetiefe d (m)	Fundamentbreite b (m)	aufnehmbarer Sohldruck σ_{zul} (kN/m ²)	Setzung s (cm)	Bettungsmodul $k_{s,k}$ (MN/m ³)
1,5	0,5	300	1.5	20
1,5	0,6	270	1.5	18
1,5	0,7	248	1.5	16.5
1,5	0,8	230	1.5	15.5
1,5	0,9	216	1.5	14.5
1,5	1,0	203	1.5	13.5
1,5	1,1	194	1.5	13
1,5	1,2	186	1.5	12.5
1,5	1,3	179	1.5	12
1,5	1,4	173	1.5	11.5
1,5	1,5	168	1.5	11

Einzelfundamente (Verhältnis a/b $\approx$ 1) auf Magerbetonsockeln / (rechner. Mindesteinbindetiefe 1,5 m unter angrenzender GOK, Innenfundamente 1,5 m unter OKFF-EG)

Einbindetiefe d (m)	Fundamentbreite b (m)	aufnehmbarer Sohldruck σ_{zul} (kN/m ²)	Setzung s (cm)
1,5	1,0	238	1.0
1,5	1,25	208	1.0
1,5	1,5	175	1.0
1,5	1,75	161	1.0
1,5	2,0	144	1.0
1,5	2,25	134	1.0
1,5	2,5	125	1.0

**Einzelfundamente (Verhältnis $a/b \approx 1$) auf Magerbetonsockeln /
(rechner. Mindesteinbindetiefe 1,5 m unter angrenzender GOK,
Innenfundamente 1,5 m unter OKFF-EG)**

Einbindetiefe d (m)	Fundamentbreite b (m)	aufnehmbarer Sohldruck σ_{zul} (kN/m ²)	Setzung s (cm)
1,5	1,0	350	1.5
1,5	1,25	304	1.5
1,5	1,5	257	1.5
1,5	1,75	233	1.5
1,5	2,0	211	1.5
1,5	2,25	197	1.5
1,5	2,5	184	1.5

**Streifenfundamente auf mindestens 0,5 m starkem Schotterpolster
(rechner. Mindesteinbindetiefe 0,8 m unter angrenzender GOK,
Innenfundamente 0,8 m unter OKFF-EG)**

Einbindetiefe d (m)	Fundamentbreite b (m)	aufnehmbarer Sohldruck σ_{zul} (kN/m ²)	Setzung s (cm)	Bettungsmodul $k_{s,k}$ (MN/m ³)
0,8	0,5	190	0.78	24.5
0,8	0,6	196	0.95	20.5
0,8	0,7	184	1.0	18.5
0,8	0,8	168	1.0	17
0,8	0,9	155	1.0	15.5
0,8	1,0	145	1.0	14.5
0,8	1,1	137	1.0	13.5
0,8	1,2	131	1.0	13

**Streifenfundamente auf mindestens 0,5 m starkem Schotterpolster
 (rechner. Mindesteinbindetiefe 0,8 m unter angrenzender GOK,
 Innenfundamente 0,8 m unter OKFF-EG)**

Einbindetiefe d (m)	Fundamentbreite b (m)	aufnehmbarer Sohldruck σ_{zul} (kN/m ²)	Setzung s (cm)	Bettungsmodul $k_{s,k}$ (MN/m ³)
0,8	0,5	190	0.78	24.5
0,8	0,6	196	0.95	20.5
0,8	0,7	220	1.21	18
0,8	0,8	236	1.44	16.5
0,8	0,9	227	1.5	15
0,8	1,0	212	1.5	14
0,8	1,1	200	1.5	13.5
0,8	1,2	189	1.5	12.5

**Einzelfundamente (Verhältnis $a/b \approx 1$)
 auf mindestens 0,5 m starkem Schotterpolster
 (rechner. Mindesteinbindetiefe 0,8 m unter angrenzender GOK,
 Innenfundamente 0,8 m unter OKFF-EG)**

Einbindetiefe d (m)	Fundamentbreite b (m)	aufnehmbarer Sohldruck σ_{zul} (kN/m ²)	Setzung s (cm)
0,8	1,0	300	1.0
0,8	1,25	250	1.0
0,8	1,5	202	1.0
0,8	1,75	180	1.0
0,8	2,0	168	1.0
0,8	2,25	144	1.0
0,8	2,5	130	1.0

**Einzelfundamente (Verhältnis $a/b \approx 1$)
auf mindestens 0,5 m starkem Schotterpolster
(rechner. Mindesteinbindetiefe 0,8 m unter angrenzender GOK,
Innenfundamente 0,8 m unter OKFF-EG)**

Einbindetiefe d (m)	Fundamentbreite b (m)	aufnehmbarer Sohldruck σ_{zul} (kN/m ²)	Setzung s (cm)
0,8	1,0	323	1.08
0,8	1,25	340	1.5
0,8	1,5	295	1.5
0,8	1,75	261	1.5
0,8	2,0	228	1.5
0,8	2,25	210	1.5
0,8	2,5	192	1.5

Zwischenwerte können in allen Belastungstabellen jeweils linear interpoliert werden.

Die benannten aufnehmbaren charakteristischen Sohldrücke entsprechen dabei jeweils dem Lastfall LF 1 der DIN 1054 für den Grenzzustand GZ 1 bei lotrechter Sohldruckbeanspruchung. Die bewehrten Fundamente sind bei den Lasten voll zu berücksichtigen, während Magerbeton mit 20 % in Ansatz zu bringen ist.

Bei einer Bemessung der Fundamente gemäß DIN 1054: 2010 / EC 7-1 ist der aufnehmbare charakteristische Sohldruck der DIN 1054: 2005-01 mit dem Faktor 1,4 zu multiplizieren und entspricht dann dem Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstandes.

Für den Nachweis des Grenzzustandes der Gebrauchstauglichkeit GZ 2 wurde die Fundamentsetzung rechnerisch wahlweise auf max. $s = 1,0$ cm bzw. auf $s = 1,5$ begrenzt.

Die rechnerischen Setzungen liegen je nach Fundamentbreite / Fundamentgrundfläche bei jeweils vollständiger Ausnutzung der in den Tabellen dargelegten charakteristischen Sohldrücke demzufolge in Größenordnungen zwischen rd. $s = 0,8$ und $1,0$ cm bzw. zwischen rd. $s = 0,8$ und $1,5$ cm.

Die allein durch verbleibende Inhomogenitäten des natürlichen Baugrundes erwarteten Setzungsdifferenzen betragen bei der konventionellen Flachgründung über bewehrte Fundamente in Abhängigkeit von Fundamentbreite / Fundamentquerschnitt und Sohldruck rechnerisch $\Delta s \leq 0,4$ cm (rechnerische Maximal-

setzung $s = 1 \text{ cm}$) bzw. rechnerisch $\Delta s \leq 0,75 \text{ cm}$ (rechnerische Maximalsetzung $s = 1 \text{ cm}$) auf einer geschätzten Entfernung von $\geq 5 \text{ m}$; dies entspricht dann einer maximalen Winkelverdrehung $\alpha = 1/1.000$ bzw. von $\alpha = 1/750$ und somit einer für vergleichbare Hochbauten üblicherweise noch tolerierbaren Größenordnung (Annahme ist durch den Tragwerksplaner zu prüfen).

Kommt eine **Flächengründung** über bewehrte Bodenplatten mit umlaufend konstruktiv „angehängten“ Frostschrüzen zur Ausführung und wird diese statisch nach dem Bettungsmodulverfahren bemessen, ist bei den vorab seitens des Unterzeichners grob abgeschätzten charakteristischen Lasten tragender Wände / Stützen der Ansatz eines **statischen Bettungsmoduls k_s** in Größenordnungen **zwischen 11 und 14 MN/m³** realistisch, wobei der höhere Wert nur den Randstreifen mit einer Breite $b \leq 1 \text{ m}$ betrifft.

Die rechnerischen Setzungen der geplanten Erweiterungsbauten liegen im Bereich des 1-geschossigen Erweiterungsbaus im Falle einer Flächengründung bei einer zunächst in Größenordnungen um $\sigma = 30/35 \text{ kN/m}^2$ kalkulierten mittleren Gebäudeflächenlast bei $s \leq 0,6/0,7 \text{ cm}$, im Bereich des 2-geschossigen Erweiterungsbaus im Falle einer Flächengründung bei einer zunächst in Größenordnungen um $\sigma = 50/55 \text{ kN/m}^2$ kalkulierten mittleren Gebäudeflächenlast bei $s \leq 1 \text{ cm}$.

Die mit den erdstatischen Berechnungen ermittelten Verformungen / aufnehmbaren charakteristischen Sohldrücke basieren auf den im Kap. 2.3 angeführten charakteristischen Bodenkenngrößen des angetroffenen Baugrundes.

Für zusätzlich eingebautes Schüttungs- bzw. Füll- und Auftragsmaterial werden die nachfolgenden charakteristischen Bodenkenngrößen in Ansatz gebracht:

Hartkalkstein-Schotter
(Körnung z.B. 0/45 oder 5/45),
im direkten Sohlenunterbau
ggf. auch güteklassifizierter Kies der Körnung 4/32

Feuchtraumgewicht γ_k	:	19 - 20	kN/m ³	(Rechenwert 19,5 kN/m ³)
Wichte unter Auftrieb γ'_k	:	11 - 12	kN/m ³	(Rechenwert 11,5 kN/m ³)
Kohäsion c'_k	:	0	kN/m ²	(Rechenwert 0 kN/m ²)
Reibungswinkel φ'_k	:	35 - 40	°	(Rechenwert 35 °)
Steifemodul $E_{s,k}$	:	80 - 100	MN/m ²	(Rechenwert 80 MN/m ²)

nichtbindige Füllsande

Feuchtraumgewicht γ_k	:	18 - 19	kN/m ³	(Rechenwert 18,5 kN/m ³)
Wichte unter Auftrieb γ'_k	:	10 - 11	kN/m ³	(Rechenwert 10,5 kN/m ³)
Kohäsion c'_k	:	0	kN/m ²	(Rechenwert 0 kN/m ²)
Reibungswinkel φ'_k	:	32,5 - 35	°	(Rechenwert 32,5 °)
Steifemodul $E_{s,k}$	:	40 - 60	MN/m ²	(Rechenwert 40 MN/m ²)

3.6 Bauzeitliche Wasserhaltungsmaßnahmen, Trockenhaltung der erdberührten Bauteile

Bei den Erd- und Gründungsarbeiten zur Realisierung der geplanten Erweiterungsbauten ist neben dem Oberflächenwasser, dass temporär in den gröberkörnigeren Schüttungen / Füllböden oberhalb der wasserstauenden Geschiebelehme aufgestaute Sickerwasser und das ggf. im Bereich innerhalb der Geschiebelehme / Geschiebemergel befindlicher Geschiebesandlinsen angeschnittene Schichtenwasser in offener Wasserhaltung gemäß VOB abzuführen.

Die gröberkörnigen Sohlenunterbauten sowie ggf. auch unter Fundamenten / Frostschränken hergestellte Schotterpolster (s. Ausführungen in Kapitel 3.5) fungieren dabei als bauzeitliche Flächenfilter, die mit Hilfe provisorisch eingerichteter Pumpensümpfe und ggf. unter dem Schotter in filterstabilem Schüttgut mitgeführten Baudrainagen „trocken“ gehalten werden können.

Gleiches gilt für die in der „Minibaugrube“ der Aufzugsunterfahrt des neuen Lerntraktes empfohlene Grobschüttung.

Bauzeitliche Schotterflächenfilter sind zur Stabilisierung des Baugrundes sowie zur Fassung und Ableitung angeschnittener/anfallender Wässer auch in der Sohle neuer Kanal- und Leitungsgräben zu empfehlen.

Der losweise Einsatz einer geschlossenen Wasserhaltung ist nur optional für den nicht ganz auszuschließenden Anschnitt wasserführender Geschiebesandlinsen größerer Ausmaße zwecks Stabilisierung der Abgrabungswände und Abgrabungswände auszuschreiben.

Infolge des neben den dann in geschlossener Wasserhaltung vorzuentwässernden Sandlinsen überwiegend stärker wasserstauenden Baugrundes wären dann anstatt konventioneller Kleinfilteranlagen modifizierte Kleinfilter-Bohr-Brunner mit Kies- oder Grobsandummantelung zu empfehlen, die eine Entwässerung des Baugrundes über die gesamte Filterstrecke ermöglichen.

Hinsichtlich der Isolierung / Konzipierung der erdberührten Bauteile gegen mögliche Feuchte- bzw. Vernässungsschäden ist seitens der planenden Architekten / Bauingenieure die DIN 18 533-1 zu berücksichtigen.

Während die Aufzugsunterfahrt bei den in Kapitel 2.2.2 dargelegten hydrogeologischen Rahmenbedingungen grundsätzlich für den Lastfall „drückendes“ Wasser ausgelegt und als Stahlbetonkonstruktion mit druckwasserdichter Haltung von Fugen und Leitungsdurchlässen konzipiert werden sollte, setzt eine alleinige Isolierung der weiteren erdberührten Bauteile der nichtunterkellerten Erweiterungsbauten gegen Bodenfeuchte bzw. gegen nichtdrückendes Wasser gemäß

der maßgebenden DIN 18 533-1 bis mindestens 0,5 m unterhalb der untersten Abdichtungsebene (meist auf OK-Stahlbetonsohle) einen dauerhaft sehr gut wasserdurchlässigen, zugleich dauerhaft „wasserfreien“ Unterbau mit Durchlässigkeitsbeiwerten $k_f \geq 1 \times 10^{-4}$ m/s voraus.

Diese Forderungen lassen sich im Planraum nur mit der Herstellung eines ausreichend dimensionierten kapillARBrechenden Sohlenunterbaus (s. die in Kapitel 3.5 in einer Stärke von mindestens 0,3 m empfohlene Abschlusslage aus Schotter 5/45 oder aus Kies 4/32) und einer hinreichenden Anhebung der Unterkante der Stahlbetonsohle über die umliegenden Grundstücksflächen realisieren. Die Sohlenunterkante sollte dann auf jeden Fall höher als die aktuell vorhandenen Freiflächen liegen. Eine ggf. geplante Anhebung der Geländeoberkante im unmittelbaren Anschluss zu den künftigen Erweiterungsbauten dürfte dann nur mit gut wasserdurchlässigen Füllboden und einer Modellierung der Hausanschlussflächen mit Gefälle in die umliegend morphologisch tieferen Geländeabschnitte erfolgen.

Ohne diese Umsetzung wäre eine ausschließliche Isolierung der erdberührten Bauteile gegen Bodenfeuchte bzw. gegen nichtdrückendes Wasser nur mit dem benannten kapillARBrechenden Sohlenunterbau in Verbindung mit einer dauerhaft funktionierenden Drainage zur fachgerechten Ableitung temporärer Oberflächen-, Stau- und Schichtenwässer möglich. Kann diese Drainage dann weder technisch noch genehmigungsrechtlich realisiert werden, ist eine Ausführung der Gebäude-sohlen in WU-Beton mit druckwasserdichter Haltung von Fugen und Leitungsdurchlässen zielführend.

Sollte der Bestandskeller nicht für den Lastfall „drückendes Wasser“ oder „zeitweiser Aufstau verzögert versickernder Oberflächenwasser“ isoliert bzw. konzipiert sein und eine Sicherung gegen mögliche Feuchteschäden in Form eines Drainagesystems besitzen, ist dafür Sorge zu tragen, dass die Drainage nicht bei der Realisierung des direkt angrenzenden Erweiterungsbaus zerstört oder in ihrer Funktion eingeschränkt wird.

3.7 Baugruben-, Graben- und Bestandssicherung, Verfüllung von Arbeitsräumen

Durch Baustellenpersonal begangene bauzeitliche Abgrabungen bzw. Baugruben, Kanal- und Leitungsgräben mit einer Aushubtiefe von mehr als 1,25 m, können auf Höhe der anthropogenen Auffüllungen/Umlagerungsböden sowie der im oberen Profilabschnitt meist minder konsistenten Grundmoränenablagerungen mit teilweise eingeschalteten Geschiebesandlinsen in Anlehnung an die Vorgaben der DIN 4124 überwiegend nur bis max. 45 °, im mindestens steifen Geschiebelehm und Geschiebemergel bei nur sehr untergeordnet in geringer Schichtstärke eingeschalteten Sandlinsen überwiegend bis max. 60 ° abgebösch werden.

Die angeführten Böschungswinkel gelten für max. 5 m hohe / tiefe Abgrabungen ohne zusätzlichen Eintrag aus angrenzenden Verkehrs- und Stapellasten (gilt z.B. auch für einen Baukran) sowie ohne zusätzlichen Lasteintrag aus angrenzender Bebauung bei einem zugleich erdfeuchten bis max. feuchten Bodensubstrat.

Ggf. verstärkt mit wasserführenden Sanden größerer Ausmaße durchsetzte Abgrabungsabschnitte müssen u.U. losweise in geschlossener Wasserhaltung (s. Kapitel 3.6) vorentwässert bzw. vorstabilisiert, alternativ deutlich gegenüber den o.a. Böschungswinkeln abgeflacht werden.

In Bereichen, in denen die o.a. Böschungswinkel aufgrund der räumlichen Gegebenheiten und ggf. zusätzlich in die Abgrabungen einwirkender Lasten u.U. nicht eingehalten werden kann, sind die Abgrabungen über einen statisch nachgewiesenen Verbau zu sichern.

Hierbei empfiehlt sich dann im Bereich größerer Abgrabungen gedungenen Querschnitts in erster Linie ein Träger-Verbau mit Stahlplattenausfachung, während bei der Verlegung neuer Entwässerungskanäle ggf. größerer Einbindung zur Reduzierung der Aushubmassen auch eine Grabensicherung mittels endgesteifter Tafelverbauten (z.B. Krings-Verbau) möglich ist. Im Bereich bereits versiegelter Flächen sind die üblichen Norm-Verbauten der DIN 4124 zu beachten. Hierbei gilt zu beachten, dass das Einbringen von Spundbohlen / Kanaldielen durch die bereits örtlich in reduzierter Tiefe innerhalb des Verwitterungshorizontes der kreidezeitlichen Tonmergel mitunter eingeschalteten Kalksteinplatten / Kalksteinbänke sowie auf Höhe des eiszeitlichen Geschiebelehm / Geschiebemergels ggf. eingeschalteter „Findlinge“ entsprechend behindert wird bzw. behindert werden kann.

Nicht durch Baustellenpersonal begangene Aushubgräben für Fundamenttieferführungen über Magerbeton / unbewehrten Beton werden üblicherweise mit nahezu senkrechter Abschachtung der Grabenwände angelegt und sukzessive zum Aushub mit dem Unterbeton befüllt. Im Falle verstärkt erfasster Sandlinsen ist hier mit Erschwernissen beim Aushub durch Nachfall bei entsprechender „Säuberung“ der Aushubebene und der Notwendigkeit von „Mehrbeton“, u.U. auch mit der Notwendigkeit des Einbaus eines basalen Schotterpolsters in einem dann durch Baustellenpersonal begehbaren Fundamentgraben mit abgeböschten Grabenwänden, zu rechnen.

Für die Verfüllung der Arbeitsräume und auch von Leitungsgräben empfiehlt sich insbesondere unter später versiegelten/befestigten Freiflächen und auch unter den Sohlen der nichtunterkellerten Erweiterungsbauten generell nichtbindiges und raumbeständiges und verdichtungsfähiges Lockergesteinsmaterial gem. DIN 1054 (z. B. nichtbindiger Füllsand) vergleichsweise guter Wasserdurchlässigkeit.

Das letztendlich als Arbeitsraumverfüllung verwendete Material ist hier in einzelnen

Lagen (Lagenstärke ca. 0,3 m) einzubauen und zur Vermeidung von späteren Nachsackungen mittels Stampfern und/oder Flächenrüttlern auf mind. 98 bis 100 % der einfachen Proctordichte zu verdichten.

In Bereichen, in denen neue Grundleitungen im Bereich künftiger Grünflächen mit ausreichendem Abstand zum geplanten Neubau verlegt werden, kann oberhalb der in der Regel im Sand verlegten Rohre auch bindig-lehmiges Aushubmaterial wieder eingebaut werden, sofern hier ein zügiger Aufstau von Niederschlagswasser im Mutterboden/Oberboden toleriert werden kann.

Oberhalb ggf. ausgeführter Drainagen ist auf den Einbau gut wasserdurchlässigen Materials zu achten. Das gilt dann bei Bedarf für die Übergänge zu den Außenfundamenten / Frostschrüzen (s. auch Hinweise in Kapitel 3.6).

4. Weitere Hinweise

Eine Versickerung der auf den Dachflächen anfallenden Niederschlagswässer im Sinne des DWA-Regelwerkes, Arbeitsblatt A 138 (April 2005), über Mulden oder Rohr-Rigolen-Systeme scheidet im Planraum aufgrund des bis in geringem Abstand zur Geländeoberkante meist anstehenden, dann sehr gering wasserdurchlässigen bis hoch wasserstauenden Baugrundes mit der zeitweisen Aufstaumöglichkeit von Porenwasser bis in Oberflächennähe generell aus.

Gemäß der DIN 4149 (neu) liegt der Planraum außerhalb der Erdbebenzonen der Bundesrepublik Deutschland. Der Lastfall Erdbeben kann bei der statischen Bemessung der Hochbaukonstruktionen demnach vernachlässigt werden.

Vor dem Hintergrund der tiefgründig anstehenden Böden erhöhter Schrumpfungsempfindlichkeit im Falle witterungsbedingter Austrocknung sollte bei der Gestaltung der Freiflächen / Außenanlagen darauf geachtet werden, dass keine Bäume und/oder dichtere Sträucher angepflanzt werden, deren Wurzelwerk künftig bis zu den Gründungskörpern der anvisierten Erweiterungsbauten reichen könnte.

Zu Beginn der Erd- und Gründungsarbeiten kann der Baugrundsachverständige bei Bedarf mit präzisierenden Baustellenterminen beauftragt werden.

Im Zuge dieser Ortstermine werden dann die bautechnischen Abläufe gemeinsam mit den ausführenden Bauunternehmen und den zuständigen Fachingenieuren – den örtlichen Gegebenheiten und der endgültigen Ausführungsplanung entsprechend – nochmals erörtert und endgültig festgelegt.

Werden ggf. örtlich von den Ausführungen des Baugrundgutachtens abweichende Untergrundverhältnisse angetroffen, ist ein Baustellentermin durch den Baugrund-

p/2515891 - Baugrundgutachten vom 07.05.2025
Erweiterung der Heinrich-Neuy-Grundschule in 48565 Steinfurt, Kaiser-Otto-Straße 5

sachverständigen zur Präzisierung der weiteren Vorgehensweise auf jeden Fall erforderlich.

Für den Fall einer Umplanung der Gebäudekubatur sowie einer deutlichen Abweichung der endgültigen Ausführungshöhen von den zurzeit angenommenen Höhenkoten mit den daraus abgeleiteten Gründungssohlen ist der Baugrundsachverständige hiervon in Kenntnis zu setzen.

Bei deutlichen Abweichungen zu den Annahmen / Ausführungen des Baugrundgutachtens ist ein entsprechender Nachtrag zum Baugrundgutachten erforderlich.



Gey & John GbR
Beratende Ingenieurgeologen
48157 Münster · An der Kleimannbrücke 13
Tel.: 02 51 / 32 79 09 · Fax: 02 51 / 32 79 28

Dipl.- Geol. I. John