

BAUGRUNDGUTACHTEN

Projektnummer: **p / 2214710**

Projekt: Bebauungsplan Nr. 126a
 „Wohnen an der Marienburg – Erweiterung“
 in 48653 Coesfeld

Auftraggeber/

Bauherr: Coesfeld
 Stadtentwicklungsgesellschaft mbH
 Markt 8
 48653 Coesfeld

Bearbeiter: Dipl.- Geol. I. John

Münster, den 11. August 2022

Anlagen:

Nr. 1.1 Lageplan Bestand, Maßstab ca. 1 : 500,
 mit eingetragenen Bodenaufschlusspunkten

Nr. 1.2 Lageplan Planung, Maßstab ca. 1 : 500,
 mit eingetragenen Bodenaufschlusspunkten

Nr. 2 Ergebnisse von Kleinbohrungen / Rammsondierungen in Schichtenprofilen
 gem. DIN 4023 und Rammdiagrammen gem. DIN EN ISO 22476/2,
 Maßstab d. H. 1 : 25 (Anlagen 2.1 bis 2.3)

Nr. 3 Ergebnisse der Versickerungsversuche im Gelände

Nr. 4 Körnungslinien (Anlagen 4.1 bis 4.3)

Inhaltsverzeichnis

1.	Vorbemerkungen	3
1.1	Standortbeschreibung	4
1.2	Planung	5
2.	Baugrunduntersuchung	6
2.1	Gelände- und Laborarbeiten	6
2.2	Untergrundverhältnisse	9
2.2.1	Baugrundsichtung / Bodenmechanische Eigenschaften	9
2.2.1.1	Anthropogene Auffüllungen / Anschüttungen / Umlagerungen	10
2.2.1.2	Lockergesteine des Quartär	11
2.2.2	Grundwasser, hydraulische Kennwerte	12
2.3	Charakteristische Bodenkenngrößen, Bodengruppen, Frostepfindlichkeitsklassen	15
3.	Bautechnische Folgerungen	18
3.1	Bodenklassen gem. DIN 18 300 (2012)	18
3.2	Allgemeine Verwendungs- bzw. Verwertungsmöglichkeiten von Aushubmaterial unter bodenmechanischen / bodenphysikalischen Gesichtspunkten	18
3.3	Allgemeine Verwendungs- bzw. Verwertungsmöglichkeiten von Aushubmaterial unter umwelttechnischen / umweltrelevanten Gesichtspunkten	21
3.4	Homogenbereiche (2015)	23
3.5	Kanalbau (Tragfähigkeit, Rohraufleger, Wasserhaltung, Kanalgrabensicherung, Kanalgrabenverfüllung)	25
3.6	Straßenbau (Frostsicherheit, Tragfähigkeit, Bodenersatz bzw. Baugrundverbesserung im Straßenunterbau)	28
3.7	Hochbau (Tragfähigkeit, Gründungsempfehlung, Wasserhaltung, Schutz der Gebäude vor Vernässungsschäden, Baugrubensicherung, Arbeitsraumverfüllung)	31
3.8	Versickerungsmöglichkeit von Niederschlagswasser	36
4.	Zusammenfassung, weitere Hinweise, Schlusswort	38

1. Vorbemerkungen

Im Rahmen der Ausweisung weiterer Wohnbauflächen strebt die **Coesfeld Stadtentwicklungsgesellschaft mbH**, Markt 8, 48653 Coesfeld, u.a. im Bebauungsplan Nr. 126a eine Erweiterung des Neubaugebietes „Wohnen an der Marienburg“ zur Bebauung mit Einfamilienwohnhäusern bzw. Reihen- und Doppelhäusern an.

Als Grundlage für die Ausweisung des Standortes zur Wohnbaufläche sowie auch als Grundlage für die dann durchzuführenden Planungen der bautechnischen Umsetzung wurde das **Ingenieurgeologische Büro (igb) Gey & John GbR**, An der Kleimannbrücke 13, 48157 Münster, seitens der Stadt Coesfeld beauftragt, den Baugrund hinsichtlich der bodenmechanischen Eigenschaften sowie der hydrogeologischen Verhältnisse zu erkunden und die Ergebnisse in einem ingenieurgeologischen Baugrundgutachten mit Empfehlungen zu den Erd- und Gründungsarbeiten für die Gewerke Kanalbau, Straßenbau und Hochbau darzulegen.

Neben den technischen Aussagen zur Verlegung der Entwässerungskanäle, zum Bau der Erschließungsstraßen / Erschließungswege und allgemeinen Hinweisen zur Gründung der Hochbauten galt es auch Aussagen zur Wiedereinbaumöglichkeit sowie auch zur externen Verwertungsmöglichkeit der anfallenden Abtrags- und Aushubmenge sowohl unter bodenmechanischen als auch unter umwelttechnischen Gesichtspunkten zu treffen.

Dieses Baugrundgutachten berücksichtigt bezüglich der Verwertungsmöglichkeiten nur die bodenmechanischen Aspekte. Die Bewertung der im Zuge der Abtrags- und Aushubarbeiten erwarteten Bodengemenge unter umweltrelevanten Gesichtspunkten erfolgt zunächst ausschließlich auf Grundlage der organoleptischen, sprich der optischen und geruchlichen Auffälligkeiten der im Rahmen der Baugrunduntersuchung entnommenen Bodenproben. Der Umfang weiterführender chemischer Laboranalysen an den zunächst in den Geschäftsräumen der igb GbR rückgestellten Bodenproben hinsichtlich ggf. im Untergrund vorhandener umweltrelevanter Schadstoffe wird bei Bedarf noch mit den zuständigen Mitarbeitern der Stadt Coesfeld abgestimmt, das Ergebnis dieser Laboruntersuchungen in einer separaten Gutachterlichen Stellungnahme als Nachtrag zu diesem Baugrundgutachten dargelegt.

Ferner beinhalten die beauftragten Leistungen auch eine Untersuchung der Wasserdurchlässigkeit des anstehenden Baugrundes im Hinblick auf eine ggf. mögliche Versickerung der auf versiegelten Flächen sowie Gebäudedächern anfallenden Niederschlagswässer oder auf eine – bei fehlender Versickerungsmöglichkeit – u.U. erforderliche Regenrückhaltung.

1.1 Standortbeschreibung

Das potentielle Erschließungsgebiet liegt am Westrand der Stadt Coesfeld westlich / südwestlich der Straße Kiebitzweide und umfasst größtenteils die südlichen / südöstlichen Abschnitte der noch nicht mit Gräbern belegten Grünflächen der Friedhofsanlage an der Marienburg, im Osten / Nordosten einen Behelfsparkplatz sowie den „Bauhof“ der Friedhofsanlage. Im äußersten Osten / Nordosten tangiert der Planraum im Übergang zur Kiebitzweide einen hier künstlich angelegten Entwässerungsgraben mit Grünstreifen.

Der Planraum weist in West-Ost-Richtung eine maximale Ausdehnung bis knapp 140 m im Süden, in Nord-Süd-Richtung in den östlichen Abschnitten eine Ausdehnung bis knapp 120 m auf (vgl. auch Anlagen 1.1 und 1.2).

Der größte Teil des Planraums stellt im Rahmen der Friedhofseinrichtung für künftige Gräber modellierte Rasen- und Wiesenflächen mit größtenteils unversiegelten, lediglich mit wassergebundener Decke befestigten Fußwegen und teilweise parallel zu den Wegen gepflanzten Baumreihen dar.

Der Behelfsparkplatz und der „Bauhof“ sind lediglich mit größerem Schüttgut befestigt bzw. ohne Oberflächenversiegelung ausgebaut und werden samt des angrenzenden Entwässerungsgrabens von wechselnd dichtem Strauch- und Baumbestand gesäumt.

Im Rahmen einer bereits 2012 für das südlich / südöstlich angrenzende Baugebiet durch die igb GbR durchgeführten Baugrunduntersuchung befand sich im Südosten des damals ausgewiesenen Planraums noch eine geschätzt rd. 50 x 40 m große Geländesenke. Nach seinerzeit erhaltenen Informationen der Stadt Coesfeld diente diese Senke seinerzeit offensichtlich als „Versickerungsmulde“ zur Aufnahme von aus den morphologisch höheren, bereits mit Gräbern belegten Friedhofsabschnitten durch Drainagen gefasstes und somit in seinem Maximalanstieg künstlich begrenztes Grundwasser.

Ob diese Drainagen zur Begrenzung der maximalen Grundwasserstände im Bereich der vorhandenen Grabanlagen und den mit der künftigen Erschließung überplanten Friedhofsabschnitte gegenwärtig noch aktiv sind, entzieht sich der Kenntnis des Unterzeichners. In einem zur Verfügung gestellten Bestandslageplan des Ingenieurbüros Schmidt, Ahaus, wird im Südwesten der geplanten Baugebietserweiterung eine Drainage / Druckrohrleitung mit einem aktuell südöstlich der vorhandenen Grabanlagen positionierten Pumpenschacht dargestellt. Möglicherweise schließen an den Pumpenschacht die Drainagestränge der bereits belegten und/oder zunächst optional in Aussicht gestellten Gräber an. Sofern nicht bereits erfolgt, ist dieser Sachverhalt im Zuge der weiteren Planungen – auch im Hinblick auf die Festlegung eines realistischen Bemessungsgrundwasserstandes für die anvisierten Verkehrs-

Baugrundgutachten p/2214710 vom 11. August 2022:
Bebauungsplan Nr. 126a „Wohnen an der Marienburg – Erweiterung“ in 48653 Coesfeld

flächen, Entwässerungsbauwerke und Gebäudekonstruktionen – noch seitens der planenden Bauingenieure abzuklären.

Die aktuelle Geländeoberkante verläuft im Planraum allein entsprechend des Höhennivellements der Ansatzpunkte der Bodenaufschlüsse der Baugrunduntersuchung zwischen rd. 80.4/80.5 m ü. NN im Norden / Westen und rd. 79.8 m ü. NN im Südosten. Tendenziell liegt somit ein leichtes Gefälle in südöstliche Richtungen vor.

Der Graben im östlichen Anschluss zum Friedhofsgelände mit einer auf Höhe des Planraum in Größenordnungen um 78.5 m ü. NN abgeschätzten Sohle führte zum Zeitpunkt der Baugrunduntersuchung kein Wasser.

1.2 Planung

Der seitens des Auftraggebers zur Verfügung gestellte Entwurf sieht eine Parzellierung des Geländes in 23 Grundstücke zur Bebauung mit Einfamilienwohnhäusern (vorwiegend als Reihen- und Doppelhäuser) vor. Die Lage der Grundstücke und der Erschließungsstraßen / Erschließungswege mit der verkehrstechnischen Anbindung an die Straßen „An der Marienburg“ im Südosten sowie „Kiebitzweide“ im Osten ist dem Lageplan auf der Anlage 1.2 zu entnehmen.

Hinsichtlich der anvisierten Höhenentwicklung der künftigen Wohnbaugrundstücke und der Erschließungsstraße liegen dem Unterzeichner noch keine konkreten Angaben vor.

In Anlehnung an die aktuelle Geländemorphologie innerhalb des Planraums und die Höhenentwicklung der Nachbarflächen wird seitens des Unterzeichners zunächst nur von einer geringfügigen Änderung der aktuellen Geländemorphologie ausgegangen. Großflächig ist eine geringfügige Anhebung der künftigen Geländeoberkante / Fahrbahnoberkante in Größenordnungen von einigen Dezimetern wahrscheinlich.

Der Tiefenverlauf neuer Entwässerungskanäle wird in Abhängigkeit von der Anbindung an die bestehenden Kanal- bzw. Vorflutsysteme des erweiterten Umfeldes und der künftigen Höhenentwicklung des Planraums in Größenordnungen zwischen rd. 0,5 und 3 m unter aktueller Geländeoberkante angenommen, wobei die Schmutzwasserkanalisation im Falle einer Trennkanalisation überwiegend unter dem Niveau der Regenwasserkanalisation verlaufen dürfte. Bei der Ausführung einer Trennwasserkanalisation wird unterstellt, dass die Regenwasserkanäle mit Betonrohren, die Schmutzwasserkanäle mit Steinzeugrohren oder mit duktilen Gussrohren realisiert werden.

Die Erschließungsstraßen / Erschließungswege dürften hauptsächlich den Belastungsklassen Bk0,3 und/oder Bk1,0 nach RStO 12 zugeordnet werden. Hierbei wird

Baugrundgutachten p/2214710 vom 11. August 2022:
Bebauungsplan Nr. 126a „Wohnen an der Marienburg – Erweiterung“ in 48653 Coesfeld

von rd. 50 bis 60 cm starken Oberbauten aus Verbundsteinpflaster- oder Schwarzdeckenversiegelung mit unterlagernder Splittbettung (nur bei Pflasterversiegelung), Schottertragschicht und Frostschutzschicht ausgegangen.

Ggf. zusätzlich geplante Fußwege / Radwege dürften in Anlehnung an die RStO 12 einen rd. 30 cm starken Oberbau aus Pflastersteinen und / oder Schwarzdecke, einer Splittbettung (nur bei Pflasterversiegelung) und einer Schottertragschicht erhalten.

Auf Höhe des Planums (Basis frostsicherer Fahrbahnoberbau) wird bei Durchführung statischer Lastplattendruckversuche stets ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45$ MPa vorausgesetzt. Sollte der Untergrund nicht diese Tragfähigkeitseigenschaften aufweisen, ist statt einer Bodenverbesserung mit Kalk-Zement-Bindemitteln eine Verbesserung der Tragfähigkeitseigenschaften mittels des zusätzlichen Einbaus von grobkörnigem Stabilisierungsmaterial wahrscheinlich.

Hinsichtlich der künftigen Hochbauten wird von einer max. 2-geschossigen Bauweise mit Kellergeschoss, Teilkeller oder dem Verzicht auf eine Unterkellerung ausgegangen. Die Kellergeschosse dürften dabei in Größenordnungen zwischen rd. 2 und 3 m unter die künftige Geländeoberkante in das Erdreich einbinden.

2. Baugrunduntersuchung

2.1 Gelände- und Laborarbeiten

Zur Erfassung der bodenmechanischen, der geologischen und der hydrologischen Untergrundverhältnisse sowie zur Entnahme von Boden- und Materialproben für weiterführende gutachterliche Bewertungen der Bodengemenge im Erdbaulabor und bei Bedarf auch zur Durchführung ergänzender laboranalytischer Untersuchungen zwecks Bewertung der Einbau- und Verwertungsmöglichkeiten unter umweltrelevanten Gesichtspunkten wurden am 25.07.2022 im Bereich des anvisierten Neubaugebietes insgesamt 9 Kleinbohrungen (RKS 1 bis RKS 9) im Rammkernsondierverfahren (gewählter Schlitzdurchmesser 50 bis 36 mm) abgeteuft.

Im Rahmen der Baugrunduntersuchung dienen die Rammkernsondierbohrungen primär zur Ermittlung der Material- und Kornzusammensetzung der mit den Erdarbeiten tangierten Baugrundabschnitte sowie zur Ermittlung des Grundwasserwasserstandes bzw. der Bodenfeuchte.

Zur präzisierenden Bewertung der Lagerungsdichte (rollige bzw. korngestützte Böden) bzw. Konsistenz (bindige bzw. plastische Böden) der erdbau- und grünungsrelevanten Tiefenabschnitte wurden die direkten Aufschlüsse durch insge-

Baugrundgutachten p/2214710 vom 11. August 2022:
Bebauungsplan Nr. 126a „Wohnen an der Marienburg – Erweiterung“ in 48653 Coesfeld

samt 5 Rammsondierungen (DPL 1 bis DPL 5) mit der leichten Rammsonde (DPL gem. DIN EN ISO 22476/2) ergänzt.

Die Endteufen der Kleinrammbohrungen und der leichten Rammsondierungen wurden von vornherein einheitlich mit 5 m anvisiert und stets erreicht.

Die Lage der Kleinbohrungen und Rammsondierungen ist den Lageplänen auf der Anlage 1 des Gutachtens zu entnehmen.

Als Bezugsniveau für das höhenmäßige Nivellement der Bohr- und Ramman-satzpunkte wurde der in den Lageplänen auf der Straße „An der Marienburg“ südlich / südöstlich des Planraums eingezeichnete Kanaldeckel (KD) mit der absoluten Höhe von 79.89 m ü. NN gewählt. Diese Höhenangabe entstammt dem zur Verfügung gestellten Kanalbestandsplan des Ingenieurbüros Schmidt, Ahaus, vom 13.09.2014, wobei es sich um den Deckel des Schachtes 21345 der öffentlichen Schmutzwasserkanalisation handelt.

Im Hinblick auf die Bewertung der Versickerungsmöglichkeit für das auf den künftig versiegelten Flächen anfallende Niederschlagswasser wurden zusätzlich zu den 9 „tieferen“ Kleinrammbohrungen am 25.07.2022 direkt neben den Auf-schlüssen RKS 1, 5 und 9 noch weitere „Flachbohrungen“ mit einer Endteufe zwischen rd. 1,4 und 2,3 m unter aktueller GOK abgeteuft und zu temporären Schluckbrunnen zur Durchführung örtlicher Versickerungsversuche nach dem Earth-Manual-Verfahren ausgebaut. Die Lage der Schluckbrunnen / Versicke-rungsversuche (V 1 bis V 3) ist ebenfalls den Lageplänen der Anlage 1 zu ent-nehmen.

Im Rahmen des angewandten Earth-Manual-Verfahrens wird die Bohrlochwan-dung zunächst mittels eines Filterrohrs gestützt. Nach erfolgter Sättigung des Un-tergrundes wird im „Versickerungsbrunnen“ eine Wassersäule gebildet und deren Wasserspiegel durch Zugabe von Wasser auf einem konstanten Niveau gehalten. Bei diesem Verfahren werden die Tiefe der Versuchsdurchführung und die Höhe der Wassersäule den hydrogeologischen Verhältnissen angepasst. Die Versicke-rung erfolgt dann analog einer Versickerungsanlage sowohl über die Basis als auch über die seitliche Fläche der aufgebauten Wassersäule. Die Ergebnisse der Versickerungsversuche und das dabei berücksichtigte Tiefenniveau des Baugrun-des sind auf der Anlage 3 dargelegt.

Die im Gelände entnommenen Bodenproben wurden im Erdbaulabor der igb durch den Baugrundsachverständigen zunächst einer optischen und sensorischen (Fingerprobe) bodenmechanischen Beurteilung unterzogen.

Zwecks Stützung / Absicherung der dabei sensorisch bestimmten Korngrößenver-teilungen der relevanten Baugrundsichten wurden 3 repräsentative Bodenproben ausgewählt und einer labortechnischen Bestimmung der Korngrößenzusammen-

Baugrundgutachten p/2214710 vom 11. August 2022:
Bebauungsplan Nr. 126a „Wohnen an der Marienburg – Erweiterung“ in 48653 Coesfeld

setzung mittels Nass-Siebung gemäß DIN 18 123 unterzogen. Die Laborergebnisse sind in Form von Körnungslinien auf der Anlage 4 des Gutachtens dargestellt.

Auf Grundlage der sensorischen bodenmechanischen Beurteilung der Bodenproben, der Ergebnisse der ergänzenden bodenphysikalischen Laborversuche, der Rammprogramme der niedergebrachten Rammsondierungen sowie auch auf Grundlage vorliegender Erfahrungswerte wurden anschließend die für erd- und grundbautechnische Belange maßgebenden charakteristischen Bodenkenngrößen der einzelnen Baugrundsichten zur Durchführung erdstatischer Berechnungen festgelegt.

Unterstützend durch die Ergebnisse der örtlichen Versickerungsversuche und der parallel im Labor bestimmten Körnungslinien wurden den aufgeschlossenen Baugrundabschnitten entsprechend der Korngrößenzusammensetzung und der Lagerungsdichte gleichzeitig die für hydraulische Fragestellungen relevanten Durchlässigkeitsbeiwerte k_f zugeordnet.

Die Ergebnisse der Rammkernsondierbohrungen (Kleinbohrungen) sowie der Rammsondierungen sind in Schichtenprofilen in Anlehnung an die DIN 4023 sowie in Rammprogrammen gem. DIN EN ISO 22476/2 auf der Anlage 2 des Gutachtens dargestellt.

Parallel zu der Bewertung der bodenmechanischen und hydraulischen Eigenschaften des Untergrundes wurden die entnommenen Bodenproben auch einer organoleptischen (d.h. optischen und geruchlichen) Bewertung hinsichtlich möglicher Belastungen des Untergrundes mit umweltrelevanten Schadstoffen unterzogen.

Entsprechend der organoleptischen Befunde und der Zusammensetzung der entnommenen Bodenproben, besteht im Zuge der weiteren Planungen die Möglichkeit, in Abstimmung mit den zuständigen Mitarbeitern der Stadt Coesfeld Mischproben zusammenzustellen und einer weiterführenden Laboranalytik zwecks Bewertung der Wiedereinbau- und Verwertungsmöglichkeiten unter umweltrelevanten Gesichtspunkten zuzuführen. Die Analysenergebnisse würden dann in einer separaten Gutachterlichen Stellungnahme als Nachtrag zu diesem Baugrundgutachten dokumentiert / erläutert.

Im Hinblick auf die ggf. gewünschten umwelttechnischen Laboruntersuchungen werden die Bodenproben noch bis max. 6 Monate nach Durchführung der örtlichen Baugrunduntersuchungen in den Räumen der igb GbR rückgestellt und erst dann, falls seitens des Auftraggebers nicht anders bestimmt, einer geregelten Verwertung / Entsorgung zugeführt.

2.2 Untergrundverhältnisse

2.2.1 Baugrundsichtung / Bodenmechanische Eigenschaften

Gemäß den Ausführungen der relevanten Geologischen Karte von Nordrhein-Westfalen, 1 : 100 000, Blatt C 4306 Recklinghausen, sind im Bereich des Untersuchungsareals als natürlicher Baugrund Windablagerungen der Weichsel-Kaltzeit in Form feinkörniger Flugsande im Übergang zu fluviatilen Talablagerungen der Weichsel-Kaltzeit in Form feinkörniger Sande mit Schluff-Einschaltungen ausgewiesen. In der Regel werden in den Darstellungen der Geologischen Karte die oberen 2 bis 3 m des Baugrundprofils berücksichtigt. Die quartären Lockergesteine lagern ihrerseits erfahrungsgemäß kreidezeitlichen Sedimenten der „Dülmener Schichten“ in Form z.T. leicht diagenetisch verfestigten Mergelsanden, Mergelsandsteinen und härteren Kalksandsteinbänken auf.

Infolge der anthropogenen Überprägung des Areals durch die Modellierung bzw. Anlage des Friedhofsgeländes ist – zumindest in den obersten Baugrundabschnitten – mit anthropogenen Auffüllungen bzw. Umlagerungsböden zu rechnen.

Die in den Schichtenprofilen auf der Anlage 2 dargelegten Aufschlussergebnisse widerlegen die Erläuterungen der Geologischen Karte teilweise.

So wurden nachweislich keine Windablagerungen der Weichsel-Kaltzeit erbohrt.

Bei dem angetroffenen „gewachsenen“ Baugrund scheint es sich durchweg um fluvial sedimentierte Sande, untergeordnet auch Schluffe, als Talablagerungen der Weichsel-Kaltzeit zu handeln. Kreidezeitliche Ablagerungen wurden bis zur Endteufe der Bodenaufschlüsse noch nicht erreicht.

In diese pleistozänen Lockergesteine hat sich – auch unter Beachtung der Ergebnisse der 2012 für das südlich angrenzende Baugebiet durchgeführten Baugrunduntersuchungen – im Holozän in den zentralen südlichen Abschnitten des aktuellen Planraums vermutlich ein flaches Bach- bzw. Flusstal eingeschnitten, welches später z.T. mit natürlichen Bachsedimenten, in erster Linie aber im Zuge von Geländeausgleichsmaßnahmen mit anthropogenen Umlagerungsböden verfüllt worden ist. Dies dürfte in erster Linie den mit den Aufschlüssen RKS 6 und RKS 7 tangierten Flächenabschnitt betreffen.

Auch in den anderen Flächenabschnitten finden sich oberflächennah anthropogene Auffüllungen / Umlagerungsböden mit dann abnehmender Schichtstärke als Produkt der Gestaltung des heutigen Friedhofsgeländes, ferner auch möglicherweise aus der vormaligen landwirtschaftlichen Nutzung.

Entsprechend der Schichtenprofile und Rammdiagramme der Anlage 2 lässt sich der Baugrund vereinfacht wie folgt gliedern:

2.2.1.1 Anthropogene Auffüllungen / Anschüttungen / Umlagerungen

Gemäß den Schichtenprofilen der Anlage 2 wurden mittels der Kleinbohrungen entsprechend der Materialzusammensetzung und der Bodenstruktur des aufgeschlossenen Baugrundes mit großer Wahrscheinlichkeit anthropogen aufgefüllte bzw. anthropogen umgelagerte Baugrundabschnitte bis in Tiefen zwischen ca. 0,6 (RKS 4) und 1,8 m (RKS 6) unter aktueller GOK nachgewiesen.

Bezogen auf NN variiert die anthropogene Beeinflussung des Baugrundes in den Kleinbohrungen zwischen rd. 78.2 (RKS 6) und knapp 79.8 m ü. NN (RKS 9).

Die Auffüll- und Umlagerungsböden setzen sich in den tangierten Grünflächen im obersten Profilabschnitt mit recht deutlich variierenden Schichtstärken zwischen rd. 0,3 (RKS 8) und 0,8 m aus **humosen Oberböden / Mutterböden** in Form nichtbindiger bis leicht bindiger (dann max. „schwach schluffig“), untergeordnet auch bindiger (dann „schluffig“) Sande der Fein- und Mittelsand-Fraktion mit einem meist deutlich erhöhten Humusanteil (meist „humos“ bis „stark humos“) zusammen. Die Oberböden enthalten neben Wurzelresten vereinzelt auch Einschlüsse von Gesteinsbruch.

Neben den Oberböden / Mutterböden setzen sich die Auffüll- und Umlagerungsböden vorwiegend inhomogen aus **wechselnd bindigen Sanden** (teilweise nichtbindig = Feinkornanteil < 5 Gew.-% / teilweise leicht bindig bzw. schwach schluffig = Feinkornanteil zwischen 5 und 15 Gew.-% / teilweise mäßig bindig bzw. schwach schluffig bis schluffig = Feinkornanteil > 15 Gew.-% / teilweise leicht verlehmt bzw. „z.T. schwach tonig“) mit meist fehlendem bis geringem, **bereichsweise mäßig bis deutlich erhöhtem Humusanteil** (s. basale Auffüllpartien der RKS 1 und 8) und sporadischen Einschlüssen von Ziegelbruch sowie von natürlichem Gesteinsbruch zusammen.

Die humosen Oberböden / Mutterböden repräsentieren im Sinne der DIN 1054 organogene Böden.

Die restlichen „Auffüll- und Umlagerungssande“ stellen in Abhängigkeit von ihren bindigen Anteilen meist nichtbindige bis gemischtkörnige Böden / Lockergesteine mit dann deutlich reduzierten bindigen Anteilen bei einer vergleichsweise günstigen Kornstützung, untergeordnet gemischtkörnige Böden / Lockergesteine mit mäßig erhöhten bindigen Anteilen bei einer dann reduzierten Qualität der Kornstützung dar. Teilweise mit einem erhöhten Humusanteil behaftete Bodenpartien bilden bereits Übergänge zu organogenen Böden.

In den mit gröberem Schüttgut befestigten „Verkehrs- und Wegeflächen / Lagerflächen“ (s. RKS 1 und RKS 4) finden sich zudem gröbere **„Trag- und Frost-**

schutzschichten“ aus Gesteinsbruch mit wechselnden Sandbeimengungen, wobei es sich im Sinne der DIN 1054 um nichtbindiges Schüttgut mit einer günstigen Kornstützung handelt.

Die humosen Oberböden / Mutterböden sowie die weiteren, noch mit einem mäßig bis deutlich erhöhten Humusanteil behafteten Auffüll- und Umlagerungsböden, weisen – unabhängig von der Lagerungsdichte – infolge des möglichen Humuszersatzes bei Sauerstoffzutritt eine in unterschiedlichem Maße eingeschränkte Raumbeständigkeit auf.

Die anthropogenen Auffüll- und Umlagerungsböden besitzen entsprechend des Bohr- bzw. Rammfortschritts der Kleinrammbohrungen sowie der Rammsondierungen nur teilweise eine lockere, vielfach aber eine mitteldichte bis dichte Lagerung.

Größere Lagerungsdichten treten dabei vielfach im Bereich nichtbindiger bis max. leicht bindiger Füllsande im Niveau höherer Grundwasserstände auf, wobei die erhöhte Lagerungsdichte dann – neben entsprechender Verdichtungsarbeit beim Einbau – durchaus auch mit natürlichen Korneinregelungen durch den schwankenden Grundwasserspiegel, ferner mit Eisenausfällungen (Verockerungen) im Porenraum, in Zusammenhang stehen kann.

Im Falle einer Wassersättigung (teilweise eingestaute Oberflächenwässer/ Sickerwässer, teilweise Grundwasser) neigen die „Auffüll- und Umlagerungssande“ im Anschnitt in unterschiedlichem Maße zum Fließen.

Bereichsweise mit erhöhten bindigen Anteilen behaftete „Auffüll- und Umlagerungssande“ reagieren bei höheren Wassergehalten (dann feucht bis wassergesättigt) sehr empfindlich gegenüber dynamischen Lasteinträgen und können dann infolge temporär aufgebauter Porenwasserüberdrücke mitunter Übergängen in breiige Zustände mit einem teilweisen Verlust der ursprünglichen Kornstützung unterliegen.

2.2.1.2 Lockergesteine des Quartär

Der „gewachsene“ Baugrund stellt überwiegend eine **Wechselfolge** aus meist **nichtbindigen bis max. leicht bindigen Sanden** (dann max. „schwach schluffig“), bereichsweise auch aus **mäßig bis stark bindigen und gleichzeitig teilweise verlehmtten Sanden**, dar.

In den basalen Abschnitten der Aufschlüsse RKS 3 und 7 finden sich auch Übergänge zu stärker feinsandigen, nur partiell schwach tonigen **Schluffen**.

Im Sinne der DIN 1054 repräsentieren die nichtbindigen bis leicht bindigen Sande (dann max. „schwach schluffig“) nichtbindige bis gemischtkörnige Böden mit

fehlenden oder deutlich reduzierten bindigen Anteilen bei einer stets vergleichsweise guten Kornstützung.

Die z.T. mäßig bis stark bindigen Sandpartien (dann „schwach schluffig bis schluffig“, „schluffig“ sowie „stark schluffig“, z.T. „schwach tonig“) repräsentieren im Sinne der DIN 1054 hingegen gemischtkörnige Böden mit wechselnd erhöhten bindigen Anteilen und einer demgegenüber reduzierten Qualität der Kornstützung.

Die natürliche Lagerung der Sande ist im Planraum überwiegend als mitteldicht, in den oberen Profilabschnitten mitunter auch als dicht einzustufen.

Die z.T. mäßig bis deutlich bindigen Sandpartien reagieren bei erhöhten natürlichen Wassergehalten (dann feucht bis wassergesättigt) vielfach hoch strukturempfindlich gegenüber dynamischen Lasteinträgen und können im Zuge temporär aufgebauter Porenwasserüberdrücke mitunter Übergänge in breiige Zustände bei einem teilweisen Verlust der ursprünglichen Kornstützung annehmen.

Die darüber hinaus im basalen Abschnitt der Aufschlüsse RKS 3 und RKS 7 erfassten Schluffe repräsentieren im Sinne der DIN 1054 bindige Böden / Lockergesteine im Form schluffig-sandiger Gemenge mit nur marginalem Anteil der Tonfraktion und dann kaum vorhandenen plastischen Eigenschaften.

Die sandigen bis stark sandigen Schluffe reagieren hinsichtlich ihres bodenmechanischen Verhaltens vergleichbar den mäßig bis stark bindigen Sandpartien (s.o.). Im ungestörten Zustand besitzen diese Schluffe überwiegend eine mitteldichte Lagerung bzw. die einem Lehm von steifer Konsistenz vergleichbare Eigensteifigkeit / „Druckfestigkeit“ (vgl. charakteristische Bodenkenngrößen in Unterkapitel 2.3). Ebenfalls reagieren diese Böden bei erhöhten natürlichen Wassergehalten hoch strukturempfindlich gegenüber dynamischen Lasteinträgen und können dann leicht breiige Zustände mit einem Verlust der natürlichen Kornstützung annehmen.

2.2.2 Grundwasser, hydraulische Kennwerte

Während der Aufschlussarbeiten am 25.07.2022 wurde der Wasserspiegel des zusammenhängenden Porengrundwasserkörpers teilweise mittels Klopfnäse am entnommenen Bohrgut, teilweise auch direkt mittels Lichtlotmessung im kurzzeitig standfesten Bohrloch, in Tiefen zwischen ca. 2,5 m (RKS 2) und 3,0 m (RKS 9) unter aktueller Geländeoberkante bzw. zwischen ca. 77.1 m ü. NN im Südosten (RKS 5) und 77.8 m ü. NN im Norden/Nordosten (RKS 1) ermittelt.

Tendenziell liegt ein Gefälle des Grundwasserspiegels in südöstliche Richtungen vor, was auch die Ausführungen in der Vergangenheit im erweiterten Planraum

Baugrundgutachten p/2214710 vom 11. August 2022:
Bebauungsplan Nr. 126a „Wohnen an der Marienburg – Erweiterung“ in 48653 Coesfeld

durchgeführter hydrogeologischer Untersuchungen (s. z.B. Bodenuntersuchungen des Ingenieurbüros H. Siedeck, Ratingen, aus dem Jahr 1998) bestätigen.

Exakte Angaben zu maximal möglichen Grundwasserständen sind im Planraum nur mit Hilfe von Langzeitmessungen in eigens hierfür eingerichteten Grundwassermeßstellen möglich und können im Rahmen dieses Baugrundgutachtens aufgrund fehlenden Datenmaterials nicht erfolgen.

Zum Zeitpunkt der im Jahr 2012 für das unmittelbar südlich / südöstlich angrenzende Baugebiet durch das Gutachterbüro durchgeführten Baugrunduntersuchung lag der Grundwasserspiegel rd. 30 m südlich der nunmehr im äußersten Südwesten des aktuellen Planraums niedergebrachten RKS 9 bei rd. 78.9 m ü. NN und somit rd. 1,3/1,4 m über dem Niveau der aktuellen Baugrunduntersuchung.

In der orientierend gesichteten Datenbank ELWAS-WEB des Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen werden für in einem vergleichbaren Baugrund im erweiterten Umfeld des Planraums eingerichtete Grundwassermeßstellen langjährige Grundwasserspiegelschwankungen in Größenordnungen bis rd. 2,5 m angegeben.

Unterstellt man, dass die zum Zeitpunkt der aktuellen Baugrunduntersuchung gemessenen Grundwasserstände aufgrund der geringen Niederschlagsraten im relevanten Zeitraum vor Durchführung der Baugrunduntersuchung bereits Grundwasserniedrigstände repräsentieren, wären die „normalen“ Grundwasserhochstände im Planraum demzufolge rd. 2 m über den Wasserständen der aktuellen Baugrunduntersuchung, sprich zwischen rd. 79.2 m ü. NN im Südosten und rd. 79.8 m ü. NN in den morphologisch höchsten Flächenabschnitten im äußersten Westen sowie im äußersten Norden, zu erwarten.

Für diese Annahme spricht auch die im oberen Profilabschnitt meist recht dichte Lagerung des Untergrundes, welche erfahrungsgemäß vielfach auf natürliche Korneinregelungen in Verbindung mit Eisenausfällungen (Verockerungsbildungen) im Bereich hoher natürlicher Grundwasserstände zurückzuführen sind.

Wird der maximale Grundwasserspiegel nicht künstlich durch Drainagen begrenzt, was im Bereich der heutigen Grabstätten – wie schon im Jahre 2012 – durchaus der Fall sein dürfte, scheint für künftige Hochbaumaßnahmen unter Beachtung eines geringfügigen Sicherheitszuschlags ein Bemessungswasserstand zwischen 79.5 m ü. NN im Südosten und rd. 80.0 m ü. NN im äußersten Westen sowie im äußersten Norden durchaus realistisch.

Die für hydraulische Betrachtungen (z.B. bauzeitliche Wasserhaltungsmaßnahmen, Versickerung von anfallendem Niederschlagswasser) relevanten Durchlässigkeitsbeiwerte k_f der aufgeschlossenen Auffüllgemenge, anthropogenen Umlagerungsböden und des „gewachsenen“ Baugrundes werden – auch auf Grundlage

der vor Ort durchgeführten Versickerungsversuche (s. Anlage 3), der im Labor ermittelten Körnungslinien (s. Anlage 3) sowie der Lagerungsdichte – wie folgt abgeschätzt:

- anthropogen aufgefüllte / umgelagerte Oberböden / Mutterböden $k_f = 5 \times 10^{-5}$ bis 5×10^{-6} m/s
- max. schwach schluffige und max. schwach humose „Auffüll- und Umlagerungssande“ $k_f = 5 \times 10^{-4}$ bis 1×10^{-5} m/s
- mäßig bindige und/oder z.T. verlehnte, zugleich teilweise deutlich humushaltige „Auffüll- und Umlagerungssande“ $k_f = 1 \times 10^{-5}$ bis 5×10^{-7} m/s
- in den Aufschlüssen RKS 1 und 4 erfasste grobkörnige Trag- und Frostschutzschichten aus natürlichem Gesteinsbruch mit wechselnden Sandanteilen $k_f = 1 \times 10^{-3}$ bis 1×10^{-4} m/s
- „gewachsene“ Sande, max. schwach schluffig $k_f = 5 \times 10^{-4}$ bis 1×10^{-5} m/s
- „gewachsene“ Sande mit wechselnd erhöhten bindigen Anteilen und teilweise leichter Verlehmung $k_f = 1 \times 10^{-5}$ bis 1×10^{-6} m/s
- Schluffe, feinsandig bis stark feinsandig, z.T. schwach tonig $k_f = 5 \times 10^{-6}$ bis 5×10^{-7} m/s

2.3 Charakteristische Bodenkenngrößen, Bodengruppen, Frostempfindlichkeitsklassen

Die charakteristischen Bodenkenngrößen der aufgeschlossenen Schüttungen / Lockergesteine werden wie folgt angesetzt, die Einstufung in Bodengruppen gemäß DIN 18 196 und in Frostempfindlichkeitsklassen gemäß ZTVE-StB 09 wie folgt vorgenommen:

in mit größerem Schüttgut befestigten Flächenabschnitten erfasste Trag- und Frostschutzschichten, z.T. wassergebundene Decken

Bodengruppen gem. DIN 18 196: A, [GW], [GI], [SE], [SW], z.T. [GU] und [SU]

Frostempfindlichkeitsklasse
gem. ZTVE-StB 09:

überwiegend F 1 (nicht frostempfindlich),
untergeordnet ggf. F 2 (gering frostempfindlich)

Feuchtraumgewicht γ_k	:	18,5 - 20	kN/m ³	(Rechenwert Sand 18,5 kN/m ³ , Rechenwert Schotter 19,5 kN/m ³)
Wichte unter Auftrieb γ'_k	:	10,5 - 12	kN/m ³	(Rechenwert Sand 10,5 kN/m ³ , Rechenwert Schotter 11,5 kN/m ³)
Kohäsion c'_k	:	0	kN/m ²	(Rechenwert 0 kN/m ²)
Reibungswinkel φ'_k	:	33,5 - 37,5	°	(Rechenwert Sand 33,5 °, Rechenwert Schotter 37,5 °)
Steifemodul $E_{s,k}$	:	40 - 100	MN/m ²	(Rechenwert Sand-Fraktion bei mind. mitteldichter Lagerung 40 MN/m ² , Rechenwert Schotter bei mind. mitteldichter Lagerung 80 MN/m ²)

humose Oberböden / Mutterböden, anthropogen aufgefüllt bzw. umgelagert

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

Frostempfindlichkeitsklasse
gem. ZTVE-StB 09:

F 2 bis F 3 (gering bis sehr frostempfindlich)
in erster Linie aufgrund Humus

Feuchtraumgewicht γ_k	:	17,5 - 18,5	kN/m ³	(Rechenwert 18 kN/m ³)
Wichte unter Auftrieb γ'_k	:	8,5 - 10,5	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 - 30	°	(Rechenwert 27,5 °)
Steifemodul $E_{s,k}$	:	-	MN/m ²	(Angabe eines Rechenwertes entfällt aufgrund stark eingeschränkter Raumbeständigkeit)

Baugrundgutachten p/2214710 vom 11. August 2022:
Bebauungsplan Nr. 126a „Wohnen an der Marienburg – Erweiterung“ in 48653 Coesfeld

nichtbindige bis leicht bindige „Auffüll- und Umlagerungssande“ (max. schwach schluffig), z.T. humushaltig

Bodengruppen gem. DIN 18 196: A, [SE], [SU], partielle Übergänge zu [OH] möglich

Frostempfindlichkeitsklasse

gem. ZTVE-StB 09: F 1 bis F 2 (nicht bis gering 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	:	32,5 - 35	°	(Rechenwert 32,5 °)
Steifemodul $E_{s,k}$	:	30 - 60	MN/m ²	(Rechenwert 40 MN/m ² bei mind. mitteldichter Lagerung)

mäßig bindige, z.T. leicht verlehnte „Auffüll- und Umlagerungssande“, z.T. humushaltig

Bodengruppen gem. DIN 18 196: A, [SU], [ST], [SU*], partielle Übergänge zu [OH] möglich

Frostempfindlichkeitsklasse

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

Feuchtraumgewicht γ_k	:	18 - 19	kN/m ³	(Rechenwert 18,5 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	:	30 - 32,5	°	(Rechenwert 30 °)
Steifemodul $E_{s,k}$	:	20 - 30	MN/m ²	(Rechenwert 20 MN/m ² bei mind. mitteldichter Lagerung und Vermeidung von Strukturstörungen)

„gewachsene“ Sande, max. schwach schluffig bzw. leicht bindig

Bodengruppen gem. DIN 18 196: SE, SU

Frostempfindlichkeitsklasse

gem. ZTVE-StB 09: F 1 bis F 2 (nicht bis gering 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	:	32,5 - 35	°	(Rechenwert 32,5 °)
Steifemodul $E_{s,k}$	:	40 - 60	MN/m ²	(Rechenwert 40 MN/m ² bei mitteldichter Lagerung, Rechenwert 60 MN/m ² bei dichter Lagerung)

Baugrundgutachten p/2214710 vom 11. August 2022:
Bebauungsplan Nr. 126a „Wohnen an der Marienburg – Erweiterung“ in 48653 Coesfeld

„gewachsene“ Sande, mit wechselnd erhöhten bindigen Anteilen („schwach schluffig bis schluffig“ bis „stark schluffig“)

Bodengruppen gem. DIN 18 196: überwiegend SU*, untergeordnet noch SU

Frostempfindlichkeitsklasse

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

Feuchtraumgewicht γ_k	:	18,5 - 19	kN/m ³	(Rechenwert 18,5 kN/m ³)
Wichte unter Auftrieb γ'_k	:	10 - 10,5	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 - 32,5	°	(Rechenwert 30 °)
Steifemodul $E_{s,k}$	:	20 - 40	MN/m ²	(Rechenwert 25 MN/m ² bei mind. mitteldichter Lagerung und Vermeidung von Strukturstörungen)

„gewachsene“ Schluffe, feinsandig bis stark feinsandig, z.T. schwach schluffig

Bodengruppen gem. DIN 18 196: weitestgehend UL

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 infolge überwiegender Wassersättigung)
Reibungswinkel ϕ'_k	:	27,5 - 30	°	(Rechenwert 27,5 °)
Steifemodul $E_{s,k}$	:	10 - 20	MN/m ²	(Rechenwert 15 MN/m ² bei mind. mitteldichter Lagerung und Vermeidung von Strukturstörungen)

3. Bautechnische Folgerungen

3.1 Bodenklassen gem. DIN 18 300 (2012)

Gem. DIN 18 300 (2012) können die angetroffenen Auffüllungen bzw. Umlagerungsböden und der „gewachsene“ Baugrund rein *lösetechnisch* den folgenden Bodenklassen zugeordnet werden:

- | | | |
|---|-------------|--|
| <ul style="list-style-type: none"> anthropogen aufgefüllte bzw. umgelagerte“ Oberböden /Mutterböden | Bodenklasse | 1 / 3 |
| <ul style="list-style-type: none"> gröberkörnige Wegebefestigungen, Trag- und Frostschutzschichten, max. schwach schluffige „Auffüll- und Umlagerungssande“ sowie max. schwach schluffige „gewachsene“ Sande | Bodenklasse | 3 |
| <ul style="list-style-type: none"> bindige, z.T. verlehnte „gewachsene“ Sande, vergleichbare Auffüllsande sowie Schluffe | Bodenklasse | 4
(bei Wassersättigung bereits teilweise im Zuge des Aushubs, ansonsten nach Aushub bei Verschlämmung generell in Bodenklasse 2 übergehend) |

3.2 Allgemeine Verwendungs- bzw. Verwertungsmöglichkeiten von Aushubmaterial unter bodenmechanischen / bodenphysikalischen Gesichtspunkten

Die im Rahmen von Erdarbeiten anfallenden Oberböden / Mutterböden (hier weitestgehend anthropogen aufgefüllt bzw. umgelagert), sind, wie auch teilweise darüber hinaus noch zur Tiefe hin mit einem höheren Humusanteil behaftete Auffüllpartien (diese dann „schwach humos bis humos“ bzw. „humos“), infolge der wechselnd erhöhten Humusgehalte und des möglichen Humuszersatzes bei Sauerstoffzutritt in ihrer Raumbeständigkeit in unterschiedlichem Maße eingeschränkt und besitzen darüber hinaus nur eine geringe Eigensteifigkeit.

Folglich sind diese Gemenge allein unter bodenmechanischen Gesichtspunkten ausschließlich zur Modellierung künftiger Grünflächen (auch in Erdwällen / Lärmschutzwällen) und/oder künftig begrünter Deponien vorzusehen. Ein Einbau in Kanal- und Leitungstrassen künftiger Grünflächen ist nur oberhalb der in sach-

Baugrundgutachten p/2214710 vom 11. August 2022:
Bebauungsplan Nr. 126a „Wohnen an der Marienburg – Erweiterung“ in 48653 Coesfeld

gemäßem Material gebetteten Kanalrohre / Leitungen denkbar. Kleinere Nachsackungen der Geländeoberkante können hier in der Regel toleriert und bei Bedarf nachgearbeitet werden.

In den aufgefüllten Oberböden / Mutterböden ggf. z.T. eingeschalteter Bauschutt und/oder Gesteinsbruch ist bei Bedarf vor dem internen / externen Einbau auszusortieren.

Die gröberkörnigen Befestigungen der unversiegelten Friedhofswege sowie die gröberkörnigen Trag- und Frostschutzschichten der örtlichen Verkehrs- und Lagerflächen und die nichtbindigen bis max. leicht bindigen (dann max. „schwach schluffig“), gleichzeitig max. schwach humosen „Auffüll- und Umlagerungssande“ und auch die „gewachsenen“ Sande analoger Korngrößenzusammensetzung stellen im Sinne der ZTV A-StB 97 Schüttgut bzw. Böden der Verdichtbarkeitsklasse V 1 und somit an für sich ein günstiges Füll- und Auftragsmaterial für künftige Hoch- und Tiefbaumaßnahmen dar.

Selbst bei einer höchstwahrscheinlich angestrebten Separierung der gröberkörnigen Trag- und Frostschutzschichten von den restlichen Aushubböden ist mit geringfügigen „Verunreinigungen“ dieser „Grobschüttungen“ mit Feinkorn bzw. bindigen Anteilen zu rechnen.

Die bindigen Anteile der Korngröße $\leq 0,063$ mm führen zu einer geringfügigen Einschränkung der Frostsicherheit sowie der kapillarbrechenden Eigenschaften der Gemenge der Verdichtbarkeitsklasse V 1.

Vor diesem Hintergrund empfiehlt sich, die grobkörnigen Tragschichten (auch die Wegbefestigungen) – sofern unter umweltrelevanten Gesichtspunkten zulässig – erst unterhalb des frostsicheren Oberbaus künftiger Verkehrsstrassen / versiegelter Freiflächen bzw. unterhalb kapillarbrechender Schüttungen künftiger Gebäude-sohlen als zusätzliche Stabilisierungsschichten zu verwerten.

Die teilweise im Aushub anfallenden Frostschutzsande können analog zu den nichtbindigen bis max. leicht bindigen Aushubsanden (max. „schwach schluffig“) sowohl zur Verfüllung kleinräumiger Arbeitsräume als auch zur Verfüllung größerflächiger Abgrabungen sowie als größerflächiger Bodenauftrag genutzt werden. Bei höheren Anforderungen an das Füllmaterial (z.B. kapillarbrechende Wirkung, uneingeschränkte Frostsicherheit, Nachweis eines Durchlässigkeitsbeiwertes $k_f \geq 1 \times 10^{-4}$ m/s zum reibungslosen Abfluss versickernder Oberflächenwässer) ist einem Einbau der max. leicht bindigen Aushubsande eingeschränkt.

Unter Beachtung der meist recht engen Kornabstufung der Sande sowie der vielfach enthaltenen, wenn auch geringen bindigen Anteile, sollten die Sande der Verdichtbarkeitsklasse V 1 trotz einer Einstufung in diese Verdichtbarkeitsklasse möglichst nur in einem erdfeuchten bis feuchten Zustand verdichtet werden.

Baugrundgutachten p/2214710 vom 11. August 2022:
Bebauungsplan Nr. 126a „Wohnen an der Marienburg – Erweiterung“ in 48653 Coesfeld

Weder ein zu trockenes, noch ein zu nasses Bodensubstrat werden zu dem angestrebten Verdichtungserfolg führen.

Die neben den max. leicht bindigen bzw. max. schwach schluffigen Sanden im Aushub anfallenden Sande mit mäßig bis deutlich erhöhten bindigen Anteilen und partieller Verlehmung entsprechen zusammen mit im Zuge von Erdarbeiten u.U. tangierten Schluffen im Sinne der ZTV A-StB 97 Böden der Verdichtbarkeitsklassen V 2 und V 3.

Böden der Verdichtbarkeitsklasse V 2 und V 3 lassen sich aufgrund ihrer Wasserempfindlichkeit nur im max. erdfeuchten Zustand („optimaler Wassergehalt“ ist zu beachten) des Bodensubstrates und bei gleichzeitig trockener Witterung fachgerecht einbauen und verdichten.

Bei zu hohen Wassergehalten ist eine Konditionierung dieser Bodengemenge in einen einbau- und verdichtungsfähigen Zustand mittels der Zugabe von Feinkalk / Kalkhydrat zur Herabsetzung der Wassergehalte möglich.

Da insbesondere die Schluffe und auch stärker bindige, z.T. verlehnte Sandpartien selbst bei einer fachgerechten Verdichtung im erdfeuchten Zustand gegenüber nichtbindigem bis leicht bindigem, dann gut korngestützten Bodenmaterial vergleichsweise geringe Eigensteifigkeiten / „Druckfestigkeiten“ besitzen und zudem auch eine reduzierte Wasserdurchlässigkeit aufweisen, wird von einem Einbau der Böden der Verdichtbarkeitsklassen V 2 und V 3 in Arbeitsräumen unterkellelter Hochbauten, in Kanaltrassen versiegelter Verkehrswege und auch in kleinräumigen Arbeitsräumen unter Sohlen nichtunterkellelter Hochbauten abgeraten.

Zu empfehlen ist eher ein Einbau der bindigen Sande und Schluffe im Rahmen großflächiger Geländeausgleichsmaßnahmen.

Im Falle eines großflächigen Einbaus unter künftigen Gebäudesohlen und / oder versiegelten Verkehrsflächen besteht die Möglichkeit, die Eigensteifigkeit bzw. die Tragfähigkeit der bindigen Sande / Schluffe mittels der Zugabe von Kalk-Zement-Mischbindemitteln (z.B. DOROSOL C 50) deutlich zu erhöhen.

Allerdings ist bei dieser „Vermörtelung“ zu beachten, dass nach Abschluss der Aushärtephase ein fester, z.T. annähernd felsartiger, dann vergleichsweise schwer lösbarer Bodenkörper mit gleichzeitig sehr geringer Wasserdurchlässigkeit entsteht.

3.3 Allgemeine Verwendungs- bzw. Verwertungsmöglichkeiten von Aushubmaterial unter umwelttechnischen / umweltre- levanten Gesichtspunkten

Die im Zuge der durchgeführten Baugrunduntersuchung entnommenen Bodenproben wurden seitens des Unterzeichners auch einer organoleptischen, sprich einer optischen und geruchlichen Bewertung hinsichtlich möglicher umweltrelevanter Schadstoffe und einer daraus ggf. resultierenden Gefährdung der zu berücksichtigenden Schutzgüter (z.B. Mensch und Grundwasser) unterzogen.

Organoleptische Auffälligkeiten, die auf eine deutlich erhöhte Belastung mit umweltrelevanten Schadstoffen und eine daraus ggf. resultierende Gefährdung für die Maßgebenden Schutzgüter hinweisen könnten, wurden an den gesichteten Bodenproben nicht festgestellt.

Es ist aber festzuhalten, dass der Planraum zumindest oberflächennah eine anthropogene Überprägung im Zuge von Geländeausgleichsmaßnahmen bei der Gestaltung des Friedhofsgeländes und auch bei der Verlegung von Drainagen im Bereich der vorhandenen sowie zunächst optional für die Zukunft angedachten Gräbern von Bodenumlagerungen betroffen war. Die Gemenge enthalten zudem untergeordnet Einschlüsse von natürlichem Gesteinsbruch, z.T. auch von Bauschutt.

Demzufolge kann eine „Minderbelastung“ der anthropogenen Auffüll- und Umlagerungsböden mit umweltrelevanten Schadstoffen und einem damit verbundenen technischen und wirtschaftlichen Mehraufwand bei der externen Verwertung von Aushubmaterial im Sinne der LAGA-Richtlinie, ferner auch im Sinne der Bundesbodenschutzverordnung (betrifft dann in erster Linie den „Mutterboden“), nicht ausgeschlossen werden.

In der Regel wird mittlerweile eine umwelttechnische Untersuchung erdbautechnisch anfallender Schüttungen / Bodengemenge bei einer anvisierten externen Entsorgung von den zuständigen Behörden / Annahmestellen gefordert, selbst wenn das einzubauende / anzunehmende Material natürliche Böden ohne Fremdanteile sowie ohne organoleptische Auffälligkeit repräsentiert. Teilweise können auch natürliche Böden eine geogen bedingte Hintergrundbelastung mit umweltrelevanten Schadstoffen (vielfach Metalle/Schwermetalle) aufweisen, was ebenfalls zu einem technischen und wirtschaftlichen Mehraufwand bei der externen Verwertung von Aushubmaterial im Sinne der LAGA-Richtlinie und/oder der Bundesbodenschutzverordnung führen kann.

Zu Ausschreibungszwecken der Erdarbeiten und hierbei insbesondere zur orientierenden Bewertung der Verwertung/Entsorgung des Abtrag- bzw. Aushubmaterials wird empfohlen, die im Rahmen der aktuellen Baugrunduntersuchung entnommenen Bodenproben zu Mischproben zusammenzufassen und anschließenden um-

Baugrundgutachten p/2214710 vom 11. August 2022:
Bebauungsplan Nr. 126a „Wohnen an der Marienburg – Erweiterung“ in 48653 Coesfeld

welttechnischen Untersuchungen gemäß dem Untersuchungsprogramm der Richtlinie LAGA-Boden (11/2004), bei Bedarf auch hinsichtlich der Zusatzparameter der geltenden Deponieverordnung, zuzuführen.

Die Festlegung der Mischprobenzusammenstellung und der Laboranalytik erfolgt in der Regel erst nach Vorlage des Baugrundgutachtens in Abstimmung zwischen dem Auftraggeber, ggf. bereits eingeschalteten Fachplanern (Architekten / Bauingenieure) und dem Baugrundsachverständigen.

Aus gutachterlicher Sicht werden sich im Rahmen künftiger Erdarbeiten in erster Linie nachfolgende Abtragsböden / Aushubmenge voneinander separieren lassen, welche erfahrungsgemäß auch unterschiedliche „Schadstoff-Konzentrationen“ aufweisen können:

- 1) Mutterboden, anthropogen aufgefüllt / umgelagert
- 2) gröberkörnigere Trag- und Frostschuttschichten der befestigten Freiflächenabschnitte
- 3) anthropogen aufgefüllte/umgelagerte Sande mit wechselnden bindigen Anteilen und einer teilweisen Humusführung
- 4) „gewachsene“ Sande des Pleistozän mit wechselnden bindigen Anteilen

Aus gutachterlicher Sicht scheint hier im Rahmen der orientierenden umwelttechnischen Bodenuntersuchungen folglich die Bildung von insgesamt 4 Mischproben zielführend.

Für den Fall, dass die Festlegung des Untersuchungsumfangs seitens des Auftraggebers und/oder seiner Fachplaner zunächst auf eine spätere Planungsphase vertagt werden soll, werden die im Zuge der aktuellen Baugrunduntersuchung **entnommenen Bodenproben noch bis max. 6 Monate nach Durchführung der örtlichen Baugrunduntersuchung in den Räumen der igb GbR zurückgestellt.**

Erst nach Ablauf dieser Frist werden die zunächst rückgestellten Proben einer geregelten Entsorgung zugeführt.

3.4 Homogenbereiche (2015)

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

- | | |
|------------------|---|
| Schicht 1 | anthropogene Auffüllungen/Umlagerungsböden im obersten Profilabschnitt der tangierten Grünflächen als „Mutterbodenäquivalent“
in Form stärker humushaltiger Sande mit reduzierten bindigen Anteilen, Wurzelresten aus der vorhandenen Vegetation und vereinzelt Einschlüssen von Gesteinsbruch, ggf. auch von Ziegelbruch |
| Schicht 2 | gröberkörnigere Trag- und Frostschutzschichten der tangierten befestigten Freiflächenabschnitte
in Form weitestgehend nichtbindiger und zugleich humusfreier Sande bis hin zu natürlichem Gesteinsbruch (Schotter), z.T. auch Betonbruch, mit wechselnden Sandanteilen |
| Schicht 3 | weitere anthropogene Auffüllungen / Umlagerungsböden
in Form nichtbindiger bis leicht bindiger (max. „schwach schuffig“) Sande mit meist fehlender bis geringer, nur untergeordnet (s. RKS 1) mäßig erhöhter Humusführung und sporadischen Einschlüssen von natürlichem Gesteinsbruch, z.T. auch von Bauschutt |
| Schicht 4 | weitere anthropogene Auffüllungen / Umlagerungsböden
aus mäßig bindigen, z.T. leicht verlehnten Sanden mit meist fehlender bis geringer, nur örtlich (s. RKS 8) erhöhter Humusführung und sporadischen Einschlüssen von natürlichem Gesteinsbruch, z.T. auch von Bauschutt |
| Schicht 5 | Quartär (Pleistozän)
hier: nichtbindige bis gemischtkörnige Böden (Sande) mit fehlenden bis geringen bindigen Anteilen (max. „schwach schluffig“) |
| Schicht 6 | Quartär (Pleistozän)
hier: gemischtkörnige Böden (Sande), untergeordnet bindige Böden (Schluffe) mit mäßig bis deutlich erhöhten bindigen Anteilen und einer partiellen Verlehmung |

Baugrundgutachten p/2214710 vom 11. August 2022:
Bebauungsplan Nr. 126a „Wohnen an der Marienburg – Erweiterung“ in 48653 Coesfeld

Hinsichtlich der **Lösbarkeit** lassen sich die Schichten 1 bis 6 nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand gemäß DIN 18 300 (Erdarbeiten – Lösen) zu dem einheitlichen „Homogenbereich“ LÖS-A zusammenfassen, wobei sich dieser Baugrundabschnitt ausschließlich mit dem Einsatz glatter Schneiden lösen lässt.

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, bei örtlich (s. RKS 1 + 8) z.T. erhöhter Humusführung auch Teile von Schicht 3 + 4	EIN-A (Einbau in künftigen Grünflächen, deponietechnische Verwertung, Verwertung in Aufbereitungsanlagen für stärker humushaltige Produkte)
Schicht 2	EIN-B (nichtbindige Böden / Schüttungen mit fehlenden bis sehr geringen bindigen Anteilen / günstiges Füll-, Bodenauftrags-, z.T. auch Stabilisierungsmaterial)
Schichten 3 + 5	EIN-C (nichtbindige bis gemischtkörnige Böden mit fehlenden bis geringen bindigen Anteilen / an für sich günstiges Füll- und Bodenauftragsmaterial)
Schichten 4 + 6	EIN-D (gemischtkörnige, untergeordnet auch bindige Böden mit mäßig bis deutlich erhöhten bindigen Anteilen, entsprechender Wasserempfindlichkeit und entsprechend reduzierter Wasserdurchlässigkeit)

Hinsicht der **Bohrbarkeit** des Untergrundes empfiehlt sich aus gutachterlicher Sicht unter Beachtung der DIN 18 301 (Bohrarbeiten) nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand die Schichten 1 bis 6 zu einem einheitlichen „Homogenbereich“ BOHR-A zusammenzufassen.

Hinsicht der **Rammbarkeit** des Untergrundes empfiehlt sich aus gutachterlicher Sicht unter Beachtung der DIN 18 304 (Rammarbeiten) nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand ebenfalls, die angetroffenen Schichten 1 bis 6 zu dem einheitlichen „Homogenbereich“ RAMM-A zusammenzufassen.

3.5 Kanalbau (Tragfähigkeit, Rohraufleger, Wasserhaltung, Kanalgrabensicherung, Kanalgrabenverfüllung)

Zunächst ausgehend von einer zwischen rd. 0,5 und 3 m unter aktueller Geländeoberkante gelegenen Basis der Entwässerungsleitungen, werden die Kanalsohlen entsprechend der Schichtenprofile und Rammdiagramme auf den Anlagen 2.1 bis 2.3 teilweise noch innerhalb anthropogen aufgefüllter / umgelagerter Sande mit wechselnden bindigen Anteilen und einem vielfach erhöhten Humusanteil (dann Oberboden- bzw. Mutterbodenäquivalent), teilweise innerhalb „gröberkörniger“, zugleich nichtbindiger Trag- und Frostschutzschichten der befestigten Freiflächenabschnitte und zumeist innerhalb „gewachsener“ Sande mit wechselnden bindigen Anteilen verlaufen.

Bei der Verlegung der neuen Entwässerungsleitungen sollte darauf geachtet werden, dass ggf. noch unter der Kanalsohle befindliche, anthropogen aufgefüllte / umgelagerte Oberböden / Mutterböden sowie weitere anthropogenen Umlagerungsprodukte mit erhöhter Humusführung infolge der eingeschränkten Raumbeständigkeit durch möglichen Humusersatz stets aufgenommen werden.

Die unterhalb der Oberböden / Mutterböden und mit erhöhten Humusanteil behafteten „Umlagerungssande“ angetroffenen Lockergesteine besitzen – egal ob anthropogen aufgefüllt/umgelagert oder „gewachsen“ – bei einer festgestellten mitteldichten bis dichten Lagerung generell eine ausreichende Tragfähigkeit zur Verlegung der Entwässerungskanäle.

Hinsichtlich der Gewährleistung einer stabilen Kanalgrabensohle ist jedoch zu beachten, dass die nichtbindigen bis leicht bindigen Sande bei Starkregen einem oberflächlichen Ausspülungsprozess unterliegen können und im Falle einer Wassersättigung (hier Schicht- und Grundwasserführung) im Anschnitt zum Fließen neigen.

Ggf. in der Kanalgrabensohle anstehende, dann mäßig bis deutlich bindige, z.T. auch verlehnte Sandpartien unterliegen nach Offenlegung leicht einer oberflächlichen Aufweichung / Verschlammung. Bei höheren natürlichen Wassergehalten, sprich einem feuchten bis wassergesättigten Bodensubstrat, reagieren diese Böden zudem hoch strukturempfindlich gegenüber dynamischen Lasteinträgen. So sind im Falle eines Kanalgrabenaushubs unter den Grundwasserspiegel allein schon durch die mit den Aushubarbeiten unvermeidliche Störung des natürlichen Untergrundes Übergänge des Bodens in breiige Zustände zu besorgen.

Zur Gewährleistung einer stabilen Kanalgrabensohle ist im Falle von Eingriffen unter den natürlichen Grundwasserspiegel zunächst eine Vorentwässerung des mit dem Aushub tangierten Baugrundes in Form einer geschlossenen Wasserhaltung im Vakuumverfahren unumgänglich.

Baugrundgutachten p/2214710 vom 11. August 2022:
Bebauungsplan Nr. 126a „Wohnen an der Marienburg – Erweiterung“ in 48653 Coesfeld

Infolge der sowohl in horizontale als auch in vertikale Ausrichtung variierenden Durchlässigkeiten des zu entwässernden Baugrundes sollte statt des Einsatzes konventioneller Kleinfilteranlagen der Einsatz modifizierter Kleinfilterbohrbrunnen mit Kies- oder Grobsandummantelung (sog. OTO-Filter) favorisiert werden, der eine Entwässerung über die gesamte Filterstrecke ermöglicht.

Nach ausreichender Vorlaufzeit der geschlossenen Wasserhaltung wird mit dem Kanalgrabenaushub mit glatter Baggerschneide im Rückwärtseinschnitt begonnen.

Die freigelegte, bei einer Lage unterhalb des natürlichen Grundwasserspiegels zusätzlich im Vakuumverfahren vorentwässerte Kanalgrabensohle ist dabei sukzessive zum Aushub mit einer basalen Grobschüttung aus nichtbindigem, raumbe ständigem, umweltverträglichem und verdichtungsfähigem Lockergesteinsmaterial (z.B. Hartkalkstein-Schotter) der Körnung 0/32, 0/45 oder 5/45 mit bindigen Anteilen von ≤ 5 Gew.-%, einer generell fehlenden Ton-Fraktion sowie einer stetig steigenden Körnungslinie anzudecken.

Im Bereich der nichtbindigen bis leicht bindigen Sandpartien dient die Grobschüttung als Schutz vor möglichen Ausspülungsprozessen, im Bereich der mäßig bis deutlich bindigen Sande, ggf. auch im Bereich örtlich tangierter Schluffe, einerseits als Stabilisierungsschicht zum Schutz vor möglichen Aufweichungen / Verschlämmungen durch Wasserzutritt und bauzeitliche Lasteinträge, andererseits auch als bauzeitlicher Flächenfilter zur Fassung und Ableitung der anfallenden Oberflächenwässer, ggf. auch der „Restgrundwässer“. Das im grobkörnigen Schüttgut gefasste Wasser ist über provisorisch eingerichtete Pumpensümpfe und bei Bedarf an der Basis des Flächenfilters einseitig verlegte und gleichzeitig in filterstabilem Schüttgut gebettete Baudrainagen in offener Wasserhaltung abzuführen, sofern es nicht direkt im sandigen Untergrund versickert.

Bei Kanalgrabensohlen unterhalb der dann herrschen natürlichen Grundwasserstände ist die geschlossene Wasserhaltung (Grundwasserabsenkung im Vakuumverfahren) parallel zur offenen Wasserhaltung zu betreiben und bis zur Verfüllung der Kanalgräben über den dann herrschenden natürlichen Grundwasserspiegel aufrecht zu halten.

Die Stärke der basalen Grobschüttung bzw. des bauzeitlichen Flächenfilters richtet sich nach der Stabilität der Aushubebene und der anfallenden (Rest-)Wassermenge. Sie sollte im nichtbindigen bis leicht bindigen Sand mit mind. 0,15 m, im bindigen Sand sowie im Schluff mit mind. 0,25 m kalkuliert werden. Die Einbaustärken gehen jeweils von einer standfesten Aushubebene aus. Bei Instabilitäten der Grabensohlen durch deutlich aufgeweichte, im Extremfall verschlammte Bodenpartien ist die Grobschüttung zur Erlangung einer standfesten Auflagers in örtlicher Abstimmung mit einem Baugrundsachverständigen bei Bedarf zu verstärken.

Baugrundgutachten p/2214710 vom 11. August 2022:
Bebauungsplan Nr. 126a „Wohnen an der Marienburg – Erweiterung“ in 48653 Coesfeld

Die Betonrohre der Regenwasserkanalisation können direkt im Schotter gebettet bzw. diesem aufgelagert werden.

Als Bettungsmaterial von Steinzeugrohren, ggf. auch von duktilen Gussrohren, der Schmutzwasserkanalisation werden in der Regel kies- und steinfreie Schüttungen mit einem Größtkorn von < 2 mm gefordert. Folglich ist hier auf der basalen Schotterlage noch eine entsprechend Sandbettung aufzubringen.

Liegt die Aushubebene örtlich infolge zusätzlich aufzunehmender, dann noch auffällig humushaltiger Bodengemenge (vgl. Oberboden / Mutterboden) noch deutlich unterhalb der neuen Kanalsohlen, sind hier als zusätzlicher Bodenaustausch / Bodenauftrag nichtbindige bis leicht bindige, gleichzeitig raumbeständige Füllsande mit bindigen Anteilen von ≤ 10 Gew.-% und einer generell fehlenden Tonfraktion zu empfehlen. Diese sind dann in Lagen von max. 0,3 m einzubringen und je Lage im erdfeuchten Zustand mittels adäquater Flächenrüttler auf mind. 98 % der einfachen Proctordichte zu verdichten. Verläuft die Basis des zusätzlichen Bodenaustausches im bindigen Sand oder gar in einem Schluff, empfiehlt sich hier als basale Lage des Bodenaustauschpolsters die auf Seite 26 dargelegte Grobschüttung aus Naturschotter. Bei der Verlegung von Betonrohren über einem zusätzlichen Bodenaustauschpolster aus Sand ist direkt unter den Rohren als Auflager ebenfalls gröberkörniges Schüttgut in einer Mindeststärke von 0,15 m zu empfehlen.

Ausgehend von einer fachgerechten Entwässerung / Stabilisierung der mit dem Kanalgrabenaushub tangierten Grabenwände, können diese in dem angetroffenen, weitestgehend kohäsionslosen Baugrund ohne den Einsatz von Verbau-Elementen bei einer Aushubtiefe von $\geq 1,25$ m unter Beachtung der DIN 4124 nur bis max. 45° abgebösch werden.

Soll auf eine Abböschung der Kanalgrabenwände zur Reduzierung des Aushubmaterials bzw. der Menge der Kanalgrabenverfüllung verzichtet werden, bietet sich im freien Gelände bei den kalkulierten Aushubtiefen grundsätzlich eine Kanalgrabensicherung im Schutz endgesteifter Großtafel-Systeme („Krings-Verbau“) an.

In den Anschlussbereichen an die öffentliche Kanalisation innerhalb der bestehenden Straßenzüge empfiehlt sich bei „normalen“ Kanalsohlentiefen – eine fachgerechte Grundwasserabsenkung vorausgesetzt – eine Grabensicherung mittels Träger-Bohlwänden („Berliner Verbau“) bzw. mittels eines Normverbaus gemäß DIN 4124. Bei ggf. tieferen Aushubtiefen ist der Einsatz von Spundwänden oder Gleitschienen-Systemen zu favorisieren.

Unter Beachtung der angenommenen Einstufung der künftigen Erschließungsstraße in die Belastungsklassen Bk0,3 und/oder Bk1,0 im Sinne der RStO 12

(s. Unterkapitel 1.2), wird zur Vermeidung von künftigen Setzungsdifferenzen im Fahrbahnbereich empfohlen, die Kanalgräben generell mit nichtbindigen bis max. leicht bindigen, raumbeständigen, verdichtungsfähigen und auch ausreichend wasserdurchlässigen Lockergesteinsmaterialien (z.B. nichtbindige bis gemischtkörnige Sande gem. DIN 1054 mit < 10 Gew-% bindigen Anteilen bei einer generell fehlenden Ton-Fraktion; Bodengruppen SE / SW / SU gem. DIN 18 196; Bodenklasse 3 gem. DIN 18 300) zu verfüllen.

Bei dem lagenweisen Einbau (max. Lagenstärke 0,3 m) und der Verdichtung der letztendlich für den Einbau gewählten Füllmaterialien ist gem. ZTVE-StB 09 zwischen Grabensohle und 1 m unter Planum ein Verdichtungsgrad zwischen 97 und 98 %, darüber bis zum Planum (Basis frostsicherer Fahrbahnoberbau) ein Verdichtungsgrad von 100 % der einfachen Proctordichte zu fordern.

Bei der Wahl der Verdichtungsgeräte und deren Einstellung ist darauf zu achten, dass keine dynamischen Lasteinträge in gemischtkörnige bis bindige Bodengemenge mit entsprechend erhöhten bindigen Anteilen und gleichzeitig erhöhtem Wassergehalt eingebracht werden. Auch mit Grundwasser erfüllte Baugrundpartien sind von dynamischen Lasteinträgen auszuschließen.

Bei der Bemessung unterirdischer Baukörper (z.B. weitestgehend wasserdichte Schachtbauwerke) gegen möglichen Auftrieb sollte im Falle einer Beibehaltung der aktuellen Geländemorphologie ein zumindest theoretisch möglicher Grundwasserspiegelanstieg bis knapp unter Geländeoberkante (bis rd. 0,5 m) berücksichtigt werden.

3.6 Straßenbau (Frostsicherheit, Tragfähigkeit, Bodenersatz bzw. Baugrundverbesserung im Straßenunterbau)

Öffentliche Verkehrsflächen (Straßen, Parkplätze, Zu- und Umfahrten) werden allgemein gem. den Vorgaben der RStO 12 (Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen), der ZTVE-StB 09 (Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau), der ZTVT-StB 95 (Zusätzliche Technische Vorschriften und Richtlinien für Tragschichten im Straßenbau) sowie der ZTV SoB-StB 04 (Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau) und mitgeltender Normen hergestellt.

Diese Richtlinien werden seitens des Unterzeichners auch als Grundlage für die Herstellung der geplanten Verkehrsflächen gewählt, wobei zunächst eine Einstufung der neuen Straßenzüge in die Belastungsklassen Bk0,3 und/oder Bk1,0 angenommen wird (s. Unterkapitel 1.2).

Baugrundgutachten p/2214710 vom 11. August 2022:
Bebauungsplan Nr. 126a „Wohnen an der Marienburg – Erweiterung“ in 48653 Coesfeld

In Anlehnung an die Vorgaben der RStO 12 sowie der ZTVT-StB 95 wird auf der Schottertragschicht (z.B. Hartkalksteinschotter der Körnung 0/45) des ungebundenen Fahrbahnoberbaus bei Durchführung von statischen Lastplatten-druckversuchen gem. DIN 18134 – in Abhängigkeit von der Oberflächenversiegelung (Pflasterdecke oder Asphaltdecke) bzw. von der Stärke eines gebundenen Asphaltoberbaus – ein Verformungsmodul E_{v2} in Größenordnungen zwischen 120 und 150 MPa gefordert. Die E_{v2}/E_{v1} -Verhältnisse sollten dabei zur Vermeidung oberflächennaher Kornumlagerungen gleichzeitig ein Verhältnis $\leq 2,2$ aufweisen.

Um diese Verformungsmoduln erreichen zu können, ist auf dem Planum (Basis frostsicherer Fahrbahnoberbau) bei der Ausführung eines genormten Fahrbahnoberbaus im Sinne der RStO 12 ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45$ MPa sicher zu stellen.

Im Bereich des Planraums stehen – unabhängig von der Existenz der ohnehin unter tragfähigkeitsspezifischen Gesichtspunkten aufzunehmenden „Oberboden- bzw. Mutterbodenäquivalents“ und z.T. weiterer anthropogener „Auffüll- und Umlagerungssande“ mit erhöhtem Humusanteil – vorwiegend aufgefüllte / umgelagerte Sande mit meist reduzierten, bereichsweise aber auch mäßig erhöhten bindigen Anteilen samt einer z.T. vorhandenen Verlehmung an. Der darunter folgende „gewachsene“ Baugrund weist eine vergleichbare Korngrößenzusammensetzung auf.

Die Lockergesteine mit mäßig bis deutlich erhöhten bindigen Anteilen repräsentieren Böden der Frostepfindlichkeitsklassen F 2 bis F 3 (mittel bis sehr frostepfindlich) gemäß ZTVE-StB 09. Folglich sollte die Mindeststärke des frostsicheren Fahrbahnoberbaus der neuen Verkehrsflächen des Planraums entsprechend der Frostepfindlichkeitsklasse F 3 festgelegt werden.

Gem. RStO 12, Seite 16, liegt das Baugelände in der Frosteinwirkungszone I der Bundesrepublik Deutschland. Unter Beachtung des teilweise sehr frostepfindlichen Untergrundes ist entsprechend Tabelle 6 der RStO 12 eine Mindeststärke des frostsicheren Fahrbahnoberbaus im Falle einer Einstufung der Erschließungsstraßen in die Belastungsklasse Bk1,0 von 60 cm, im Falle einer Einstufung der Erschließungsstraßen in die Belastungsklasse Bk0,3 von 50 cm vorzunehmen. Im Bereich von Fuß- und Radwegen liegt die geforderte Mindeststärke des Oberbaus gem. RStO 12 dann bei 30 cm.

Der gemäß RStO 01 auf Höhe des Planums (Basis frostsicherer Oberbau) geforderte Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45$ MPa wird in der Regel nur in den Bauabschnitten erreicht, in denen auf Höhe des Planums bereits nichtbindige bis leicht bindige (max. „schwach schluffig“) Sande oder Kanaltrassenverfüllungen vergleichbarer Kornzusammensetzung von mind. mitteldichter Lagerung anstehen.

Im Falle eines Planumsverlauf in mäßig bindigen, z.T. auch verlehmtten Sanden sind anhand von Erfahrungswerten des Unterzeichners bei Durchführung statischer Lastplattendruckversuche in Abhängigkeit von der Lagerungsdichte des Bodensubstrats Verformungsmoduln E_{v2} in Größenordnungen zwischen rd. 20 und 30 MPa bei erdfeuchtem Zustand und mitteldichter Lagerung des Bodensubstrats wahrscheinlich.

Zur Gewährleistung eines fachgerechten Unterbaus / Untergrundes für den Fahrbahnoberbau sind das „Mutterbodenäquivalent“ und ggf. auch darunter noch stärker humushaltige „Umlagerungssande“ vollständig bis auf einen weitestgehend humusfreien Baugrund aufzunehmen. Als Bodenersatz sind dann in erster Linie nichtbindige bis max. leicht bindige, gleichzeitig raumbeständige Füllsande mit bindigen Anteilen von ≤ 10 Gew.-% bei zugleich generell fehlender Ton-Fraktion zu empfehlen.

Verläuft das Abtragsniveau für den Bodenaustausch in einem bindigen, ggf. sogar verlehmtten Sandboden sowie ggf. auch bereits unterhalb des Grundwasserspiegels, empfiehlt sich hier analog zu dem Bereich der Kanalgräben (s. Unterkapitel 3.5) der Einbau einer basalen Grobschüttung als Stabilisierungsschicht sowie als bauzeitlicher Schotterflächenfilter.

Verläuft das Planum, sprich die Basis für den genormten Oberbau örtlich direkt in einem bindigen, ggf. sogar verlehmtten Sand, ist hier als zusätzlicher Bodenaustausch zur Kompensation der stärkeren Verformbarkeit des Untergrundes eine Verstärkung der Schottertragschicht des genormten Fahrbahnoberbaus in Größenordnungen von rd. 0,2 m zu empfehlen.

Vor dem Hintergrund der vergleichsweise geringen Grundwasserflurstände empfiehlt sich zudem bei einer Beibehaltung der aktuellen Geländemorphologie zur dauerhaften Gewährleistung eines max. erdfeuchten Fahrbahnoberbaus auf Höhe des Planums der Einbau druckwasserbegrenzender Drainagen.

Die aufgeführten bzw. in den geltenden Regelwerken genannten Verdichtungswerte bzw. Verformungsmoduln sind jeweils durch die ausführenden Baufirmen nachzuweisen bzw. durch das Baugrundsachverständigenbüro zu überprüfen.

Bei der Verdichtung von unmittelbar oberhalb bindiger, ggf. sogar verlehmtter Sandböden eingebautem Füll- und Bodenauftragsmaterial sind die eingesetzten Verdichtungsgeräte so zu wählen bzw. einzustellen, dass keine dynamischen Lasten in den bei erhöhten Wassergehalten (dann feucht bis wasserempfindlich) dann hoch strukturempfindlichen Untergrund eingeleitet werden. Ansonsten sind hier – analog zu den neuen Kanalgräben – durch temporär aufgebaute Porenwasserüberdrücke Übergänge des Bodensubstrates in breiige Zustände mit einer deutlichen Verschlechterung der Tragfähigkeitseigenschaften zu besorgen.

3.7 Hochbau (Tragfähigkeit, Gründungsempfehlung, Wasserhaltung, Schutz der Gebäude vor Vernässungsschäden, Baugrubensicherung, Arbeitsraumverfüllung)

Entsprechend den Schichtenprofilen und Rammdiagrammen auf der Anlage 2 verläuft das für **unterkellerte Hochbauten** kalkulierte Gründungsniveau grundsätzlich innerhalb des „gewachsenen“ Baugrundes aus meist nichtbindigen bis leicht bindigen (dann max. „schwach schluffig“), bereichsweise aber auch mäßig bis deutlich bindigen Sanden, ggf. örtlich auch aus stärker feinsandigen Schluffen.

Dieser Baugrund weist bei einer in natürlicher Ablagerungsstruktur überwiegend mitteldichten Lagerung an für sich eine ausreichende Tragfähigkeit zur fachgerechten Aufnahme der erwarteten Gebäudelasten auf, reagiert jedoch bei höheren natürlichen Wassergehalten (wie im Planraum bei den in Kapitel 2.2.2 dargelegten Grundwasserverhältnissen gegeben) teilweise sehr empfindlich gegenüber Wasserzutritt sowie gegenüber Strukturstörungen des natürlichen Porengefüges. Hier von betroffen sind dann insbesondere wassergesättigte feinsandige Schluffe sowie wassergesättigte, dann mäßig bis deutlich schluffhaltige Feinsandpartien.

Zur Gewährleistung einer standfesten Baugrubensohle und zur Vermeidung unverträglicher Strukturstörungen des Baugrundes mit einer teilweise deutlichen Minderung der Tragfähigkeitseigenschaften sowie auch zur fachgerechten Trockenlegung der Baugruben mit der Vermeidung des Ausfließens von Bodenmaterial aus den Baugrubenwänden ist das Grundwasser vor Beginn der Aushubarbeiten – analog zu den in den Grundwasserkörper einbindenden Kanalgräben (s. Unterkapitel 3.5) – in geschlossener Wasserhaltung im Vakuumverfahren bis mind. 0,5 m unter die geplante Aushubebene abzusenken. Die Vakuumentwässerung dient dabei insbesondere zur Stabilisierung der bei Wassersättigung im Anschnitt fließfähigen Sande, darüber hinaus zur Überführung stärker bindiger, z.T. verlehmteter Sandpartien und ggf. örtlich tangierter Schluffe in einen „stichfesten“, dann erdfeuchten bis feuchten Zustand.

Infolge der sowohl in horizontale als auch in vertikale Ausrichtung variierenden Durchlässigkeiten des zu entwässernden Baugrundes ist statt des Einsatzes konventioneller Kleinfilteranlagen der Einsatz modifizierter Kleinfilterbohrbrunnen mit Kies- oder Grobsandummantelung (sog. OTO-Filter) anzuraten, die eine Entwässerung über die gesamte Filterstrecke ermöglichen.

Nach ausreichender Vorlaufzeit der geschlossenen Wasserhaltung wird mit dem Baugrubenaushub mit glatter Baggerschneide begonnen.

In den Bereichen, in denen die Aushubebene neben nichtbindigen bis leicht bindigen Sanden auch wasser- und strukturempfindliche bindige Sande oder gar Schluffe tangiert, ist mit Beginn des Aushubs im späteren Arbeitsraum ein Pumpen-

sumpf einzurichten. Von diesem Pumpensumpf aus, ist die mit glatter Schneide im Rückwärtseinschnitt freigelegte Baugrubensohle dann sukzessive zum Aushub mit einem bauzeitlichen Schotterflächenfilter (empfohlen wird güteklassifizierter Hartkalkstein-Schotter der Körnung 0/45 oder 5/45 mit bindigen Anteilen von ≤ 5 Gew.-%, einer generell fehlenden Ton-Fraktion sowie einer stetig steigenden Körnungslinie) anzudecken.

Die Mindeststärke des Flächenfilters richtet sich nach der Stabilität der Baugrubensohle und der trotz laufender Vakuumentwässerung anfallenden „Restwassermenge“ und sollte im Mittel mit 25 cm kalkuliert werden. Bei deutlichen Instabilitäten der Aushubebene ist die Stärke des Schotterflächenfilters fallweise in örtlicher Abstimmung einem Baugrundsachverständigen zu erhöhen.

Zur Unterstützung der Entwässerung des Schotterpolsters empfiehlt sich umlaufend an der Basis des Schotters die Verlegung von Baudrainagen mit Anbindung an den Pumpensumpf. Die offene Wasserhaltung aus Flächenfilter, Baudrainage und Pumpensumpf unterstützt in diesen Grundstücksabschnitten die geschlossene Wasserhaltung zur fachgerechten Trockenhaltung der Baugrube.

In den Bereichen, in denen die Baugrubensohle ausschließlich in den nichtbindigen bis max. leicht bindigen Sanden verläuft, kann auf den Einsatz der offenen Wasserhaltung mit einem basalen Schotterflächenfilter, eine fachgerechte Trockenlegung der Baugrube im Vakuumverfahren vorausgesetzt, verzichtet werden. Die Aushubebene sollte dann aber unmittelbar nach Aushub mit der Sauberkeitsschicht (Magerbeton) vor negativen Witterungseinflüssen geschützt werden.

Unter Beachtung der maßgebenden DIN 18 533-1 sind die Kellergeschosse generell als wasserdichte Bauteile für den Lastfall „drückendes Wasser“ zu konzipieren. Es empfiehlt sich eine Ausführung in wasserdichtem Beton mit wasserdichter Haltung von Fugen und Leitungsdurchlässen sowie einer ausreichenden Rissbreitenbeschränkung der erdberührten Betone. Unter Beachtung der hydrogeologischen Verhältnisse empfiehlt sich gleichzeitig, die wasserdichte Konstruktion bis zur Geländeoberkante hochzuziehen und die Kellerlichtschächte in die wasserdichte Konstruktion zu integrieren. Bei der statischen Bemessung ist im Falle einer Beibehaltung der aktuellen Geländemorphologie der Ansatz eines Wasserdrucks bis knapp unter Geländeoberkante (bis rd. 0,5 m) zu empfehlen.

Die unterkellerten Neubauten sind über bewehrte Bodenplatten mit einer Bettung auf dem basalen Schotterflächenfilter oder direkt im dann nichtbindigen bis max. leicht bindigen Sand zu gründen.

Bei der statischen Bemessung der Bodenplatten unterkellerten Neubauten nach dem Bettungsmodulverfahren sollte zunächst ein einheitlicher statischer Bettungsmodul $k_{s,k} = 20 \text{ MN/m}^3$ in Ansatz gebracht werden, wobei der aufnehmbare charakteristische Sohldruck an der Unterkante der Gründungsplatten im Einfluss-

bereich tragender Wandscheiben auf $\sigma_{zul} = 200 \text{ kN/m}^2$ begrenzt werden sollte. Dies gilt für linienförmige Ersatzbreiten an der Unterkante der Stahlbetonsohle zwischen $b = 0,5$ und $0,8 \text{ m}$.

Bei einem Auflager der Stahlbetonsohle in nichtbindigen bis leicht bindigen Sanden und ausreichender Schichtstärke dieser gut korngestützten Sande unterhalb der Stahlbetonsohle sind bei der statischen Bemessung der Stahlbetonsohle theoretisch auch höhere Bettungsmoduln möglich, wobei dies dann mittels detaillierter Baugrunduntersuchungen im Bereich des jeweiligen Wohnhauses verifiziert werden müsste.

Nimmt man im Bereich von **nichtunterkellerten Hochbauten** eine Beibehaltung der aktuellen Geländemorphologie oder lediglich eine geringe Geländeanhebung in Größenordnungen von einigen Dezimetern an, stehen entsprechend der Schichtenprofile und Ramm diagrams der Anlage 2 direkt unterhalb der anthropogen aufgefüllten / umgelagerten Oberböden / Mutterböden vielfach anthropogen aufgefüllte/umgelagerte Sande mit reduzierten bindigen Anteilen und fehlender bis geringer Humusführung bei einer mitteldichten bis dichten Lagerung über einem „gewachsenen“ Baugrund vergleichbarer Korngrößenzusammensetzung an.

In einigen Flächenabschnitten weisen die unterhalb des „Mutterbodenäquivalents“ anthropogen aufgefüllten / umgelagerten Sande noch erhöhte Humusanteile, z.T. auch höhere bindige Anteile bei partieller Verlehmung des Bodensubstrates auf.

Gerade die Sandpartien mit mäßig bis deutlich humosen Anteilen können im Falle eines einsetzenden Humuszersatzes bei Sauerstoffzutritt in überlagernden Hochbaukonstruktionen zu unverträglichen Setzungsdifferenzen mit entsprechenden Spannungsumlagerungen in Verbindung mit Rissbildungen führen.

Demzufolge sollte auf jeden Fall im Zuge detaillierterer Baugrunduntersuchungen im Bereich der einzelnen Wohnhäuser geprüft werden, ob sich hier unterhalb des eigentlichen „Mutterbodenäquivalents“ noch weitere, dann auffällig humushaltige Baugrundpartien befinden.

Nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand sollen sich im Planraum – zumindest bereichsweise – auch druckwasserbegrenzende Drainagen im Bereich der aktuellen Gräber, ferner auch im Bereich zunächst optional anvisierter Grabanlagen, befinden. Sollten diese Drainagen im Zuge der Baureifmachung der künftigen Hochbaufelder nicht gekappt oder gar rückgebaut, sondern weiter genutzt werden, kann im Falle einer Bettung / Verlegung der Drainagen in feinkörnigen Sanden nicht ausgeschlossen werden, dass hier ein langfristiger Massenentzug von Sand zu unverträglichen Setzungsdifferenzen in überlagernden Hochbauten führen kann.

Ein Belassen von Drainagen unterhalb künftig nichtunterkellerten Wohnhäusern setzt voraus, dass diese Drainagen einerseits in filterstabilem Kies oder Schotter

Baugrundgutachten p/2214710 vom 11. August 2022:
Bebauungsplan Nr. 126a „Wohnen an der Marienburg – Erweiterung“ in 48653 Coesfeld

verlegt worden sind. Ferner sollte generell unterbunden werden, dass tragende Wandscheiben nicht längs über darunter in knappem Abstand verlegte Drainagestränge verlaufen.

Folglich ist hier eine exakte Abstimmung zwischen den potentiellen Bauherren der nichtunterkellerten Wohnhäuser und den zuständigen Mitarbeitern / Behörden der Stadt Coesfeld erforderlich.

Können vermutlich teilweise im Untergrund befindliche Drainagen zur Begrenzung des maximalen Grundwasserspiegels im Bereich von nichtunterkellerten Hochbauten in Abstimmung zwischen den potentiellen Bauherren und den zuständigen Mitarbeitern / Behörden der Stadt Coesfeld aus erdstatischen Gesichtspunkten im Untergrund belassen werden, sind aus gutachterlicher Sicht auf jeden Fall die humosen Oberböden / Mutterböden, darunter noch teilweise mit erhöhten humosen Anteilen behaftete „Umlagerungssande“ und ggf. stärker bindige, z.T. verlehnte „Umlagerungssande“ bis auf weitestgehend humusfreie, gleichzeitig mind. mitteldicht gelagerte Sande mit fehlenden bis reduzierten bindigen Anteilen aufzunehmen und gegen ausreichend tragfähiges Bodenmaterial zu ersetzen.

Bei größeren Aufbaustärken, sprich auch beim Rückbau im Untergrund befindlicher Drainagestränge, sind als Bodenaustausch- und Bodenauftragsmaterial weitestgehend nichtbindige, gleichzeitig raumbeständige Füllsande mit bindigen Anteilen von ≤ 10 Gew.-%, einer generell fehlenden Ton-Fraktion und einer direkt unter der Sohle als Abschlusslage in einer Mindeststärke von 0,3 m eingebauten Grobschüttung aus güteklassifiziertem, kapillarbrechendem Schottermaterial zu empfehlen.

Im Falle einer reduzierten Überbrückungshöhe zwischen gut tragfähigem Baugrund und Bauwerkssohle, bietet sich an, den gesamten Bodenauftrag mit güteklassifiziertem Schottermaterial herzustellen.

Die lagenweise eingebrachten Einbauböden sind mittels adäquater Flächenrüttler auf 98 bis 100 % der einfachen Proctordichte zu verdichten. Auch hier ist bei der Verdichtung darauf zu achten, dass keine dynamischen Lasten in bindige / lehmige Bodenpartien oder in mit Grundwasser erfüllte Baugrundabschnitte eingeleitet werden.

Reicht der Bodenaustausch in den Grundwasserkörper, ist hier analog zu den Empfehlungen zum Kanalbau und zur Realisierung der unterkellerten Wohnhäuser zur Gewährleistung eines fachgerechten Bodenaustausch- und Bodenauftragspolsters eine temporäre Grundwasserabsenkung im modifizierten Vakuumverfahren („OTO-Filter“), ggf. in Verbindung mit einer offenen Wasserhaltung über einen basalen Schotterflächenfilter einzukalkulieren.

Es empfiehlt sich eine Gründung der nichtunterkellerten Wohnhäuser über bewehrte Bodenplatten mit umlaufenden Frostschrägen. Die Frostschrägen sind

Baugrundgutachten p/2214710 vom 11. August 2022:
Bebauungsplan Nr. 126a „Wohnen an der Marienburg – Erweiterung“ in 48653 Coesfeld

dabei möglichst biegesteif mit den Stahlbetonsohlen zu verbinden, um so die Randlasten über eine mitwirkende Breite in Richtung des Plattenzentrums zu leiten und gleichzeitig auf ein verträgliches Mindestmaß zu reduzieren.

Bei der statischen Bemessung der Bodenplatten der nichtunterkellerten Neubauten nach dem Bettungsmodulverfahren empfiehlt sich – analog zu den unterkellerten Neubauabschnitten – zunächst ebenfalls der Ansatz eines einheitlichen statischen Bettungsmoduls $k_{s,k} = 20 \text{ MN/m}^3$, welcher im Rahmen präzisierender Baugrunduntersuchungen bei Bedarf weiter zu verifizieren ist.

Der aufnehmbare charakteristische Sohldruck an der Unterkante der Gründungplatten im Einflussbereich tragender Wandscheiben sowie im Bereich umlaufender Frostschrägen (sehr schmale Streifenfundamente) ist analog zu den unterkellerten Neubauabschnitten auf $\sigma_{zul} = 200 \text{ kN/m}^2$ zu begrenzen. Dies gilt für Ersatzbreiten / Fundamentbreiten linienförmiger Lasten zwischen $b = 0,4$ und $0,8 \text{ m}$.

Eine alleinige Abdichtung der erdberührten Bauteile der nichtunterkellerten Neubauabschnitte gegen Bodenfeuchte bzw. gegen nichtdrückendes Wasser im Sinne der DIN 18 533-1 setzt bei den in Kapitel 2.2.2 dargelegten Grundwasserverhältnissen und den Wasserdurchlässigkeiten des Untergrundes ohne eine ständige Begrenzung des maximalen Grundwasserspiegels samt Ableitung einsickernder Regenwasser mittels dauerhaft funktionierender, druckwasserbegrenzender Drainageeinrichtungen, selbst im Falle des Einbaus eines ausreichend dimensionierten kapillarbrechenden Sohlenunterbaus, eine hinreichende Anhebung des Bauwerkssohle über das umgebende Gelände sowie eine fachgerechte Ableitung der auf den angrenzenden Freiflächen anfallenden Oberflächenwässer (Geländemodellierung mit leichtem Gefälle in die Freiflächen) voraus.

Ohne eine ausreichende Heraushebung der Erdgeschoss-Sohlen über das umgebende Gelände scheint im Falle einer Beibehaltung der aktuellen Geländemorphologie entsprechend der Forderungen der DIN 18 533-1 die Ausführung wasserdichter Gebäudesohlen mit druckwasserdichter Haltung von Fugen und Leitungsdurchlässen zielführend.

Als **weitere allgemeine Empfehlungen** ist zu beachten, dass durch Baustellenpersonal begangene Abgrabungen / Baugruben mit einer Tiefe von $\geq 1,25 \text{ m}$ in dem angetroffenen, weitestgehend kohäsionslosen Baugrund sowie in einem vergleichbaren Bodenaustausch- und Bodenauftragsmaterial unter Beachtung der DIN 4124 nur bis max. 45° abgeböscht werden können. Der angeführte Böschungswinkel gilt dann für max. 5 m hohe Baugrubenwände ohne zusätzliche Einträge angrenzender Verkehrs- und Stapellasten (z.B. auch Baukran) sowie auch ohne Lasten aus bereits angrenzend errichteten Hochbauten bei weitestgehend erdfeuchtem Bodensubstrat.

Baugrundgutachten p/2214710 vom 11. August 2022:
Bebauungsplan Nr. 126a „Wohnen an der Marienburg – Erweiterung“ in 48653 Coesfeld

Sollte der angeführten Böschungswinkel im Bereich der Baugrubenwände ggf. örtlich nicht eingehalten werden können, ist hier eine Baugrubensicherung mittels eines statisch nachgewiesenen Träger-Bohlwand-Verbaus („Berliner Verbau“) zu empfehlen.

Im Anschluss zu ggf. bereits realisierten Hochbauten sind die Erd- und Gründungsarbeiten generell unter Beachtung der DIN 4123 umzusetzen.

Für die Verfüllung von Arbeitsräumen empfiehlt sich – zumindest unter den später versiegelten Flächenabschnitten (z.B. Terrassen, Gebäudezuwegungen, Garagenzufahrten, etc.) sowie unter Sohlen nichtunterkellelter Hochbauten – zur Vermeidung längerfristiger Setzungen generell der Einbau weitestgehend nichtbindiger, zugleich raumbeständiger, verdichtungsfähiger und auch ausreichend wasser-durchlässiger Lockergesteinsmaterialien (z.B. nichtbindige Sande gem. DIN 1054 mit < 10 Gew-% bindigen Anteilen und fehlender Ton-Fraktion; Bodengruppen SE / SW / SU gem. DIN 18 196; Bodenklasse 3 gem. DIN 18 300).

Bei fachgerechter Separierung vom restlichen Aushub können unterhalb des jeweiligen Bemessungswasserstandes auch max. schwach schluffige, zugleich weitestgehend humusfreie Aushubsande zum Einbau gelangen.

Bei dem lagenweisen Einbau (Lagenstärke max. 0,3 m) und der Verdichtung der letztendlich für den Einbau gewählten Füllmaterialien ist gem. ZTVE-StB 09 ein Verdichtungsgrad zwischen 98 und 100 % (entspricht mitteldichter Lagerung) der einfachen Proctordichte anzustreben.

In den später mit Oberflächenversiegelungen überbauten Arbeitsraumabschnitten ist auf den zusätzlichen Einbau frostsicherer Tragschichten zu achten.

Infolge der festgestellten Baugrundinhomogenitäten wird angeraten, die erd- und grundbautechnischen Empfehlungen der einzelnen Wohnhäuser durch detaillierte Baugrunduntersuchungen auf den Einzelgrundstücken fallweise weiter zu präzisieren.

3.8 Versickerungsmöglichkeit von Niederschlagswasser

Für die Bemessung von zu versickerndem, nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser ist das **DWA-Regelwerk, Arbeitsblatt A 138 (April 2005)**, maßgebend.

Gemäß diesem Regelwerk kommen für eine Versickerung nur Lockergesteine mit einem Durchlässigkeitsbeiwert zwischen $k_f = 5 \times 10^{-6}$ und 1×10^{-3} m/s in Frage.

Baugrundgutachten p/2214710 vom 11. August 2022:
Bebauungsplan Nr. 126a „Wohnen an der Marienburg – Erweiterung“ in 48653 Coesfeld

Darüber hinaus sollte zwischen der Basis der Versickerungsanlage und dem Grundwasserspiegel ein gewisser Mindestabstand eingehalten werden, um eine Filterung ggf. im Sickerwasser enthaltener Schadstoffe in der ungesättigten Bodenzone zu ermöglichen. Dieser wird bei Rigolen-Systemen gem. ATV mit 1 m zum mittleren Grundwasserhochstand angegeben, kann bei Versickerungsmulden nach Absprache mit Trägern öffentlicher Belange jedoch zumeist reduziert werden.

Ferner wird zwischen den Anlagen und angrenzenden Bauwerken ein Mindestabstand empfohlen, der eine negative Beeinflussung des Untergrundes sowie tangierter Bauwerke (z.B. Herabsetzung der Scherparameter, Vernässungen von Kellergeschossen, etc.) verhindert.

Im Planraum herrschen ohne eine dauerhafte Begrenzung des Grundwasserspiegels mittels druckwasserbegrenzender Drainagen grundsätzlich vergleichsweise geringe Grundwasserflurabstände vor.

So sind im Planraum nach ergiebigen Niederschlagsperioden im Falle einer Beibehaltung der aktuellen Geländemorphologie dann im ungünstigen Fall durchaus Grundwasserflurabstände zwischen rd. 0,5 und 1 m wahrscheinlich. Nur in den östlichsten Abschnitten des Planraums, sprich bereits jenseits der künftigen Wohnbaugrundstücke, dürften die Grundwasserflurabstände bei der Anbindung der max. leicht bindigen Sande des Pleistozän an den angrenzenden Entwässerungsgraben auch nach ergiebigen Niederschlagsperioden bei > 1 m verbleiben, vorausgesetzt die max. Wasserführung des Entwässerungsgrabens steigt nicht über dieses Niveau an (max. Pegelstände des Entwässerungsgrabens auf Höhe des Planraums sind planseitig, sofern nicht bereits geschehen, noch zu recherchieren).

Vor dem Hintergrund der geringen Grundwasserflurabstände ist im Planraum bei strikter Anwendung des DWA-Regelwerkes, A 138, zunächst grundsätzlich nur die Ausführung vergleichsweise flacher Versickerungsmulden denkbar.

Bei der Größe der Grundstücke der künftigen Wohnhäuser dürfte die Ausführung flacher Mulden hier von vornherein ausgeschlossen sein.

Die in unterschiedlicher Tiefe im „gewachsenen“ Baugrund (hier Sande mit wechselnden bindigen Anteilen) mittels örtlicher Versickerungsversuche ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte k_f variieren zwischen rd. $1,1 \times 10^{-5}$ und $7,7 \times 10^{-5}$ m/s (s. auch Anlage 3).

In Anlehnung an die Ausführungen/Empfehlungen des Baugrundgutachtens des Jahres 2012 zu dem unmittelbar südlich des aktuellen Planraums angrenzenden Baugebiet, sollte im Zuge der weiteren Planungen geprüft werden, ob nicht das gesamte Regenwasser der versiegelten Neubaupläche direkt in den angrenzenden Entwässerungsgraben geleitet werden kann.

Sollten die künftigen Baufelder überplant und im Übergang zum Entwässerungsgraben an der Kiebitzweide die Einrichtung einer flachen Versickerungsmulde mit Überlauf in den Entwässerungsgraben in Erwägung gezogen werden, wäre für die Dimensionierung der Mulde der Ansatz eines mittleren Durchlässigkeitsbeiwertes $k_f = 1 \times 10^{-5}$ m/s zu empfehlen.

4. Zusammenfassung, weitere Hinweise, Schlusswort

Im Rahmen der Aufstellung des Bebauungsplans Nr. 162a „Wohnen an der Marienburg, Erweiterung“ in 48653 Coesfeld, An der Marienburg / Kiebitzweide, wurde das **Ingenieurgeologische Büro (igb) Gey & John GbR**, An der Kleimannbrücke 13, 48157 Münster, seitens der **Coesfeld Stadtentwicklungsgesellschaft mbH**, Markt 8, 48653 Coesfeld, beauftragt, den Baugrund im ausgewiesenen Planraum hinsichtlich der bodenmechanischen Eigenschaften sowie der hydrogeologischen Verhältnisse zu erkunden und die Ergebnisse in einem ingenieurgeologischen Baugrundgutachten mit Empfehlungen zur Umsetzung von Erd- und Gründungsarbeiten für die Gewerke Kanalbau, Straßenbau und Hochbau darzulegen.

Ferner galt es auch, Aussagen zur allgemeinen Versickerungsfähigkeit des anstehenden Baugrundes für anfallendes Niederschlagswasser und eine Aussage zu möglichen Schadstoffverunreinigungen des Untergrundes mit daraus möglichen Gefährdungen der zu berücksichtigenden Schutzgüter und einem ggf. entstehenden Mehraufwand bei der externen Verwertung von anfallendem Bodenabtrag / Bodenaushub zu treffen.

Entsprechend der Untersuchungsergebnisse finden sich im Planraum zuoberst anthropogene Auffüllungen / Umlagerungsböden aus der Gestaltung der Friedhofsanlage mit max. nachgewiesenen Auffüllstärken bis rd. 1,8 m. Nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand scheint der maximale Grundwasserspiegel im Bereich der aktuellen Grabstätten und der seinerzeit optional ausgewiesenen Grabfelder mittels Drainagen begrenzt zu sein. Ob und in welcher Ausdehnung diese Drainagen noch aktiv sind, entzieht sich der Kenntnis des Unterzeichners.

Die Auffüllungen setzen sich neben einem z.T. recht mächtigen „Mutterbodenäquivalent“ meist aus Sanden mit wechselnden bindigen Anteilen und einer teilweise noch erhöhten Humusführung zusammen.

Die teilweise erhöhte Humusführung der „Umlagerungssande“, das z.T. recht mächtige „Mutterbodenäquivalent“ und auch die offensichtlich im Bereich der künftigen Baufelder im Untergrund befindlichen Drainagen zur dauerhaften Trockenhaltung der Grabfelder, können im Bereich nichtunterkellelter Hochbauten, bei der Realisierung des Straßen- und Wegebbaus sowie auch bei der Realisie-

Baugrundgutachten p/2214710 vom 11. August 2022:
Bebauungsplan Nr. 126a „Wohnen an der Marienburg – Erweiterung“ in 48653 Coesfeld

rung nur geringfügig in den Untergrund einbindender Entwässerungskanäle gegenüber einem „ungestörten“ Baugrund zu einem technischen und wirtschaftlichen Mehraufwand im Zuge der Erd- und Gründungsarbeiten führen.

Der „gewachsene“ Baugrund setzt sich vorwiegend aus nichtbindigen bis leicht bindigen Sanden, bereichsweise auch aus bindigen, z.T. verlehmtten Sanden, zur Tiefe hin auch aus Schluffen, zusammen. Bei einer mindestens mitteldichten Lagerung besitzt dieser Baugrund an für sich eine ausreichende Tragfähigkeit für die geplanten Wohnhäuser sowie die Entwässerungsanlagen. Nur im Falle in der Gründungsebene anstehender bindiger / lehmiger Sande, ggf. auch Schluffe, muss mit einem geringfügigen Mehraufwand bei der Stabilisierung der Aushubsohle mit grobkörnigem Schüttungsmaterial gerechnet werden.

Der Grundwasserspiegel unterliegt im Planraum recht großen Schwankungen. Zumindest im Bereich unterkellelter Wohnhäuser und tiefer ins Erdreich einbindender Entwässerungsanlagen dürfte bei einer ungefähren Beibehaltung der aktuellen Geländemorphologie während der Bauzeit generell eine Grundwasserabsenkung in Form einer geschlossenen Wasserhaltung im Vakuumverfahren notwendig werden.

Unterkellte Neubauabschnitte sind generell als wasserdichte Konstruktionen zu konzipieren, während im Bereich nichtunterkellelter Hochbauten möglicherweise Drainagesysteme oder eine Ausführung wasserdichter Betonsohlen zum fachgerechten Schutz der erdberührten Bauteile vor möglichen Feuchteschäden notwendig werden.

Im Bereich der künftigen Hochbauten sind detaillierte Baugrunduntersuchungen mit einer dann auf die jeweilige Hochbauplanung präzisierten Gründungsempfehlung anzuraten.

Der im Rahmen der Erdarbeiten neben den humosen Oberböden / Mutterböden sowie deutlich humushaltigen Auffüllböden anfallende Bodenaushub stellt im Sinne der ZTVA-StB 97 neben bodenmechanisch günstigen Sanden, z.T. auch Trag- und Frostschutzschichten, der Verdichtbarkeitsklasse V 1, z.T. auch mäßig bis deutlich bindige, partiell verlehmtte Sandpartien, ggf. auch Schluffe, der Verdichtbarkeitsklassen V 2 und V 3 dar. Bodenmaterial der Verdichtbarkeitsklassen V 2 und V 3 ist wasserempfindlich und kann dementsprechend nur im max. erdfeuchten Zustand fachgerecht eingebaut und verdichtet werden. Gleichzeitig ist seine reduzierte Wasserdurchlässigkeit zu beachten. Wird dieses Material im Planraum oder extern verwertet, ist bei Bedarf eine Konditionierung des Bodens mittels der Zugabe von Kalk oder von Kalk-Zement-Bindemitteln in einen einbau- und verdichtungsfähigen Zustand einzukalkulieren. In Arbeitsräumen unterkellelter Hochbauten sowie in den Kanaltrassen versiegelter Verkehrswege sind die Bodengemenge der Verdichtbarkeitsklassen V 2 und V 3 nur bedingt einbaufähig.

Baugrundgutachten p/2214710 vom 11. August 2022:
Bebauungsplan Nr. 126a „Wohnen an der Marienburg – Erweiterung“ in 48653 Coesfeld

Die weitestgehend humusfreien Sande der Verdichtbarkeitsklasse V 1 sind bei fachgerechter Separierung von restlichen Aushub als Füllmaterial im Planraum hingegen gut geeignet.

Die im Rahmen der örtlichen Baugrunduntersuchung entnommenen Bodenproben wurden auch einer organoleptischen, sprich einer optischen und geruchlichen Bewertung hinsichtlich möglicher umweltrelevanter Schadstoffbelastungen und daraus u.U. resultierenden Gefährdungen der zu berücksichtigenden Schutzgüter (z.B. Mensch und Grundwasser) unterzogen. Hierbei ergaben sich keine Hinweise auf deutlich erhöhte Schadstoffbelastungen des Untergrundes.

Allerdings finden sich anthropogene Auffüllungen/Umlagerungsböden mit teilweisen Einschlüssen von Gesteinsbruch, z.T. auch von Bauschutt, was durchaus zu einer „Minderbelastung“ mit umweltrelevanten Schadstoffen und einem damit verbundenen Mehraufwand bei der externen Verwertung im Sinne der LAGA-Richtlinie, ferner auch der Bundesbodenschutzverordnung (betrifft primär das „Mutterbodenäquivalent“), führen kann.

Eine Versickerung der auf den versiegelten Freiflächen sowie den Dachflächen der künftigen Wohnhäuser anfallenden Niederschlagswässer über Mulden oder Rohr-Rigolen-Systeme im Sinne des geltenden DWA-Regewerkes dürfte im Planraum unter Beachtung der zeitweise geringen Grundwasserflurabstände, der recht kleinen Grundstücke der künftigen Wohnhäuser und der vielfach nur mäßigen bis recht geringen Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes aus gutachterlicher Sicht weitestgehend ausscheiden. Wahrscheinlich ist eine Einleitung in den parallel zur Kiebitzweide verlaufenden Entwässerungsgraben, ggf. in Verbindung mit einem im Übergang zum Graben vorgeschalteten Retentionsbecken bzw. einer größeren „Versickerungsmulde“.

Nach Fertigstellung der Ausführungsplanung / Ausschreibung für die Erschließung des Neubaugebietes wird ein abschließendes Gespräch zwischen dem Bauherrn, dem Planungsbüro und dem Baugrundsachverständigen zur Optimierung der bautechnischen Umsetzung empfohlen.

Während der Erdschließungsarbeiten sind bei Bedarf sporadische baubegleitende Baustellentermine durch das Gutachterbüro möglich.

Im Zuge dieser Ortstermine können die bautechnischen Empfehlungen des Baugrundgutachtens gemeinsam mit den ausführenden Bauunternehmen und den zuständigen Fachingenieuren – den örtlichen Gegebenheiten und der Ausführungsplanung entsprechend – weiter präzisiert werden.

Werden im Zuge der Erschließungsarbeiten ggf. lokal von den Erkenntnissen der Baugrunduntersuchung abweichende Untergrundverhältnisse angetroffen, ist das

Baugrundgutachten p/2214710 vom 11. August 2022:
Bebauungsplan Nr. 126a „Wohnen an der Marienburg – Erweiterung“ in 48653 Coesfeld

Gutachterbüro auf jeden Fall zur Klärung der weiteren Vorgehensweise hinzuzuziehen.

Auf die Empfehlung detaillierterer Baugrunduntersuchungen im Bereich der künftigen Hochbauten wurde bereits hingewiesen.

Sollten sich bei der weiteren Planung noch Fragen ergeben, die in dem Baugrundgutachten nicht oder nur peripher behandelt wurden, wird um eine Rücksprache mit dem Unterzeichner gebeten.



igb
Gey & John GbR
Bau- und Ingenieurbüro
48157 Münster, Westfälische Landstraße 13
Tel.: 02 51 7 32 79 00 - Fax: 02 51 7 32 79 28

Dipl. - Geol. Ivo John





Gey & John GbR
Beratende Ingenieurgeologen
An der Kleimannbrücke 13
48157 Münster
Tel.: 0251/327909 Fax: 327928

- Lageplan Bestand -

Projektnummer: P/2214710

Projekt: Bebauungsplan Nr. 126a
Wohnen an der Marienburg
48653 Coesfeld

Anlage: 1.1	Maßstab ca. 1 : 500
-------------	---------------------

● RKS ● V ● DPL ⊗ KD	= Rammkernsondierung = Versickerungsversuch = leichte Rammsondierung = Kanaldeckel (Bezugsniveau)
--	---





Gey & John GbR
Beratende Ingenieurgeologen
An der Kleimannbrücke 13
48157 Münster
Tel.: 0251/327909 Fax: 327928

- Lageplan Planung -

Projektnummer: P/2214710

Projekt: Bebauungsplan Nr. 126a
Wohnen an der Marienburg
48653 Coesfeld

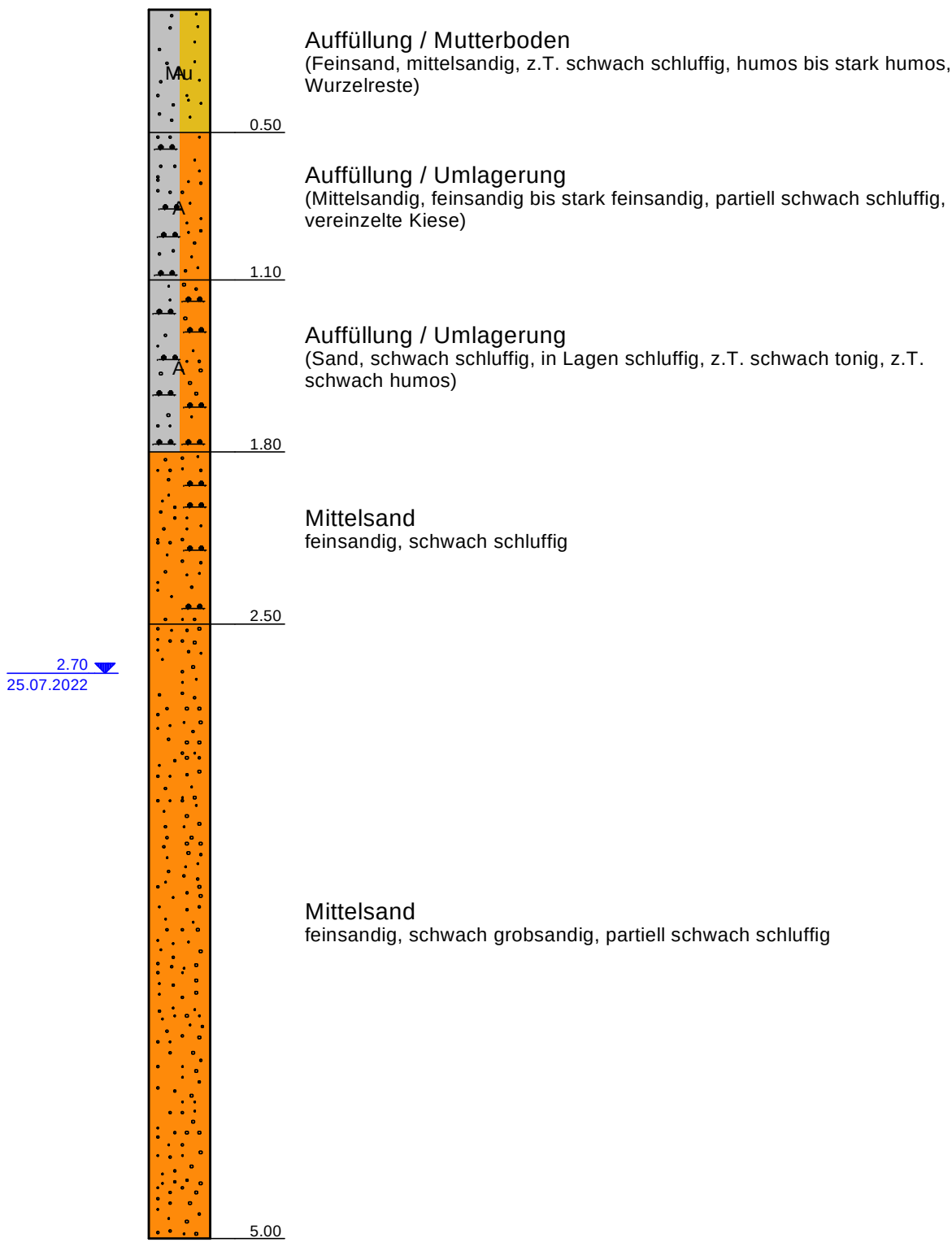
Anlage: 1.2	Maßstab ca. 1 : 500
-------------	---------------------

● RKS	= Rammkernsondierung
● V	= Versickerungsversuch
● DPL	= leichte Rammsondierung
⊗ KD	= Kanaldeckel (Bezugsniveau)

Darstellung von Schichtenprofilen und eines Rammdiagramms

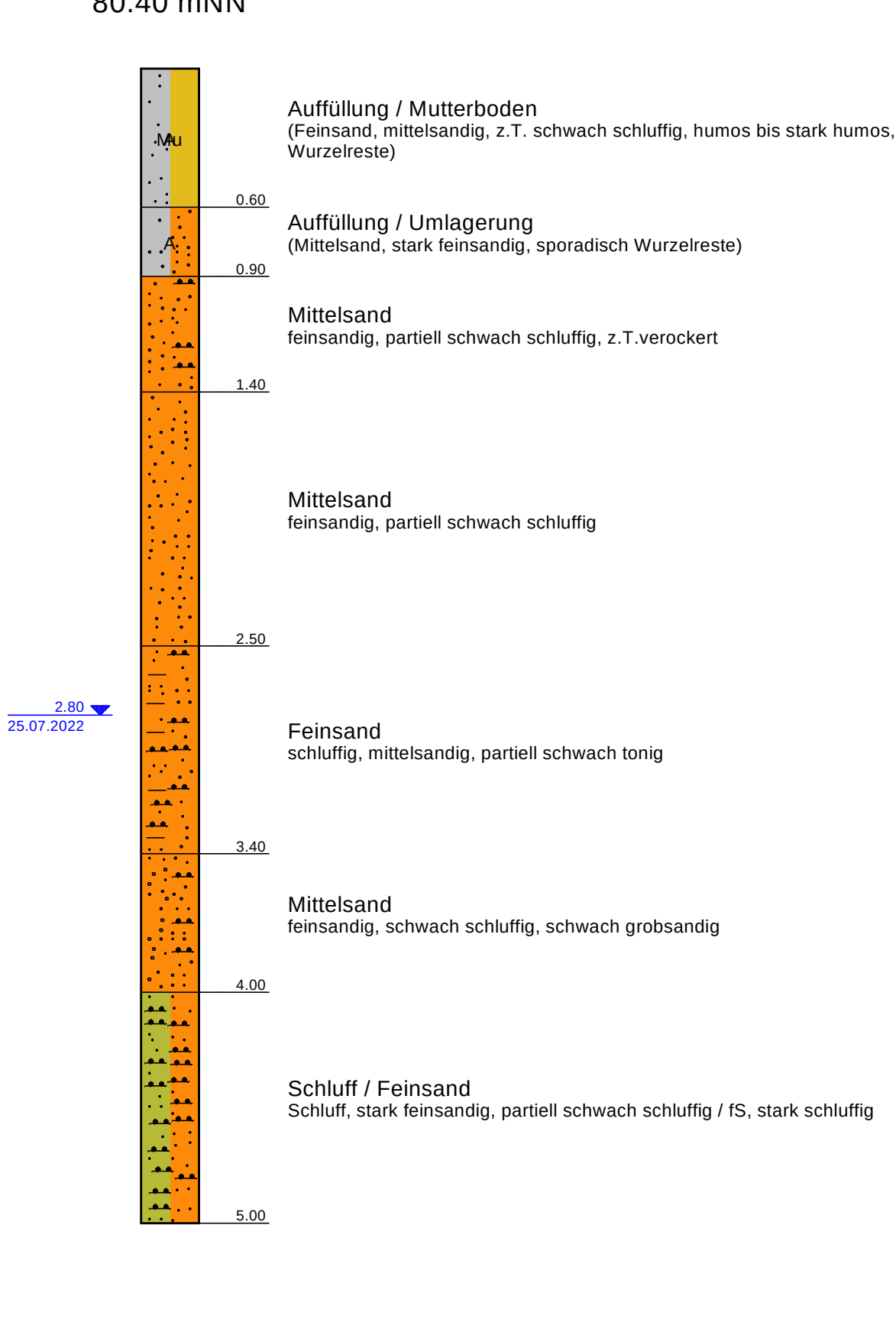
RKS 6

79.98 mNN



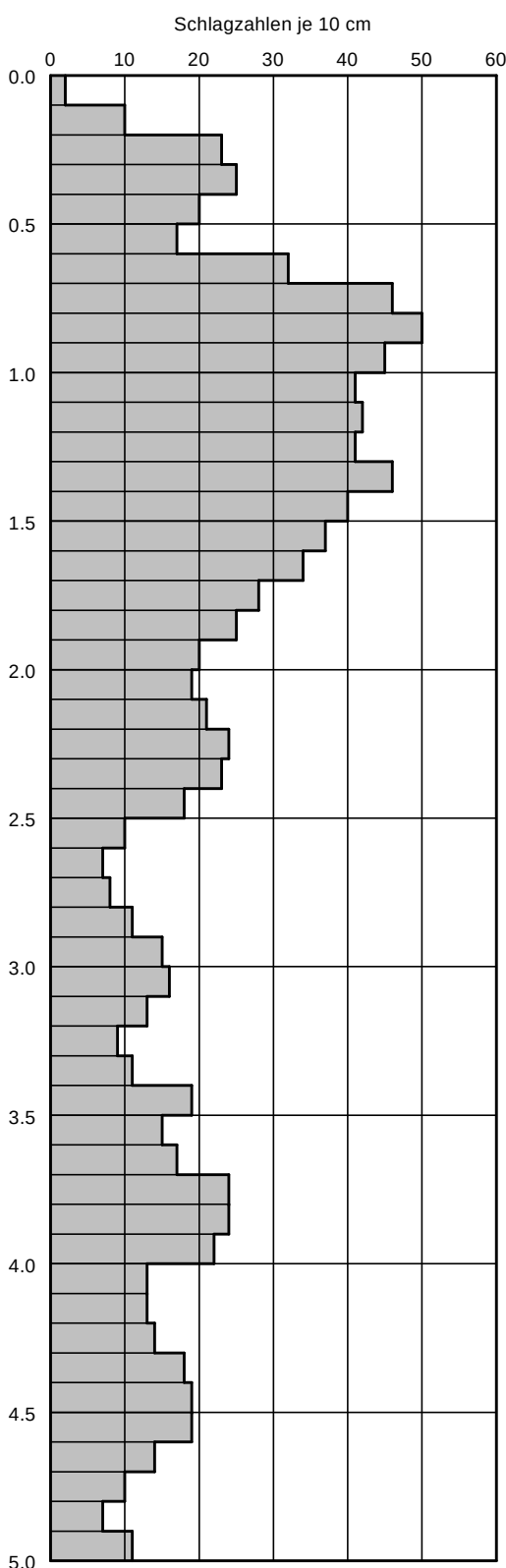
RKS 3

80.40 mNN



DPL 2

80.40 mNN



Legende

Schluff

Feinsand

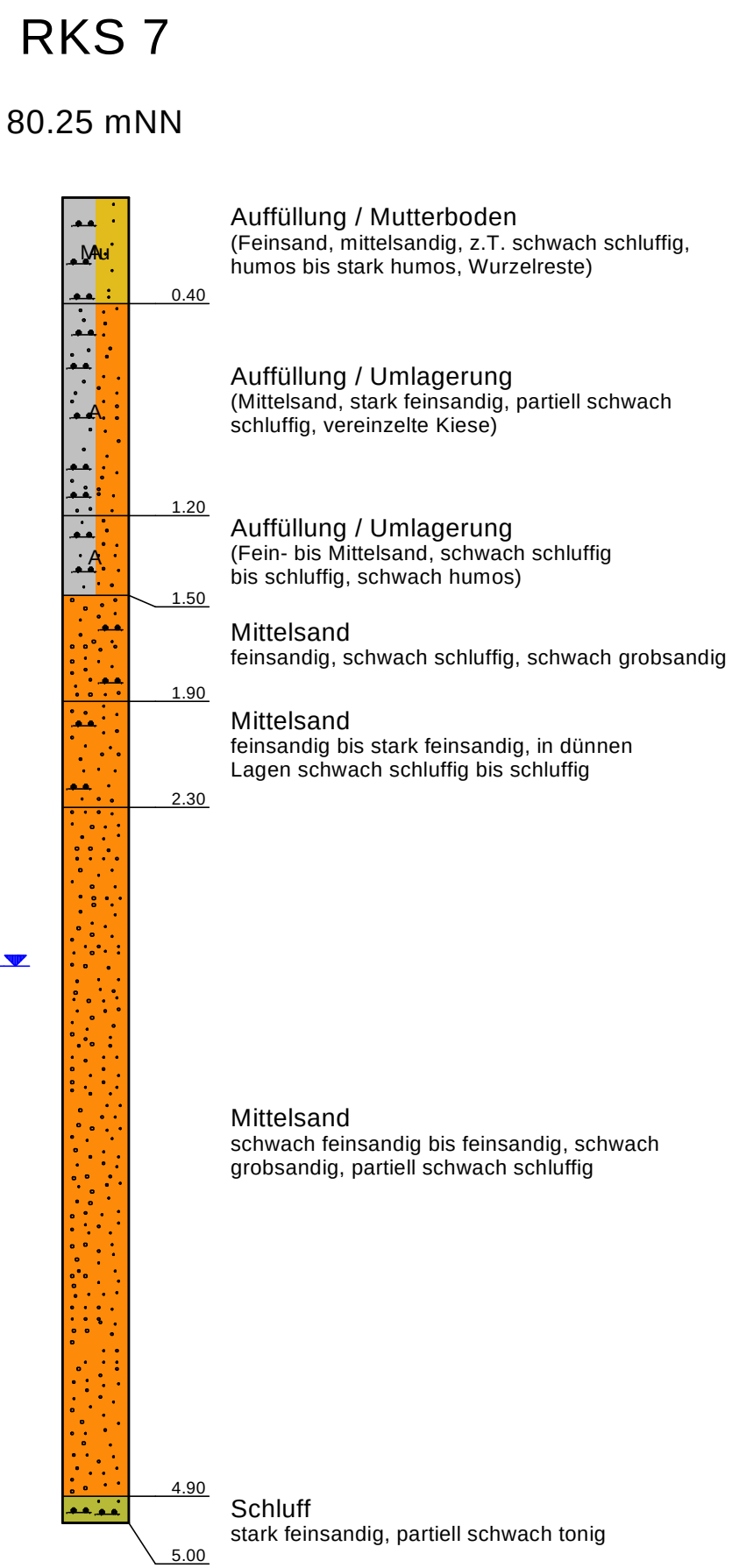
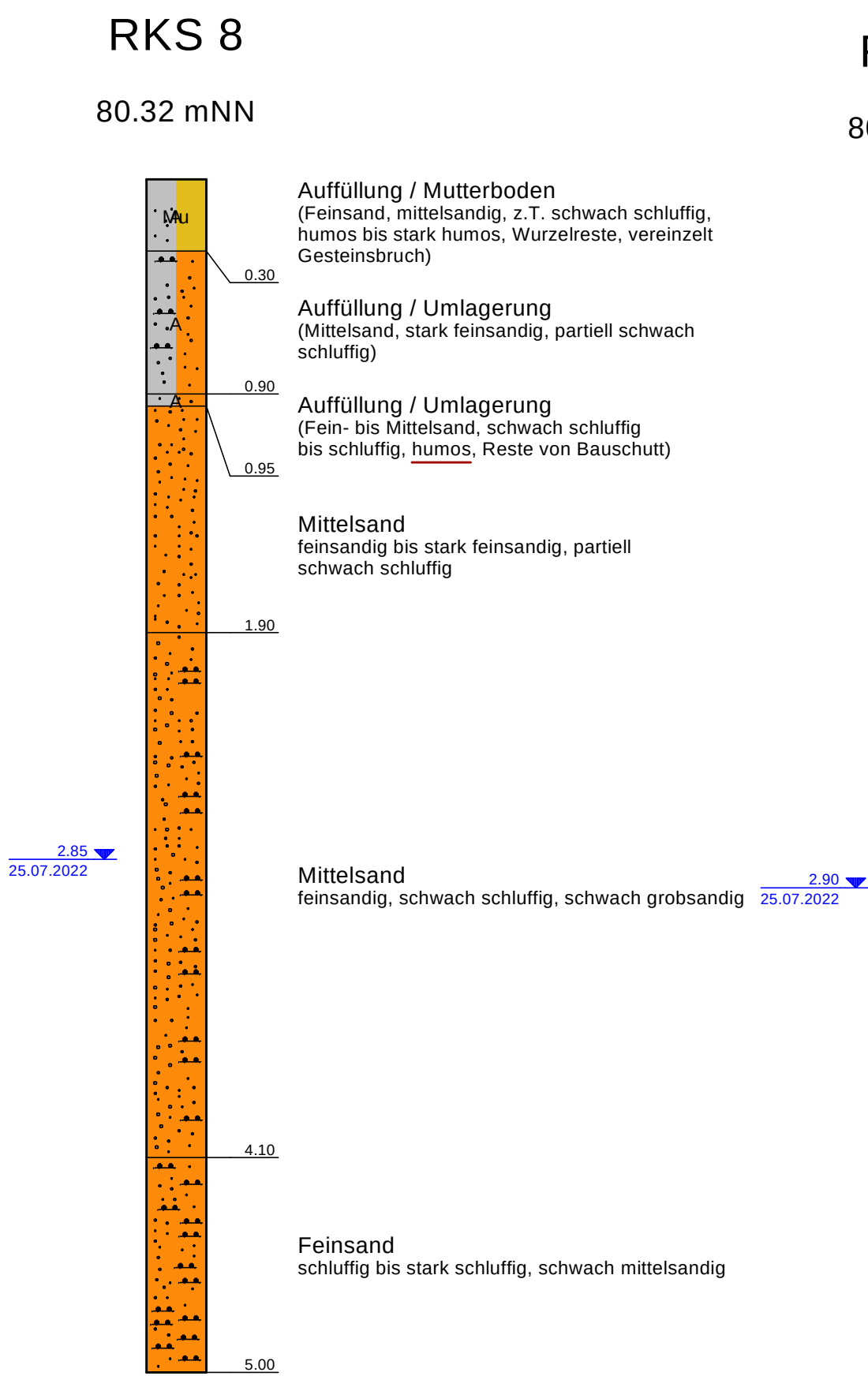
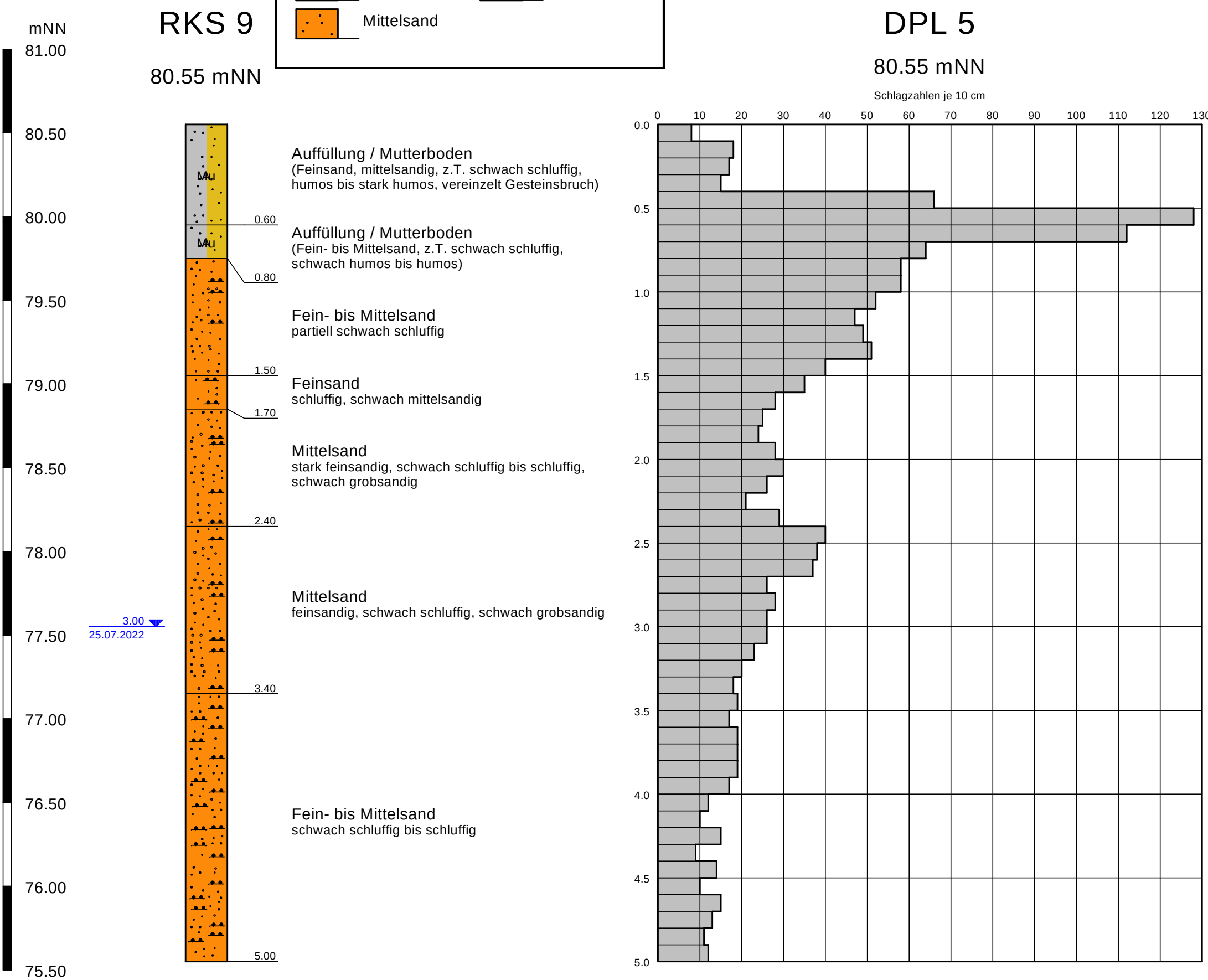
Mittelsand

Mu

A

Mutterboden

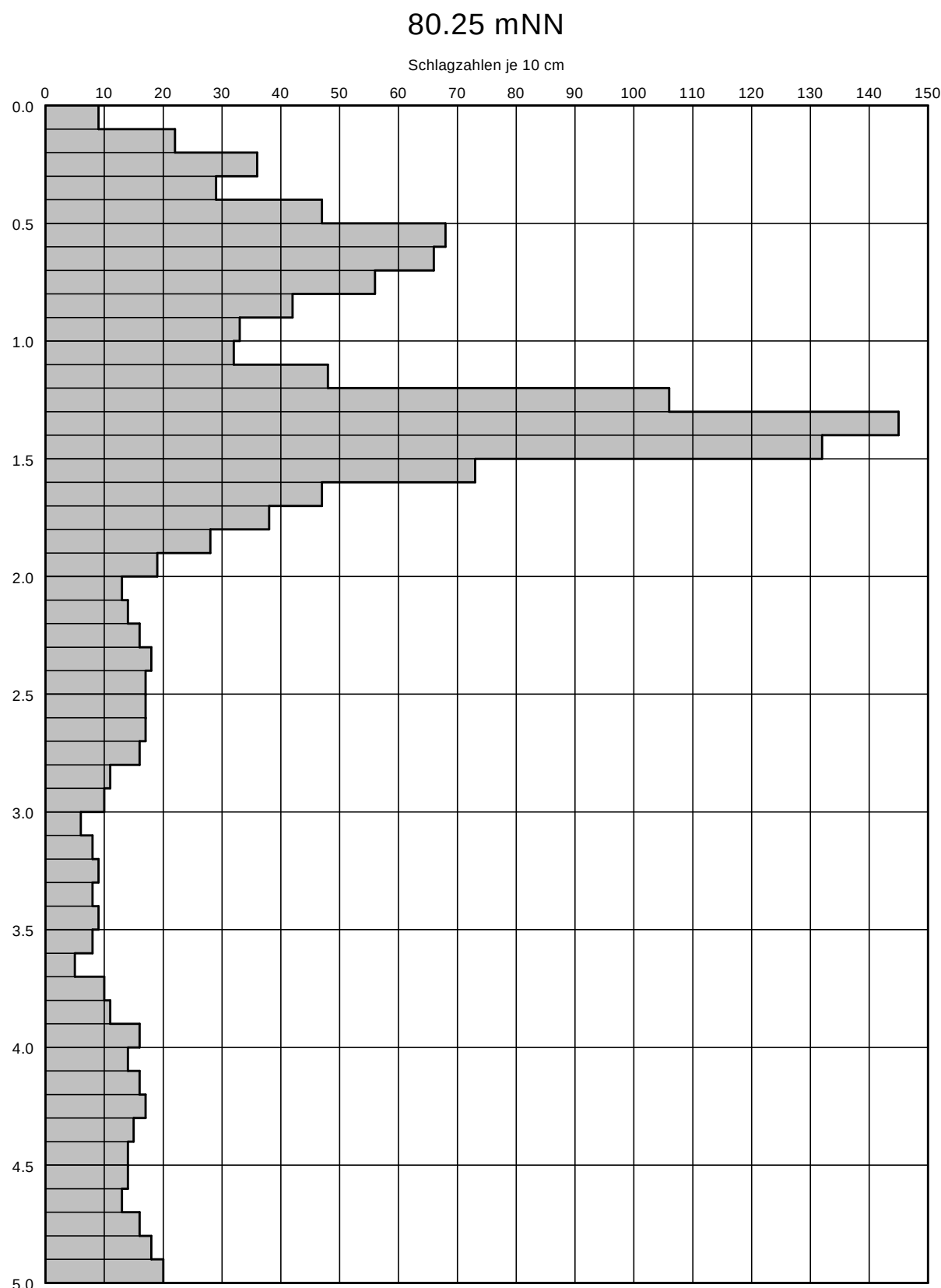
Auffüllung



igb Gey & John GbR An der Kleimannbrücke 13 48157 Münster Tel.: 0251/327909 Fax: 327928	Bebauungsplan Nr. 126a "Wohnen an der Marienburg" 48653 Coesfeld	Projekt Nr. p/2214710
		Anlage Nr. 2.3

Darstellung von Schichtenprofilen und Rammdiagrammen

DPL 4



Versickerungsversuche im Gelände zur Ermittlung des k_f -Wertes

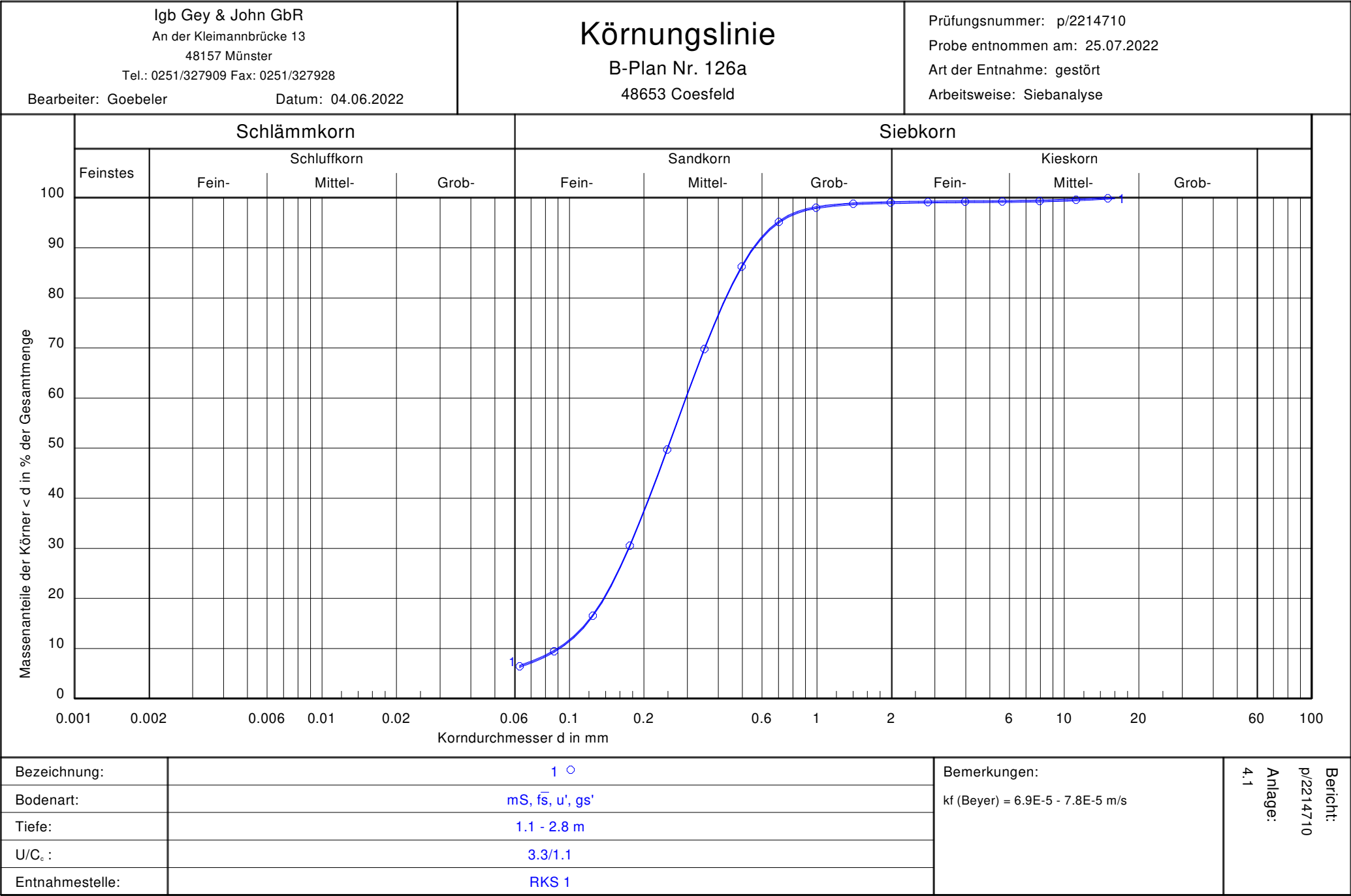
Anlage: 3

Projekt: **Bebauungsplan Nr. 126a "Wohnen an der Marienburg" in 48653 Coesfeld**

Projektnummer: p/2214710

Datum: 25. Juli 2022

Name der Bohrung	Nr. des Versuches	Brunnenradius r [mm]	Wasserstandshöhe h [m]	Zeit t [min]	Wassermenge [l]	Wasserzugabe Q [m³/s]	k_f -Wert [m/s]
RKS 1 / V 1 1,1 - 1,6 m u. GOK	1	25	0,50	0,950	0,300	5,26E-06	7,66E-05
	2	25	0,50	1,25	0,300	4,00E-06	5,82E-05
	3	25	0,50	1,30	0,300	3,85E-06	5,59E-05
RKS 5 / V 2 0,9 - 1,4 m u. GOK	1	25	0,50	1,87	0,400	3,57E-06	5,19E-05
	2	25	0,50	2,25	0,400	2,96E-06	4,31E-05
	3	25	0,50	2,30	0,400	2,90E-06	4,22E-05
RKS 9 / V 3 1,8 - 2,3 m u. GOK	1	25	0,50	1,58	0,100	1,05E-06	1,53E-05
	2	25	0,50	2,00	0,100	8,33E-07	1,21E-05
	3	25	0,50	2,13	0,100	7,82E-07	1,14E-05



Igb Gey & John GbR

An der Kleimannbrücke 13

48157 Münster

Tel.: 0251/327909 Fax: 0251/327928

Bearbeiter: Goebeler

Datum: 04.06.2022

Körnungslinie

B-Plan Nr. 126a

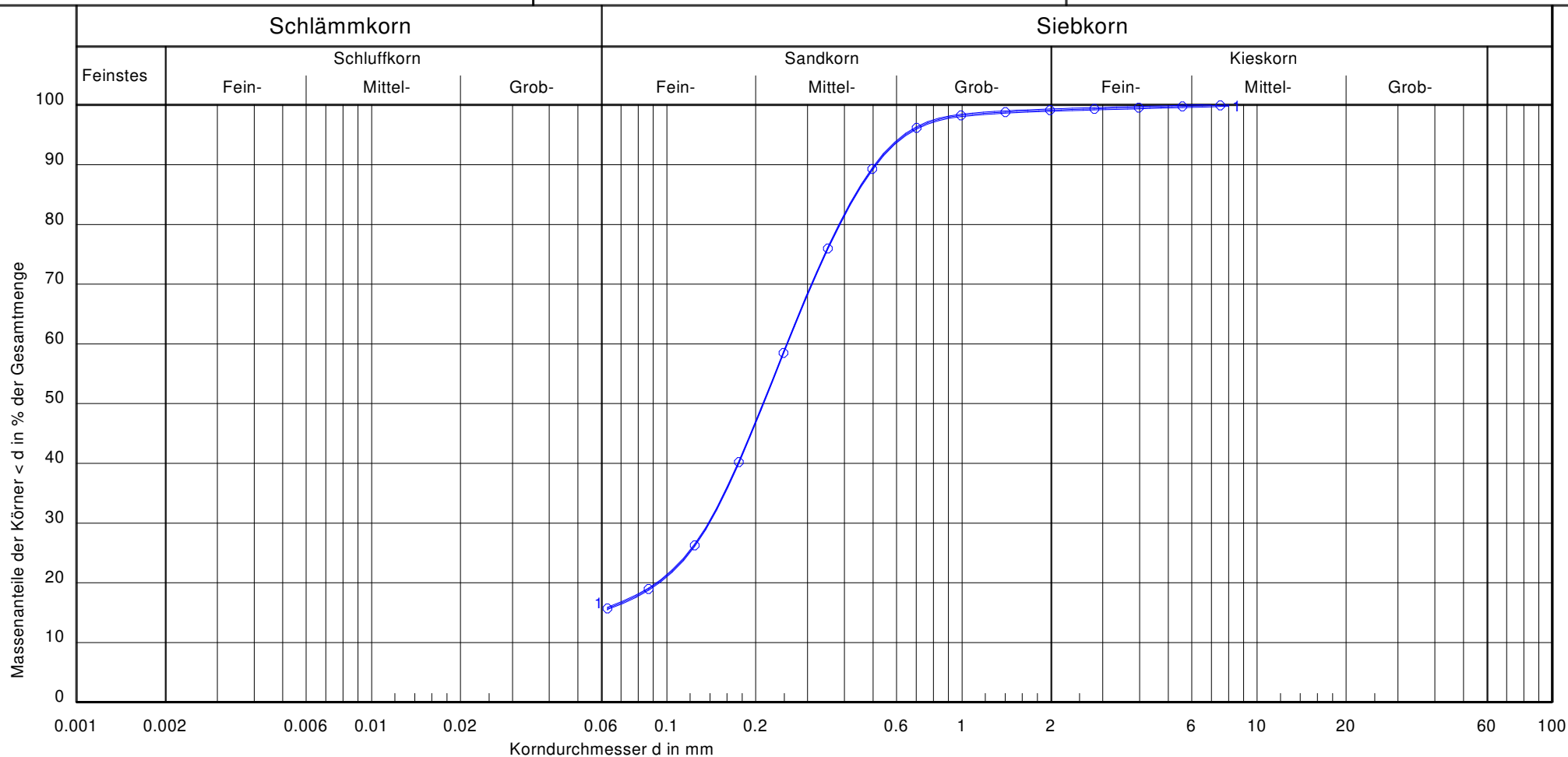
48653 Coesfeld

Prüfungsnummer: p/2214710

Probe entnommen am: 25.07.2022

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Siebanalyse



Bezeichnung:

1

Bodenart:

fS, mS, u' - u, gs

Tiefe:

1.7 - 2.4 m

U/C_c :

-/-

Entnahmestelle:

RKS 6

Bemerkungen:

Bericht:
p/2214710
Anlage:
4.2

