

Ingenieur - Hydro - Umwelt -
Geologie
Gutachten·Planung·Beratung
Fachbauleitung



Geotechnisches Gutachten

**Neubau Wohnquartier Magdalenenhof
Kapellenweg 1
48653 Coesfeld-Lette**

**Projektbearbeiter:
Diplom-Geologe R. Barenbrügge**

Projekt-Nr.: 2018/13694

Münster, 18.06.2018

INHALTSVERZEICHNIS

1	Auftrag und allgemeine Angaben zum Projekt	4
2	Durchführung der Untersuchungen	5
3	Morphologische Verhältnisse	6
4	Baugrundverhältnisse	7
4.1	Schichtenfolge	7
4.2	Grundwasser	8
4.3	Organoleptische Bewertungen	8
4.4	Ergebnisse der chemischen Untersuchungen	9
4.5	Erdbebeneinwirkung	10
5	Angaben zur Baureifmachung des Geländes und zur Durchführung der Geländeauffüllung	10
6	Wasserhaltungsmaßnahmen	12
7	Maßnahmen zum Schutz des Bauwerkes gegen Grundwasser	12
8	Tragfähigkeit des Baugrundes und Baugrundverbesserungsmaß- nahmen	13
9	Homogenbereiche, Bodenkennwerte, Bodenklassen, Bodengruppen und Frostempfindlichkeitsklassen	14
9.1	Homogenbereiche	14
9.2	Bodenkennwerte	14
9.3	Bodenklassen gem. VOB/DIN 18300, Bodengruppen gem. DIN 18196 und Frostempfindlichkeitsklassen gem. ZTV E-StB 17	16
10	Verwendung des Aushubmaterials	16
11	Gründungstechnische Folgerungen	17
11.1	Gründungsart, Gründungstiefe, Bodenersatz	17
11.2	Baugrubensicherung	18
11.3	Belastung des Baugrundes	18
11.4	Setzungsverhalten und Grundbruchsicherheit	19

12 Überwachung der Erd- und Gründungsarbeiten	20
13 Verdichtungsüberprüfung.....	20
14 Angaben zu bautechnischen Maßnahmen für die Außenanlagen.....	20
15 Versickerung von Niederschlagswasser	21
16 Hinweise auf weitere Untersuchungen.....	22
17 Schlusswort.....	22

1 Auftrag und allgemeine Angaben zum Projekt

Das Erdbaulabor Dr. F. Krause wurde von der plan.werk GmbH, Schorlemerstraße 12, 48143 Münster, im Namen des BHD Coesfeld e.V., Borkener Straße 27b, 48653 Coesfeld, beauftragt, für den geplanten Neubau des Wohnquartiers Magdalenenhof am Kapellenweg 1 in 48653 Coesfeld-Lette Baugrunduntersuchungen durchzuführen und ein geotechnisches Gutachten auszuarbeiten.

Gemäß den zur Verfügung gestellten Planunterlagen (s. Anlagen 1 und 3) besteht das geplante Wohnquartier aus zwei nicht unterkellerten, zweigeschossigen Gebäuden.

Auf dem Grundstück befindet sich zurzeit eine Kirche, die, bis auf den Kirchturm, der in das Baukonzept integriert werden soll, abgerissen wird.

Nach Auskunft der plan.werk GmbH wird die OKFF EG (Oberkante des Fertigfußbodens im Erdgeschoss) des Wohnquartiers bei ca. 81,65 m ü.NN angeordnet.

Die Gründung der geplanten Bebauung erfolgt auf bewehrten Streifen- und Einzelfundamenten mit bewehrten Betonsohlen.

Alternativ dazu kann die Gründung der Gebäude auch auf bewehrten Betonsohlen erfolgen. Auf die Ausbildung von Frostschrüzen kann verzichtet werden, wenn durch einen Bodenaustausch bzw. eine Bodenauffüllung gewährleistet wird, dass unter der Gebäudesohle bis mindestens 0,8 m unter GOK frostsicheres Bodenauffüllmaterial vorhanden ist.

Die Gründungsebenen für die Fundamente werden bei ca. 0,8 m unter OKFF EG (frostfreie Gründung) bzw. bei ca. 80,85 m ü.NN und die Betonsohlenunterkanten bei ca. 81,25 m ü.NN angenommen.

Die angenommenen Gründungsebenen sind Grundlage der weiteren Ausführungen.

Konstruktions- und Ausführungspläne sowie Angaben zu ankommenden Lasten liegen dem Erdbaulabor Dr. F. Krause nicht vor.

2 Durchführung der Untersuchungen

Zur Erschließung der Baugrundverhältnisse und zur Ermittlung der Tragfähigkeit des Baugrundes wurden am 17.05.2018 auf dem Baugrundstück sechs Rammkernsondierbohrungen (RKS 1 bis RKS 6) und fünf leichte/mittelschwere Rammsondierungen (DPL/M 1 bis DPL/M 5; mittelschwere Rammsondierung mit der Sonde DPM-A) niedergebracht.

Die Lage der Aufschlusspunkte ist dem Grundriss auf der Anlage 1.1 zu entnehmen.

Die Ergebnisse der Aufschlussbohrungen und die der Rammsondierungen wurden gemäß DIN 4023 und DIN EN ISO 22476-2 in Schichtenprofilen und Rammdiagrammen auf den Anlagen 2.1 bis 2.11 dargestellt.

Aus den Bohrungen wurden 38 gestörte Bodenproben entnommen.

Im Labor erfolgte die bodenphysikalische, bodenmechanische und organoleptische Ansprache der Bodenproben und, auch unter Beachtung der Ergebnisse der Rammsondierungen, die Abschätzung der für die erdstatischen Berechnungen erforderlichen Bodenkennwerte.

Zur Klärung des Verwertungs-/Entsorgungspfades der anfallenden Aushubböden wurden aus den angetroffenen Böden die Mischproben MP 1 und MP 2 wie folgt zusammengestellt:

Mischproben- bezeichnung	RKS	Teufe in m unter GOK
MP 1 (aufgefüllter Oberboden)	1	0,0 – 0,9
	2	0,0 – 1,0
	3	0,0 – 0,9
	4	0,0 – 0,6
	5	0,0 – 0,8
	6	0,0 – 0,5
MP 2 (Feinsand)	1	0,9 – 2,6
	2	1,0 – 2,7
	3	0,9 – 2,4
	4	0,6 – 2,1
	5	0,8 – 2,5
	6	0,5 – 2,6

Die Mischproben MP 1 und MP 2 wurde in einem akkreditierten chemischen Laboratorium auf die Parameter der Tabellen II.1.2-2 bis II.1.2-5 der Technischen Regeln Boden (TR Boden) der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen, Teil II: Technische Regeln für die Verwertung, 1.2 Bodenmaterial“ (**LAGA-Richtlinie 2004**) untersucht.

Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen sind den Anlagen 5.1 (tabellarische Zusammenstellung der Untersuchungsergebnisse) und 5.2 (Prüfbericht) zu entnehmen.

Die bei den Laborversuchen nicht verbrauchten Bodenproben werden bis sechs Monate nach Abgabe des geotechnischen Gutachtens aufbewahrt und dann, falls vom Auftraggeber nicht anders bestimmt, verworfen.

3 Morphologische Verhältnisse

Als Höhenbezugspunkt (BP) für die Bohr- und Rammansatzpunkte wurde der im Lageplan (s. Anlage 1.2) eingezeichnete Kanaldeckel (KD) mit der Höhe 81,02 m ü.NN gewählt.

Die Bohransatzpunkte wurden auf diese NN-Höhe bezogen.

Nach dem Höhennivellement der Bohransatzpunkte liegt eine maximale Höhendifferenz von ca. 0,4 m vor.
Danach liegt das Gelände im Mittel bei ca. 81,2 m ü.NN.

Das Baugelände ist eine ± ebene Garten- bzw. Wiesenfläche. Die auf dem Grundstück stehende Kirche soll, bis auf den Kirchturm, der in das Baukonzept integriert werden soll, vollständig rückgebaut werden.

4 Baugrundverhältnisse

4.1 Schichtenfolge

Die Aufschlussbohrungen haben eine relativ einheitliche Schichtenfolge erschlossen, die, auch unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Rammsondierungen, vereinfacht wie folgt beschrieben wird (s. dazu die Anlagen 2.1 bis 2.11):

bis ca. 0,5/1,0 m unter GOK

anthropogene Auffüllung, inhomogen zusammengesetzt aus Sand und Humus mit geringen Schluffanteilen (aufgefüllter humoser Oberboden bzw. Mutterboden), erdfeucht;
Die Auffüllung ist locker bis mitteldicht gelagert.

bis ca. 3,5/5,2 m unter GOK

Feinsand, schluffig bis stark schluffig, z.T. schwach mittelsandig bis mittelsandig, schwach tonig, örtlich oberflächennah schwach humos, erdfeucht bis grundwasserführend und dann fließfähig;
Die Feinsande sind mitteldicht bis dicht gelagert.

**bis zur max. Aufschlusstiefe
von 3,7/5,3 m unter GOK**

Sandmergelstein, verwittert, erdfeucht bis feucht und halbfest bis fest;
Gemäß den Angaben der geologischen Karte von Nordrhein-Westfalen 1:100.000, Blatt C 4306 Recklinghausen, ist der Sandmergelstein stratigraphisch den Dülmener Schichten des Untercampans (Oberkreide) zuzuordnen.

Die Aufschlussbohrungen wurden beim Erreichen der Geräteauslastung im Sandmergelstein der Oberkreide, der noch bis in größeren Tiefen ansteht, eingestellt.

Unterhalb der Aufschlusstiefen der Bohrungen steht der geklüftete, geschichtete und in tieferen Schichten Kluftgrundwasser führende Sandmergelstein der Oberkreide in fester Zustandsform an.

4.2 Grundwasser

Das Grundwasser wurde am 17.05.2018 in den Rammkernsondierbohrungen RKS 1 bis RKS 3, RKS 5 und RKS 6 zwischen ca. 3,0 m und ca. 3,5 m unter GOK bzw. zwischen ca. 77,7 m und ca. 78,1 m ü.NN angetroffen. In der Bohrung RKS 4 wurde bis zur maximalen Aufschlusstiefe von 3,7 m unter GOK kein Grundwasser festgestellt.

Der mittlere Grundwasserstand liegt bei ca. 77,9 m ü.NN. Der geschätzte maximale Grundwasserstand ist mit ca. 78,9 m ü.NN anzusetzen.

4.3 Organoleptische Bewertungen

Die entnommenen Bodenproben wurden organoleptisch bewertet. Dabei wurde im untersuchten Bereich eine anthropogene Auffüllung in der im Kapitel 4.1 beschriebenen Mächtigkeit und Zusammensetzung angetroffen.

Organoleptische bzw. optische oder geruchliche Auffälligkeiten, die einen Hinweis auf eine Schadstoffbelastung geben, wurden an den entnommenen Bodenproben nicht festgestellt.

4.4 Ergebnisse der chemischen Untersuchungen

Zur orientierenden Untersuchung wurden zur Klärung des Verwertungs-/Entsorgungspfades aus den Bodenproben der Aufschlussbohrungen die Mischproben MP 1 und MP 2 zusammengestellt (Mischprobenzusammenstellung siehe Kapitel 2).

Die Bewertung der in den Mischproben MP 1 und MP 2 ermittelten Schadstoffgehalte erfolgt gemäß der LAGA-Richtlinie 2004. In ihr werden folgende Zuordnungswerte als Obergrenzen der Einbauklassen von Bodenmaterial unterschieden:

Zuordnungswert Z 0	uneingeschränkter Einbau von Bodenmaterial möglich
Zuordnungswert Z 1	Die Zuordnungswerte Z 1 im Feststoff und Z 1.1 bzw. Z 1.2 im Eluat stellen die Obergrenze für den offenen Einbau von Bodenmaterial in technischen Bauwerken dar. Im Eluat gelten grundsätzlich die Z 1.1-Werte. Darüber hinaus kann in hydrogeologisch günstigen Gebieten Bodenmaterial mit Eluatkonzentrationen bis zu den Zuordnungswerten Z 1.2 eingebaut werden. Hydrogeologisch günstig sind u.a. Standorte, bei denen der Grundwasserleiter nach oben durch ausreichend mächtige Deckschichten mit hohem Rückhaltevermögen gegenüber Schadstoffen überdeckt ist oder Standorte mit hohem Grundwasserflurabstand.
Zuordnungswert Z 2	Die Zuordnungswerte Z 2 stellen die Obergrenze für den Einbau von Bodenmaterial in technischen Bauwerken mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen dar. Dadurch soll der Transport von Inhaltsstoffen in den Untergrund und in das Grundwasser verhindert werden.

Entsprechend den Ergebnissen der chemischen Untersuchungen (siehe Anlagen 5.1 und 5.2) liegen der Gesamtgehalt des organisch gebundenen Kohlenstoffs (TOC) und der Feststoffgehalt an Kupfer der **Mischprobe MP 1** im Bereich des jeweiligen Zuordnungswertes Z 1 der LAGA-Richtlinie.

Alle weiteren untersuchten Parameter halten die jeweiligen Zuordnungswerte Z 0 der LAGA-Richtlinie 2004 ein.

In der **Mischprobe MP 2** liegt der Feststoffgehalt an Kupfer im Bereich des Zuordnungswertes Z 1 der LAGA-Richtlinie 2004. Alle weiteren untersuchten Parameter halten die jeweiligen Zuordnungswerte Z 0 der LAGA-Richtlinie 2004 ein.

Das den Mischproben MP 1 und MP 2 entsprechende Aushubmaterial ist somit in die Kategorie Z 1 der LAGA-Richtlinie 2004 einzustufen und im Falle des Aushubs einer seiner Einstufung entsprechenden Verwertung zuzuführen.

4.5 Erdbebeneinwirkung

Gemäß der DIN 4149 liegt das Baugrundstück in keiner Erdbebenzone.

5 Angaben zur Baureifmachung des Geländes und zur Durchführung der Geländeauffüllung

Gemäß den Ergebnissen der Rammkernsondierbohrungen bestehen die oberen ca. 0,5 m bis ca. 1,0 m der anstehenden Böden aus aufgefülltem, humosem Oberboden. Zu Beginn der Erdarbeiten ist der aufgefüllte humose Oberboden vollständig abzuziehen.

Das Erdplanum nach dem Oberbodenabtrag liegt zwischen ca. 80,0 m und ca. 80,7 m ü.NN bzw. im Mittel bei ca. 80,4 m ü.NN.

Bis zu den angenommenen Gründungsebenen wird somit noch eine Bodenauffüllung notwendig.

Die bestehende Kirche wird mit Ausnahme des Kirchturmes vollständig abgerissen. Die bei dem Abriss der Kirche entstandenen Gruben sind zu verfüllen.

Im Erdplanum stehen nach dem Oberbodenabtrag wasserempfindliche schluffige bis stark schluffige Feinsande an, die bei Regenfällen verschlammten werden.

Zum Schutz des Erdplanums vor Verschlammungen ist deshalb sofort nach der Freilegung eines Teilbereiches des Erdplanums die erste Lage des Bodenauffüllmaterials (siehe unten) anzudecken.

Bei Bedarf dient dann das eingebaute Bodenauffüllmaterial in Verbindung mit Pumpensämpfen als bauzeitlicher Flächenfilter.

Sollten Felddränagen vorhanden sein, ist im Zuge der Aushubmaßnahmen dafür Sorge zu tragen, dass das aus den Dränleitungen ins Baufeld laufende Wasser rasch abgeführt wird und nicht zu Vernässungen bzw. Verschlammungen der Baugrubensohle oder starken Erosionserscheinungen an den Baugrubenwänden führen kann.

Weiterhin sind die Felddranagen, die durch die Baumaßnahme unterbrochen werden, über Sammeldranagen zu fassen.

Das anfallende Wasser ist kontrolliert in eine geeignete Vorflut abzuführen.

Für die Gelandauffllung bzw. für die Verfüllung der Gruben ist nicht bindiges, wasserdurchlassiges und verdichtungsfahiges Lockergesteinsmaterial wie Grubenkies, Kiessand 0/32, Füllsand oder Schotter 0/45 zu verwenden.

Das Auffüllmaterial ist sofort nach der Freilegung des Erdplanums in Lagenstarken bis maximal 0,3 m einzubringen und mit geeigneten Verdichtungsgeraten bis auf mindestens 100 % der Proctordichte zu verdichten. Die erste Schttlage des Bodenauffllmaterials ist statisch nur leicht zu verdichten, ohne die unterlagernden schluffigen bis stark schluffigen Feinsande in ihrer Struktur zu stören und in ihrer Tragfahigkeit herabzusetzen.

Da die Gründung in den Auffllbden erfolgt, ist die Verdichtung der einzelnen Aufflllagen für die Gelaneanhebung zu überprüfen und zu dokumentieren.

Die Auffllarbeiten sind gutachterlich zu begleiten.

Auf der Oberkante des Bodenauffllmaterials ist unter den geplanten Trag- bzw. Frostschutzschichten durch Plattendruckversuche ein E_{v2} -Wert von $\geq 45 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen.

Das für die Gelaneanhebung angedachte Material ist im Zuge der Überwachung der Erd- und Gründungsarbeiten bzw. im Vorfeld der Auffllarbeiten durch das Erdbaulabor Dr. F. Krause auf seine Eignung als Füllboden zu prüfen.

Eine Wirtschaftlichkeitsberechnung sollte ergeben, welches Material für die Bodenauffüllung gewahlt werden kann.

Sollte auf dem Baugrundstück der Einbau von Recyclingbaustoffen vorgesehen sein, ist dies im Vorfeld der Baumaßnahme mit den zustandigen Genehmigungsbehörden abzustimmen.

An dieser Stelle wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass dynamische Beanspruchungen der im Erdplanum nach dem Oberbodenabtrag anstehenden ggf. vernassten, schluffigen bis stark schluffigen Feinsande einen Porenwasserüberdruck im Boden bewirken, wodurch die Tragfahigkeit stark herabgesetzt wird (es entsteht ein sogenannter „Matratzeneffekt“).

Das Befahren des Erdplanums mit schweren oder gummibereiften Baufahrzeugen ist somit, insbesondere bei nasser Witterung, zu vermeiden.

Werden bei den Verdichtungsarbeiten dynamisch wirkende Verdichtungsgerate verwendet, ist deren Eindringtiefe so zu wahlen, dass die unterlagernden schluffigen bis stark schluffigen Feinsande nicht dynamisch beansprucht werden.

6 Wasserhaltungsmaßnahmen

Nach der Durchführung der Geländeauffüllung (siehe Kapitel 5) werden in der Regel keine Wasserhaltungsmaßnahmen notwendig. Das anfallende Tageswasser kann im durchlässigen Bodenauffüllmaterial versickern.

Das Aushubplanum ist frei von Baustellenresten und Verschlammungen zu halten, damit das anfallende Tageswasser ungehindert in den Untergrund versickern kann.

7 Maßnahmen zum Schutz des Bauwerkes gegen Grundwasser

Für die geplanten nicht unterkellerten Gebäude kann aus gutachterlicher Sicht der Lastfall Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser (z.B. gemäß der Wassereinwirkungsklasse W 1.1-E nach DIN 18533-1) angesetzt werden, wenn folgende Bedingungen erfüllt werden:

- Das Gelände ist vom Gebäude aus mit einem Gefälle so anzulegen, dass anfallendes Oberflächen- und Tageswasser vom Gebäude weggeführt wird.
- Die Geländeauffüllung erfolgt mit nicht bindigem, wasserdurchlässigem und verdichtungsfähigem Lockergesteinsmaterial (siehe Kapitel 5).
- Die Arbeitsräume der Fundamentgruben sind bis mindestens 0,8 m unter GOK mit einem nicht bindigen (Feinkornanteil < 5 M.-%) und stark durchlässigen (Durchlässigkeitsbeiwert $k_f > 1 \cdot 10^{-4}$ m/s) Lockergesteinsmaterial, wie z.B. Grubenkies, Sand oder Kiessand der Körnung 0/32 oder Kalksteinschotter der Körnung 0/45, so zu verfüllen, dass eine Stauwasserbildung im Arbeitsraum vermieden wird.
- Als Tragschicht unter der geplanten Betonsohle ist nicht bindiges (Feinkornanteil < 5 M.-%), kapillarbrechendes, ausreichend durchlässiges (Durchlässigkeitsbeiwert $k_f > 1 \cdot 10^{-4}$ m/s) und verdichtungsfähiges Lockergesteinsmaterial (z.B. Kalkstein-Schotter der Körnung 0/45 bzw. eine äquivalente Mischung oder Bodenart) in einer Stärke von mindestens 0,15 m einzubauen (siehe Kapitel 8).
- Das Aushubplanum ist frei von Baustellenresten und Verschlammungen zu halten, damit die anfallenden Sicker- und Schichtwässer ungehindert in den tieferen Untergrund versickern können.

Es wird in diesem Zusammenhang auf die Überwachung der Erd- und Gründungsarbeiten durch das Erdbaulabor Dr. F. Krause hingewiesen.

8 Tragfähigkeit des Baugrundes und Baugrundverbesserungsmaßnahmen

Wie den Bohrprofilen und Rammdiagrammen auf den Anlagen 2.1 bis 2.11 zu entnehmen ist, steht in den angenommenen Gründungsebenen nach der Durchführung der Geländeauffüllung (siehe Kapitel 5) überwiegend ausreichend tragfähiger Baugrund an.

Weitere baugrundverbessernde Maßnahmen sind unter den **Fundamenten** nicht notwendig.

Lediglich die durch die Aushubarbeiten aufgelockerten Bereiche sind vor dem Aufbringen der Sauberkeitsschicht nachzuverdichten.

Unter den **Betonsohlen** ist durch die Bodenauffüllung eine Schottertragschicht in einer Stärke von mindestens 0,2 m herzustellen. Als Auffüllboden bzw. als Bodenaustauschmaterial ist nicht bindiges Lockergesteinsmaterial gemäß DIN 1054 (z.B. Hartkalksteinschotter 0/45, Durchlässigkeitsbeiwert $k_f > 1 \cdot 10^{-4}$ m/s) einzubringen und bis auf mindestens 100 % der Proctordichte zu verdichten. Bei Verdichtungsüberprüfungen durch Plattendruckversuche ist auf der Tragschicht unter der Betonsohle ein E_{v2} -Wert von mindestens 80 MN/m² zu erreichen.

Sollten seitens des Sohlplattenherstellers abweichende Anforderungen an die Tragschicht unter der Gebäudesohle gestellt werden, ist der Gutachter darüber zu informieren.

Um den vorgenannten Wert von $E_{v2} \geq 80$ MN/m² erreichen zu können, muss ein E_{v2} -Wert von ca. 45 MN/m² auf dem Planum, auf dem die Tragschicht aufgebracht wird, vorhanden sein.

Auf dem Material der Geländeanhebung (siehe Kapitel 5) kann dieser Wert in der Regel erreicht werden.

Nur falls der geforderte E_{v2} -Wert wider Erwarten in Teilbereichen nicht nachgewiesen werden kann, wird unter den Tragschichten eine Bodenverbesserung durch einen zusätzlichen Bodenaustausch in Stärken von 0,1 m bis ca. 0,3 m, ggf. mit unterlagerndem Geotextil/-gitter, notwendig.

Es wird empfohlen, Testfelder anzulegen und auf diesen Plattendruckversuche durchzuführen, um anhand der Messergebnisse den erforderlichen Tragschichtenaufbau festzulegen bzw. zu optimieren.

Es wird in diesem Zusammenhang auf die Überwachung der Erd- und Gründungsarbeiten hingewiesen.

Sollte auf dem Baugrundstück der Einbau von Recyclingbaustoffen vorgesehen sein, ist dies im Vorfeld der Baumaßnahme mit den zuständigen Genehmigungsbehörden abzustimmen.

9 Homogenbereiche, Bodenkennwerte, Bodenklassen, Bodengruppen und Frostempfindlichkeitsklassen

9.1 Homogenbereiche

Nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen sind die angetroffenen Böden in folgende Homogenbereiche zu unterteilen:

Homogenbereich A	Auffüllung (aufgefüllter humoser Oberboden)
Homogenbereich B	Sand
Homogenbereich C	verwitterter Sandmergelstein

9.2 Bodenkennwerte

Die für die erdstatischen Berechnungen erforderlichen Bodenkennwerte können, unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Rammsondierungen, als Mittelwerte geschätzt, wie folgt in Ansatz gebracht werden:

Bodenauffüllmaterial **(Kiessand 0/32, Füllsand, Grubenkies, Schotter 0/45)**

Wichte γ	:	19,5	kN/m ³
(unter Auftrieb γ'	:	11,5	kN/m ³)
Reibungswinkel φ'	:	35,0	°
Kohäsion c'	:	0	kN/m ²
Steifeziffer E_S	:	60	MN/m ²
Durchlässigkeits- beiwert k_f	:	$> 1 \cdot 10^{-4}$	m/s
Proctordichte D_{Pr}	:	100	%

Auffüllung

Homogenbereich A

Wichte γ	:	17,5	kN/m ³
(unter Auftrieb γ'	:	9,5	kN/m ³)
Reibungswinkel φ'	:	30,0	°
Kohäsion c'	:	0	kN/m ²

Feinsand, schluffig bis stark schluffig

Homogenbereich B

Wichte γ	:	19,0	kN/m ³
(unter Auftrieb γ'	:	10,0	kN/m ³)
Reibungswinkel φ'	:	32,5	°
Kohäsion c'	:	0	kN/m ²
Steifenziffer E_s	:	30	MN/m ²
Durchlässigkeits- beiwert k_f	:	ca. $1 \cdot 10^{-6}$	m/s

Sandmergelstein, verwittert

Homogenbereich C

Wichte γ	:	23,5	kN/m ³
(unter Auftrieb γ'	:	13,5	kN/m ³)
Reibungswinkel φ'	:	37,5	°
Kohäsion c'	:	0	kN/m ²
Steifenziffer E_s	:	100	MN/m ²
Durchlässigkeits- beiwert k_f	:	< $1 \cdot 10^{-7}$ bis > $1 \cdot 10^{-3}$ m/s (abhängig von der Ausbildung des Trennflächengefüges)	

9.3 Bodenklassen gem. VOB/DIN 18300, Bodengruppen gem. DIN 18196 und Frostempfindlichkeitsklassen gem. ZTV E-StB 17

Für die Ausschreibung der Erdarbeiten sind die auszuhebenden Bodenarten wie folgt zu klassifizieren und in folgende Bodengruppen und Frostempfindlichkeitsklassen einzuordnen:

aufgefüllter humoser Oberboden

Homogenbereich A Klasse: 1
Bodengruppe: [OH]

Feinsand, schluffig bis stark schluffig

Homogenbereich B Klasse: 4 (bei Verschlammungen, Wassersättigung bzw. einer Konsistenzzahl von $I_c \leq 0,5$: Klasse 2)
Bodengruppe: SU*
Frostempfindlichkeitsklasse: F 3 (sehr frostempfindlich)

Sandmergelstein, verwittert

Homogenbereich C Klassen: 6 und 7
verwitterter Fels bzw. Fels

10 **Verwendung des Aushubmaterials**

Die oberen ca. 0,5 m bis ca. 1,0 m der anstehenden Böden auf dem Baugrundstück bestehen aus aufgefülltem, humosem Oberboden, der zu Beginn der Erdarbeiten im Bereich der geplanten Bebauung vollständig abzuziehen ist. Der Boden kann ggf. als Füllboden in den Bereichen, in denen geringe Sackungen erfolgen können (Rasen, Blumenbeete, u.a.), wieder eingebaut werden.

Es wird an dieser Stelle auf den § 202, Schutz des Mutterbodens, des Baugesetzbuches hingewiesen. Danach ist *Mutterboden, der bei der Errichtung und Änderung baulicher Anlagen sowie bei wesentlichen anderen Veränderungen der Erdoberfläche ausgehoben wird, ... in nutzbarem Zustand zu erhalten und vor Vernichtung oder Vergeudung zu schützen.*

Nicht verdichtungsfähiger, vernässter bindiger, humoser bzw. aufgefüllter Boden ist abzufahren.

Ggf. beim Aushub anfallende schluffige bis stark schluffige Feinsande sind nur im erdfeuchten bis feuchten Zustand und bei fehlenden Niederschlägen einbau- und verdichtungsfähig. Liegen entsprechende Verhältnisse vor, ist der Aushubboden in Lagenstärken bis maximal 0,3 m einzubringen und mittels geeigneter Verdichtungsgeräte bis auf 97 % bis 100 % der Proctordichte zu verdichten.

Der zum Wiedereinbau vorgesehene Boden ist durch Folienabdeckungen gegen Witterungseinflüsse zu schützen.

Ist der Aushubboden zu nass bzw. liegen entsprechend ungünstige Witterungsbedingungen für den Einbau vor, sind alternativ zum Aushubboden Füllsande, Grubenkiese oder Kiessande mit maximal bindigen Bestandteilen bis 5 % (Durchlässigkeitsbeiwert $k_f > 1 \cdot 10^{-4}$ m/s) einzubauen und zu verdichten.

Das Aushubmaterial ist im Zuge der Überwachung der Erd- und Gründungsarbeiten auf seine Verwendung als Füllboden zu prüfen.

11 Gründungstechnische Folgerungen

11.1 Gründungsart, Gründungstiefe, Bodenersatz

Die Gründung der geplanten Bebauung erfolgt auf bewehrten Streifen- und Einzelfundamenten mit bewehrten Betonsohlen.

Alternativ dazu kann die Gründung der Gebäude auch auf bewehrten Betonsohlen erfolgen. Auf die Ausbildung von Frostschrüben kann verzichtet werden, wenn durch einen Bodenaustausch bzw. eine Bodenauffüllung gewährleistet wird, dass unter der Gebäudesohle bis mindestens 0,8 m unter GOK frostsicheres Bodenauffüllmaterial vorhanden ist.

Die Stärken der Fundamente und der Betonsohlen sind vom Tragwerksplaner festzulegen.

Die Gründungsebenen werden für die Fundamente bei ca. 80,85 m ü.NN und für die Betonsohlen bei ca. 81,25 m ü.NN angenommen.

Das Erdplanum liegt nach dem Oberbodenabtrag zwischen ca. 80,0 m und ca. 80,7 m ü.NN bzw. im Mittel bei ca. 80,4 m ü.NN, so dass bis zu den angenommenen Gründungsebenen eine Bodenauffüllung notwendig wird (siehe Kapitel 5).

Ein weiterer Bodenersatz ist nicht zu erwarten.

11.2 Baugrubensicherung

Baugrubenwände können bis zu einer Aushubtiefe von 1,25 m senkrecht angelegt werden. Sollten tiefere Aushubarbeiten notwendig werden, können die Baugrubenwände im Material der Bodenauffüllung und in den Sanden bis 45 ° abgeöschert werden. Die Böschungen sind bei Bedarf gegen Erosionen durch Folienabdeckung zu schützen.

11.3 Belastung des Baugrundes

Unter Beachtung der zulässigen Setzungen von $S_g = 2,0$ cm, der zulässigen Setzungsdifferenzen von $\Delta S = 1,0$ cm auf 5,0 m bzw. der noch zulässigen Winkelverdrehung von $\alpha_{krit} = 1/500$ und der Grundbruchsicherheit [Ausnutzungsgrad μ (parallel zu b) $\leq 1,0$; Teilsicherheit $\gamma_{R,v} \geq 1,4$] sind folgende Bemessungswerte des Sohldruckwiderstandes ($\sigma_{R,d}$) anzusetzen bzw. unter Berücksichtigung der Gesamtsicherheit folgende Sohldruckspannungen ($\sigma_{zul.}$) in der Lasteintragsfläche (Unterkante Fundament) zulässig:

Streifenfundamente

Fundamentbreite b (m)	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2
Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ (kN/m²)	360	382	403	425	445	465	486	519
Zul. Sohldruck $\sigma_{zul.}$ (kN/m²)	264	280	295	311	326	341	356	380
Gesamtsetzungen S_g (cm)	0,7	0,9	1,0	1,2	1,4	1,5	1,7	2,0
Bettungsmodul k_S (MN/m³)	37,4	32,1	28,5	25,9	23,8	22,2	20,9	19,0

Einzelfundamente

Fundamentbreite b (m)	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0
Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ (kN/m²)	493	564	629	601	512	450	382	334
Zul. Sohldruck $\sigma_{zul.}$ (kN/m²)	361	413	461	440	375	330	280	245
Gesamtsetzungen S_g (cm)	0,5	1,1	1,7	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Bettungsmodul k_S (MN/m³)	73,9	39,2	27,7	22,0	18,8	16,5	14,0	12,3

Zwischenwerte sind entsprechend den Darstellungen auf den Anlagen 4.1 und 4.2 geradlinig einzuschalten.

Die Mindestbreite der Fundamente beträgt $b = 0,4/0,5$ m, die Mindesteinbindetiefe $t = 0,5$ m (einschließlich Sohlplattenstärke) bzw. $t = 0,8$ m unter GOK für die Außenfundamente (frosthfreie Gründung).

Bei geringer belasteten Fundamentkonstruktionen ist eine Reduzierung der Mindestwerte der Fundamentabmessungen zulässig.

Für die Ermittlung des Bettungsmoduls für eine Sohlplattengründung wird davon ausgegangen, dass die Hauptlasten streifenförmig unter den Wänden auf die Betonsohle bzw. den Untergrund übertragen werden.

Für die Bestimmung des Bettungsmoduls wurde deshalb die überschlägige Setzungsberechnung auf der Anlage 4.3 für eine in einer Breite von ca. 1,5 m auf den Untergrund übertragene charakteristische Streifenlast von 300 kN/lfdm bzw. eine Bodenpressung von $\sigma = 200$ kN/m² durchgeführt.

Entsprechend den Ergebnissen der Setzungsberechnung ergibt sich aus der vorgenannten Bodenpressung von $\sigma = 200$ kN/m² bei einer Streifenbreite von 1,5 m rechnerisch eine Setzung von ca. $S_g = 1,12$ cm.

Für die Bemessung der Gebäudesohle ist dann ein Bettungsmodul von $k_s = 17,9$ MN/m³ in Ansatz zu bringen.

11.4 Setzungsverhalten und Grundbruchsicherheit

Die Setzungen werden bei den vorgenannten Belastungen rechnerisch $S_g = 2,0$ cm nicht überschreiten. Die Setzungsdifferenzen, die sich durch die unterschiedlichen Baugrundverhältnisse ergeben, betragen nach den überschlägigen Setzungsberechnungen bei annähernd gleichmäßig zu erwartender Lastverteilung nur wenige Millimeter und können vernachlässigt werden.

Unzulässige Setzungen und Setzungsdifferenzen sind somit nicht zu erwarten.

Nach Fertigstellung des Last- und Fundamentplanes ist ggf. eine Überprüfung des Setzungsverhaltens durch einen Gutachter vorzunehmen.

Die Fundamente besitzen bei den vorgenannten Belastungen und den dazugehörigen Abmessungen eine ausreichende Grundbruchsicherheit [Ausnutzungsgrad μ (parallel zu b) $\leq 1,0$; Teilsicherheit $\gamma_{R,v} \geq 1,4$].

12 Überwachung der Erd- und Gründungsarbeiten

Nach Freilegung der Baugrubensohlen bzw. der Fundamentgruben oder auch während der Ausschachtungsarbeiten ist eine abschließende Baugrundbeurteilung erforderlich.

Es erfolgt ein Vergleich der Baugrundverhältnisse zu denen, die dem vorliegenden geotechnischen Gutachten zugrunde gelegt wurden.

Im Zuge der Überwachung der Erd- und Gründungsarbeiten werden die erforderlichen Bodenaustauscharbeiten exakt festgelegt und es erfolgen die endgültigen Angaben zur Bodenauffüllung und zur Gründung.

Darüber hinaus kann im Rahmen der Qualitätssicherung eine Überprüfung der dem vorliegenden geotechnischen Gutachten zugrunde gelegten, geschätzten Bodenkennwerte erfolgen.

13 Verdichtungsüberprüfung

Nach Fertigstellung der erforderlichen Bodenauffüllung sowie der Tragschichten und der Verdichtungsarbeiten ist eine Überprüfung der geforderten Verdichtung erforderlich.

Die Verdichtungsüberprüfung erfolgt durch Plattendruckversuche, Rammsondierungen und ggf. durch Raumgewichtsbestimmungen in Verbindung mit den im Labor ermittelten Proctorwerten.

14 Angaben zu bautechnischen Maßnahmen für die Außenanlagen

Das Baugelände gehört gemäß der Karte der Frosteinwirkungszonen in Deutschland des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Stand 07/2012, der Frosteinwirkungszone I der Bundesrepublik Deutschland an.

Die im oberflächennahen Bereich anstehenden Böden (schluffige bis stark schluffige Feinsande) sind je nach Feinkornanteil und Ungleichförmigkeitszahl gemäß ZTV E-StB 17, Tabelle 3, in die Frostempfindlichkeitsklasse F 3 (sehr frostempfindlich) zu stellen.

Die Stärke und der Aufbau des Umfahrlen- und Flächenoberbaus richten sich nach der vom Planer festzulegenden Belastungsklasse, der Ausführung der Tragschicht und der Art der Fahrbahndecke.

Für die Herstellung der Außenanlagen sind für den Planer und die ausführende Firma die RStO 12, die ZTV E-StB 17 sowie die ZTV SoB-StB 04 maßgebend.

Da im Untergrund Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 anstehen, beträgt die **Mindestdicke** des frostsicheren Straßenaufbaus gemäß den Tabellen 6 und 7 der RStO 12 für die

	Belastungsklassen Bk3,2 bis Bk1,0	0,60 m
und für die	Belastungsklasse Bk0,3	0,50 m.

Um die Tragfähigkeitswerte gemäß ZTV E-StB 17 bzw. der RStO 12 erreichen zu können, ist auf dem Untergrund der befestigten Außenanlagen ein E_{v2} -Wert von $\geq 45 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen.

Auf dem Material der Geländeanhebung (siehe Kapitel 5) kann dieser Wert in der Regel erreicht werden.

Nur falls der geforderte E_{v2} -Wert wider Erwarten in Teilbereichen nicht nachgewiesen werden kann, wird eine Bodenverbesserung durch einen zusätzlichen Bodenaustausch in Stärken von 0,1 m bis ca. 0,3 m, ggf. mit unterlagerndem Geotextil/-gitter, notwendig.

Der Bodenaustausch erfolgt gegen nicht bindige, verdichtungsfähige, wasser-durchlässige und umweltverträgliche Lockergesteine.

Die erforderlichen bautechnischen Maßnahmen sind durch Probeverdichtungen festzulegen. In diesem Zusammenhang wird auch auf die Überwachung der Erd- und Gründungsarbeiten hingewiesen.

15 Versickerung von Niederschlagswasser

Für die im Untergrund anstehenden schluffigen Feinsande ist ein geschätzter mittlerer Durchlässigkeitsbeiwert von ca. $k_f = 1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ in Ansatz zu bringen. Dieser Wert liegt damit im unteren Grenzbereich des vom DWA-Regelwerk, Arbeitsblatt DWA-A 138, geforderten Durchlässigkeitsspektrums von $k_f = 1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ bis $k_f = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$.

Gemäß DWA-Regelwerk, Arbeitsblatt DWA-A 138, ist auf dem Gelände eine Versickerung von Niederschlags- und Oberflächenwasser in den schluffigen Feinsanden über Mulden- oder Rigolenversickerungen möglich. Für die Bemessung der Versickerungsanlage ist der vorgenannte Durchlässigkeitsbeiwert von ca. $k_f = 1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ anzusetzen.

Für die Planung, Ausführung und Wartung der Versickerungsanlagen sind die Angaben des DWA-Regelwerkes, Arbeitsblatt DWA-A 138, maßgebend.

16 Hinweise auf weitere Untersuchungen

Der Gutachter ist über die Fertigstellung weiterer oder geänderter Planunterlagen, die aus baugrundtechnischer Sicht relevant sind, zu informieren. Ggf. wird ein Nachtrag zum geotechnischen Gutachten notwendig.

17 Schlusswort

Der Gutachter ist zu einer ergänzenden Stellungnahme aufzufordern, wenn sich Fragen ergeben, die im vorliegenden geotechnischen Gutachten nicht erörtert wurden.

Münster, den 18. Juni 2018

i.A. Dipl.-Geologe R. Barenbrügge

Fiet Krause
Inhaber

Planunterlagen:

- Nr. 1 Grundriss Erdgeschoss, Ansichten, 1:200
- Nr. 2 Amtlicher Lageplan, 1:250 (Vorabzug)
- Nr. 3 Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen 1:100.000,
Blatt C 4306 Recklinghausen
- Nr. 4 Archivunterlagen

Anlagen:

- Nr. 1 Grundriss Erdgeschoss, 1:250, mit eingetragenen Bodenaufschluss-
punkten (Anlage 1.1)
Lageplan, 1:250, mit eingetragem Höhenbezugspunkt (Anlage 1.2)
- Nr. 2 Schichtenprofile gemäß DIN 4023 und Rammdiagramme
gemäß DIN EN ISO 22476-2, 1:50 (Anlagen 2.1 bis 2.11)
- Nr. 3 Ansichten, 1:250
- Nr. 4 Setzungsberechnungen (Anlagen 4.1 bis 4.3)
- Nr. 5 Tabellarische Zusammenstellung der chemischen Untersuchungs-
ergebnisse (Anlage 5.1, 2 Seiten)
Prüfberichte (Anlage 5.2, 6 Seiten)

Verteiler:

plan.werk GmbH, Herrn Noack, Schorlemerstraße 12, 48143 Münster (3-fach)