

ingeo-consult GbR • Am Truxhof 1 • 44229 Dortmund



Gesellschafter
Dipl.-Ing. Rolf Funke
Dipl.-Geol. Karsten Weber

Am Truxhof 1
44229 Dortmund
fon 0231/9678985-0
fax 0231/9678985-5
mobil 0175/93458-32/-41

mail office@ingeo-consult.de

02. Februar 2026
Wb.g01
Proj.-Nr. 25/139

**Entwicklung des Bebauungsplans Nr. 112 "Haus Bergfried"
in Ennepetal, östlich der Büttenberger Straße und nördlich
der Buchenstraße
- Baugrundvorerkundung, geotechnische Vorbeurteilung -**

1. Bericht

Bankverbindung:
Dortmunder Volksbank
IBAN: DE96 4416 0014 6412 2365 00
BIC: GENODEM1DOR

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Vorbemerkungen	3
2. Baugrund	4
2.1 Geologie	4
2.2 Umfang der Felduntersuchungen.....	5
2.3 Schichtenfolge/Eindringwiderstände	5
2.4 Untergrunddurchlässigkeit	7
2.5 Bodengruppen/bodenmechanische Kennwerte.....	8
2.5.1 Mutterboden	8
2.5.2 Auffüllungen.....	8
2.5.3 Hanglehm/Hangschutt	9
2.5.4 Schluffstein	11
3. Grundwasser.....	12
4. Geotechnische Vorbeurteilung.....	12
4.1 Errichtung von Gebäuden	12
4.2 Straßen- und Kanalbau.....	14
4.3 Hydrogeologische Vorbeurteilung	15
5. Hinweise für die Bauausführung	16
5.1 Wasserhaltung.....	16
5.2 Erdarbeiten	17
6. Schlussbemerkungen	19

1. Vorbemerkungen

Die _____ hat die Erschließung und den Neubau von Wohnhäusern auf dem Grundstück Buchenstraße 61 (Haus Bergfried) in Ennepetal vorgesehen. Die Planung erfolgt durch die planerconarchitektur - Bürogemeinschaft, Hattingen.

Die ingeo-consult GbR wurde die _____ beauftragt, für das o. g. Projekt zunächst eine Baugrundvorerkundung im Bereich der Erschließungstrassen sowie eine geotechnische Vorbeurteilung hinsichtlich der Bebaubarkeit sowie einer Versickerung von Niederschlagswasser auszuführen. Abfalltechnische Untersuchungen an potenziellen Aushubmaterialien sollten ausdrücklich nicht durchgeführt werden.

Für die Bearbeitung standen uns die nachfolgend aufgeführten Planunterlagen zur Verfügung:

- Konzept Vorentwurf Bebauung (Variante) - Lageplan, Maßstab 1 : 1000, mit Darstellung der geplanten Baukörper und Verkehrsflächen, aufgestellt durch die planerconarchitektur Bürogemeinschaft, Hattingen, 24.04.2025
- Konzept Vorentwurf Bebauung - Systemschnitt, ohne Maßstab, mit Darstellung der geplanten Baukörper, aufgestellt durch die planerconarchitektur Bürogemeinschaft, Hattingen, 24.10.2024

Das ca. 1,85 ha große Baugrundstück (Gemarkung Ennepetal, Flur 20, Flurstück 827) liegt im Ennepetaler Stadtteil Büttenberg nördlich des Kreuzungsbereichs Büttenberger Straße/Rahlenbecker Straße, Buchenstraße/Heinrich-Holthaus-Straße u. Ulmenstraße, ca. 100 m südwestlich der Hembecker Talstraße und wird im Südwesten Süden und Südosten von den vorgenannten Straßen, im Nordwesten von der Ahornstraße eingefasst, an die jeweils weitere Wohngebiete anschließen. Nach Osten, Nordosten und Norden grenzt ein ca. 30...55 m breiter Gehölzstreifen an.

Das Gelände fällt von Westen (ca. +253,1 m NHN) zunehmend steiler werdend nach Norden (+240,9 m NHN) sowie Osten und Nordosten (+236,10 m NHN) höhenmäßig ab. Abgesehen vom zentral angeordneten Wohnhaus (Grundrissfläche: ca. 185 m²), den umliegenden befestigten Flächen und zwei Zufahrten (von Süden und von Osten) ist die Liegenschaft durch eine gartentypische Vegetation gekennzeichnet und weist neben Rasenflächen einen umfangreichen Gehölzbestand (einschl. größerer Bäume) auf.

Wie die aktuelle Vorentwurfsvariante erkennen lässt, soll hier eine Bebauung mit vier großen 4-geschossigen (UG, EG, OG1+2, SG) und vier kleineren 3-geschossigen (UG, EG, OG, SG) unterkellerten Mehrfamilienhäusern sowie 16 3-geschossigen Doppelhaushälften errichtet werden. Die Baufelder sollen über die Büttenberger Straße von Südwesten durch eine ringartige Planstraße mit drei Sackgassen erschlossen werden.

Die Lage des Baugebiets sowie die vorhandene Bebauung kann dem Lageplan der Anlage 1/1 entnommen werden.

2. Baugrund

2.1 Geologie

Nach dem Blatt 4709 "Wuppertal-Barmen" der Geologischen Karte von Nordrhein-Westfalen, Maßstab 1 : 25.000 (Stand: 1974) und dem Blatt 4609 "Hattingen", der Geologischen Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern, Maßstab 1 : 25.000 (Stand: 1927) sowie Blatt C 4706 "Düsseldorf-Essen" der Geologischen Karte von Nordrhein-Westfalen, Maßstab 1: 100.000 (Stand: 1978) stehen im Untersuchungsgebiet devonische Festgesteine an.

Quartäre Sedimente sind für das Untersuchungsgebiet in den o. g. Karten nicht dargestellt. Nach den Erfahrungen der ingeo-consult GbR ist aber davon auszugehen, dass wenigstens geringmächtige (< 2 m) Höhen- und Gehängelehme sowie Gehängeschutt anzutreffen sind.

Das Grundgebirge wird generell aus den sog. Oberen Honseler Schichten (Givet) des Mitteldevons aufgebaut. Hierbei handelt es sich um graublau, vielfach kalkige Schiefer mit vereinzelt Grauwackensandsteinen und mit Kalksteinbänken

Die Festgesteine sind am Schichtbeginn meist stark verwittert und stellen aus bodenmechanischer Sicht Lockergesteine dar. Mit zunehmender Tiefe nimmt der Verwitterungsgrad ab und es folgen gesteinharte Formationen.

Dem Fachinformationssystem "Gefährdungspotenziale des Untergrundes in NRW" des Geologischen Dienstes in NRW¹ zufolge sind die 500 m x 500 m-Planquadrate, über denen das Plangebiet liegt, als Karstgebiet ausgewiesen. Im östlichen Planquadrat ist zudem ein Erdfall verzeichnet. Weitere Georisiken (Bergbau, Methanausgasung und Erdbeben) bestehen danach nicht.

¹ https://www.gdu.nrw.de/GDU_Online/

2.2 Umfang der Felduntersuchungen

Im Rahmen der Baugrundvorerkundung wurden entlang der geplanten Erschließungstrassen insgesamt 8 Rammkernsondierungen (RKS 1 bis 8) bis in Tiefen von 0,90...3,60 m niedergebracht. Die Abgrenzung des Grundgebirgshorizonts sowie die ungefähre Feststellung der Lagerungsdichte der anstehenden Lockergesteine erfolgte an jedem Sondieransatzpunkt über Rammsondierungen mit mittelschwerem Gerät (DPM 1 bis 8 gem. DIN EN ISO 22476-2).

Die Lage der Aufschlusspunkte kann dem Lageplan der Anlage 1/1 entnommen werden. Die Ergebnisse der Baugrund- und Festigkeitsaufschlüsse sind in Form von Schichtprofilen und Ramm-diagrammen in den Anlagen 1/2.1 u. 1/2.2 dargestellt.

Als Höhenbezugspunkt wurde ein Kanaldeckel vor der Veranda des Bestandsgebäudes Buchenstraße 61 (Haus Bergfried) innerhalb des Untersuchungsgebiets gewählt, dessen Lage in der Anlage 1/1 gekennzeichnet ist. Seine Höhe ist dem Lageplan mit der Kote +247,76 m NHN zu entnehmen. Danach liegen die durch die ingeo-consult GbR ermittelten Geländehöhen im Bereich der Aufschlusspunkte zwischen den Koten +242,62 m NHN (RKS 4) und +249,27 m NHN (RKS 7).

2.3 Schichtenfolge/Eindringwiderstände

Nach dem Ergebnis der bodenmechanischen Ansprache der gewonnenen Bodenproben stehen ab Geländeniveau die nachfolgend aufgeführten Bodenschichten an:

0,00 m bis 0,30 m/0,50 m	Mutterboden oder (nur RKS 5 u. 6) Auffüllungen
bis 0,70 m/2,80 m	Hanglehm (Schluff, schwach bis stark (fein)sandig, schwach (fein)kiesig, selten schwach tonig) <u>z. T. in Wechsellagerung mit</u> Hangschutt (Schluff, kiesig bis stark kiesig, sandig)
bis 0,90 m/3,60 m (Endteufe der Aufschlüsse)	Schluffstein, stark verwittert bis verwittert

An zwei Untersuchungsstellen ist die Geländeoberfläche mit einer Schwarzdecke (RKS 5) oder mit Pflaster (RKS 6) befestigt, die jeweils einer Auffüllung in Form einer sandig-kiesigen oder kiesig-sandigen Trag-/Frostschuttschicht aufliegen. Die Kiesfraktion ist aus Natursteinschotter zusammengesetzt, enthält im Bereich der Untersuchungsstelle 5 aber auch Schwarzdeckenreste und weist dort einen Teergeruch auf. An allen übrigen Sondieransatzpunkten steht an der Geländeoberfläche gewachsener Oberboden an.

Darunter folgen Hanglehm und teilweise Hangschutt, wobei sich der Kiesanteil aus Schluffsteinbruchstücken zusammensetzt.

Ab 0,70 m/2,80 m (i. M. 1,59 m) folgt die Verwitterungszone des Grundgebirges in Form von stark verwittertem bis verwittertem Schluffstein.

Bei der Durchführung der Rammsondierungen wurden bis in Tiefen von 0,30...1,20 (i. M. 0,65 m) - mit Ausnahme der mitteldicht gelagerten Auffüllungen - Eindringwiderstände der mittelschweren Rammsonde von $N_{10} = 1...5$ (Schläge je 10 cm Eindringfortschritt) gemessen, welche die breiige bis sehr weiche Konsistenz des Oberbodens und des oberflächennahen Hanglehms anzeigen. Darunter nimmt der Hanglehm bei mittleren Schlagzahlen von $N_{10} = 8...20$ meist eine steife, teils weiche Zustandsform an. Im Bereich der Rammsondierung DPM 4 wurde ausnahmsweise von 1,0...1,7 m Tiefe eine breiige bis sehr weiche Konsistenz des Hanglehms festgestellt. Demgegenüber sind die Hangschuttlagen (nur RKS 1, 3, 4 u. 8) je nach Kiesanteil durch Eindringwiderstände von $N_{10} = 20...>80$ gekennzeichnet und als halbfest bis fest einzustufen.

Mit dem Erreichen des Grundgebirgshorizonts steigen die Eindringwiderstände erkennbar, z. T. sprungartig an. Das hier stark verwitterte Grundgebirge weist die Eigenschaften eines gemischt-körnigen Lockergesteins auf. Bei Schlagzahlen der mittelschweren Rammsonde von $N_{10} > 100$ ist in 1,0...3,8 m Tiefe der Übergang zum angewitterten bis annähernd gesteinsfesten Schluffstein zu erwarten. In diesen Tiefen mussten die Rammsondierungen beendet werden, da kein weiterer Eindringfortschritt zu erzielen war.

2.4 Untergrunddurchlässigkeit

Zur Ermittlung der Wasseraufnahmerate der oberflächennah anstehenden Böden wurden im Untersuchungsgebiet 4 Baggerschürfe (Sch 2, Sch 4, Sch 5/6 u. Sch 7) bis in Tiefen von 1,2...1,4 m unterhalb der Geländeoberfläche sowohl innerhalb des Hanglehms/Hangschutts als auch innerhalb der Verwitterungszone des Grundgebirges ausgehoben. Auf den gereinigten, vorgewässerten Schurfsohlen wurden von der ingeo-consult GbR sog. Schurfversickerungen durchgeführt.

Hierzu wurden die Schürfe etwa 23...50 cm über Schurfsohle mit Wasser befüllt und nach einer Vorbewässerungszeit von 15 Minuten, die bei einem mittleren Wasserdruck ($h = \frac{1}{2} \times (h_{\max} + h_{\min})$) über die Schurfgrundfläche (**L x B**) innerhalb eines Zeitraums von 60 Minuten versickernde Wassermenge ermittelt. Daraus wurde die Versickerungsrate **Q** errechnet. Der Abstand zwischen Versickerungsebene und Grundwasser wurde auf Grund der örtlichen Feststellungen (s. Abschnitt 3.) als ungünstige Annahme mit **s** = 1,0 m angesetzt.

Die rechnerische Ermittlung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts (**k_f**) erfolgt in Anlehnung gem. MAHABADI 2012 über die Formel nach ZUNKER (1999):

In der vorstehenden Formel bedeuten:

L = Länge des Schurfs [m]

B = Breite des Schurfs [m]

h = Mittl. Wassersäule im Schurf [m]

$$k_f = \frac{Q_{\min}}{(s \cdot h) \cdot L \cdot B}$$

Q_{\min} = Mindestversickerungsrate [m³/s]
 s = Abstand Schurfsohle bis Grundwasserspiegel [m]

Die Bodenart in der Prüfebene sowie die Versuchsergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

Tab. 1: Versickerungsraten und Durchlässigkeitsbeiwerte im Untersuchungsgebiet

Schurf Nr.	Prüfebene	Dauer [s]	h [cm]	Versickerungsversuch			Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s]
				Δh [cm]	Mindestversickerungsrate Q_{\min} [l/h]	[l/(h x m ²)]	
2	1,5 m x 0,7 m im ((Ust))	3600	20,1	5,8	60,9	58,0	ca. $1,3 \times 10^{-5}$
4	1,5 m x 0,7 m im U, g', s	3600	29,3	11,4	119,0	114,0	ca. $7,1 \times 10^{-6}$
5/6	1,5 m x 0,7 m im ((Ust))	3600	46,0	7,6	79,8	76,0	ca. $1,5 \times 10^{-5}$
7	1,5 m x 0,7 m im ((Ust))	3600	21,9	13,9	146,0	139,0	ca. $3,2 \times 10^{-5}$

Danach wurden innerhalb der Hangschuttablagerungen sowie in der Verwitterungszone des Grundgebirges **Durchlässigkeitsbeiwerte von $k_f = \text{ca. } 0,7 \dots 3,2 \times 10^{-5} \text{ m/s}$** gemessen. Der untersuchte Boden ist daher in Anlehnung an DIN 18130² als "durchlässig" einzustufen.

2.5 Bodengruppen/bodenmechanische Kennwerte

2.5.1 Mutterboden

Bodengruppe nach DIN 18196	Gruppe OU:	Schluffe mit organischen Beimengungen bzw. organogene Schluffe
----------------------------	------------	--

Der Mutterboden muss vor Beginn der Erdarbeiten gesondert gewonnen werden. Sofern er weitgehend frei von Fremdbestandteilen ist, kann er für den späteren Wiedereinbau im Baufeld zwischengelagert werden. Ansonsten ist die Entsorgung des Oberbodens vorzusehen.

2.5.2 Auffüllungen

Bodengruppen nach DIN 18196	Gruppe[SW]/[SI]	weit-/intern. gestufte Sande
bis	Gruppe [GW]/[GI]	weit-/intern. gestufte Kiese
und	Gruppe [SE]	enggestufte Sande

Es handelt sich um Auffüllungen aus natürlichen Bodensubstraten, die allenfalls lokal (s. RKS 5, 0,03...0,30 m) geringe Anteile an mineralischen Fremdbestandteilen³ enthalten. Je nach Vorbehandlung und Exposition können diese bodenähnlichen Auffüllungen insbesondere unterhalb von Oberflächenbefestigungen (wie z. B. Schwarzdecken) dennoch verunreinigt sein.

Zudem ist innerhalb aufgefüllter Böden erfahrungsgemäß grundsätzlich mit grobstückigen Einlagerungen bzw. Verfestigungen zu rechnen, die für die Beseitigung die vorgenannten Bodengruppen nicht gelten. Hierzu müssen in der Ausschreibung vorsorglich gesonderte Positionen vorgesehen werden. Dies gilt auch für den Abtrag von Oberflächenbefestigungen.

Im Hinblick auf die Tragfähigkeit sind diese Auffüllungen auf Grund ihrer gleichmäßig mitteldichten Lagerungsdichte als guter Baugrund einzustufen. Gleichwohl stehen diese Trag-/Frostschutz-

² DIN 18130 wurde im November 2021 zurückgezogen und durch DIN EN ISO 17892-11 ersetzt. Letztere wurde im März 2021 aktualisiert und enthält - anders als die Vorgängernorm - keine Klassifizierung nach Durchlässigkeitsbereichen in Abhängigkeit vom Durchlässigkeitsbeiwert mehr.

³ Gemäß § 2 Nr. 8 BBodSchV: Mineralische Bestandteile im Bodennaterial oder im Baggergut, die keine natürlichen Bodenausgangssubstrate sind, insbesondere Beton, Ziegel, Keramik, Bauschutt, Straßenaufbruch und Schlacke.

materialen innerhalb der Frosteinwirkzone an und werden im Zuge des Baugrubenaushubs wahrscheinlich restlos entfernt.

Für erdstatische Berechnungen können folgende Bodenkennwerte in Ansatz gebracht werden:

Wichte des feuchten Bodens	γ	= 19 kN/m ³
Wichte des Bodens unter Auftrieb	γ'	= 11 kN/m ³
Reibungswinkel des dränierten Bodens	φ'	= 32...35°
Kohäsion des dränierten Bodens	c'	= 0 kN/m ²

2.5.3 Hanglehm/Hangschutt

Bodengruppen nach DIN 18196	Gruppe UL/UM:	leicht- bis mittelplastische Schluffe
über	Gruppe GU/GU*:	Kies-Schluff-Gemische
bis	Gruppe SU/SU*:	Sand-Schluff-Gemische

Hierbei handelt es sich bodenmechanisch betrachtet um gewachsene sandig-tonige Schluffe mit unterschiedlich hohem Kiesanteil, die auf gravitative, d. h. durch Schwerkraft getriebene Transport- und Umlagerungsprozesse in geneigtem Gelände zurückgehen. Entsprechende Ablagerungen sind oft unsortiert und bestehen aus gebrochenem, meist kantigem Korn. Der Hangschutt ist gegenüber dem Hanglehm durch einen höheren Grobkornanteil bis hin zu Steinen (63 - 200 mm: < 10 %) und selten auch Blöcken (> 200 mm: < 5 %) gekennzeichnet.

Auf Grund des hohen Schluffanteils neigen diese Böden bei hohem Wassergehalt zum Fließen.

Es ist zu berücksichtigen, dass diese gemischtkörnigen Böden insbesondere bei hohem Schluffanteil und hohen Wassersättigungsgraden stark bewegungsempfindlich sind. Dynamische Beanspruchungen dieser Böden (z. B. durch Befahren des Erdplanums mit Baufahrzeugen usw.) sind dann zu vermeiden, da sonst plastische Verformungen, d. h. Aufweichungen des Baugrundes, auftreten können. Der Baugrund ist dann nicht mehr ausreichend tragfähig.

Hangschutt und Hanglehm sind in Abhängigkeit ihres Feinkornanteils gering bis mittel bzw. sehr frostempfindlich (F2 bzw. F3 gem. ZTV E-StB 17), so dass Gründungsebenen innerhalb dieser

Böden nach dem Freilegen im Bedarfsfall vor Frosteinwirkung zu schützen sind. Für den Bauendzustand sind Maßnahmen gegen Frosthebung unterhalb des Gebäudes zu ergreifen.

Hinsichtlich der Tragfähigkeit u. Zusammendrückbarkeit stellen der Hanglehm und der Hangschutt einen mäßigen bis mäßig guten Baugrund dar. Bauwerkslasten können unter Berücksichtigung der zulässigen Sohldrucke über eine Flachgründung in diese Schicht eingeleitet werden.

Die bodenmechanischen Kennwerte können wie folgt angegeben werden (s. nächste Seite):

Hanglehm

Steifemodul	$E_s = 5 \dots 15 \text{ MN/m}^2$
Wichte des feuchten Bodens	$\gamma = 18 \dots 20 \text{ kN/m}^3$
Wichte des Bodens unter Auftrieb	$\gamma' = 11 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel des dränierten Bodens	$\varphi' = 25 \dots 28^\circ$
Kohäsion des dränierten Bodens	$c' = 10 \dots 5 \text{ kN/m}^2$
Durchlässigkeitskoeffizient	$k = 1 \times 10^{-8} \text{ bis } 1 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ (abhängig vom Feinkornanteil)

Hangschutt

Steifemodul	$E_s = 30 \dots 50 \text{ MN/m}^2$
Wichte des feuchten Bodens	$\gamma = 19 \dots 20 \text{ kN/m}^3$
Wichte des Bodens unter Auftrieb	$\gamma' = 11 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel des dränierten Bodens	$\varphi' = 32,5 \dots 35,0^\circ$
Kohäsion des dränierten Bodens	$c' = 2 \dots 0 \text{ kN/m}^2$
Durchlässigkeitskoeffizient	$k = 5 \times 10^{-8} \text{ bis } 5 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ (abhängig vom Feinkornanteil)

2.5.4 Schluffstein

Bodengruppen nach DIN 18196
(nur für stark verwittert)

Gruppe TL-TA: leicht- bis ausgeprägt plastische
Schluffe
Gruppe GU/GU+: Kies-Schluff-Gemische

Der Schluffstein ist am Schichtbeginn oft stark verwittert bis verwittert und geht mit zunehmender Tiefe vom angewitterten Schluffstein in den unverwitterten, klüftigen Schluffstein über. Es ist davon auszugehen, dass bei Schlagzahlen der mittelschweren Rammsonde von $N_{10} \geq 100$ (Schläge je 10 cm Eindringtiefe) Schluffstein ansteht, der bereits annähernd Gesteinsfestigkeit aufweist und allenfalls angewittert ist.

Der Schluffstein weist im stark verwitterten Zustand die Merkmale eines fein- bis gemischtkörnigen Lockergesteins auf. Dementsprechend sind die Böden im Bereich der Verwitterungszone des Grundgebirges durch eine hohe Bewegungsempfindlichkeit gekennzeichnet, d. h. der stark verwitterte Schluffstein weicht bei gleichzeitiger Einwirkung von Wasser (Oberflächenwasser, Stauwasser) und dynamischer Beanspruchung relativ schnell auf und nimmt dann eine schlechtere Zustandsform an.

Im Hinblick auf die Tragfähigkeit stellt der stark verwitterte bis verwitterte Schluffstein einen mäßig guten bis guten Baugrund dar, der als Gründungshorizont gut geeignet ist. Die bodenmechanischen Kennwerte dieser Bodenart sind - als Schätzwerte - in Abhängigkeit vom Verwitterungsgrad in der Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1: Bodenmechanische Kennwerte des Schluffsteins

Bodenart	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	φ' (°)	c' (kN/m ²)	E_s (MN/m ²)
Schluffstein, stark verwittert	20...22	11	25...28	20...10	20...40
Schluffstein, verwittert bis angewittert	22...24	13	25*	20...30	40...70
Schluffstein, unverwittert, kompakt	24...26	15	25*	40	70...> 150

* Für die Berücksichtigung von Reibungskräften ist im angewitterten Grundgebirge die Reibung auf vorhandenen Trennflächen anzusetzen. Dabei ist auf Trennflächen innerhalb von Schluffstein ein Reibungswinkel von $\varphi = 25^\circ$ anzunehmen.

In der Tabelle bedeuten: γ = Wichte des feuchten Bodens/Festgesteins; γ' = Wichte des Bodens/Festgesteins unter Auftrieb; φ' = Reibungswinkel des dränierten Bodens bzw. Reibung auf Trennflächen im Festgestein; c' = Kohäsion des dränierten Bodens bzw. Kohäsion auf Trennflächen im Festgestein; E_s = Steifemodul

3. Grundwasser

Bei den Feldarbeiten am 02./03.12.2025 wurde bis zur Endteufe der Aufschlüsse kein freies Wasser angetroffen. Ein zusammenhängender Grundwasserspiegel ist erst in größeren Tiefen innerhalb klüftiger Formationen des Grundgebirges zu erwarten.

Allerdings wurde bei Rammkernsondierung RKS 4 von 1,0...1,7 m unter Geländeniveau eine Verlässungszone festgestellt.

Hierbei handelt es sich um versickerndes Niederschlagswasser, das innerhalb der gering durchlässigen Schluffe bzw. oberhalb der Verwitterungszone des Grundgebirges zeitweise aufgestaut wird und dem Gefälle der Schichten folgend talwärts abfließen kann. Nach den Erfahrungen der ingeo-consult GbR ist nach starken bzw. lang anhaltenden Niederschlägen grundsätzlich im gesamten Untersuchungsgebiet mit derartigen Stau-/Schichtenwasserbildungen zu rechnen.

4. Geotechnische Vorbeurteilung

Im Zuge der nachfolgenden geotechnischen Vorbeurteilung werden grobe, auf der Grundlage von Annahmen basierenden Hinweise zur Errichtung von Gebäuden, zum Straßen- und Kanalbau sowie zur Versickerung von Niederschlagswasser abgegeben.

Konkrete Bemessungsangaben und objektspezifische Konzepte sowie genauere Hinweise zu den im Einzelfall erforderlichen Bauhilfsmaßnahmen setzen neben detaillierten Planangaben zu den Einzelvorhaben eine ergänzende Baugrunderkundung im Bereich der endgültig geplanten Gebäudestandorte und Erschließungstrassen voraus.

4.1 Errichtung von Gebäuden

Im Plangebiet ist der Neubau von insgesamt neun 3-4-geschossigen Mehrfamilienhäusern sowie acht 3-geschossigen Doppelhäusern vorgesehen, die jeweils unterkellert werden sollen. Die Gebäudestandorte liegen mindestens teilweise in Hanglage, so dass die Kellergeschosse talseitig nur zum Teil in den Baugrund einbinden oder deren Untergeschossohlen etwa geländegleich zu liegen kommen.

Konkrete Angaben zu den Fußbodenhöhen der einzelnen Gebäude liegen zu diesem Entwurfsplanungsstadium noch nicht vor. Für die Vorbeurteilung wird davon ausgegangen, dass die Gründungsebenen im Bereich der unterschiedlichen Gebäudestandorte wie folgt liegen:

- talseitige Gebäudeteile: $\geq 0,80$ m unter GOK
- hangseitige Gebäudeteile/voll eingebundene Gebäude: $\geq 3,00$ m unter GOK

Aus den Geländeschnitten der Anlagen 1/2.1 u. 1/2.2 geht hervor, dass die **Gründungsebene ganz- oder teilflächig über die volle Untergeschosshöhe eingebundenen Gebäude innerhalb des Grundgebirges** liegt, dessen Schluffstein unterhalb der Bodenplatte bzw. der Fundamentauflageebenen stark verwitterten bis verwittert, aber auch angewittert bis unverwittert sein kann. Diese Baugrundsichten sind hinsichtlich der Tragfähigkeit und Verformungsstabilität als mäßig guter bis sehr guter Baugrund einzustufen, der gegenüber den quartären Überlagerungsböden höhere Sohldrucke aufnehmen kann und voraussichtlich mit Setzungen von $s \leq 1$ cm reagiert.

Bei **talseitig nur teilweise bis allenfalls frostsicher eingebundenen Gebäudeteilen** liegen die **Gründungsebenen** meist noch **innerhalb des Hanglehms bzw. Hangschutts**, die oft durch eine steife bzw. halbfeste bis feste Konsistenz gekennzeichnet und in diesen Zustandsformen als mäßig bis mäßig gut tragfähiger und ebenso verformungsstabiler Baugrund einzustufen sind. Der Hanglehm kann jedoch teilweise auch unterhalb potenzieller Gründungsebenen eine nur weiche Konsistenz aufweisen und damit eingeschränkt tragfähig und setzungsempfindlich sein.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die ermittelten Baugrundverhältnisse in den meisten Fällen ausreichende Gründungsverhältnisse erwarten lassen. Grundsätzlich können die anfallenden Gebäudelasten über eine Flachgründung mittels elastisch gebetteter Bodenplatten oder Einzel-/Streifenfundamente in den Baugrund eingeleitet werden. Sondermaßnahmen wie Fundamenttieferführungen oder Bodenaustauschmaßnahmen werden allenfalls bei Gebäuden in Hanglage talseitig teilweise notwendig. Die Tieferführungsmaße bzw. die Mächtigkeit von Bodenersatzkörpern werden aber 1 m nicht übersteigen.

Für die Herstellung der Baugruben sind generell die Hinweise der DIN 4124 zu beachten. Danach dürfen bauzeitliche Baugrubenböschungen bis zu einer Tiefe von 1,25 m senkrecht ausgebildet werden, sofern hinter der Böschungskrone ein mindestens 60 cm breiter lastfreier Streifen verbleibt. Unter der gleichen Voraussetzung sind Aushubtiefen bis zu 1,75 m zulässig, wenn die Böschungskronen im oberen Bereich unter 45° gebrochen werden. Die Höhe des geböschten Wandungsabschnitts muss mindestens der Aushubtiefe abzgl. 1,25 m entsprechen. Bei größeren Aushubtiefen bis max. 5,0 m betragen die möglichen Neigungen bauzeitlicher Böschungen je nach Konsistenz der angeschnittenen Lockergesteine $\beta \leq 45 \dots 60^\circ$.

Bei Böschungen innerhalb des Festgesteins sind bei günstigem Trennflächengefüge Böschungsneigungen bis $\beta = 80^\circ$ zulässig. Die Raumstellung der gefügeprägenden Trennflächen ist in maßgeblichen Bereichen rechtzeitig vor Aushubbeginn durch Baggerschürfe zu überprüfen. Ggf. sind die Felsböschungen mit flacheren Böschungen einzuplanen. Beim Profilieren der Felsböschungen ist darauf zu achten, dass keine Gefügeauflockerung auftritt. Hierzu ist das vorhandene Trennflächengefüge auszunutzen.

Grundvoraussetzung für die genannten Böschungswinkel ist eine fachgerechte Wasserhaltung, durch die Einwirkungen aus Strömungskräften auf die Böschungen effektiv unterbunden werden.

Wegen der drohenden Stau- und Schichtenwassereinwirkungen (s. Abschnitt 3.) sind geeignete Maßnahmen zur Trockenhaltung der Gebäude zu konzipieren. Im Bauendzustand wird zur Begrenzung des max. Stauwasserstandes an den Baukörpern die Ausbildung einer fachgerechten Flächen- und Ringdränung erforderlich.

4.2 Straßen- und Kanalbau

Mit Blick auf die geplante Erschließungsmaßnahme ist hinsichtlich des Straßenbaus nochmals ausdrücklich auf die oberflächennah breiige bis sehr weiche Konsistenz des Hanglehms hinzuweisen. Die entsprechenden allenfalls schwach kiesigen, oft sandig-tonigen Schluffe sind durch geringe Plastizitätszahlen gekennzeichnet, so dass diese Böden schon bei geringen Wassergehaltsänderungen aufweichen. Bereits im Ist-Zustand genügen die frostempfindlichen Böden (F3 gem. ZTV E-StB 17) nicht den Anforderungen an die Verformungsstabilität des Rohplanums unterhalb geplanter Straßenaufbauten ($E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$). Diese lassen sich auch durch Verdichten i. d. R. nicht erreichen. Gemäß ZTV E-StB 17, Abschnitt 4.5.2, sind somit Maßnahmen zur Baugrundverbesserung einzuplanen. Alternativ ist die planerisch erforderliche Dicke der ungebundenen Tragschichten zu vergrößern.

Bei der Kanalplanung sollten - falls machbar - Tiefenlagen von 2 m nicht wesentlich überschritten werden, um einen Aushub innerhalb des Festgesteins zu umgehen. Bei Rohrverlegung in offener Bauweise gelten für die Herstellung der Rohrgräben ebenfalls die Hinweise der DIN 4124. Details zu den zulässigen Böschungsneigungen sind dem Abschnitt 4.1 zu entnehmen. In Abhängigkeit von der Verlegetiefe kann es teilweise wirtschaftlicher sein, die Rohrgräben im Schutze vertikaler Baugrubensicherungen (z. B. Systemverbaue) herzustellen.

Sowohl die quartären Überlagerungsböden als auch das Grundgebirge (in allen Verwitterungsgraden) sind für die Auflagerung der Rohrleitungen ausreichend tragfähig. Voraussetzung hierfür ist eine qualifizierte Rohrbettung gem. DIN 1610, deren genaue Festlegung durch den Planer erfolgen muss.

Das Aushubmaterial kann bei geeigneten Wassergehalten für die Verfüllung der Rohgräben oberhalb der Leitungszone (und unterhalb des Straßenaufbaus) verwendet werden. Da Hanglehm und Hangschutt zu über 40 % Schluff enthalten, wird auf die Schwierigkeiten beim Einbauen und Verdichten von feinkörnigen Böden (Verdichtbarkeitsklasse V 3 gem. ZTVA-StB 12) hingewiesen. Vorsorglich ist deren Konditionierung mit Weißkalk (3 - 5 Gew.-%) vorzusehen.

4.3 Hydrogeologische Vorbeurteilung

Nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138-1 "Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser - Teil 1: Planung, Bau und Betrieb" (Oktober 2024) ist für den Betrieb einer Versickerungsanlage ohne zusätzliche Ableitungsmöglichkeit i. d. R. eine Mindestdurchlässigkeit des zu durchsickernden Untergrundes von $k_f = 1 \times 10^{-6}$ m/s erforderlich. Ferner sollte die Mächtigkeit des Sickerraums, d. h. der Abstand zwischen UK Versickerungsanlage und dem mittleren höchsten Grundwasserstand (MHGW) bzw. einem Grundwassernichtleiter mindestens 1,0 m betragen. Geringere Sickerraummächtigkeiten (z. B. bei unbedenklichen Niederschlagswasserabflüssen und geringer stofflicher Belastung) müssen mit der Unteren Wasserbehörde abgestimmt werden.

Die Untergrunddurchlässigkeit liegt innerhalb der Hangschuttablagerungen sowie in der Verwitterungszone des Grundgebirges mit $k_f = \text{ca. } 0,7 \dots 3,2 \times 10^{-5}$ m/s oberhalb der Mindestanforderung.

Wie bereits im Abschnitt 3. beschrieben, wurde im gesamten Untersuchungsgebiet bis zur Endteufe der Aufschlüsse kein Grundwasser festgestellt. Gleichwohl wurde auf die Gefahr von Stau- u. Schichtenwasserbildungen mit denen gem. DIN 18533 ab Durchlässigkeiten von $k_f \leq 10^{-4}$ m/s zu rechnen ist. Damit ist mindestens für die Anordnung von flachen Versickerungsanlagen (Unterkannte ≤ 2 m unter Geländeniveau) mit unterirdischer Speicherung (Rigolen-/Rohrversickerungen) ein ausreichend großer Sickerraum gegeben.

Das Untersuchungsgebiet ist darüber hinaus weder Teil eines Trinkwasserschutzgebietes noch sind schädliche Bodenveränderungen bekannt (Altlastenkataster). Eine geotechnische Gefährdung im Projektgebiet infolge einer Versickerung von Niederschlagswasser (z. B. infolge Bodenverflüssigung, Aufquellen von Böden, Auslaugung von Böden/Festgesteinen etc.) ist auf Grundlage der vorliegenden Erkenntnisse zu den Baugrund- und Grundwasserverhältnisse ausgeschlossen.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass unter Berücksichtigung der geologischen und hydrogeologischen Gegebenheiten innerhalb des Untersuchungsgebiets eine Versickerung von Niederschlagswasser innerhalb der oberflächennahen Baugrundsichten gem. DWA-A 138-1 möglich ist.

5. Hinweise für die Bauausführung

5.1 Wasserhaltung

Im Zuge der Erdarbeiten für die Baugruben-/Rohrgrabenherstellung wird nicht in das Grundwasser eingegriffen. Es wurde jedoch ausdrücklich darauf hingewiesen, dass in Abhängigkeit von der Intensität und Dauer vorangegangener Niederschläge Stau- und Schichtenwassereinflüsse eintreten können (s. Abschnitt 3.). Seitens der ingeo-consult GbR wird deshalb empfohlen, während der Bauzeit eine offene Wasserhaltung (Pumpensümpfe und Tauchpumpen) zur Ableitung des anfallenden Stau- und Oberflächenwassers vorzuhalten und bei Bedarf zu betreiben. Hierbei handelt es sich um eine Ergänzung zur obligatorischen Tagwasserhaltung und damit im Sinne der VOB/C um eine besondere Leistung.

Der Andrang von Stau- und Schichtenwasser zur Baugrube ist unmittelbar von der Bodenschichtung bzw. den Durchlässigkeitskoeffizienten der zu entwässernden Böden abhängig. Erfahrungsgemäß werden beim Anschnitt von wassergesättigten Böden zunächst die größten Wassermengen anfallen. Mit zunehmender Dauer der Wasserhaltung werden sich die anfallenden Wassermengen bis zum Erreichen des stationären Beharrungszustandes reduzieren. Insgesamt kann von einem geringen Zulauf ausgegangen werden.

Bauzeitlich anfallendes Oberflächenwasser sollte hangseitig bereits vor dem Eintritt in die Baugrube gefasst und kontrolliert abgeführt werden. Hierzu können hangparallele Gerinne mit dichter Sohle und einheitlichem Gefälle oberhalb der Böschungskronen angeordnet werden. Alternativ sind mindestens Aufkantungen ($h = \max. 0,5 \text{ m}$) aus Aushubmaterial herzustellen. Dabei ist der freie Abfluss von Tagwasser zur Talseite aufrecht zu erhalten.

5.2 Erdarbeiten

Zu Beginn der Bauarbeiten ist der Oberboden im Baufeld abzuschleppen und für den späteren Wiedereinbau seitlich zu lagern. Die Oberbodenmieten sind gegen Durchfeuchtung zu schützen. Bewuchs, Baumstümpfe, Wurzeln und sämtliche anderen organischen Substanzen sind restlos zu entfernen. Vorhandene Gräben bzw. wassergefüllte Senken sind leer zu pumpen und bis auf ausreichend tragfähigen Baugrund auszuräumen.

Die unterhalb des Oberbodens anstehenden umgelagerten und gewachsenen, weit überwiegend fein- und gemischtkörnigen Böden sind bei hohem Feinkornanteil ($< 0,063 \text{ mm}$) und hohem Wassersättigungsgrad stark bewegungsempfindlich. Aus diesem Grund muss während der Erdarbeiten eine dynamische Beanspruchung des Baugrundes - insbesondere bei hohen Wassergehalten - möglichst vermieden werden.

Baustellenverkehr ist nur auf befestigten Flächen oder ordnungsgemäß angelegten Baustraßen von ausreichender Breite (evtl. Begegnungsverkehr beachten) möglich. Die Oberflächenbefestigung kann mittels Stahlplatten erfolgen. Alternativ ist die Befestigung von Baustraßen und BE-Flächen mit Schotter denkbar.

Der Aushub sollte mit einem Standgerät "rückschreitend" erfolgen. Aufgrund des meist hohen Grobkornanteils und der Stückigkeit des Hangschutts und der Böden innerhalb der Verwitterungszone des Grundgebirges ist der Einsatz einer Grabenschaufel (Schaufel ohne Zähne) nicht zweckmäßig.

Die Herstellung der Fundamentaufstandsebenen bzw. Anschnittböschungen innerhalb des unverwitterten bis angewitterten Grundgebirges macht Ausschachtungen innerhalb des örtlich anstehenden Festgesteins erforderlich. Der hier anstehende Schluffstein lässt sich mit schwerem Gerät z. T. "reißend" lösen. Beim Einsatz schwerer Reißgeräte treten jedoch erfahrungsgemäß Auflockerungen in der Aushubsohle auf. Der Einsatz schwerer Reißgeräte ist daher nur bis maximal 0,5 m über der vorgesehenen Gründungsebene zulässig. Darunter kann der Aushub nur mit Erdbaugeräten erfolgen, die den Baugrund nicht unterhalb der Gründungsebene stören. Hierzu hat sich der Einsatz von Felsmeißeln (Baggermeißeln) bewährt.

Aufgrund des vorhandenen Trennflächengefüges ist ein profulgerechter Aushub innerhalb des unverwitterten bis angewitterten Grundgebirges nicht möglich. Daher ist mit einem geologisch bedingten Mehrausbruch zu rechnen, der in Abhängigkeit vom Trennflächenabstand im Bereich der geplanten Aushubsohle im Mittel ca. 10...30 cm betragen kann.

Beim Herstellen von Baugruben und Gräben sind generell die Hinweise der DIN 4124 zu beachten (s. Abschnitt 4.1).

Die beim Aushub anfallenden gewachsenen Böden sind bei entsprechenden Wassergehalten für eine Wiederverfüllung der Arbeitsräume bzw. zur Herstellung von Geländeauffüllungen bedingt geeignet. Bei hohen Wassergehalten können fein- und gemischtkörnige Aushubböden erst nach Zwischenlagerung und Trocknung bei geeigneter Witterung für den Wiedereinbau verwendet werden. Die Verarbeitbarkeit dieser Böden lässt sich bei hohen Wassergehalten durch die Zugabe von Kalk in gewissen Grenzen verbessern. Es wird jedoch ausdrücklich auf die Schwierigkeiten beim Einbauen und Verdichten derartiger Böden (Verdichtbarkeitsklassen V 2/V 3 gem. ZTV A-StB 12) in engen Arbeitsräumen bzw. Rohrgräben hingewiesen.

Bereits beim Aushub sollten die zur Wiederverfüllung geeigneten Böden separiert und ordnungsgemäß auf Bodenmieten zwischengelagert werden. Dabei sind die Oberflächen der Bodenmieten glatt abzuwalzen, damit das Eindringen von Niederschlagswasser verhindert wird. Aus dem gleichen Grund muss die Miete als Sattelprofil mit ausreichendem Gefälle ($> 1\%$) zu den Flanken angelegt werden. Beim Einbau einer Filterschicht in der Abstandsebene der Bodenmieten kann der Wassergehalt bindiger Böden zusätzlich reduziert werden.

Vor dem Einbau von Schüttgütern (hier Tragschicht, Teilbodenaustausch, ggf. Geländeauffüllung) ist das Erdplanum im Einbaubereich generell mit einem schweren Verdichtungsgerät **dynamisch** nachzuverdichten. Nicht ausreichend tragfähige Bereiche werden hierbei durch größere Verformungen der Geländeoberfläche deutlich.

Sollten hierbei noch aufgeweichte bzw. aufgelockerte Bodenpartien festgestellt werden, so sind diese ggf. in Handschachtung zu entfernen und gegen geeignete Erdbaustoffe auszutauschen. Bei tief reichenden Auflockerungen des Baugrundes ist das Erdplanum zur Schaffung eines Verdichtungswiderlagers zu stabilisieren.

Extern angelieferte Fremdmaterialien sind grundsätzlich vor dem Einbau durch den Bearbeiter der ingeo-consult GbR auf ihre bodenmechanische und umwelthygienische Eignung überprüfen zu lassen. Hierzu sind durch die bauausführende Firma jeweils die Gütezeugnisse vorzulegen.

Grundsätzlich sollten freigelegte Gründungssohlen sowie kontrolliert hergestellte Erdplanien vor Baustellen- und Witterungseinflüssen geschützt werden. Hierzu ist kurzfristig nach dem Freilegen/Verdichten ein Andecken mit geeignetem Material zu empfehlen. Fertiggestellte Fundamentaufstandsebenen sind mit Unterbeton anzudecken.

Die Konkretisierung und Detaillierung der vorangegangenen Angaben setzt eine objektspezifische ergänzende Baugrunderkundung voraus.

6. Schlussbemerkungen

Es wurde darauf hingewiesen, dass nach dem einschlägigen Online-Kartenwerk des Geologischen Dienstes in NRW Georisiken für das Baufeld nicht auszuschließen sind (s. Abschnitt 2.1). Gleichwohl sind die Angaben nicht grundstücksgenau.

Die hier ausgewiesene Gefährdung des Baufelds durch Karsteinwirkungen wird seitens der ingeo-consult GbR angesichts des Fehlens von Hinweisen auf Erdfälle und Subrosionssenken als wenig wahrscheinlich angesehen, da nach den geologischen Karten (vgl. Abschnitt 2.1) keine Massenkalkablagerungen unterhalb des Baufelds anstehen, die mit erheblichen Karsteinwirkungen assoziiert sind. Dennoch sollte zunächst vorsorglich eine kostenpflichtige grundstücksbezogene Auskunft über das "Georisiken-Portal" (s. Fußnote 1, S. 4) eingeholt werden. Bitte melden Sie sich, wenn Sie hierbei Unterstützung benötigen.

Die vorliegende Bearbeitung stellt eine **Vorbeurteilung** dar. Für eine detaillierte gründungstechnische Beratung ist eine ausreichende Verdichtung des Aufschlussrasters unabdingbar. Insbesondere sei darauf hingewiesen, dass die bisherigen Untersuchungsstellen jeweils im Bereich der gegenwärtig geplanten Erschließungstrassen liegen und die eigentlichen Baufelder unerkundet sind.

Abschließend weisen wir darauf hin, dass Zuge der Aushubarbeiten wahrscheinlich nur im Bereich vorhandener Versiegelungen (Wohnhaus sowie Verkehrsflächen) Auffüllungen ausgehoben werden. In allen übrigen Aushubbereichen werden voraussichtlich unbelastete Aushubmaterialien anfallen. Selbst bei diesen können aber auf Grund der geogenen Zusammensetzung der Schluffsteine des Grundgebirges, die sich auch im Hanglehm/Hangschutt wiederfinden, die einschlägigen Materialwerte für Schwermetalle überschritten sein.

Sofern die entsprechenden Aushubmassen nicht vor Ort verbleiben können, ist eine ordnungsgemäße Verwertung im Sinne der abfallrechtlichen Bestimmungen (z. B. Kreislaufwirtschaftsgesetz/Landesabfallgesetz etc.) und unter Berücksichtigung der Erdsatzbaustoffverordnung erforderlich. Hierzu werden von den beteiligten Entsorgungsfachbetrieben wahrscheinlich aktuelle Deklarationsanalysen gefordert, die rechtzeitig veranlasst werden müssen.

Sofern Sie bereits im Vorfeld eine orientierende abfalltechnische Bewertung benötigen, bewahren wir die entsprechenden Bodenproben in unserem Lager noch mindestens 3 Monate auf.

ingeo-consult GbR

gez. Funke
(Dipl.-Ing.)



Weber
(Dipl.-Geol.)

Anlagen: 1/1 und 1/2

Verteiler: