

Geotechnischer Bericht

Projektnummer: p/2214856

Projekt: Neubau von 6 Einfamilienhäusern ohne KG
Berger Damm / Haselünner Straße
49584 Fürstenau

Bauherr: AI Immobilien GmbH & Co. KG
Wilhelm Schlangen
Jakob-Wolf-Straße 4
49808 Lingen

Bearbeiter: Dipl.- Geol. A. Gey

Münster, den 26. Oktober 2022

Anlagen

- Nr. 1 Lageplan mit eingetragenen Bodenaufschlusspunkten, Maßstab ca. 1 : 250
- Nr. 2 Schichtenprofile gem. DIN 4023 und Rammdiagramme gem. EN ISO 22476/2
(Anlagen 2.1 und 2.2)

Inhaltsverzeichnis

1. EINLEITUNG	3
2. GELÄNDE- UND LABORARBEITEN	3
3. BODEN- UND GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE	4
3.1 SCHICHTENFOLGE, BODENMECHANISCHE EIGENSCHAFTEN	4
3.2 GRUNDWASSER / WASSERDURCHLÄSSIGKEITEN	5
3.3 BODENGRUPPEN, BODENKLASSEN, VERDICHTBARKEITSKLASSEN, FROSTEMPFLINDLICHKEITSKLASSEN, CHARAKTERISTISCHE BODENKENNGRÖßEN	5
4. BAUTECHNISCHE EMPFEHLUNGEN	6
4.1 NICHT UNTERKELLERTE WOHNHÄUSER, PLANHÖHEN, GRÜNDUNGSNIVEAUS	6
4.2 BEWERTUNG DER BAUGRUNDVERHÄLTNISSE / GRÜNDUNGSART / BODENAUFTRAG / BODENAUSTAUSCH / VERDICHTUNGSWERTE	7
4.3 BELASTUNG DES UNTERGRUNDES, SETZUNGSVERHALTEN	8
4.4 GRUBEN UND GRÄBEN / BÖSCHUNGEN / VERWENDUNG BODENABTRAG	9
5. WEITERE HINWEISE	10

1. Einleitung

Die AI Immobilien GmbH & Co. KG, vertreten durch Herrn Wilhelm Schlangen, Jakob-Wolf-Straße 4, 49808 Lingen, plant den Neubau von 6 Einfamilienhäusern ohne KG am Berger Damm / Haselünner Straße in 49584 Fürstenau.

Das Areal mit der Flurstücksbezeichnung 99/79 erstreckt sich zwischen der Haselünner Straße im Westen / Nordwesten und der an den Schwalbenweg im Osten angrenzenden Bebauung. Es ist südwestlichen Viertel mit der unterkellerten Hs.-Nr. 66 mit EFHs von rd. 55,5 mNN für den Altbau / Anbau und im Süden mit abzureißenden Schuppen bestanden. Übrige Areale stellen Brachen, Grünflächen, teils gepflasterte Wege bei Geländehöhen um 55,3 / 55,5 mNN im Norden auf abfallend 54,5 / 54,8 mNN im Süden dar.

Die Planung sieht eine Bebauung mit 6 nicht unterkellerten Einfamilienhäusern und Doppelhäusern vor. Ganz im Norden ist ein Einfamilienhaus, nach Süden anschließend ein kleineres Einfamilienhaus, hierzu im Westen, straßenseitig ein Doppelhaus oder ein Wohnhaus mit 2 WE, gegenüber im Osten, ein großes Einfamilienhaus und im Süden zwei Wohnhäuser mit jeweils 2 WE und angrenzenden Garagen geplant.

Im Rahmen der Planung für das genannte Bauvorhaben wurde das **Ingenieurgeologische Büro (igb) Gey & John GbR**, An der Kleimannbrücke 13, 48157 Münster, seitens des Bauherrn beauftragt, den Untergrund im Bereich der Neubaumaßnahmen hinsichtlich seiner bodenmechanischen und hydrologischen Eigenschaften zu untersuchen und die Ergebnisse in einem Bericht darzustellen.

2. Gelände- und Laborarbeiten

Zur Erkundung der geologischen und hydrologischen Untergrundverhältnisse wurden am 24. und 25. Oktober 2022 insgesamt 12 Kleinbohrungen im Rammkernsondierverfahren (RKS 1 bis RKS 12) sowie ergänzend 6 Rammsondierungen (DPL 1 bis DPL 6) mit der leichten Rammsonde (DPL gem. EN ISO 22476/2) geführt. Die Rammsondierungen erreichten tiefen von 2 / 2,4 m u. GOK und die Bohrungen wurden allesamt bis 5 m u. GOK geführt.

Die Lage der Aufschlusspunkte ist dem Lageplan auf der Anlage 1 im Maßstab ca. 1 : 250 zu entnehmen. Als Bezugsniveau zum Höheneinmaß der Bohr- und Rammansatzpunkte diente die Oberkante eines Kanalschachtes in der angrenzenden Haselünner Straße mit der absoluten Höhe von 55,17 mNN.

Die Ergebnisse der Rammkernsondierbohrungen und der Rammsondierung wurden in Form von Schichtenprofilen gem. DIN 4023 und in einem Rammdiagramm gem. EN ISO 22476/2 höhengerecht auf der Anlage 2 dargestellt. Der Schnitt 2.1 mit den Aufschlüssen RKS 1 bis RKS 6 und den Rammsonden DPL 1 bis DPL 3

erfasst dabei die beiden nördlichen Einfamilienhäuser und das Wohnhaus mit 2 WE im Westen und der Schnitt 2.2 die übrigen Objekte mit den beiden Doppelhäusern im Süden, sprich den RKS 7 bis RKS 12 und den verbleibenden Rammsondierungen DPL 4 bis DPL 6.

Innerhalb der Profilschnitte sind orientierend die möglichen Planhöhe (EFH / OKFF EG) und die hieraus abgeschätzten Gründungsniveaus (Sohlenunterkante / Aufstandsfläche der Fundamente / Schürzen) vermerkt.

3. Boden- und Grundwasserverhältnisse

3.1 Schichtenfolge, Bodenmechanische Eigenschaften

Meist ist das Gelände an der Oberfläche mit einem umgelagerten Oberboden aus humusführenden Sanden in Stärken um etwa 0,2 bis 0,6 m bedeckt. Teils sind in dem Oberboden Betonbruch oder Schotterreste enthalten. Daneben gibt es allerdings weitere Verfüllungen und auch tiefer reichenden, humose Oberböden. So erfasste die RKS 1 zunächst eine Befestigung mit Pflastersteinen mit Bettung in Sand auf einem umgelagerten Oberboden bis nachfolgend 0,8 m u. GOK. Eine Sandverfüllung mit nachfolgend humosen Oberböden zeigt auch die RKS 7, hier bis ebenfalls 0,8 m u. GOK und auch die RKS 8, wo Tragschichten aus Naturschottern und Splitt direkt auf den umgelagerten Oberboden aufgebracht wurden. Er wurde hier bis 0,5 m Tiefe erfasst. Die mächtigsten Verfüllungen sind einerseits um das abzureißende Untergeschoss in der Nähe der Hs.-Nr. 66 zu erwarten. Vorliegend zeigten sich jedoch die stärksten Auffüllungen eher östlich des abzureißenden Schuppens und zwar bei den RKS 11 und 12, wo unterhalb der erwähnten Oberböden, weitere, nun humose Sandverfüllungen bis 2,2 / 2,3 m u. GOK erfasst wurden. Sie enthalten auch Schotterreste.

Die braunen bis dunkelbraunen, humosen Oberböden und humosen Verfüllungen sind aufgrund ihrer zersetzungsgefährdeten Humusanteile im Bereich von Gründungskörpern, Sohlplatten, Terrassen und Verkehrsflächen, etc. restlos abzutragen (Abtragsplanum). So nie ausgeschlossen werden kann, dass mit Tragschichten / Befestigungen diese humosen Böden überbaut wurden, wie nachweislich in den RKS 1, RKS 7 und RKS 8 nachgewiesen, sind auch die bislang noch nicht erwähnten Verfüllungen aus Schotter, Betonbruch und nachfolgend Sand bei den RKS 2 und RKS 4 flächig aufzunehmen. Sie reichen hier bis 0,6 / 1,1 m Tiefe.

Zusammenfassend liegen also Verfüllungen bis in Tiefen zwischen ca. 0,5 m (RKS 3, RKS 5) aus hier humosen Oberböden, über 1,1 m Dicke bei der RKS 2, hier aus Tragschichten und Füllsanden bis zu Stärken von 2,2 / 2,3 m bei den RKS 11 und RKS 12 vor. Gleichsam sind mächtigere Arbeitsraumverfüllungen bei der Aufnahme der zumindest teilunterkellerten Hs.-Nr. 66 zu erwarten.

Es folgen dann gewachsene, nichtbindige bis feinkornarme Sande von mitteldichter Lagerung. Örtlich sind in die zunächst mitteldicht, aber 2 m Tiefe sicher auch dicht gelagerten Sande, mal bindige Lagen oder Zonen tonig-schluffiger, also lehmiger Sande eingeschaltet (vgl. RKS 1, 4 und 10 mit Lehmlagen und RKS 3 und 8 mit lehmigen Sanden).

3.2 Grundwasser / Wasserdurchlässigkeiten

Während der Aufschlussarbeiten im Oktober 2022 wurde Wasser nur in den morphologisch tieferen Aufschlüssen im südlichen Abschnitt und damit bei den RKS 7 bis RKS 12 ausgelotet. Bei Abstichen um 4,4 bis 4,9 m u. GOK liegt der Wasserspiegel bei recht einheitlich 50,1 mNN +/- 5 cm. Bohrungen, die ab Geländeoberkante oberhalb von 55 mNN abgeteuft wurden, erfassten den Porengrundwasserleiter so schlichtweg nicht.

Als überlagernder Porengrundwasserleiter fungieren die nichtbindigen und damit günstig wasserwegsam Sande mit geschätzten Wasserdurchlässigkeiten um $k_f \sim 1 \times 10^{-4}$ m/s. Örtlich bindige, lehmige Zonen mögen, auch deutlich, geringere Beiwerte haben, worüber sich Wasser temporär einstauen können. Ihre nur losweise Verbreitung bedingt aber, dass die Wasser zügig am Rande der bindigen Zone zur Tiefe versickern können, so dass man grundsätzlich von einem gut wasserdurchlässigen Sandbaugrund sprechen kann. In diesen Sanden können anfallende Regenwässer über Rigolen oder Mulden versickert werden. Liegen bindige, lehmige Lagen im Basisbereich der Sickeranalgen vor, sind diese flächig aufzunehmen und gegen die in ausreichender Form vorhandenen, nichtbindigen Sande zu ersetzen.

Bei gängigen Grundwasserstandsschwankungen von minimal 1,5 m und derzeit mittleren bis leicht erniedrigten Spiegellagen muss mit Hochgrundwasserständen gerechnet werden, die noch etwa 1 m oberhalb der derzeitigen Feststellungen liegen können.

Bei einer wahlweisen Unterkellerung wären die max. Grundwasserstände zu recherchieren und zusätzlich mit einem Sicherheitszuschlag zu versehen.

3.3 Bodengruppen, Bodenklassen, Verdichtbarkeitsklassen, Frostempfindlichkeitsklassen, Charakteristische Bodenkenngrößen

humose Oberböden / Mutterböden

Bodengruppe gem. DIN 18 196: A, [OH], ggf. OH, teils auch [SU] / SU

Bodenklasse gem. DIN 18 300: 1, teils auch Klasse 3

- wegen notwendigem Abtrag infolge zersetzungsempfindlicher Humusanteile nicht relevant

Sande, nichtbindig

Bodengruppen gem. DIN 18 196:	SE, SU		
Bodenklassen gem. DIN 18 300:	3		
Verdichtbarkeitsklasse:	V 1		
Frostempfindlichkeitsklasse gem. ZTVE-StB 09:	F 1 (nicht frostempfindlich)		
Feuchtraumgewicht γ_k :	18,5	kN/m ³	
Wichte unter Auftrieb γ'_k :	10,5	kN/m ³	
Kohäsion c'_k :	0	kN/m ²	
Reibungswinkel ϕ'_k :	32,5 / 35	°	
Steifemodul $E_{s,k}$:	20 - 40	MN/m ²	Rechenwert 40 MN/m ² bei mind. mitteldichter Lagerung, ab 2 m u. GOK Rechenwert 60 MN/m ²

Sande, bindig, verlehmt

Bodengruppen gem. DIN 18 196:	SU*, eher ST / ST*		
Bodenklassen gem. DIN 18 300:	4 (bei Verschlämmung Klasse 2)		
Verdichtbarkeitsklasse:	V 2, eher V 3 für verlehnte Sande		
Frostempfindlichkeitsklasse gem. ZTVE-StB 09:	F 3 (sehr frostempfindlich)		
Feuchtraumgewicht γ_k :	19	kN/m ³	
Wichte unter Auftrieb γ'_k :	10	kN/m ³	
Kohäsion c'_k :	0 - 5	kN/m ²	
Reibungswinkel ϕ'_k :	30	°	
Steifemodul $E_{s,k}$:	10 - 30	MN/m ²	Rechenwert 20 – 25 MN/m ² bei mind. mittlerer Lagerung

4. Bautechnische Empfehlungen

4.1 nicht unterkellerte Wohnhäuser, Planhöhen, Gründungsniveaus

In Ermangelung exakter Planungen zur künftigen Erdgeschoss-Fertig-Fußboden-Höhe (EFH / OKFF EG) der Wohnhäuser erfahren diese eine zu prüfende Abschätzung, analog der nach Süden abfallenden Morphologie, von 55,6 mNN im Norden und 55,2 mNN im Süden.

Ausgehend von einer konventionellen Gründung des nicht unterkellerten Hochbaus über eine biegesteife Sohlplatte mit elastischer Bettung auf einem Polster in Verbindung mit außen liegenden, frostsichernden Schürzen, alternativ auch über lastabtragende Streifenfundamente in Verbindung mit einer mittragenden Sohle, wird die für die Ausführungen des Berichtes maßgebliche, mind. frostsichere ($d \geq 0,8$ m) Aufstandsfläche für die Frostschrzen / Fundamente bei rd. 1 m unterhalb der EFH und folglich bei zunächst 54,6 / 54,2 mNN abgeschätzt.

Gem. gängiger Schnitte ergibt sich ein Auflageniveau für die Bodenplatten bei ca. 0,35 / 0,4 m unter EFH und damit in etwa bei 55,2 mNN bzw. bei 54,8 mNN.

Konstruktions- bzw. Fundamentpläne mit den entsprechenden Lasten liegen dem Unterzeichner nicht vor. Die max. Linienlasten werden im Bereich tragender Wände einer nicht unterkellerten, max. 2-geschossigen Bebauung in Größenordnungen zwischen 70 und 90 kN/m abgeschätzt.

4.2 Bewertung der Baugrundverhältnisse / Gründungsart / Bodenauftrag / Bodenaustausch / Verdichtungswerte

Mit Verweis auf die ausführlichen Erläuterungen in Kapitel 3.1 sind neben dem rückzubauen, teil unterkellerten Objekten auch sämtliche Verfüllungen flächig aufzunehmen. Hier beim Abtrag anfallende Tragschichten, Bettungen und nichtbindige, humusfreie Füllsande sind allerdings von den humosen Gemengen zu separieren und seitlich, für einen Wiedereinbau, zu lagern. So kommt es zu sehr differenten Abtragsplanen zwischen etwa 55 mNN bei der RKS 3 / RKS 5, rd. 54,5 mNN bei den RKS 1, RKS 6, RKS 8, um 54 mNN bei der RKS 2, bis an 53,5 mNN bei der RKS 9 und bis bislang maximal 52,4 / 52,5 mNN bei den RKS 11 und 12. Beim abzureißenden Wohnhaus mit einer OKFF EG von 55,5 mNN gehen wir von einer Abbruchsohle bis an ebenfalls 52,5 mNN aus.

Mindestens diese Höhendifferenzen sind bei einer Gründung der Bauwerkes über eine biegesteife Sohle in Verbindung mit massiven Schürzen durch einen lastabtragenden / lastverteilenden, im Basisbereich bei Bedarf drainierenden und zur Sohle hin bei Erfordernis kapillarbrechenden Sohlenunterbau / Bodenauftrag zu überbrücken. Bei den teils deutlich höheren Einbaustärken bis an 2,3 m bei den RKS 11 / RKS 12 oder beim abzureißenden Wohnhaus, die hier weit über eine frostsichere Einbindung der massiven Schürzen hinausgehen, haben dabei Abtrag und Einbau des Schüttguts unter Wahrung eines hinreichenden Überstandes zu erfolgen.

Im Abtragsplanum stehen dann nahezu durchweg mitteldicht gelagerte und somit günstig tragfähige und vor allen Dingen auch wasserdurchlässige Sande an.

Als weiterer Sohlenunterbau, resp. zur Überbrückung der Höhendifferenz bis zur späteren Sohlenunterkante können somit alle nichtbindigen, raumbeständigen,

verdichtungsfähigen, gut wasserdurchlässigen und umweltverträglichen Schüttungen in Form von Schotter, Kies, Kiessand oder auch herkömmliche Füllsande Verwendung finden. Der Gutachter tendiert in den tieferen Abtragsplanen dabei zu einem Auftrag von zunächst Füllsanden und, wenn diese nicht ausreichend gut wasserdurchlässig sind, zu einer abschließenden, kapillARBrechenden Schüttung aus gut wasserdurchlässigen Schottern / Kiesen in hinreichender Stärke von 0,25 m.

Der Erdstoff ist lagenweise (Lagenstärke $d \leq 0,3$ m) auf das mind. mitteldicht gelagerte Abtragsplanum aufzubringen und mittels Flächenrüttler auf 100% der einf. Proctordichte zu verdichten. Wegen der höheren Einbaustärke ist ein hinreichender Überstand beim Einbau des sandigen Schüttguts zu wahren.

Die geforderte Verdichtung ist durch den Bauunternehmer nachzuweisen oder das Gutachterbüro zu überprüfen. Bei Durchführung von statischen Lastplattendruckversuchen gem. DIN 18 134 dürften auf der Oberkante der verdichteten Sande Verformungsmoduln E_{v2} von mind. 45 bis 60 MN/m² und auf den geschotterten, kapillARBrechenden Oberbauten um 60 – 80 MN/m² erreicht werden können. Dies setzt hier auch ein E_{v2} / E_{v1} -Verhältnis von $\leq 2,5$ voraus.

Die Schüttungen, die ausgehend davon, dass die künftigen EFHs / OKFF EGs hinreichend, wir empfehlen 0,3 m bzw. 2 Stufen, über das Gelände herausgehoben werden und die somit tieferen Anschlussflächen mit einem hiervon abfallenden Gefälle modelliert und fachgerecht entwässert / drainiert werden, dürften bei den genannten bodenmechanischen Eigenschaften gleichfalls als kapillARBrechender Sohlenunterbau fungieren. Seit 2017 ist die DIN 18 533 anzuwenden, die beim Lastfall „Erdfeuchte / Bodenfeuchte“ einen Mindestabstand zwischen der Abdichtungsebene und dem max. Grundwasserspiegel fordert. Dies ist vorliegend deutlich gegeben und zudem liegt ein wasserdurchlässiger Sand vor.

Die Aufstandsfläche der massiven Schürzen / Fundamente liegt im verdichteten Bodenauftrag oder teils auch im gut mitteldicht gelagerten, gewachsenen Sand, wo sie ohne weitere Bodenverbesserungsmaßnahmen direkt abgesetzt werden können.

Werden als Sohlenunterbau ausschließlich frostsichere Schüttungen verwendet und diese in frostsicherer Stärke und unter zudem Wahrung eines hinreichenden Überstandes eingebaut, kann auf massive Schürzen auch verzichtet werden.

4.3 Belastung des Untergrundes, Setzungsverhalten

Erfolgt die statische Bemessung der Gründungsplatte nach dem Bettungsmodulverfahren und werden hierbei die in Kap. 3.3 erwähnten charakteristischen Kenngrößen der angetroffenen Bodenschichtung angesetzt, ergibt sich bei einer wahrscheinlichen, charakteristischen Sohldruckbeanspruchung von $\sigma = 125 - 150$ kN/m², resultierend aus Linienlasten um 70 – 90 kN/m, die sich an der Unterkan-

te der biegesteifen Gründungsplatte mit Einflussbreiten von etwa $b = 0,8 / 0,9$ m über einer gedachten Länge $l = 10$ m darstellen, der Ansatz eines charakteristischen statischen Bettungsmoduls von $k_{sk} \sim 25 \text{ bis } 30 \text{ MN/m}^3$.

Kommen lastabtragende Streifenfundamente mit Absatz im nichtbindigen, mitteldicht gelagerten Sand zur Ausführung können diese bei frostsicheren Einbindetiefen von d mind. $0,8$ m und bereits Fundamentbreiten von $b = 0,4 / 0,5$ m für eine charakteristische Sohldruckbeanspruchungen von $\sigma = 200 \text{ kN/m}^2$ ausgelegt werden. Dies entspricht einem Bemessungswert des Sohlwiderstandes von $\sigma_{R,d} = 280 \text{ kN/m}^2$.

Die bei den erdstatischen Berechnungen ermittelten Werte basieren auf den im Kapitel 3.3 angeführten mittleren Bodenkennwerten der angetroffenen Bodenhorizonte und den nachfolgend, für das gewählte Bodenauftragsmaterial, angesetzten Kennwerten.

Naturschotter oder Kies der Körnung 0/45 bis 5/45

Feuchtraumgewicht γ_k	:	19 - 19,5	kN/m^3
Kohäsion c'_k	:	0	kN/m^2
Reibungswinkel ϕ_k	:	35 - 37,5	°
Steifemodul $E_{s,k}$	:	80	MN/m^2 (verdichtet auf 100% der einfachen Proctordichte)

Füllsand, nichtbindig (frostsicher / kapillARBrechend)

Feuchtraumgewicht γ_k	:	19	kN/m^3
Kohäsion c'_k	:	0	kN/m^2
Reibungswinkel ϕ_k	:	35	°
Steifemodul $E_{s,k}$	:	50 / 60	MN/m^2 (verdichtet auf 100% der einfachen Proctordichte)

4.4 Gruben und Gräben / Böschungen / Verwendung Bodenabtrag

Begangene Abgrabungen für z. B. Versorgungsleitungen mit einer Höhe von mehr als $1,25$ m können in den erdfeuchten Oberböden und Sanden unter einem Winkel von 45° abgeböschert werden (vgl. DIN 4124).

Für die Verfüllung der Arbeitsräume wird generell raumbeständiges, nichtbindiges bis max. leicht bindiges und gleichzeitig verdichtungsfähiges Füllmaterial empfohlen. Im Niveau frostsicherer / kapillARBrechender Aufbauten darf der Feinkornanteil 5 Gew.-% nicht überschreiten. Darunter kann aus gutachterlicher Sicht für die Verfüllung z.B. ein herkömmlicher Füllsand mit einem Feinkornanteil bis rd. 10 Gew.-% Verwendung finden.

Das Einbaumaterial ist in Lagenstärken von max. 0,3 m in die Arbeitsräume einzubringen und mittels Stampfern oder leichten Flächenrüttlern auf 97 – 100 % der einfachen Proctordichte (entspricht mitteldichter Lagerung) zu verdichten.

Im Zuge der weiteren Erdarbeiten werden umgelagerte Oberböden / Mutterböden / humose Sande mit teils Bauschutt, Schotter, Betonbruch anfallen, die einzig zur Modellierung künftiger Grünflächen wieder verwendet werden können. Nichtbindige Sande oder entsprechend nichtbindige Schüttungen, wie Tragschichten aus Naturschottern, Splittbettungen oder humusfreie Füllsande sind im erdfeuchten Zustand als nahezu uneingeschränkt einbau- und verdichtbar anzusehen.

Eine umweltrelevante Bewertung der Abtragsböden ist nicht Gegenstand des gründungstechnischen Berichtes.

5. Weitere Hinweise

Werden im Zuge der Erd- und Gründungsarbeiten ggf. lokal von den Ergebnissen der Baugrunduntersuchung abweichende Untergrundverhältnisse angetroffen, ist der Baugrundsachverständige auf jeden Fall mit einer Begutachtung des Abtragplanums und einer Präzisierung der Gründungsarbeiten zu beauftragen.

Sollten sich bei der weiteren Planung noch Fragen ergeben, die in dem vorliegenden Bericht nicht oder nur abweichend behandelt wurden oder die späteren Planhöhen maßgeblich von den Annahmen abweichen, wird um eine Rücksprache mit dem Unterzeichner gebeten.

Dipl.-Geol. A. Gey