igb
Gey & John GbR

Ingenieurgeologen für
Baugrunderkundung und -bewertung
Baustellenbetreuung
Hydrogeologische und
Umwelttechnische Untersuchungen

Bodengutachten

Projektnummer: **p / 2113833**

Projekt: Bebauungsplan Nr. 68
„Südlich Werninghoeker Straße“
in 48493 Wettringen

Auftraggeber: Gemeinde Wettringen
Bauverwaltung / Liegenschaften
Kirchstraße 19
48493 Wettringen

Bearbeiter: Dipl.- Geol. A. Gey

Münster, den 15. April 2021

Anlagen

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

Nr. 2 Schichtenprofile gem. DIN 4023 und
Rammdiagramme gem. DIN EN ISO 22476/2

Inhaltsverzeichnis

1. EINLEITUNG 3

2. GELÄNDE- UND LABORARBEITEN 4

3. BODEN- UND GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE 4

3.1 SCHICHTENFOLGE, BODENMECHANISCHE EIGENSCHAFTEN 4
3.2 GRUNDWASSER 5
3.3 BODENGRUPPEN, BODENKLASSEN, FROSTEMPFINDLICHKEITSKLASSEN, CHARAKTERISTISCHE BODENKENNGRÖßEN 6

4. BAUTECHNISCHE EMPFEHLUNGEN 8

4.1 VERWENDUNG BODENABTRAG 8
4.2 EINTEILUNG IN HOMOGENBEREICHE NACH VOB / C 9
4.3 WASSERHALTUNG 9
4.4 TRAGFÄHIGKEIT DES UNTERGRUNDES, GRÜNDUNGSART, BODENAUFTRAG, BELASTUNG DES UNTERGRUNDES 11
4.4.1 NICHT UNTERKELLERTE BAUWERKE 11
4.4.2 UNTERKELLERTE BAUWERKE 13
4.5 KANALBAUWERKE 14
4.6 STRAßENBAU 15
4.7 SICHERUNG DER BAUGRUBEN, VERFÜLLUNG DER ARBEITSRÄUME 17

5. WEITERE HINWEISE 18

1. Einleitung

Die **Gemeinde Wettringen**, Bauverwaltung / Liegenschaften, Kirchstraße 19, 48493 Wettringen, plant die Erschließung des Bebauungsplanes Nr. 68„Südlich Werninghoeker Straße“ in 48493 Wettringen sowie die Erkundung eines südlicher gelegenen Platzes für Wohnmobile.

Das Planfeld erstreckt sich südwestlich der Werninghoeker Straße und soll ein künftiges Baugebiet für 6 Baugrundstücke darstellen. Die Erschließungsstraße wird in einem Bogen nach Süden verlaufen und die Flächen anbinden. Ehemals stand hier vorher ein Umspannwerk. Die Geländehöhen liegen um 47 / 47,3 mNN.

Nach Süden folgt der Sportplatz. Im Anschluss ist westlich des Sportplatzes eine Abstellfläche für Wohnmobile vorgesehen. Dieses Planfeld liegt rund 30 m südlich bis südwestlich des eigentlichen Baugebietes. Die Koten liegen hier mit 46,2 mNN bereits rund 1 m tiefer.

Nach Westen / Südwesten fällt das Gelände zu den Auen der Steinfurter Aa weiter ab. In einem Übersichtsplan der Planungsgruppe Rein aus Laer fällt das Gelände zur Aa zunächst auf 46, dann 45,5 und schließlich bis auf knapp 45 / 45,3 mNN entlang der Aa ab.

Im Vorfeld der Erschließungsmaßnahme wurde das **Ingenieurgeologische Büro igb Gey & John GbR** aus **Münster** beauftragt, den Untergrund hinsichtlich seiner bodenmechanischen und hydrologischen Eigenschaften zu untersuchen und die Ergebnisse bzgl. Wohnbebauung, Verkehrsflächen und Kanalneubauten in einem allgemeinen Bodengutachten darzulegen.

Dabei liegen dem Gutachter keine Anhaltspunkte zu den Planhöhen der künftigen Verkehrsflächen samt Kanalisation sowie den Hochbauten vor.

Vereinfachend gehen wir im Bereich des künftigen Baugebietes von einer mittleren Gelände- und damit auch Fahrbahnoberkante bei 47,2 mNN aus.

Die Erdgeschoß-Fertig-Fußboden-Höhen der Hochbauten werden rund eine Stufe über den angenommenen Fahrbahnkoten und damit um 47,5 mNN abgeschätzt. Nach dem jetzigen Kenntnisstand werden für die Hochbauten Gründungstiefen zwischen 1 m u. GOK (etwa 46,5 mNN, nichtunterkellerte Bauwerke) und 3 m u. GOK (etwa 44,5 mNN, unterkellerte Bauwerke) angenommen. Für die geplanten Kanalbaumaßnahmen werden Aushubtiefen angesetzt, die in etwa denen der unterkellerten Bauwerke entsprechen.

2. Gelände- und Laborarbeiten

Zur Erkundung der geologischen und hydrologischen Untergrundverhältnisse im Umfeld des Planraumes wurden am 12. April 2021 insgesamt 5 Kleinbohrungen im Rammkernsondierverfahren (RKS 1 bis RKS 5) sowie ergänzend 4 Rammsondierungen (DPL 1 bis DPL 4) mit der leichten Rammsonde (DPL gem. DIN EN ISO 22476/2) bis in Tiefen von 4,4 bis 6,6 m u. GOK geführt. Dabei wurde die Aufschlusspunkte RKS 1 bis RKS 4 und DPL 1 bis DPL 3 an den planseitig vorgegebenen Aufschlusspunkten im eigentlichen Bebauungsgebiet und die RKS 5 / DPL 4 bei der Abstellfläche für die Wohnmobile platziert.

Die Lage der Aufschlusspunkte ist dem Lageplan auf der Anlage 1 zu entnehmen. Als Bezugsniveau zum Höheneinmaß der Bohr- und Rammansatzpunkte wurde die Oberkante eines Kanalschachtes in der Werninghoeker Straße mit der absoluten Höhe von 48,24 mNN gewählt.

Die Ergebnisse der Rammkernsondierbohrungen und der Rammsondierungen wurden in Form von Schichtenprofilen gem. DIN 4023 und Rammdiagrammen gem. DIN EN ISO 22476/ 2 höhengerecht auf der Anlage 2 dargestellt.

Nach Rücksprache mit der Gemeinde Wettringen zu möglichen Überschwemmungshöhen der Steinfurter Aa wurde dem Gutachter ein Überschwemmungsplan nebst Schnitten der Aa mit eingetragenen Geländeschnitten und Höchstwasserständen, hier HQ100 und HQExtrem der Ingenieure Soennichsen & Parter aus Minden überreicht.

3. Boden- und Grundwasserverhältnisse

3.1 Schichtenfolge, Bodenmechanische Eigenschaften

Im Bereich des Bebauungsgebietes, erfasst durch die RKS 1 bis RKS 4, ist das Gelände vorwiegend mit einem umgelagerten Oberboden aus humusführenden, vorwiegend schluffigen Sanden in merklichen Stärken um etwa 0,85 / 1,8 m bedeckt. Teils sind in den Verfüllungen auch Lagen aus Sand mit anteilig Schlacke (RKS 2) enthalten, die auf den Rückbau des Umspannwerkes zurückgehen.

In der RKS 5 bei Abstellplatz für Wohnmobile finden sich humose Verfüllungen / Umlagerungen bis ebenfalls etwa 1,8 m u. GOK. Hier folgen zudem weichere, humose Schluffe als Sedimentationen der nahen Aa. Sie reichen bis 2,5 m Tiefe.

Die dunklen, humosen Oberböden / Verfüllungen und im Bereich der RKS 5 vorgefundenen, weichen Bachsedimente sind auf Grund ihrer zersetzungsgefährdeten Humusanteile unter Gründungselementen, Fahrbahnen, Gehwegen und allgemein befestigten Flächen wie Terrassen, Zufahrten, u. ä. großflächig abzutragen (Abtragsplanum).

In den RKS 1 bis 4 folgen dann gewachsene, feinkornarme, zur Tiefe auch schwach schluffige Sande von mitteldichter Lagerung, die bis in Tiefen von etwa 3,6 m (RKS 4) und 5,5 m u. GOK (RKS 3) erfasst wurden. Sie liegen dann steifen Geschiebemergeln auf.

Im Bereich der RKS 5 finden wir unterhalb der humosen, weichen Sedimentationen dann zunächst bindige Sande von mittedlichter Lagerung und schließlich primär nichtbindige Sande von mitteldichter Lagerung mit allerdings noch Holzresten / Pflanzenlagen, die für die holozäne Sedimentation auch der Sande sprechen.

3.2 Grundwasser

Während der Aufschlussarbeiten im April 2021 wurde Wasser mittels Lichtlot in allen Bohrlöchern und zwar mit Abstichen zwischen 1,1 und 1,5 m ausgelotet. Dies entspricht einem Wasserspiegel zwischen 46,2 mNN in der RKS 3 und knapp 44,9 mNN in der RKS 5 mit einem deutlich in Richtung Steinfurter Aa ausgeprägtem Fließgefälle. In der Aa selber wurde ein Pegelstand von 43,3 mNN gemessen.

Als Porengrundwasserleiter fungieren die nichtbindigen Sande mit günstigen Wasserwegsamkeiten und geschätzten Beiwerten um $k_f = 1 \times 10^{-4}$ bis 5×10^{-5} m/s. Über die Sande steht der Pegel der Aa mit den Grundwasserständen in hydraulischer Verbindung und entwässert den Grundwasserkörper oder reichert ihn an. Derzeit liegt ein deutlicher Abfluss zur Aa vor.

Nach den Pegeldaten und Schnitten zur Steinfurter Aa ist für den Abstellplatz für Wohnmobile der Schnitt bei 7.740 m relevant, der für die Aa einen HQExtrem von 45,77 mNN ausweist. Dieser liegt rund 0,8 m oberhalb des hier festgestellten Grundwasserstandes von 44,9 mNN und bleibt etwa 0,45 m unterhalb des bisherigen Geländeniveaus von 46,25 mNN. Damit wird die geplante Abstellfläche nicht überflutet. Höchstgrundwasserstände müssen ab noch 1 – 2 Dezimeter oberhalb des möglichen Überflutungsniveaus und damit um 45,9 / 46 mNN angenommen werden.

Für das eigentliche Bebauungsgebiet ist laut Schnitt bei Aa-km 7.570 bzw. 7.620 von einem HQExtrem um 45,75 mNN auszugehen. Dieser überschreitet die derzeitigen Grundwasserstände bei den RKS 4 und 1 um etwa 0,2 / 0,3 m, führt bei Eintreten hier also noch zu Erhöhungen, liegt aber unterhalb der Spiegelstände der RKS 3 und RKS 2 von derzeit 46 / 46,2 mNN.

Wie zuvor beim Sportplatz müssen wir aber auch hier von Erhöhungen / Anpassungen des eigentlichen Grundwasserspiegels ausgehen. Da wir nicht annehmen, dass die festgestellten Hochgrundwasserstände in den RKS 3 und RKS 2 bereits Höchstgrundwasserstände repräsentieren, versehen wir selbige noch mit einem gewissen Aufschlag und unterstellen für das Baugebiet so mögliche Hochgrundwasserstände bis an 46,5 mNN. Wir bitten diese Annahme durch Recherchen bei

den Trägern öffentlicher Belange, ggf. durch hydraulische Nachberechnungen des Ingenieurbüros Soennichsen & Parter aus Minden zu überprüfen.

3.3 Bodengruppen, Bodenklassen, Frostempfindlichkeitsklassen, Charakteristische Bodenkenngrößen

Mutterboden / umgelagerte Oberböden

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

Bodenklasse gem. DIN 18 300: 1, teils auch Klasse 3 / 4 (2)

– wegen nötigem Abtrag infolge zersetzungsempfindlicher Humusanteile nicht relevant

Schluffe, schwach humos bis humos (in der RKS 5)

Bodengruppe gem. DIN 18 196: UL, UM, OU, OH

Bodenklasse gem. DIN 18 300: 1 / 4 (bei Verschlammung Klasse 2)

Feuchtraumgewicht γ_k	:	17,5 - 19	kN/m^3	
Wichte unter Auftrieb γ'_k	:	7 - 10	kN/m^3	
Kohäsion c'_k	:	2,5 - 5	kN/m^2	
Reibungswinkel φ_k	:	22,5 / 25	°	
Steifemodul $E_{s,k}$	:	3 - 10	MN/m^2	Rechenwert 5 MN/m^2 bei steifer Konsistenz und Ausschluss eines Humuszersatzes unter Wasser

bindige Sande (RKS 5)

Bodengruppe gem. DIN 18 196: SU*

Bodenklasse gem. DIN 18 300: 4 (bei Verschlammung Klasse 2)

Verdichtbarkeitsklasse: V 2

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	kN/m^2	
Reibungswinkel φ_k	:	30	°	
Steifemodul $E_{s,k}$	:	10 - 25	MN/m^2	Rechenwert 20 MN/m^2 bei mitteldichter Lagerung und Vernachlässigung jeglichen Humuszersatzes unter Wasser

Sand, nichtbindig (nur bei RKS 5)

Mittelsand, feinsandig, schwach schluffig bis feinkornarme, wassergesättigt, im Grundwasser beim Anschnitt zusammenfließend, von überwiegend mitteldichter Lagerung

Bodengruppe gem. DIN 18 196:		SE, SU, in lagen auch mal OH		
Bodenklasse gem. DIN 18 300:		3		
Verdichtbarkeitsklasse:		V 1		
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	°	
Steifemodul $E_{s,k}$	:	20 - 40	MN/m^2	Rechenwert 25 MN/m^2 bei mitteldichter Lagerung und Vernachlässigung jeglichen Humuszersatzes unter Wasser

Sand, nichtbindig (Bebauungsgebiet)

Mittelsand, feinsandig, schwach schluffig bis feinkornarm, Fein- bis Mittelsand, schwach schluffig, z. T. schwach grobsandig, erdfeucht bis wassergesättigt, im Grundwasser beim Anschnitt zusammenfließend, von mitteldichter Lagerung

Bodengruppe gem. DIN 18 196:		SE, SU		
Bodenklasse gem. DIN 18 300:		3		
Verdichtbarkeitsklasse:		V 1		
Frostempfindlichkeitsklasse gem. ZTVE-StB 09:		wesentlich 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 $E_{s,k}$	:	40	MN/m^2	Rechenwert bei mitteldichter Lagerung

Geschiebemergel

Bodengruppe gem. DIN 18 196: TL, UM, ST*

Bodenklasse gem. DIN 18 300: 4 / 5 (bei Verschlammung Klasse 2)

Frostempfindlichkeitsklasse gem. ZTVE – StB 09: F 3 (sehr frostempfindlich)

Feuchtraumgewicht γ_k	:	20	- 21	kN/m³	Rechenwert 20 kN/m³
Wichte unter Auftrieb γ'_k	:	10	- 11	kN/m³	Rechenwert 10,5 kN/m³
Kohäsion c'_k	:	10	- 20	kN/m²	Rechenwert 15 kN/m²
Reibungswinkel φ'_k	:	25	- 27,5	°	Rechenwert 27,5 °
Steifemodul $E_{s,k}$	:	10	- 40	MN/m²	Rechenwert 15 – 20 MN/m² bei gut steifer Konsistenz / Rechenwert 20 – 25 MN/m² bei hoch steifer Konsistenz

4. Bautechnische Empfehlungen

4.1 Verwendung Bodenabtrag

Umgelagerte, humose Oberböden / humose Sande oder in der RKS 5 ggf. beim Aushub anfallende, humose, schwach organogene Schluffe sind aufgrund ihrer zersetzungsempfindlichen Humusanteile als nicht raumbeständig und damit als nicht tragfähig einzustufen und infolgedessen auch für einen Wiedereinbau im Einflussbereich von Hoch- oder auch Tiefbaumaßnahmen nicht geeignet. In diesem Sinne ist nur eine Verwertung der humosen Böden zur Modellierung künftig unbefestigter Grünflächen oder auch zur Abdeckung von z. B. Lärmschutzwällen denkbar.

Nichtbindige Sande gehören der Verdichtbarkeitsklasse V 1 gem. ZTVA-StB 97 an und sind daher im erdfeuchten Zustand als einbau- und verdichtungswillig einzustufen.

Örtlich bindige Sande der Verdichtbarkeitsklasse V 2 gem. ZTVA-StB 97 sind nur eingeschränkt bei trockenen Witterungsbedingungen und im erdfeuchten Zustand einbau- und verdichtbar. Gegenüber nichtbindigen Sanden reagieren sie im feuchten Zustand sehr viel empfindsamer auf dynamische Lasteinträge, weisen darüber hinaus geringe Wasserdurchlässigkeiten auf und stellen sich zudem als sehr frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F 3 gem. ZTVE-StB 09) dar.

Eine umweltrelevante Bewertung der Abtragsböden ist nicht Gegenstand des Berichtes. In den höheren Verfüllungen können durch den Rückbau des Umspannwerkes teils Bauschuttreste, ggf. auch Schlacken enthalten sein, die zu höheren Entsorgungskosten beitragen können.

4.2 Einteilung in Homogenbereiche nach VOB / C

Basierend auf den Ausführungen in Kapitel 3.1, 3.3 und auch 4.1 lassen sich die erkundeten Baugrundeinheiten zunächst einmal in differente Schichten zusammenfassen:

Schicht 1	Auffüllungen hier: humose Oberböden, nichtbindige Füllsande
Schicht 2	Quartär hier: nichtbindige Sande, örtlich bindige Sande, teils humose Schluffe

Nach der DIN 18300 (Erdarbeiten – Lösen) lassen sich die humosen Verfüllungen und gewachsenen Sandböden mit einem Bagger lösen, so dass hier keine weitere Differenzierung von Nöten wird und sich die Böden in LÖS-A zusammenfassen lassen.

Nach der DIN 18300 (Erdarbeiten – Einbauen) sind hier die Verfüllungen aus humosen Oberböden, nichtbindige Füllsande und nachfolgend gewachsene Sande zu differenzieren. Man trennt hier die humosen Gemenge (humose Oberböden auch humose Schluffe), die aufgrund ihrer humosen Anteile nicht zum Wiedereinbau geeignet sind (Ein – 0) und kann dann die nichtbindigen Sande zu EIN-A, sprich Gemengen zusammenfassen, die als verdichtungswillig und einbaufähig gelten. Örtlich bindige Sande sind nur im erdfeuchten Zustand und bei trockenen Witterungsbedingungen einbau- und verdichtbar (EIN-B).

Bei möglichen Verbauten der Kanaltrassen kommen ggf. Rammarbeiten bei der Niederbringung von Spundwänden zum Tragen. Die Verfüllungen und Sande sind rammbar (RAMM-A). Es ist zu beachten, dass örtlich ggf. lockerer gelagerten Sande zur Tiefe, sowohl bei der Grundwasserabsenkungen wie auch der Verdichtung mit Sackungen reagieren können. Grundsätzlich sind Rammarbeiten daher mit der entsprechenden Sorgfalt auszuführen.

4.3 Wasserhaltung

Mit Verweis auf das einführende Kapitel werden die Fahrbahnhöhen um etwa 47,2 mNN und die Erdgeschoß-Fertig-Fußbodenhöhen der Hochbauten mit etwa 47,5 mNN angenommen. Ausgehend von einer Gründung der Untergeschoss über eine bewehrte Gründungsplatte mit Bettung auf einem Flächenfilter werden die Sohlenunterkanten rund 3 m unter der jeweiligen EFH / OKFF EG und folglich bei 44,5 mNN liegen. Auf dem Niveau werden auch tiefste Sohlen von Kanälen eine Trennkanalisation angenommen.

Im Bereich der RKS 5 finden sich bis 1,8 m u. GOK zunächst humose Verfüllungen und dann weichere, humose Schluffe, die bis etwa 2,5 m u. GOK erfasst wurden und je nach den zu erwartenden Anforderungen an den Platz, ebenso wie die

überdeckend humosen Oberböden noch aufgenommen werden müssen. Tiefer reichende, humose Verfüllungen finden sich auch bei den RKS 2 und 4 mit Basen in der RKS 4 bei 45,3 mNN.

Bei den im Zuge der Baugrunduntersuchung ermittelten Grundwasserständen um 46,2 bis 45,5 mNN in den RKS 1 bis RKS 4 liegen die Sohlen unterkellerter Gebäude sowie Aufstandsflächen tiefer Kanäle damit unterhalb des festgestellten Grundwasserspiegels. Werden tief reichende Bodenaustauschmaßnahmen infolge der mächtigen, humosen Verfüllungen vorgenommen, greift man bei den RKS 4 und 5, ggf. auch bei der RKS 2 unterhalb des Grundwasserspiegels ein. Zumindest bei höheren Wasserständen der Aa, sind im Bereich der RKS 4, 1 und 5 noch höhere Wasserstände zu erwarten.

Bei diesen oder nur gering abweichenden Wasserständen sind die Erd- und Gründungsarbeiten generell im Schutz einer Grundwasserabsenkung auszuführen.

Bei Eingriffen in den Grundwasserspiegel ist in den fließfähigen Sanden zur Trockenlegung der Baugrubensohlen / Kanalgrabensohlen oder auch Abtragsplanen eine Grundwasserabsenkung im geschlossenen Verfahren erforderlich. Zur Ermöglichung einer Trockenlegung zur Nachverdichtung der Baugrubensohle ist dabei eine Absenkung bis etwa 0,5 m unter Baugrubensohle anzustreben. Die zu entwässernden Sande sind teils recht grob und um 3,7 bis 5,5 m u. GOK folgen stauende Lehme / Mergel. So Lanzen / Kleinbrunnen bis 2 m unter die Aushubniveaus eingebracht werden müssen, erfassen sie bei den RKS 2, 4 und 1 bei Kellerniveaus bereits den Mergel. Es sind hier dann kiesummantelte Lanzen / Kleinbrunnen vorzuhalten. Grundsätzlich ist seitens eines versierten Etnwässerungsplaners zu prüfen, ob Lanzen mit Vakuumbeaufschlagung für die gut wasserdurchlässigen, teils gröberen Sande reichen, oder hier nicht ggf. örtlich Vakuumtiefbrunnen nötig sind.

Nach umlaufender Einspülung der Lanzen / Kleinbrunnen / Brunnen und Wahrung einer gewissen Vorlaufzeit kann dann mit dem Baugrubenaushub begonnen werden. Hierzu ist im späteren Arbeitsraum ein Pumpenschacht einzurichten, von dem aus dann die Baugrube sukzessive ausgeschachtet und zum Schutz des Planums / Sohle mit einem Flächenfilter aus drainierenden Schottern / Kiesen in einer Stärke von etwa 0,2 / 0,25 m angedeckt wird. Umlaufend sollte in den Flächenfilter eine in Splitt gebettete Ringdrainage mit Anschluss an den Schacht verlegt werden, über die Restwassermengen in offener Wasserhaltung aus der Grube abgeführt werden können.

Eine dauernde Funktion der geschlossenen Wasserhaltung während der Bauzeit vorausgesetzt (Notstromaggregat) ist es denkbar auch auf den Flächenfilter, sprich die ergänzende offene Wasserhaltung zu verzichten.

Die kombinierte oder rein geschlossene Wasserhaltung ist bis zur Wahrung der Auftriebssicherheit, resp. bis zur Verfüllung der Arbeitsräume aufrecht zu halten. Nach den Informationen zu den möglichen Höchstwasserständen der Aa (HQExtrem) und hierauf basierenden Abschätzungen ist von Höchstgrundwasserständen um 46,5 mNN auszugehen. So sind die in das Erdreich einbindenden Untergeschosse für den Lastfall „drückendes Wasser" gem. den seit Juli 2017 geltenden DIN 18 533 auszulegen und folglich als druckwasserdichte Wannenkonstruktionen unter Ansatz einer entsprechenden Rissbreitenbeschränkung gem. dem relevanten Bemessungsgrundwasserstand von derzeit 46,5 mNN in wasserundurchlässigem Beton gem. DIN 1045 mit druckwasserdichter Haltung von Fugen bzw. Anschlüssen der Versorgungsleitungen herzustellen und der wasserundurchlässige Beton bis zur zukünftigen Geländeoberkante auszuführen. Gleichsam sind die Lichtschächte druckwasserdicht anzubinden und separat über rückstausichere Vollrohre zu entwässern.

Die Sohlen nicht unterkellerter Bauwerke sind auf einem nichtbindigen, tragfähigen Bodenersatzmaterial mit abschließend kapillarbrechender Schüttung zu betten. Die Schüttungen, die ausgehend davon, dass die künftigen EFHs / OKFF EGs hinreichend (mindestens 0,3 m) 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.

Bei einer OKFF von 47,5 mNN läge die bei 47,1 mNN anzunehmende Sohle dann rund 0,6 m oberhalb des bisher angenommenen Höchstgrundwasserstandes von 46,5 mNN.

4.4 Tragfähigkeit des Untergrundes, Gründungsart, Bodenauftrag, Belastung des Untergrundes

4.4.1 nicht unterkellerte Bauwerke

Bei künftigen Planhöhen der EFHs / OKFF EGs um 47,5 mNN liegen die frostsicher angenommenen Aufstandsflächen massiver Schürzen / Fundamente bei 46,5 mNN und damit im Niveau des wahrscheinlichen Höchstgrundwasserstandes.

Nach Abtrag der Oberböden / Mutterböden in Stärken zwischen etwa 0,85 und bis an 1,8 m u. GOK liegen die Abtragsplanen zwischen 46,5 und bis an 45,3 mNN. Da hiermit teils in das Grundwasser eingegriffen wird, sind mit Verweis auf das Kapitel 4.3 auch beim Abtrag nur der humosen Verfüllungen schon örtlich Grundwasserabsenkungen von Nöten (RKS 4, ggf. RKS 2, bei Hochwasserständen auch RKS 1).

Mindestens diese Höhendifferenzen bis zu den späteren Sohlenunterkanten, sprich bis an etwa 47,1 mNN und damit bis an 1,8 m Stärke in der RKS 4 sind bei einer

Gründung der Bauwerke 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 höheren Einbaustärken, die 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 mitteldicht gelagerte und somit günstig tragfähige Sande und durchweg erdfeuchte, bzw. entsprechend entwässerte 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.

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 des abschließend schotterig-kiesigen Sohlenunterbaus Verformungsmoduln E_{v2} von mind. 60 MN/m^2 erreicht werden können. Dies setzt auch ein E_{v2} / E_{v1}-Verhältnis von $\leq 2{,}5$ voraus.

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

Erfolgt die statische Bemessung der Gründungsplatten 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/m^2** , resultierend aus Linienlasten um 70 – 90 kN/m, die sich an der Unterkante 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 **$k_{sk} \sim 25$ 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 $\sigma = 200$ kN/m^2 ausgelegt werden. Dies entspricht einem Bemessungswert des Sohlwiderstandes von $\sigma_{R,d} = 280$ 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)

4.4.2 unterkellerte Bauwerke

Entsprechend den Schichtenprofilen auf der Anlage 2 liegt die voraussichtliche Gründungsebene von 44,5 mNN für die unterkellerten Wohngebäude bzw. Wohngebäudeabschnitte in einem nichtbindigen Sand von mitteldichter Lagerung.

Diese angetroffenen Böden weisen bei der festgestellten Lagerungsdichte grundsätzlich eine ausreichende Tragfähigkeit auf.

Unter Beachtung der hydrogeologischen und tragfähigkeitsspezifischen Eigenschaften des Untergrundes, empfiehlt sich, die Kellergeschosse über bewehrte Gründungsplatten einheitlicher Stärke auf dem in Unterkap. 4.3 dargestellten Flächenfilter oder direkt im entwässerten Sand zu gründen.

Beim Einbringen des grobkörnigen Schüttungsmaterials (Stabilisierungslage / Flächenfilter) ist darauf zu achten, der örtlich feinere anstehende Untergrund keiner dynamischen Belastung ausgesetzt wird. Die Aushubarbeiten sind mit einem Kettenfahrzeug mit glatter Baggerschaufel vorzunehmen, das Aushubplanum umgehend mit dem Material des Flächenfilters vor einer Verschlammung durch Wasserzutritt zu schützen. Ggf. verschlammte Bereiche des noch undrainierten Aushubplanums sind vollständig abzuziehen und durch das Schottermaterial zu ersetzen.

Bei der statischen Bemessung der empfohlenen Gründungsplatten ist bei einer einheitlichen Gründung im nichtbindigen Sand nach dem Bettungsmodulverfahren ein Bettungsmodul $\mathbf{k_s = 25\ MN/m^3}$ in Ansatz zu bringen.

4.5 Kanalbauwerke

Entsprechend den Schichtenprofilen auf der Anlage 2 werden die Sohlen der geplanten Kanäle (Schmutzwasser / Regenwasser) in Tiefen zwischen ca. 2 und 3 m u. GOK innerhalb ausreichend tragfähiger, weil nichtbindiger Sande von mitteldichter Lagerung liegen.

Im Bereich der Kanalgräben ist die bauzeitliche Wasserhaltung analog zu den unterkellerten Hochbauten mit einer Kombination aus geschlossener Wasserhaltung (Vakuumfilter) und offener Wasserhaltung (Flächenfilter mit angeschlossenem Pumpensumpf) auszuführen. Bei Streckenentwässerungen wie den Kanalgäben oder auch den angrenzenden Fahrbahnen bieten sich u. U. zur Trockenlegung auch Tiefendrains mit aufgehenden Filterschlitzen an.

Hierbei bedürfen nichtbindige, mitteldicht gelagerte Sande von günstiger Tragfähigkeit keiner Bodenertüchtigung mehr und können auch in Anlehnung an die DIN EN 1610 darüber direkt abgesetzt werden, auch wenn hier gewöhnlich eine minder starke Trag- und Ausgleichsschicht aus grobkörnigen Schüttungsmaterialien in Form von z. B. Schottern, Kiesen oder Kiessanden von etwa 0,15 m Dicke zum Tragen kommt.

Grundsätzlich sind aber durch z. B. Auskofferungsarbeiten aufgelockerte oder im vorliegenden Zustand schon unzureichend gelagerte, humusfreie Sande einer intensiven Nachverdichtung zu unterziehen.

Örtlich bindige Sande von mitteldichter Lagerung sind zwar als hinreichend tragfähig, gegenüber den nichtbindigen Sanden jedoch als etwas eingeschränkter tragfähig einzustufen und reagieren auf Zutritten von Wässern mit Aufweichungen / Verschlammungen und im bereits feuchten Zustand sehr empfindsam auf dynamische Lasteinträge. So sollten die Kanalrohre über wechselnd bindigen oder mit Schlufflagen durchsetzten Sande oberhalb einer gering bis mittel dimensionierten Tragschicht aus nichtbindigem grobkörnigem Lockergesteinsmaterial (z. B. Hartkalksteinschotter 0/45 oder Kiessand 0/32) in einer Stärke zwischen etwa 0,15 / 0,2 m gebettet werden.

Wegen der Empfindsamkeit feiner Sande im feuchten Zustand wird grundsätzlich empfohlen, die Gräben mit Glattschneiden auszuschachten und die Basen umgehend nach Freilegung mit dem groben Schüttungsmaterial anzudecken. Die Schotter- / Kieslagen sind dabei über entwässerten aber dennoch noch feuchteren Sanden nur statisch anzudrücken oder so zu verdichten, dass ein dynamischer Lasteintrag in ggf. stärker feuchte Sande ausgeschlossen werden kann. Schon im natürli-

chen Zustand unzureichend gelagerte oder durch Zutritte von Regen- / Oberflächenwässern gem. VOB aufgeweichte Böden sind vollends aufzunehmen und durch das gut tragfähige und den weiteren Baugrund stabilisierende Schüttgut auszutauschen.

Unter Beachtung der an der Basis der Kanalbauwerke anstehenden Böden sind bei einer ordnungsgemäßen Baudurchführung unzulässige Setzungen und insbesondere unzulässige Setzungsdifferenzen nicht zu erwarten.

4.6 Straßenbau

Für die Erstellung von befestigten, öffentlichen Verkehrsflächen sind die 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) sowie die Technischen Lieferbedingungen (TL) und die Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen(ZTV) für Baustoffe im Straßenbau, jeweils in der neuestens Fassung, maßgebend.

Ausgehend von einer Einteilung der zukünftigen Erschließungsstraßen in die Belastungslasse Bk0,3 ist bei dieser Klasse in Anlehnung an die o. g. Vorgaben bei einer geplanten Bauweise mit Schwarzdecke oder Verbundsteinpflasterung über einer ungebundenen Schotter- oder Kiestragschicht (Körnung 0/45 oder 0/56) bei Durchführung von Lastplattendruckversuchen gem. DIN 18134 auf der ungebundenen Tragschicht des Fahrbahnoberbaus gem. ZTVE-StB 09 ein Verformungsmodul $\mathbf{E_{v2} \geq 120\ MPa}$ zu fordern. Die E_{v2}/E_{v1}-Verhältnisse sollten dabei zur Vermeidung oberflächennaher Kornumlagerungen ein Verhältnis $\leq 2{,}2$ aufweisen.

Nach Abtrag des Mutterbodens / humosen Oberbodens liegt das Abtragsplanum in nichtbindigen Sand der Frostempfindlichkeitsklasse F 1 gem. ZTVE-StB 09 (nicht frostempfindlich). So auch im Bereich der Fahrbahnen mit tiefen, teils in das Grundwasser einbindenden Planen/ Abtragniveaus zu rechnen ist, wird es auch hier für gewisse Streckenabschnitte von Nöten sein, den Untergrund im geschlossenen Verfahren, sprich mittels dann wahrscheinlich Tiefendrains zu entwässern.

Die Abtragniveaus liegen dabei durchweg unterhalb des eigentlichen Planums der Fahrbahnen. So ist auf dem Sand ein weiterer Bodenauftrag bis zum eigentlichen Planum von Nöten.

Der Grundwasserstand liegt im natürlichen Zustand bereits hinreichend unter dem Abtragsplanum oder der Sand wurde vorher tief reichend entwässert, so dass der Grundwasserspiegel rund 0,5 m unterhalb des Abtragplanums liegt oder, es wurde bei tieferen Grundwasserständen mit Koten knapp im Abtragsplanum in Teilabschnitten auf eine Entwässerung / Absenkung verzichtet. Im zuletzt genannten Fall können Grundwasserstände nahe an das Abtragsplanum heranreichen. Zur Vermeidung von Strukturstörungen des dann stark feuchten Untergrundes und zur Stabilisierung des Abtragplanums wird hier und in vergleichbaren Abschnitten mit nahe

an die Basis des Oberbodens heranreichenden Flurabständen der Einbau einer rd. 0,2 m starken Basislage aus grobem, kapillarbrechenden Schüttungsmaterial (z. B. frostsicherer Schotter der Körnung 0/45 bis 5/45 empfohlen. Diese Basislage ist nur statisch zu verdichten.

Auf dem erdfeuchten, entwässerten Sand oder der grobkörnigen Basislage wird als weiterer Aufbau – je nach Abstand zur Basis der erforderlichen ungebundenen, frostsicheren Tragschicht – ein Bodenauftrag aus frostsicherem Sand (enggestufte nichtbindige Sande mit max. 10% bindigen Anteilen – Bodengruppen SE und SU gem. DIN 18 196 / weitgestufte Sande mit max. 5% bindigen Anteilen – Bodengruppe SW gem. DIN 18 196) empfohlen.

Liegt ein solch frostsicherer Sand oder wurde zuvor aufgebaut, ist die Stärke des Fahrbahnoberbaus einzig von den Tragfähigkeitswerten im Abtragsplanum abhängig, während bereits bei anstehend gering bis mittel frostempfindlichen Böden nach Tab. 6 der RStO 12 in der Belastungsklasse Bk0,3 eine frostsichere Gesamtdicke des Oberbaus von 0,4 m und bei anstehend bindigen Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 eine Gesamtdicke von 0,5 m gefordert wird.

Auf diesen Sanden kann, bei entsprechender Trockenlegung und Nachverdichtung eines max. erdfeuchten oder hinreichend zum Wasserspiegel entfernten Abtragplanums, erfahrungsgemäß ein Verformungsmodul **E_{v2} zwischen rd. 45 und 60 MPa** erreicht werden (entsprechend 100 % der einfachen Proctordichte).

Zur Gewährleistung des auf dem ungebundenen Oberbau anzustrebenden Verfomungsmoduls **E_{V2} von mind. 120 MN/m²** reicht es aus, auf einem dichter gelagerten Sand mit einem E_{v2}-Wert von 60 MN/m² eine Schotterlage (z. B. Hartkalksteinschotter der Körnung 0/45 oder 0/56) in einer Stärke von mind. 0,3 m und bei einem ermittelten E_{v2}-Wert von 45 MN/m² in einer Stärke von etwa 40 cm aufzubringen. Bei 10 cm dicken Pflastersteinen kommt man bei einer Fahrbahnoberkante von 47,2 mNN so zu einem Planum bei etwa 46,7 mNN. Selbiges läge dann noch 0,2 m oberhalb des prognostizierten Hochgrundwasserstandes von 46,5 mNN.

Die in den geltenden Richtlinien und Verordnungen für den Straßenbau geforderten Verdichtungswerte bzw. Verformungsmoduln sind jeweils durch die ausführenden Baufirmen nachzuweisen bzw. durch den Gutachter zu überprüfen.

Rückblickend auf das Eingangskapitel, wo eine Fahrbahnhöhe von 47,2 mNN angenommen wurde, gewährt selbige, bei einem noch zu prüfenden und zufixierenden Bemessungsgrundwasserstand von 46,5 mNN, einen dauerhaft trocken und nur dann auch frostsicheren Fahrbahnoberbau, der ansonsten mittels kiesummantelter Drainstränge auch nachbauzeitlich zu entwässern / trocken zu legen wäre. Dabei müssten die Wässer an eine geeignete Vorflut abgegeben werden. So wird deutlich, dass nur Fahrbahnhöhen oberhalb von 47,2 mNN überhaupt

nur praktikabel sind, vorausgesetzt, der Bemessungsgrundwasserstand fällt nach ergänzenden Recherchen nicht noch höher aus.

4.7 Sicherung der Baugruben, Verfüllung der Arbeitsräume

In den anstehenden Mutterböden und den Sanden können die Wände künftiger Baugruben oder Kanalgräben mit Aushubtiefen ≥ 1,25 m, eine entsprechende Trockenlegung der Sande durch eine Grundwasserabsenkung vorausgesetzt, in Anlehnung an die DIN 4124 bis max. 45° abgeböscht werden.

Kann aufgrund eingeschränkter Platzverhältnisse oder angrenzender Stapel- oder Verkehrslasten die Abböschung nicht realisiert werden, sind die Gruben unterkellerter Bauwerke in diesen Abschnitten im Schutze eines Verbaus zu errichten.

Bei angrenzenden oder in der Nähe späterer Baugruben befindlicher Gebäude sind bei den Erd- und Gründungsarbeiten die Vorgaben der DIN 4123, der DIN 4124 und mitgeltender Normen zu beachten.

Für die Verfüllung der Arbeitsräume der Untergeschosse wird generell raumbeständiges, nichtbindiges 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.

Als Verbauart für die Kanalgräben kommen für die flachen Abschnitte zwischen etwa 2 und 3 m Tiefe ausgesteifte, senkrechte Kanaldielenverbauten oder auch endgesteifte Großtafelverbauten in Frage. Die Verbauten sind jeweils statisch auf die angrenzenden Verkehrslasten zu prüfen.

Unter Beachtung der oberhalb der Kanaltrassen geplanten Verkehrswege wird zur Vermeidung von späteren Setzungsdifferenzen im Fahrbahnbereich grundsätzlich empfohlen, die Kanalgräben generell mit nichtbindigen, raumbeständigen, verdichtungsfähigen und ausreichend wasserdurchlässigen Lockergesteinsmaterialen (z. B. nichtbindige Sande gem. DIN 1054 mit max. 10% bindigen Anteilen, Bodengruppen gem. DIN 18 196 SU / SE / SW, Bodenklasse 3 gem. DIN 18 300) zu verfüllen. Hierzu können auch die anfallenden nichtbindigen Sande verwendet werden.

Bei der Verdichtung der Füllmaterialien sind gem. der ZTVE-StB 09 Proctordichten zwischen 97 und 98% (1 m unter Planum bis zur Grabensohle) und 100% der einfachen Proctordichte (Planum bis 1 m darunter) einzuhalten.

5. Weitere Hinweise

Nach Festlegung der endgültigen Planhöhen sind diese dem Unterzeichner mitzuteilen. Eventuell wird dann eine Überarbeitung einzelner Kapitel des vorliegenden Gutachtens erforderlich.

Da der Untergrund nur mit einem sehr groben Aufschlußraster untersucht wurde, können entsprechend der geologischen Ablagerungsgeschichte von den bisherigen Erkenntnissen abweichende Untergrundverhältnisse nicht ausgeschlossen werden. So empfehlen sich im Rahmen der Planung von Hochbauten präzisierender Baugrunduntersuchungen.

Sollten sich bei der weiteren Planung noch Fragen ergeben, die in dem Bodengutachten nicht oder nur abweichend behandelt wurden, wird der Unterzeichner um Mitteilung gebeten.

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 / der Grubensohlen und einer Präzisierung der Gründungsarbeiten zu beauftragen.

Dipl.-Geol. A. Gey

Legende

steif
weich - steif
Schluff
Feinsand
Mittelsand
Mu — Mutterboden
A — Auffüllung
TD — Geschiebemergel

m NN
48.00
47.50
47.00
46.50
46.00
45.50
45.00
44.50
44.00
43.50
43.00
42.50
42.00
41.50
41.00
40.50

RKS 3

47.32 m NN

1.10 (46.22)
12.04.2021

Mu
0.85
1.60
2.60
5.50
6.60

Auffüllung / Mutterboden
Sand, schwach schluffig bis schluffig, humos

Mittelsand
feinsandig, z.T. schwach humos

Mittelsand
feinsandig

Mittelsand
feinsandig, schwach schluffig

Geschiebemergel
Schluff, tonig, sandig, Geschiebe

kein Bohrfortschritt

DPL 2

47.32 m NN

Schlagzahlen je 10 cm

0 10 20 30 40
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
3.5
4.0
4.5
5.0
43
56

RKS 2

47.32 m NN

1.30 (46.02)
12.04.2021

Mu
A
Mu
0.15
0.70
1.30
2.10
3.70
4.30
4.80

Auffüllung / Mutterboden
Sand, schluffig, humos

Auffüllung
Sand, schwach schluffig, schwach humos, Schlacke

Auffüllung / Mutterboden
Sand, schwach schluffig, schwach humos bis humos

Mittelsand
feinsandig, schwach grobsandig

Mittelsand
feinsandig

Mittelsand
feinsandig, schwach schluffig

Geschiebemergel
Schluff, tonig, sandig, Geschiebe

kein Bohrfortschritt

RKS 4

47.08 m NN

1.50 (45.58)
12.04.2021

Mu
Mu
0.30
1.80
2.50
3.60
4.40

Auffüllung / Mutterboden
Sand, schwach schluffig, humos

Auffüllung / Mutterboden
Sand, schluffig, humos

Mittelsand
feinsandig, schwach schluffig

Fein- bis Mittelsand
schwach schluffig

Geschiebemergel
Schluff, tonig, sandig, Geschiebe

kein Bohrfortschritt

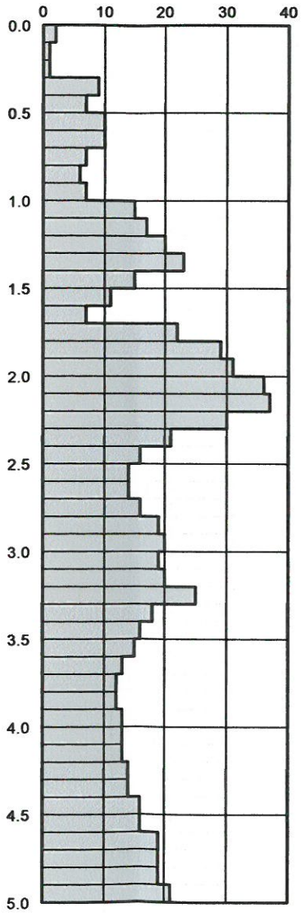
igb Gey & John GbR An der Kleimannbrücke 13 48157 Münster Tel.: 0251/327909 Fax: 327928	Bebauungsplan Nr. 68 "Südlich Werninghoker Straße" 48493 Wettringen	Projekt Nr. p/2113833 Anlage Nr. 2

Darstellung von Schichtenprofilen und Rammdiagrammen

DPL 3

47.08 m NN

Schlagzahlen je 10 cm



utterboden
schluffig,

utterboden
humos

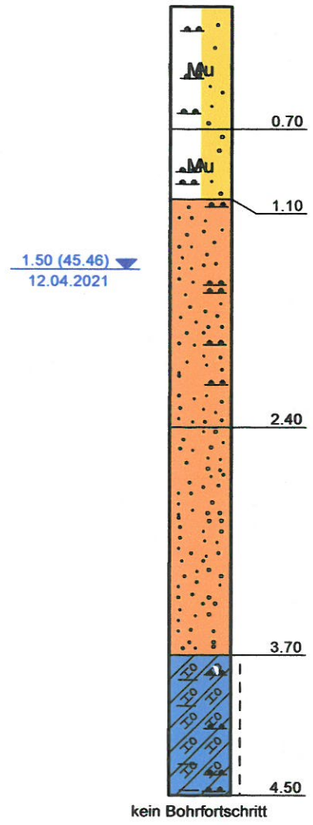
ach schluffig

lsand
g

rgel
ndig,

RKS 1

46.96 m NN



Auffüllung / Mutterboden
Sand, schwach schluffig, humos

Auffüllung / Mutterboden
Sand, schluffig, schwach humos bis humos

Mittelsand
feinsandig, schwach schluffig

Mittelsand
feinsandig, schwach grobsandig

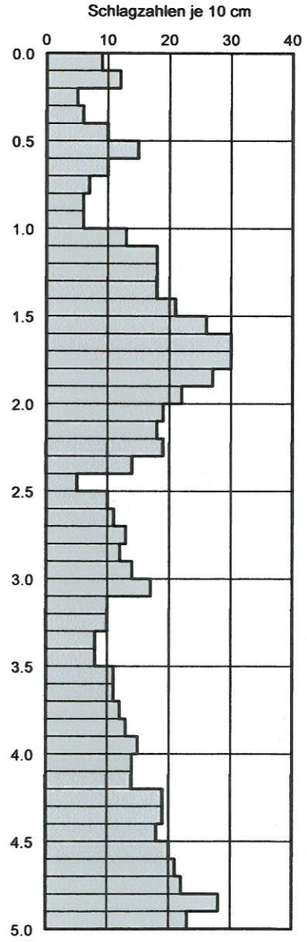
Geschiebemergel
Schluff, tonig, sandig, Geschiebe

kein Bohrfortschritt

DPL 1

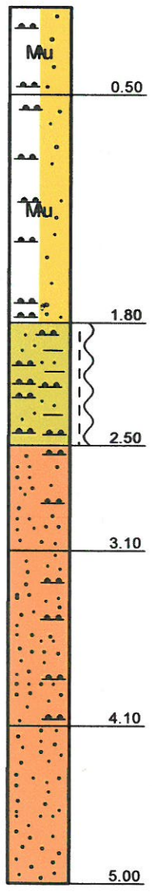
46.96 m NN

Schlagzahlen je 10 cm



RKS 5

46.23 m NN



Auffüllung / Mutterboden
Sand, schluffig, z.T. humos, Wurzeln

Auffüllung / Mutterboden
Sand, schluffig, humos

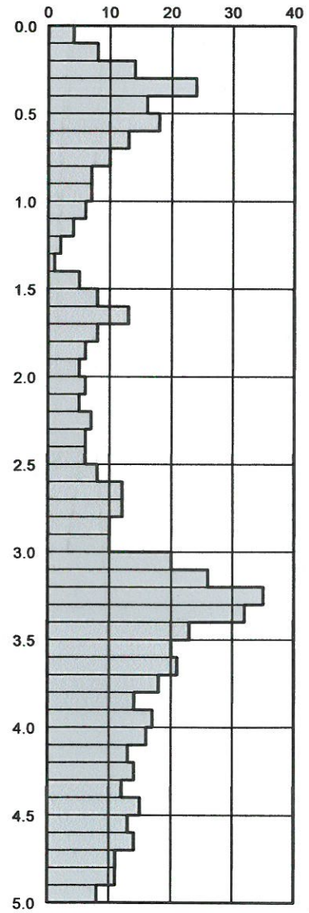
Schluff
feinsandig, schwach tonig bis tonig, z.T. humos

Feinsand
stark mittelsandig, schluffig

Mittelsand
feinsandig, schwach schluffig, Pflanzenreste

Mittelsand
feinsandig, Holzlagen

DPL 4

46.23 m NN

Schlagzahlen je 10 cm