

Bodengutachten

Projektnummer: p / 2214654

Projekt: Erschließung Baugebiet „Am Wendelberg“
38559 Wagenhoff

Bauherrin: Gemeinde Wagenhoff – Der Bürgermeister
Am Heidberg 11
38599 Wagenhoff

Planung: Dr. Ing. W. Schwerdt Büro- und Stadtplanung GbR
Waisenhausdamm 7
38100 Braunschweig

Bearbeiter: Dipl.- Geol. A. Gey

Münster, den 30. Juni 2022

Anlagen

- Nr. 1 Lageplan mit eingetragenen Bodenaufschlusspunkten, Maßstab ca. 1 : 1.000
- Nr. 2 Schichtenprofile gem. DIN 4023 und
Rammdiagramme gem. DIN EN ISO 22476/2 (Anlagen 2.1 und 2.2)
- Nr. 3 Ergebnisse der Versickerungsversuche

Inhaltsverzeichnis

<u>1. EINLEITUNG</u>	3
<u>2. GELÄNDE- UND LABORARBEITEN</u>	4
<u>3. BODEN- UND GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE</u>	5
3.1 SCHICHTENFOLGE, BODENMECHANISCHE EIGENSCHAFTEN	5
3.2 GRUNDWASSER / WASSERDURCHLÄSSIGKEIT DES UNTERGRUNDES / VERSICKERUNG	5
3.3 BODENGRUPPEN, BODENKLASSEN, VERDICHTBARKEITSKLASSEN, FROSTEMPFLINDLICHKEITSKLASSEN, CHARAKTERISTISCHE BODENKENNGRÖßEN	6
<u>4. BAUTECHNISCHE EMPFEHLUNGEN</u>	7
4.1 VERWENDUNG BODENABTRAG	7
4.2 EINTEILUNG IN HOMOGENBEREICHE NACH VOB / C	7
4.3 WASSERHALTUNG	8
4.4 TRAGFÄHIGKEIT DES UNTERGRUNDES, GRÜNDUNGSART, BODENAUFTRAG, BELASTUNG DES UNTERGRUNDES	9
4.4.1 NICHT UNTERKELLERTE BAUWERKE	9
4.4.2 UNTERKELLERTE BAUWERKE	12
4.5 KANALBAUWERKE	12
4.6 STRAßENBAU	13
4.7 SICHERUNG DER BAUGRUBEN, VERFÜLLUNG DER ARBEITSRÄUME	14
<u>6. WEITERE HINWEISE</u>	15

1. Einleitung

Die Gemeinde Wagenhoff – Der Bürgermeister, Am Heidberg 11, 38599 Wagenhoff, plant mit dem Dr. Ing. W. Schwerdt Büro- und Stadtplanung GbR, Waisenhausdamm 7, 38100 Braunschweig, die Erschließung des Baugebietes „Am Wendelberg“ in 38559 Wagenhoff.

Das Areal stellt eine mäßig mit Wildkraut bewachsene Brache dar und erstreckt sich nördlich Am Wendelberg, der ab der südöstlichen Planfeldecke nach Süden abzweigt und in die Neue Straße übergeht. S o grenzt das PLANfeld auch an die Bebauung nördlich von Neue Straße. Im Südosten ist der Friedhof grenzbildend. Nach Norden folgt hier über einen kleinen Bereich noch die Bebauung am Gartenweg als Grenze. Dann schließen auch hier, wie im Westen und Norden nur noch landwirtschaftliche Nutzflächen an. Die Geländehöhen liegen im Bauungsgebiet zwischen 59,2 und 57,6 mNN. Topographische Karten deuten eine Neigung nach Osten / Südosten an. Der Höhenrücken des „Wendelberges“ liegt an sich weiter im Westen bei Annenhof und hier Koten um 65 mNN. Demnach befänden wir uns eher an einer Ost / Südost-Flanke des Höhenrückens.

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

Die Erschließung soll über Am Wendelberg im Südwesten des Planfeldes erfolgen. Von hier aus geht die Planstraße in einem Bogen / Kreis / Viereck im Planfeld herum, wobei sie nochmals mittig verbunden ist. Die Wohnbebauung schließt dann sowohl nach außen wie auch innerseitig der Straßenführung an, so dass hierüber 40 Grundstücke mit Flächen um 750 bis an über 1000 qm entstehen. Da dem Gutachter aber keine Hinweise zu den Planhöhen der künftigen Verkehrsflächen samt Kanalisation sowie den Hochbauten vorliegen, werden die für das Gutachten relevanten Planhöhen der künftigen Fahrbahn an dem vorliegenden Fahrbahnniveau angelehnt. Die Fahrbahn von Am Wendelberg hat im Anschlussbereich eine Kote von etwa 59 mNN, die zunächst auch für die Erschließungsstraße n anvisiert sein soll. Die Annahme entspricht weitestgehend dem mittleren Geländeniveau oder liegt nur wenig darüber, was für die Errichtung der Straßen eher vorteilhaft ist. Im Südosten und zwar im Straßenverlauf fallen die Topographien bis auf 58,2 bis 57,6 mNN ab. Hier gehen wir von Geländeanpassungen bis an rd. 59 mNN durch Bodenauftragsmaßnahmen aus.

Nach Vorlage der endgültigen Höhen der Fahrbahnoberkanten ist bei einer merklichen Abweichung von den angenommenen Höhen allerdings eine Überarbeitung / Anpassung des vorliegenden Bodengutachtens erforderlich.

Die Erdgeschoß-Fertig-Fußboden-Höhen der Hochbauten werden rund eine Stufe über den angenommenen Fahrbahnkoten und damit um etwa 0,2 / 0,3 m darüber abgeschätzt.

Nach dem jetzigen Kenntnisstand werden für die Hochbauten Gründungstiefen zwischen 1 m u. GOK (rd. 58 mNN für nicht unterkellerte Bauwerke) und 2,5 bis 3 m u. GOK (rd. 56,5 mNN für 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 27., 28. und 29. Juni 2022 insgesamt 13 Kleinbohrungen im Rammkernsondierverfahren (RKS 1 bis RKS 13) sowie ergänzend auch 7 Rammsondierungen (DPL 1 bis DPL 7) mit der leichten Rammsonde (DPL gem. DIN EN ISO 22476/2) ausgeführt. Die Aufschlusstiefen lagen bei den Bohrungen zwischen 4 und 7 m und bei den Rammen zwischen 3 und 5 m u. GOK. Die so tlw. begrenzte Rammtiefe ist auf dichter gelagerte Sande zurückzuführen

Zwecks Prüfung der Versickerungsfähigkeit des Untergrundes wurden ergänzend 4 Flachbohrungen (RKS V 1 bis RKS V 4) bis in Tiefen von 0,9 und 1,3 m ausgeführt, die Bohrlöcher mittels Filterrohr gestützt und im erbohrten Sand dann Sickerversuche mit stetiger Wassersäule ausgeführt. Die Ergebnisse der Versickerungsversuche sind der Anlage 3 zu entnehmen und werden in Kap. 3.2 des Gutachtens erläutert.

Die Lage der Aufschlusspunkte ist dem Lageplan auf der Anlage 1 zu entnehmen. 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 den Anlagen 2.1 und 2.2 dargestellt. Den Schnitten sind dabei zur Orientierung die mgl. Fahrbahnoberkante bei 59 mNN, die Aufstandsfläche möglicher Fundamente um 58 mNN und die Sohlenunterkante von Kellergeschossen, Auflagerniveaus von Kanälen um 56,5 mNN zu entnehmen.

Als Bezugsniveau zum Höheneinmaß der Bohr- und Rammansatzpunkte wurde die Oberkante eines Kanalschachtes in der Neuen Straße, also im weiteren Süden, mit der absoluten Höhe von 58,71 mNN, siehe Lageplan, gewählt.

Im ingenieurgeologischen Labor erfolgte durch den Baugrundsachverständigen eine sensorische (Fingerprobe) bodenmechanische Beurteilung der aus den Rammkernsonden entnommenen Bodenproben und eine Abschätzung der charakteristischen Bodenkenngrößen zur Durchführung erdstatischer Berechnungen.

Gleichzeitig wurden die entnommenen Bodenproben entsprechend der sensorisch abgeschätzten Korngrößenverteilungen bezüglich deren Durchlässigkeitsbeiwerte k_f im Hinblick auf hydraulische Fragestellungen (z.B. bauzeitliche Wasserhaltungsmaßnahmen, Versickerungsfähigkeit für anfallende Niederschlagswässer, etc.) sowie auch bezüglich organoleptischer, sprich optischer und geruchlicher Auffälligkeiten hinsichtlich möglicher Belastungen mit umweltrelevanten Schadstoffen bewertet.

3. Boden- und Grundwasserverhältnisse

3.1 Schichtenfolge, Bodenmechanische Eigenschaften

Das Gelände ist mit einem umgelagerten Ober- / Mutterböden aus humusführenden, nichtbindigen Sanden in Stärken um etwa 0,25 / 0,4 m bedeckt. Die dunklen Böden sind auf Grund ihrer zersetzungsgefährdeten Humusanteile unter Gründungselementen, Fahrbahnen, Gehwegen und allgemein befestigten Flächen wie Terrassen, Zufahrten, u. ä. großflächig abzutragen (Abtragsplanum).

Unterhalb der Oberböden / Mutterböden schließen sich durchweg nichtbindige, meist feinkornarme Sande in Form feinsandiger Mittelsande mit variierenden Grobsandanteilen, manchmal auch mit anteilig Kiesen an. Feinere Sande kommen kaum vor. Die Sande sind mindestens mitteldicht, partiell, siehe DPL 3, DPL 1 ab 2,5 m u. GOK, DPL 5 ab 1,5 m u. GOK, auch dichter gelagert.

3.2 Grundwasser / Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes / Versickerung

Während der Aufschlussarbeiten im Juni 2022 wurde Wasser mittels Lichtlot in nahezu allen tieferen Bohrlöchern (Ausnahme RKS 9 und Versickerungsbohrungen) erfasst. Nach örtlicher Korrektur, infolge morphologisch bedingter Abweichungen, lagen die Abstiche zwischen 2,5 und 3,8 m u. GOK. Dies entspricht dann einem Wasserspiegel zwischen 55,2 / 55,25 mNN im Norden und etwa 55 mNN im Süden. Es liegt also nur ein ganz schwacher Abstrom nach Süden / Südosten vor. So finden sich auch in unmittelbarer Nähe auch keine Vorfluter oder ähnliches. Entwässerungsgräben gibt es erst in größerer Distanz wieder im Osten, Südosten und Süden mit der gleichsam in dieser Richtung abfallenden Morphologie.

Als Porengrundwasserleiter fungieren die nichtbindigen, feinkornarmen und damit sehr günstig wasserwegsam Sande mit geschätzten Wasserdurchlässigkeiten um $k_f \sim 10^{-4}$ m/s. In den Sickerversuchen der RKS V 1 bis RKS V 4 wurden für die feinsandigen Mittelsande recht einheitliche und durchweg höhere Beiwerte um $4 - 6 \times 10^{-4}$ m/s ermittelt. Damit sind die Sande gut bis hoch wasserdurchlässig und infolgedessen auch immer kapillarbrechend.

Wir unterstellen, dass das Planfeld weder durch angrenzende Vorfluter noch durch künstliche Grundwasserentnahmen beeinflusst wird, also auch außerhalb relevan-

ter Wasserschutzgebietszonen liegt und so nur gängigen, primär klimatisch bedingten Grundwasserstandsschwankungen von minimal 1 / 1,5 m unterliegt. Bei derzeit erniedrigten Spiegellagen muss demnach mit Hochgrundwasserständen gerechnet werden, die noch etwa 0,8 / 1 m oberhalb der derzeitigen Feststellungen liegen können und damit bis an etwa 56 mNN heranreichen.

Bei Geländehöhen zwischen 59,2 und 57,6 mNN, wobei wir eine flächige Anpassung bis an 59 mNN postulieren, beziffern sich die Flurabstände dann bei den anvisierten Hochwasserständen mit rd. 3 m. Damit ist grundsätzlich eine dezentrale Versickerung der Regenwässer über Mulden, Mulden-Rigolen-Systeme, Sickerkästen oder auch über Rigolen bis 2 / 2,5 m Tiefe möglich.

Bei einer wahlweisen Unterkellerung wären die max. Grundwasserstände genauer zu recherchieren und zusätzlich mit einem Sicherheitszuschlag von Λ 0,3 bis 0,5 m zu versehen. Sollte dies der Fall sein, bitten wir den Auftraggeber um entsprechende Recherchen bei den Träger öffentlicher Belange und um zur Verfügungstellung der Daten, um hieraus weitere Empfehlungen ableiten zu können. Sollten entsprechende Daten nicht zur Verfügung stehen, würden wir die Bemessungsgrundwasserstände mit mindestens 0,5 m über den geschätzten Hochwasserständen und damit um 56,5 mNN ansetzen.

3.3 Bodengruppen, Bodenklassen, Verdichtbarkeitsklassen, Frostempfindlichkeitsklassen, Charakteristische Bodenkenngrößen

humose Oberböden / Mutterböden

Bodengruppe gem. DIN 18 196: A, [OH], ggf. [SE], [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, örtlich auch mal SU / SW, GW bei Kiesen

Bodenklassen gem. DIN 18 300: 3

Verdichtbarkeitsklasse: V 1

Frostempfindlichkeitsklasse
gem. ZTVE-StB 09: F 1 (nicht frostempfindlich)

Feuchtraumgewicht γ_k	:	18,5 / 19	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 - 60 MN/m² Rechenwert 40 MN/m² bei mind. mitteldichter Lagerung / Rechenwert 60 MN/m² bei dichter Lagerung

4. Bautechnische Empfehlungen

4.1 Verwendung Bodenabtrag

Umgelagerte, humose Oberböden / humose Sande 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.

Die anfallenden, nichtbindige Sande gehören der Verdichtbarkeitsklasse V 1 gem. ZTVA-StB 97 an und sind daher im erdfeuchten Zustand als einbau- und verdichtungswillig einzustufen. Aufgrund ihrer nachgewiesenermaßen hohen Wasserdurchlässigkeit mit k_f -Werten von $\geq 1 \times 10^{-4}$ m/s sind sie auch als kapillarbrechend einzustufen. Nur örtlich mal schwach schluffige Sande oder verockerte Zonen aus ehemaligen Grundwasserschwankungsbereichen werden etwas geringere k_f -Werte aufweisen.

Eine umweltrelevante Bewertung der Abtragsböden ist nicht Gegenstand des Berichtes. Die Böden waren insgesamt organoleptisch, d. h. visuell, sensitiv und geruchlich völlig unauffällig. Zudem wurden in den Oberböden auch keine Bauschuttreste oder ähnliches vorgefunden, die auf massivere Umlagerungen und damit verbunden gewisse Kontaminationen hinweisen. Hiervon ausgenommen sind Einträge durch Düngungen, Pestizide oder Pflanzenschutzmittel.

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 / Umlagerungen
 hier: humose Oberböden

Schicht 2 Quartär
 hier: nichtbindige Sande

Nach der DIN 18300 (Erdarbeiten – Lösen) lassen sich die humosen Verfüllungen / Oberböden / Ackerböden 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 humosen Oberböden und die nachfolgend gewachsenen, nichtbindigen Sande zu differenzieren. Man trennt hier die humosen Gemenge (humose Oberböden), 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.

Bei möglichen Verbauten der Kanaltrassen kommen ggf. Rammarbeiten bei der Niederbringung von Spundwänden, Verbauten oder ähnliches zum Tragen. Die humosen Sande / Oberböden und Sande sind rammmbar (RAMM-A), auch wenn zur Tiefe in den dann dichter gelagerten Sanden mit Widerständen zu rechnen ist.

4.3 Wasserhaltung

Mit Verweis auf das einführende Kapitel werden die Fahrbahnhöhen in etwa auf dem jetzigen Geländeniveau und die Erdgeschoß-Fertig-Fußbodenhöhen der Hochbauten etwa 0,3 m darüber angenommen. Ausgehend von einer Gründung der Untergeschosse über eine bewehrte Gründungsplatte mit Bettung auf einem Flächenfilter werden die Sohlenunterkanten rund 2,5 bis 3 m unter der jeweiligen EFH / OKFF EG liegen. Auf dem Niveau um 56,5 mNN werden auch tiefste Sohlen von Kanälen einer Trennkanalisation angenommen.

Mit Verweis auf das Kapitel 3.2 liegen uns bislang keine Daten zu künstlichen Grundwasserabsenkungen, Einflussbereichen von Wasserschutzgebieten oder vermehrte Einflüsse durch entwässernde Vorfluter vor, so dass wir bislang von rein klimatisch beeinflussten Grundwasserstandsschwankungen ausgehen.

Bei den im Zuge der Baugrunduntersuchung ermittelten Grundwasserständen um 55,25 bis 55 mNN liegen die Sohlen der Untergeschosse und entsprechend tiefe Kanäle damit deutlich oberhalb der im Juni 2022 festgestellten Spiegellagen. Auch bei geschätzten Hochwasserständen bis an 56 mNN, die allerdings planseitig unbedingt nochmals bei den Trägern öffentlicher Belange zu recherchieren sind, liegen anvisierte Koten für Untergeschosse und Kanäle von 56,5 mNN noch ausreichend darüber. Nur bei dem anvisierten und in jedem Fall noch zu prüfenden Bemessungsgrundwasserständen bis an 56,5 mNN (Hochwasserstand von 56 mNN + Sicherheitszuschlag von 0,5 m) könnten die hier angenommenen Sohlen der Untergeschosse an die Maxima heranreichen.

So werden bei den anvisierten Aushubtiefen bis an 56,5 mNN bislang keine aufwendigeren Wasserhaltungsmaßnahmen von Nöten. Zutritte von Regen- oder Oberflächenwässern können zügig in den wasserdurchlässigen Sanden versickern. Bei Sohllagen von Untergeschossen im Niveau des prognostizierten Bemessungsgrundwasserstandes oder darunter, sind selbige gem. der DIN 18 533 druckwasserdicht zu konzipieren. Dies betrifft auch aufgehende Wände oder Konstruktionen. Erst bei Plankoten / Abdichtungsebenen von 0,5 m oberhalb des Bemessungsgrundwasserstandes, sind Auslegungen gegen den Lastfall „Erdfeuchte“

möglich. Ergo können alle nicht unterkellerten Bauteile für den Lastfall „Erdfeuchte“ gem. DIN 18 533 ausgelegt werden und auch der ungebundene Fahrbahnoberbau der Straßen benötigt weder eine bauzeitliche noch nachbauzeitliche Entwässerung mittels z. B. Drainagen. Auch hier werden die Regenwässer zügig im sandigen Planum versickern.

Die Sohlen nicht unterkellerten Bauwerke sind so auf einem nichtbindigen, tragfähigen Bodenersatzmaterial mit abschließend kapillarbrechender Schüttung oder bei Verwendung der anstehend gut wasserdurchlässigen Sande direkt hierüber zu betten. Die Schüttungen, die ausgehend davon, dass die künftigen EFHs / OKFF EGs hinreichend (wir empfehlen 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 ggf. notwendigen Eingriffen in den Grundwasserspiegel infolge merklich tiefer, also deutlich unterhalb von 56 mNN, aktuell sogar unterhalb von 55 mNN, reichender Baukörper, ist in den fließfähigen, gröberen Sanden zur Trockenlegung von Baugrubensohlen / tiefen Kanalgrubensohlen eine Grundwasserabsenkung im geschlossenen Verfahren erforderlich. Bei den feinkornarmen, gröberen Sanden sind vakuumbeaufschlagte Tiefbrunnen, ggf. auch Schwerkraftbrunnen eine Wahl. Ob in den groben Sanden mit hohen Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte bis an 1×10^{-3} m/s auch herkömmliche, vakuumbeaufschlagte Lanzen / Kleinfiler verwendet werden können, soll ein versierter und im Umfeld erfahrener Wasserhaltungsbauer beurteilen.

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

4.4.1 nicht unterkellerte Bauwerke

Bei künftigen Planhöhen der EFHs / OKFF EGs um etwa 0,2 / 0,3 m über den anvisierten Plankoten der Straße von 59 mNN liegen die in frostsicherer Tiefe angenommenen Aufstandsflächen massiver Schürzen / Fundamente 0,8 m unter Gelände und dann um 58,2 mNN. In den Schnitten sind vereinfacht noch tiefere Niveaus bis an 58 mNN vermerkt, die bei Geländehöhen um 59 mNN dann sogar einer Einbindetiefe von 1 m entsprechen. Allerdings ist eine frostsichere Einbindetiefe von 0,8 m in jedem Fall als ausreichend zu erachten.

Nach Abtrag des humosen Oberbodens in Stärken um etwa 0,25 / 0,4 m liegen die Aufstandsflächen der Fundamente in den höheren Geländeteilen weiterhin im nachfolgenden, nichtbindigen Sand und in den abfallenden Topographien zunehmend oberhalb des Abtragplanums.

Der gewachsene, nichtbindige Sand weist bei einer mitteldichten Lagerung, örtlich aufgelockerte Sande wären dann entsprechend nachzuverdichten, eine günstige Tragfähigkeit und Wasserwegsamkeit auf, so dass die Fundamente hier direkt abgesetzt werden können. Liegen örtlich tiefer reichende Verfüllungen oder humose Gemenge vor, sind diese flächig aufzunehmen und durch das unten beschriebene Bodenersatzmaterial auszutauschen.

Bei einem Verlauf der Abtragsplanen unterhalb der Fundamentaufstandsflächen bzw. auch unterhalb der anvisierten Sohlenunterkanten von Bodenplatten sind die entstandenen Höhendifferenzen zwischen den Abtragsplanen und den späteren Gründungsebenen / Sohlenunterkanten, bei einer Gründung der Bauwerke über eine biegesteife Sohle in Verbindung mit massiven Schürzen oder über Fundamente, durch einen lastabtragenden / lastverteilenden, im Basisbereich bei Bedarf drainierenden und zur Sohle hin bei Erfordernis kapillarbrechenden Sohlenunterbau / Bodenauftrag zu überbrücken.

Bei 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 weiterhin mitteldicht gelagerte, örtlich hierfür nachzuverdichtende, und dann günstig tragfähige und insbesondere auch wasser-durchlässige 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 (mindestens 0,25 m). Werden die anfallenden, feinkornarmen, kapillarbrechenden Mittelsande als Bodenauftrag genutzt, kann auf eine ergänzende kapillarbrechende Schüttung verzichtet werden.

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.

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 eines sandigen Sohlenunterbaus Verformungsmoduln E_{v2} von mind. 45 - 60 MN/m² 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 (hier nur Sande) angesetzt, ergibt sich bei einer wahrscheinlichen, charakteristischen Sohldruckbeanspruchung von $\sigma = 125 - 150 \text{ kN/m}^2$, resultierend aus Linienlasten um $70 - 90 \text{ kN/m}$, die sich an der Unterkante der biegesteifen Gründungsplatte mit Einflussbreiten von etwa $b = 0,8 / 0,9 \text{ m}$ über einer gedachten Länge $l = 10 \text{ m}$ darstellen, der Ansatz eines charakteristischen statischen Bettungsmoduls von $k_{sk} \sim 30 \text{ MN/m}^3$.

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

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, so nachfolgend wasserdurchlässige Sande und ausreichend tiefe Grundwasserstände vorliegen.

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 den Anlage 2.1 und 2.2 liegt die bei voraussichtlich bei etwa 2,8 m unter EFH / OKFF bzw. bei 2,5 m unter Gelände und damit um 56,5 mNN angenommene Gründungsebene für die unterkellerten Wohngebäude bzw. Wohngebäudeabschnitte durchweg in einem nichtbindigen Sand von mitteldichter bis hoch mitteldichter Lagerung.

Diese angetroffenen Böden weisen bei der festgestellten Lagerungsdichte, resp. Konsistenz, bei den angenommenen Bauwerkslasten grundsätzlich eine ausreichende und zwar günstige Tragfähigkeit auf und lassen eine direkte Gründung auf dem Sand zu.

Bei Sohllagen von Untergeschossen im Niveau des prognostizierten Bemessungsgrundwasserstandes oder darunter, sind selbige gem. der DIN 18 533 druckwasserdicht zu konzipieren. Dies betrifft auch aufgehende Wände oder Konstruktionen. Erst bei Plankoten / Abdichtungsebenen von 0,5 m oberhalb des Bemessungsgrundwasserstandes, sind Auslegungen gegen den Lastfall „Erdfeuchte“ möglich.

Bei der statischen Bemessung der Gründungsplatten kann bei einer einheitlichen Gründung im nichtbindigen Sand nach dem Bettungsmodulverfahren ebenfalls ein Bettungsmodul von $k_{s,k} = 30 \text{ MN/m}^3$ in Ansatz gebracht werden.

4.5 Kanalbauwerke

Entsprechend den Schichtenprofilen auf der Anlage 2 werden die Sohlen der geplanten Kanäle (Schmutzwasser / Regenwasser) in Tiefen zwischen ca. 2 und 2,5 m u. GOK, sprich um gleich 56,5 mNN, innerhalb günstig tragfähiger, weil nichtbindiger, gewachsener Sande von mitteldichter Lagerung liegen.

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.

Hinsichtlich notwendiger Wasserhaltungsmaßnahmen bei deutlich tieferen Kanalgrabenverläufen verweisen wir auf das Kapitel 4.3. Bei Plankoten um 56 mNN und darüber versickernd zutretende Regenwässer im Sand und bedürfen daher keiner aufwendigeren Wasserhaltungsmaßnahmen.

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

Bei Anschnitt feuchterer Sande im Grundwasserschwankungsbereich 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 dem entwässerten oder feuchteren Sanden so zu verdichten, dass ein dynamischer Lasteintrag in ggf. stärker feuchte Sande ausgeschlossen werden kann.

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 Belastungsklasse Bk0,3 (ist planseitig zu prüfen) 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 $E_{v2} \geq 120 \text{ MPa}$ 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 Sanden der Frostempfindlichkeitsklasse F 1 gem. ZTVE-StB 09 (nicht frostempfindlich). Liegt ein solch frostsicherer Sand vor, 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 Nachverdichtung eines max. erdfeuchten und 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 Verformungsmoduls E_{v2} **von mind. 120 MN/m²** reicht es aus, auf einem dichter

gelagerten Sand mit einem E_{v2} -Wert von 60 MN/m^2 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/m^2 in einer Stärke von etwa 40 cm aufzubringen. Liegt das Abtragsplanum nach Aufnahme des Oberbodens unter dem eigentlichen Planum, so ist in diesen Abschnitten eine Geländeanhebung mit den anfallenden nichtbindigen Sanden von Nöten. In diesem Fall ist dann die Anhebung / Verdichtung analog den Empfehlungen bei den nicht unterkellerten Bauwerken zu bestreiten.

Bei den geschätzten Hochgrundwasserständen liegt das um 58,5 mNN angenommene, übliche Planum / die Basis des Sohlenunterbaus, unter der Prämisse, dass die Fahrbahnkoten im Verlauf dann einer Höhe von etwa 59 mNN entsprechen, in allen Abschnitten völlig ausreichend über dem Wasserspiegel. Solange die Erdarbeiten bei trockenen Witterungsbedingungen und im erdfeuchten Zustand des Sandes ausgeführt werden, brauchen keine ergänzenden Stabilisierungsmaßnahmen oder Vorsichtsmaßnahmen, sofern fachgerecht abgezogen, eingebaut und verdichtet wird, getroffen werden.

Neben den körnigen Schotter / Kiesen der Körnung 0/45 bis 5/45 des ungebundenen Fahrbahnoberbaus wird zum Aufbau / Überbrückung der Höhendifferenz zwischen dem Abtragsplanum und der Basis des frostsicheren Fahrbahnoberbaus – 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. Dies wird von den anfallenden, humusfreien Sanden erfüllt.

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.

Wegen der ausreichend tiefen Grundwasserstände muss der Fahrbahnoberbau, unter der Prämisse, dass die künftigen Planungshöhen den Annahmen des Unterzeichners entsprechen, keine nachbauzeitliche Entwässerung / Drainierung erfahren.

4.7 Sicherung der Baugruben, Verfüllung der Arbeitsräume

In den anstehenden Mutterböden und den Sanden können die Wände künftiger Baugruben oder Kanalgräben mit Aushubtiefen $\geq 1,25 \text{ m}$, eine entsprechende Trockenlegung der Sande bei sehr tiefen Aushubniveaus durch eine ggf. notwendige Grundwasserabsenkung vorausgesetzt, in Anlehnung an die DIN 4124 bis max. 45° abgebösch werden.

Kann aufgrund eingeschränkter Platzverhältnisse oder angrenzender Stapel- oder Verkehrslasten die Abböschung nicht realisiert werden, sind die Gruben unterkellerte 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 oder im Anschluss an Untergeschosse, die nur gegen Erdfeuchtigkeit abgedichtet werden, darf der Feinkornanteil 5 Gew.-% nicht überschreiten. Dies wird von den anfallenden, humusfreien, gewachsenen, nichtbindigen bis feinkornarmen Mittelsanden erfüllt.

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 Lockergesteinsmaterialien (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. Auch hierzu sind die anfallenden, humusfreien Sande gut geeignet.

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.

6. Weitere Hinweise

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

Mehrfach wurde auf die Notwendigkeit entsprechender Recherchen der Planer auf zu erwartende Hochgrundwasserstände bei den Trägere öffentlicher Belange verwiesen. Wir gehen bislang von Hochwasserständen um 56 mNN, also von 0,8 / 1 m über den derzeitigen Messdaten vom Juni 2022 und einem Bemessungsgrundwasserstand von 56,5 mNN aus. Sowohl bei tieferen, wie auch bei höheren Maxima ergeben sich bei den bautechnischen Empfehlungen entsprechende Änderungen, die dann noch zu ergänzen / zu verifizieren wären.

Da der Untergrund nur mit einem sehr groben Aufschlußraster untersucht wurde, können entsprechend der geologischen Ablagerungsgeschichte von den bisherigen Erkenntnissen etwas abweichende Untergrundverhältnisse nicht völlig ausge-

geschlossen werden. So empfehlen sich im Rahmen der Planung von Hochbauten präzisierende Baugrunduntersuchungen.

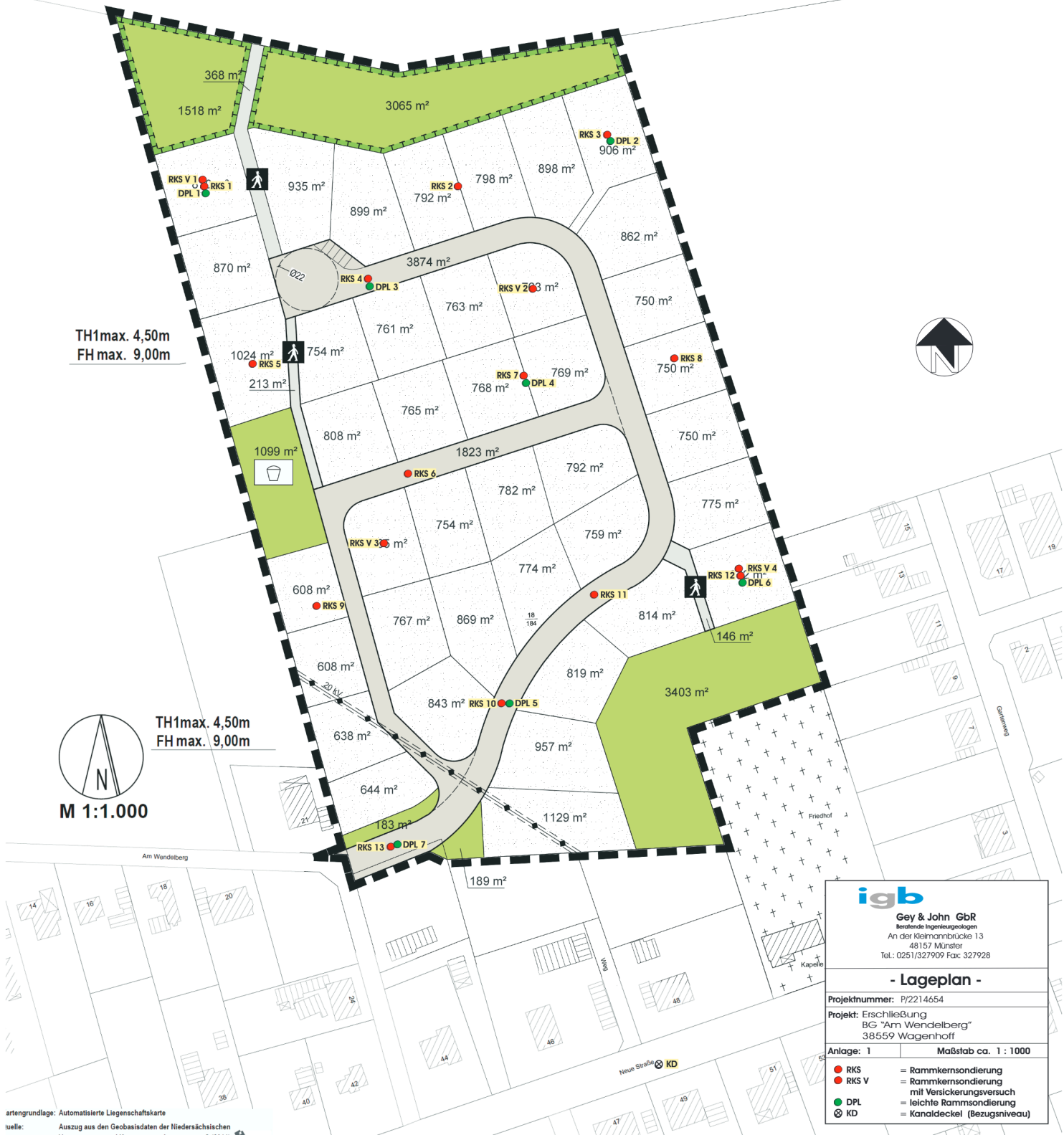
Sollten sich bei der weiteren Planung noch Fragen ergeben, die in dem Bodengutachten nicht oder nur abweichend behandelt wurden, wird der Unterzeichner um Mitteilung gebeten.

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

TH1max. 4,50m
FHmax. 9,00m

TH1max. 4,50m
FHmax. 9,00m



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

- Lageplan -

Projektnummer: P/2214654
Projekt: Erschließung
BG "Am Wendelberg"
38559 Wagenhoff

Anlage: 1 Maßstab ca. 1 : 1000

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

artengrundlage: Automatisierte Liegenschaftskarte
uelle: Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen

Versickerungsversuche im Gelände zur Ermittlung des k_f -Wertes

Anlage: 3

Projekt: **Erschließung Baugebiet "Am Wendelberg" in Wagenhoff**
Versickerungsfähigkeit des Untergrundes

Projektnummer: p/2214654

Datum: 29.06.2022

Name der Bohrung	Nr. des Versuches	Brunnenradius r [mm]	Wasserstandshöhe h [m]	Zeit t [min]	Wassermenge [l]	Wasserzugabe Q [m ³ /s]	k_f -Wert [m/s]
RKS V 1 0,8 - 1,3 m u. GOK	1	25	0,50	0,42	1,000	3,97E-05	5,77E-04
	2	25	0,50	0,47	1,000	3,55E-05	5,16E-04
	3	25	0,50	0,50	1,000	3,33E-05	4,85E-04
RKS V 2 0,8 - 1,3 m u. GOK	1	25	0,50	0,17	0,500	4,90E-05	7,13E-04
	2	25	0,50	0,22	0,500	3,79E-05	5,51E-04
	3	25	0,50	0,25	0,500	3,33E-05	4,85E-04
RKS V 3 0,5 - 1 m u. GOK	1	25	0,50	0,33	1,000	5,05E-05	7,35E-04
	2	25	0,50	0,37	1,000	4,50E-05	6,55E-04
	3	25	0,50	0,42	1,000	3,97E-05	5,77E-04
RKS V 4 0,4 - 0,9 m u. GOK	1	25	0,50	0,17	0,500	4,90E-05	7,13E-04
	2	25	0,50	0,20	0,500	4,17E-05	6,06E-04
	3	25	0,50	0,22	0,500	3,79E-05	5,51E-04