Gey & John GbR

Ingenieurgeologen für
Baugrunderkundung und -bewertung
Baustellenbetreuung
Hydrogeologische und
Umwelttechnische Untersuchungen

BAUGRUNDGUTACHTEN

Projektnummer: **p / 159255**

Projekt: Erschließung Baugebiet
BGR 29 „Heidener Straße“
in 48734 Reken (Ortsteil Groß-Reken)

Auftraggeber/
Bauherr: Gemeinde Reken
Bauamt / Tiefbau
Kirchstraße 14
48734 Reken

Bearbeiter: Dipl.-Geol. A. Gey (Kapitel Versickerung) /
Dipl.- Geol. I. John

Münster, den 18. November 2015

Anlagen:

Nr. 1 Lageplan mit eingetragenen Bodenaufschlusspunkten, Maßstab ca. 1 : 1.000

Nr. 2 Ergebnisse von Kleinbohrungen / Rammsondierungen in Schichtenprofilen gem. DIN 4023 und Rammdiagrammen gem. DIN EN ISO 22476/2, Maßstab d. H. 1 : 50 (Anlagen 2.1 bis 2.4)

Nr. 3 Ergebnisse der Versickerungsversuche im Gelände

Inhaltsverzeichnis

1.	**Vorbemerkungen**	3
2.	**Baugrunduntersuchung**	5
2.1	Gelände- und Laborarbeiten	5
2.2	Untergrundverhältnisse	8
2.2.1	Baugrundschichtung / Bodenmechanische Eigenschaften	8
2.2.2	Grundwasser, hydraulische Kennwerte	10
2.3	Charakteristische Bodenkenngrößen, Bodengruppen, Frostempfindlichkeitsklassen	12
3.	**Bautechnische Folgerungen**	13
3.1	Bodenklassen gem. DIN 18 300	13
3.2	Verwendungsmöglichkeit von Aushubmaterial unter bodenmechanischen / bodenphysikalischen Gesichtspunkten	14
3.3	Kanalbau (Tragfähigkeit, Rohrauflager, Wasserhaltung, Kanalgrabensicherung, Kanalgrabenverfüllung)	16
3.4	Straßenbau (Frostsicherheit, Tragfähigkeit, Bodenersatz bzw. Bodenauftrag im Straßenunterbau)	18
3.5	Hochbau (Tragfähigkeit, Gründungsempfehlung, Wasserhaltung, Schutz der Gebäude vor Vernässungsschäden, Baugrubensicherung, Arbeitsraumverfüllung)	21
3.6	Versickerungsmöglichkeit von Niederschlagswasser	25
4.	**Zusammenfassung, weitere Hinweise, Schlusswort**	26

1. Vorbemerkungen

Im Rahmen der Ausweisung weiterer Wohnbauflächen beabsichtigt die **Gemeinde Reken (Bauamt / Tiefbau)**, Kirchstraße 14, 48734 Reken, die Erschließung des Neubaugebietes BGR 29 „Heidener Straße“ zur Bebauung mit Einfamilienwohnhäusern.

Als Grundlage für die durchzuführenden Planungen der bautechnischen Umsetzung wurde das **Ingenieurgeologische Büro (igb) Gey & John GbR**, An der Kleimannbrücke 13, 48157 Münster, seitens der Gemeinde Reken beauftragt, den Baugrund hinsichtlich der bodenmechanischen Eigenschaften sowie der hydrogeologischen Verhältnisse zu erkunden und die Ergebnisse in einem ingenieurgeologischen Baugrundgutachten mit Empfehlungen zu den Erd- und Gründungsarbeiten für die Gewerke Kanalbau, Straßenbau und Hochbau darzulegen.

Neben den technischen Aussagen zur Verlegung der Entwässerungskanäle, zum Bau der Erschließungsstraßen / Erschließungswege und allgemeinen Hinweisen zur Gründung der Hochbauten galt es auch Aussagen zur Wiedereinbaumöglichkeit sowie zur externen Verwertungsmöglichkeit der anfallenden Abtrags- und Aushubböden zu treffen.

Dieses Baugrundgutachten berücksichtigt bezüglich der Verwertungsmöglichkeiten in erster Linie nur die bodenmechanischen Aspekte. Die Bewertung der im Zuge der Abtrags- und Aushubarbeiten erwarteten Bodengemenge unter umweltrelevanten Gesichtspunkten erfolgt zunächst ausschließlich auf Grundlage der organoleptischen, sprich der optischen und geruchlichen Auffälligkeiten der im Rahmen der Baugrunduntersuchung entnommenen Bodenproben. Bei Bedarf können an den zunächst rückgestellten Bodenproben nach vorheriger Abstimmung mit der zuständigen Umweltbehörde noch weiterführende chemische Laboranalysen hinsichtlich ggf. im Untergrund vorhandener umweltrelevanter Schadstoffe erfolgen. Diesbezüglich werden die im Gelände entnommenen noch bis 3 Monate nach Abgabedatum des Baugrundgutachtens in den Räumen der igb GbR zurückgestellt und erst dann einer geregelten Verwertung / Entsorgung zugeführt.

Ferner beinhalten die beauftragten Leistungen eine Untersuchung der Wasserdurchlässigkeit des anstehenden Baugrundes im Hinblick auf eine ggf. mögliche Versickerung der auf den versiegelten Flächen / Gebäudedächern anfallenden Niederschlagswässer oder auf eine – bei fehlender Versickerungsmöglichkeit – u.U. erforderliche Regenrückhaltung.

Das potentielle Erschließungsgebiet bzw. der Planraum liegt im Nordwesten des Ortsteils Groß-Reken im nördlichen Anschluss zur Heidener Straße (Kreisstraße K 11).

Die Ausmaße des Planraums sind dem Lageplan auf der Anlage 1 zu entnehmen.

Das knapp 30.000 m^2 große Areal stellt gegenwärtig weitestgehend landwirtschaftliche Nutzflächen (zum Zeitpunkt der Untersuchung ehemaliger Kartoffelacker) dar. Parallel der nordöstlichen Grenze verläuft ein mit Gras bewachsener Feldweg / Bauernweg, welcher im Nordwesten das Erschließungsgebiet von Westen nach Osten quert.

Die aktuelle Geländeoberkante verläuft im Planraum allein entsprechend des Höhennivellements der Ansatzpunkte der Bodenaufschlüsse der Baugrunduntersuchung zwischen knapp über 103 m ü. NN im Südwesten und einigen Dezimetern über 107 m ü. NN im Nordosten bis Nordwesten. Es liegt somit tendenziell ein leichtes Gefälle in südwestliche Richtungen vor.

Die Fahrbahnoberkante der Heidener Straße verläuft auf Höhe des ausgewiesenen Baugebietes zwischen rd. 103.7/103.8 m ü. NN im Osten und knapp unter 103 m ü. NN im Westen.

Das Baugebiet wird verkehrstechnisch im Westen des Areals über eine nord-süd-orientierte Haupterschließungsstraße (Länge rd. 180 m) an die Heidener Straße angebunden. Im Einmündungsbereich in die Heidener Straße wird ein wahrscheinlich ein Kreisverkehr entstehen. Von der Haupterschließungsstraße werden schmalere Stichstraßen nach Osten abzweigen. Im Südosten ist eine Anbindung an die Heidener Straße über einen Fuß- bzw. Radweg angedacht.

Die Anlage öffentlicher Mulden/Gräben und/oder Rückhaltebecken zur Aufnahme anfallender Niederschlagswässer ist nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand im Bereich des Baugebietes nicht vorgesehen.

Hinsichtlich der anvisierten Höhenentwicklung der künftigen Wohnbaugrundstücke und auch der Erschließungsstraßen liegen dem Unterzeichner noch keine konkreten Angaben vor.

Es wird zunächst in etwa von einer Beibehaltung der aktuellen Geländemorphologie mit geringfügigen Geländeausgleichsmaßnahmen im Bereich der einzelnen Baugrundstücke ausgegangen.

Der Tiefenverlauf neuer Entwässerungskanäle wird in Abhängigkeit von der Anbindung an die bestehenden Kanal- bzw. Vorflutsysteme in der Heidener Straße sowie der künftigen Höhenentwicklung des Planraums zunächst in Größenordnungen zwischen rd. 1 und 3 m unter aktueller Geländeoberkante angenommen.

Ausgehend davon, dass das Neubaugebiet eine Trennwasserkanalisation erhält, wird unterstellt, dass die Regenwasserkanäle mit Betonrohren, die Schmutzwasserkanäle mit Steinzeugrohren oder mit duktilen Gussrohren realisiert werden.

Die Erschließungsstraßen dürften teilweise der Belastungsklasse Bk1,0 bis Bk1,8 (Haupterschließungsstraße), teilweise der Belastungsklasse Bk0,3 bis Bk 1,0 (weitere Wohnstraßen) der RStO 12 zugeordnet werden. Hierbei wird zunächst von rd. 50 bis 60 cm starken Oberbauten aus Verbundsteinpflaster- oder Schwarzdeckenversiegelung mit unterlagernder Splitt-Bettung (nur bei Pflasterversiegelung), Schottertragschicht und ggf. zusätzlicher Frostschutzschicht ausgegangen.

Ggf. angelegte Fußwege / Radwege dürften in Anlehnung an die RStO 12 einen rd. 30 cm starken Oberbau aus Pflastersteinen und / oder Schwarzdecke, einer Splitt-Bettung (nur bei Pflasterversiegelung) und einer Schottertragschicht erhalten.

Auf Höhe des Planums (Basis frostsicherer Fahrbahnoberbau) wird bei Durchführung statischer Lastplattendruckversuche gemäß der üblichen Regelwerke ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45$ MN/m^2 vorausgesetzt. Sollte der Untergrund bzw. Unterbau nicht diese Tragfähigkeitseigenschaften aufweisen, ist statt einer Bodenverbesserung mit Kalk-Zement-Bindemitteln eine Verbesserung der Tragfähigkeitseigenschaften mittels des zusätzlichen Einbaus von grobkörnigem Stabilisierungsmaterial wahrscheinlich.

Hinsichtlich der künftigen Hochbauten wird von einer max. 2-geschossigen Bauweise mit Kellergeschoss, Teilkeller oder dem Verzicht auf eine Unterkellerung ausgegangen. Die Kellergeschosse dürften dabei in Größenordnungen zwischen rd. 2 und 3 m unter die aktuelle / künftige Geländeoberkante in das Erdreich einbinden.

Ausgehend von einer groben Beibehaltung der aktuellen Geländemorphologie wird das für die weiteren Ausführungen des Erschließungsgutachtens relevante Gründungsniveau der geplanten Wohnhäuser mit rd. 1 m (nichtunterkellerte Gebäude) und mit rd. 3 m (unterkellerte Gebäude) unterhalb der Ansatzpunkte der Bodenaufschlüsse der Baugrunduntersuchung angenommen.

2. Baugrunduntersuchung

2.1 Gelände- und Laborarbeiten

Zur Erfassung der bodenmechanischen, der geologischen und der hydrologischen Untergrundverhältnisse sowie zur Entnahme von Boden- und Materialproben für weiterführende gutachterliche Bewertungen der Bodengemenge im Erdbaulabor und auch zur Durchführung ggf. ergänzender laboranalytischer Untersuchungen wurden am 28.10.2015 im Bereich des ausgewiesenen Baugebietes flächendeckend insgesamt 8 Kleinbohrungen (RKS 1 bis RKS 8) im Rammkern-

sondierverfahren (gewählter Schlitzdurchmesser 50 bis 36 mm) abgeteuft.

Im Rahmen der Baugrunduntersuchung dienen die Rammkernsondierbohrungen primär zur Ermittlung der Material- und Korngrößenzusammensetzung der mit den Erdarbeiten tangierten Baugrundabschnitte sowie zur Ermittlung des Grundwasserstandes bzw. der Bodenfeuchte.

Zur präzisierenden Bewertung der Lagerungsdichte (rollige bzw. korngestützte Böden) bzw. Konsistenz (bindige bzw. plastische Böden) der erdbau- und gründungsrelevanten Tiefenabschnitte wurden die direkten Aufschlüsse durch insgesamt 4 Rammsondierungen (DPL 1 bis DPL 4) mit der leichten Rammsonde (DPL gem. DIN EN ISO 22476/2) ergänzt.

Die Endteufen der Kleinrammbohrungen liegen einheitlich bei 5 m, die der Rammsondierungen zwischen 3 und 5 m unter aktueller Geländeoberkante. Die von vorherein einheitlich mit 5 m anvisierte Bohr- bzw. Rammtiefe konnte mit den Rammsondierungen DPL 3 und DPL 4 infolge eines zu hohen Rammwiderstandes nicht realisiert werden.

Dennoch reichen die vorliegenden Aufschlusstiefen bei den angetroffenen Untergrundverhältnissen für eine fachgerechte Bewertung des Untergrundes entsprechend der geltenden Regelwerke des Erd- und Grundbaus im Hinblick auf die angestrebten Baumaßnahmen aus.

Die Lage der Kleinbohrungen und Rammsondierungen ist dem Lageplan auf der Anlage 1 des Gutachtens zu entnehmen.

Als Bezugsniveau für das höhenmäßige Nivellement der Bohr- und Rammansatzpunkte wurde der im Lageplan auf der Heidener Straße eingetragene Kanaldeckel der Schachtes G3197/9R der öffentlichen Regenwasserkanalisation mit der absoluten Höhe von 103.05 m ü. NN gewählt. Diese Höhenangabe entstammt einer Auskunft des Tiefbauamtes der Gemeinde Reken und ist im Zuge der weiteren Planungen noch durch einen öffentlich bestellten Vermessungsingenieur zu überprüfen bzw. zu bestätigen.

Im Hinblick auf die orientierende Bewertung der Versickerungsmöglichkeit für das auf den künftig versiegelten Flächen anfallende Niederschlagswasser wurden im Gelände zusätzlich zu den Kleinrammbohrungen und den ergänzenden bodenphysikalischen Laboruntersuchungen auch 2 Versickerungsversuche nach dem Earth-Manual-Verfahren durchgeführt.

Diesbezüglich wurden ebenfalls am 28.10.2015 noch 2 „Flachbohrungen“ (RKS V 1 und RKS V 2) zunächst auf 1,0 m (RKS V 2) bzw. auf 2,1 m (RKS V 1) Tiefe geführt und jeweils zu einem temporären Schluckbrunnen zur Durchführung örtlicher Versickerungsversuche nach dem Earth-Manual-Verfahren ausgebaut.

Die Lage der Schluckbrunnen / Ver-sickerungsversuche ist ebenfalls dem Lageplan der Anlage 1 zu entnehmen.

Im Rahmen des angewandten Earth-Manual-Verfahrens wird die Bohrlochwandung zunächst mittels eines Filterrohrs gestützt. Nach erfolgter Sättigung des Untergrundes wird im „Versickerungsbrunnen“ eine Wassersäule gebildet und deren Wasserspiegel durch Zugabe von Wasser auf einem konstanten Niveau gehalten. Bei diesem Verfahren werden die Tiefe der Versuchsdurchführung und die Höhe der Wassersäule den hydrogeologischen Verhältnissen angepasst. Die Versickerung erfolgt dann analog einer Versickerungsanlage sowohl über die Basis als auch über die seitliche Fläche der aufgebauten Wassersäule. Die Ergebnisse der Versickerungsversuche und das dabei berücksichtigte Tiefenniveau des Baugrundes sind auf der Anlage 3 dargelegt.

Nach Abschluss der Versickerungsversuche wurden die Schluckbrunnen rückgebaut und die entsprechende Bohrung bis auf jeweils 3 m Tiefe verlängert.

Die im Gelände entnommenen Bodenproben wurden im Erdbaulabor der igb durch den Baugrundsachverständigen zunächst einer optischen und sensorischen (Fingerprobe) bodenmechanischen Beurteilung unterzogen.

Auf Grundlage der sensorischen bodenmechanischen Beurteilung der Bodenproben, der Rammdiagramme der niedergebrachten Rammsondierungen sowie auch auf Grundlage vorliegender Erfahrungswerte wurden anschließend die für erd- und grundbautechnische Belange maßgebenden charakteristischen Bodenkenngrößen der einzelnen Baugrundschichten zur Durchführung erdstatischer Berechnungen festgelegt.

Unterstützend durch die Ergebnisse der örtlichen Versickerungsversuche wurden den aufgeschlossenen Baugrundabschnitten entsprechend der sensorisch bestimmten Korngrößenzusammensetzung und der Lagerungsdichte gleichzeitig die für hydraulische Fragestellungen relevanten Durchlässigkeitsbeiwerte k_f zugeordnet.

Die Ergebnisse der Rammkernsondierbohrungen (Kleinbohrungen) sowie der Rammsondierungen sind in Schichtenprofilen in Anlehnung an die DIN 4023 sowie in Rammdiagrammen gem. DIN EN ISO 22476/2 auf der Anlage 2 des Gutachtens dargestellt.

Parallel zu der Bewertung der bodenmechanischen sowie der hydraulischen Eigenschaften des Untergrundes wurden die entnommenen Bodenproben auch einer organoleptischen (d.h. optischen und geruchlichen) Bewertung hinsichtlich möglicher Belastungen des Untergrundes mit umweltrelevanten Schadstoffen unterzogen.

Im Hinblick auf ggf. zusätzlich gewünschte chemische Laboranalysen werden die im Rahmen der Baugrunduntersuchung entnommenen Bodenproben noch bis 3 Monate nach Abgabetermin des Baugrundgutachtens rückgestellt und dann, falls seitens des Auftraggebers nicht anders bestimmt, einer geregelten Verwertung / Entsorgung zugeführt.

2.2 Untergrundverhältnisse

2.2.1 Baugrundschichtung / Bodenmechanische Eigenschaften

Gemäß den Ausführungen der relevanten Geologischen Karte von Nordrhein-Westfalen, 1 : 100 000, Blatt C 4306 Recklinghausen, sind im Bereich des Untersuchungsareals als natürlicher oberflächennaher Baugrund (in der Regel werden in den Darstellungen der Geologischen Karte die oberen 2 bis 3 m des Baugrundprofils berücksichtigt) leicht verfestigte Sande der Oberkreide („Halterner Sande“) und einer geringmächtigen quartären Bedeckung in Form von Flugsanden (Dünen), z.T. auch von Fließerden, der Weichsel-Kaltzeit des Pleistozän ausgewiesen. In den Sanden können demnach sehr unregelmäßig verkieselte Sandsteinbänke eingeschaltet sein.

Anthropogene Auffüllungen bzw. Umlagerungsböden werden im Bereich der tangierten Grünflächen (Ackerland) bei einer vornehmlich unterstellten landwirtschaftlichen Nutzung des Areals – wenn überhaupt – nur in den obersten Profilabschnitten als geringmächtiges Produkt untergeordneter Geländeausgleichsmaßnahmen sowie Pflugarbeiten erwartet.

Die in den Schichtenprofilen auf der Anlage 2 dargelegten Aufschlussergebnisse bestätigen die Erläuterungen der Geologischen Karte zum „gewachsenen“ Baugrund. Anthropogene Auffüllungen i.e.S. wurden nicht angetroffen. Festgestellt wird lediglich eine lokale anthropogene Auffüllung/Umlagerung der oberflächennahen Mutterböden durch geringfügige Geländeausgleichsmaßnahmen sowie sehr untergeordnet aufgebrachtem Ziegelbruch.

Bzgl. des „gewachsenen“ Baugrundes ist anzumerken, dass eine eindeutige Abgrenzung oberflächennaher Decksande/Fließerden des Quartär von den Sanden der der Kreidezeit allein auf Grundlage der sensorischen Ansprache der im Gelände entnommenen Bodenproben nur sehr eingeschränkt möglich ist. Vor diesem Hintergrund wird der unter den humosen Oberböden / Mutterböden aufgeschlossene „gewachsene“ Baugrund nachfolgend zu einer Einheit zusammengefasst und nicht zusätzlich in genetisch unterschiedliche Ablagerungen differenziert.

Entsprechend der Schichtenprofile der Anlage 2 ist vereinfacht die nachfolgende Gliederung des Baugrundes möglich.

- **Oberboden / Mutterboden**

In allen Bodenaufschlüssen finden sich zuoberst in einer variierenden Schichtstärke zwischen rd. 0,3 und 0,45 m **humose Oberböden / Mutterböden** aus leicht bindigen (dann „schwach schluffig“) bis mäßig bindigen (dann „schwach schluffig bis schluffig“) Feinsanden mit einem generell deutlich erhöhten Humusanteil und Wurzelresten. Der Oberboden / Mutterboden ist durch die ackerbauliche Nutzung anthropogen umgelagert. Örtlich finden sich Reste aufgebrachten Ziegelbruchs.

Im Sinne der DIN 1054 entspricht der Mutterboden einem organogenen Boden / Lockergestein mit einer infolge des möglichen Humuszersatzes bei Sauerstoffzutritt deutlich eingeschränkten Raumbeständigkeit.

Die Lagerungsdichte dieses obersten Profilabschnitts ist generell locker.

Im Falle einer Überbauung des Untergrundes mit Hochbauten und versiegelten Freiflächen werden die Mutterböden in diesen Abschnitten aufgrund der eingeschränkten Raumbeständigkeit vollständig aufgenommen und bilden dann in der Regel das sogenannte „Abtragsplanum“.

- **Lockergesteine des Pleistozän des Quartär sowie Lockergesteine der Kreidezeit mit lagenweise felsartigen Einschlüssen**

Unterhalb der humosen Oberböden / Mutterböden wurden bis zur jeweiligen Endteufe der Bodenaufschlüsse **wechselnd bindige Sande** der Fein- und Mittelsand-Fraktion mit **sporadischen Schluff-Lagen** sowie **dünnen Verockerungshorizonten** bis hin zur Ausbildung von **Ortsteinlagen** erbohrt.

Bei den Sanden finden sich neben nichtbindigen (dann nur „partiell schwach schluffig“) und leicht bindigen (dann „schwach schluffig“) Abschnitten auch mäßig bindige bis bindige (dann „schwach schluffig bis schluffig“, „schluffig“, z.T. „stark schluffig“), z.T. leicht verlehmte (dann zusätzlich „sehr schwach tonig“) Sandpartien, wobei der Feinkornanteil sowohl vertikal als auch horizontal unregelmäßig variieren kann.

Im Sinne der DIN 1054 entsprechen die Sande im aufgeschlossenen Tiefenabschnitt weitestgehend einem gemischtkörnigen Boden / Lockergestein mit einem teils reduzierten, teils erhöhten Feinkornanteil und einer dementsprechend variierenden Qualität der Kornstützung. Die nur sporadisch enthaltenen Schluff-Lagen repräsentieren im Sinne der DIN 1054 bindige Böden / Lockergesteine mit einem

nur vergleichsweise leichten plastischen Verhalten.

Die Verockerungshorizonte sowie die örtlich erfassten Ortsteinlagen sind bei der globalen Bewertung der bodenmechanischen Eigenschaften des vorliegenden Baugrundes im Sinne der DIN 1054 als eigenständige Einheit zu vernachlässigen. Für sich genommen stellen sie teilweise Übergänge zu einem sehr mürben Fels dar.

Die Lagerungsdichte der wechselnd bindigen Sande ist entsprechend dem Eindringwiederstand der Schlitzsonde der Kleinrammbohrungen sowie den Rammdiagrammen der leichten Rammsondierungen im oberen Profilabschnitt (geschätzt bis zwischen rd. 0,7 und 1,5 m unter aktueller GOK) überwiegend nur als locker, darunter bis zur Endteufe der Bodenaufschlüsse mind. als mitteldicht, vielfach auch als dicht zu beziffern. Die teilweise sehr hohen N_{10}-Werte (Schlagzahlen der leichten Rammsondierungen) sind auf die im Sand eingeschalteten Verockerungshorizonte bzw. Ortsteine zurückzuführen.

Die nur in dem Aufschluss RKS V 1 erfasste Schlufflage wies bei einem erdfeuchten Zustand eine steife Konsistenz auf.

Zu beachten ist, dass mit einem erhöhten Feinkornanteil (dann „schwach schluffig bis schluffig“, z.T. „schluffig“, z.T. „stark schluffig“) behaftete Sandpartien nach Offenlegung bei konzentriertem Wasserzutritt oberflächlich verschlammen können. Wasserempfindliche Schluff-Lagen erfahren dann eine oberflächliche Aufweichung, im Extremfall ebenfalls eine Verschlammung.

Gleichzeitig reagieren die mit einem Feinkornanteil behafteten Sandpartien sowie untergeordnet eingeschalteten Schluff-Lagen bei höheren natürlichen Wassergehalten (dann feucht bis wassergesättigt) hoch strukturempfindlich gegenüber dynamischen Lasteinträgen und können dann infolge temporär aufgebauter Porenwasserüberdrücke mitunter Übergängen in breiige Zustände mit einer deutlichen Verschlechterung der ursprünglichen Tragfähigkeitseigenschaften unterliegen.

Im Falle einer Wassersättigung (gilt im Planraum nur für geringmächtige Schichtwasserkörper) neigen die wechselnd bindigen Sande im Anschnitt teilweise zum Fließen.

2.2.2 Grundwasser, hydraulische Kennwerte

Während der Aufschlussarbeiten am 28.10.2015 wurde bis zur max. Endteufe der Bodenaufschlüsse kein zusammenhängender Porengrundwasserkörper angetroffen und ist in diesem Tiefenabschnitt nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand auch dauerhaft nicht zu erwarten.

Neben dem erst in größerer Tiefe befindlichen zusammenhängenden Grundwasserkörper muss im Planraum aber nach stärkeren Niederschlagsereignissen, im Winterhalbjahr ggf. auch nach Schneeschmelzen, infolge der teilweise reduzierten Wasserdurchlässigkeit des Baugrundes (hier dann in erster Linie die bindigen, z.T. leicht verlehmten Sandpartien sowie untergeordnet eingeschaltete Schluff-Lagen) auch in den aufgeschlossenen Tiefenabschnitten des Baugrundes in unterschiedlicher Tiefe temporär mit einer verstärkten Durchfeuchtung des Baugrundes bis hin zur Ausbildung isolierter Schichtwasserkörper geringer Stärke durch den zeitweisen Aufstau verzögert versickernder Oberflächenwässer gerechnet werden.

Die für hydraulische Betrachtungen (z.B. bauzeitliche Wasserhaltungsmaßnahmen, Versickerung von anfallendem Niederschlagswasser) relevanten Durchlässigkeitsbeiwerte k_f der aufgeschlossenen Mutterböden und des darunter folgenden „gewachsenen“ Baugrundes werden – auch auf Grundlage der vor Ort durchgeführten Versickerungsversuche (s. Anlage 3) sowie unter Beachtung der Lagerungsdichte des Baugrundes – wie folgt abgeschätzt:

- Oberböden / Mutterböden, z.T. anthropogen aufgefüllt bzw. umgelagert — $k_f = 5 \times 10^{-5}$ bis 5×10^{-6} m/s
- weitestgehend nichtbindige Sandpartien (nur partiell „schwach schluffig“) — $k_f = 1 \times 10^{-4}$ bis 5×10^{-5} m/s
- leicht bindige Sandpartien (überwiegend max. „schwach schluffig“) — $k_f = 5 \times 10^{-5}$ bis 1×10^{-5} m/s
- mäßig bis stärker bindige, z.T. sehr schwach verlehmte Sandpartien („schwach schluffig bis schluffig“ bis „stark schluffig“, z.T. „sehr schwach tonig“) Sande — $k_f = 1 \times 10^{-5}$ bis 1×10^{-6} m/s
- untergeordnet erfasste Schluff-Lagen — $k_f = 5 \times 10^{-6}$ bis 5×10^{-7} m/s

Die im Sand eingeschalteten dünnen Verockerungszonen bis hin zu örtlichen Ortsteinlagen weisen in Abhängigkeit von ihrem Strukturgefüge bzw. Festigkeitsgrad recht große Differenzen des Durchlässigkeitsbeiwertes auf. Während stärker zerrüttete Abschnitte ohne relevanten Feinkornanteil durchaus Durchlässigkeitsbeiwerte von $k_f > 1 \times 10^{-4}$ m/s aufweisen können, ist „kompakten“ Ortsteinlagen ein Durchlässigkeitsbeiwert k_f von $< 10^{-8}$ m/s zuzuordnen.

2.3 Charakteristische Bodenkenngrößen, Bodengruppen, Frostempfindlichkeitsklassen

Die charakteristischen Bodenkenngrößen des aufgeschlossenen Baugrundes werden wie folgt angesetzt, die Einstufung in Bodengruppen gemäß DIN 18 196 und in Frostempfindlichkeitsklassen gemäß ZTVE-StB 09 wie folgt vorgenommen:

humose Oberböden / Mutterböden

Bodengruppen gem. DIN 18 196: OH

Frostempfindlichkeitsklasse gem. ZTVE-StB 09: F 2 bis F 3 (gering bis sehr frostempfindlich) aufgrund der Humusführung

Feuchtraumgewicht γ_k	:	17,5 - 18,5	kN/m^3	(Rechenwert 18 kN/m^3)
Wichte unter Auftrieb γ'_k	:	8,5 - 10	kN/m^3	(Rechenwert 9 kN/m^3)
Kohäsion c'_k	:	0 - 3	kN/m^2	(Rechenwert 0 kN/m^2)
Reibungswinkel φ'_k	:	25 - 30	°	(Rechenwert 27,5 °)
Steifemodul $E_{s,k}$	:	-	MN/m^2	(Angabe eines Rechenwertes entfällt aufgrund stark eingeschränkter Raumbeständigkeit durch möglichen Humuszersatz)

wechselnd bindige Sande des Quartär sowie der Oberkreide

Bodengruppen gem. DIN 18 196: SU, SU*, partielle Übergänge zu SE, ST, ggf. auch ST*

Frostempfindlichkeitsklasse gem. ZTVE-StB 09: überwiegend F 2 (gering bis mittel frostempfindlich), teilweise F 1 (nicht frostempfindlich) teilweise F 3 (sehr frostempfindlich)

Feuchtraumgewicht γ_k	:	18 - 19,5	kN/m^3	(Rechenwert 18,5 kN/m^3 bei lockerer / Rechenwert 19 kN/m^3 bei mind. mitteldichter Lagerung)
Wichte unter Auftrieb γ'_k	:	9,5 - 11,5	kN/m^3	(Rechenwert 10,5 kN/m^3)
Kohäsion c'_k	:	0 - 5	kN/m^2	(Rechenwert 0 kN/m^2)
Reibungswinkel φ'_k	:	30 - 33,5	°	(Rechenwert 31,5 °)
Steifemodul $E_{s,k}$	:	10 - 60	MN/m^2	(empfohlener Rechenwert bei mind. mitteldichter Lagerung - auf der sicheren Seite liegend - 25 MN/m^2 / Vermeidung von Strukturstörungen im Rahmen von Erdarbeiten vorausgesetzt)

nur untergeordnet im Sand eingeschaltete Schluff-Lagen

Bodengruppen gem. DIN 18 196: UL, TL

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

Feuchtraumgewicht γ_k	:	19	-	19,5	kN/m^3	(Rechenwert 19 kN/m^3)
Wichte unter Auftrieb γ'_k	:	10	-	10,5	kN/m^3	(Rechenwert 10,5 kN/m^3)
Kohäsion c'_k	:	0	-	10	kN/m^2	(Rechenwert 0 kN/m^2)
Reibungswinkel φ'_k	:	27,5	-	30	°	(Rechenwert 30 °)
Steifemodul $E_{s,k}$	:	10	-	20	MN/m^2	(Rechenwert 15 MN/m^2 bei mind. steifer Konsistenz und Vermeidung baubedingter Strukturstörungen)

Die innerhalb der Sande z.T. eingeschalteten Verockerungszonen bis hin zu Ortsteinbildungen werden im Rahmen erdstatischer Berechnungen, trotz ihrer gegenüber den Lockergesteinen (Sande / Schluffe) meist günstigeren Scherparametern / Verformungs-moduln, in dem aufgeschlossenen Tiefenniveau vernachlässigt.

3. Bautechnische Folgerungen

3.1 Bodenklassen gem. DIN 18 300

Gem. DIN 18 300 kann der angetroffene Baugrund den folgenden Bodenklassen zugeordnet werden:

- Oberböden /Mutterböden — Bodenklasse 1
- wechselnd bindige, partiell lehmte verlehmte Sande einschl. untergeordnet eingeschalteter Schluffe — Bodenklasse 3 / 4 (Klasse 4 bei partieller Wasser-sättigung bereits teilweise im Zuge des Aushubs, ansonsten bei Ver-schlammung nach Aushub in Bodenklasse 2 übergehend)
- „massigere“ Ortsteinlagen — Bodenklasse 5 / ggf. untergeordnet auch 6

3.2 Verwendungsmöglichkeit von Aushubmaterial unter bodenmechanischen / bodenphysikalischen Gesichtspunkten

Die im Rahmen von Erdarbeiten zuoberst anfallenden Oberböden / Mutterböden sind infolge des möglichen Humuszersatzes bei Sauerstoffzutritt in ihrer Raumbeständigkeit in unterschiedlichem Maße eingeschränkt und besitzen darüber hinaus nur eine vergleichsweise geringe Eigensteifigkeit.

Folglich sind diese Bodengemenge allein unter bodenmechanischen Gesichtspunkten ausschließlich zur Modellierung künftiger Grünflächen (auch in Erdwällen / Lärmschutzwällen) vorzusehen. Ein Einbau in Kanal- und Leitungstrassen künftiger Grünflächen ist nur oberhalb der in sachgemäßem Material gebetteten Kanalrohre / Leitungen denkbar. Kleinere Nachsackungen der Geländeoberkante können hier in der Regel toleriert und bei Bedarf nachgearbeitet werden.

Die darüber hinaus im Rahmen von Erdarbeiten anfallenden Sande ohne relevante Humusführung werden im Sinne der ZTVA-StB 97 in Abhängigkeit von dem enthaltenen Feinkornanteil (Korngröße ≤ 0,063 mm) teilweise ein Bodenmaterial der Verdichtbarkeitsklasse V 1 (dann max. „schwach schluffig“ und gleichzeitig frei von Tonanteilen), teilweise ein Bodenmaterial der Verdichtbarkeitsklasse V 2 (dann „schwach schluffig bis schluffig“, „schluffig“, z.T. auch „stark schluffig“, partiell leicht verlehmt) repräsentieren. Die untergeordnet im Sand eingeschalteten Schluff-Lagen sind im Sinne der ZTVA-StB 97 der Verdichtbarkeitsklasse V 3 zuzuordnen.

Nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand wird eine Separierung der vergleichsweise gut korngestützten nichtbindigen bis max. leicht bindigen Sande der Verdichtbarkeitsklasse V 1 vom restlichen Aushubmaterial – wenn überhaupt – nur eingeschränkt möglich sein. Von daher empfiehlt sich, den im Rahmen der Erdarbeiten anfallenden Bodenaushub von vornherein einem Bodengemenge der Verdichtbarkeitsklasse V 2 gleichzustellen und örtlich im Aushub anfallende Böden der bodenmechanisch bzw. einbautechnisch günstigeren Verdichtbarkeitsklasse V 1 für Ausschreibungszwecke zunächst zu negieren.

Böden der Verdichtbarkeitsklasse V 2 lassen sich, wie auch Böden der Verdichtbarkeitsklasse V 3, aufgrund ihrer Wasserempfindlichkeit nur im max. erdfeuchten Zustand („optimaler Wassergehalt“ ist zu beachten) des Bodensubstrates und bei gleichzeitig trockener Witterung fachgerecht einbauen und verdichten.

Bei zu hohen Wassergehalten ist neben natürlichen Trocknungsprozessen eine Konditionierung dieser Bodengemenge in einen einbau- und verdichtungsfähigen Zustand mittels der Zugabe von Feinkalk / Kalkhydrat zur Herabsetzung der Wassergehalte möglich.

Infolge der in unterschiedlichem Maße reduzierten Wasserdurchlässigkeit der Böden der Verdichtbarkeitsklassen V 2 und V 3 ist in Bereichen, in denen eine weitestgehend reibungslose Versickerung anfallender Oberflächenwässer zur Tiefe gefordert wird (z.B. nur gegen Erdfeuchtigkeit abgedichtete Keller), von einem Einbau des Aushubmaterials abzusehen.

Die angetroffenen Sandpartien der Verdichtbarkeitsklasse V 2 können aus gutachterlicher Sicht in erster Linie im Rahmen größerflächiger Geländeausgleichsmaßnahmen sowie auch in Erdwällen (z.B. Lärmschutzwälle, etc.) verwertet werden. Bedingt ist auch ein Einbau in Kanaltrassen versiegelter Verkehrswege sowie in Arbeitsräumen unterkellerter Gebäude möglich.

Im Falle einer anvisierten Verwendung in Kanaltrassen versiegelter Verkehrsflächen sollte dann darauf geachtet werden, dass der an die Kanaltrasse angrenzende Untergrund in etwa die Eigensteifigkeit / Verformbarkeit des fachgerecht verdichteten Verfüllbodens und nicht eine wesentlich höhere Eigensteifigkeit besitzt.

Der Einbau in Arbeitsräumen unterkellerter Hochbauten setzt voraus, dass die erdberührten Kellerbauteile für die Lastfälle „drückendes Wasser“ oder „zeitweise aufgestaute Sickerwässer“ im Sinne der DIN 18 195, T 6, konzipiert bzw. in wasserundurchlässigem Beton mit Berücksichtigung der benannten Lastfälle ausgeführt werden.

Örtlich im Sand eingeschaltete Ortsteinlagen sind nach deren Aushub möglichst mechanisch in eine Sand- bzw. Kiesgröße aufzuarbeiten und dann zusammen mit dem restlichen Aushubmaterial zu verwerten.

Im Zweifelsfall ist die bodenmechanische / bodenphysikalische Verwendungsmöglichkeit des Bodenaushubs unmittelbar während der Erdarbeiten durch den Baugrundsachverständigen zu bewerten.

Eine umweltrelevante Beurteilung der Wiedereinbaumöglichkeit der Aushub- und Abtragsgemenge vor Ort sowie deren externer Verwertungsmöglichkeiten auf Grundlage laboranalytischer Untersuchungen ist nicht Gegenstand dieses Baugrundgutachtens.

Die organoleptische, sprich die optische und geruchliche Bewertung der entnommenen Bodenproben ergab keine Hinweise auf mögliche Gefährdungen der zu berücksichtigenden Schutzgüter (Mensch, Tier, Grundwasser, etc.) durch im Untergrund befindliche umweltrelevante Schadstoffe.

Im Hinblick auf ggf. weiterführende chemische Laboranalysen werden die im Rahmen der Baugrunduntersuchung entnommenen Bodenproben noch bis 3 Monate nach Abgabedatum des Baugrundgutachtens in den Räumen der igb GbR zurückgestellt und erst dann einer geregelten Verwertung / Entsorgung zugeführt.

3.3 Kanalbau (Tragfähigkeit, Rohrauflager, Wasserhaltung, Kanalgrabensicherung, Kanalgrabenverfüllung)

Bei der in Unterkapitel 1.2 angenommenen Einbindung der neuen Entwässerungsleitungen in das aktuelle / künftige Gelände werden die Kanalgrabensohlen entsprechend der Schichtenprofile und Rammdiagramme auf der Anlage 2 innerhalb wechselnd bindiger, partiell leicht verlehmter Sande mit untergeordnet eingeschalteten Schluff-Lagen verlaufen. Örtlich können Verockerungzonen bis hin zu „massigeren“ Ortsteinlagen die Kanalgrabensohle tangieren.

Der „gewachsene“ Baugrund besitzt – mit Ausnahme der im oberen Profilabschnitt teilweise nur locker gelagerten Sandpartien – in ungestörter Ablagerungsstruktur an für sich eine ausreichende Tragfähigkeit zur Verlegung der Entwässerungskanäle.

Hinsichtlich der Gewährleistung einer stabilen Kanalgrabensohle ist jedoch zu beachten, dass die nichtbindigen bis leicht bindigen Sandpartien bei Starkregen einem oberflächlichen Ausspülungsprozess unterliegen, die bindigen, z.T. leicht verlehmten Sandpartien und die untergeordnet eingeschalteten Schluff-Lagen bei konzentriertem Wasserzutritt leicht einer oberflächlichen Aufweichung / Verschlammung unterliegen können.

Bei höheren natürlichen Wassergehalten, sprich einem temporär durch den zeitweisen Aufstau verzögert versickernder Oberflächenwässer feuchten bis wassergesättigten Bodensubstrat, reagieren die bindigen, z.T. leicht verlehmten Sandpartien und die untergeordnet eingeschalteten Schluff-Lagen zudem hoch strukturempfindlich gegenüber dynamischen Lasteinträgen.

Zur Gewährleistung einer stabilen Kanalgrabensohle wird empfohlen, den Kanalgrabenaushub mit glatter Baggerschneide im Rückwärtseinschnitt zu tätigen und die freigelegte Kanalgrabensohle sukzessive zum Aushub mit einer basalen Grobschüttung aus nichtbindigem, raumbeständigem, umweltverträglichem und verdichtungsfähigem Lockergesteinsmaterial (z.B. Hartkalkstein-Schotter oder Kies) der Körnung 0/32, 0/45 oder 5/45 mit einem Feinkornanteil von ≤ 5 Gew.-%, fehlender Ton-Fraktion und einer stetig steigenden Körnungslinie anzudecken.

Im Bereich der teilweise nichtbindigen bis leicht bindigen Sande dient die Grobschüttung als Schutz vor möglichen Ausspülungsprozessen, im Bereich der bindigen, teilweise verlehmten Sande einerseits als Stabilisierungsschicht zum Schutz vor möglichen Aufweichungen/Verschlammungen durch Wasserzutritt und bauzeitlichen Lasteinträgen, anderseits auch als bauzeitlicher Flächenfilter zur Fassung und Ableitung der anfallenden Oberflächenwässer, ggf. auch temporär angeschnittener Schichtenwässer.

Das im grobkörnigen Schüttgut gefasste Wasser ist – sofern dieses nicht direkt im wechselnd bindigen, gleichzeitig wechselnd wasserdurchlässigen Baugrund versickert – über provisorisch eingerichtete Pumpensümpfe und bei Bedarf an der Basis des Flächenfilters einseitig verlegte und gleichzeitig in filterstabilem Schüttgut gebettete Baudrainagen in offener Wasserhaltung abzuführen.

In Bereichen, in denen die Kanalgrabensohle bzw. das Auflager für die Grobschüttung „massigere“ Ortsteinlagen erfasst, sind diese auszuräumen und durch das Material der Grobschüttung zu ersetzen.

Die Stärke der basalen Grobschüttung bzw. des bauzeitlichen Flächenfilters richtet sich nach der Stabilität der Aushubebene und der anfallenden (Rest-)Wassermenge. Sie sollte im nichtbindigen bis leicht bindigen Sand (max. „schwach schluffig“) mit mind. 0,15 m, in stärker verlehmten, gleichzeitig bindigen Sandpartien sowie auf Höhe eingeschalteter Schluff-Lagen mit mind. 0,25 m kalkuliert werden.

Die Einbaustärken gehen jeweils von einer standfesten Aushubebene aus. Bei Instabilitäten der Grabensohlen durch deutlich aufgeweichte, im Extremfall verschlammte Bodenpartien ist die Grobschüttung zur Erlangung einer standfesten Auflagers in örtlicher Abstimmung mit dem Baugrundsachverständigen zu verstärken.

Die Betonrohre der Regenwasserkanalisation können direkt im Schotter/Kies gebettet bzw. diesem aufgelagert werden.

Als Bettungsmaterial von Steinzeugrohren, ggf. auch von duktilen Gussrohren der Schmutzwasserkanalisation werden in der Regel kies- und steinfreie Schüttungen mit einem Größtkorn von < 2 mm gefordert. Folglich ist hier auf der basalen Schotterlage noch eine entsprechend Sandbettung aufzubringen.

Die mit dem Kanalgrabenaushub angelegten Grabenwände können in dem angeschnittenen, weitestgehend kohäsionslosen bis minder kohäsiven Baugrund ohne den Einsatz von Verbau-Elementen bei einer Aushubtiefe von ≥ 1,25 m unter Beachtung der DIN 4124 bis max. 45 ° abgeböscht werden.

Soll auf eine Abböschung der Kanalgrabenwände zur Reduzierung des Aushubmaterials bzw. der Menge der Kanalgrabenverfüllung verzichtet werden, bietet sich im freien Gelände bei den kalkulierten Aushubtiefen grundsätzlich eine Kanalgrabensicherung im Schutz endgesteifter Großtafel-Systeme („Krings-Verbau“) an.

In den Anschlussbereichen an die öffentliche Kanalisation innerhalb der bestehenden Straßenzüge empfiehlt sich bei „normalen“ Kanalsohlentiefen eine Grabensicherung mittels Träger-Bohlwänden („Berliner Verbau“) bzw. mittels eines Normverbaus gemäß DIN 4124. Bei ggf. größeren Aushubtiefen ist der Einsatz

von Spundwänden oder Gleitschienen-Systemen zu favorisieren, wobei das Einbringen dann durch die teilweise in den Sanden eingeschalteten Ortsteinlagen erschwert sein kann.

Unter Beachtung der angenommenen Einstufung der künftigen Erschließungsstraßen in die Belastungsklasse Bk0,3 bis Bk1,8 im Sinne der RStO 12 (s. Kapitel 1), wird zur Vermeidung von künftigen Setzungsdifferenzen im Fahrbahnbereich empfohlen, die Kanalgräben in erster Linie mit nichtbindigen bis max. leicht bindigen, raumbeständigen, verdichtungsfähigen und auch ausreichend wasserdurchlässigen Lockergesteinsmaterialien (z.B. nichtbindige bis gemischtkörnige Sande gem. DIN 1054 mit < 10 Gew-% bindigen Anteilen und fehlender Ton-Fraktion; Bodengruppen SE / SW / SU gem. DIN 18 196; Bodenklasse 3 gem. DIN 18 300) zu verfüllen.

Wird im tieferen Grabenniveau (dann bis rd. 1 m unter späterer Fahrbahnoberkante) ein Wiedereinbau des vor Ort gewonnen Aushubmaterials angestrebt, sind die in Kapitel 3.2 beschriebenen Einschränkungen unbedingt zu berücksichtigen.

Bei dem lagenweisen Einbau (max. Lagenstärke 0,3 m) und der Verdichtung der letztendlich für den Einbau gewählten Füllmaterialien ist gem. ZTVE-StB 09 zwischen Grabensohle und 1 m unter Planum ein Verdichtungsgrad zwischen 97 und 98 %, darüber bis zum Planum (Basis frostsicherer Fahrbahnoberbau) ein Verdichtungsgrad von 100 % der einfachen Proctordichte zu fordern.

Bei der Wahl der Verdichtungsgeräte und deren Einstellung ist unbedingt darauf zu achten, dass keine dynamischen Lasteinträge in bindige bzw. in gemischtkörnige Bodengemenge mit erhöhtem Feinkornanteil und einem gleichzeitig erhöhten Wassergehalt erfolgen.

3.4 Straßenbau (Frostsicherheit, Tragfähigkeit, Bodenersatz bzw. Bodenauftrag im Straßenunterbau)

Öffentliche Verkehrsflächen (Straßen, Parkplätze, Zu- und Umfahrten) werden allgemein gem. den 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), der ZTVT-StB 95 (Zusätzliche Technische Vorschriften und Richtlinien für Tragschichten im Straßenbau) sowie der ZTV SoB-StB 04 (Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau) und mitgeltender Normen hergestellt.

Diese Richtlinien werden seitens des Unterzeichners auch als Grundlage für die Herstellung der geplanten Verkehrsflächen gewählt, wobei zunächst eine Ein-

stufung der neuen Straßenzüge in die Belastungsklasse Bk0,3 bis Bk1,8 angenommen wird (s. Kapitel 1).

In Anlehnung an die Vorgaben der RStO 12 sowie der ZTVT-StB 95 wird auf der Schottertragschicht (z.B. Hartkalksteinschotter der Körnung 0/45) des ungebundenen Fahrbahnoberbaus bei Durchführung von statischen Lastplattendruckversuchen gem. DIN 18134 – in Abhängigkeit von der Oberflächenversiegelung (Pflasterdecke oder Asphaltdecke) bzw. von der Stärke eines gebundenen Asphaltoberbaus – bei den o.a. Belastungsklassen ein Verformungsmodul E_{v2} in Größenordnungen zwischen 120 und 150 MN/m^2 gefordert. Die E_{v2}/E_{v1}-Verhältnisse sollten dabei zur Vermeidung oberflächennaher Kornumlagerungen gleichzeitig ein Verhältnis ≤ 2,2 aufweisen.

Um diese Verformungsmoduln erreichen zu können, ist auf dem Planum (Basis frostsicher Fahrbahnoberbau) bei der Ausführung eines genormten Fahrbahnoberbaus im Sinne der RStO 12 ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45$ MN/m^2 sicher zu stellen. Hierbei sollte aus gutachterlicher Sicht gleichzeitig ein E_{v2}/E_{v1}-Verhältnis von ≤ 3 angestrebt werden.

Im Bereich des Planraums stehen – unabhängig von der Existenz der ohnehin unter tragfähigkeitsspezifischen Gesichtspunkten aufzunehmenden Oberböden / Mutterböden – wechselnd bindige Sande mit einem teils reduzierten (dann max. „schwach schluffig“), teils jedoch auch erhöhten Feinkornanteil an.

Die Lockergesteine mit einem erhöhten Feinkornanteil repräsentieren gemäß ZTVE-StB 09 Böden der Frostempfindlichkeitsklassen F 2 (gering bis mittel frostempfindlich) und F 3 (sehr frostempfindlich).

In Abgleich mit den Schichtenprofilen der Anlage 2 und der dabei in den oberen rd. zwei Profilmetern erfassten Lockergesteine sollte die Mindeststärke des frostsicheren Fahrbahnoberbaus der neuen Verkehrsflächen – auf der sicheren Seite liegend – auf Grundlage eines sehr frostempfindlichen Baugrundes der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 dimensioniert werden.

Gem. RStO 12, Seite 16, liegt das Baugelände in der Frosteinwirkungszone I der Bundesrepublik Deutschland. Unter Ansatz eines sehr frostempfindlichen Untergrundes ist dann entsprechend Tabelle 6 der RStO 12 – je nach Belastungsklasse – eine Mindeststärke des frostsicheren Fahrbahnoberbaus zwischen 50 und 60 cm zu fordern. Im Bereich von Fuß- und Radwegen liegt die geforderte Mindeststärke des Oberbaus gem. RStO 12 dann bei 30 cm.

Wird die Fahrbahnoberkante der neuen Straßenzüge ca. der aktuellen Geländemorphologie angepasst, verläuft das Planum, sprich die Basis des Fahrbahnoberbaus, in Abgleich mit den Schichtenprofilen der Anlage 2 innerhalb der wechselnd bindigen Sande mit einer im oberen Profilabschnitt meist noch reduzierten Lagerungsdichte.

Der gemäß RStO 12 auf Höhe des Planums mittels statischer Lastplattendruckversuche geforderte Verformungsmodul E_{v2} von $\geq$ 45 MN/m^2 sowie ein seitens des Gutachters gleichzeitig anzustrebendes E_{v2}/E_{v1}-Verhältnis von $\leq$ 3 dürfte in max. leicht bindigen Sandpartien (dann max. „schwach schluffig“) bei einer fachgerechten Nachverdichtung der locker gelagerten Baugrundpartien im erdfeuchten Zustand möglich sein.

In Bereichen, in denen das Auflager für den frostsicheren Fahrbahnoberbau hingegen in mäßig bis stärker bindigen Sandpartien verläuft, wird auf dem Planum – selbst im Falle einer fachgerechten Nachverdichtung bzw. mitteldichten Lagerung der Sande – der geforderte Verformungsmodul $E_{v2} \geq$ 45 MN/m^2 in der Regel nicht erreicht werden können.

Bei günstigen Witterungsverhältnissen, sprich bei Erschließungsarbeiten in vergleichsweise trockenen, gleichzeitig warmen Sommer- bis Herbstmonaten, empfiehlt sich hier zusätzlich ein rd. 0,3 bis 0,4 m starker Bodenaustausch aus nichtbindigen bis leicht bindigen, gleichzeitig raumbeständigen Sanden (z.B. nichtbindige bis gemischtkörnige Sande gem. DIN 1054 mit < 10 Gew-% bindigen Anteilen und fehlender Ton-Fraktion; Bodengruppen SE / SW / SU gem. DIN 18 196; Bodenklasse 3 gem. DIN 18 300) einschl. einer Nachverdichtung des darunter max. erdfeuchten Baugrundes.

Bei ungünstigen Witterungsverhältnissen, sprich in vergleichsweise feuchten, gleichzeitig kühlen Winter- und Frühjahrmonaten, dürfte diese Umsetzung nur eingeschränkt möglich sein. In diesem Fall empfiehlt sich statt der o.a. Füllsande ein zusätzlicher Bodenaustausch bzw. eine Verstärkung der Tragschicht des grobkörnigen Fahrbahnoberbaus mit gröberkörnigem, verdichtungsfähigem, raumbeständigem, umweltverträglichem und ausreichend wasserdurchlässigem Schüttungsmaterial, wie z.B. Naturschotter der Körnung 0/45, wobei diese basale Grobschüttung dann gleichzeitig die Funktion eines bauzeitlichen Flächenfilters zur Fassung und Ableitung zeitweise eingestauter Oberflächenwässer übernimmt. Die Stärke dieser Grobschüttung wird dann in Größenordnungen zwischen rd. 0,25 und 0,3 m kalkuliert.

Die aufgeführten bzw. in den geltenden Regelwerken genannten Verdichtungswerte bzw. Verformungsmoduln sind jeweils durch die ausführenden Straßenbaufirmen nachzuweisen und können bei Bedarf durch das Baugrundsachverständigenbüro überprüft werden.

Bei der Auswahl der eingesetzten Verdichtungsgeräte mit der entsprechenden Tiefenwirkung ist darauf zu achten, dass keine dynamischen Lasteinträge in temporär feuchte bis wassergesättigte, gleichzeitig mit einem erhöhten Feinkornanteil behaftete Bodenpartien erfolgen. Ansonsten sind hier durch temporär aufgebaute Porenwasserüberdrücke hervorgerufene Strukturstörungen des Baugrundes mit Übergängen in breiige Zustände und einer deutlichen Verschlechterung der ursprünglichen Tragfähigkeitseigenschaften zu besorgen.

3.5 Hochbau (Tragfähigkeit, Gründungsempfehlung, Wasserhaltung, Schutz der Gebäude vor Vernässungsschäden, Baugrubensicherung, Arbeitsraumverfüllung)

Entsprechend den Schichtenprofilen und Rammdiagrammen auf der Anlage 2 verläuft das für **unterkellerte Hochbauten** kalkulierte Gründungsniveau innerhalb wechselnd bindiger Sande von mitteldichter bis dichter Lagerung und z.T. enthaltenen Verockerungshorizonten bis hin zu Ortsteinlagen.

Die wechselnd bindigen Sande weisen in natürlicher Ablagerungsstruktur grundsätzlich eine gute Tragfähigkeit zur Aufnahme der erwarteten Gebäudelasten auf, reagieren teilweise (betrifft dann die mäßig bis stärker bindigen Sandpartien) empfindlich gegenüber Wasserzutritt und bei höheren natürlichen Wassergehalten auch empfindlich gegenüber Strukturstörungen des natürlichen Porengefüges durch dynamische Lasteinträge.

Bei günstiger Witterung und einem direkt nach Aushub der Baugrubensohle als Sauberkeitsschicht eingebrachtem Magerbeton sind zusätzliche Stabilisierungsmaßnahmen in der Baugrubensohle weitestgehend nicht erforderlich. Nur für den Fall in der Baugrubensohle tangierter Ortsteinlagen, sind diese dann auszuräumen und gegen nichtbindigen bis leicht bindigen Füllsand oder direkt gegen den Magerbeton zu ersetzen.

Erfolgt der Baugrubenaushub während ungünstiger Witterungsperioden bei einem dann u.U. in der Baugrubensohle gleichzeitig feuchten bis wassergesättigten Bodensubstrat, empfiehlt sich zur Gewährleistung einer stabilen Baugrubensohle der Einbau einer basalen Grobschüttung aus güteklassifiziertem, raumbeständigem, ausreichend wasserdurchlässigem und umweltverträglichem Schüttungs-material (z.B. Hartkalkstein-Schotter der Körnung 0/45 oder 5/45 mit einem Feinkornanteil von ≤ 5 Gew.-%, fehlender Ton-Fraktion und einer stetig steigenden Körnungslinie) in einer vorab kalkulierten Stärke zwischen 15 cm (im weitestgehend nichtbindigen bis leicht bindigen Sand) und 25 cm (in bindigen, z.T. leicht verlehmten Sandabschnitten).

Die Schotterlage fungiert bei Bedarf auch als bauzeitlicher Schotterflächenfilter zur Fassung und Ableitung temporär im Schotter eingestauter Oberflächen- und Schichtenwässer, wobei das System der offenen Wasserhaltung dann durch einen provisorischen Pumpensumpf und umlaufend im Arbeitsraum direkt unter dem Schotter in filterstabilem Schüttgut verlegte Baudrainagen ergänzt wird.

Unter Beachtung der vielfach reduzierten Wasserdurchlässigkeit des Baugrundes (s. Ausführungen in Unterkapitel 2.2.2), wird empfohlen, die Kellergeschosse zur Vermeidung möglicher Feuchte- bzw. Vernässungsschäden für den Lastfall „zeitweise aufgestaute Sickerwässer“ im Sinne der DIN 18 195, T 6, auszulegen.

Statt einer für den Lastfall „zeitweise aufgestaute Sickerwässer“ berücksichtigten Zusatzabdichtung, besteht auch die Möglichkeit, die Keller in wasserundurchlässigem Beton mit wasserdichter Haltung von Fugen und Leitungsdurchlässen unter Berücksichtigung des o.a. Lastfalls zu realisieren.

Es wird empfohlen, die unterkellerten Neubauten über bewehrte Bodenplatten mit einer witterungsabhängigen Bettung im „gewachsenen“ Sand oder auf einem basalen Schotterflächenfilter zu gründen.

Für die statische Bemessung der Flächengründung der unterkellerten Neubauten nach dem Bettungsmodulverfahren empfiehlt sich der Ansatz eines einheitlichen statischen Bettungsmoduls $k_{s,k}$ = 20 MN/m^3. Diesem Ansatz liegt an der Unterkante der Gründungsplatten im Einflußbereich tragender Wandscheiben ein charakteristischer Sohldruck bis σ = 200 kN/m^2 bei einer berücksichtigten Ersatzbreite zwischen b = 0,5 und 0,8 m zugrunde.

Die kalkulierte Gründungsebene von **nichtunterkellerten Hochbauten** wird bei einer ungefähren Beibehaltung der aktuellen Geländemorphologie / Höhenentwicklung und einer angenommenen frostfreien Gründungstiefe analog zu einer unterkellerten Bebauung in den wechselnd bindigen Sanden mit einer jedoch im Rahmen der Baugrunduntersuchungen im oberen Abschnitt bis zwischen rd. 0,7 und 1,5 m unter aktueller GOK vielfach lockeren Lagerung liegen.

Zur Gewährleistung eines fachgerechten Lastabtrags sind locker gelagerte Baugrundpartien unter den nichtunterkellerten Hochbauten kategorisch auszuschließen.

Da die locker gelagerten Baugrundpartien nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand sowohl in ihrer Verbreitung als auch Tiefenlage deutlichen Inhomogenitäten unterliegen können, wird empfohlen, im Bereich nichtunterkellerter Wohnhäuser auf jeden Fall präzisierende Baugrunduntersuchungen mit einem darauf basierenden Gründungsvorschlag durchzuführen.

Als Gründungsart kommen zunächst grundsätzlich sowohl konventionelle Flachgründungen über bewehrte Streifenfundamente als auch Flächengründungen über bewehrte Bodenplatten mit bei Bedarf umlaufend „angehängten“ Frostschürzen in Frage.

Unter Gründungsplatten sowie auch unter „normalen“ Erdgeschoss-Sohlen sind grundsätzlich kapillarbrechende Schüttungen zu berücksichtigen, wobei insbesondere bei der Ausführung von Gründungsplatten güteklassifizierter Hartkalkstein-Schotter der Körnung 0/45 (oder vergleichbar) eingebaut und eine Mindesteinbaustärke von 25 cm nicht unterschreiten sollte.

Wird im Falle einer Flächengründung auf Frostschürzen verzichtet, ist die Stärke

und der seitliche Überstand des frostsicheren Schotterpolsters so zu dimensionieren, dass eine frostsichere Gründung gewährleistet werden kann.

Verläuft die konstruktive Basis der kapillarbrechenden Schüttung bzw. des planseitig konzipierten Schotterpolsters z.T. noch oberhalb lockerer Sandpartien, ist hier eine Baugrundertüchtigung vorzunehmen.

Je nach Abstand der Basis der locker gelagerten Bodenpartien zur Unterkante der geplanten Grobschüttung und der Korngrößenzusammensetzung des zu verbessernden Baugrundes, kommen im Falle einer Flächengründung entweder eine Nachverdichtung des Untergrundes oder ein Austausch der locker gelagerten Bodenpartien gegen geeignetes Ersatzmaterial in Frage. Das Bodenersatzmaterial (anzustreben sind nichtbindige bis leicht bindige Füllsande) ist dann in Lagen von max. 0,3 m einzubringen und je Lage mittels geeigneter Flächenrüttler auf 100 % der einfachen Procordichte zu verdichten.

Auf dem grobkörnigen Sohlenunterbau (Schotter) sollte in Abhängigkeit von dessen Einbaustärke bei Durchführung statischer Lastplattendruckversuche ein Verformungsmodul E_{v2} zwischen 50 MN/m^2 (Einbaustärke 25 cm) und 80 MN/m^2 (Einbaustärke 50 cm) bei einem E_{v2} / E_{v1} – Verhältnis von ≤ 3 angestrebt werden.

Sollten alternativ zu einer Flächengründung bewehrte Streifenfundamente anvisiert werden, können diese direkt über eine Sauberkeitsschicht (Unterbeton) im mind. mitteldicht gelagerten Baugrund abgesetzt werden.

Liegen unter dem Niveau der konstruktiven Fundamentunterkante noch locker gelagerte Baugrundpartien vor, können die Fundamente dann entweder über Magerbetonsockel bis in den mindestens mitteldicht gelagerten Baugrund tiefer geführt oder auf einer Baugrundertüchtigung (analog zur Flächengründung entweder nachverdichteter Baugrund oder fachgerecht hergestelltes Bodenaustauschpolster) abgesetzt werden.

Bei der statischen Bemessung von Gründungsplatten nichtunterkellerter Neubauten nach dem Bettungsmodulverfahren empfiehlt sich – analog zu den unterkellerten Neubauten – der Ansatz eines einheitlichen statischen Bettungsmoduls $k_{s,k}$ = 20 MN/m^3. Diesem Ansatz liegt an der Unterkante der Gründungsplatten im Einflußbereich tragender Wandscheiben ein charakteristischer Sohldruck bis σ = 200 kN/m^2 bei einer berücksichtigten Ersatzbreite zwischen b = 0,5 und 0,8 m zugrunde.

Werden Streifenfundamente mit frostsicherer Fundamenteinbindung und einer Mindestbreite b = 0,5 m realisiert, wird für statische Bemessungen der Ansatz eines charakteristischen aufnehmbaren Sohldrucks (früher zulässige Bodenpressung) von σ_{zul} = 200 kN/m^2 empfohlen.

Ausgehend von einem kapillarbrechenden Sohlenunterbau mit einer ausreichenden Anhebung des Bauwerkssohle über das umgebende Gelände sowie einer fachgerechten Ableitung der auf den angrenzenden Freiflächen anfallenden Oberflächenwässer (Geländemodellierung mit leichtem Gefälle in die Freiflächen), dürfte bei den hydrogeologischen Rahmenbedingungen eine Abdichtung der Gebäudesohlen von nichtunterkellerten Neubauten gegen Erdfeuchtigkeit im Sinne der DIN 18 195, T 4, ausreichen, diese fachgerecht vor untergrundbedingten Feuchteschäden schützen zu können.

Im Falle örtlicher Geländeeinschnitte wird unterstellt, dass die abfließenden Oberflächenwässer am Fuß der jeweiligen Böschung gefasst und kontrolliert in eine geeignete Vorflut abgeleitet werden.

Durch Baustellenpersonal im Bereich der künftigen Hochbauten begangene Abgrabungen / Baugruben mit einer Tiefe von ≥ 1,25 m können in dem angetroffenen, weitestgehend kohäsionslosen bis minder kohäsiven Baugrund sowie in einem vergleichbaren Bodenaustausch- und Bodenauftragsmaterial unter Beachtung der DIN 4124 bis max. 45 ° abgeböscht werden. Dieser Böschungswinkel gilt für max. 5 m hohe Baugrubenwände ohne zusätzliche Einträge aus angrenzenden Verkehrs- und Stapellasten (z.B. auch Baukran) sowie auch ohne Lasteinträge aus ggf. bereits angrenzend realisierter Bebauung.

Sollte der angeführte Böschungswinkel im Bereich der Baugrubenwände ggf. örtlich nicht eingehalten werden können, ist hier eine Baugrubensicherung mittels eines statisch nachgewiesenen Träger-Bohlwand-Verbaus („Berliner Verbau“) zu empfehlen.

Im Anschluss zu ggf. bereits realisierten Hochbauten sind die Erd- und Gründungsarbeiten generell unter Beachtung der DIN 4123 umzusetzen. Dies gilt dann auch bzgl. der einzuhaltenden Abgrabungsgrenzen zu Bestandsfundamenten zwecks Wahrung deren bauzeitlicher Grundbruchsicherheit.

Für die Verfüllung von Arbeitsräumen empfiehlt sich – zumindest unter den später versiegelten Flächenabschnitten (z.B. Terrassen, Gebäudezuwegungen, Garagenzufahrten, etc.) – zur Minimierung künftiger Setzungen der Einbau nichtbindiger bis max. leicht bindiger, raumbeständiger, verdichtungsfähiger und auch ausreichend wasserdurchlässiger Lockergesteinsmaterialien (z.B. nichtbindige bis gemischtkörnige Sande gem. DIN 1054 mit < 10 Gew.-% bindigen Anteilen und fehlender Ton-Fraktion; Bodengruppen SE / SW / SU gem. DIN 18 196; Bodenklasse 3 gem. DIN 18 300).

Bei dem lagenweisen Einbau (Lagenstärke max. 0,3 m) und der Verdichtung der letztendlich für den Einbau gewählten Füllmaterialien ist gem. ZTVE-StB 09 ein Verdichtungsgrad zwischen 97 (tiefere Einbaubereiche) und 100 % (höhere Einbaubereiche) der einfachen Proctordichte anzustreben, was gleichzeitig einer mitteldichten Lagerung entspricht.

In den später mit Oberflächenversiegelungen (Gebäudezuwegungen, Terrassen, etc.) überbauten Arbeitsraumabschnitten ist auf den zusätzlichen Einbau frostsicherer Tragschichten, unter Erdgeschoss-Sohlen auf kapillarbrechende Abschlusslagen zu achten.

3.6 Versickerungsmöglichkeit von Niederschlagswasser

Nach den Ausführungen in Kapitel 2.2 folgen unterhalb der Mutterböden / Oberböden Sandfolgen differierender Bindigkeit, denen nach den Ausführungen in Kapitel 2.2.2 überwiegend Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte in einem Spektrum zwischen rd. 1 x 10^{-4} m/s (nichtbindige, feinkornarme Sande) bis 5 x 10^{-6} m/s (wechselnd bindige und schluffige Sande) zugeordnet werden können.

Mittels der im Umfeld der RKS V 1 und RKS V 2 konnten diese geschätzten Beiwerte mit 2 x 10^{-5} m/s für die in der RKS V 1 erfassten schwach schluffigen Sande mit hier partiell leicht schluffigen Anteilen und einem ermittelten k_f-Wert von 6 x 10^{-6} m/s für die in der RKS V 2 erbohrten schwach schluffigen bis schluffigen Sande mit vereinzelten Verockerungsanteilen bestätigt werden. In diesem Sinne sind die erkundeten Sande als wasserdurchlässig einzustufen und nach den Vorgaben des DWA Regelwerkes für eine dezentrale Versickerung von Regenwasser zunächst einmal geeignet.

Innerhalb der erwähnten Kapitel ergeht jedoch auch der Hinweis auf immer mal wieder eingeschaltete, merklich schluffigere, z.T. sehr leicht verlehmte Lagen und/oder durchziehende Verockerungszonen mit merklich eingeschränkteren Wasserwegsamkeiten. Hier kommt es zu Einstauungen der zuvor versickerten oder über künftige Sickeranalgen zugeführten Regenwässer. In diesem Sinne ist bei der Planung der Anlagen dafür Sorge zu tragen, dass einerseits vermehrt günstige wasserwegsame Sande angeschnitten werden, was zunächst einmal die Einrichtung größerflächiger oder auch langgestreckter Systeme fordert; darüber hinaus sind losweise in den Versickerungsbasen vorgefundene, offensichtlich wasserstauende Zonen zur Gänze aufzunehmen und gegen wasserdurchlässige Schüttungen zu ersetzen.

Zusammenhängende Grundwässer wurden bis zur Aufschlusstiefe der Bohrungen nicht erfasst und sind, auch nach entsprechenden Recherchen, erst wesentlich tiefer zu erwarten, so dass es hierüber zu keinen Einschränkungen bei der Planung entsprechender Sickeranlagen kommt.

Wird eine dezentrale Versickerung von Regenwässern angestrebt, kann selbige daher mittels oberflächennaher Mulden, Mulden-Rigolen-Systemen aber auch mittels Rigolen / Rohrrigolen in Erwägung gezogen werden, wobei bei jeglichen Systemen darauf zu achten wäre, die ggf. bindigen Zonen / Verockerungseinheiten

in den Versickerungsbasen aufzunehmen und gegen wasserdurchlässige Schüttungen zu ersetzen. Bei der Vorbemessung der Anlagen sollte zunächst ein abgeminderter k_f-Wert von 5×10^{-6} m/s in Ansatz gebracht werden. Es ergeht an dieser Stelle jedoch der dringende Hinweis, den relevanten Beiwert bei der endgültigen Bemessung der Anlagen anhand weiterer Sickerversuche im unmittelbaren Umfeld der Anlage zu präzisieren, auch, um hierüber ggf. günstigere Ansätze zu erlangen.

Bei der Positionierung der Anlagen ist auf entsprechende Abstände zu Grundstücksgrenzen und insbesondere zu Gebäuden zu achten, wobei tunlichst auszuschließen ist, dass angrenzende Objekte bei ggf. Überstauungen der Anlagen hierüber in Mitleidenschaft gezogen werden. Wegen der vorliegend geneigten Morphologien versteht es sich von selbst, dass entsprechende Anlagen immer in den vom Gebäude weg abfallenden Topographien / Geländeteilen geplant werden.

4. Zusammenfassung, weitere Hinweise, Schlusswort

Im Rahmen der Ausweisung weiterer Wohnbauflächen strebt die **Gemeinde Reken (Bauamt / Tiefbau)**, Kirchstraße 14, 48734 Reken, die Erschließung des Neubaugebietes BGR 29 „Heidener Straße“ zur Bebauung mit Einfamilienwohnhäusern.

Als Planungsgrundlage zur Erschließung des Baugebietes wurde das **Ingenieurgeologische Büro Gey & John GbR** aus Münster mit Untersuchungen des Untergrundes hinsichtlich der bodenmechanischen bzw. gründungstechnischen Eigenschaften sowie hinsichtlich der Grundwasserverhältnisse beauftragt.

Entsprechend der Untersuchungsergebnisse stehen im Planraum (aktuell landwirtschaftliche Nutzflächen / Ackerflächen) direkt unter dem Oberboden / Mutterboden wechselnd bindige Sande mit untergeordnet eingeschalteten Schluff-Lagen an.

Der Baugrund besitzt mit Ausnahme der oberen Profilabschnitte (geschätzt bis max. 1,5 m unter aktueller Geländeoberkante) eine ausreichende Tragfähigkeit für die Erschließungsarbeiten und für die Bebauung mit unterkellerten oder nichtunterkellerten Wohnhäusern. In den oberen Profilabschnitten sind infolge einer reduzierten Lagerungsdichte des Baugrundes teilweise Mehraufwendungen für eine Baugrundertüchtigung bzw. zur Gewährleistung einer fachgerechten Gründung der künftigen Hochbauten einzukalkulieren.

Der Eingriff in einen zusammenhängenden Porengrundwasserkörper ist weder im Rahmen der Erschließungsarbeiten noch bei der Realisierung der Wohnhäuser zu erwarten. Folglich entfallen auch Mehraufwendungen für eine geschlossene Wasserhaltung bzw. Grundwasserabsenkung.

Infolge der teilweise reduzierten Wasserdurchlässigkeit des Baugrundes muss witterungsabhängig in einzelnen Bauabschnitten mit einem temporär erhöhten Wassergehalt des Baugrundes durch den zeitweisen Aufstau verzögert versickernder Oberflächenwässer gerechnet werden. Untergeordnet können sich isolierte Schichtwasserkörper ausbilden.

Das bauzeitlich anfallende Oberflächenwasser und ggf. temporär eingestaute Sickerwasser sind gemäß VOB grundsätzlich in offener Wasserhaltung abzuführen.

Unterkellerte Neubauten sind entweder mit einer Abdichtung gegen „zeitweise aufgestaute Sickerwässer“ im Sinne der DIN 18 195, T 6, zu sichern oder in wasserundurchlässigem Beton mit einer Auslegung den genannten Lastfall zu konzipieren.

Für diese Gebäude wird eine Flächengründung über bewehrte Bodenplatten empfohlen.

Im Bereich von nichtunterkellerten Gebäuden können örtlich im oberen Profilabschnitt nur locker gelagerte Bodenpartien zu einem gründungstechnischen Mehraufwand führen. Dieser Mehraufwand kann sowohl eine Baugrundertüchtigung in Form einer Nachverdichtung und/oder eines Bodenaustausches als auch eine Fundamenttieferführung über Magerbetonsockel nach sich ziehen.

Für diese Gebäude sind sowohl eine Flächengründung über bewehrte Bodenplatten als auch eine Flachgründung über bewehrte Streifenfundamente denkbar.

Insbesondere im Bereich von nichtunterkellerten / teilunterkellerten Wohnhäusern sind detaillierte Baugrunduntersuchungen mit einer dann auf die jeweilige Hochbauplanung präzisierten Gründungsempfehlung anzuraten.

Bei den Erdarbeiten für die Verlegung tiefer ins Erdreich einbindender Entwässerungskanäle und dem Aushub der Baugruben für unterkellerte Neubauten muss innerhalb der wechselnd bindigen Sande örtlich mit einem Anschnitt von Verockerungshorizonten bis hin zu Ortsteinbildungen gerechnet werden. Dies führt möglicherweise zu einem Mehraufwand bei den Aushubarbeiten.

Der im Rahmen der Erdarbeiten neben den humosen Oberböden / Mutterböden anfallende Bodenaushub stellt im Sinne der ZTVA-StB 97 sowohl bodenmechanisch günstige Sanden der Verdichtbarkeitsklasse V 1 als auch bindige Sande sowie Schluffe der Verdichtbarkeitsklassen V 2 und V 3 dar. Bodenmaterial der Verdichtbarkeitsklassen V 2 und V 3 ist wasserempfindlich und kann dementsprechend nur im max. erdfeuchten Zustand fachgerecht eingebaut und verdichtet werden. Gleichzeitig ist seine reduzierte Wasserdurchlässigkeit zu beachten.
Im Planraum dürfte im Aushub die Verdichtbarkeitsklasse V 2 überwiegen.

Wird das nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand überwiegend der Verdichtbarkeitsklasse V 2 zugeordnete Aushubmaterial im Planraum wieder genutzt oder extern verwertet, ist bei Bedarf eine Konditionierung des Bodens mittels der Zugabe von Kalk/Kalkhydrat in einen einbau- und verdichtungsfähigen Zustand einzukalkulieren.

Eine Versickerung der auf den versiegelten Dachflächen anfallenden Niederschlagswässer über Mulden oder Rohr-Rigolen-Systeme, ggf. auch über Mulden-Rigolen-Systeme im Sinne des geltenden DWA-Regewerkes ist im Bereich des Baugebietes allein auf Grundlage der Grundwasserverhältnisse sowie der Durchlässigkeitsbeiwerte k_f des Baugrundes möglich. Allerdings erfordern die recht geringen Durchlässigkeitsbeiwerte des Untergrundes vergleichsweise große Anlagen, wobei diese infolge der sowohl vertikal als auch horizontal wechselnden Durchlässigkeiten zugleich möglichst als linienförmige „Bauwerke“ konzipiert werden sollten.

Zusätzlich sei an dieser Stelle nochmals angemerkt, dass der im Planraum anstehende Baugrund gerade im Falle höherer natürlicher Wassergehalte teilweise eine erhöhte Strukturempfindlichkeit gegenüber dynamischen Lasteinträgen besitzt.

So kann z.B. ein Befahren bereichsweise bindiger, zudem teilweise leicht verlehmter Sandpartien mit bereiften Fahrzeugen (insbesondere schwerer LKW-Verkehr) zu tieferreichenden Strukturstörungen des Untergrundes führen.

Bei Strukturstörungen des Untergrundes der an die Erschließungsstraßen / Erschließungswege angrenzenden Baugrundstücke durch die mit der Erschließung beauftragten Tiefbauunternehmen, können hier im Hinblick auf die künftige Bebauung auftretende Tragfähigkeitsminderungen eines ggf. zunächst als ausreichend tragfähige bewerteten Baugrundes nicht ausgeschlossen werden.

Vor diesem Hintergrund sollten von vornherein entsprechende Baustraßen und Lagerflächen für den Baubetrieb eingeplant werden, die später bei Bedarf rückgebaut oder in die künftigen Verkehrsflächen / Nutzflächen integriert werden können.

Im Rahmen der Ausführungsplanung bzw. der Ausschreibung der Erschließungsarbeiten des Neubaugebietes kann das Baugrundsachverständigenbüro bei Bedarf im Rahmen einer Zusatzbeauftragung beratend hinzugezogen werden.

Auch sind während der Erdschließungsarbeiten baubegleitende Baustellentermine durch das Gutachterbüro möglich.

Im Zuge dieser Ortstermine werden die bautechnischen Empfehlungen des Baugrundgutachtens gemeinsam mit den ausführenden Bauunternehmen und den zuständigen Fachingenieuren – den örtlichen Gegebenheiten und der Ausführungsplanung entsprechend – weiter präzisiert bzw. abgestimmt.

Werden im Zuge der Erschließungsarbeiten ggf. lokal von den Erkenntnissen der Baugrunduntersuchung abweichende Untergrundverhältnisse angetroffen, ist das Gutachterbüro auf jeden Fall zur Klärung der weiteren Vorgehensweise hinzuzuziehen.

Sollten sich bei der weiteren Planung noch Fragen ergeben, die in dem Baugrundgutachten nicht oder nur peripher behandelt wurden, wird um eine Rücksprache mit dem Unterzeichner gebeten.

Dipl.-Geol. A. Gey Dipl. - Geol. Ivo John

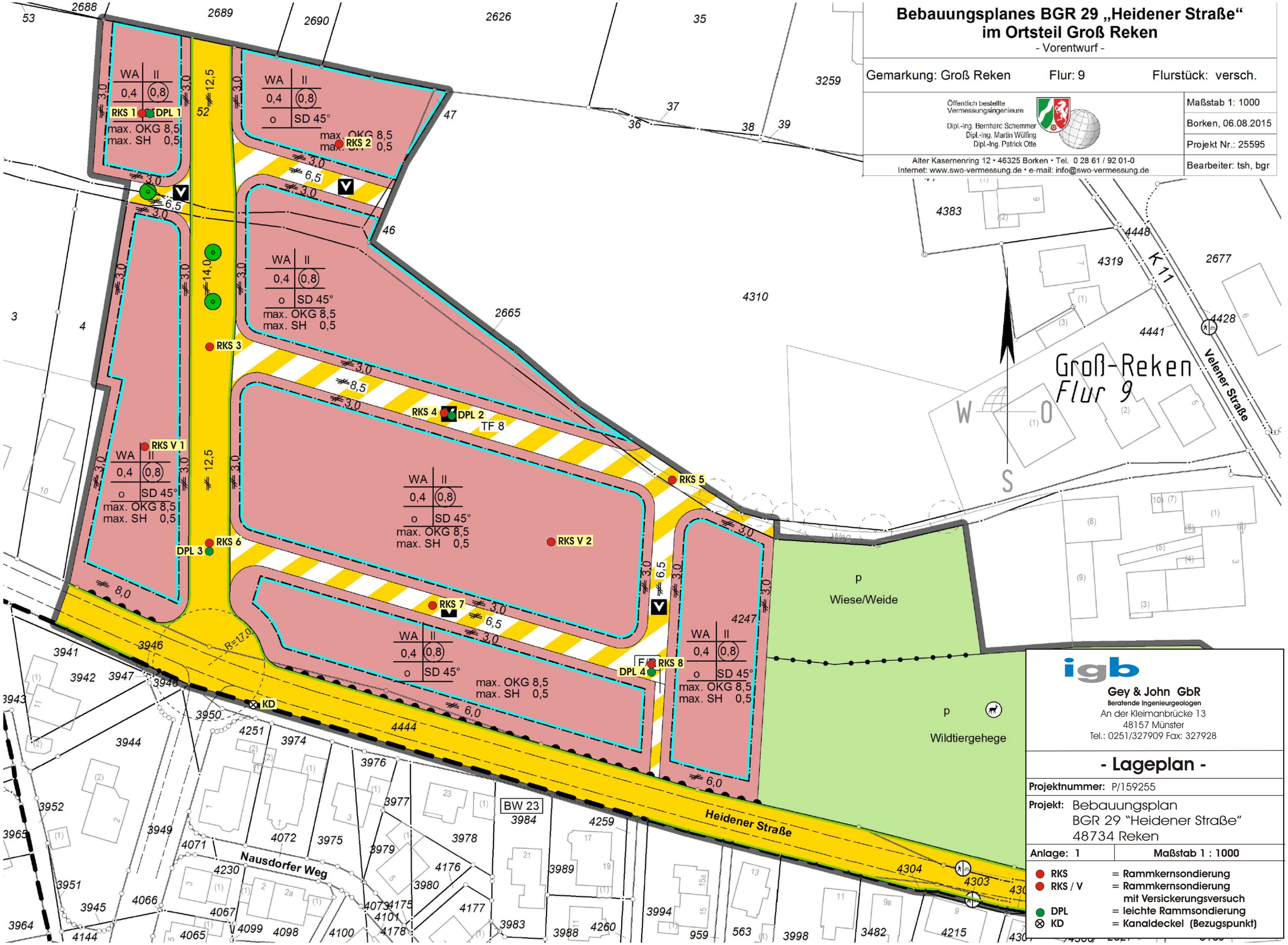
Bebauungsplanes BGR 29 „Heidener Straße“ im Ortsteil Groß Reken

- Vorentwurf -

Gemarkung: Groß Reken | Flur: 9 | Flurstück: versch.

Öffentlich bestellte Vermessungsingenieure
Dipl.-Ing. Bernhard Schemmer
Dipl.-Ing. Martin Wülfing
Dipl.-Ing. Patrick Otte
Alter Kasernenring 12 • 46325 Borken • Tel. 0 28 61 / 92 01-0
Internet: www.swo-vermessung.de • e-mail: info@swo-vermessung.de

Maßstab 1: 1000
Borken, 06.08.2015
Projekt Nr.: 25595
Bearbeiter: tsh, bgr



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

- Lageplan -

Projektnummer: P/159255

Projekt: Bebauungsplan
BGR 29 “Heidener Straße“
48734 Reken

Anlage: 1 | **Maßstab 1 : 1000**

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

Legende

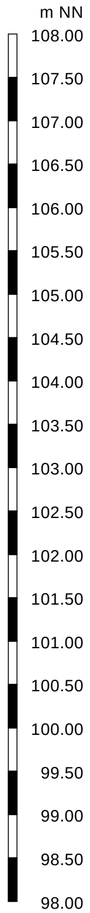
- Schluff
- Mittelsand
- Feinsand
- Mu Mutterboden

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

Bebauungsplan
BGR 29 "Heidener Straße"
48734 Reken

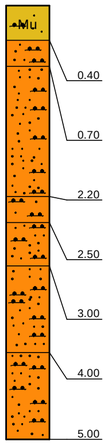
Projekt Nr. p/159255
Anlage Nr. 2.1

Darstellung von Schichtenprofilen und einem Rammdiagramm



RKS 1

107.22 m NN



Mutterboden
(Feinsand, schwach schluffig bis schluffig, schwach mittelsandig bis mittelsandig, humos)

Feinsand
schwach schluffig bis schluffig, schwach mittelsandig bis mittelsandig

Feinsand
stark mittelsandig, partiell schwach schluffig

Feinsand
stark schluffig, schwach mittelsandig, vereinzelt Gesteinsbruch

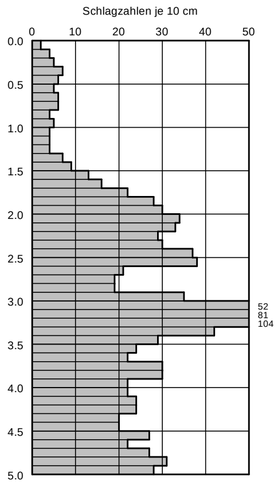
Fein- bis Mittelsand
schwach schluffig bis schluffig, partiell sehr schwach tonig, Verockerungshorizonte

Fein- bis Mittelsand
schwach schluffig, partiell schluffig, Verockerungshorizonte

Fein- bis Mittelsand
schwach schluffig bis schluffig, partiell sehr schwach tonig, Verockerungshorizonte

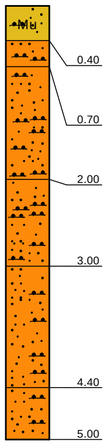
DPL 1

107.22 m NN



RKS 2

107.39 m NN



Mutterboden
(Feinsand, mittelsandig, schwach schluffig bis schluffig, humos)

Feinsand
mittelsandig, schwach schluffig bis schluffig

Fein- bis Mittelsand
schwach schluffig bis schluffig, partiell sehr schwach tonig, Verockerungshorizonte

Fein- bis Mittelsand
schwach schluffig, partiell schluffig, partiell sehr schwach tonig, Verockerungshorizonte

Feinsand
stark mittelsandig, schwach schluffig, Verockerungshorizonte

Fein- bis Mittelsand
schwach schluffig, Verockerungshorizonte

Legende

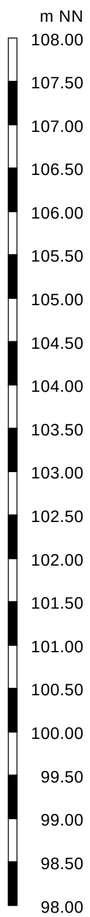
- Schluff
- Feinsand
- Steine
- Sand
- Mittelsand
- Mu Mutterboden

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

Bebauungsplan
BGR 29 "Heidener Straße"
48734 Reken

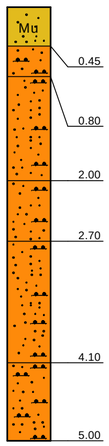
Projekt Nr. p/159255
Anlage Nr. 2.2

Darstellung von Schichtenprofilen und einem Rammdiagramm



RKS 3

104.54 m NN



Mutterboden
(Feinsand, mittelsandig, schwach schluffig bis schluffig, humos)

Feinsand
mittelsandig, schwach schluffig bis schluffig, z.T. schwach humos

Fein- bis Mittelsand
schwach schluffig, vereinzelt Gesteinsbruch

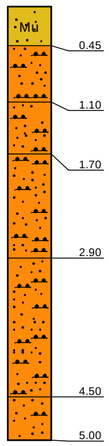
Fein- bis Mittelsand
schwach schluffig, vereinzelt Gesteinsbruch bzw. Verockerungshorizonte

Fein- bis Mittelsand
partiell schwach schluffig, vereinzelt Gesteinsbruch

Fein- bis Mittelsand
schwach schluffig, partiell schluffig, partiell sehr schwach tonig, Verockerungshorizonte

RKS 4

106.01 m NN



Mutterboden
(Feinsand, mittelsandig, schwach schluffig, humos)

Feinsand
mittelsandig, schwach schluffig bis schluffig, vereinzelt Gesteinsbruch

Feinsand
stark mittelsandig, schwach schluffig, partiell schluffig

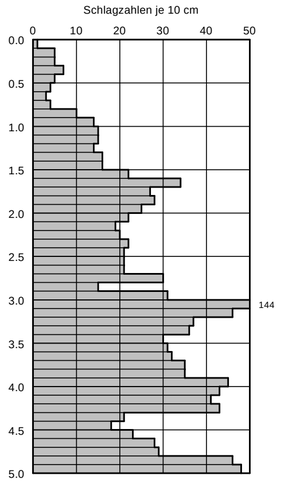
Fein- bis Mittelsand
schwach schluffig bis schluffig, partiell sehr schwach tonig, Verockerungshorizonte

Fein- bis Mittelsand
schwach schluffig, partiell schluffig, partiell sehr schwach tonig, Verockerungshorizonte

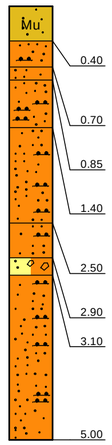
Feinsand
stark mittelsandig, schwach schluffig

DPL 2

106.01 m NN



107.49 m NN



Mutterboden
(Feinsand, mittelsandig, schwach schluffig, humos, vereinzelt Gesteinsbruch)

Feinsand
mittelsandig, schwach schluffig bis schluffig, vereinzelt Gesteinsbruch

Fein- bis Mittelsand
partiell schwach schluffig

Feinsand
schluffig, mittelsandig, Verockerungshorizonte

Feinsand
stark mittelsandig, schwach schluffig bis schluffig, partiell sehr schwach tonig, Verockerungshorizonte

Feinsand
stark mittelsandig, schwach schluffig

Ortstein / Sand

Feinsand
stark mittelsandig, schwach schluffig, Verockerungshorizonte

Legende

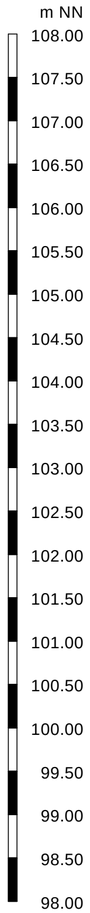
- Sand
- Feinsand
- Mittelsand
- Steine
- Mu — Mutterboden

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

Bebauungsplan
BGR 29 "Heidener Straße"
48734 Reken

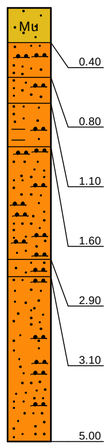
Projekt Nr. p/159255
Anlage Nr. 2.3

Darstellung von Schichtenprofilen und Rammdiagrammen



RKS 6

103.09 m NN



Mutterboden
(Feinsand, mittelsandig, schwach schluffig, humos)

Feinsand
mittelsandig, schwach schluffig bis schluffig

Feinsand
stark mittelsandig, partiell schwach schluffig

Fein- bis Mittelsand
schluffig, partiell sehr schwach tonig, Verockerungshorizonte

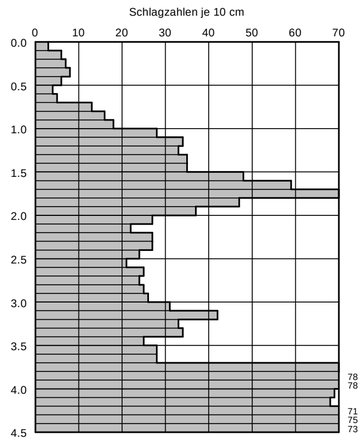
Fein- bis Mittelsand
schwach schluffig bis schluffig, partiell sehr schwach tonig, Verockerungshorizonte

Feinsand
mittelsandig, schwach schluffig bis schluffig

Fein- bis Mittelsand
schwach schluffig, Verockerungshorizonte

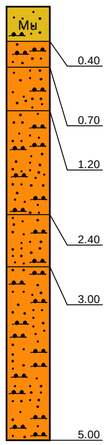
DPL 3

103.09 m NN



RKS 7

104.50 m NN



Mutterboden
(Feinsand, mittelsandig, schwach schluffig bis schluffig, humos)

Feinsand
mittelsandig, schwach schluffig, partiell schluffig, Gesteinsbruch bzw. Ortstein

Feinsand
stark mittelsandig, schwach schluffig

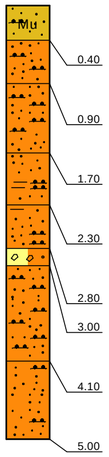
Feinsand
stark mittelsandig, schwach schluffig bis schluffig, partiell sehr schwach tonig, Verockerungshorizonte

Feinsand
stark mittelsandig, schwach schluffig, Verockerungshorizonte

Feinsand
stark mittelsandig, schw. schluffig, in dünnen Lagen schluffig, part. sehr schw. tonig, Verockerungshorizonte

RKS 8

105.85 m NN



Mutterboden
(Feinsand, mittelsandig, schwach schluffig bis schluffig, humos)

Feinsand
mittelsandig, schwach schluffig, partiell schluffig, vereinzelt Gesteinsbruch

Feinsand
stark mittelsandig, schwach schluffig, partiell schluffig, Verockerungshorizonte

Feinsand
stark mittelsandig, schluffig, partiell sehr schwach tonig

Fein- bis Mittelsand
schwach schluffig, partiell sehr schwach tonig, Verockerungshorizonte

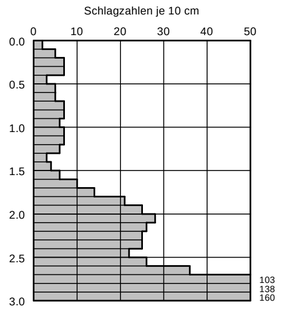
Ortstein / Sand

Fein- bis Mittelsand
schwach schluffig, partiell schluffig, partiell sehr schwach tonig, Verockerungshorizonte

Feinsand
stark mittelsandig, schwach schluffig, Verockerungshorizonte

DPL 4

105.85 m NN



Legende

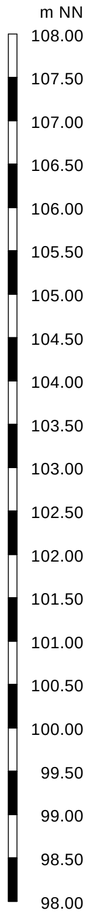
- steif
- Schluff
- Feinsand
- Mittelsand
- Mu Mutterboden

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

Bebauungsplan
BGR 29 "Heidener Straße"
48734 Reken

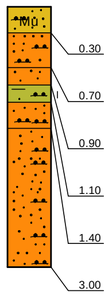
Projekt Nr. p/159255
Anlage Nr. 2.4

Darstellung von Schichtenprofilen



RKS V 1

103.77 m NN



Mutterboden, z.T. aufgefüllt
(Feinsand, mittelsandig, schwach schluffig bis schluffig, humos, Reste Ziegelbruch)

Feinsand
mittelsandig, schwach schluffig bis schluffig

Fein- bis Mittelsand
schwach schluffig, Gesteinsbruch bzw. Ortstein

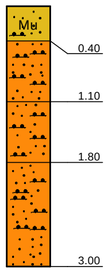
Schluff
feinsandig bis stark feinsandig, schwach tonig

Feinsand
schluffig bis stark schluffig, schwach mittelsandig

Feinsand
stark mittelsandig, schwach schluffig, partiell schluffig, Verockerungshorizonte

RKS V 2

105.91 m NN



Mutterboden
(Feinsand, mittelsandig, schwach schluffig, partiell schluffig, humos)

Feinsand
mittelsandig, schwach schluffig bis schluffig, vereinzelt Gesteinsbruch bzw. Ortstein

Fein- bis Mittelsand
schwach schluffig bis schluffig, partiell sehr schwach tonig, Verockerungshorizonte

Fein- bis Mittelsand
schwach schluffig, partiell schluffig, Verockerungshorizonte

igb

Versickerungsversuche im Gelände zur Ermittlung des k_f-Wertes

Anlage: 3

Projekt: **Bebauungsplan BGR 29 "Heidener Straße" in 48734 Reken**

Projektnummer: p/159255

Datum: 28.10.2015

Name der Bohrung	Nr. des Versuches	Brunnen-radius r [mm]	Wasserstands-höhe h [m]	Zeit t [min]	Wasser-menge [l]	Wasser-zugabe Q [m³/s]	kf-Wert [m/s]
RKS V 1 1,6 - 2,1 m u. GOK	1	25	0,50	0,77	0,100	2,16E-06	3,15E-05
	2	25	0,50	1,00	0,100	1,67E-06	2,42E-05
	3	25	0,50	1,18	0,100	1,41E-06	2,05E-05
RKS V 2 0,5 - 1,0 m u. GOK	1	25	0,50	3,37	0,100	4,95E-07	7,19E-06
	2	25	0,50	3,75	0,100	4,44E-07	6,46E-06
	3	25	0,50	3,98	0,100	4,19E-07	6,09E-06