

GUTACHTEN

Projekt: 33378 Rheda-Wiedenbrück
Erschließung Baugebiet B-Plan Nr. 391 'Kernekampstraße'



Baugrunderkundung / Gründungsberatung

Auftraggeber: Stadt Rheda-Wiedenbrück, Abt. Stadtplanung
33378 Rheda-Wiedenbrück, Rathausplatz 13

Auftragnehmer: Kleegräfe Geotechnik GmbH
59556 Lippstadt, Holzstraße 212

Projekt-Nr.: 19 04 10

Lippstadt, den 05. September 2019

- INHALTSVERZEICHNIS -

<u>1. VORGANG / AUFGABENSTELLUNG / LAGE</u>	<u>3</u>
<u>2. UNTERGRUNDERSCHLIEßUNG</u>	<u>5</u>
2.1 UNTERGRUNDSCHICHTUNG / GEOLOGIE	5
2.2 GRUNDWASSER / HYDROGEOLOGIE	6
<u>3. VERSICKERUNG: ANGABE DER HYDROGEOL. RAHMENBEDINGENGEN</u>	<u>9</u>
3.1 ERMITTLUNG DES VERSICKERUNGSPOTENZIALS (LABORVERSUCHE)	9
3.2 ERMITTLUNG DES VERSICKERUNGSPOTENZIALS (GELÄNDEVERSUCHE)	10
3.3 BEWERTUNG DES VERSICKERUNGSPOTENZIALS / RAHMENBEDINGUNGEN	11
<u>4. INGENIEURGEOL. BEURTEILUNG DES BAUGRUNDINVENTARS</u>	<u>13</u>
4.1 BODENCHARAKTERISIERENDE LABORVERSUCHE	13
4.2 BAUGRUNDBEURTEILENDE GELÄNDEVERSUCHE (DPL-5)	15
4.3 BODENMECHANISCHE KENNWERTE / BAUGRUNDBEURTEILUNG	17
4.4 BODENKLASSEN / BODENGRUPPEN / FROSTKLASSEN / HOMOGENBEREICHE	17
<u>5. INGENIEURGEOL. HINWEISGEBUNGEN ZUR BAUDURCHFÜHRUNG</u>	<u>19</u>
5.1 GEBÄUDEBAU	19
5.2 KANALBAU	30
5.3 STRAßENBAU	33
<u>6. ANLAGEN</u>	<u>37</u>

1. Vorgang / Aufgabenstellung / Lage

Die Stadt Rheda-Wiedenbrück beabsichtigt die Erschließung des Bebauungsplangebietes Nr. 391 'Kernekampstraße' im Osten des OT Wiedenbrück für Wohnbebauung (EFH sowie MFH, letztere vermutlich mit Tiefgaragen). Die Beauftragung gliedert sich in folgende Bereiche:

- Baugrund: Aufgabe ist die Durchführung einer ingenieurgeologischen Baugrunderkundung und -beurteilung. Hierauf basierend erfolgt eine orientierende Hinweisgebung hinsichtlich der allgemeinen Bebaubarkeit für die zu errichtenden Wohngebäude (Ein- und Mehrfamilienhäuser), für die Kanäle und die Anliegerstraßen.
- Versickerung: Die für eine potenzielle Versickerung wichtigen Rahmenbedingungen sind zu ermitteln und die relevanten Eckdaten aufzuzeigen und zu bewerten.

Die STADT RHEDA-WIEDENBRÜCK, ABTEILUNG STADTPLANUNG, Rathausplatz 13 in 33378 Rheda-Wiedenbrück, beauftragte das Fachbüro KLEEGRÄFE GEOTECHNIK GMBH, Holzstraße 212 in 59556 Lippstadt, mit den Untersuchungen sowie der Gutachtenerstellung. Für die Ausarbeitung steht ein Lageplan (Übersichtsplan 'Konzept 2') zur Verfügung.

Tabelle 1: Untersuchungsumfang (Gelände + Labor)

Gelände (26./27.06.2019)	- Rammkernsondierungen (Ø 40 - 60 mm)	8 Stück
	- Vor-/Handschtung wg. unsicherer Kabellage	3 Stück
	- Schneckenbohrungen für Pegelausbau (Ø 112 mm)	1 Stück
	- Einmessung in Höhe und Lage	8 Stück
	- Leichte Rammsondierungen (DPL-5)	8 Stück
	- Versickerungsversuche im Gelände (Auffüllversuche)	7 Stück
	- Ausbau Grundwassermessstelle (DN 50)	1 Stück
Bodenmechanisches Labor	- Korngrößenanalysen (DIN EN ISO 17892-4)	6 Stück
	- Wassergehaltsbestimmungen (DIN EN ISO 17892-1)	6 Stück
	- Glühverlustbestimmungen (DIN 18 128)	2 Stück

Die Lage der Bohrungen geht aus der Anlage 1.1 (Lageplan) hervor. Nach Bohrende wurden die Bohransatzpunkte lagemäßig eingemessen und höhenmäßig einnivelliert. Als Höhenfestpunkt wurde die Sohle des Kanalbauwerkes S4224 auf der Kernekampstraße herangezogen (+72,79 mNN, Position siehe Lageplan / Anlage 1.1).

► Lage: Das Areal befindet sich im Osten von 33378 Rheda-Wiedenbrück.

- Grenze Osten: Am Nonenplatz

- Grenze Norden: Kernekampstraße
- Grenze Westen: Marsenstraße
- Grenze Süden: Varenseller Straße (L791)

Im Nordwesten des Areals existieren bereits vier Wohnhäuser. Das Umfeld wird ansonsten von bestehender Wohnbebauung sowie von landwirtschaftliche Flächen geprägt. Der Anlage 8.1 ist eine Fotodokumentation zu entnehmen.

► Vornutzung: Das Areal wurde und wird überwiegend landwirtschaftlich vorgeutzt (weitgehend Getreideanbau; siehe Anlage 8.1 Fotodokumentation). Anderweitige Vornutzungen sind nicht bekannt. Es existieren im Vorfeld keine Hinweise / Verdachtsmomente auf Bodenbelastungen.

► Morphologie: Das Areal liegt ebenso wie sein Umfeld relativ eben vor. Es wurde eine Höhendifferenz von geringen 1,04 m zwischen den Bohr-Ansatzpunkten ermittelt. Die Höhenkote bewegt sich um +72 / +73 mNN (RStO-Frosteinwirkungszone I).

► Erdbebenzone: Nach der *‘Karte der Erdbebenzonen der Bundesrepublik Deutschland, hier: NRW’* (1:350 000, Geologischer Dienst NRW, 2006) ist das Arbeitsgebiet in einem *‘Gebiet außerhalb von Erdbebenzonen’* gelegen.

► Gefährdungspotenziale: Das Online-Fachinformationssystem *‘Gefährdungspotenziale des Untergrundes in NRW’* des Geologischen Dienstes NRW gibt für die das von der Maßnahme betroffene Kilometerquadrat 26224 keine besonderen geogenen Gefährdungspotenziale aufgeführter Bereiche an (• Bergbau, • Methanausgasung, • Verkarstung / Auslaugung, • Erdbeben).

► Weltkriegs-/Militärrückstände / Bodendenkmäler: Kenntnisse über das Vorhandensein von Weltkriegs- und Militärrückständen (Munition, Bomben, etc.) oder archäologischer Artefakte / Bodendenkmäler liegen dem AN nicht vor und die diesbezügliche Ermittlung ist nicht Bestandteil der Beauftragung.

► Radon: Es sind folgende Hinweise zu beachten: Das neue deutsche Strahlenschutzgesetz ist im Dezember 2018 in Kraft getreten. Es enthält in den §§ 121 bis 132 erstmals verbindliche rechtliche Regelungen zum Radonschutz.

Der Referenzwert für Radon in Aufenthaltsräumen und an Arbeitsplätzen beträgt demnach 300 Bq/m³. Es sollte im Zuge des weiteren Projektfortschritts eine Klärung über die tatsächliche Radonkonzentration in der Bodenluft herbeigeführt werden und es sollte geprüft werden, in wieweit die aus verschiedenen anderen Gründen auszuführenden Arbeiten am Bauwerk im Sinne *‘präventiver Schutzmaßnahmen zum radonsicheren Bauen’* zu bewerten sind.

Die in diesem Gutachten gemachten Angaben sind ausschließlich projektbezogen zu verwenden.

2. Untergrunderschließung

2.1 Untergrundsichtung / Geologie

Die Bohrungen wurden $\pm$ flächendeckend, jedoch unter Berücksichtigung des hoch stehenden Getreides innerhalb des Areals positioniert. Die Schichtenprofile und -verzeichnisse sind in der Anlage 2.1-2.2 dargestellt. Die Bodenansprache erfolgte durch einen Dipl.-Geologen nach den relevanten DIN-Normen.

Tabelle 2: Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse (26./27.06.2019)

BS	Ansatz m ü.NN	Auf- füllung	Mutter- boden	Sand mit Organik	Sand	Grund- wasser	DPL-5	End- teufe
1	+72,74	-	0-0,15	0,15-0,65	ab 0,65	2,45 +70,29	X	5,00
2	+72,48	-	-	0-0,45	ab 0,45	2,17 +70,31	X	5,00
3	+72,62	0-1,80	(0-0,60)	-	ab 1,80	Zusam- menfall	X	5,00
4	+72,10	-	0-0,35	-	0,35-0,55 ab 0,55	2,56 +69,54	X	5,00
5	+72,46	-	0-0,45	-	0,45-1,20 ab 1,20	2,60 +69,86	X	5,00
6	+72,74	-	0-0,50	-	0,50-0,95 ab 0,95	2,63 +70,11	X	5,00
7	+73,14	-	0-0,80	-	ab 0,80	2,68 +70,46	X	5,00
8	+72,49	-	0-0,60	0,60-1,10	ab 1,10	2,27 +70,22	X	5,00
Ø	+72,60	bis 0,76			ab 0,76	2,48 +70,12	X	5,00

Angaben in m u.GOK / m ü. NN rot: anthropogen beeinflusst

Geologie: Bei den erbohrten geogenen Schichteinheiten handelt es sich um fluviatile Niederterrassen-Sedimente der Ems aus dem pleistozänen Quartär. Die hangenden

organischen Bildungen belegen ein holozänes Alter der oberflächennahen Sedimente. Das Grundgebirge (Tonmergelstein der *Coniac-/Santon*-Stufe) wurde nicht erbohrt und besitzt aufgrund seiner Tiefenlage keine Projektrelevanz.

Bodenbelastungen: Das Bohrgut wurde auf umweltgeologisch auffällige Inhaltsstoffe kontrolliert. Bei dieser organoleptischen Bodenansprache konnten innerhalb der Auffüllungen – abgesehen von unauffälligen Anthropogenrudimenten wie Schotter und geringe Anteile an Ziegel-/Betonbruch – keine Auffälligkeiten erkannt werden. **Verdachtsmomente auf Bodenbelastungen liegen nicht vor.** Diese Aussage bezieht sich selbstverständlich ausschließlich auf die gewonnenen Bodenproben. Sollten bei den Erdarbeiten Auffälligkeiten zutage treten, so sind diese zu separieren und der Bodengutachter hinzuzuziehen.

Empfohlen wird vor der Abfuhr von potenziellem Überschussboden die Durchführung von Analysen auf die LAGA-Parameter und ggf. auf die Parameter der Deponieklassen (DepV) zwecks Beurteilung der Wiedereinbaueignung/-zulässigkeit bzw. Aufzeichnung des Entsorgungsweges.

2.2 Grundwasser / Hydrogeologie

Bei den angetroffenen Feuchteverhältnissen handelt es sich um eine zeitliche Momentaufnahme. Langfristige Messdaten stehen dem AN in Form von Messdaten einer behördlichen Messstelle im Nahbereich zur Verfügung. Daher können belastbare Angabe über das Grundwasser-Schwankungspotenzial geliefert werden. Da die Geländearbeiten innerhalb einer sehr trockenen, niederschlagsarmen Sommerperiode durchgeführt wurden, stellen die angetroffenen Nässeverhältnisse keine Hoch- / Maximalstände dar. Es ist von einem deutlichen Anstiegspotenzial in niederschlagsergiebigeren Herbst- / Frühjahrsperioden auszugehen.

• **Ausbau zu einer Grundwassermessstelle:** Nach Bohrbeendigung wurde die Bohrung BS 1 zu einer DN 50 Permanent-Grundwassermessstelle ausgebaut (‘Aufbohrung’ mit 112 mm-Schneckenbohrung, Ausbau: • Spitze, • 4,0 m Filterrohr, • 1,5 m Vollrohr, • Sebakappe, • Filterkies 0,75/1,25 mm, • Bentonitabdichtung, • Betonfundament, • Schutzdreieck). Nach Pegleinbau wurden folgende GW-Flurabstände gelotet: BS/GWM 1: 2,45 m u.GOK (+70,29 mNN), 26.06.2019

Betreffende GW-Messstelle sollte regelmäßig in relativ kurzen Intervallzeiträumen gelotet werden, um das Grundwasserschwankungs- und -anstiegspotenzial belastbar zu konkretisieren.

- **Grundwasser (Bohrlochmessungen):** Bei den Geländearbeiten am 26./27.06.2019 (ausgeprägt trockene, niederschlagsarme Sommerperiode) wurde zusammenhängendes Grundwasser mit einem Flurabstand von i.M. 2,48 m / **+70,12 mNN** gelotet (min. BS 2: 2,17 m u.GOK / max. BS 7: 2,68 m u.GOK). Hierbei handelt es sich um einen zusammenhängender Lockergesteinsaquifer / Porenwasserleiter.
- **Vorflut:** Randlich des Areals existieren mehrere Kleingräben, welche i.d.R. nach Nordwesten entwässern. Diese verlaufen überwiegend parallel der Wirtschafts-/ Fahrwege. Die Ems stellt die relevante Hauptvorflut. Diese verläuft ca. 1.200 m südlich des Arbeitsgebietes mit westlicher Entwässerungsrichtung.
- **Messdaten aus dem Umfeldbereich:** Ca. 200 m südöstlich des Arbeitsgebietes befindet sich auf dem Grundstück Hammersenstraße Nr. 74 ein behördlicher Pegel / eine aktive behördliche Grundwassermessstelle ('020781994 – WIEDMO36'). Die Kenndaten und Hauptwerte dieser Messstelle wurden vom 'Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen' online gestellt ('NRW Umweltdaten vor Ort') und sind in der Tabelle 3 aufgeführt.

Tabelle 3: Kenndaten und Hauptwerte der Grundwassermessstelle im Arbeitsgebiet

Lage (projektbezogen)		auf Grundstück Hammersenstraße Hs.-Nr.74
Messstellen-Nr. (LGD-Nr.)		020781994
Name, Bezeichnung		'WIEDMO36'
Eigentümer / Betreiber		VGW Rheda-Wiedenbrück, Wasserwerk Rheda-Wiedenbrück
Art		GW-Messstelle
Errichtung		25.04.1977
GOK (Geländehöhe)		+72,95 mNN
Messturnus / Lotung / Zeitraum		25.04.1977 bis 13.05.2001: 14-täglich seit 14.05.2001: monatlich (gesamt 879 Messungen)
Hauptwerte (Grundwasser)	min.	+70,60 mNN (22.10.1990)
	max.	+72,64 mNN (29.12.1986)
	Schwankung	2,04 m
	Durchschnitt	+71,65 mNN
Hinweis: GOK Arbeitsgebiet		i.M. +72,79 mNN

Aufgrund der deutlichen Durchlässigkeit der untergrundprägenden Sande ist davon auszugehen, dass das Grundwasser eine relativ höhengleiche Spiegelfläche mit einem geringen hydraulischen Gefälle besitzt.

• **Bemessungswasserstand:** Anhand der Daten der o.g. Tabelle 3 – im Besonderen des GW-Schwankungspotentials – wurde der Bemessungswasserstand ermittelt. Es wird darauf hingewiesen, dass der o.g. Höchststand bereits vor 33 Jahren ermittelt wurde und zwischenzeitlich umfangreiche Hochwasserschutz- und Regulierungsmaßnahmen erfolgten, so dass g.g. Höchststand nicht mehr zu erwarten ist.

Daher wird als **Bemessungswasserstand 0,50 m unter aktueller GOK (ohne Extremereignisse)** festgelegt. Dies entspricht einem Anstiegspotenzial von ca. 2,0 m gegenüber den angetroffenen GW-Ständen in einem ausgeprägt trockenen, niederschlagsarmen Sommer (= relativer Tiefstand). Das g.g. zugrundegelegte Anstiegspotenzial entspricht dem ermittelten langjährigen Schwankungspotenzial innerhalb der o.g. Messstelle (siehe Tabelle 3).

• **Staunässepotenzial:** Der untergrundprägende Fluvatilsand weist kein relevantes Staunässepotenzial auf.

• **Überschwemmungsgebiet:** Das Arbeitsgebiet ist nicht als 'festgesetztes Überschwemmungsgebiete' ausgewiesen (Quelle: www.ELWAS.nrw.de, Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- u. Verbraucherschutz des Landes NRW).

Fazit: Bei einer Nichtunterkellerung existiert eine periodische GW-Beeinflussung der Gründungskörper (Fundamente). Eine GW-Einflussnahme auf die Bodenplatte wird bei einer Nichtunterkellerung ausschließlich dann nicht erwartet, wenn die UK Bodenplatte oberhalb der aktuellen GOK verläuft. Dies bedingt eine Heraushebung der OKFF EG über die aktuelle GOK. Bei einer Unterkellerung unterliegt das KG einer sehr häufigen bis permanenten GW-Beeinflussung ('drückendes Wasser').
Bemessungswasserstand: 0,5 m unter aktueller GOK (ohne Extremereignisse).

Die die Wasserdurchlässigkeit bestimmenden k_f -Werte ('Durchlässigkeitsbeiwerte') können für die relevanten Bodenschichten wie folgt relativ exakt angegeben werden:

Bodenart	k_f -Wert in m/s
<u>- Fluvatilsand (untergrundprägend):</u>	
Feinsand, mittelsandig bis stark mittelsandig, schwach schluffig	$10^{-4} - 10^{-5}$

Bewertung der Lockergesteinsdurchlässigkeit mittels Durchlässigkeitsbeiwert (nach DIN 18 130)		
• stark durchlässig :	$> 10^{-4}$	m/s
• durchlässig :	$10^{-4} - 10^{-6}$	m/s
• gering durchlässig:	$10^{-6} - 10^{-8}$	m/s
• sehr gering durchlässig:	$< 10^{-8}$	m/s

3. Versickerung: Angabe der hydrogeol. Rahmenbedingungen

Im Rahmen der Erschließung des Areals erfolgt die Aufzeigung und fachliche Beurteilung der hydrogeologischen Rahmenbedingen im Hinblick auf die potenzielle Versickerung von Niederschlagswasser.

Richtlinien / Regelwerke: Die Hinweisgebungen sowie Bewertungen erfolgen in enger Anlehnung an folgende Regelwerke / Verwaltungsvorschriften:

- *DWA-Regelwerk: Arbeitsblatt DWA-A 138 'Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser' (Ausgabe: April 2005).*
- *'Wasserrundbrief 3 - Niederschlagswasserversickerung' [RdErl. d. Ministeriums für Umwelt, Raumordnung u. Landwirtschaft vom 18. Mai 1998 (IV B 5 – 673/2-29010 / IV B 6 – 031 002 0901) zur Durchführung des § 51a des Landeswassergesetzes LWG für das Land Nordrhein-Westfalen vom 4. Juli 1979 (GV.NW. S. 488) in der Neufassung vom 25. Juni 1995 (GV. NW. S. 926/SGV NW. 77)].*

3.1 Ermittlung des Versickerungspotenzials (Laborversuche)

- Korngrößenanalysen (DIN EN ISO 17892-4): An dem gründungs- und versickerungsrelevante Fluvatilsand wurden fünf Korngrößenanalysen durchgeführt (Proben siehe Tabelle 5). In der Anlage 3.1-3.2 sind die aktuelle ermittelten Kornverteilungen als Kornsummenkurven graphisch dargestellt. Die Ergebnisse der Korngrößenanalysen sind in der Tabelle 5 aufgeführt.

Als Ergebnis zeigt sich, dass der Untergrund geprägt wird von einem **enggestuften, schwach schluffigen Fein- / Mittelsand** deutlicher Durchlässigkeit. Ergänzend stehen im Hangenden z.T. **schluffige Fein-/Mittelsande** an.

- Durchlässigkeit: Die Berechnungen des Durchlässigkeitsbeiwertes (Durchlässigkeitskoeffizient) des untersuchten Fluvatilsandes nach BEYER sowie ergänzend nach HAZEN und bei stärker bindigen Böden nach MALLETT & PACQUANT ergeben Durchlässigkeiten der Größenordnung von $k_f = \text{ca. } 10^{-4} \text{ m/s} - 10^{-5} \text{ m/s}$, vereinzelt um von $k_f = \text{ca. } 10^{-5} \text{ m/s} - 10^{-6} \text{ m/s}$ (DIN 18 130: 'durchlässig').

Die untersuchten Sande weisen kein relevantes Staunäsepotenzial auf.

Die Korngrößenanalysen zeigen eindeutig, dass der Untergrund von deutlich durchlässigen, weitgehend enggestuften Sanden geprägt wird.

3.2 Ermittlung des Versickerungspotenzials (Geländeversuche)

Durchführung der Versickerungsversuche (Feldversuche): Es wurden insgesamt sieben Stück Versickerungsversuche (Feldversuche) durchgeführt. Die Versickerungsversuche wurden als hydrostatisches Verfahren (Auffüllversuche) mit konstanter Druckhöhe durchgeführt ('open-end-test'). Für die Durchführung der Versuche wurden die Bohrlöcher der sechs Bohrungen BS 2 sowie BS 4-8 (ausgebaut mit einem Temporärpegel) sowie der Grundwassermessstelle BS/GWM 1 (ausgebaut mit einem Permanentpegel) verwendet.

Als erster Schritt der Versickerungsversuche erfolgte eine ausreichende Wässerung des jeweiligen Bohrlochprofils zwecks Sättigung des Bodenaufbaus. Im Anschluss erfolgte eine Wassersäulenfestlegung. Darauf wird die Wasserzugabe pro Zeiteinheit gemessen, welche zur Konstanthaltung dieser o.g. definierten Wassersäulenhöhe benötigt wird.

Die Versickerungsversuche wurden auf der Grundwasseroberfläche durchgeführt, was zulässig ist, solange ausschließlich die Durchlässigkeiten der darüber liegenden Bodenschichten bestimmt werden. Die Ergebnisse der Versickerungsversuche sind in der Anlage 6.1 sowie in der folgenden Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4: Ermittelte Durchlässigkeitsbeiwerte (Geländeversuche)

Bohrloch	Versick.-Medium	Grundwasser, m u.GOK	Gültigkeitsbereich	k _f in m/s		Bewertung DIN 18 130	MURL Bewertung
				Versuch 1	Versuch 2		
GWM 1	Fluv.-Sand	2,45 m	1,00-2,45 m	1,9 * 10 ⁻⁴	1,6 * 10 ⁻⁴	stark durchl.	Versickerungseignung nach MURL: k _f > 5 * 10 ⁻⁶ m/s
BS 2	Fluv.-Sand	2,17 m	1,00-2,17 m	7,5 * 10 ⁻⁵	5,6 * 10 ⁻⁵	durchlässig	
BS 4	Fluv.-Sand	2,56 m	1,00-2,56 m	1,3 * 10 ⁻⁴	1,1 * 10 ⁻⁴	stark durchl.	
BS 5	Fluv.-Sand	2,60 m	1,00-2,60 m	1,1 * 10 ⁻⁴	1,0 * 10 ⁻⁴	stark durchl.	
BS 6	Fluv.-Sand	2,63 m	1,00-2,63 m	8,2 * 10 ⁻⁵	8,8 * 10 ⁻⁵	durchlässig	
BS 7	Fluv.-Sand	2,68 m	1,00-2,68 m	9,8 * 10 ⁻⁵	9,3 * 10 ⁻⁵	durchlässig	
BS 8	Fluv.-Sand	2,27 m	1,00-2,27 m	2,1 * 10 ⁻⁴	1,8 * 10 ⁻⁴	stark durchl.	

Bewertung DIN 18 130: stark durchlässig durchlässig gering durchlässig sehr gering durchlässig

3.3 Bewertung des Versickerungspotenzials / Rahmenbedingungen

► Materialspezifische Bewertung: Die Versickerungsversuche belegen deutliche Durchlässigkeiten der Fluviatilsande, die sich weitgehend im Bereich von $k_f = 2 \cdot 10^{-4} - 6 \cdot 10^{-5}$ m/s bewegen (DIN 18 130: 'stark durchlässig' bis 'durchlässig').

Die theoretischen Berechnungen der Wasserdurchlässigkeit anhand der Kornsummenkurven belegen ebenfalls deutliche Durchlässigkeiten der Fluviatilsande, die sich weitgehend im Bereich von $10^{-4} - 10^{-6}$ m/s bewegen (DIN 18 130: 'durchlässig').

Die versuchs- und labortechnisch ermittelten / errechneten Durchlässigkeiten bewegen sich im wasserrechtlich zulässigen und bodenphysikalisch ausreichenden Bereich.

► Grundwasserrelevante Faktoren: Es sollte aus hydrogeologischen, umweltgeologischen und wasserrechtlichen Aspekten ein Mindestabstand des tiefstgelegenen Bestandteils einer Versickerungsanlage zum höchstgelegenen Grundwasserstand (= geringster Flurabstand) von 1 m nicht unterschritten werden. Dies fordert der o.g. Runderlass des Umweltministeriums vom 18.05.1998. Genannter Mindestabstand wird ebenfalls in dem grundlegenden technischen Regelwerk der DWA-Regelwerk A 138 empfohlen.

Bei den Geländearbeiten innerhalb einer ausgeprägt trockenen und niederschlagsarmen Sommerperiode wurde ein geringster GW-Flurabstand von 2,17 m bei einem Mittelwert von 2,48 m ermittelt.

Im Nahbereich des Arbeitsgebietes existiert eine behördliche Grundwassermessstelle (siehe Kap. 2.1). Diese wird seit 1977 betrieben und liefert belastbares Datenmaterial. Der höchste gemessene GW-Stand beträgt +72,64 mNN bei einem ermittelten Schwankungspotenzial von max. 2,04 m. Hierauf basierend wurde der Bemessungswasserstand festgelegt (0,5 m unter aktuelle GOK, ohne Extremereignisse).

Bei den aktuellen Geländehöhen ist wasserrechtlich eine Versickerung aufgrund des nicht ausreichenden / nicht vorhandenen Sickerraumes zwischen den Sohlbereichen potenzieller Versickerungsanlagen und dem Bemessungswassersand unzulässig und physikalisch nicht möglich.

► Bodengenese: Bei den (theoretisch) versickerungsrelevanten Fluviatilsanden handelt es sich weitgehend um geogene, unauffällige Böden. Schadstoffmobilisierungen sind demnach nicht zu befürchten / zu erwarten.

► Vorfluter Kleingräben: Sollte aufgrund der vorgenannten Rahmenbedingungen eine Einleitung bzw. Teileinleitung unverschmutzter Niederschlagswässer in die das Baugebiet randlich tangierenden namenlosen Kleingräben angedacht werden, so muss zuvor die ausreichende Aufnahmefähigkeit dieses Grabens / dieser Verrohrung durch ein Fachbüro ermittelt werden (sog. ´Hydraulischer Nachweis´).

► Rückhaltebauwerke / Erdbecken: Im zentralen Bereich des Arbeitsgebietes wird ein größeres Erdbecken als Regenrückhaltebecken vorgesehen (ca. 2.700 m²). Dieses soll in den südlichen Kleingraben parallel der Marsenstraße abschlagen / einleiten. Diesbezüglich wird auf Folgendes hingewiesen: Bei Freilegung eines Erdbeckens wird – da häufig / periodisch ein geringer GW-Flurabstand existiert – je nach Tiefe des Erdbeckens die GW-Spiegelfläche periodisch freigelegt, so dass lediglich ein sehr geringes Rückhaltevolumen geschaffen wird, welches zudem infolge des GW-Anstiegspotenzials (Bemessungswasserstand: 0,5 m unter aktueller GOK) auch noch deutlich schwankt / differiert. Aufgrund der Rahmenbedingungen wird ein potenzielles Erdbecken als Rückhaltebauwerk für wenig sinnvoll eingeschätzt bzw. muss ein lediglich geringes Aufnahmevermögen in Kauf genommen werden. Eine diesbezügliche Alternative stellt eine Betonkonstruktion dar, welche jedoch einen erheblich höheren Aufwand erforderlich macht (Errichtung, Auftriebsicherung).

Fazit: Hydrogeologische / versickerungsrelevante Rahmenbedingungen

Boden: Der untergrundprägende Fluvialsand (k_f -Wert: $k_f = 2 \cdot 10^{-4} - 6 \cdot 10^{-5}$ m/s) ist ´stark durchlässig´ bis ´durchlässig´. Es handelt sich um einen Boden, welcher wasserrechtlich zulässige und bodenphysikalisch ausreichende Durchlässigkeiten führt.

Genese: Es handelt sich bei der versickerungsrelevanten Einheit durchgängig um einen geogenen, unauffälligen Boden.

Grundwasser: Das Grundwasser weist periodisch einen geringen bis sehr geringen Flurabstand auf. Bei den aktuellen Geländehöhen und dem Bemessungswasserstand (0,5 m unter aktuelle GOK, ohne Extremereignisse) existiert kein / kein ausreichender Sickerraum. **Ausgehend von der aktuellen GOK ist eine Versickerung bodenphysikalisch dauerhaft nicht möglich und wasserrechtlich nicht zulässig.**

Vorfluter: Vor potenziellen Vorflutereinleitungen in die namenlosen Kleingräben muss ein sog. ´Hydraulischer Nachweis´ die ausreichende Aufnahmekapazität nachweisen.

Potenzielle Rückhaltung in Erdbecken: Aufgrund des periodisch geringen GW-Flurabstandes plus Anstiegspotenzial wird in potenziellen Erdbecken in Abhängigkeit der Beckentiefe die GW-Spiegelfläche periodisch freigelegt. Es existiert lediglich ein geringes und zudem schwankendes Rückhaltevolumen.

4. Ingenieurgeol. Beurteilung des Baugrundinventars

4.1 Bodencharakterisierende Laborversuche

- Korngrößenanalysen (DIN EN ISO 17892-4): Es wurden sechs Stück Korngrößenanalysen durchgeführt (1 x Sieb-/Sedimentationsanalyse, 5 x Siebanalyse), wobei der überwiegend der gründungs- und versickerungsrelevante Fluviatilsand sowie ergänzend der Füllboden untersucht wurden (Proben siehe Tabelle 5). In der Anlage 3.1-3.2 sind die aktuelle ermittelten Kornverteilungen als Kornsummenkurven graphisch dargestellt. Die Ergebnisse der Korngrößenanalysen sind in der Tabelle 5 aufgeführt.

Tabelle 5: Ergebnisse der Korngrößenanalysen und Wassergehaltsbestimmungen (**fett**: prägend)

Genese	Fluviatilsand										Füllboden	
Probe	1/7		3/5		5/3		6/3		8/5		3/4	
Profilbereich, m u.GOK	3,50-3,80		1,80-3,50		1,20-1,90		0,95-1,30		2,60-3,60		0,90-1,80	
Ton (%)	-		n.b.		n.b.		n.b.		n.b.		n.b.	
Schluff (%)	9		11		10		28		8		19	
Feinsand (%)	60	90	51	89	50	90	49	72	40	92	15	31
Mittelsand (%)	27		35		37		22		47		10	
Grobsand (%)	3		3		3		1		5		6	
Kies (%)	1		-		-		-		-		50	
d ₁₀ (mm)	0,062		ca. 0,055		0,063		< 0,06		0,070		ca. 0,04	
U-Wert (d ₆₀ /d ₁₀)	2,7		3,0		3,2		ca. 7		3,5		194	
k _f -Wert n. BEYER (m/s)	4 * 10⁻⁵		3 * 10⁻⁵		4 * 10⁻⁵		ca. 3 * 10⁻⁶		4 * 10⁻⁵		9 * 10⁻⁶	
k _f -Wert n. HAZEN (m/s)	4 * 10⁻⁵		4 * 10⁻⁵		5 * 10⁻⁵		-		6 * 10⁻⁵		-	
k _f -Wert n. MA / PA (m/s)	-		-		-		ca. 2 * 10⁻⁶		-		-	
Wassergehalt w, %	17,58		14,70		11,72		13,13		17,39		5,97	

Bewertung DIN 18 130: **stark durchlässig** **durchlässig** **gering durchlässig** **sehr gering durchlässig**

MA / PA = Mallet & Pacquant

Der Untergrund wird geprägt von einem **enggestuften, schwach schluffigen Fein- / Mittelsand** deutlicher Durchlässigkeit. Im Hangenden stehen z.T. Sande mit einem höheren Lehmanteil an.

- Bodenbezeich. (DIN 4022), Bodenklassen (DIN 18 196), Frostklassen (ZTVE-StB)

Tabelle 6: Klassifizierung der untersuchten Proben nach DIN 4022, DIN 18 196, ZTVE-StB

Probe	DIN 4022	DIN 18 196	ZTVE-StB
1/7	Feinsand , mittelsandig, schwach schluffig	SU	F1
3/5	Feinsand , stark mittelsandig, schwach schluffig	SU	F1
5/3	Feinsand , stark mittelsandig, schwach schluffig	SU	F1
6/3	Feinsand , schluffig, mittelsandig	SU*	F3
8/5	Mittelsand-Feinsand-Gemisch , schwach schluffig, schwach grobsandig	SU	F1
3/4	Kies , stark sandig, schluffig	GU	F2

Farblegende: **blau** = Fluviatilsand, **rot** = Füllboden

- Durchlässigkeit: Die Berechnungen des Durchlässigkeitsbeiwertes (Durchlässigkeitskoeffizient) des untersuchten Fluviatilsandes nach BEYER sowie ergänzend nach HAZEN und bei stärker bindigen Böden nach MALLET & PACQUANT ergeben Durchlässigkeiten der Größenordnung von $k_f = \text{ca. } 10^{-4} \text{ m/s} - 10^{-5} \text{ m/s}$, vereinzelt um von $k_f = \text{ca. } 10^{-5} \text{ m/s} - 10^{-6} \text{ m/s}$ (DIN 18 130: 'durchlässig').

Die untersuchten Sande weisen kein relevantes Staunäsepotenzial auf.

- Frostempfindlichkeit (ZTVE-StB): Die untersuchten Sande sind weitgehend der Klasse F1 zugehörig ('nicht frostempfindlich'). Die im Hangenden z.T. in geringer Stärke anstehenden Sande mit einem höheren Lehmanteil sind in die Klasse F3 zu stellen ('sehr frostempfindlich').

- Ungleichförmigkeitsgrad (DIN 1054): Der untersuchte Sand weist teilweise einen geringen U-Wert von ≤ 3 auf (Ungleichförmigkeitszahl $U = d_{60} / d_{10}$). Dieser Sand wird als 'gleichförmig' charakterisiert. Die enge Stufung der betreffenden Sande kann eine sog. 'Verdichtungsunwilligkeit' verursachen.

- Wassergehaltsbestimmungen (DIN EN ISO 17892-1): Die ermittelten hohen Wassergehalte der fünf untersuchten Fluviatilsand-Proben (siehe Tabelle 5, Anlage 4.1) von $w = 11,7 / 17,6 \%$ belegen einen weitgehend stark feuchten bis (grund-) wassergesättigten Boden. Der untersuchte Füllboden (Probe 3/4, $w = 6,0 \%$) liegt aufgrund seiner hangenden Positionierung lediglich in einem erdfeuchten bis feuchten Zustand vor.

- Glühverlustbestimmung (nach DIN 18 128): Bei der Bodenansprache wurde an mehreren Proben ein geringer organischer Nebengemenganteil erkannt. Die in der Tabelle 7 aufgeführten beiden Proben wurden auf ihren Organikanteil hin untersucht.

Das Ergebnis der Untersuchung (Glühverlust als Mittelwert von drei Versuchen; siehe Anlage 5.1) ist der folgenden Tabelle 7 zu entnehmen.

Tabelle 7: Ergebnisse der Glühverlustbestimmung

Einheit	Probe	Tiefenlage (m u.GOK)	Glühverlust V_{gl}	DIN EN ISO 14688-2	DIN 1054
Füllboden	3/4	0,90-1,80	1,48 %	nicht organisch	nicht organisch
Füllboden	6/2	0,50-0,95	1,68 %	nicht organisch	nicht organisch

<u>DIN 1054-Klassifizierung:</u>	´nichtorganischer Boden´	(nichtbindige Böden < 3 %, bindige Böden < 5 %)
	´organischer Boden´	(nichtbindige Böden 3-20 %, bindige Böden 5-20%)
	´hochorganischer Boden´	(> 20 %)
<u>DIN EN ISO 14688-2:</u>	´nicht organisch´	(< 2 % der Trockenmasse ≤ 2 mm)
	´schwach organisch´	(2-6 % der Trockenmasse ≤ 2 mm)
	´mittel organisch´	(6-20 % der Trockenmasse ≤ 2 mm)
	´stark organisch´	(> 20 % der Trockenmasse ≤ 2 mm)

Neben der aktuellen DIN EN ISO 14688-2 erfolgt eine Bewertung gem. der ´alten´ DIN 1054, da diese zwischen bindigen und nichtbindigen Böden differenziert und somit eine detailliertere Charakterisierung / Einstufung liefert.

Die Ergebnisse belegen im hangenden Bodenprofil einen sehr geringen Organikanteil, welcher von den relevanten Normen als ´nicht organisch´ klassifiziert wird.

Ein erhöhtes Setzungspotenzial geht von der nachgewiesenen Größenordnung des Organikanteils nicht aus. Organische Einschaltungen können jedoch nicht völlig innerhalb / unterhalb der gründungsrelevanten Teufen ausgeschlossen werden. Sehr wichtig ist die sorgfältige Kontrolle der Aushubfläche auf deutliche organische Bestandteile und deren vollständigen Entfernung.

4.2 Baugrundbeurteilende Geländeversuche (DPL-5)

Die Untersuchungen erfolgten in Anlehnung an die DIN 4094 sowie DIN EN ISO 22476-2 und TP BF-StB Teil B 15.1 und wurden mit der sog. Leichten Rammsonde durchgeführt (DPL 5 = ´Dynamic Probing Light´, 5 cm² Spitzenquerschnitt).

Es wurden acht Stück Rammsondierungen (DPL 1-8) im Nahbereich zu den zuvor niedergebrachten Rammkernsondierungen BS 1-8 angesetzt (Beispiel: BS 1 / DPL 1). Die Ergebnisdarstellung erfolgt in der Gegenüberstellung Schlagzahl pro 10 cm Eindringtiefe n_{10} gegen Tiefe. Die Rammdiagramme sind in der Anlage 2 grafisch dargestellt.

Innerhalb der BS 3 und BS 4 mussten aufgrund unsicherer Kabellagen bis 2,0 m (BS 3) bzw. bis 1,2 m (BS 4) vorgeschachtet werden und werden somit versuchstechnisch nicht erfasst.

⇒ Anthropogene Beeinflussungen: Die Anthropogenbeeinflussungen – welche zudem häufig einen organischen Anteil aufweisen – führen überwiegend geringe bis mittelhohe Schlagzahlen von weitgehend $n_{10} = \text{ca. } 6-13$. Es kann von einer **lockeren bis mitteldichten Lagerung** ausgegangen werden. In Verbindung mit dem häufigen Organikanteil sind die Anthropogenbeeinflussungen gründungstechnisch kritisch zu beurteilen.

⇒⇒ Oberer Fluviatilsand (überw. bis ca. 3,0 / 3,5 m u. akt. GOK): Die hangenden Sande weisen weitgehend ein mittleres Schlagzahlniveau von überwiegend $n_{10} = \text{ca. } 8-15$ auf. Umgerechnet handelt es sich hierbei um eine **mitteldichte Lagerung**. Bei einer Nichtunterkellerung, z.T. bei einer Unterkellerung besitzen diese Sande weitgehend Gründungsrelevanz. Diese Sande weisen einen mäßigen Verbesserungsbedarf auf (tiefenwirksame Nachverdichtung) und bedürfen geringer gründungsvorbereitender Verbesserungen (verdichtungsfähige Schotterlage).

⇒⇒ Unterer Fluviatilsand (überw. ab ca. 3,0 / 3,5 m u. akt. GOK): Ab genannter Teufe erfolgt eine Zunahme der Schlagzahlen auf ein hohes Niveau (weitgehend $n_{10} > 13$). Dies entspricht umgerechnet innerhalb der grundwassererfüllten Bereiche einer **dichten Lagerung**. Dieser Sand weist eine gute Baugrundeignung auf, kommt als direktes Gründungsmedium aufgrund seiner Tiefenlage vermutlich jedoch lediglich bei einer Unterkellerung zum Tragen.

4.3 Bodenmechanische Kennwerte / Baugrundbeurteilung

Tabelle 8: Charakteristische Bodenkenngrößen der relevanten Bodenarten

BODENART	γ_k (kN/m ³)	γ'_k (kN/m ³)	φ'_k (°)	c'_k (kN/m ²)	$E_{s,k}$ (kN/m ²)
<u>Einzubauende Schottertragschicht (dicht)</u>	22,0	14,0	37,5	0	80.000
<u>anthrop. beeinflusste Sande</u> : Sand, z.T. schluffig, z.T. organ. Anteile; überw. locker bis mitteldicht *	16,5 - 18,0	8,5 - 10,0	27,0 - 32,5	0	2.000 - 15.000
<u>Oberer Fluv.-Sand (bis ca. 3,0 / 3,5 m u. akt. GOK)</u> : Feinsand- / Mittelsand-Gemisch, schw. schluffig bis schluffig; überw. mitteldicht *	17,5 - 18,0	9,5 - 10,0	32,5	0	20.000 - 30.000 RW 22.000
<u>Unterer Fluv.-Sand (ab ca. 3,0 / 3,5 m u. akt. GOK)</u> : Feinsand- / Mittelsand-Gemisch, schw. schluffig; überw. dicht *	18,5 - 19,0	10,5 - 11,0	35,0	0	30.000 - 50.000 RW 35.000

γ_k = Wichte des erdfeuchten Bodens

γ'_k = Wichte d. Bodens unter Auftrieb

φ'_k = Reibungswinkel des drainierten Bodens

RW = Rechenwert

c'_k = Kohäsion des drainierten Bodens

$E_{s,k}$ = Steifeziffer

* = angetroffen

4.4 Bodenklassen / Bodengruppen / Frostklassen / Homogenbereiche

Tabelle 9: Bodenklassen, Bodengruppen, Frostklassen, Homogenbereiche

Schichtglieder (Grobgliederung)	Bodenklassen (DIN 18 300)	Gruppensymbol (DIN 18 196)	‘Frostklasse’ ZTVE-StB	Boden- lösung	Homogen- bereiche
beeinfl. ‘Mutterboden’	1 / period. 2	A (OH-OU)	F2	‘Löffel- bagger’	-
beeinflusster Sand	3-4	A (SE-SU-OH)	F1		Nr. 1
Füllkies	3-4	A (GW-GU)	F1-F2		
Fülllehm ¹⁾	4, period. 2	A (UL-UM)	F3		
hangender Fluvialsand (z.T. bis ca. 1,0/1,3 m)	3-4	SU*	F3		
Fluv.-Sand (prägend)	3-4	SU	F1		

¹⁾ bei Wassersättigung bewegungsempfindlich (Gefahr der Konsistenzverring. bis zu breiiger Konsistenz = BK 2)

Für die Entfernung des 'Mutterbodens' erfolgt keine Ausweisung eines eigenen Homogenbereiches, da dieser ohnehin separat zu handhaben ist.

Erläuterung Tabelle 9

nach DIN 18 300	Bodenklasse 1: Bodenklasse 2: Bodenklasse 3: Bodenklasse 4:	Oberboden ('Mutterboden') fließende Bodenarten leicht lösbare Bodenarten mittelschwer lösbare Bodenarten
nach DIN 18 196	A OU OH UL/UM SE SU/SU*	Auffüllungen Schluffe mit organischen Beimengungen grob- bis gemischtkörnige Böden mit Beimengungen humoser Art leicht / mittelpastische Schluffe enggestufte Sande Sand-Schluff-Gemische
ZTVE-StB	F1 F2 F3	nicht frostempfindlich gering bis mittel frostempfindlich sehr frostempfindlich
Homogenbereiche DIN 18 300: 2016-09	Nr. 1:	Eigenschaften siehe Tabelle 10

Bodenlösung / Erdbau (Wohnbebauung / Kanalbau / Straßenbau): Es ist davon auszugehen, dass die Lösung der relevanten Lockergesteinsböden mittels 'normalem' Löffelbagger möglich sein wird (Bodenklassen 1-4). Diese Aussage gilt nicht für ggf. im Untergrund befindliches Material in Stein- / Blockform.

Homogenbereiche gem. VOB Teil C: Die Festlegung von Homogenbereichen erfolgt für das Gewerk 'Erdbau' gem. DIN 18 300:2016-09 im Hinblick auf die anzusetzende Geotechnische Kategorie GK 1 ('Kleiner Erdbau').

Homogenbereich (DIN 18 300: 2016-09): Nr. 1

Tabelle 10: Kennwerte für **Homogenbereich Nr. 1**

Nr. nach VOB	Kennwert / Eigenschaft	Wertebereich
2a, 2b	Anteil Steine und Blöcke	< 1 % (Schätzung)
2c	Anteil große Blöcke	< 0 % (Schätzung)
6	undrainierte Scherfestigkeit	~ 0 – 150 kN/m ²
9	Konsistenz	~ 0,30 - 1,20
12	Plastizitätszahl	~ 0,10 – 0,35
14	Lagerungsdichte D	~ 0,25 – 0,50
20	Bodengruppen	SE, SU, UL, UM, OH, GW, GU
21	Ortsübliche Bezeichnung	Fluv.-Sand, beeinflusste Sande, Fülllehm, Füllkies

5. Ingenieurgeol. Hinweisgebungen zur Baudurchführung

Aufgrund der zu diesem Zeitpunkt noch nicht vorliegenden Detailplanung soll an dieser Stelle eine orientierende, überschlägige (Baugrund-) Beurteilung des zu untersuchenden Areals vorgenommen werden. **Diese Untersuchung ersetzt keine detaillierte Einzelprojekt-Baugrunduntersuchung.** Die Hinweisgebungen gliedern sich in die drei Bereiche Wohngebäudebau, Kanalbau und Straßenbau.

5.1 Gebäudebau

Es sollen überwiegend Einfamilienhäuser (EFH) und ergänzend an der Varenseller Straße und an der Straße Am Nonenplatz Mehrfamilienhäuser (MFH) errichtet werden. Die MFH werden optional mit Tiefgarage (TG) versehen.

Dem AN liegt keine Information über eine Bauweise der EFH mit oder ohne Unterkellerung vor. Grundsätzlich ist die Aussage zu treffen, dass sowohl Gebäudeerrichtungen mit als auch ohne Unterkellerung möglich sind. Bei den vorliegenden Grundwasserverhältnissen macht eine Bauweise mit Unterkellerung einen Mehraufwand gegenüber einer Nichtunterkellerung erforderlich (Gründungsniveau und Kellergeschoss innerhalb des grundwasserbeeinflussten Bereiches ⇒ Schutz des KG vor ´drückendes´ Wasser, ⇒ Notwendigkeit einer bauzeitlichen Grundwasserabsenkung).

Bezüglich des Gebäudebaus wird bei einer Unterkellerung von einer Gründungsteufe auf ca. 2,5 m u.GOK und bei einer Nichtunterkellerung von einer (frostdfreien) Gründungsteufe auf ca. 1,0 m u.GOK ausgegangen. Ebenso wird von einer deutlichen Heraushebung der OKFF EG über die aktuelle GOK ausgegangen.

Boden- und Grundwasserverhältnisse: Nach Abtrag des anthropogen beeinflussten 'Mutterbodens' ($d = i.M. 0,49 \text{ m}$) steht stellenweise ein Sand mit organischen Anteilen an. Betreffende Abschnitte weisen teilweise eine Anthropogenbeeinflussung auf. Überwiegend steht unmittelbar unterhalb des Oberbodens der enggestufte Fluvialsand an (Fein-/Mittelsand, schluffig bis schwach schluffig). Der organikarme/-freie Fluvialsand liegt bis ca. $3,0 / 3,5 \text{ m u.GOK}$ überwiegend in einer mitteldichten und unterhalb weitgehend in einer dichten Lagerung vor.

Bei einer Nichtunterkellerung existiert eine periodische GW-Beeinflussung potenzieller Fundamente / Gründungskörper. Eine GW-Einflussnahme auf die Bodenplatte ist bei einer Nichtunterkellerung ausschließlich bei einer Heraushebung der OKFF EG über die aktuelle GOK unwahrscheinlich. Bei einer Unterkellerung unterliegt das KG einer sehr häufigen bis permanenten GW-Beeinflussung ('drückendes Wasser'). Bemessungswasserstand: $0,5 \text{ m}$ unter aktueller GOK (ohne Extremereignisse).

Kurzfassung: Der relevante Untergrund weist projektbezogen eine ausreichende Gründungseignung für eine Flachgründung / Fundamentgründung auf. Einschränkende Kriterien stellen die z.T. organischen sowie anthropogen beeinflussten Böden im Hangenden sowie und der periodisch geringe Grundwasserflurabstand dar. Es ist unter Berücksichtigung des Bemessungswasserstandes periodisch von einem GW-Anstieg bis $0,5 \text{ m}$ unter aktueller GOK auszugehen (ohne Extremereignisse).

- Nichtunterkellerung: Vorgeschlagen wird ein Lastabtrag über Streifenfundamente bzw. alternativ über eine bewehrte Bodenplatte. Der AN favorisiert eine Platten Gründung. Generell muss die UK der Bodenplatte deutlich oberhalb des Bemessungswasserstandes liegen ($0,5 \text{ m}$ unter akt. GOK). Angeraten wird – vorbehaltlich g.g. Empfehlung – eine Heraushebung der OKFF EG von mindestens $0,3 \text{ m}$ oberhalb der aktuellen GOK.
- Unterkellerung /TG: Es wird eine Plattengründung und Abdichtung gegen 'drückendes' Wasser angeraten.

Im Bauflächen- und Lastabtragsbereich sind alle organischen und bindigen Böden vollständig zu entfernen und durch Schotter zu ersetzen. Wichtig: Homogenisierung der Lagerungsdichten (Nachverdichtung). Der SU-Sand benötigt eine verdichtungsfähige Auflage (Schotter) in einer Mächtigkeit von $d = 0,20 \text{ m}$ (Platte) / $0,20 \text{ m}$ (Streifenfundament). Vor Schotterauftrag (Unterkellerung) ist ein Geotextil einzulegen und seitlich hochzuziehen.

a) Maßnahmenvorschläge bei Nichtunterkellerung:

Oberboden / bindige Böden / Auffüllungen: Der Mutterboden sowie alle sonstigen organischen und potenziellen bindigen sowie aufgefüllten Böden müssen aus dem Baufeld inkl. Überstand vollständig bis auf den organikarmen / -freien Fluvialsand abgezogen werden. Die gemittelte Oberbodenstärke beträgt $d = 0,49$ m. Im 'schlechtesten' (ungünstigsten) Fall reichen die nicht geeigneten Böden stellenweise / punktuell bis max. 1,1 m u. akt. GOK (BS 8).

Angeraten wird die Verwendung einer 'Glattschneide' / 'Schneidbestückung', damit der Geogensand auf Erdplanum nicht in seiner natürlichen Lagerung gestört wird.

Unter der Annahme eines Bodenplatten-Gesamtaufbaus von $d = \text{ca. } 0,35$ m sowie der 'Heraushebung' der OKFF EG von mind. 0,30 m gegenüber der aktuellen GOK existiert aufgrund der Oberbodenstärke ($d = \text{i.M. } 0,49$ m) ein i.M. ca. 0,44 m starkes Massendefizit zwischen freigelegtem Erdplanum und UK Bodenplatte.

Bauzeitliche Wasserhaltung: Es wird bei den vorgefundenen Grundwasser-Verhältnissen am Stichtag (26./27.06.2019) vermutlich keine Wasserhaltung notwendig sein. Grundsätzlich wird bei einem potenziellen GW-Anstieg eine offene bzw. verstärkte offene Wasserhaltung ausreichend sein und sollte vorgehalten werden.

Bei einem deutlichen GW-Anstieg sollten mehrere, tiefreichende Pumpenschächte errichtet werden, welche bis mindestens 0,5 m unterhalb der geplanten Gründungssohle reichen. Um eine Überlastung eines einzelnen Pumpenschachtes zu vermeiden, sollte eine Überlauf-Verbindung mittels Drainagerohren zu benachbarten Pumpenschächten hergestellt werden. An den Außenseiten der ausgehobenen Baugrube sollten schmale Sammelgräben mit Verlegung von zu einem Pumpensumpf führenden Drainagerohren zusätzlich (optional) vorgesehen werden. In den wasserabführenden Gräben sollte ein Schotterbett eingelegt werden, um die Ausschwemmung bindiger Bestandteile zu vermeiden. Sinnvoll ist vor Baubeginn die Aktualisierung des GW-Standes durch Lotung der GW-Messstelle oder in einem Baggerschurf und die Anpassung der Wasserhaltung an die aktuellen Verhältnisse.

Böschchen/Verbau: Nach DIN 4124 muss ab Baugrubenteufen $> 1,25$ m geböscht / verbaut werden. Die Böden können - soweit sie in einem nicht wassergesättigten bzw. entwässerten Zustand vorliegen - mit einem max. Böschungswinkel von $\beta = 45^\circ$ geböscht werden. Evtl. vorliegende grundwassererfüllte Abschnitte sind nach DIN 4124 zu sichern.

Bodenplattenbereich: Zunächst sollte das vom Oberboden sowie sonstigen organischen und / oder bindigen sowie aufgefüllten Böden freigelegte sandige Erdplanum sorgfältig nachverdichtet werden.

Üblicherweise wird die OKFF als Schutz vor Oberflächenzulauf oberhalb der GOK vorgesehen (‘Heraushebung’).

Ergänzend muss im Arbeitsgebiet eine ‘Heraushebung’ als Schutz vor Grundwasser erfolgen. **Es wird angeraten, dass die UK der EG-Bodenplatte oberhalb des Bemessungswasserstandes verläuft (0,5 m unterhalb der aktuellen GOK). Vorbehalten g.g. Empfehlung wird eine ‘Heraushebung’ der OKFF EG von 0,30 m oberhalb der aktuellen GOK angeraten.**

Das Massendefizit zwischen UK Bodenplatte und freigelegtem organikarmen/-freien Sand sollte mit geeignetem Material lagenweise eingebaut (max. Lagenstärke: 30 cm) und ordnungsgemäß verdichtet werden (100 % Proctordichte). Vom AN wird die Verwendung von Güteschotter (z.B. 0/45 mm HKS) angeraten.

Unter der Annahme eines Bodenplatten-Gesamtaufbaus von $d = \text{ca. } 0,35 \text{ m}$ wird aufgrund des Massendefizites nach Entfernung des Oberbodens mit einem i.M. $d = \text{ca. } 0,44 \text{ m}$ starken Unterbau unter UK Bodenplatte gerechnet (Annahme: Güteschotter). **Grundsätzlich sollte der Schotterunterbau $d = 0,30 \text{ m}$ nicht unterschreiten (Mindeststärke).**

Auf OK Schotter (Bodenplatte) sollte ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 60 \text{ MN/m}^2$ nachgewiesen werden (in Abhängigkeit der statischen Erfordernisse).

Bei einer Streifenfundamentgründung kann der organische / beeinflusste Boden im Bodenplattenbereich ausschließlich bei Ansatz einer ‘freitragenden Decke’ verbleiben. In diesem Fall wird dort der Einbau einer Schotterstärke von $d = 0,25 \text{ m}$ notwendig (Kapillarbrechung).

Variante 1 (Gründung über Streifenfundamente): Es ist ein Lastabtrag über Streifenfundamente möglich. Wichtig ist eine Gründung und ein Lastabtrag in / auf dem geogenen, organikfreien Sand.

Es wird aufgrund der Rahmenbedingungen eine Einbindung von 1,0 m u. GOK vorgeschlagen. Zum einen handelt es sich um eine frostsichere Tiefe und zum anderen stehen in g.g. Teufe weitgehend keine Sande / bindige Böden mit einem relevanten Organikanteil an. Sollten auf Gründungsniveau organische oder bindige Böden anstehen, so wird eine ergänzende Fundamenttieferführung bis auf organikfreie Sande oder ein Bodenaustausch der organischen / bindigen Böden und Ersatz gegen Schotter oder Beton notwendig. Der Sand sollte mittels ‘Schneidbestückung’ gelöst werden, um unnötige Auflockerungen zu vermeiden.

Es wird angeraten, unterhalb der Fundamente sowie im Lastabtragsbereich eine Verdichtungsauflage von $d = 0,20 \text{ m}$ Schotter einzubauen. Der Sand sollte zuvor tiefenwirksam nachverdichtet werden (wichtig: mind. dreimaliger Übergang). Der Verdichtungsgrad sollte mindestens 100 % der einfachen Proctordichte betragen.

Das Wohnhaus sowie eine potenziell anbindende Garage sollten ihre Lasten über eine gleichartige Gründung abtragen.

Bemessungswert des Sohlwiderstandes / Setzung (Streifenfundament): Anhand der in der Tabelle 8 angegebenen Bodenkennwerte lassen sich voraussichtliche Setzungen berechnen (siehe Anlage 7.1). Es wurde das Programmsystem GGU-FOOTING eingesetzt. Da jedes Baufeld differierende Untergrundverhältnisse aufweist, handelt es sich bei den Setzungsberechnungen um orientierende Beispielsberechnungen. Es ist jeweils innerhalb der Einzelparzellen zu überprüfen, ob die den Setzungsberechnungen zugrundegelegenen Annahmen zutreffen.

Es wird bei einer Nichtunterkellerung von einer Einbindung des Streifenfundamentes von 1 m ausgegangen (Annahme). Des Weiteren wird eine Länge von 12 m angenommen (übliche Wohnhauslänge). Es wird eine Schotterunterbaumächtigkeit von 0,20 m und eine Gründung auf dem nachverdichteten, organikarmen/-freien Fluvialtsand zugrunde gelegt.

Der angegebene Bemessungswert des Sohlwiderstandes sollte aufgrund der mäßigen Lagerungsdichten des Sandes hinsichtlich der Einhaltung der Grundbruchsicherheit nicht überschritten werden.

Tabelle 11: Setzungsbeträge, Bodenpressung (Streifenfundamente Nichtunterkellerung)

Streifenfundamente (a = 12 m), Einbindung: 1 m		
Unterbau	Güteschotter (d = 20 cm)	
Bemessungswert des Sohlwiderstandes	Fundamentbreite	Gesamtsetzung
$\sigma_{R,d} = 290 \text{ kN/m}^2$	b = 0,40 m	S _g : ca. 0,6 cm
	b = 0,50 m	S _g : ca. 0,7 cm
	b = 0,60 m	S _g : ca. 0,8 cm
	b = 0,70 m	S _g : ca. 0,9 cm
	b = 0,80 m	S _g : ca. 1,0 cm

Variante 2 (Gründung über eine bewehrte Bodenplatte): Alternativ kann die Gründung über eine bewehrte Bodenplatte erfolgen. Unter der Annahme einer 'Heraushebung' der OKFF EG von mindestens 0,3 m gegenüber der aktuellen GOK sowie eines Bodenplatten-Gesamtaufbaus von d = ca. 0,35 m wird aufgrund des Massendefizites nach Entfernung des Oberbodens (d = i.M. 0,49 m) mit einem i.M. ca. 0,44 m und mindestens 0,30 m starken Unterbau unter UK Bodenplatte gerechnet (Annahme: Güteschotter).

Bei der u.g. Berechnung wird von g.g. Güteschotterunterbau von mindestens 0,30 m ausgegangen.

Die ordnungsgemäße und ausreichende Verdichtung des Gründungsplanums sollte mittels Verdichtungsüberprüfung (Plattendruckversuche) vor Gründung kontrolliert werden (Forderung Gründungsplanum auf OK Schotter: $E_{v2} \geq 60 \text{ MN/m}^2$, in Abhängigkeit der statischen Forderungen).

Bemessungswert des Sohlwiderstandes / Bettungsmodul (Bodenplatte: Angaben der Eingangsparameter für die FEM-Berechnung): Die Berechnung der Fundamentplatte sowie der Setzungen und Sohldruckverteilung erfolgt von Seiten der Statik nach der Finite-Elemente-Methode (FEM).

Da jedes Baufeld differierende Untergrundverhältnisse aufweist, handelt es sich bei den Setzungsberechnungen um orientierende Beispielsberechnungen. Es ist jeweils innerhalb der Einzelparzellen zu überprüfen, ob die den Setzungsberechnungen zugrunde gelegenen Annahmen zutreffen.

Es werden die bodenmechanischen Eingangsparameter (siehe Tabelle 8), das relevante Schichtmodell (mind. 0,30 m Güteschotter / dicht über organikarmen/-freien Geogensand / mitteldicht) sowie orientierende Setzungsberechnungen zwecks Erhaltung eines Eingangs-Bettungsmoduls geliefert. Diese Setzungsberechnungen dienen lediglich der Gewinnung eines Eingangs-Bettungsmoduls und müssen durch die FEM spezifiziert werden.

Bei g.g. orientierenden Setzungsberechnungen mit dem Programm GGU-Footing wird eine 'Ersatzfläche' für die Einflussbreite an der UK der Gründungsplatte angesetzt (12 x 1,0 m). G.g. Länge von 12 m stellt die vermutlich längste Wandscheibe dar (übliche Wohnhauslänge).

Der angegebene Bemessungswert des Sohlwiderstandes sollte aufgrund der mäßigen Lagerungsdichten des Sandes hinsichtlich der Einhaltung der Grundbruchsicherheit nicht überschritten werden.

Tabelle 12: Orient. Setzungsberechnungen zw. Erhaltung Eingangs-Bettungsmoduls (Plattengründung NU)

Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ / Unterbau	'Ersatzfläche'	Setzung s	Bettungsmodul k_s
$\sigma_{R,d} = 200 \text{ kN/m}^2$ mind. 0,30 m Güteschotter	1,0 x 12,0 m	ca. 0,8 cm	18 MN/m³

Frostschutzmaßnahmen: Es ist bei einer Nichtunterkellerung in frostsicherer Tiefe zu gründen ($\geq 0,8$ m, Streifenfundamente) bzw. bei einer Plattengründung (Nichtunterkellerung) eine gebäudeumlaufende 'Frostschutzschürze' aus Beton einzubringen ($t = \text{mind. } 0,8$ m unter zukünftige außenseitiger GOK). Dies gilt auch für Garagenbauten.

Trockenhaltung der Gebäudebauwerke / Betonqualität (Nichtunterkellerung): Bei einer Streifenfundamentgründung kommen die Fundament-Gründungskörper sowie bei einer Plattengründung potenzielle Beton-Frostschutzschürzen periodisch mit Grundwasser in Kontakt. Die periodische Nässebeeinflussung (Grundwasser) der Streifenfundamente und der Schürzen muss bei der Auswahl der Betonsorte berücksichtigt werden (Stichworte: Expositionsklassen).

Lastfalleinstufung: DIN 18 533: **Lastfall: 'Wassereinwirkungsklasse W2.1-E'**

b) Maßnahmenvorschläge bei Unterkellerung / TG-Errichtung:

Wasserhaltung: Wichtig ist die aktuelle Ermittlung des GW-Flurabstandes vor Beginn der Arbeiten. Mittels Lotungen der Grundwassermessstelle (BS/GWM 1) sowie eines ergänzenden Baggerschurfes vor Beginn der jeweiligen Ausschachtung sollte der exakte GW-Flurabstand ermittelt und die genauen, evtl. gegenüber u.g. Maßnahmen veränderten Wasserhaltungsmaßnahmen festgelegt werden. Die notwendigen, u.g. und relativ aufwendigen Wasserhaltungsmaßnahmen werden je nach Ausführungszeitpunkt u.U. nicht notwendig werden.

Die Verhältnisse zum Zeitpunkt der aktuellen Geländearbeiten (Stichtag: 24./25.06.2019) lassen eine Grundwasserabsenkung notwendig werden.

Das vorhandene Grundwasser muss bis mindestens 0,5 m unter Aushubniveau bauzeitlich abgesenkt werden.

Es wird von einem notwendigen Aushub von ca. 2,5 / 3,0 m u. aktueller GOK ausgegangen. Die Verhältnisse bei den Geländearbeiten zugrunde gelegt, bedeutet dies eine abzusenkende Wassersäule von i.M. ca. 0,5 / 1,0 m.

Der AN schlägt eine bauzeitliche Wasserhaltung mittels umlaufender Vakuum-Filterlanzen vor. Die deutlich vorhandene Gefahr eines 'hydraulischen Grundbruchs' wird ganz erheblich reduziert. Von großer Wichtigkeit ist der Vorlauf dieser Anlage vor Beginn der Auskofferungsarbeiten.

Unmittelbar nach Auskoffierung und Nachverdichtung des sandigen Erdplanums sollte Schotter als Flächenfilter ($d = 0,20\text{-}0,25$ m) als Schutz gegen Ausspülungen eingebracht und offen entwässert werden. Die um die Baufläche positionierten Lanzen müssen permanent in Betrieb bleiben, bis der notwendige Gegendruck gegen Auftrieb vorliegt.

Es sollte hierfür eine Firma beauftragt werden, welche ausreichende Erfahrungen mit Vakuum-Grundwasserabsenkungen besitzt. Lanzenabstand, Vakuumdruck und Vorlaufzeit sind von der ausführenden Firma zu bestimmen, da diese Faktoren geräteabhängig sind.

Die hierfür benötigten Eckdaten (Durchlässigkeit, Bodenverhältnisse, etc.) sind diesem Gutachten zu entnehmen, weshalb das Gutachten den angefragten Firmen zur Angebotskonkretisierung zur Verfügung stehen sollte. Letztlich erfolgt die Gerätewahl nach Wahl des Auftragnehmers. Angeraten wird eine Probeabsenkung in einem kleineren Teilabschnitt hinsichtlich der Anwendungseignung.

Bezüglich der Einleitung der bei der GW-Absenkung anfallenden Wässer in den städtischen Kanal und/oder ein offenes Gewässer ist die Erlaubnis bei der Stadtverwaltung / Stadtwerke bzw. bei der Unteren Wasserbehörde zu beantragen. Die absenkende Firma hat zu gewährleisten, dass durch die absenkenden Maßnahmen keine schädigenden Auswirkungen (Setzungen) an Nachbarbauwerken eintreten.

U.U. wird in niederschlagsarmen Sommermonaten in Abhängigkeit von den tatsächlichen, zu ermittelnden GW-Ständen zum Zeitpunkt der Baumaßnahme eine 'verstärkte offene Wasserhaltung' innerhalb der Sande durch mehrere Pumpensümpfe ausreichend sein. Hierbei sollten an den Außenseiten der ausgehobenen Baugrube schmale Sammelgräben mit Verlegung von zu einem Pumpensumpf führenden Drainagerohren vorgesehen werden. In den wasserabführenden Gräben sowie in die Pumpensümpfe sollte ein Schotterbett eingelegt werden, um die Ausschwemmung der bindigen Bestandteile zu vermeiden. Angeratene Pumpensümpfe sollten vor Auskofferung der Baugruben in Baggerschürfen angelegt werden (vorlaufende Absenkung).

Wichtig ist die Beibehaltung der Grundwasserabsenkung bis der notwendige 'Gegendruck' durch Errichtung des Gebäudes gegeben ist. Erst dann sollten die Pumpen abgestellt werden.

Sollte eine 'verstärkte offene Wasserhaltung' angedacht werden, so muss zuvor der GW-Flurabstand z.B. durch einen Baggerschurf ermittelt und die Anwendbarkeit einer 'verstärkten offenen Wasserhaltung' geklärt werden.

Böschchen / Verbau: Bei Vorlage wassererfüllter Böden wird ein Verbau nach DIN 4124 erforderlich werden. Nicht wassererfüllte Böden können unter max. $\beta = 45^\circ$ geböscht werden. Sollten vorlaufende wasserabsenkende Maßnahmen (z.B. Vakuum-Filteranlage) zum Einsatz kommen, so kann der Boden ebenfalls unter max. $\beta = 45^\circ$ geböscht werden, nachdem der Boden entwässert und eine permanente bauzeitliche Entwässerung gewährleistet ist.

Bei einem Abböschten ist die Verkleidung der Baugrubenwände mit einer windgesicherten Folie als Schutz vor Erosion notwendig.

Gründung: Die KG- und TG-Gründung erfolgt weitgehend auf einem mitteldicht gelagerten Fein- / Mittelsand und auf dem angeratenen 0,20-0,25 m mächtigen Flächenfilter (Schotter). Neben der Funktion als Flächenfilter dient der Schotter als verdichtungsfähige Auflage, um die 'verdichtungsunwilligen' Sande nachzuverdichten. Zwecks Homogenisierung der Lagerungsdichten sollte eine sorgfältige Nachverdichtung der Sande erfolgen (mind. 100 % der einfachen Proctordichte). Der Sand sollte mittels 'Schneidbestückung' gelöst werden, um unnötige Auflockerungen zu vermeiden. Vor Schotterauftrag sollte ein Geotextil flächendeckend aufgelegt werden (Güte: GRK 3).

Schluffe und organische Bildungen auf Aushubniveau müssen entfernt und durch Schotter ersetzt werden.

Bemessungswert des Sohlwiderstandes / Bettungsmodul (Bodenplatte Plattengründung: Angabe der Eingangsparameter für die FEM-Berechnung): Die Berechnung der Fundamentplatte sowie der Setzungen und Sohldruckverteilung erfolgt von Seiten der Statik nach der Finite-Elemente-Methode (FEM).

Die Setzungsberechnungen (s.u.) dienen lediglich der Gewinnung eines Eingangs-Bettungsmoduls und müssen durch die FEM spezifiziert werden. Bei g.g. orientierenden Setzungsberechnungen mit dem Programm GGU-Footing zwecks Erhaltung des Eingangsbettungsmoduls wird eine 1 m breite 'Ersatzfläche' als Ansatz der Einflussbreite berücksichtigt (12 / 45 x 1 m). G.g. Länge von 12 m stellt vermutlich die längste Wandscheibe eines EFH (Annahme) und die Länge von ca. 45 m die längste Wandscheibe der Tiefgarage der MFH dar.

Des Weiteren wird von einer Gründung auf ca. 2,5 m u. akt. GOK auf einer Schottertragschicht (d = 0,2 m) über einem Fluvialsand (mitteldicht, ab 1,0 m u.UK Bodenplatte dicht) ausgegangen. Der u.g. Bemessungswert des Sohlwiderstandes sollte nicht überschritten werden.

Tab. 13: Orient. Setzungsberechnungen zw. Erhaltung Eingangs-Bettungsmoduls (Plattengründung Unterkeller.)

Planbauteil	Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ / Unterbau	'Ersatzfläche'	Setzung s	Bettungsmodul k_s
EFH	$\sigma_{R,d} = 240 \text{ kN/m}^2$ mind. 0,20 m Güteschotter	1 x 12 m	ca. 0,8 cm	20 MN/m³
Tiefgarage	$\sigma_{R,d} = 240 \text{ kN/m}^2$ mind. 0,20 m Güteschotter	1 x 45 m	ca. 0,9 cm	18 MN/m³

Frostsicherheit: Der unterkellerte Bereich wird in frostsicherer Tiefe gegründet. Empfohlen wird ein TG-Einfahrtstor zur Vermeidung von Frostzutritt in die TG.

Trockenhaltung der Gebäudebauwerke (Unterkellerung / Tiefgarage): Die Unterflurbauteile (KG, potenzielle Fahrstuhlunterfahrten, Tiefgarage inkl. TG-Rampenbauwerk) unterliegen einer periodischen GW-Beeinflussung. Die Nässebeeinflussung (Grundwasser) muss bei der Auswahl der Betonsorte berücksichtigt werden (Stichworte: Expositionsklassen).

Lastfalleinstufung: DIN 18 533: **‘Wassereinwirkungsklasse W2.1-E’** (bei einer max. KG-Einbindung (UK Bodenplatte) von 3,0 m unter aktueller GOK, bei tieferreichender Einbindung gesonderte Einzelfallfestlegung).

Von Seiten der Statik sollte für das KG / TG die Gefahr von Auftrieb ermittelt und eine ausreichende Auftriebsicherheit berücksichtigt werden.

Allgemeine Hinweisgebung:

Material: Das angeratene Schotterpolster / Unterbaumaterial unterhalb von Fundamenten / Bodenplatten sowie potenzielles Aufhöhungsmaterial im Baufeld plus Überstandsbereich sollte aus einem gütegeprüften Mineralgemisch bestehen (z.B. 0/45 mm HKS-Kalksteinschotter, gebrochen). Der Schotter sollte nach den *‘Technischen Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau – Ausgabe 2004’* (TL Gestein-StB 04) zertifiziert sein. Dies sollte von der Bauleitung anhand der Lieferscheine kontrolliert werden. Es darf keinesfalls schrumpf- oder quellfähiges Material verwendet werden. Die Verdichtung des Schotters sollte mit einem gründungsspezifisch angepassten Verdichtungsgrad erfolgen. Es ist auf den Druckausbreitungswinkel für Schotter (45°) zu achten. Der Einbau von RC-Material wird abgelehnt.

Geotextil: Bei einer Grundwasserbeeinflussung besteht die Gefahr von Feinkornumlagerungen aus der Tragschicht (Gefahr von Sackungen). Um diese Ausschwemmungen ("Innere Erosion") zu verhindern, sollte bei KG- und TG-Errichtung vor Einbringung der Schotterlage ein Geotextil auf den Untergrund überlappend aufgelegt und seitlich bis zur OK Schotter hochgezogen werden (Güte: GRK 3; 180-200 g/m²).

Ingenieurgeologische Abnahmen: Nach Auskofferung der jeweiligen Baugrube sollte eine ingenieurgeologische Abnahme erfolgen, um die Bodenverhältnisse abzunehmen sowie die vorgeschlagenen Gründungsmaßnahmen den konkreten Verhältnissen anzupassen. Im Besonderen muss die Organikfreiheit und die Lehmentfernung abgenommen werden. Bei der Ausführung der Gründungsarbeiten sind die örtlichen Baugrundverhältnisse auf Übereinstimmung mit den Voruntersuchungen zu überprüfen.

Bodenaushubgrenzen: Die Bodenaushubgrenzen zur Gebäude- bzw. Mauer-sicherung sind nach DIN 4123 einzuhalten.

Fugentrennung / höhengleiche Gründung WH/Garage: Bei einer Anbindung der Garage an das Wohnhaus sollte eine Fugentrennung zwischen den beiden Bauwerken vorgesehen werden. Grundsätzlich sollten beide Bauwerke gleichartig gegründet werden (Platte oder Streifenfundament).

Sollte die Kombination Wohnhaus (unterkellert) mit anbindender Garage (nichtunterkellert) vorgesehen werden, so ist auf eine höhengleiche Gründung im Anbindebereich zu achten. D.h. die Streifenfundamente der Garage sind bis zur UK Fundamente / Bodenplatte des KG zu führen. Die Garagenfundamenttieferführung darf dort, wo die Anbindung an das KG-Fundament/-Bodenplatte endet unter max. 30° abgetrepppt gegen die Horizontale ansteigen. Die Fundamenttieferführungen müssen aus Fundamentbeton (mind. C20/25 oder höherwertig) bestehen.

Verdichtungsüberprüfung: Die ordnungsgemäße Schotterverdichtung sollte mittels Verdichtungsüberprüfung (Plattendruckversuche) kontrolliert werden (Forderung OK Schotter: $E_{v2} \geq 60 \text{ MN/m}^2$; in Abhängigkeit von den statischen Forderungen).

Wiedereinbaufähigkeit der anstehenden Böden: Ein Teil des anfallenden Baugrubenaushubs (‘Mutterboden’, organische und u.U. bindige Böden) ist nicht wiedereinbaufähig. Ist davon auszugehen, dass zu verfüllende Bereiche auch weiterhin einer reinen Gartennutzung ohne Wege- und Gebäudebau unterliegen, so kann das ausgehobene organische sowie potenzielle bindige Material dort wiederverfüllt werden. Dies gilt ebenfalls für verfüllende Zwecke, jedoch nicht innerhalb von Gebäude-Arbeitsräumen.

Der organikfreie Fluvialsand kann bei bindigen Anteilen < 15 % wieder eingebaut werden. Der Sand sollte jedoch nicht als Oberbau für Bewegungs- / Stellflächenbereiche verwendet werden. Da der organikfreie Sand infolge seiner engen Stufung eine ‘Verdichtungsunwilligkeit’ aufweist, sollte bei Einbau in lastabtragenden Bereichen die Verdichtungseignung/-fähigkeit durch Mischung mit einem Schotter erfolgen, um eine breitere Stufung herzustellen (Mischungsverhältnis Schotter-Sand = 1:2). Die einzelnen Lagenmächtigkeiten sollten 0,30 m nicht überschreiten und jeweils ordnungsgemäß verdichtet werden. Überschüssiger organikfreier Sand (bindiger Anteil < 15 %) kann für die vorgesehenen Geländeaufhöhung verwendet werden.

Hinweis: Vor einer potenziellen Abfuhr von Boden sollten die in Kapitel 2.1 aufgeführten Empfehlungen (bodenchemische Analysen zur Beurteilung der Wiedereinbaueignung) durchgeführt werden.

5.2 Kanalbau

Es liegen keine konkreten Angaben über Kanal-Gründungsteufen vor. Es wird von einer Kanal-Gründung auf ca. 2,0 / 2,5 m u. GOK ausgegangen (Vermutung).

Boden- / Grundwasserverhältnisse auf verm. Kanal-Gründungsniveau: Weitgehend steht ein enggestuftes Feinsand-/Mittelsand-Gemisch in einer überwiegend mitteldichten Lagerung an. Der überwiegende Aushubanteil wird von den Bodenklassen 1 bis 4 gebildet (‘Löffelbaggereinsatz’). Der Kanal wird innerhalb periodisch grundwassererfüllter Bereiche gegründet, wobei zum Zeitpunkt der Geländeuntersuchungen ein gemittelter Grundwasserflurabstand von 2,48 m u. akt. GOK vorlag.

Periodisch muss mit einer ‘drückenden’ Wassersäule auf dem Sohlniveau gerechnet werden.

Es existiert ein deutliches Anstiegspotenzial (Bemessungswasserstand: 0,5 m unter aktuelle GOK).

Wasserhaltung: Grundsätzlich muss Grundwasser bis mind. 0,5 m unter Aushubsohle abgesenkt werden. Unter Hinzuziehung des Rohraufagers (ca. 0,20 m, s.u.) ergeben sich – die Verhältnisse des Stichtages zugrundegelegt (26./26.06.2019) – **Absenkhöhen von i.M. ca. 0,7 m.**

Bei den vorliegenden Bodenverhältnissen (enggestufter Fein- / Mittelsand) bietet sich die Absenkung durch ein Vakuumverfahren an (**vorlaufende Vakuum-Spüllanzen**). Es sollte hierfür eine Firma beauftragt werden, welche ausreichende Erfahrungen mit Vakuum-Grundwasserabsenkungen besitzt. Angeraten wird eine Probeabsenkung in einem kleineren Teilabschnitt hinsichtlich der Anwendungseignung. Es sollten immer nur kurze Trassenabschnitte abgesenkt werden.

Aufgrund des teilweise geringen GW-Flurabstandes und eines sich hieraus ergebenden hohen GW-Absenkwertes sollten u.U. beidseitig des Kanalgrabens Vakuumlanzen eingespült werden, was jedoch von der ausführenden Firma zu konkretisieren ist. Von großer Wichtigkeit ist eine ausreichende Vorlaufzeit der Vakuumanlage. Die GW-Absenkung muss bis mindestens 0,5 m unter Aushubniveau reichen (Absenktiefe am Stichtag: i.M. ca. 1,0 / 1,5 m / BS 8: ca. 1,5 / 2,0 m, s.o.).

Es empfiehlt sich, vor Beginn der Baumaßnahme den Grundwasser-Flurabstand in der GW-Messstelle BS/GWM 1 sowie in anzulegenden Baggerschürfen zu aktualisieren, um u.U. die notwendigen Maßnahmen anzupassen.

U.U. kann in trockenen, niederschlagsarmen Sommermonaten bei Sohl-tiefen um die 2 m auf die o.g. Vakuum-Absenkung verzichtet werden und evtl. eine ‘verstärkte offene’ Wasserhaltung ausreichend sein.

Mit an beiden Trassen-Außenseiten verlegten schmalen Sammelgräben, innerhalb welcher Drainagerohre zu tieferliegenden Pumpensümpfen führen, ist evtl. eine kurzzeitige und lokale Grundwasserabsenkung durchführbar und der Wasserandrang kontrollier- und regulierbar. In den wasserabführenden Gräben sollte ein filterstabiles Schotterbett eingelegt werden, um die Ausschwemmung von bindigen und feinsandigen Anteilen zu vermeiden. Wichtig ist, dass die Pumpensümpfe keinen zu großen Abstand untereinander aufweisen. Auf diese Weise wird – vergleichbar einem Schwerkraftbrunnen – eine zeitweilige Grundwasserabsenkung vorgenommen. Sollte in betreffendem Abschnitt eine 'verstärkte offene' Wasserhaltung angedacht werden, so muss vor Durchführung der Maßnahme der aktuelle GW-Stand ermittelt werden. Die absenkende Firma hat dafür Sorge zu tragen, dass die GW-Absenkung keine schädigenden Auswirkungen auf Bauwerke ausübt (Stichwort: Setzungsschäden). Bezüglich der Einleitung der bei der GW-Absenkung anfallenden Wässer in den städtischen Kanal und/oder ein offenes Gewässer ist die Erlaubnis bei der Stadtverwaltung / Stadtwerken bzw. bei der Unteren Wasserbehörde zu beantragen.

Es sei deutlich darauf hingewiesen, dass die Verhältnisse zum Zeitpunkt der Geländearbeiten vermutlich eine offene Wasserhaltung nicht zulassen und daher vom AN eindeutig eine 'geschlossene' Wasserhaltung favorisiert wird.

Verbau Trassenbereich: Bei Anwendung eines 'geschlossenen Systems' zur Wasserhaltung (z.B. Vakuum-Filterlanzen) besteht alternativ zur (raumgreifenden) Anlage von Böschungen auch die Möglichkeit eines Verbaus der entwässerten Böden mit herkömmlichen 'Grabenverbauplatten'. Dies bedingt jedoch bei einer GW-Beeinflussung der relevanten Tiefen die vorlaufende GW-Absenkung bis mindestens 0,5 m unter Aushubniveau.

Verbau Bauwerkbereich: Sollte keine vorlaufende Vakuumanlage zum Einsatz kommen, wird aufgrund der gegebenen Verhältnisse zumindest bei größeren Ausschachtungstiefen und gedrungenen Baugruben (z.B. Schachtbauwerke) ein verformungsarmer Verbau mittels 'Schloss-Spundbohlen' angeraten, wobei eine Mindestrammtiefe von 5 m u.GOK, vermutlich tiefer, vorhanden ist. Aufgrund der Schlösser der Spundbohlen existiert ein minimaler seitlicher Wasseranfall. Angeraten wird eine Vakuum-Grundwasserabsenkung. Wichtig ist die ausreichende Tiefe der Absenkung, damit sich die Überschneidung / Schnittlinien der Absenktrichter unterhalb der Baugrubensohle befinden (Vermeidung eines hydraulischen Grundbruches).

Auftriebsicherheit: Aufgrund der bei herkömmlichen Gründungsteufen periodischen Positionierung des Kanals innerhalb des Grundwassers sind die Gründungskörper gegen Auftrieb zu sichern (Auftriebsicherheit: mind. $n_a = 1,1$).

Gründung: Grundsätzlich sollten auf Gründungsniveau alle potenziellen organischen, bindigen sowie anthropogene Böden entfernt und durch Schotter ersetzt werden. Das Aushubplanum sollte durchgängig den organikarmen/-freien Fluviatilsand zeigen.

Bei der Kanalverlegung sind die Vorgaben der DIN EN 1610 (*Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen*) sowie das technische Merkblatt ATV/DVWK-A 139 (*Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen*) zu beachten.

Als Regelausführung ist darin eine untere Bettungsschicht mit einer Mächtigkeit von mind. 100 mm bei herkömmlichen Bodenverhältnissen erforderlich.

Ergänzend empfiehlt die ATV/DVWK-A 139 zwecks Vermeidung von Setzungen und Rohrschäden, dass die Bettungsschicht in Abhängigkeit vom Rohrdurchmesser grundsätzlich auf $a = 100 \text{ mm} + 1/10 \text{ DN}$ (DN in mm) erhöht wird.

In Abhängigkeit vom konkreten DN-Maß erhöht sich somit die Bettungsschichthöhe.

Empfohlen wird vom AN bei den vorgefundenen Bodenverhältnissen (überw. mitteldicht gelagerter, enggestufter Fein-/Mittelsand) für die Gründung auf dem geogenen und organikfreien Sand in Abhängigkeit vom konkreten DN-Maß eine ca. 20 cm mächtige herkömmliche verdichtungsfähige Bettungsschicht (Rohrauflager). Die Sande sollten zuvor nachverdichtet werden.

Bei Rohrdurchmessern von DN 200-600 ist eine Bettung aus verdichtungsfähigem Material mit einem Größtkorn von $< 40 \text{ mm}$ herzustellen (z.B. 0/32 mm Güteschotter), welches ordnungsgemäß verdichtet werden muss (Verdichtungsgrad: $> 97 \%$ Proctordichte). Sowohl die Bettungsschicht als auch die u.U. notwendig werdende Stabilisierungsschicht müssen im Druckausbreitungswinkel des Kanals / Bauteils eingebracht werden (Mineralgemisch 45°).

Der Sohlbereich sollte ingenieurgeologisch abgenommen werden. Der Aushub sollte mit 'Schneidbestückung' erfolgen, um unnötige Auflockerungen zu vermeiden.

Rohrleitungszone und Grabenverfüllung: Bei Rohrleitungen mit Fuß kann auf ein Sandbett verzichtet werden; hier erfolgt eine direkte Auflagerung auf dem Schotter. Für die Leitungszone sollte ein steinfreier, möglichst sandiger Boden verwendet werden. Hierfür kann der organikfreie und nichtbindige Geogensand verwendet werden. Der bindige Anteil muss jedoch $< 15 \%$ betragen.

Unter Beachtung des vermutlich oberhalb der Kanaltrasse verlaufenden Verkehrsweges wird zur Vermeidung von späteren Setzungsdifferenzen empfohlen, den Kanalgraben mit nichtbindigem, raumbeständigem und verdichtungsfähigem Material zu verfüllen. Bindige und organische Böden sowie Kiese und Sande mit deutlichem bindigen Anteil sind ebenso wie Böden mit Stein- und Blockanteil ungeeignet.

Dieses Material ist in Lagenstärken von max. 30 cm einzubringen und mittels adäquater Verdichtungsgeräte zu verdichten. Bei der Verdichtung der Füllmaterialien sind gemäß ZTVE-StB 94 Proctordichten zwischen 97 und 98 % (bis 1 m unter Planum) und 100 % der einfachen Proctordichte (< 1 m unter Planum) einzuhalten.

Alternativ kann der enggestufte, organikfreie SE-Sand (Aushubmaterial) bei einem geringen bindigen Anteil (< 15 %) in Mischung mit einem Schotter (Verhältnis Schotter-Sand = 1:2) in Lagen von max. 30 cm eingebaut werden. Stärker bindige Sande dürfen nicht eingebaut werden.

Bei Unklarheiten hinsichtlich der Wiedereinbaueignung sollte der Bodengutachter hinzugezogen werden.

Als oberste Lage sollte HKS-Schotter verwendet werden. Organische Böden, bindige Böden sowie Auffüllungen dürfen nicht wieder eingebaut werden.

Geotextil: Grundsätzlich sollte ein Geotextil vor Auftrag des Mineralgemisches eingelegt werden (Güte: GRK 3). Dieses Vlies ist seitlich in der Stärke des Rohraufлагers ´hochziehen´, um das Bodenaustauschmaterial weitgehend zu ´ummanteln´.

Bodenpressung: Es sollte eine Bodenpressung $\sigma_{zul.}$ auf dem Gründungsniveau von $\sigma_{zul.} = 180 \text{ kN/m}^2$ in diesem Bereich nicht überschritten werden, um Setzungsunterschiede auf den Kanalstrecken zu vermeiden.

Wiedereinbaufähigkeit der anstehenden Böden: s.o. (Gebäudebau)

5.3 Straßenbau

Planung: Es wird angenommen, dass eine Wohnstraße mit Gehweg (Pflasterbauweise) innerhalb des Areals errichtet wird.

Zugrundeliegende Richtlinie: Die Hinweisgebungen erfolgen in Anlehnung an die ´Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, Ausgabe 2012´ (RStO 12, FGSV).

Bauklasse: Es wird davon ausgegangen, dass es sich bei der Erschließungsstraße um den Straßentyp ´Wohnstraße / Wohnweg´ handelt (Straßenkategorie ES V, **Belastungsklasse Bk0,3**). Sollte diese Annahme nicht zutreffen, so wird um Benachrichtigung zwecks Anpassung gebeten.

Bodenverhältnisse auf Erdplanum: Das Erdplanum zeigt nach Abzug der Oberböden sowie der z.T. vorliegenden stärker verlehmtten Sande im Hangenden verbreitet einen enggestuften Sand (SE-SU), welche der Frostempfindlichkeitsklasse F1 zugehörig ist (´nicht frostempfindlich´).

Frostschutzmaßnahmen werden im Sandbereich nicht notwendig. Dies bedingt jedoch die vollständige Entfernung organischer sowie bindiger Böden und verlehmtter Sande (bindiger Anteil > 15 %) auf Erdplanum und den Ersatz durch Güteschotter (gem. TL Gestein-StB 04). Die abzuziehenden 'Mutterböden' weisen im Mittel eine Mächtigkeit von $d = 0,40$ m auf.

Errichtung / Straßenaufbau: In einem ersten Schritt sollten die hangenden beeinflussten und geogenen 'Mutterböden' vollständig abgezogen werden. Ergänzend sollten Schluffe sowie deutlich verlehmtte Sande und organische Böden aufgenommen und durch Schotter ersetzt werden. Potenzielle Massendefizite sind lagenweise mit Güteschotter aufzubauen und ordnungsgemäß zu verdichten. Der Bagger sollte 'rückschreitend' arbeiten. Das freigelegte Planum sollte vor Andeckungen nicht mit Radfahrzeugen befahren werden. Nach Auskofferung ist das Erdplanum sorgfältig im Rahmen einer ingenieurgeologischen Abnahme auf relevante organische Anteile zu kontrollieren. Der Sand sollte nachverdichtet werden.

Der Oberbau-Aufbau der Verkehrsflächen sollte nach der 'Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen' (RStO 12) erfolgen.

'Schneidbestückung': Die Herstellung des Feinplanums (bzw. Planum der Untergrundverbesserung, s.u.) sollte ebenso wie der Abzug der Böden mit einem Löffelbagger mit sog. 'Schneidbestückung' erfolgen.

Material: Das Mineralgemisch / Material der Schottertragschicht sowie der Frostschutzschicht ('Schotter') sollte aus einem gütegeprüften Mineralgemisch bestehen (z.B. 0/45 mm HKS). Der Schotter sollte nach den 'Technischen Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau – Ausgabe 2004' (TL Gestein-StB 04) zertifiziert sein. Dies sollte von der Bauleitung anhand der Lieferscheine kontrolliert werden. Es darf keinesfalls schrumpf- oder quellfähiges Material verwendet werden. Die Schotterverdichtung sollte mit einem Verdichtungsgrad von $D_{Pr} = 100$ % erfolgen. Es ist auf den Druckausbreitungswinkel zu achten (Schotter: 45°). Die Einbaustärke einzelner Lagen sollte 30 cm nicht überschreiten.

- Tiefgaragenzufahrt (Rampenbauwerk):

- Empfohlen wird die TG-Rampenerrichtung zeitgleich mit der KG-/TG-Errichtung.
- Es sollten alle potenziellen bindigen Böden / Aufweichungen und organische Böden vollständig entfernt werden.
- Wasserhaltung: s.o.

- Ausgehend von der periodischen Untergrundwasser-Beeinflussung wird die Errichtung der Rampen-Unterflurbauteile (Rampe, Seitenwände) in einer druckwasserfesten Wannenbauweise mit WU-Beton oder vergleichbaren Bauweisen angeraten. Es ist der Aspekt Auftriebsicherung zu beachten.
- Die Bauweise und Mächtigkeit des Oberbaus sowie der Betondecke sollte nach RStO 12 bzw. den statischen Notwendigkeiten erfolgen. Es wird auf den Nachweis eines Verformungsmoduls von $E_{v2} \geq 45 \text{ MPa}$ auf Erdplanum hingewiesen. Dies macht vermutlich z.T. Untergrundverbesserungen notwendig (s.u.).
- Vor Schottereinbau sollte als Schutz vor Feinkornauswaschungen flächig ein Geotextil auf die Untergrundverbesserung aufgebracht werden (Güte: GRK 3).
- Für das auf der Rampe anfallende Niederschlagswasser wird aufgrund der Tiefe des Rampenfußpunktes vermutlich hydraulisch eine Hebung mittels Hebeanlage notwendig.
- Seitliche Lasteinträge in den Wannenkörper sind statisch zu vermeiden.

- Salzwassereintrag in Tiefgarage: Es ist infolge der (Teil-) Nutzung des KG als Tiefgarage ein Salzwassereintrag zu berücksichtigen. Die Tiefgarage und die Rampe müssen entsprechend dem aktuellen Stand der Technik errichtet werden (u.a. • DIN 1045, • DIN EN 1504, • Deutscher Ausschuss für Stahlbeton – DAfStb, Heft 525 und Heft 526, • Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein – DBV ‘Parkhäuser und Tiefgaragen’). I.B. ist für die Tiefgarage eine Rissbreitenbeschränkung und ein geeignetes Oberflächenschutzsystem (Bodenbereich) zu berücksichtigen.

Verdichtungsüberprüfungen und Unterbauverbesserung: Auf dem Erd- und Schotterplanum sollten die je nach RStO-Bauweise geforderten Verformungsmodule durch Verdichtungsüberprüfungen nachgewiesen werden (statische Lastplatten-druckversuche gem. DIN 18 134).

Die RStO 12 setzt auf dem Erdplanum ein Verformungsmodul von **$E_{v2} \geq 45 \text{ MPa}$** voraus. Auf dem auf Erdplanum anstehenden enggestuften SE-SU-Sand wird g.g. Verformungsmodul nicht durchgängig möglich sein, so dass vor Auftrag der RStO-Schichtstärken zunächst Schotter aufgebracht und verdichtet werden sollte (Unterbauverbesserung). Aus Erfahrung solle für die Kalkulation eine ca. 0,25 m mächtige Untergrundverbesserung bestehend aus einem Kalksteinschotter eingeplant werden. Die Stärke dieser Untergrundverbesserung sollte in einem Probefeld konkretisiert werden. Die Untergrundverbesserung darf nicht auf die RStO-Oberbaumächtigkeit angerechnet werden.

Verformungsmodul auf Schotterplanum: Sehr wichtig ist der flächendeckende Nachweis eines Verformungsmoduls von $E_{v2} \geq 45 \text{ MPa}$ auf dem (verbesserten) Erdplanum mittels statischen Lastplattendruckversuchen, da ansonsten der von der RStO geforderte Verformungsmodul auf Schotterplanum nicht erreicht werden kann.

RStO-Forderungen OK Schotterplanum:

Belastungsklasse Bk0,3 (Wohnstraße / Pkw-Parkplatz): $E_{v2} \geq 120 \text{ MPa}$

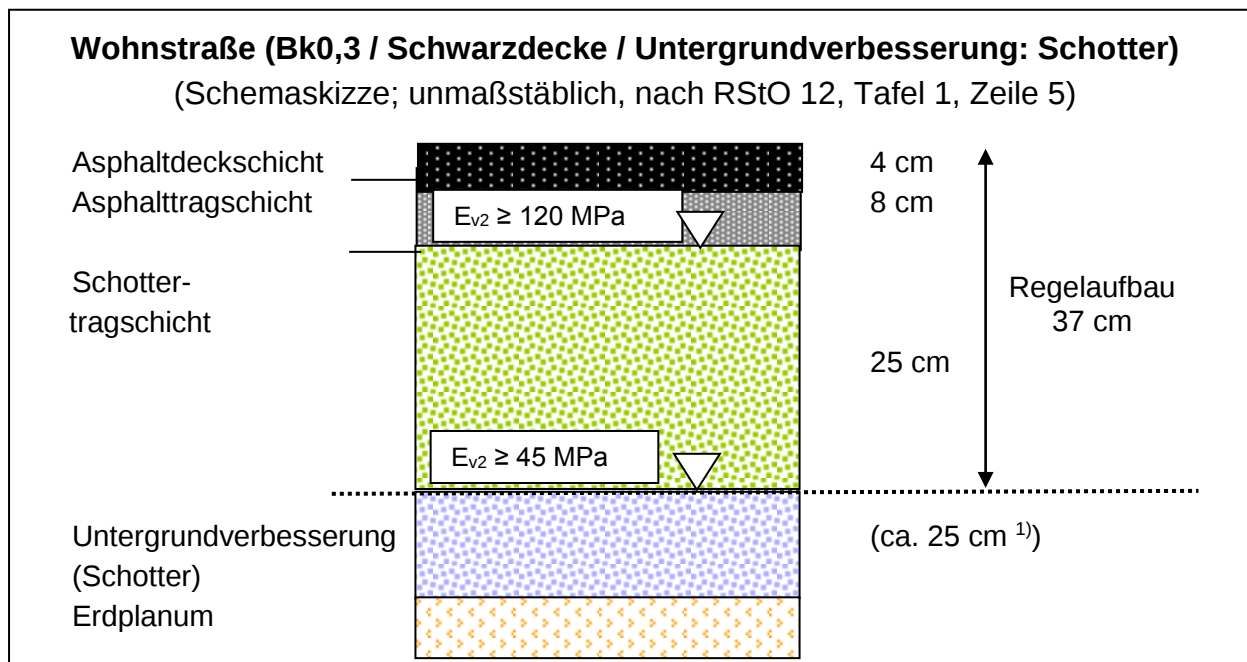
potenzielle Gehwege: $E_{v2} \geq 80 \text{ MPa}$

Genannte Forderungen sollten mittels statischen Lastplattendruckversuchen (gem. DIN 18 134) auf dem Schotterplanum nachgewiesen werden.

Ausführung des Oberbaus: Nachfolgend ist ein möglicher Aufbau nach RStO 12 für den Fahrbahn- und Parkplatzbereich unmaßstäblich skizziert. Die Schemaskizzen betreffen folgende Bauweisen:

Wohnstraße: Bauweise mit Asphaltdecke (Bk0,3) n. RStO 12, Tafel 1, Zeile 5

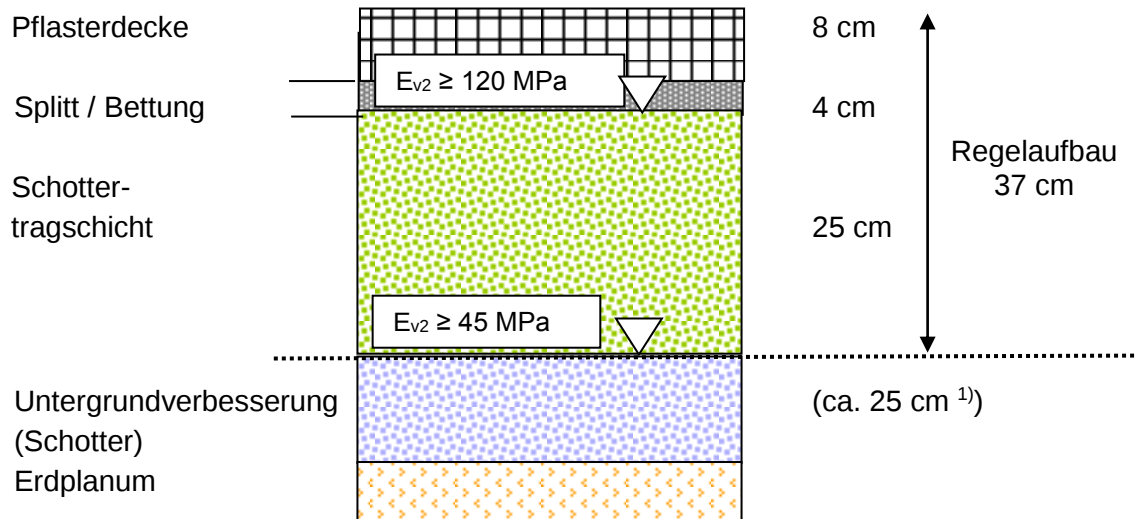
Pkw-Parkplatz: Bauweise mit Pflasterdecke (Bk0,3) n. RStO 12, Tafel 3, Zeile 3



¹⁾ in Abhängigkeit von den Ergebnissen der Probefeldanlage

Pkw-Parkplatz (Bk0,3 / Pflasterdecke / Untergrundverbesserung: Schotter)

(Schemaskizze; unmaßstäblich, nach RStO 12, Tafel 3, Zeile 3)



¹⁾ in Abhängigkeit von den Ergebnissen der Probefeldanlage

6. Anlagen

- Anlage 1.1: Lageplan (1:2.500)
- Anlage 2.1-2.2: Schichtenprofile / -verzeichnisse / Rammdiagramme
- Anlage 3.1-3.2: Korngrößenanalysen / Kornsummenkurven
- Anlage 4.1: Wassergehaltsbestimmungen
- Anlage 5.1: Glühverlustbestimmungen
- Anlage 6.1: Versickerungsversuche im Gelände (Auffüllversuche)
- Anlage 7.1: Setzungsberechnung Streifenfundament (Nichtunterkellerung)
- Anlage 8.1: Fotodokumentation

Klee gr ä fe
Geotechnik GmbH

Jochen Kleegräfe
- Dipl.-Ing. FH (BDG), Geschäftsführer -

Paul Girhards
- Dipl.-Geologe (BDG) -

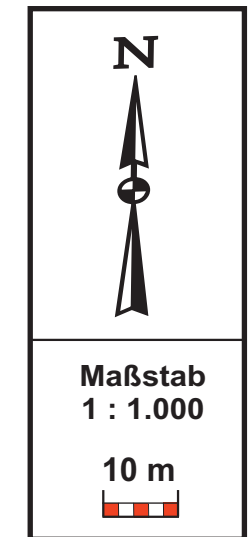


Verteiler:

Stadt Rheda-Wiedenbrück, Abteilung Stadtplanung
Rathausplatz 13 in 33378 Rheda-Wiedenbrück (2 x Druck, pdf)

ANLAGE 1.1
Lageplan (1:2.500)

Anlage /Konzept 2



Zeichenerklärung:

- BS** Kleinbohrung gemäß DIN 4021
- DPL** Rammsondierung gemäß DIN 4094
- GWM** Grundwassermessstelle
- VS** Versickerungsversuch im Gelände
- HMP** Höhenmesspunkt

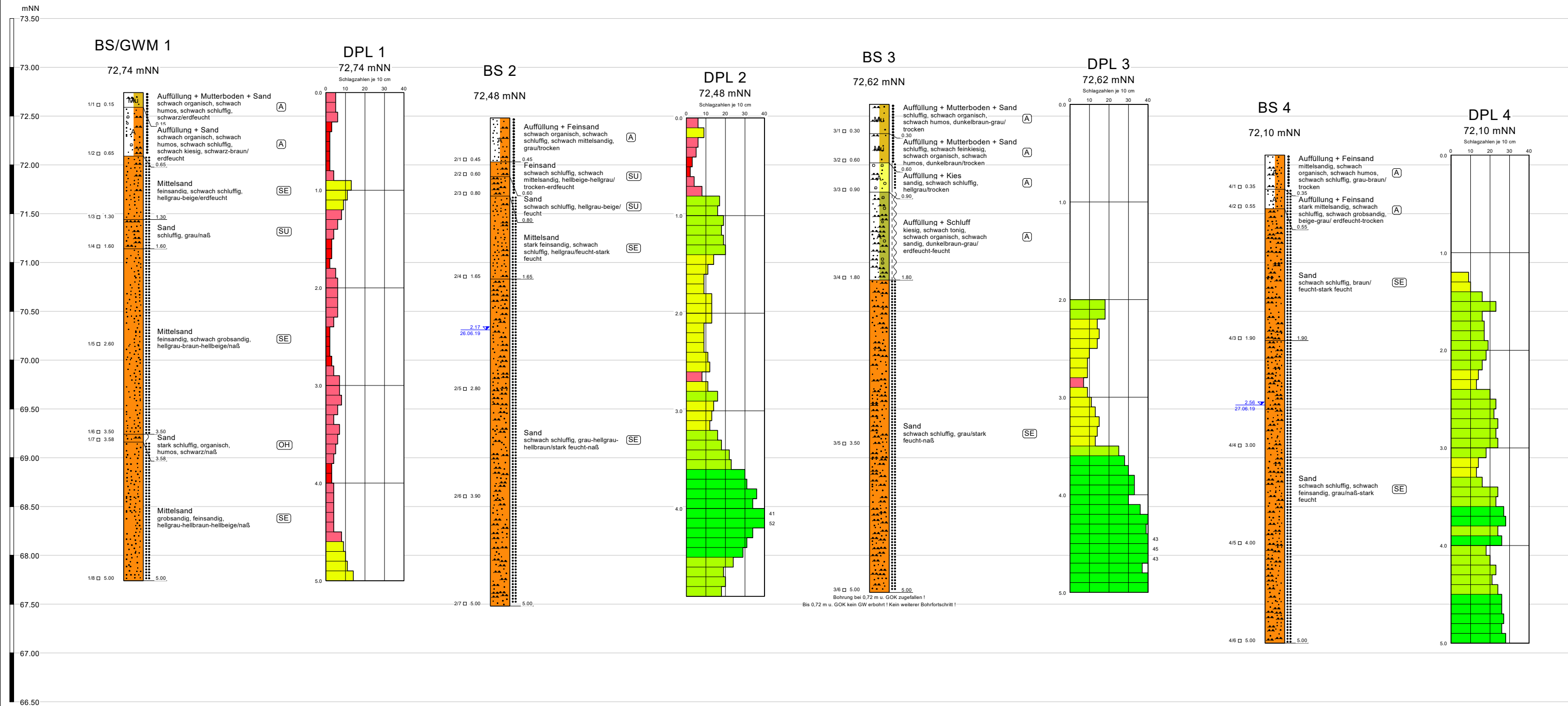
KLEEGRÄFE
Kleegräfe Geotechnik GmbH
Holzstraße 212 59556 Lippstadt - Bad Waldliesborn
Tel.: 02941-5404

Kleegräfe Geotechnik GmbH
• Baugrund • Umwelt • Hydrogeologie

Lageplan		
Maßnahme: Erschließung des Baugebietes B-Plan 391 33378 Rheda-Wiedenbrück	Bearb.-Nr. 190416	Anlage: 1
		Blatt: 1
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung - Auftraggeber: Stadt Rheda-Wiedenbrück Rathausplatz 13 33378 Rheda-Wiedenbrück		M. 1 : 1.000

ANLAGE 2.1 – 2.2

Schichtenverzeichnisse und Schichtenprofile / Rammdiagramme



Legende DPL

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

Legende

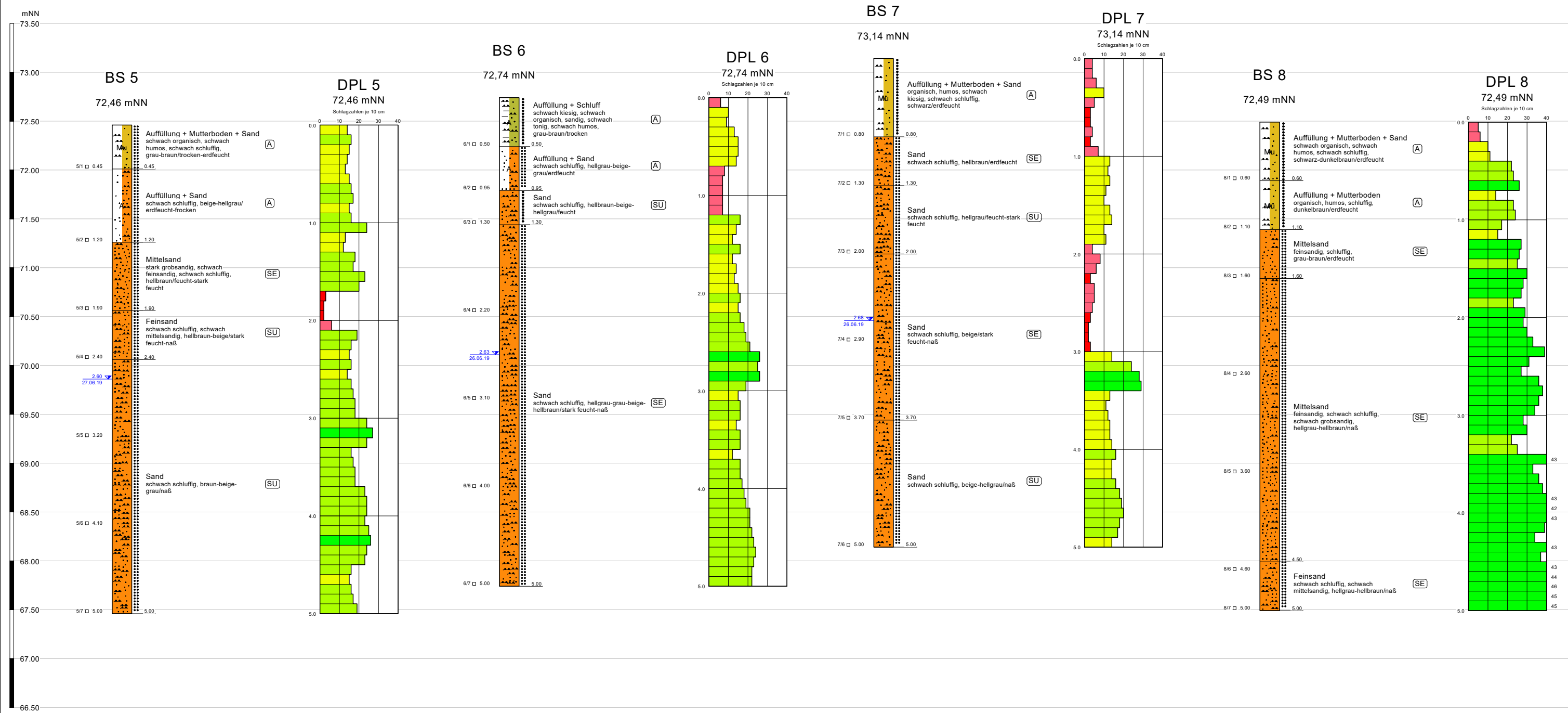
- weich - steif
- weich
- locker bis sehr locker
- mitteldicht
- dicht
- Schluff
- Sand
- Feinsand
- Mittelsand
- Grobsand
- Kies
- Mutterboden
- A Auffüllung

KLEEGRÄFE
Kleegräfe Geotechnik GmbH
Holzstraße 212 59556 Lippstadt
Tel.: 02941-5404 Fax: 02941-3582

Baugrund · Umwelt · Hydrogeologie

Schichtendarstellung

Maßnahme: Erschließung des Baugebietes B-Plan 391 "Kernekampstraße" in Rheda-Wiedenbrück	Bearb.-Nr. 190416 Anlage 2.1
	Geologe: Herr Schulte
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -	Datum: 26./27.06.2019
Auftraggeber: Stadt Rheda-Wiedenbrück Rathausplatz 13 33378 Rheda-Wiedenbrück	



Legende DPL

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

Legende

- weich - steif
- weich
- locker bis sehr locker
- mitteldicht
- dicht
- Schluff
- Sand
- Feinsand
- Mittelsand
- Grobsand
- Kies
- Mutterboden
- A Auffüllung

KLEEGRÄFE
Kleegräfe Geotechnik GmbH
Holzstraße 212 59556 Lippstadt
Tel.: 02941-5404 Fax: 02941-3582

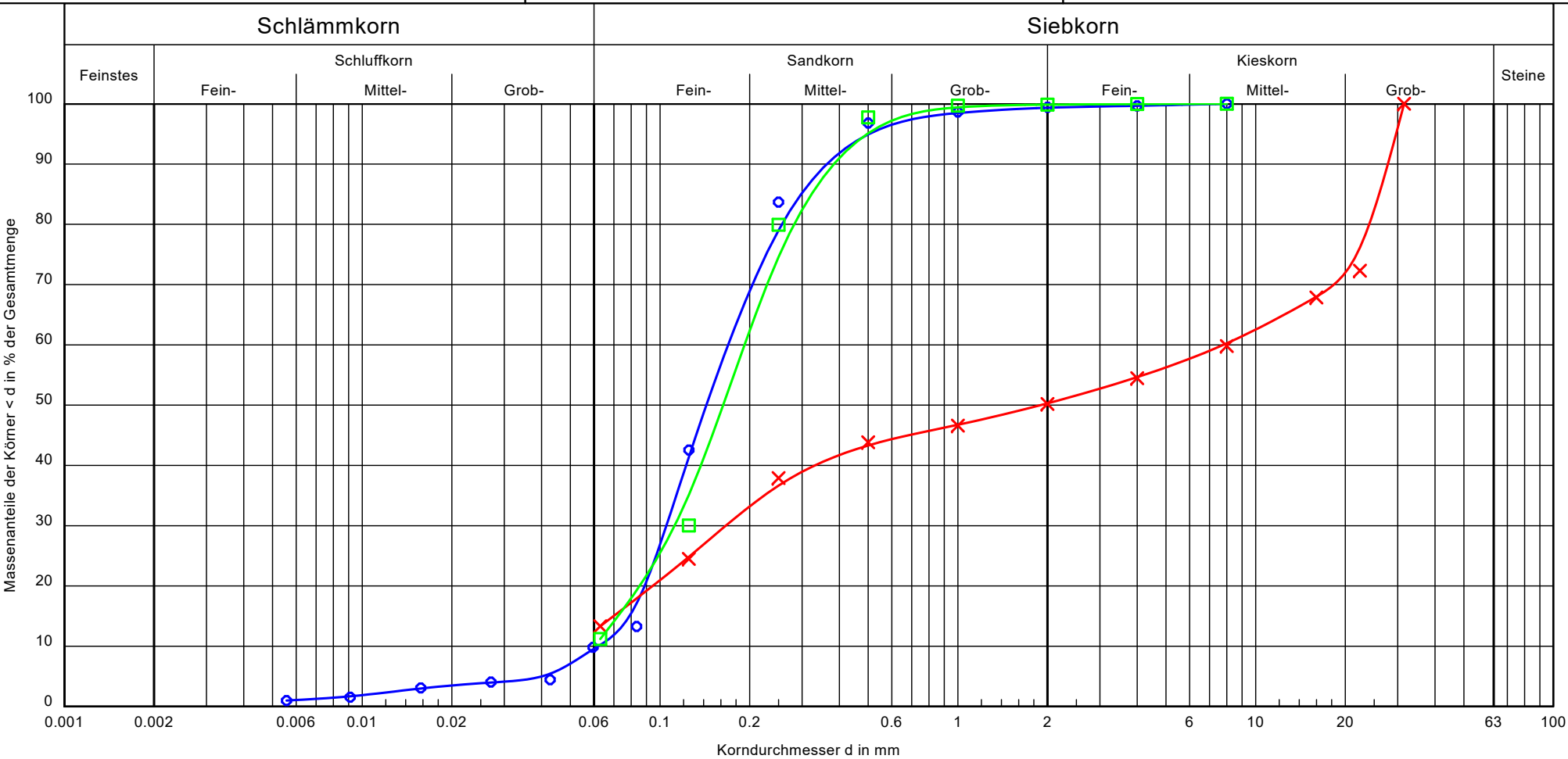
Kleegräfe Geotechnik GmbH
Baugrund · Umwelt · Hydrogeologie

Schichtendarstellung

Maßnahme: Erschließung des Baugebietes B-Plan 391 "Kernekampstraße" in Rheda-Wiedenbrück	Bearb.-Nr. 190416
	Anlage 2.2
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -	Geologe: Herr Schulte
Auftraggeber: Stadt Rheda-Wiedenbrück Rathausplatz 13 33378 Rheda-Wiedenbrück	Datum: 26./27.06.2019

A N L A G E 3.1 – 3.2

Korngrößenanalysen
(Kornsummenkurven)



Bezeichnung:	Probe 1/7	Probe 3/4	Probe 3/5
Bodenart:	fS, ms, u'	G, fs, u', ms', gs'	fS, m̄s, u'
Tiefe:	3,50 - 3,80 m	0,90 - 1,80 m	1,80 - 3,50 m
k [m/s] (Hazen):	3.8 · 10 ⁻⁵	-	-
Entnahmestelle:	BS 1	BS 3	BS 3
Cu/Cc	2.7/1.1	-/-	-/-

Bemerkungen:
1/7: kf-Wert (Mallet/Pacquant): ~ 1,4 x 10⁻⁵ m/s
3/4: kf-Wert (Beyer): < 1,0 x 10⁻⁵ m/s
3/5: kf-Wert (Beyer): < 1,0 x 10⁻⁵ m/s

KLEEGRÄFE Geotechnik GmbH				Bericht: 190416																																																																							
Holzstraße 212 59556 Lippstadt				Anlage: 3.1																																																																							
Körnungslinie Erschließung Baugebiet B-Plan 391 "Kernekampstraße" in Rheda Wiedenbrück				Prüfungsnummer: Proben 1/7, 3/4, 3/5 Probe entnommen am: 26.06.2019 Art der Entnahme: gestörte Proben Arbeitsweise: Sieb-(Schlamm)-Analysen																																																																							
Bearbeiter: Frau Gaßmann				Datum: 03.09.2019																																																																							
Bezeichnung: Probe 1/7 Bodenart: fS, ms, u' Tiefe: 3,50 - 3,80 m k [m/s] (Hazen): 3.834E-5 Entnahmestelle: BS 1 Cu/Cc 2.7/1.1 d10/d30/d60 [mm]: 0.062 / 0.105 / 0.169 Siebanalyse: Trockenmasse [g]: 41.86 Schlämmanalyse: Trockenmasse [g]: 17.81 Korndichte [g/cm³]: 2.650 Aräometer: Bezeichnung: DIN-Aräometer Volumen Aräometerbirne [cm³]: 70.55 Fläche Messzylinder [cm²]: 28.27 Länge Aräometerbirne [cm]: 16.00 Länge der Skala [cm]: 14.50 Abstd. OK Birne - UK Skala [cm]: 1.50 Aräometer-Konstante: 0.00				Siebanalyse <table><tr><th>Korngröße [mm]</th><th>Rückstand [g]</th><th>Rückstand [%]</th><th>Siebdurchgänge [%]</th></tr><tr><td>8.0</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>100.00</td></tr><tr><td>4.0</td><td>0.15</td><td>0.36</td><td>99.64</td></tr><tr><td>2.0</td><td>0.09</td><td>0.22</td><td>99.43</td></tr><tr><td>1.0</td><td>0.33</td><td>0.79</td><td>98.64</td></tr><tr><td>0.5</td><td>0.77</td><td>1.84</td><td>96.80</td></tr><tr><td>0.25</td><td>5.49</td><td>13.12</td><td>83.68</td></tr><tr><td>0.125</td><td>17.22</td><td>41.14</td><td>42.55</td></tr><tr><td>Schale</td><td>17.81</td><td>42.55</td><td>-</td></tr><tr><td>Summe</td><td>41.86</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Siebverlust</td><td>0.00</td><td></td><td></td></tr></table>				Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]	8.0	0.00	0.00	100.00	4.0	0.15	0.36	99.64	2.0	0.09	0.22	99.43	1.0	0.33	0.79	98.64	0.5	0.77	1.84	96.80	0.25	5.49	13.12	83.68	0.125	17.22	41.14	42.55	Schale	17.81	42.55	-	Summe	41.86			Siebverlust	0.00																										
Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]																																																																								
8.0	0.00	0.00	100.00																																																																								
4.0	0.15	0.36	99.64																																																																								
2.0	0.09	0.22	99.43																																																																								
1.0	0.33	0.79	98.64																																																																								
0.5	0.77	1.84	96.80																																																																								
0.25	5.49	13.12	83.68																																																																								
0.125	17.22	41.14	42.55																																																																								
Schale	17.81	42.55	-																																																																								
Summe	41.86																																																																										
Siebverlust	0.00																																																																										
Schlämmanalyse <table><tr><th>Zeit [h]</th><th>Zeit [min]</th><th>R' [g]</th><th>R = R' + C_m [g]</th><th>Korngröße [mm]</th><th>T [°C]</th><th>C_T [g]</th><th>R + C_T [g]</th><th>Durchgang [%]</th></tr><tr><td>0</td><td>0.5</td><td>3.20</td><td>3.20</td><td>0.0834</td><td>21.4</td><td>0.26</td><td>3.46</td><td>13.28</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>2.30</td><td>2.30</td><td>0.0596</td><td>21.4</td><td>0.26</td><td>2.56</td><td>9.83</td></tr><tr><td>0</td><td>2</td><td>0.90</td><td>0.90</td><td>0.0427</td><td>21.4</td><td>0.26</td><td>1.16</td><td>4.46</td></tr><tr><td>0</td><td>5</td><td>0.80</td><td>0.80</td><td>0.0271</td><td>21.4</td><td>0.26</td><td>1.06</td><td>4.07</td></tr><tr><td>0</td><td>15</td><td>0.60</td><td>0.60</td><td>0.0157</td><td>21.1</td><td>0.20</td><td>0.80</td><td>3.08</td></tr><tr><td>0</td><td>45</td><td>0.20</td><td>0.20</td><td>0.0091</td><td>21.1</td><td>0.20</td><td>0.40</td><td>1.55</td></tr><tr><td>2</td><td>0</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.0056</td><td>21.4</td><td>0.26</td><td>0.26</td><td>1.00</td></tr></table>				Zeit [h]	Zeit [min]	R' [g]	R = R' + C _m [g]	Korngröße [mm]	T [°C]	C _T [g]	R + C _T [g]	Durchgang [%]	0	0.5	3.20	3.20	0.0834	21.4	0.26	3.46	13.28	0	1	2.30	2.30	0.0596	21.4	0.26	2.56	9.83	0	2	0.90	0.90	0.0427	21.4	0.26	1.16	4.46	0	5	0.80	0.80	0.0271	21.4	0.26	1.06	4.07	0	15	0.60	0.60	0.0157	21.1	0.20	0.80	3.08	0	45	0.20	0.20	0.0091	21.1	0.20	0.40	1.55	2	0	0.00	0.00	0.0056	21.4	0.26	0.26	1.00
Zeit [h]	Zeit [min]	R' [g]	R = R' + C _m [g]	Korngröße [mm]	T [°C]	C _T [g]	R + C _T [g]	Durchgang [%]																																																																			
0	0.5	3.20	3.20	0.0834	21.4	0.26	3.46	13.28																																																																			
0	1	2.30	2.30	0.0596	21.4	0.26	2.56	9.83																																																																			
0	2	0.90	0.90	0.0427	21.4	0.26	1.16	4.46																																																																			
0	5	0.80	0.80	0.0271	21.4	0.26	1.06	4.07																																																																			
0	15	0.60	0.60	0.0157	21.1	0.20	0.80	3.08																																																																			
0	45	0.20	0.20	0.0091	21.1	0.20	0.40	1.55																																																																			
2	0	0.00	0.00	0.0056	21.4	0.26	0.26	1.00																																																																			

Körnungslinie

Erschließung Baugebiet

B-Plan 391 "Kernekampstraße"
in Rheda Wiedenbrück

Bearbeiter: Frau Gaßmann

Datum: 03.09.2019

Prüfungsnummer: Proben 1/7, 3/4, 3/5

Probe entnommen am: 26.06.2019

Art der Entnahme: gestörte Proben

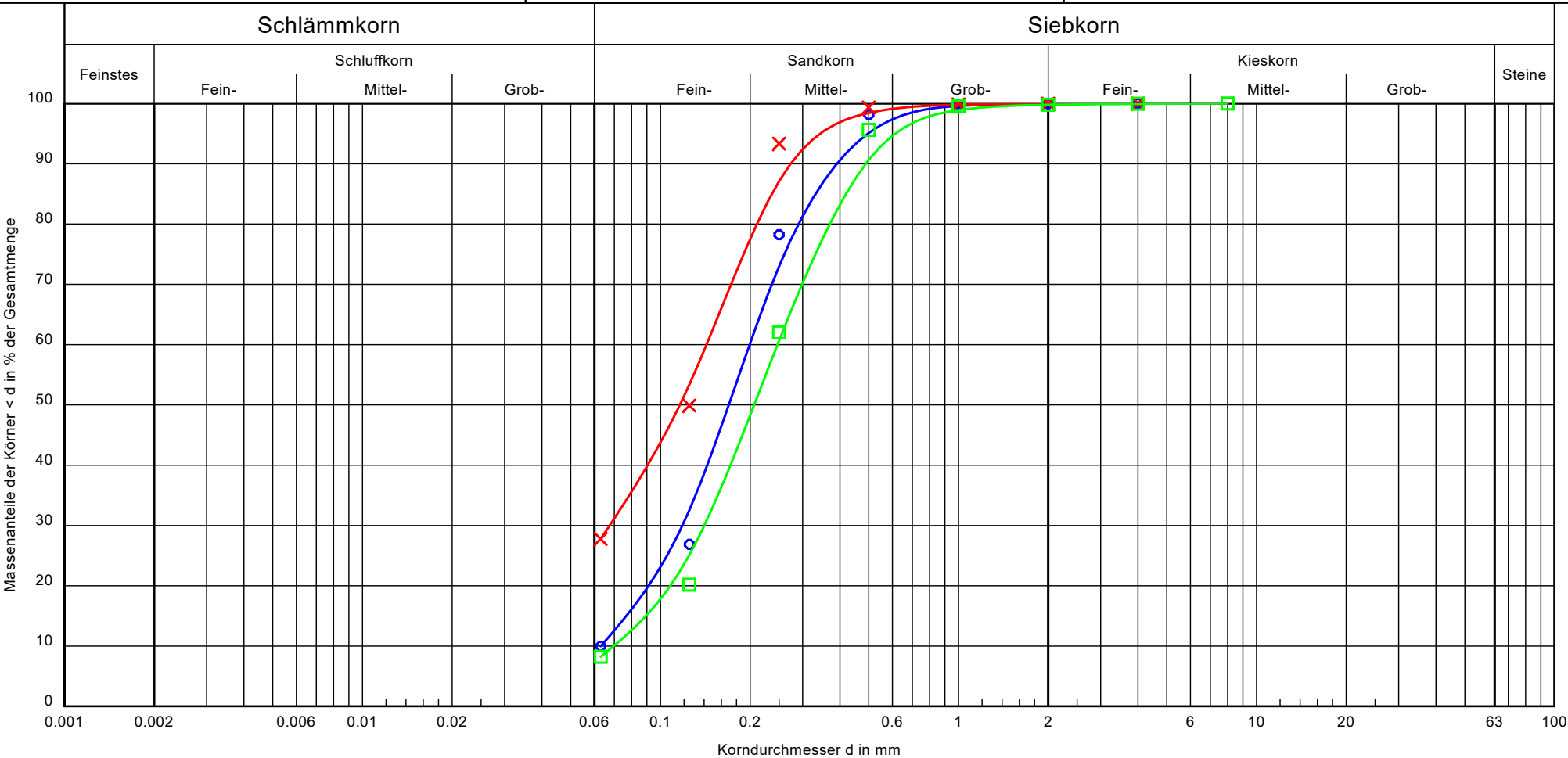
Arbeitsweise: Sieb-(Schlämm)-Analysen

Bezeichnung: Probe 3/4
Bodenart: G, fs, u', ms', gs'
Tiefe: 0,90 - 1,80 m
k [m/s] (Hazen): -
Entnahmestelle: BS 3
Cu/Cc -/
d10/d30/d60 [mm]: - / 0.166 / 7.779
Siebanalyse:
Trockenmasse [g]: 408.07

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurch- gänge [%]
31.5	0.00	0.00	100.00
22.4	113.01	27.69	72.31
16.0	18.13	4.44	67.86
8.0	32.86	8.05	59.81
4.0	21.76	5.33	54.48
2.0	17.52	4.29	50.19
1.0	14.60	3.58	46.61
0.5	11.28	2.76	43.84
0.25	24.26	5.95	37.90
0.125	54.67	13.40	24.50
0.063	45.57	11.17	13.33
Schale	54.41	13.33	-
Summe	408.07		
Siebverlust	0.00		

KLEEGRÄFE Geotechnik GmbH Holzstraße 212 59556 Lippstadt		Bericht: 190416 Anlage: 3.1																																																
Körnungslinie Erschließung Baugebiet B-Plan 391 "Kernekampstraße" in Rheda Wiedenbrück Bearbeiter: Frau Gaßmann		Prüfungsnummer: Proben 1/7, 3/4, 3/5 Probe entnommen am: 26.06.2019 Art der Entnahme: gestörte Proben Arbeitsweise: Sieb-(Schlamm)-Analysen Datum: 03.09.2019																																																
Bezeichnung: Probe 3/5 Bodenart: fS, m$\bar{s}$, u' Tiefe: 1,80 - 3,50 m k [m/s] (Hazen): - Entnahmestelle: BS 3 Cu/Cc -/- d10/d30/d60 [mm]: - / 0.112 / 0.192 Siebanalyse: Trockenmasse [g]: 162.47 Siebanalyse <table><thead><tr><th>Korngröße [mm]</th><th>Rückstand [g]</th><th>Rückstand [%]</th><th>Siebdurch- gänge [%]</th></tr></thead><tbody><tr><td>8.0</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>100.00</td></tr><tr><td>4.0</td><td>0.06</td><td>0.04</td><td>99.96</td></tr><tr><td>2.0</td><td>0.17</td><td>0.10</td><td>99.86</td></tr><tr><td>1.0</td><td>0.27</td><td>0.17</td><td>99.69</td></tr><tr><td>0.5</td><td>3.16</td><td>1.94</td><td>97.75</td></tr><tr><td>0.25</td><td>28.94</td><td>17.81</td><td>79.93</td></tr><tr><td>0.125</td><td>81.08</td><td>49.90</td><td>30.03</td></tr><tr><td>0.063</td><td>30.59</td><td>18.83</td><td>11.20</td></tr><tr><td>Schale</td><td>18.20</td><td>11.20</td><td>-</td></tr><tr><td>Summe</td><td>162.47</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Siebverlust</td><td>0.00</td><td></td><td></td></tr></tbody></table>			Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurch- gänge [%]	8.0	0.00	0.00	100.00	4.0	0.06	0.04	99.96	2.0	0.17	0.10	99.86	1.0	0.27	0.17	99.69	0.5	3.16	1.94	97.75	0.25	28.94	17.81	79.93	0.125	81.08	49.90	30.03	0.063	30.59	18.83	11.20	Schale	18.20	11.20	-	Summe	162.47			Siebverlust	0.00		
Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurch- gänge [%]																																															
8.0	0.00	0.00	100.00																																															
4.0	0.06	0.04	99.96																																															
2.0	0.17	0.10	99.86																																															
1.0	0.27	0.17	99.69																																															
0.5	3.16	1.94	97.75																																															
0.25	28.94	17.81	79.93																																															
0.125	81.08	49.90	30.03																																															
0.063	30.59	18.83	11.20																																															
Schale	18.20	11.20	-																																															
Summe	162.47																																																	
Siebverlust	0.00																																																	



Bezeichnung:	Probe 5/3	Probe 6/3	Probe 8/5
Bodenart:	fS, mS, u'	fS, u, ms	mS, fS, u', gs'
Tiefe:	1,20 - 1,90 m	0,95 - 1,30 m	2,60 - 3,60 m
k [m/s] (Hazen):	3.6 · 10 ⁻⁵	-	4.4 · 10 ⁻⁵
Entnahmestelle:	BS 5	BS 6	BS 8
Cu/Cc	3.2/1.1	-/-	3.6/1.1

Bemerkungen:
5/3: kf-Wert (Beyer): ~ 3,6 x 10⁻⁵ m/s
6/3: kf-Wert (Beyer): < 1,0 x 10⁻⁵ m/s
8/5: kf-Wert (Beyer): ~ 4,4 x 10⁻⁵ m/s

KLEEGRÄFE Geotechnik GmbH Holzstraße 212 59556 Lippstadt		Bericht: 190416 Anlage: 3.2																																												
Körnungslinie Erschließung Baugebiet B-Plan 391 "Kernekampstraße" in Rheda Wiedenbrück Bearbeiter: Frau Gaßmann		Prüfungsnummer: Proben 5/3, 6/3, 8/5 Probe entnommen am: 26.06.2019 Art der Entnahme: gestörte Proben Arbeitsweise: Sieb-Analysen Datum: 03.09.2019																																												
Bezeichnung: Probe 5/3 Bodenart: fS, m$\bar{s}$, u' Tiefe: 1,20 - 1,90 m k [m/s] (Hazen): 3.578E-5 Entnahmestelle: BS 5 Cu/Cc 3.2/1.1 d10/d30/d60 [mm]: 0.063 / 0.118 / 0.199 Siebanalyse: Trockenmasse [g]: 361.17 Siebanalyse <table><tr><th>Korngröße [mm]</th><th>Rückstand [g]</th><th>Rückstand [%]</th><th>Siebdurch- gänge [%]</th></tr><tr><td>4.0</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>100.00</td></tr><tr><td>2.0</td><td>0.15</td><td>0.04</td><td>99.96</td></tr><tr><td>1.0</td><td>0.32</td><td>0.09</td><td>99.87</td></tr><tr><td>0.5</td><td>6.30</td><td>1.74</td><td>98.13</td></tr><tr><td>0.25</td><td>71.82</td><td>19.89</td><td>78.24</td></tr><tr><td>0.125</td><td>185.50</td><td>51.36</td><td>26.88</td></tr><tr><td>0.063</td><td>61.04</td><td>16.90</td><td>9.98</td></tr><tr><td>Schale</td><td>36.04</td><td>9.98</td><td>-</td></tr><tr><td>Summe</td><td>361.17</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Siebverlust</td><td>0.00</td><td></td><td></td></tr></table>			Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurch- gänge [%]	4.0	0.00	0.00	100.00	2.0	0.15	0.04	99.96	1.0	0.32	0.09	99.87	0.5	6.30	1.74	98.13	0.25	71.82	19.89	78.24	0.125	185.50	51.36	26.88	0.063	61.04	16.90	9.98	Schale	36.04	9.98	-	Summe	361.17			Siebverlust	0.00		
Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurch- gänge [%]																																											
4.0	0.00	0.00	100.00																																											
2.0	0.15	0.04	99.96																																											
1.0	0.32	0.09	99.87																																											
0.5	6.30	1.74	98.13																																											
0.25	71.82	19.89	78.24																																											
0.125	185.50	51.36	26.88																																											
0.063	61.04	16.90	9.98																																											
Schale	36.04	9.98	-																																											
Summe	361.17																																													
Siebverlust	0.00																																													

Körnungslinie

Erschließung Baugebiet

B-Plan 391 "Kernekampstraße"
in Rheda Wiedenbrück

Bearbeiter: Frau Gaßmann

Datum: 03.09.2019

Prüfungsnummer: Proben 5/3, 6/3, 8/5

Probe entnommen am: 26.06.2019

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-Analysen

Bezeichnung: Probe 6/3
Bodenart: fS, u, ms
Tiefe: 0,95 - 1,30 m
k [m/s] (Hazen): -
Entnahmestelle: BS 6
Cu/Cc -/-
d10/d30/d60 [mm]: - / 0.067 / 0.143
Siebanalyse:
Trockenmasse [g]: 246.26

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurch- gänge [%]
4.0	0.00	0.00	100.00
2.0	0.04	0.02	99.98
1.0	0.32	0.13	99.85
0.5	1.28	0.52	99.33
0.25	14.75	5.99	93.34
0.125	107.00	43.45	49.89
0.063	54.49	22.13	27.77
Schale	68.38	27.77	-
Summe	246.26		
Siebverlust	0.00		

Körnungslinie

Erschließung Baugebiet

B-Plan 391 "Kernekampstraße"
in Rheda Wiedenbrück

Bearbeiter: Frau Gaßmann

Datum: 03.09.2019

Prüfungsnummer: Proben 5/3, 6/3, 8/5

Probe entnommen am: 26.06.2019

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-Analysen

Bezeichnung: Probe 8/5
Bodenart: mS, f̄s, u', gs'
Tiefe: 2,60 - 3,60 m
k [m/s] (Hazen): 4.359E-5
Entnahmestelle: BS 8
Cu/Cc 3.6/1.1
d10/d30/d60 [mm]: 0.070 / 0.140 / 0.247
Siebanalyse:
Trockenmasse [g]: 257.97

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurch- gänge [%]
8.0	0.00	0.00	100.00
4.0	0.13	0.05	99.95
2.0	0.40	0.16	99.79
1.0	0.78	0.30	99.49
0.5	10.01	3.88	95.61
0.25	86.65	33.59	62.02
0.125	107.92	41.83	20.19
0.063	30.81	11.94	8.25
Schale	21.27	8.25	-
Summe	257.97		
Siebverlust	0.00		

ANLAGE 4.1
Wassergehaltsbestimmungen

Kleegräfe
Geotechnik GmbH
Holzstraße 212
59556 Lippstadt

Bericht: 190416
Anlage: 4.1

Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

Erschließung Baugebiet

B-Plan 391 "Kernekampstraße"

- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Frau Gaßmann

Datum: 03.09.2019

Prüfungsnummer: Probe 1/7, 3/4, 3/5, 5/3, 6/3, 8/5

Entnahmestelle: BS 1, 3, 5, 6, 8

Tiefe: 0,90 - 3,80 m (min-max)

Bodenart:

Art der Entnahme: gestörte Proben

Probe entnommen am: 26.06.2019

Probenbezeichnung:	Probe 1/7	Probe 3/4	Probe 3/5	Probe 5/3	Probe 6/3	Probe 8/5
Feuchte Probe + Behälter [g]:	218.05	898.72	619.31	803.64	723.27	710.88
Trockene Probe + Behälter [g]:	216.10	868.95	595.43	761.31	690.93	666.02
Behälter [g]:	205.01	369.89	432.96	400.19	444.67	408.05
Porenwasser [g]:	1.95	29.77	23.88	42.33	32.34	44.86
Trockene Probe [g]:	11.09	499.06	162.47	361.12	246.26	257.97
Wassergehalt [%]	17.58	5.97	14.70	11.72	13.13	17.39

Probenbezeichnung:						
Feuchte Probe + Behälter [g]:						
Trockene Probe + Behälter [g]:						
Behälter [g]:						
Porenwasser [g]:						
Trockene Probe [g]:						
Wassergehalt [%]						

Probenbezeichnung:						
Feuchte Probe + Behälter [g]:						
Trockene Probe + Behälter [g]:						
Behälter [g]:						
Porenwasser [g]:						
Trockene Probe [g]:						
Wassergehalt [%]						

Probenbezeichnung:						
Feuchte Probe + Behälter [g]:						
Trockene Probe + Behälter [g]:						
Behälter [g]:						
Porenwasser [g]:						
Trockene Probe [g]:						
Wassergehalt [%]						

ANLAGE 5.1
Glühverlustbestimmungen

KLEEGRÄFE
Geotechnik GmbH
Holzstraße 212
59556 Lippstadt

Bericht: 190416
Anlage: 5.1

Glühverlust nach DIN 18 128

Erschließung Baugebiet

B-Plan 391 "Kernekampstraße"

- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Frau Gaßmann

Datum: 05.09.2019

Prüfungsnummer: Probe 3/4, 6/2

Entnahmestelle: BS 3, 6

Tiefe: 0,50 - 1,80 m

Art der Entnahme: gestörte Probe

Bodenart:

Probe entnommen am: 26.06.2019

Probenbezeichnung	Probe 3/4	Probe 3/4	Probe 3/4	Probe 6/2	Probe 6/2	Probe 6/2
Ungeglühte Probe + Behälter [g]	57.71	58.04	57.45	57.37	56.77	55.74
Geglühte Probe + Behälter [g]	57.23	57.58	57.04	56.91	56.26	55.25
Behälter [g]	27.75	26.83	27.66	27.59	27.42	27.75
Massenverlust [g]	0.48	0.46	0.41	0.46	0.51	0.49
Trockenmasse vor Glühen [g]	29.96	31.21	29.79	29.78	29.35	27.99
Glühverlust [-]	1.60	1.47	1.38	1.54	1.74	1.75

Probenbezeichnung						
Ungeglühte Probe + Behälter [g]						
Geglühte Probe + Behälter [g]						
Behälter [g]						
Massenverlust [g]						
Trockenmasse vor Glühen [g]						
Glühverlust [-]						

Probenbezeichnung						
Ungeglühte Probe + Behälter [g]						
Geglühte Probe + Behälter [g]						
Behälter [g]						
Massenverlust [g]						
Trockenmasse vor Glühen [g]						
Glühverlust [-]						

Probenbezeichnung						
Ungeglühte Probe + Behälter [g]						
Geglühte Probe + Behälter [g]						
Behälter [g]						
Massenverlust [g]						
Trockenmasse vor Glühen [g]						
Glühverlust [-]						

ANLAGE 6.1

Versickerungsversuche im Gelände (Auffüllversuche)

Versickerungsversuche im Gelände (Auffüllversuche)Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes k_f

Maßnahme: Hydrogeol. Ermittlung und Bewertung des Versickerungspotenzials
Ort: 33378 Rheda-Wiedenbrück, Baugebiet Kernekampstraße (B-Plan Nr. 391)
Datum: 24./25.06.2019

Versuchsdurchführung mittels 'open-end-test' (auf Grundwasser)

Bohrung	Vers. Nr.	r mm	h m	Zeit min	Wasser- menge l	Q m ³ /s	k_f m/s	Bemerkung (Grundwasserstand, Versick.-Medium und Gültigkeitsbereich)
GWM 1 (Pegel)	1	25	0,78	2	2,4	2,00E-05	1,86E-04	GW: 2,45 m; 1,00-2,45 m (Fluv.-Sand)
	2	25	0,78	2	2	1,67E-05	1,55E-04	GW: 2,45 m; 1,00-2,45 m (Fluv.-Sand)
BS 2	1	20	1,17	5	2,91	9,70E-06	7,54E-05	GW: 2,17 m; 1,00-2,17 m (Fluv.-Sand)
	2	20	1,17	5	2,15	7,17E-06	5,57E-05	GW: 2,17 m; 1,00-2,17 m (Fluv.-Sand)
BS 4	1	20	1,56	3,03	4	2,20E-05	1,28E-04	GW: 2,56 m; 1,00-2,56 m (Fluv.-Sand)
	2	20	1,56	3,46	4	1,93E-05	1,12E-04	GW: 2,56 m; 1,00-2,56 m (Fluv.-Sand)
BS 5	1	20	1,6	3,5	4	1,90E-05	1,08E-04	GW: 2,60 m; 1,00-2,60 m (Fluv.-Sand)
	2	20	1,6	3,63	4	1,84E-05	1,04E-04	GW: 2,60 m; 1,00-2,60 m (Fluv.-Sand)
BS 6	1	20	1,63	3,4	3	1,47E-05	8,20E-05	GW: 2,63 m; 1,00-2,63 m (Fluv.-Sand)
	2	20	1,63	3,17	3	1,58E-05	8,80E-05	GW: 2,63 m; 1,00-2,63 m (Fluv.-Sand)
BS 7	1	20	1,68	3,68	4	1,81E-05	9,80E-05	GW: 2,68 m; 1,00-2,68 m (Fluv.-Sand)
	2	20	1,68	3,88	4	1,72E-05	9,30E-05	GW: 2,68 m; 1,00-2,68 m (Fluv.-Sand)
BS 8	1	20	1,27	2,3	4	2,8986E-05	2,07E-04	GW: 2,27 m; 1,00-2,27 m (Fluv.-Sand)
	2	20	1,27	2,71	4	2,46E-05	1,76E-04	GW: 2,27 m; 1,00-2,27 m (Fluv.-Sand)

Erläuterung

r - Brunnenradius, mm
h - Wasserstandshöhe über der Grundwasseroberfläche, m
Q - Wasserzugabe in m³/s (Wasserspiegelkonstanthaltung)
 k_f - Durchlässigkeitsbeiwert, m/s

Durchlässigkeitsbewertung nach DIN 18 130

k_f	$> 10^{-4}$	m/s :	'stark durchlässig'
k_f	$10^{-4} - 10^{-6}$	m/s :	'durchlässig'
k_f	$10^{-6} - 10^{-8}$	m/s :	'gering durchlässig'
k_f	$< 10^{-8}$	m/s :	'sehr gering durchlässig'

ANLAGE 7.1

Setzungsberechnung Streifenfundamente (Nichtunterkellerung)

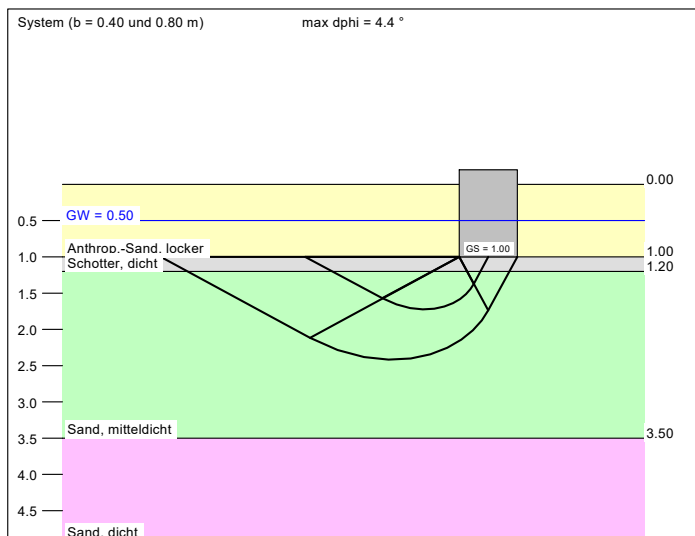
Boden	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E _s [MN/m²]	v [-]	Bezeichnung
	17.0	9.0	27.0	0.0	3.0	0.00	Anthrop.-Sand, locker
	22.0	14.0	37.5	0.0	80.0	0.00	Schotter, dicht
	17.5	9.5	32.5	0.0	22.0	0.00	Sand, mitteldicht
	18.5	10.5	35.0	0.0	35.0	0.00	Sand, dicht

Nichtunterkellerung Gründung über Streifenfundamente

KLEEGRÄFE Geotechnik GmbH
Holzstraße 212 in 59556 Lippstadt-Bad Waldliesborn
Tel.: 02941 - 5404 Fax: 02941 - 3582
Projekt: Rheda-Wiedenbrück, Baugebiet Kernekampstr. (B-Plan Nr. 391)
Setzungsberechnung Streifenfundamentgründung (Nichtunterkellerung)

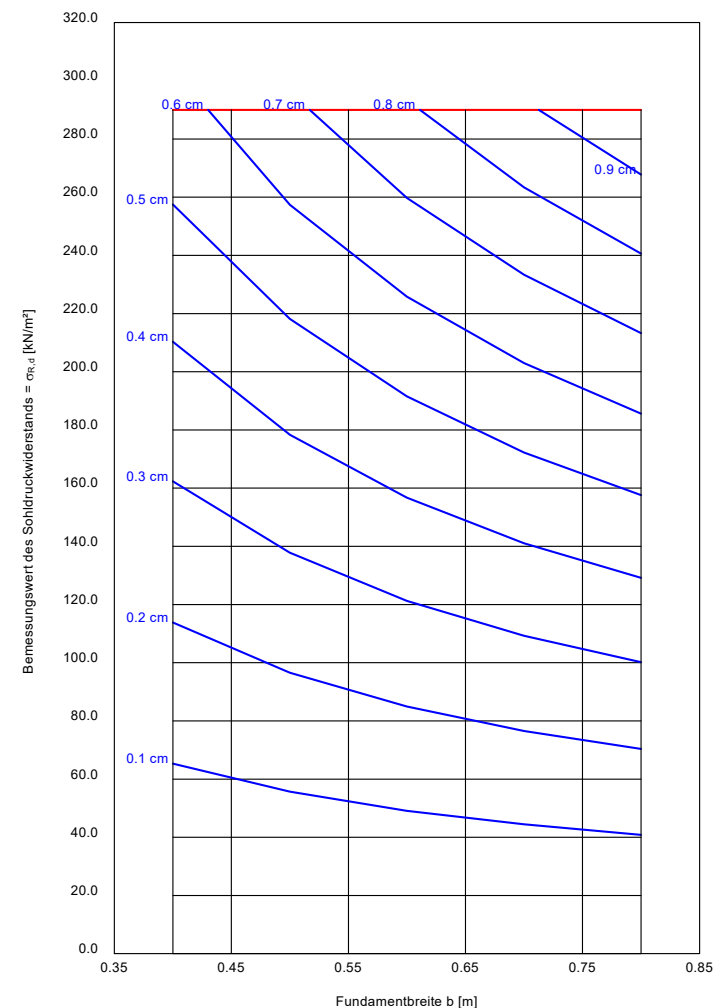
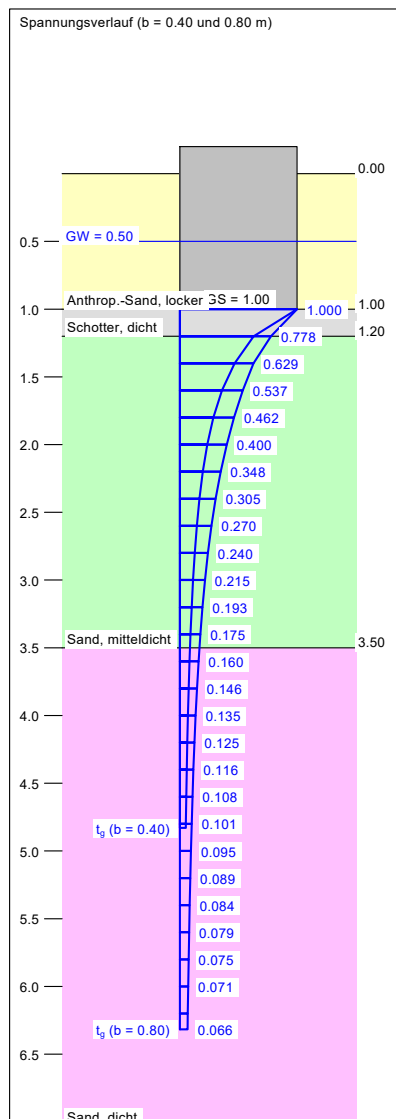
Berechnungsgrundlagen:
Rheda-Wiedenbrück, BG Kernekampstr.
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Streifenfundament (a = 12.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 $\sigma_{R,d}$ auf 290.00 kN/m² begrenzt
Gründungssohle = 1.00 m
Grundwasser = 0.50 m
Grenztiefe mit p = 20.0 %
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
— Sohldruck
— Setzungen



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	R _{n,d} [kN/m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	σ_0 [kN/m²]	t _g [m]	UK LS [m]	k _s [MN/m³]
12.00	0.40	290.0	116.0	203.5	0.57	33.6	0.00	11.28	13.00	4.83	1.72	35.7
12.00	0.50	290.0	145.0	203.5	0.68	33.4	0.00	10.96	13.00	5.26	1.90	29.8
12.00	0.60	290.0	174.0	203.5	0.79	33.3	0.00	10.74	13.00	5.65	2.07	25.8
12.00	0.70	290.0	203.0	203.5	0.89	33.2	0.00	10.58	13.00	6.00	2.24	22.9
12.00	0.80	290.0	232.0	203.5	0.98	33.1	0.00	10.45	13.00	6.32	2.42	20.7

$\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{R,k} / 1.99$ (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50



Gründung auf dem organikfreien, nachverdichteten Fluviatilsand (Unterbau: 20 cm Schotter als verdichtungsfähige Auflage)

ANLAGE 8.1
Fotodokumentation

Fotodokumentation

Seite 1

Anlage 8

Situation am 26./27.06.2019

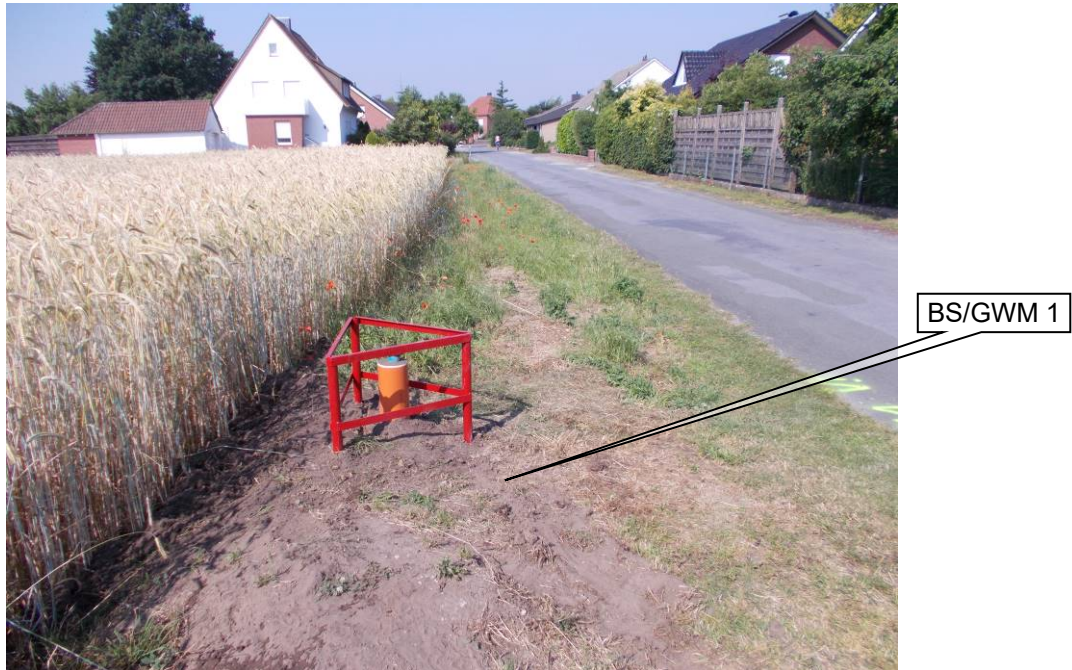


Foto 1: Blickrichtung ~W; Bereich der BS/GWM 1 (Markierung)

Situation am 26./27.06.2019



Foto 2: Blickrichtung ~S; Bereich der BS 2 (Markierung)

Fotodokumentation

Seite 2

Anlage 8

Situation am 26./27.06.2019



Foto 3: Blickrichtung ~SSO; Bereich der BS 3 (Markierung)

Situation am 26./27.06.2019



Foto 4: Blickrichtung ~NNO; Bereich der BS 4 (Markierung)

Fotodokumentation

Seite 3

Anlage 8

Situation am 26./27.06.2019



Foto 5: Blickrichtung ~NNW; Bereich der BS 5 (Markierung)

Situation am 26./27.06.2019



Foto 6: Blickrichtung ~W; Bereich der BS 6 (Markierung)

Fotodokumentation

Seite 4

Anlage 8

Situation am 26./27.06.2019



Foto 7: Blickrichtung ~S; Bereich der BS 7 (Markierung)

Situation am 26./27.06.2019



Foto 8: Blickrichtung ~W; Bereich der BS 8 (Markierung)

Fotodokumentation

Seite 5

Anlage 8

Situation am 26./27.06.2019



Foto 9: Blickrichtung ~O; Übersicht