



Baugrundbeurteilungen – Gründungsberatungen/Gutachten, Erdstatische Berechnungen, Beweissicherungen
Kontrollprüfungen für den Erd-, Grund- und Straßenbau, Bohrungen, Sondierungen, Rammkernsondierungen

ERDBAULABOR SCHEMM GmbH – INGENIEURBÜRO
Hesselteicher Str. 71, 33829 Borgholzhausen

Tel.: 05425 / 9442-0
Fax: 05425 / 9442-44

Gemeinde Herzebrock-Clarholz
Frau Kröger
Am Rathaus 1

Bankverbindung:
Kreissparkasse Halle
BLZ 480 515 80
Kto.-Nr. 54684

33442 Herzebrock-Clarholz



H115691C

info@erdbaulabor-schemm.de
33829 Borgholzhausen
Hesselteicher Str. 71

11961 Erschließung Bebauungsplangebiet Nr. 267
Postweg-Mitte in Herzebrock-Clarholz

Bearbeitungs-Nr.: 11.961
An/Si

Borgholzhausen, den
05.07.2021

Erschließung des Bebauungsplangebietes Nr. 267 „Postweg-Mitte“ in 33442 Herzebrock-Clarholz

Auftrag vom 18.05.2021

Anlagen

1	Körnungslinien	
2	Lageplan	M. 1 : 1.500
3.0 + 3.1	Profilschnitte und Widerstandsdiagramme	M. 1 : 50

Anhang

Analyseergebnisse der HBICON GmbH, Bielefeld

Baugrundtechnische Stellungnahme zur generellen Bebaubarkeit, zur Versickerung sowie zum Straßen- und Kanalbau

1 Vorgang

Das Baugebiet „Postweg-Mitte“ in 33442 Herzebrock-Clarholz soll gemäß B-Plan Nr. 267 bebaut und tiefbau- bzw. straßenbautechnisch erschlossen werden.

Das Gelände im Bereich der geplanten Erschließungsmaßnahmen liegt zwischen ca. 71,06 m NN und ca. 72,21 m NN (Mittel = $\bar{x}$ = ca. 71,67 m NN) und weist somit eine Höhendifferenz von ca. 1,15 m auf.

Unser Büro wurde beauftragt, den Baugrund an 14 Stellen baugrundtechnisch zu erkunden und die Ergebnisse in einer Baugrundtechnischen Stellungnahme zur generellen Bebaubarkeit sowie zum Straßen- und Kanalbau zusammenzufassen. Weiterhin soll die Möglichkeit einer Regenwasserversickerung beurteilt werden.

2 Unterlagen

Für die Bearbeitung standen uns die folgenden Unterlagen zur Verfügung:

U/1	Auftrag vom 18.05.2021	
U/2	Lageplan	M. 1 : 1500
U/3	Bebauungsplan Nr. 267 – Städtebauliche Rahmenplanung	M. 1 : 1000
U/4	Diverse Leitungspläne (Gas, Wasser, Strom, Wärme)	M. 1 : 3000/500
U/5	Eingemessene Höhen der Bohransatzpunkte durch das Vermessungsbüro Walter Wiemes	M. 1 : 1500

Weiterhin wurde die Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen, Maßstab 1 : 100.000, hinzugezogen.

3 Art, Umfang und Zeitpunkt der Untersuchungen

Zur Erkundung des Baugrundes wurden am 16. und 17.06. insgesamt 14 Kleinrammbohrungen (RKB 1 bis 14) gemäß DIN EN ISO 22475-1 abgeteuft. Die vorgesehene Aufschlussendtiefe von 5,0 m unter Gelände wurde durch die RKB 1 bis 4, 6 und 7 sowie 12 aufgrund der Festigkeit des Untergrundes nicht erreicht. Es trat vorzeitig „Stand“ zwischen 3,5/4,5 m unter Gelände ein (Geräteauslastung).

Zur Abschätzung der Tragfähigkeiten bzw. der Lagerungsdichten des Untergrundes wurde neben der Kleinrammbohrungen jeweils eine Rammsondierung (DPM 1 bis 14) mit der mittelschweren Rammsonde DPM-10 gemäß TP BF-StB Teil B 15.1 niedergebracht. Auch hier wurde die vorgesehene Erkundungstiefe von 5,0 m unter GOK aufgrund hoher Eindringwiderstände durch die oben aufgeführten Sonden nicht erreicht. Es trat vorzeitig „Stand“ zwischen 3,5 m und 4,8 m unter Sondieransatzpunkt ein.

Aus der Rammkernbohrung RKB 10 wurde eine Grundwasserprobe entnommen, die bei der HBICON GmbH, Bielefeld, hinsichtlich der Betonaggressivität nach DIN 4030 untersucht wurde (Ergebnis s. Abschnitt 6).

Der Anlage 2 sind die Ansatzpunkte der Aufschlüsse zu entnehmen. Die Sondierprofile mit den Rammdiagrammen sind in den Anlagen 3 gem. DIN 4023 farbig dargestellt.

Die Ansatzpunkte wurden durch das Vermessungsbüro Walter Wiemes lage- und höhenmäßig bezogen auf m NN eingemessen. Die Höhen sind in der Tabelle 1 zusammengestellt:

Tabelle 1: Höhen der Ansatzpunkte

Ansatzpunkt	Höhe [m NN]	Ansatzpunkt	Höhe [m NN]
RKB/DPM1	71,77	RKB/DPM 8	71,81
RKB/DPM 2	71,94	RKB/DPM 9	71,63
RKB/DPM 3	71,67	RKB/DPM 10	71,06
RKB/DPM 4	72,21	RKB/DPM 11	71,28
RKB/DPM 5	71,60	RKB/DPM 12	71,65
RKB/DPM 6	71,41	RKB/DPM 13	72,03
RKB/DPM 7	71,36	RKB/DPM 14	71,98

Zur Ermittlung von bodenmechanischen Kennziffern wurden in unserem Labor an repräsentativem Probenmaterial folgende Versuche durchgeführt:

- Ansprache von 79 gestörten Bodenproben
- 2 Bestimmungen der Korngrößenverteilungen durch kombinierte Sieb- und Schlämmanalyse gem. DIN EN ISO 17892-4
- 1 Bestimmung der Korngrößenverteilung durch Schlämmanalyse gem. DIN EN ISO 17892-4
- 2 Bestimmungen der Korngrößenverteilungen durch Siebanalyse gem. DIN EN ISO 17892-4
- 1 Bestimmung des organischen Anteils durch Glühverlust gem. DIN 18128
- 7 Bestimmungen der Wassergehalte durch Ofentrocknung gem. DIN EN ISO 17892-1 (davon 1 Ausschließliche)

Die Ergebnisse des Glühverlustes und der Wassergehaltsbestimmungen sind an die Schichtenprofile in den Anlagen 3 angetragen.

Die manuelle und visuelle Bodenprobenansprache wurde durch die stichprobenartig durchgeführten labortechnischen Bestimmungen der Korngrößenverteilungen (s. Anlage 1) bestätigt.

4 Baugrundaufbau

Die Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen weist im nördlichen Untersuchungsbereich quartären (mittelpleistozänen) Vorschüttsand und Beckenablagerungen (Sand, Schluff) der Saale-Kaltzeit sowie im südlichen Teil des Untersuchungsgebietes oberpleistozäne (Quartär; Weichsel-Kaltzeit) Niederterrassen der Ems oder der Lippe aus Sand, Schluff und Kies über oberkretazischem Mergelstein aus dem Unteren Campan aus.

Nach den Felduntersuchungen steht im Bereich der geplanten Erschließungsmaßnahmen bei allen Kleinrammbohrungen oberflächlich bis 0,2/0,6 m unter Gelände vorwiegend gewachsener, untergeordnet bei RKB 10 und 11 auch aufgefüllter (enthält Ziegelreste) **Mutterboden/organischer Oberboden** aus schwach humosem, schwach schluffigem Fein- und Mittelsand an.

Unterlagernd wurde bis in 1,0/3,0 m Tiefe vorwiegend schwach verlehmt **Sand** erkundet. Kornanalytisch handelt es sich um teils schwach humosen Fein- und Mittelsand, um stark mittelsandigen sowie schwach schluffigen Feinsand und auch um feinsandigen bis stark feinsandigen, schwach schluffigen bis schluffigen, oberflächlich teils schwach humosen ($V_{gl} = 1,2 \%$) Mittelsand.

Bei RKB 12 wurden von 1,0/2,0 m **Auffüllungen** aus Ziegelbruch und Plastikresten (Kies, schwach sandig, schwach schluffig) angetroffen.

Im Aufschlusstiefsten steht bis zum „Stand“ bzw. bis zur Aufschlussendtiefe **verwitterter Mergel**, welcher als schwach toniger bis stark toniger, schwach sandiger bis stark sandiger Schluff anzusprechen ist, an.

Der genaue Baugrundaufbau mit Antragung der Bodenklassen nach DIN 18300:2012 und der Bodengruppen nach DIN 18196 kann den Anlagen 3 entnommen werden.

5 Ergebnisse der Rammsondierungen

Nach den Widerstandsdiagrammen (Anzahl der Schläge/10 cm Eindringtiefe = N_{10}) der mittelschweren Rammsonden DPM-10 ist der **Sand** oberflächlich sowie teils am Übergang zum verwitterten Mergel bei $N_{10} \leq 5$ über bzw. $N_{10} \leq 3$ im Grundwasser nur sehr locker bis locker gelagert. Dazwischen ist der Sand mindestens mitteldicht und lagenweise bzw. im Aufschlusstiefen sowie bei DPM 13 und 14 fast durchgehend dicht gelagert.

Die kiesigen **Auffüllungen** sind gut verdichtet eingebaut (mitteldichte Lagerung).

Der unterlagernde **verwitterte Mergel** ist nach der manuellen Konsistenzansprache durchgehend mindestens steif, wobei im Aufschlusstiefen steife bis halbfeste bzw. halbfeste und im Aufschlusstiefsten teils halbfeste bis feste Konsistenzen vorliegen. Dies wird im Allgemeinen durch die in der Regel schnell ansteigenden Eindringwiderstände der mittelschweren Rammsonden bestätigt, wobei die oberflächlich bei DPM 1 und 2 sowie 6 und 7 registrierten, sehr geringen $N_{10} \leq 3$ bis geringen Schlagzahlen $N_{10} \leq 7$ auf sehr geringe bzw. geringe Konsolidierungen und somit erhöhte Kompressibilität hindeuten.

6 Grundwasser

Bei den Feldarbeiten im Juni 2021 wurde bei den Kleinrammbohrungen RKB 4 und 5, 8 bis 11 sowie 13 und 14 Wasser zwischen 1,0/1,5 m unter Gelände angebohrt.

Nach dem Bohrende stellten sich die Wasserstände bei allen Kleinrammbohrungen zwischen 1,2/1,8 m unter Gelände ein.

Die Vernässungen/Wasserführungen sind durch die Symbole  an die Profilschnitte in den Anlagen 3 angetragen.

Nach langanhaltenden Niederschlägen ist mit einem Anstieg der Wasserstände sowie mit der Bildung von Stau- und Sickerwasser oberhalb des verwitterten Mergels in den nur schwach verlehnten Sanden zu rechnen. **Das Wasser kann temporär bis GOK aufstauen.**

Aufgrund von Erfahrungen sollte deshalb für Neubauten ein

Bemessungswasserstand = umliegende GOK bzw. in Höhe verlegter Ringdränagen (z.B. unter Kellerlichtschächten) zu dessen Fixierung

angesetzt werden und für die geplanten straßen- und tiefbautechnischen Erschließungsmaßnahmen von

ungünstigen Wasserverhältnissen = Grund- oder Schichtwasser zeitweise höher als 1,5 m unter Planum

nach RStO 12 und ZTV E-StB 17 ausgegangen werden.

Aus der Kleinrammbohrung RKB 10 wurde eine Grundwasserprobe entnommen, die bei der HBICON GmbH, Bielefeld, hinsichtlich der chemischen Betonaggressivität nach DIN 4030 untersucht wurde. Im Ergebnis dieser Analyse weist das Grundwasser

„keinen nennenswerten Betonangriffsgrad“

auf. Die Analyseergebnisse im Einzelnen sind dem beigefügten Anhang zu entnehmen.

7 Bezeichnung der Böden und bodenmechanischen Kennwerte

Durch die manuelle und visuelle Beurteilung des Bohrgutes sowie aufgrund unserer Erfahrungen mit geologisch und bodenmechanisch vergleichbaren Böden können den angebotenen Hauptbodenarten folgende bodenmechanischen Kennwerte und Eigenschaften zugeordnet werden:

a) Teils aufgefüllter Mutterboden/organischer Oberboden

Benennung	(DIN EN ISO 14688-1:2013)	Mittelsand; schwach humos, feinsandig, schwach schluffig Feinsand; schwach humos, mittelsandig, schwach schluffig teils Ziegelreste enthaltend
Bodengruppe	(DIN 18196)	OH
Bodenklasse	(DIN 18300:2012)	1

Da der teils aufgefüllte Mutterboden bzw. der Oberboden restlos aus dem Lastabtragungsbereich des Neubaus zu entfernen und somit gründungstechnisch ohne Relevanz ist, wird hier auf die Angabe von bodenmechanischen Kennziffern verzichtet.

b) Auffüllungen

Benennung	(DIN EN ISO 14688-1:2013)	Kies; schwach sandig, schwach schluffig mit Ziegelbruch und Plastikresten
Bodengruppe	(DIN 18196)	GU
Bodenklasse	(DIN 18300:2012)	3
Bodenklasse	(DIN 18301:2012)	BN 1
Lagerungsdichte		Mitteldicht
Frostempfindlichkeitsklasse	ZTV E-StB 17	F 2 (gering/mittel frostempfindlich)
Verdichtbarkeitsklasse	ZTV A-StB 97	V 1
Wichte, erdfeucht		$\gamma_k = 18,0-19,0 \text{ kN/m}^3$
Wichte unter Auftrieb		$\gamma'_k = 10,0-11,0 \text{ kN/m}^3$
Wasserdurchlässigkeit		$k_{f,k} < 1,0 \times 10^{-4} \text{ m/s}$
Reibungswinkel		$\varphi'_k = 32,0-33,0^\circ$
Kohäsion		$c'_k = 0,0 \text{ kN/m}^2$
Steifemodul		$E_{s,k} = 30,0-50,0 \text{ MN/m}^2$

Hinweis:

Grobe Bestandteile können durch die Kleinrammbohrungen nicht bestimmt werden. In den Auffüllungen können aber erfahrungsgemäß auch gröbere Steine/Blöcke vorhanden sein, die dann eine Einstufung in die **Bodenklasse 5, gegebenenfalls auch 6 bis 7** erfordern.

c) Sande

Benennung	(DIN EN ISO 14688-1:2013)	Fein- und Mittelsand; oberflächlich teils schwach humos Feinsand; stark mittelsandig, oberflächlich teils schwach humos Mittelsand; feinsandig bis stark feinsandig, schwach schluffig bis schluffig, oberflächlich teils schwach humos
Bodengruppe	(DIN 18196)	SE/SU, untergeordnet SÜ
Bodenklasse	(DIN 18300:2012)	3, tlw. 4
Bodenklasse	(DIN 18301:2012)	BN 1, tlw. BN 2
Lagerungsdichte		Vorwiegend mitteldicht und dicht, untergeordnet sehr locker bis locker
Frostempfindlichkeitsklasse	ZTV E-StB 17	F1-2 (nicht bis gering/mittel frostempfindlich), bei Verlehmung F3 (sehr frostempfindlich)
Verdichtbarkeitsklasse	ZTV A-StB 97	V1, untergeordnet V2, organogene Böden dürfen nicht wieder eingebaut werden
Wichte, erdfeucht		$\gamma_k = 17,5-19,0 \text{ kN/m}^3$
Wichte unter Auftrieb		$\gamma'_k = 9,5-11,0 \text{ kN/m}^3$
Wasserdurchlässigkeit		$k_{f,k} \leq 3,0 \times 10^{-4} \text{ m/s (SE)}$ $k_{f,k} \leq 1,0 \times 10^{-5} \text{ m/s (SU)}$ $k_{f,k} \leq 1,0 \times 10^{-6} \text{ m/s (SÜ)}$
Reibungswinkel		$\varphi'_k = 28,0-35,0^\circ$
Kohäsion		$c'_k = 0,0 \text{ kN/m}^2$
Steifemodul		$E_{s,k} = 40,0-80,0 \text{ MN/m}^2$ $E_{s,k} = 15,0-40,0 \text{ MN/m}^2$ (in Lockerzonen)

In den bei der Bodenansprache nicht von den Niederterrassensanden abzugrenzenden Vorschüttssanden (Schmelzwassersande) können erfahrungsgemäß auch gröbere Kiese bis hin zur Findlingsgröße vorhanden sein, die dann eine Einstufung in die **Bodenklasse 5** erfordern.

d) Verwitterter Mergel

Benennung	(DIN EN ISO 14688-1:2013)	Schluff; schwach tonig bis stark tonig, schwach sandig bis stark sandig
Bodengruppe	(DIN 18196)	SÜ/UL/UM/TL/TM
Bodenklasse	(DIN 18300:2012)	4
Bodenklasse	(DIN 18301:2012)	BB 2-4
Konsistenz		Steif, tiefer steif bis halbfest, zur Tiefe halbfest und halbfest bis fest
Frostempfindlichkeits- klasse	ZTV E-StB 17	F 3 (sehr frostempfindlich)
Verdichtbarkeitsklasse	ZTV A-StB 97	V 3
Wichte, erdfeucht		$\gamma_k = 18,0-20,0 \text{ kN/m}^3$
Wichte unter Auftrieb		$\gamma'_k = 8,0-10,0 \text{ kN/m}^3$
Wasserdurchlässigkeit		$k_{f,k} \leq 5,0 \times 10^{-8} \text{ m/s}$
Reibungswinkel		$\phi'_k = 27,5-30,0^\circ$
Kohäsion		$c'_k = 5,0-10,0 \text{ kN/m}^2$
Steifemodul		$E_{s,k} = 10,0-30,0 \text{ MN/m}^2$

Der verwitterte Mergel ist nur schwach durchlässig ($k_f \leq 5,0 \times 10^{-8} \text{ m/s}$) und wirkt wasserstauend. Es handelt sich um einen sehr wasser- und frostempfindlichen Boden. Bei Wasserzutritt und gleichzeitiger mechanischer Beanspruchung treten sehr schnell Konsistenzänderungen auf, die zu einem Verlust der Tragfähigkeit führen.

In dem verwitterten Mergel können auch Steinlagen und Blöcke (**Bodenklassen 5 und 6**) enthalten sein, die durch die Kleinrammbohrungen nicht erfassbar sind.

Der verwitterte Mergel ist **ohne Bodenverbesserung** für die Wiederverfüllung der Arbeitsräume und als Füllboden im Gründungsbereich in weichen und steifen Zuständen **nicht geeignet**. Steinlagen und Blöcke können die Bodenverbesserung be- bis verhindern.

Im halbfesten Zustand ist dieser für die Wiederverfüllung der Arbeitsräume aufgrund seiner Witterungsempfindlichkeit nur bedingt geeignet. Der Einbau muss mit knetendem Verdichtungsgerät (Schafffußwalze) bei guter Witterung erfolgen. Bei Zwischenlagerung muss der verwitterte Mergel gegen Niederschläge geschützt werden.

8 Homogenbereiche

Durch die manuelle und visuelle Beurteilung des Bohrgutes sowie aufgrund unserer Erfahrungen mit geologisch und bodenmechanisch vergleichbarem Boden und Fels können den angetroffenen Böden/Felsarten Eigenschaften und Kennwerte zugeordnet und die Boden- und Felsschichten in folgende Homogenbereiche eingeteilt werden.

8.1 Homogenbereich nach DIN 18320 (Landschaftsbauarbeiten)

Tabelle 2: Eigenschaften und Homogenbereich nach DIN 18320

Homogenbereich A	
Ortsübliche Bezeichnung	Teils aufgefüllter schwach bindiger sandiger Mutterboden/Oberboden ¹
Bodengruppen	
Bodengruppe DIN 18196	OH
Bodengruppe DIN 18195	2, 4
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke (untere-obere Werte in M.-%)	
Steine und Blöcke ²	0-10
Große Blöcke ²	0-1

¹ Genaue Benennung siehe Bohrprofile

² durch Kleinrammbohrungen nicht erfassbar, abgeschätzt aus Erfahrungswerten

8.2 Homogenbereiche nach DIN 18300 (Erdarbeiten)**Tabelle 3: Eigenschaften und Homogenbereich nach DIN 18300**

Homogenbereich B		
Ortsübliche Bezeichnung		Aufgefüllte grob- und gemischtkörnige Kiese ¹
Korngrößenverteilung Boden (untere-obere Werte in M.-%)		
Ton		0-4
Schluff		5-15
Sand		5-15
Kies		70-85
Steine und Blöcke ²		0-15
Große Blöcke ²		0-5
Eigenschaften / Kennwerte		
Dichte ρ	[g/cm ³]	1,8-1,9
Undrainede Scherfestigkeit c_u	[kN/m ²]	-
Wassergehalt w_n	[M.-%]	4-15
Plastizitätszahl I_P	[%]	
Plastizität	[-]	
Konsistenzzahl I_c	[-]	-
Konsistenz	[-]	-
Lagerungsdichte I_D	[%]	35-65
Lagerung	[-]	Mitteldicht
Organischer Anteil V_{gl}	[M.-%]	0-3
Bodengruppe DIN 18196	[-]	GU
Umweltrelevante Merkmale		
Zuordnung nach LAGA TR Boden / DepV		Nicht analysiert

¹ Genaue Benennung siehe Bohrprofile² Durch Kleinrammbohrungen nicht erfassbar, abgeschätzt aus Erfahrungswerten

Tabelle 4: Eigenschaften und Homogenbereich nach DIN 18300

Homogenbereich C		
Ortsübliche Bezeichnung		Sande ¹
Korngrößenverteilung Boden (untere-obere Werte in M.-%)		
Ton		0-4
Schluff		0-30
Sand		70-98
Kies		0-15
Steine und Blöcke ²		0-15
Große Blöcke ²		0-10
Eigenschaften / Kennwerte		
Dichte ρ	[g/cm ³]	1,75-1,90
Undrained Scherfestigkeit c_u	[kN/m ²]	-
Wassergehalt w_n	[M.-%]	5-20
Plastizitätszahl I_P	[%]	-
Plastizität	[-]	-
Konsistenzzahl I_c	[-]	-
Konsistenz	[-]	-
Lagerungsdichte I_D	[%]	5-85
Lagerung	[-]	Sehr locker, locker, mitteldicht, dicht
Organischer Anteil V_{gl}	[M.-%]	0-3
Bodengruppe DIN 18196	[-]	SE/SU/SÜ
Umweltrelevante Merkmale		
Zuordnung nach LAGA TR Boden / DepV		Nicht analysiert

¹ Genaue Benennung siehe Bohrprofile² Durch Kleinrammbohrungen nicht erfassbar, abgeschätzt aus Erfahrungswerten

Tabelle 5: Eigenschaften und Homogenbereich nach DIN 18300

Homogenbereich C		
Ortsübliche Bezeichnung		Verwitterter Mergel ¹
Korngrößenverteilung Boden (untere-obere Werte in M.-%)		
Ton		5-30
Schluff		40-70
Sand		5-30
Kies		0-15
Steine und Blöcke ²		0-15
Große Blöcke ²		0-10
Eigenschaften / Kennwerte		
Dichte ρ	[g/cm ³]	1,8-2,0
Undrained Scherfestigkeit c_u	[kN/m ²]	60- >300
Wassergehalt w_n	[M.-%]	12-25
Plastizitätszahl I_p	[%]	4-22
Plastizität	[-]	Leicht bis mittel
Konsistenzzahl I_c ³	[-]	0,50 bis > 1,25
Konsistenz ³	[-]	Steif, steif bis halbfest, halbfest, halbfest bis fest
Lagerungsdichte I_D	[%]	-
Lagerung	[-]	-
Organischer Anteil V_{gl}	[M.-%]	0-2
Bodengruppe DIN 18196	[-]	SÜ/UL/UM/TL/TM
Umweltrelevante Merkmale		
Zuordnung nach LAGA TR Boden / DepV		Nicht analysiert

¹ Genaue Benennung siehe Bohrprofile² Durch Kleinrammbohrungen nicht erfassbar, abgeschätzt aus Erfahrungswerten³ Bei Wasserzutritt/dynamischer Belastung auch breiig bzw. $I_c = 0,00$ bis $0,50$

9 Folgerungen für die Bebaubarkeit und die Erschließung

9.1 Allgemeines

Die geologischen Verhältnisse sind nur für den Bereich um den jeweiligen Aufschlusspunkt herum repräsentativ. Entsprechend dem Abstand der Bodenaufschlüsse muss eine lineare Interpolation des Schichtenverlaufes zwischen den Bohrpunkten nicht immer exakt mit der Wirklichkeit übereinstimmen.

Die Dicke des (teils aufgefüllten) Mutterbodens/organischen Oberbodens ist wegen der Stauchung in der Rammkernsonde nicht genau erfassbar. Auch sind bei den Kleinrammbohrungen mit geringem Durchmesser größere Bestandteile oder evtl. vorhandene Fremdstoffe häufig nicht erkennbar. Deshalb empfehlen wir zusätzlich Baggerschürfe auszuführen, wenn der (teils aufgefüllte) Mutterboden/organische Oberboden und/oder die Auffüllungen genauer erkundet werden sollen.

Sollten während der Baumaßnahmen beim Aushub des Bodens Veränderungen des Schichtenverlaufes festgestellt werden, so ist unser Büro zur Festlegung eventueller weiterer Maßnahmen kurzfristig zu benachrichtigen.

Örtlich auf der Baustelle vorhandene Verhältnisse sind maßgebend.

9.2 Baugrundbeurteilung

Wie zuvor bereits angemerkt, soll das Baugebiet „Postweg-Mitte“ in 33442 Herzebrock-Clarholz gemäß B-Plan Nr. 267 bebaut und tiefbau- bzw. straßenbautechnisch erschlossen werden.

Das Gelände im Bereich der geplanten Erschließungsmaßnahmen liegt zwischen ca. 71,06 m NN und ca. 72,21 m NN (Mittel = $\bar{x}$ = ca. 71,67 m NN) und weist somit eine Höhendifferenz von ca. 1,15 m auf.

Nach den durchgeführten Feld- und Laboruntersuchungen stehen im Untersuchungsgebiet unter dem teilweise aufgefüllten Mutterboden vorwiegend schwach schluffige sowie oberflächlich teils schwach humose Sande an. Die **Sande** sind **vorwiegend** mitteldicht bis dicht gelagert und somit als **gut tragfähig** zu bewerten. **Oberflächlich** sowie am **Übergang zum unterlagernden verwitterten Mergel** wurden teils deutlich geringere Lagerungsdichten (sehr lockere bis lockere Lagerung) und dementsprechend nur **sehr geringe bis geringe Tragfähigkeiten** angetroffen.

Der **verwitterte Mergel** ist **meist** gut konsolidiert ($N_{10} \geq 7$) und somit als **gut tragfähig** zu bezeichnen. **Lediglich** die bei DPM 1 und 2 sowie 6 und 7 registrierten, sehr geringen bis geringen Eindringwiderstände deuten auf eine bis 1,7/2,1 m unter jeweiligem Bohransatzpunkt nur mäßige Konsolidierung bzw. erhöhte Kompressibilität und somit nur **mäßige Tragfähigkeit** hin.

9.3 Erdarbeiten

Es wird darauf hingewiesen, dass die unter den Sanden anstehenden Lehme sehr wasserempfindlich sind und nach Niederschlägen ihre Konsistenz hin zu „weich“ ändern können. Bei hohen Wassergehalten und Wasserzutritt/dynamischer Belastung ändern die Lehme bekanntermaßen ihre Konsistenz hin zu „weich-breiig“ und erreichen die **Bodenklasse 2 – fließende Bodenarten**.

Des Weiteren darf der verwitterte Mergel bei schlechter Witterung nicht ungeschützt offen liegen bleiben und insbesondere nicht durch Befahren, Einleitung von Verdichtungsenergien oder Ähnliches dynamisch beansprucht werden. Diese Böden werden dann thixotrop und zeigen das sogenannte „Pumpen“. Kostenaufwändige Zusatzmaßnahmen zur Stabilisierung können dann erforderlich werden.

Der Erdaushub muss rückschreitend im sogenannten **Auflastverfahren** durchgeführt werden, d.h. es sind jeweils noch im Auslegerbereich des Baggers das Trennvlies und der Schotter aufzulegen und zu verdichten. Bei der Verdichtung ist darauf zu achten, dass die

Verdichtungsenergie nicht in den verwitterten Mergel gelangt („leichtes“ Gerät oder statische Verdichtung).

Witterungsbedingt können die Verhältnisse günstiger oder ungünstiger sein. Auch im Baubereich unterschiedliche Wassergehalte in Form von Vernässungen und Schicht-/Grundwasserführungen können wechselnde Tragfähigkeiten bedingen.

Es wird empfohlen die Erdarbeiten in „trockenen“ Jahreszeiten durchzuführen, was natürlich nicht immer eingehalten werden kann.

9.4 Folgerungen für die Gründung von Gebäuden

Da uns keine konstruktiven Einzelheiten der geplanten Bebauung bekannt sind, können nur allgemeine Angaben zur Gründung der geplanten Wohnhäuser gemacht werden. Für die konkrete Baugrundbeurteilung sowie Gründungsberatung der jeweiligen Gebäude, muss der Baugrund **zusätzlich** gezielt (im Grundrissbereich) untersucht werden (Einzel- und Objektbegutachtung).

Bezugnehmend auf die Baugrundbeurteilung in Kapitel 9.2 können **nicht unterkellerte** Wohnhäuser nach Abtrag des teils aufgefüllten und des gewachsenen Mutterbodens/organischen Oberbodens sowie der Auffüllungen **flach in den durchgehend mindestens mitteldicht gelagerten Sanden gegründet werden**.

Die teilweise nur sehr locker bis locker gelagerten Sande sind dabei intensiv auf 97 %, besser 100 % der einfachen Proctordichte nachzuverdichten (mind. mitteldichte, besser dichte Lagerung).

Bei Anschnitt von stärker verlehnten (Bodengruppe SÜ) bzw. humosen Sanden könnte sich der gewünschte Verdichtungserfolg ggf. nicht einstellen, sodass ein Bodenaustausch eingeplant werden muss.

Als Austauschmaterial können **Schotter** (Körnung 0/45 mm bis 0/63 mm) und/oder weitgestufte **Sand-Kies-Gemenge** (zum Beispiel der Bodengruppe SW oder GW) mit Feinanteilen < 5 M.-% lagenweise (je Lage max. 30 cm) eingebaut und gemäß des zuvor Gesagten verdichtet werden.

Bei den Bodenaustauschmaßnahmen ist ein 45°-iger Druckausbreitungswinkel zu beachten, das heißt, Bodenaustauschhöhe = Überstand über den Fundamentgrundriss hinaus.

Der Einbau von RC-Material bedarf einer Wasserrechtlichen Genehmigung durch die Untere Wasserbehörde.

Die Art der Flachgründung in den nachweislich durchgehend mindestens mitteldicht gelagerten Sanden ist dem Grad der Konsolidierung des unterlagernden verwitterten Mergels anzupassen. In Bereichen, in denen der verwitterte Mergel nur mäßig tragfähig ist, sollte die Gründung flach auf einer **mind. 25 cm dicken bzw. nach statischen Erfordernissen bewehrten Sohlplatte mit umlaufenden Frostschrägen** erfolgen. Dadurch können Setzungen besser aufgenommen werden.

In Bereichen mit besserer Konsolidierung ($N_{10} \geq 7$) kann die Gründung flach auf **Streifen- und/oder Einzelfundamenten** in den nachweislich mindestens mitteldicht gelagerten Sanden erfolgen.

Unterkellerte Gebäude sollten im Hinblick auf die Abdichtung auf einer **mind. 25 cm, bzw. nach statischen Erfordernissen dicken bewehrten Stahlbetonplatte** gegründet werden.

Zur Verbesserung der Auflagerbedingungen sind aushubbedingte bzw. sehr locker bis locker gelagerte Sande intensiv nachzuverdichten (s.o.). Stellt sich der gewünschte und erforderliche Verdichtungserfolg nicht ein oder wird verwitterter Mergel angeschnitten, so ist ein Bodenaustausch, wie oben bereits beschrieben, einzuplanen (Auflastverfahren). Zwischen dem Auffüllmaterial und der bindigen Aushubsohle sowie bei stärkerer Verwässerung des sandigen Planums ist ein **Trennvlies GRK 3** zu verlegen.

Unter den Sohlplatten sollte zur Vergleichmäßigung der Auflagerbedingungen eine Schottertragschicht der Körnung 0/32 mm bis 0/45 mm oder Kies-Sand 0/32 mm mit max. Feinanteilen $< 0,063$ mm von 5 % auf dem nachverdichteten Erdplanum (s. Kapitel 9.3) eingebaut werden. Die Dicke der Schottertragschicht ist abhängig von der Art der Gründung und der Verdichtungserfolg des Planums.

10 Bauwerksabdichtungen/Dränagen

Nichtunterkellerte Gebäude:

Ein stark wasserdurchlässiger Untergrund ($k_f > 10^{-4}$ m/s) liegt meist nur bei lockerer bis mitteldichter Lagerung vor. Bei verdichtetem und durch Bauarbeiten verschmutztem Untergrund bzw. in Bereichen mit höherem Schluffanteil muss damit gerechnet werden, dass der Untergrund weniger durchlässig wird und sich Wasser vor einbindenden Bauteilen zeitweise aufstaut und als drückendes Wasser bis GOK einwirkt (**Wassereinwirkungsklasse W2.1-E** nach DIN 18533-1:2017). Zudem ist ein Grundwasseranstieg bis GOK möglich.

Deshalb sollten die Sohlen über GOK angeordnet, eine kapillarbrechende Schicht eingebaut und das Außengelände um das Gebäude mit Gefälle weg von diesem profiliert werden. Dann genügt eine Abdichtung nach DIN 18533 gegen Bodenfeuchte (**Wassereinwirkungsklasse W1.1-E** nach DIN 18533-1:2017).

Unterkellerte Gebäude Sand:

Unterkellerte Gebäude sind gegen von „außen drückendes“ Wasser als „Weiße Wanne“ oder nach DIN 18533-1:2017 abzudichten (**Wassereinwirkungsklasse W2.1-E** bei $\leq 3,0$ m Eintauchtiefe bzw. **W2.2-E** bei $> 3,0$ m Eintauchtiefe) und gegen Auftrieb zu bemessen:

Bemessungswasserstand = umliegende GOK

Zur Auftriebssicherung der in der Grundrissfläche überstehenden Tiefgarage können ausgeführt werden:

- Dickere Sohlplatte
- Plattenüberstände
- Erdauflasten
- Zugpfähle/Zuganker

bzw. die Kombination dieser.

Unterkellerte Gebäude verwitterte Mergel:

Da sich das Niederschlagswasser/Schichtenwasser in den durchlässigen Arbeitsräumen einstauen wird, sind Keller als **“Weiße Wanne“** auszubilden **oder** gegen von außen drückendes Wasser und aufstauendes Sickerwasser (**Wassereinwirkungsklasse W2.1-E** nach DIN 18533-1:2017 bei $\leq 3,0$ m Eintauchtiefe bzw. **W2.2-E** bei $> 3,0$ m Eintauchtiefe) abzudichten und gegen Auftrieb zu bemessen:

Bemessungswasserstand = Geländeoberkante bzw. in Höhe verlegter Ringdränagen, z.B. unter Kellerlichtschächten

Differenz zwischen Dränage und UK Kellersohle = Auftrieb.

Wird ein Aufstauen von Sicker- und Regenwasser durch eine **Ringdränage in Filterbetung nach DIN 4095**, deren Funktionsfähigkeit auf Dauer sicherzustellen ist, verhindert, können die Außenwände gegen Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser abgedichtet werden (**Wassereinwirkungsklasse W1.2-E** nach DIN 18533-1:2017).

Für die Ringdränagen gelten die Angaben der DIN 4095 und evtl. behördliche Beschränkungen, die durch den Planer bei der Behörde zu erfragen sind. Eine rückstaufreie Vorflut bzw. ggf. eine Heberanlage sind zu gewährleisten. Wir weisen darauf hin, dass Dränagen anfällige Dauerbauwerke sind.

11 Baugrube und Wasserhaltung

Bei ausreichendem Platzangebot und funktionierender Wasserhaltung können die Baugrubenwände von unterkellerten Gebäuden sowie temporäre Baugruben (zum Beispiel für die gegebenenfalls erforderlichen Bodenaustauschmaßnahmen) unter

$\beta \leq 45^\circ$ in den mitteldicht gelagerten Sanden bzw. mind. steifen verwitterten Mergel

abgeböscht werden.

Es wird empfohlen, vor Beginn der Baumaßnahmen mehrere Baggerschürfe zur Erkundung der bauzeitlichen Wasserstände anzulegen. Danach kann beurteilt werden ob Maßnahmen der **offenen Wasserhaltung (Dränstränge und Pumpensümpfe)** und Gefälle im Aushubplanum ausreichend sind, oder ob eine Grundwasserabsenkung erforderlich ist.

Ist eine geschlossene Grundwasserhaltung (bis 0,5 m, besser 1,0 m unter der jeweiligen Baugrubensohle) erforderlich, so kann dies in bindigen Bereichen durch **Vakuum-KleinfILTERBOHRBRUNNEN** mit Grobsand-/Kiesfilterummantelung und ausreichender Vorlaufzeit von 7 bis 14 Tagen erfolgen.

In sandigen Bereichen ist das Grundwasser durch Vakuumpülfilter und/oder Vakuum-Tiefendrängen und einer geschätzten Vorlaufzeit von 2 bis 4 Tagen abzusenken.

Die Anlagen sollten so flach wie möglich dimensioniert werden, um eine tiefere und weitreichende Absenkung, die die umliegende Bebauung beeinflussen kann, zu vermeiden.

Auf **starken Wasserandrang in den Sanden** wird hingewiesen ($k_f = 3 \times 10^{-4}$ bis 10^{-5} m/s). Eine **Beweissicherung** an naheliegenden Gebäuden wird empfohlen.

12 Beurteilung der Möglichkeit einer Regenwasserversickerung

Gemäß DWA - REGELWERK (April 2005) "Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser" sind für die dezentrale Versickerung von Niederschlagswasser aus der Sicht des Bodenschutzes die standortspezifischen Eigenschaften des Bodens und aus der Sicht des Grundwasserschutzes die Durchlässigkeit, Mächtigkeit sowie die physikalische, chemische und biologische Leistungsfähigkeit des Sickerraumes von grundlegender Bedeutung. Entscheidend für die Ausbreitung der Wasserinhaltsstoffe in der ungesättigten Zone und für die Schutzwirkung der Grundwasserüberdeckung ist nicht der für die gesättigte Zone bestimmte k_f -Wert, sondern der in der ungesättigten Zone geringere $k_{f,u}$ -Wert maßgeblich.

Der entwässerungstechnisch relevante Versickerungsbereich liegt etwa in einem k_f -Bereich von 10^{-3} bis 10^{-6} m/s.

Die Mächtigkeit des Sickerraumes bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand sollte grundsätzlich mindestens 1,0 m betragen, um eine ausreichende Sickerstrecke für eingeleitete Niederschlagsabflüsse zu gewährleisten.

Die anstehenden Sande erfüllen die erforderlichen Bedingungen hinsichtlich der Wasserdurchlässigkeit.

Im Westen bei **RKB/DPM 1 bis 3, 6 und 7** ist die Mächtigkeit des versickerungsfähigen Sandes über dem schwach durchlässigen bzw. wasserstauenden Mergel zu gering, sodass eine **Versickerung hier nicht möglich** ist.

Bei **RKB/DPM 10 und 11** wird die **Versickerung** aufgrund der nur ca. 1,5 m mächtigen versickerungsfähigen Sandschicht sowie der hohen Grundwasserstände (der mittlere höchste Grundwasserstand wird hier auf unter 1,0 m unter GOK geschätzt) ebenfalls **nicht empfohlen**.

Im Bereich der **RKB/DPM 4, 5, 8, 9, 12 bis 14** ist die Sandüberdeckung mit im Mittel 2,0/2,5 m deutlich mächtiger. Den mittleren höchsten Grundwasserstand schätzen wir mit 1,0 m unter GOK ab, sodass die Möglichkeit einer **Regenwasserversickerung als problematisch eingeschätzt wird und gegebenenfalls nur über Mulden oder Flächen geplant werden sollte**.

Wir empfehlen Langzeitpegel an den jeweiligen Versickerungsstandorten zu setzen und die Wasserstände monatlich über 1, besser 2 Jahre einzumessen.

13 Kanalbaumaßnahmen

13.1 Baugrundbeurteilung, Tragfähigkeit der Kanalgrabensohlen

Unter Annahme einer maximalen Verlegetiefe der Kanäle von 3,0 m unter GOK ist eine ausreichende bzw. gute Tragfähigkeit der Kanalgrabensohlen nicht immer gegeben. **Daher sollte zur Verbesserung der Tragfähigkeit und zur Vergleichmäßigung der Auflagerbedingungen folgendes beachtet werden:**

Sehr locker bzw. locker gelagerte, **nicht bis schwach verlehnte Bereiche** (Bodengruppen SE/SU) sowie etwaige, aushubbedingte Auflockerungen des Planums sind bis auf 97 %, besser 100 % der Proctordichte **nachzuverdichten**.

In sandigen **Bereichen, in denen sich der gewünschte Verdichtungserfolg** aufgrund von Verlehmung (Bodengruppe SÜ) und/oder stärkerer Vernässung (trotz ordnungsgemäßer Wasserhaltung), **nicht einstellen könnte** sowie bei **Anschnitt von Mergel** ist ein **mind. 30 cm dicker Bodenaustausch auf Trennvlies GRK 3** mit eingelegten Sohlendränagen und angeordneten Pumpensäumpfen für eine offene Wasserhaltung auszuführen.

Als Austauschmaterial ist grobkörniges, kornabgestuftes Brechkorn der Körnung 0/45 mm zu verwenden und auf 100 % der einfachen Proctordichte zu verdichten.

Die Dicke des Bodenaustausches sollte anhand von Probeverdichtungen überprüft werden, um den endgültigen Aufbau festlegen zu können. Dies ist, wie bereits im Abschnitt 9.3 angesprochen, auch sehr witterungsabhängig bzw. abhängig von Grundwasserstand und dem Erfolg der Wasserhaltung (s. Abschnitt 11).

Bei den Bodenaustauschmaßnahmen ist ein 45°-iger Druckausbreitungswinkel zu berücksichtigen, das heißt, Bodenaustauschhöhe = Überstand.

Auf dem verbesserten Planum ist die Rohrbettung nach einschlägigen Vorschriften anzuordnen.

Für die Verfüllung und Verdichtung der Leitungs- und Verfüllzone verweisen wir auf die ZTV A-StB 12.

13.2 Verbau

Bei ausreichendem Platzangebot und funktionierender Wasserhaltung können die Baugrubenwände unter

$\beta \leq 45^\circ$ in den mitteldicht gelagerten Sanden bzw. mind. steifen Lehmen

abgeböscht werden.

Ohne Böschungen können die Baugrubenwände mit einem **Großtafelverbau** oder einem **Dielen-Kammerplatten-(KKP)-Verbau** gesichert werden.

Wir weisen darauf hin, dass in Grabenbereichen, bei denen der Druckausbreitungswinkel zu schützender Objekte (UK) zur Kanalgrabensohle $\alpha \geq 20^\circ$ beträgt, ein **bewegungsarmer Verbau erforderlich ist**, der gegebenenfalls nach einem erhöhten Erddruckansatz zu bemessen ist.

13.3 Wasserhaltung

Für die Art der Wasserhaltung gilt das in Kapitel 11 Gesagte.

13.4 Eignung der Aushubböden zum Wiedereinbau

Die Verfüllung der Zwickel, der Leitungszone und die Abdeckung der Rohrleitung muss nach einschlägigen Vorschriften bis mind. 30 cm über Rohrscheitel erfolgen.

Beim Kanalgrabenaushub fallen vorwiegend **nicht bis nur schwach schluffige Sande (SE/SU) an (Verdichtbarkeitsklasse V1)**, die bei ausreichender Entwässerung für einen Wiedereinbau geeignet sind.

Die teils vorhandenen **verlehmtten (SÜ; Verdichtbarkeitsklasse V2) bzw. oberflächlich schwach humosen Sande** sind nur schwer in max. erdfeuchtem Zustand wieder einbaubar. Im stark feuchten bis nassen Zustand ist ein Einbau/Wiedereinbau ohne Bodenverbesserung nicht möglich, da sich der gewünschte Verdichtungserfolg nicht einstellen wird.

Der gegebenenfalls anfallende **verwitterte Mergel (Verdichtbarkeitsklasse V3)** ist bei hohen Wassergehalten sowie bei nur weichen bzw. weichen bis steifen Konsistenzen nicht verdichtbar und könnte durch Kalk-Stabilisierung einbaufähig aufbereitet und dann lagenweise (je Lage max. 30 cm) eingebaut werden. Hierbei ist aber eine mögliche Staubverwehung zu beachten, die bei der umliegenden Bebauung problematisch sein kann. Die entsprechenden Bindemittelgehalte sind an die (witterungsbedingten) Wassergehalte anzupassen.

Alternativ können für die Verfüllung des Arbeitsraumes der Kanalgräben gut verdichtbare Sande der Bodengruppen SW/SE/SU oder Sand-Kies-Gemische der Bodengruppen SW/SI nach DIN 18196 verwendet werden. Der Aufbau hat entsprechend der ZTV A-StB 12 zu erfolgen.

14 Straßenbaumaßnahmen

14.1 Belastungsklasse

Im Zuge der Baumaßnahme sind Verkehrsflächen geplant. Angaben über die Belastungsklasse nach RStO 12 liegen uns nicht vor.

Aus bodenmechanischer Sicht sollten die Verkehrsflächen in die Belastungsklasse Bk0,3 (**Wohnweg**) oder höher (**Wohnstraße**) gemäß RStO 12 eingestuft werden.

Nach RStO gilt folgende Einstufung:

Tabelle 6: Mögliche Belastungsklassen für typische Entwurfssituationen nach Tabelle 2 der RStO 12

Entwurfssituation	Belastungsklasse
Anbaufreie Straße	Bk10 bis Bk100
Verbindungsstraße	Bk3,2 / Bk10
Industriestraße	Bk3,2 bis Bk100
Gewerbestraße	Bk1,8 bis Bk100
Hauptgeschäftsstraße	Bk1,8 bis Bk10
Örtliche Geschäftsstraße	Bk1,8 bis Bk10
Örtliche Einfahrtstraße	Bk3,2 / Bk10
Dörfliche Hauptstraße	Bk1,0 bis Bk3,2
Quartierstraße	Bk1,0 bis Bk3,2
Sammelstraße	Bk1,0 bis Bk3,2
Wohnstraße	Bk0,3 / Bk1,0
Wohnweg	Bk0,3

Die Belastungsklasse muss vom Planer festgelegt werden. Bei höherer oder niedrigerer Belastungsklasse muss uns diese mitgeteilt werden, damit unsere Empfehlungen eventuell angepasst werden können.

14.2 Frostempfindlichkeitsklasse/Erforderliche Dicke des Oberbaus

Nach den Erkundungsergebnissen ist der **Untergrund** nach ZTV E-StB/RStO 12 in die Frostempfindlichkeitsklassen

F2 „gering/mittel frostempfindlich“

und

F1 „nicht frostempfindlich“

einzustufen. Wir empfehlen, einen einheitlichen Aufbau nach der **Frostempfindlichkeitsklasse F2**.

Für die Verkehrsflächen gelten dabei unter Zugrundelegung der RStO 12 für den frostsicheren **entwässerten Gesamtaufbau** folgende Mindeststärken.

Tabelle 7: Minstdicken für den frostsicheren entwässerten Oberbau

Frostempfindlichkeits- klasse	Dicken [cm] bei Belastungsklassen	
	Bk3,2 bis Bk1,0	Bk0,3
F2	50	40

Zusätzlich zu den genannten Dicken muss für **ungünstige Grundwasserverhältnisse** (Grund- oder Schichtenwasser dauernd oder zeitweise höher als 1,5 m unter Planum) ein **Zuschlag von +5 cm** geplant werden.

Bei Entwässerung der Fahrbahn und der Randbereiche über Rinnen darf eine Minderdicke von -5 cm angesetzt werden.

Das Planum unter den Verkehrsflächen muss dauerhaft trocken gehalten, das heißt, entwässert werden.

14.3 Tragfähigkeit des Planums (Erdarbeiten und Verdichtungsarbeiten)

Der Untergrund bzw. das Planum muss gem. ZTV E-StB 17 ein Verformungsmodul von mind. $E_{v2} \geq 45 \text{ MPa}$ aufweisen.

Da im Planum oberflächlich teils schwach humose, sehr locker bis locker gelagerte Sande anstehen, wird die Mindesttragfähigkeit im Planum nicht überall zu erreichen sein. Daher wird eine Verbesserung der Tragfähigkeit des Planums bzw. Untergrundes gemäß Kapitel 13.1. (Nachverdichtung der nicht bis schwach verlehnten Sande oder 20 cm bis 30 cm dicker Bodenaustausch bei sich nicht einstellendem Verdichtungserfolg) empfohlen.

14.4 Verkehrsflächen der Belastungsklasse Bk0,3

Nach Ausführung der erforderlichen Verbesserung des Planums kann der Regelaufbau aufgebracht werden. Für diese Baumaßnahme errechnet sich der frostsichere Gesamtaufbau wie folgt:

Frostempfindlichkeitsklasse F2, Belastungsklasse Bk0,3		40 cm
Frosteinwirkungszone I	+	0 cm
Wasserverhältnisse ungünstig gem. ZTV E-StB/RStO	+	5 cm
	=	45 cm

Die Dicke des frostsicheren Straßenaufbaues beträgt mindestens 45 cm.

Bei Entwässerung der Randbereiche über Rinnen können -5 cm angesetzt werden.

Ein Regelaufbau, zum Beispiel „Asphalttragschicht und Schottertragschicht auf Frostschuttschicht“ gemäß RStO 12 Tafel 1, Zeile 3 (**Belastungsklasse Bk0,3**), kann wie folgt eingebaut werden:

Asphaltdecke		4 cm
Asphalttragschicht	+	8 cm
Schottertragschicht	+	15 cm
Frostschuttschicht*	+	20 cm
Gesamtoberbau	=	47 cm

*Die Frostschuttschicht ist aufgrund der Anforderungen an die Tragfähigkeit dicker als aus Frostschutzgründen erforderlich (Tabelle 8).

Die Frostschuttschicht kann je nach Verdichtungserfolg des Planums angepasst werden.

Tabelle 8: Mindestdicken der Tragschichten ohne Bindemittel (ToB) in Abhängigkeit von der Tragfähigkeit der Unterlage analog Tabelle 8 der RStO

Verformungsmodul auf der Unterlage E_{v2} MPa	Verformungsmodul auf OK ToB E_{v2} MPa	Mindestdicken [cm] bei ToB	Art der ToB
120	180	20	Schottertragschicht (STS)
120	150	15	
45	80	15	
45 (80)	120	30 (25)	Frostschutz- schicht (FSS) aus Breckorn
45 (80)	100	20 (15)	

Es kommen auch andere Regelaufbauten gemäß RStO infrage. Auf der Schottertragschicht ist ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 120$ MPa nachzuweisen, der Verhältniswert $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,2$ ist einzuhalten. Auf der Frostschuttschicht ist ein $E_{v2} \geq 100$ MPa bei einem Verhältniswert $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$ zu erreichen.

14.5 Verkehrsflächen der Belastungsklasse Bk1,0

Nach Ausführung der erforderlichen Verbesserung des Planums kann der Regelaufbau aufgebracht werden. Für diese Baumaßnahme errechnet sich der frostsichere Gesamtaufbau wie folgt:

Frostempfindlichkeitsklasse F2, Bk1,0		50 cm
Frosteinwirkungszone I	+	0 cm
Wasserverhältnisse ungünstig gem. ZTV E-StB/RStO	+	5 cm
	=	55 cm

Die Dicke des frostsicheren Straßenaufbaues beträgt mindestens 55 cm.

Bei Entwässerung der Randbereiche über Rinnen können -5 cm angesetzt werden.

Ein Regelaufbau, zum Beispiel „Asphalttragschicht und Schottertragschicht auf Frostschutzschicht“ gemäß RStO 12 Tafel 1, Zeile 3 (**Belastungsklasse Bk1,0**), kann wie folgt eingebaut werden:

Asphaltdecke		4 cm
Asphalttragschicht	+	10 cm
Schottertragschicht	+	15 cm
Frostschutzschicht*	+	30 cm
Gesamtoberbau	=	59 cm

*Die Frostschutzschicht ist aufgrund der Anforderungen an die Tragfähigkeit dicker als aus Frostschutzgründen erforderlich (26 cm; s. Tabelle 8).

Es kommen auch andere Regelaufbauten gemäß RStO infrage. Auf der Schottertragschicht ist ein Verformungsmodul von $E_{V2} \geq 150 \text{ MPa}$ nachzuweisen, der Verhältniswert $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,2$ ist einzuhalten. Auf der Frostschutzschicht ist ein $E_{V2} \geq 120 \text{ MPa}$ bei einem Verhältniswert $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,2$ einzuhalten.

15 Zusammenfassung, Weiteres

Da uns keine konstruktiven Einzelheiten der geplanten Bebauung bekannt sind, wurden nur allgemeine Angaben zur Gründung von Wohnhäusern sowie zum Kanal- und Straßenbau gemacht.

Eine Überprüfung der notwendigen Gründungsmaßnahmen im Einzelfall wird für erforderlich gehalten (zusätzliche Kleinrammbohrungen, Einzelobjektbegutachtung).

Die Art der Wasserhaltung ist durch die Anlage von Baggerschürfen zur Erkundung der bauzeitlichen Wasserstände zu empfehlen.

Die Dicke des ggf. erforderlichen Bodenaustausches sollte durch Probeverdichtungen auf bauzeitlich angelegten Versuchsfeldern bestimmt werden.

Für empfehlenswerte und eventuell erforderliche abfalltechnische Untersuchungen gemäß der LAGA/DepV werden die Bodenproben 2 Monate lang in unserem Lager zurückgestellt.

Damit ist unser Auftrag abgeschlossen.

Für Rückfragen stehen wir jederzeit zur Verfügung.

ERDBAULABOR SCHEMM GmbH – INGENIEURBÜRO



M.Sc. Andrecht

Dipl.-Ing. Marjeh

Erdbaulabor Schemm GmbH - Ingenieurbüro
Hesselteicher Str. 71, 33829 Borgholzhausen
Tel. 05425-94420 Fax: 05425-944244

Bearbeiter: sk

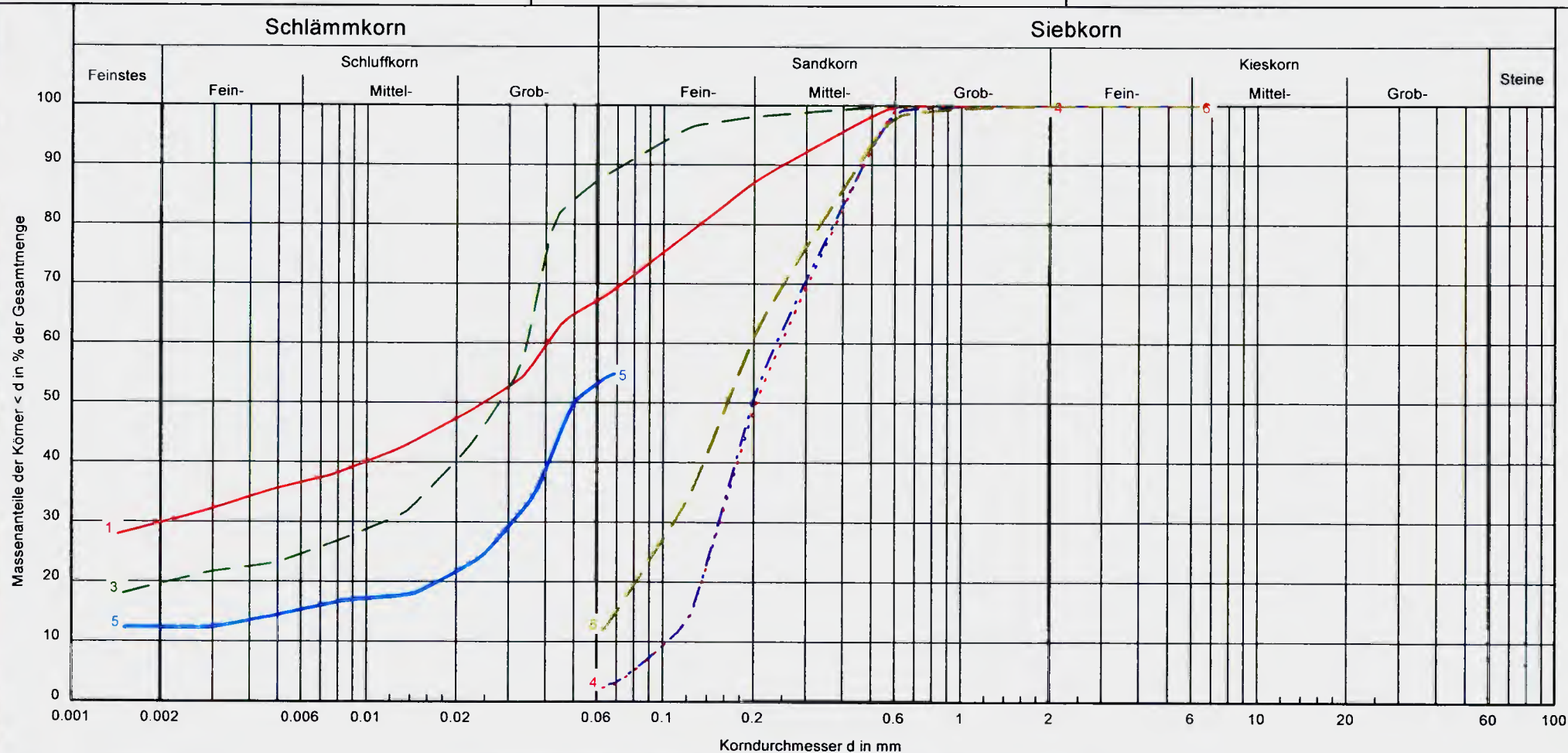
Datum: 23.06.21

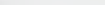
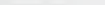
Körnungslinie

Erschließung B - Plan

in Herzebrock - Clarholz

Projektnummer: 11961
Probe entnommen/angeliefert am: 16. - 17.06.21
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: Sieb - und - Schlämmanalysen



Signatur:							Bemerkungen: Natürliche Wassergehalte Wn (%): Probe 1: 20.3 Probe 2: 11.6 Probe 3: 22.7 Probe 4: 10.0 Probe 5: 19.6 Probe 6: 17.3	Anlage: 1	Bericht:
Bezeichnung:	1	2	3	4	5	6			
Entnahmestelle:	RKB 1	RKB 4	RKB 5	RKB 9	RKB 9	RKB 14			
Tiefe:	1.3 - 2.3 m	0.6 - 1.0 m	3.0 - 4.0 m	0.2 - 1.0 m	3.0 - 4.0 m	2.0 - 3.0 m			
Bodenart:	U, s, t	fS, mS	U, t, s'	mS, fS	U, s, t'	fS, mS, u'			
k [m/s] (Hazen):	-	1.2 · 10 ⁻⁴	-	1.2 · 10 ⁻⁴	-	-			
U/Cc	-/-	2.3/1.0	-/-	2.4/0.9	-/-	-/-			

Institut für Hygiene, Bakteriologie, Analytik, Umweltmedizin, Consulting

Prüfplan: Untersuchung chemisch gemäß DIN 4030

Prüfbeginn: 25.06.2021

Prüfende: 01.07.2021

Untersuchte Parameter	Einheit	Ermittelter Wert	Richt-/ Grenzwert	Prüfverfahren
Färbung, qualitativ		anged. gelblich		DIN EN ISO 7887 C1:2012-04
Geruch		erdig		DIN EN 1622 B3:2006-10(AnhC)
Trübung		leicht		DIN EN ISO 7027 C2:2000-04
pH-Wert		7,87		DIN EN ISO 10523 C5:2012-04
Leitfähigkeit 25°C	µS/cm	591		DIN EN 27888 C8:1993-11
Ammonium	mg/l	< 0,05		DIN 38406 E5:1983-10
Chlorid	mg/l	48		DIN EN ISO 10304-1 D20:2009-07
Sulfat	mg/l	57		DIN EN ISO 10304-1 D20:2009-07
Oxidierbarkeit	mg/l	1,0		DIN EN ISO 8467 H5:1995-05
Säurekapazität pH 4,3	mmol/l	3,09		DIN 38409 H7:2005-12
Basekapazität pH 8,2	mmol/l	0,12		DIN 38409 H7:2005-12
Hydrogencarbonat	mg/l	188,5		DIN 34809 H7:2004-03
Calcium	mg/l	82,3		DIN EN ISO 17294-2:2017-01
Magnesium	mg/l	4,4		DIN EN ISO 17294-2:2017-01
Härte, gesamt	°dH	12,5		berechnet
Carbonathärte	°dH	8,7		DIN 38406 H6:1986-01
Nichtcarbonathärte	°dH	3,8		DIN 38409 H6:1986-01
Kohlensäure, kalklösend	mg/l	0		DIN 4030
Sulfid	mg/l	< 0,1		Hausmethode

Parameter Härte, gesamt

ermittelter Wert: 12,5

bis 8,4 Grad dH Härtebereich "weich"

bis 14 Grad dH Härtebereich "mittel"

ab 14 Grad dH Härtebereich "hart"

Beurteilung: Die Wasserprobe weist aufgrund der gemäß DIN 4030 durchgeführten Untersuchungen keinen nennenswerten Betonangriffsgrad auf.

Validiert und freigegeben Dr. Hansmersmann (Abteilungsleitung Trinkwasser)

