



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

## Baugrunduntersuchung, Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung

**Bauvorhaben:** Neubauten bei der Fa. Borgmeier  
Schöninger Str. 33  
33129 Delbrück-Schöning

**Bauherrin:** H. Borgmeier GmbH & Co. KG

**Bearbeitungs-Nr.:** 11.692

**Bearbeiter:** B.Sc. A. Marjeh

**Verteiler:** H. Borgmeier GmbH & Co. KG  
Schöninger Str. 33  
33129 Delbrück-Schöning

Kerstin Junker  
Dipl.-Ing. Architektin  
Poststr. 17  
33415 Verl

Borgholzhausen, den 25.05.2020

Zeichen: 11692 Neubauten bei Fa. Borgmeier, Schöninger Straße 33 in Delbrück-Schöning

Hesselteicher Str. 71  
33829 Borgholzhausen

Telefon: 05425 / 94 42 – 0  
Fax: 05425 / 94 42 - 44  
info@erdbaulabor-schemm.de  
www.erdbaulabor-schemm.de  
Geschäftsführer: Dipl.-Ing. M. B. Marjeh

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

## **Inhalt**

1	Vorgang und Bauvorhaben.....	4
2	Unterlagen.....	5
3	Art, Umfang und Zeitpunkt der Untersuchungen .....	5
4	Baugrundaufbau.....	7
5	Ergebnisse der Rammsondierungen .....	8
6	Grundwasser .....	9
7	Bezeichnung der Böden und bodenmechanische Kennwerte .....	11
8	Homogenbereiche .....	15
8.1	Homogenbereich nach DIN 18320 (Landschaftsbauarbeiten).....	15
8.2	Homogenbereiche nach DIN 18300 (Erdarbeiten) .....	16
9	Folgerungen für die Gründung .....	19
9.1	Baugrundbeurteilung.....	19
9.2	Gründung der Lagerhalle (RKB 1 bis 4 und RKB 6 bis 13) .....	21
9.3	Auflagerung der Sohle der Lagerhalle.....	22
9.4	Gründung der Halle Microflotation (RKB 28 und 29) .....	23
9.5	Gründung der Behälter (RKB 22 bis 29).....	23
9.6	Gründung der Schlachtung (RKB 18 bis 21) .....	25
10	Bauwerksabdichtung und Dränagen.....	25
11	Baugrube und Wasserhaltung .....	26
12	Besondere Baumaßnahmen .....	27
13	Verkehrsflächen.....	27
14	Versickerung.....	29
15	Zusammenfassung, Weiteres .....	30

## **Anlagen**

1.0 + 1.1	Körnungslinien	
2	Lageplan	o. M.
3.0 - 3.4	Profilschnitte und Widerstandsdiagramme	M. 1 : 50

## **Anhang**

Analyseergebnisse der HBICON GmbH, Bielefeld

## 1 Vorgang und Bauvorhaben

In der Gemarkung Westerloh, Flur 9, Schöninger Str. 33 in Delbrück-Schöning sind mehrere Bauwerke auf dem Gelände der Fa. Borgmeier geplant. Südwestlich des Bestands ist der Neubau einer Lagerhalle mit den Grundrissabmessungen ca. 109,20 m x 67,0 m vorgesehen, westlich davon sollen Pkw-Flächen angelegt werden und östlich ist die Erweiterung der Kläranlage mit folgenden Einzelbauwerken geplant:

- Behälter 4 – neu, Biologie 2, V = 800 m<sup>3</sup>, H = 5,50 m
- Behälter 5 – neu, M & A Behälter, V = 1.000 m<sup>3</sup>, H = 5,50 m
- Behälter 6 – neu, Schlamm-speicher, V = 100 m<sup>3</sup>, H = 4,00 m
- Behälter 8 – neu, Havariebehälter, V = 200 m<sup>3</sup>, H = 4,50 m
- Halle Microflotation 19,96 m x 15,24 m

Nordöstlich des Bestandes soll evtl. in 2 bis 3 Jahren ein Neubau für die Schlachtung entstehen.

Das Gelände liegt im Grundrissbereich der Neubauten zwischen ca. 82,28 und 83,67 m NHN.

Das Baunull = OKF FB EG ist wie folgt geplant:

- Lagerhalle neu 84,35 m NHN
- Halle Microflotation 83,35 m NHN
- Schlachtung neu 83,30 m NHN

Vorgenannte Höhenkoten wurden an die Schichtenprofile in den Anlagen 3 angetragen und **wir bitten um Benachrichtigung, wenn es bei der weiteren Planung gravierende Änderungen geben sollte.**

Unser Büro wurde beauftragt, den Baugrund zu erkunden und ein Gründungsgutachten für die neue Lagerhalle und die Erweiterung der Kläranlage auszuarbeiten. Die Untersuchungen für die neue Schlachtung sind lediglich stichprobenartig und orientierend, so dass hier nur eine allgemeine baugrundtechnische Stellungnahme zur Bebauung erfolgt.

Weiterhin sollten die Möglichkeit einer Regenwasserversickerung beurteilt und Angaben zum Aufbau der neuen Verkehrsflächen gemacht werden.

Aus dem Grundwasser waren 2 Wasserproben zu entnehmen und hinsichtlich einer möglichen Betonaggressivität zu analysieren.

## **2 Unterlagen**

Zur Bearbeitung standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

U/1	Auftrag vom 26.03.2020	
U/2	Lageplan	M. 1 : 500
U/3	Lageplan Kläranlage	M. 1 : 500
U/4	Detailpläne	o. M
U/5	E-Mail vom 11.05.2020 mit Höhenangaben Baunull OKFF	

## **3 Art, Umfang und Zeitpunkt der Untersuchungen**

Zur Erkundung des Untergrundes wurden vom 14. bis 17.04.2020 insgesamt 29 Kleinrammbohrungen (RKB 1 bis 29) gemäß DIN EN ISO 22475-1 abgeteuft. Dabei wurden die RKB 5, 14, 15, 16 und 17 im Bereich der Verkehrsflächen bis 3,0 m unter Bohransatzpunkt (AP) abgeteuft. Die restlichen Kleinrammbohrungen wurden bis 5,0 m unter Bohransatzpunkt niedergebracht.

Zur Abschätzung der Tragfähigkeiten bzw. der Lagerungsdichten des Untergrundes wurde neben jeder Kleinrammbohrung jeweils eine Rammsondierung (DPM 1 bis 29) mit der mittelschweren Rammsonde DPM-10 gemäß TP BF-StB, Teil B 15.1, gleichtief niedergebracht.

Zur Durchführung der RKB/DPM 6 wurde aufgrund der vorhandenen Versorgungsleitungen bis 1,0 m Tiefe vorgeschachtet.

Aus den Rammkernbohrungen 16 und 25 wurden Grundwasserproben entnommen, die durch die HBICON GmbH, Bielefeld hinsichtlich der Betonaggressivität nach DIN 4030 untersucht wurden (Ergebnisse siehe Abschnitt 6).

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

Die Aufschlusspunkte wurden höhenmäßig auf die im Lageplan (s. Anlage 2) gekennzeichneten Festpunkte

- FP 1 = 83,03 m NHN = OK KD,
- FP 2 = 83,65 m NHN = Mitte Straße
- FP 3 = 83,67 m NHN = OK KD Pumpenschacht

eingemessen. Die Höhen sind in der Tabelle 1 zusammengestellt.

**Tabelle 1: die Höhen der Ansatzpunkte**

<b>Ansatzpunkt</b>	<b>Höhe [m NHN]</b>	<b>Ansatzpunkt</b>	<b>Höhe [m NHN]</b>
RKB/DPM 1	82,62	RKB/DPM 16	82,40
RKB/DPM 2	82,78	RKB/DPM 17	82,30
RKB/DPM 3	83,08	RKB/DPM 18	83,45
RKB/DPM 4	82,72	RKB/DPM 19	83,34
RKB/DPM 5	82,98	RKB/DPM 20	83,25
RKB/DPM 6	83,17	RKB/DPM 21	83,45
RKB/DPM 7	83,11	RKB/DPM 22	83,50
RKB/DPM 8	83,23	RKB/DPM 23	83,52
RKB/DPM 9	83,05	RKB/DPM 24	83,57
RKB/DPM 10	83,09	RKB/DPM 25	83,52
RKB/DPM 11	83,11	RKB/DPM 26	83,27
RKB/DPM 12	83,09	RKB/DPM 27	83,42
RKB/DPM 13	82,55	RKB/DPM 28	83,21
RKB/DPM 14	82,28	RKB/DPM 29	83,42
RKB/DPM 15	82,43	-	-

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

- Ansprache von 162 gestörten Bodenproben
- 12 Bestimmungen der Korngrößenverteilungen durch Siebanalyse gem. DIN EN ISO 17892-4
- 9 Bestimmungen der organischen Anteile durch Glühverlust gem. DIN 18128
- 21 Bestimmungen der Wassergehalte durch Ofentrocknung gem. DIN EN ISO 17892-1

Die Ergebnisse der Glühverlust- und 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. Anlagen 1) bestätigt.

#### **4 Baugrundaufbau**

**Die Geologische Karte von NRW weist im Untersuchungsbereich Niederterrassensande aus der Weichsel-Kaltzeit auf. Im Nahbereich sind holozäne Ablagerungen in Bach- und Flusstälern verzeichnet.**

Das Gelände ist überwiegend durch **Mutterboden/Oberboden** in einer Schichtstärke von 0,3 bis 1,0 m bedeckt.

Bei den Kleinrammbohrungen RKB 5, 6, 15, 16, 24, 26, 28 und 29 sind ab GOK **Auffüllungen** vorhanden. Diese reichen bis in Tiefen zwischen 0,5 und 2,0 m. Die Auffüllungen wurden als sandige, humose, schwach schluffige und teils schwach kiesige Sande angesprochen, welche teilweise **Bauschuttreste, Asphalt-** und **Ziegelreste** aufwiesen. Vereinzelt bestehen die Auffüllungen aus sandigem, schwach schluffigem Kies.

Bei RKB 6 wurde die **Befestigung aus Asphalt** aufgebohrt ohne die genaue Dicke erfassen zu können.

Bei RKB 5 und 6 können die Auffüllungen auch als aufbereiteter Bauschutt bzw. RC-Material und bei RKB 28 als Schotter und bei RKB 29 als Schotter gemischt mit Asphalt- und Ziegelresten bezeichnet werden.

Zur Tiefe wurden bei allen Kleinrammbohrungen bis zur Endteufe **Niederterrassensande** festgestellt. Es handelt sich dabei überwiegend um einen mittelsandigen, schwach schluffigen bis schluffigen und vereinzelt humosen Feinsand.

Die humosen Beimengungen in den Sanden sind vorwiegend bis 1,0 m unter GOK stark wechselnd ( $V_{GL} = 0,7$  bis  $4,7$  %). Z.T. wurden auch Wurzelreste angesprochen. Erst zur Tiefe sind die Sande homogener und zumeist ohne nennenswerte Humusbeimengungen.

In den Sanden sind vereinzelt Lehmlagen vorhanden. Auch die zonenweise vorkommenden schluffigen Sande können als „verlehmt“ bezeichnet werden.

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

## **5 Ergebnisse der Rammsondierungen**

Nach den Widerstandsdiagrammen (Anzahl der Schläge/10 cm Eindringtiefe =  $N_{10}$ ) der mittelschweren Rammsonden DPM-10 sind die oberflächennahen Auffüllungen und Sande überwiegend sehr locker bis locker bei  $N_{10} \leq 5$ .

Bei DPM 29 sind die Auffüllungen mit Rammwiderständen von  $N_{10} = 20$  oberflächennah dicht gelagert. Eine dichte bis sehr dichte Lagerung ist auch bei DPM 5 und 6 in den RC-Materialien zu erwarten. Diese waren ohne Vorbohren ab GOK nicht rammbaar (die Rammwiderstände 0 sind hier durch die Einführung der Rammsonde in das vorgebohrte Loch bedingt.)

Die tieferen Sande sind zunächst bis ca. 4,0 m mitteldicht und zur Tiefe bis zur Endteufe bei hohen Schlagzahlen von  $N_{10} \geq 15$  als dicht gelagert einzustufen.

Bei der Rammsondierung DPM 8 sind die Sande bis in eine Tiefe von 3,6 m unter GOK mit Schlagzahlen zwischen  $N_{10} = 1$  bis 5 auffällig. Bis 2,0 m unter GOK bzw. 0,3 m unterhalb des Grundwassers liegt eine sehr lockere bis lockere Lagerung vor. Unterhalb im Grundwasser ist bei Widerständen mit  $N_{10} = 3$  bis 5 eine mitteldichte Lagerung an der Grenze zu locker vorhanden.

## **6 Grundwasser**

Bei den Feldarbeiten im **April 2020** wurde bei allen Kleinrammbohrungen Grundwasser zwischen 0,6 und 2,0 m unter GOK festgestellt.

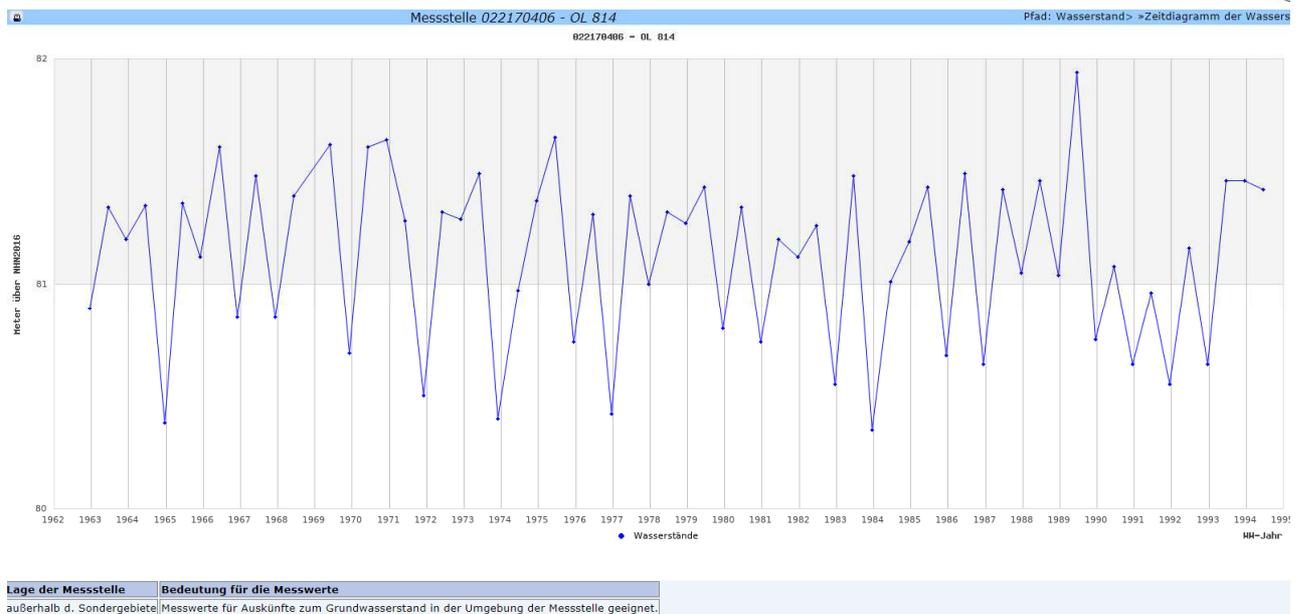
Nach Beendigung der Feldarbeiten haben sich die Ruhewasserstände bei RKB 18 und 19 zwischen 1,7 und 1,9 m unter GOK eingestellt.

Nach den NRW Umweltdaten vor Ort befindet sich keine Grundwassermessstelle in der unmittelbaren Nähe. Ca. 700 m südwestlich liegt die Grundwassermessstelle 022170406 – OL 814 (siehe Abbildung unten).



**Abbildung 1:** Lage der Messstelle (hellblaues Quadrat „i“) und Lage des Bauvorhabens (blauer Pfeil)

Die Messstelle weist bei einer Geländehöhe von 82,31 m NHN im Untersuchungszeitraum 1962 bis 1994 einen max. Grundwasserstand von 81,94 m NHN (Flurabstand 0,37 m) und einen minimalen Grundwasserstand von 80,35 m NHN (Flurabstand 1,96 m) auf.



**Abbildung 2:** Grundwasserganglinie Messstelle 022170406 – OL 814

Langjährig betrachtet ist örtlich mit ähnlichen Grundwasserstandsschwankungen zu rechnen. Das Grundwasser kann in Folge der guten Durchlässigkeit der Sande in niederschlagsreichen Zeiten schnell bis wenige Dezimeter unter GOK und in lokalen Senken bis GOK ansteigen.

Unter Berücksichtigung der Grundwasserstandsschwankungen und eines Sicherheitszuschlages schlagen wir für die Neubauten folgende Bemessungswasserstände vor:

- = ca. 82,55 m NHN (Lagerhalle neu)
- = ca. 83,25 m NHN (Schlachtung neu und Kläranlage/Halle Microflotation)

Sollen die Bemessungswasserstände verifiziert und genauer für einzelne Bauteile definiert werden, müssen Pegel gesetzt werden und an diesen Langzeitbeobachtungen erfolgen.

Aus den Kleinrammbohrungen RKB 16 und 25 wurden Grundwasserproben entnommen, die bei der HBICON GmbH, Bielefeld, hinsichtlich der Betonaggressivität nach DIN 4030 untersucht wurden. Im Ergebnis dieser Analysen weist das Grundwasser

**„keinen nennenswerten Betonangriffsgrad“**

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

## **7 Bezeichnung der Böden und bodenmechanische 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) Mutterboden/organischer Oberboden

Benennung	(DIN EN ISO 14688-1:2013)	<b>Sand;</b> humos, schluffig, <b>teils kiesig mit Bauschuttresten</b>
Bodengruppe	(DIN 18196)	OH
Bodenklasse	(DIN 18300:2012)	1

Da der 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.

Bauschuttreste weisen auf evtl. vorhandene grobe Bauschuttbeimengungen im aufgefüllten Mutterboden hin, die mit den Kleinrammbohrungen nicht ermittelt werden können.

b) Auffüllungen

Benennung	(DIN EN ISO 14688-1:2013)	<b>Kies/Schotter/RC-Material;</b> sandig, schwach schluffig und <b>Sand;</b> wechselnd humos, schwach schluffig, in den Auffüllungen sind Bau- schuttreste und gebrochener Bauschutt aus Beton, Asphalt, Ziegel enthalten
Bodengruppe	(DIN 18196)	GU/SU, teils OH
Bodenklasse	(DIN 18300:2012)	3, teils 1
Bodenklasse	(DIN 18301:2012)	BN 1, teils BO
Lagerungsdichte		Schotter mitteldicht bis sehr dicht, Sande locker, vereinzelt mittel- dicht
Frostempfindlichkeits- klasse	ZTV E-StB 17	F 2 (gering/mittel frostempfind- lich)
Verdichtbarkeitsklasse	ZTV A-StB 12	V 1, organogene Böden dürfen nicht wieder eingebaut werden
Wichte, erdfeucht		$\gamma_k = 16,5-18,0 \text{ kN/m}^3$
Wichte unter Auftrieb		$\gamma'_k = 8,5-10,0 \text{ kN/m}^3$
Wasserdurchlässigkeit		$k_{f,k} < 1,0 \times 10^{-3} \text{ m/s (GU)}$ $k_{f,k} \leq 1,0 \times 10^{-5} \text{ m/s (SU)}$
Reibungswinkel		$\phi'_k = 25,0-35,0^\circ$
Kohäsion		$c'_k = 0,0 \text{ kN/m}^2$
Steifemodul		$E_{s,k} = 10,0-80,0 \text{ MN/m}^2$

**Hinweis:**

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

c) Wechselnd humose Sande

Benennung	(DIN EN ISO 14688-1:2013)	<b>Vorwiegend Feinsand;</b> mittelsandig, vorwiegend schwach schluffig, lagenweise schwach humos bis humos, teils durchwurzelt
Bodengruppe	(DIN 18196)	SU/SE (nach ZTV E-StB sind Böden mit organischen Beimengungen der Bodengruppe OH und der Bodenklasse 4 zuzuordnen)
Bodenklasse	(DIN 18300:2012)	3, teils 4
Bodenklasse	(DIN 18301:2012)	BN 1-2
Lagerungsdichte		Sehr locker bis mitteldicht
Frostempfindlichkeitsklasse	ZTV E-StB 17	F 1-F 2 (nicht bis gering/mittel frostempfindlich)
Verdichtbarkeitsklasse	ZTV A-StB 12	V 1 Böden mit organischen Beimengungen werden keiner Verdichtbarkeitsklasse zugeordnet
Wichte, erdfeucht		$\gamma_k = 16,5-18,5 \text{ kN/m}^3$
Wichte unter Auftrieb		$\gamma'_k = 8,5-10,5 \text{ kN/m}^3$
Wasserdurchlässigkeit		$k_{f,k} \leq 3,0 \times 10^{-4} \text{ m/s (SE)}$ $k_{f,k} \leq 1,0 \times 10^{-5} \text{ m/s (SU)}$
Reibungswinkel		$\phi'_k = 22,5-30,0^\circ$
Kohäsion		$c'_k = 0,0 \text{ kN/m}^2$
Steifemodul		$E_{s,k} = 10,0-20,0 \text{ MN/m}^2$ (sehr locker/humos) $E_{s,k} = 20,0-40,0 \text{ MN/m}^2$ (locker bis mitteldicht)

Die wechselnd humosen Sande sind insbesondere bei Vernässung schlecht verdichtbar und für die Wiederverfüllung der Arbeitsräume und insbesondere als Füllboden im Gründungsbereich/Planum **ohne eine Bodenverbesserung** mit Mischbindemitteln häufig **nicht geeignet**. Probeverdichtungen und Lastplattendruckversuche sind zu empfehlen. Bei stärkeren Humusbeimengungen (dunkelbraune und/oder durchwurzelte Sande) kann eine Verdichtung/Bodenverbesserung verhindert werden. Für Bodenverfestigungen/Zementverfestigungen sind wechselnd humose Sande nicht geeignet.

d) Niederterrassensande

Benennung	(DIN EN ISO 14688-1:2013)	<b>Vorwiegend Feinsand;</b> vorwiegend mittelsandig, schwach schluffig bis schluffig, teils ohne nennenswerte Schluff- beimengungen
Bodengruppe	(DIN 18196)	SU/SÜ, teils SE
Bodenklasse	(DIN 18300:2012)	3, 4
Bodenklasse	(DIN 18301:2012)	BN 1-2
Lagerungsdichte		Locker bis mitteldicht, zur Tiefe dicht
Frostempfindlichkeits- klasse	ZTV E-StB 17	F 2-F 3 (gering bis sehr frostemp- findlich)
Verdichtbarkeitsklasse	ZTV A-StB 12	V 1/ V 2
Wichte, erdfeucht		$\gamma_k = 16,5-18,5 \text{ kN/m}^3$
Wichte unter Auftrieb		$\gamma'_k = 8,5-10,5 \text{ kN/m}^3$
Wasserdurchlässigkeit		$k_{f,k} \leq 3,0 \times 10^{-4} \text{ m/s (SE/SU)}$ $k_{f,k} \leq 1,0 \times 10^{-6} \text{ m/s (SÜ)}$
Reibungswinkel		$\varphi'_k = 30,0-35,0^\circ$
Kohäsion		$c'_k = 0,0 \text{ kN/m}^2$
Steifemodul		$E_{s,k} = 15,0-30,0 \text{ MN/m}^2$ (locker) $E_{s,k} = 30,0-40,0 \text{ MN/m}^2$ (locker bis mitteldicht) $E_{s,k} = 40,0-70,0 \text{ MN/m}^2$ (mittel- dicht bis dicht)

## 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 Bodenarten Eigenschaften und Kennwerte zugeordnet und die Boden- und Felsschichten in folgende Homogenbereiche eingeteilt werden.

Die **gebundenen Schichten des Straßenoberbaus** (hier der teils aufgebohrte, aber nicht beprobte Asphalt bei RKB 6) **sind keine Homogenbereiche** im eigentlichen Sinne der DIN 18300. Der Ausbau dieser Schichten sollte gesondert ausgeschrieben werden.

Die einzelnen Homogenbereiche sind den nachfolgenden Tabellen zu entnehmen.

### 8.1 Homogenbereich nach DIN 18320 (Landschaftsbauarbeiten)

*Tabelle 2: Eigenschaften und Homogenbereich nach DIN 18320*

<b>Homogenbereich A</b>	
Ortsübliche Bezeichnung	<b>Nicht bindiger bis schwach bindiger sandiger Mutterboden/Oberboden<sup>1</sup></b>
Bodengruppen	
Bodengruppe DIN 18196	OH
Bodengruppe DIN 18195	2, 4
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke (untere-obere Werte in M.-%)	
Steine und Blöcke <sup>2</sup>	0-30
Große Blöcke <sup>2</sup>	0-1

<sup>1</sup> Genaue Benennung siehe Bohrprofile

<sup>2</sup> Durch Kleinrammbohrungen nicht erfassbar, abgeschätzt aus Erfahrungswerten. Bauschuttreste sind häufig stark unregelmäßig vorhanden von „Resten“ bis zu „Bauschuttnestern“ die, falls nicht unmittelbar angebohrt, nicht erfasst werden können.

## 8.2 Homogenbereiche nach DIN 18300 (Erdarbeiten)

*Tabelle 3: Eigenschaften und Homogenbereich nach DIN 18300*

<b>Homogenbereich B</b>		
Ortsübliche Bezeichnung		<b>Recycling (RC) und Schotter/Kies und Sand mit Bauschuttresten<sup>1</sup></b>
Korngrößenverteilung Boden (untere-obere Werte in M.-%)		
Ton		0-4
Schluff		5-30
Sand		15-98
Kies		0-80
Steine und Blöcke <sup>2</sup>		0-5
Große Blöcke <sup>2</sup>		0-3
Eigenschaften / Kennwerte		
Dichte $\rho$	[g/cm <sup>3</sup> ]	1,65-1,85
Undrained Scherfestigkeit $c_u$	[kN/m <sup>2</sup> ]	-
Wassergehalt $w_n$	[M.-%]	4-15
Plastizitätszahl $I_p$	[%]	
Plastizität	[-]	
Konsistenzzahl $I_c$	[-]	-
Konsistenz	[-]	-
Lagerungsdichte $I_D$	[%]	0-85
Lagerung	[-]	Sehr locker bis sehr dicht
Organischer Anteil $V_{gl}$	[M.-%]	0-5
Bodengruppe DIN 18196	[-]	GU/SU
Umweltrelevante Merkmale		
Zuordnung nach LAGA TR Boden / DepV		Nicht analysiert

<sup>1</sup> Genaue Benennung siehe Bohrprofile

<sup>2</sup> Durch Kleinrammbohrungen nicht erfassbar, abgeschätzt aus Erfahrungswerten

Tabelle 4: Eigenschaften und Homogenbereich nach DIN 18300

<b>Homogenbereich C</b>		
Ortsübliche Bezeichnung	<b>Auffüllungen und wechselnd humose Sande<sup>1</sup></b>	
Korngrößenverteilung Boden (untere-obere Werte in M.-%)		
Ton	0-4	
Schluff	5-30	
Sand	15-98	
Kies	0-80	
Steine und Blöcke <sup>2</sup>	0-5	
Große Blöcke <sup>2</sup>	0-3	
Eigenschaften / Kennwerte		
Dichte $\rho$	[g/cm <sup>3</sup> ]	1,65-1,85
Undränierete Scherfestigkeit $c_u$	[kN/m <sup>2</sup> ]	-
Wassergehalt $w_n$	[M.-%]	4-20
Plastizitätszahl $I_p$	[%]	
Plastizität	[ - ]	
Konsistenzzahl $I_c$	[ - ]	-
Konsistenz	[ - ]	-
Lagerungsdichte $I_D$	[%]	0-85
Lagerung	[ - ]	Sehr locker bis mitteldicht
Organischer Anteil $V_{gl}$	[M.-%]	0-10
Bodengruppe DIN 18196	[ - ]	SU/SE/OH
Umweltrelevante Merkmale		
Zuordnung nach LAGA TR Boden / DepV	Nicht analysiert	

<sup>1</sup> Genaue Benennung siehe Bohrprofile<sup>2</sup> Durch Kleinrammbohrungen nicht erfassbar, abgeschätzt aus Erfahrungswerten

Tabelle 5: Eigenschaften und Homogenbereich nach DIN 18300

<b>Homogenbereich D</b>		
Ortsübliche Bezeichnung		<b>Niederterrassensande<sup>1</sup></b>
Korngrößenverteilung Boden (untere-obere Werte in M.-%)		
Ton		0-4
Schluff		5-30
Sand		15-98
Kies		0-80
Steine und Blöcke <sup>2</sup>		0-5
Große Blöcke <sup>2</sup>		0-3
Eigenschaften / Kennwerte		
Dichte $\rho$	[g/cm <sup>3</sup> ]	1,70-1,85
Undrained Scherfestigkeit $c_u$	[kN/m <sup>2</sup> ]	-
Wassergehalt $w_n$	[M.-%]	4-20
Plastizitätszahl $I_p$	[%]	
Plastizität	[-]	
Konsistenzzahl $I_c$	[-]	-
Konsistenz	[-]	-
Lagerungsdichte $I_D$	[%]	15-85
Lagerung	[-]	Locker bis dicht
Organischer Anteil $V_{gl}$	[M.-%]	0-3
Bodengruppe DIN 18196	[-]	SU/SE/SÜ
Umweltrelevante Merkmale		
Zuordnung nach LAGA TR Boden / DepV		Nicht analysiert

<sup>1</sup> Genaue Benennung siehe Bohrprofile<sup>2</sup> Durch Kleinrammbohrungen nicht erfassbar, abgeschätzt aus Erfahrungswerten

## **9 Folgerungen für die Gründung**

### **9.1 Baugrundbeurteilung**

Wie bereits im Abschnitt 1 aufgeführt, liegt das Gelände im Grundrissbereich der Neubauten zwischen ca. 82,28 und 83,67 m NHN. Das Baunull (OKFF der Hallen bzw. OKFF EG) ist wie folgt geplant:

- Lagerhalle neu 84,35 m NHN
- Halle Microflotation 83,35 m NHN
- Schlachtung neu 83,30 m NHN

Vorgenannte Höhenkoten wurden an die Schichtenprofile in den Anlagen 3 angetragen und **wir bitten um Benachrichtigung, wenn es bei der weiteren Planung gravierende Änderungen geben sollte.**

Somit wird das Gelände nach Abtrag des Mutterbodens bei der neuen Lagerhalle um ca. 1,3 bis 1,8 m aufgefüllt. Bei der neuen Schlachtung und bei der Kläranlage liegen OKFF ca. auf der mittleren Geländehöhe.

Das Gelände ist überwiegend mit Mutterboden/Oberboden bedeckt. Bei den Kleinrammbohrungen RKB 5, 6, 15, 16, 24, 26 und 29 sind ab GOK Auffüllungen bis 0,5 und 2,0 m Tiefe vorhanden, welche als schwach schluffige und teils schwach kiesige Sande mit teilweise Bauschuttresten, Asphalt- und Ziegelresten angesprochen wurden. Vereinzelt bestehen die Auffüllungen aus sandigem, schwach schluffigem Kies.

Zur Tiefe wurden bis zur Endteufe schwach schluffige bis schluffige und vereinzelt humose Niederterrassensande festgestellt.

Die oberflächennahen Auffüllungen sind überwiegend sehr locker bis locker gelagert. Auch die oberflächennahen Niederterrassensande, insbesondere die mit humosen Beimengungen, sind bis in Tiefen von ca. 0,6/2,2 m vorwiegend locker und auch unregelmäßig locker bis mitteldicht gelagert. Besonders hinzuweisen ist auf die RKB/DPM 26, wo humose Beimengungen bzw. eine lagenweise starke Durchwurzelung festgestellt wurde. Dort sollte

der Baugrund für die Aufstellung des großen Rundbehälters ergänzend erkundet werden. Dies kann im Vorfeld zum Beispiel durch 3 zusätzliche RKB/DPM erfolgen oder baubegleitend durch Suchschürfe. Dann müsste das Grundwasser aber entsprechend tiefer liegen bzw. abgesenkt werden, damit die Schurfgruben nicht zufließen/einbrechen und auch abschließend wieder fachgerecht mit Füllsanden lagenweise verdichtet wieder verschlossen werden können. Die tieferen Sande sind zunächst bis ca. 4,0 m mitteldicht und zur Tiefe bis zur Endteufe als dicht gelagert einzustufen.

Die extrem lockeren bis lockeren Auffüllungen sowie die oberflächennahen lockeren Sande sind nur **gering bis nicht tragfähig**. Lockere Sande werden infolge der statischen Belastung nur mit geringen Setzungen reagieren, können aber zum Beispiel durch Grundwasserabsenkungen und besonders durch Erschütterungen infolge Kornumlagerungen größere Sackungen und somit bauwerksunverträgliche Verformungen bedingen.

Zur Vermeidung unterschiedlicher Setzungen bzw. schädlicher Verformungen sind entweder die neuen Fundamente, zum Beispiel durch Unterbeton in mind. Fundamentbreite, tieferzuführen oder es ist ein Bodenaustausch bis zu den in den Anlagen 3 genannten Tiefen „Gt. erf.“ erforderlich. Bei der Variante Bodenaustausch muss der 45°-ige Druckausbreitungsbereich beachtet werden. Probeverdichtungen sind erforderlich um festzustellen, welche Sande lagenweise verdichtet wieder eingebaut werden können. Es ist davon auszugehen, dass insbesondere die Feinsande mit humosen Beimengungen nur sehr schwer bis nicht verdichtbar sind und dann entsprechend verdichtungsfähige Füllsande der Boden- gruppe SU nach DIN 18196 angeliefert werden müssen. Diese müssen erdfeucht sein und sollten max. Feinanteile von 10 % besitzen. Die Füllsande sind auf einen Verdichtungsgrad  $D_{Pr} \geq 100 \%$  zu verdichten. Bei dem Nachweis der Verdichtung durch statische Lastplatten- druckversuche ist ein Verformungsmodul von  $E_{v2} > 45 \text{ MPa}$  und ein Verhältniswert von  $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$  zu fordern. Oberhalb der Bemessungswasserstände kann auch in Abstimmung mit der Behörde geprüft werden, ob güteüberwachtes RC-Material für die Auffüllungen verwendet werden kann. Hierbei ist gemäß des nordrheinwestfälischen Runderlasses ein mind. Abstand zum höchsten Grundwasserstand von 0,1 m, je nach Material eventuell auch mind. 1,0 m, erforderlich, was mit der Behörde abzustimmen ist. Bei dieser ist auch zu erfragen, ob es sonstige Auflagen zu beachten gibt, die bei einem Einbau von RCL-

Material beachtet werden müssen. Bei Verwendung von Recycling-Schotter, zum Beispiel der Körnung 0/45 mm, ist für den Nachweis eines Verdichtungsgrades  $D_{Pr} \geq 100 \%$  ein Verformungsmodul  $E_{v2} \geq 100 \text{ MPa}$  und ein Verhältniswert von  $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,3$  erforderlich. Bei durchgängig ordnungsgemäß verdichtetem Bodenaustausch und Geländeauffüllungen kann planmäßig in diesen gegründet werden. Ist die Verdichtung unzureichend bzw. erfolgt kein durchgängiger Bodenaustausch, so müssen die Fundamente bis in den tragfähigen Baugrund mit Unterbeton tiefergeführt werden.

Sollten bei den Erd- und Aushubarbeiten zwischen unseren Aufschlusspunkten veränderte Verhältnisse festgestellt werden, so ist unser Büro zur Festlegung eventueller weiterer Maßnahmen kurzfristig zu benachrichtigen.

## **9.2 Gründung der Lagerhalle (RKB 1 bis 4 und RKB 6 bis 13)**

Die Gründung der Lagerhalle kann auf **bewehrten Streifen- und/oder Einzelfundamenten** erfolgen.

In den Anlagen 3.0 und 3.1 wurden die Grenze zwischen gering/nicht und mittel/ausreichend tragfähigem Baugrund in den Profilschnitten als „Gt. erf.“ angetragen. Über die statische Fundamenthöhe hinaus kann bis in diese Niveaus bzw. bis zum tragfähigen Baugrund **Unterbeton** in mind. Fundamentbreite eingebaut werden. Wie bereits im Abschnitt 9.1 geschildert, kann alternativ bei dem Nachweis der entsprechenden Verdichtung auch auf einem Bodenaustausch und auf bzw. in den verdichteten Geländeauffüllungen gegründet werden.

Bei der Dimensionierung der Gründung sollten der **Bemessungswert des Sohlwiderstandes** und der **charakteristische Wert** der Bettungsziffer für

<b>Streifenfundamente</b> (Sohlwiderstand)	$\sigma_{Rd}$	<b>= 280 kN/m<sup>2</sup></b>
(Fundamentbreite $b > 0,5 \text{ m}$ )		
(Bettungsziffer)	$k_{s,k}$	<b>= 20 MN/m<sup>3</sup></b>

**Einzelfundamente** (Sohlwiderstand)  $\sigma_{Rd} = 320 \text{ kN/m}^2$   
(Fundamentbreite  $b > 1,0 \text{ m}$ )

nicht überschritten werden. Bei den Bemessungswerten sind die Sicherheitsfaktoren zu berücksichtigen (**Abminderung**). Die zulässigen Bodenpressungen betragen somit  $\sigma_{zul.} = 200/230 \text{ kN/m}^2$ .

Wegen der unterschiedlichen Tragfähigkeiten bzw. Lagerungsdichten werden hier die o.g. abgeminderten Bodenpressungen empfohlen, um die Setzungen und Setzungsdifferenzen zu minimieren.

**Höhere Bodenpressungen** sind je nach Absetztiefe und Fundamentgeometrie eventuell möglich, erfordern aber eine detaillierte Abstimmung und Lastangaben, um das Setzungsverhalten zu überprüfen.

Alle Außenfundamente sind auf jeden Fall 0,8 m tief (frostfrei) unter späterer GOK abzusetzen.

### **9.3 Auflagerung der Sohle der Lagerhalle**

Bei den Erdarbeiten ist Folgendes zu beachten:

- Der Mutterboden/organische Oberboden ist abzuschleppen.
- Die Auffüllungen bzw. die anstehenden Sande sind intensiv bis auf 100% der Proctordichte zu verdichten, wobei ein Verformungsmodul  $E_{v2} \geq 45 \text{ MPa}$  ( $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$ ) nachzuweisen ist.
- Bei den geplanten 1,2 bis 1,8 m dicken Geländeauffüllungen kann durch Wahl des Auffüllmaterials die geforderte Festigkeit im Planum erreicht werden. Falls das Baunull später geändert wird, so ist durch Testfelder mit dem geplanten Aufbau zu prüfen, ob ein eventuell zusätzlicher Bodenaustausch erforderlich ist.

- Unter der Hallensohle ist für eine „normale“ Belastung auf dem nachweislich gut und ausreichend verdichteten Planum ca. 30 cm **Schotter 0/45 mm** einzubauen und auf 100% der Proctordichte ( $E_{v2} \geq 100$  MPa,  $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,3$ ) zu verdichten.
- Bei Verwendung von **gütegeschütztem RC-Schotter** ist die **Wasserrechtliche Erlaubnis** zu beachten.
- Nachweis der ausreichenden Verdichtung der Schottertragschicht/des Erdplanums durch Lastplattendruckversuche.

#### **9.4 Gründung der Halle Microflotation (RKB 28 und 29)**

Für die Gründung der Halle Microflotation gilt hier grundsätzlich das Gleiche wie bei der Gründung der Lagerhalle (s. Abschnitt 9.2). Zusätzlich ist hier aber zu beachten, dass keine Geländeauffüllungen geplant sind, so dass je nach Verdichtbarkeit der teils humosen Sande im Planum hier eventuell ein Bodenaustausch bzw. eine verdickte Schottertragschicht unter der Hallensohle erforderlich ist. Auch ist zu beachten, dass zum Teil schon Schotter vorhanden ist, der bei zusätzlichem Nachweis der Verdichtung über Lastplattendruckversuche hier auch beim Neubau mit verwendet werden kann. Testfelder, örtliche Prüfungen und Festlegungen werden hier erforderlich.

Die Grenze zwischen gering/nicht und mittel/ausreichend tragfähigem Baugrund wurde an die Profilschnitte in der Anlage 3.4 angetragen. Demnach ist mit einer Gründungstiefe von ca. 1,0 m unter GOK zu rechnen.

#### **9.5 Gründung der Behälter (RKB 22 bis 29)**

Bei den Aufschlüssen im Bereich der Kläranlage/Behälter wurde überwiegend tragfähiger Baugrund ab 0,7/1,0 m unter GOK angetroffen. Bei RKB/DPM 26 wurden bis 2,0 m auffällige schwach humose, lagenweise stark durchwuzelte Böden bis 2,0 m angetroffen. Hier ist aufgrund von nur einem Aufschluss nicht zu klären, ob auch stärkere organische, eventuell setzungskritische Anteile im Untergrund insbesondere im Tiefenbereich zwischen 1,0 und 2,0 m vorhanden sind. Deshalb empfehlen wir dort, durch **mind. 3 zusätzliche**

**RKB/DPM** die durchwurzelten Bereiche einzugrenzen und auch örtliche Prüfungen im Bereich des Aushubplanums durchzuführen, um dann festzulegen, ob weitere Maßnahmen, wie zum Beispiel ein tieferer Bodenaustausch, in diesem Bereich erforderlich wird. Bei Beachtung der o.g. Maßnahmen können die Behälter flach auf Fundamentplatten gegründet werden. Im Gründungsbereich der Behälter sind nach Abtrag des Mutterbodens die Auffüllungen bzw. die Sande intensiv bis auf 100% Proctordichte zu verdichten. Auf dem nachweislich gut und ausreichend verdichteten Planum ist eine mind. ca. 50 cm dicke **Schottertragschicht 0/45 mm** einzubauen und auf 100 % der Proctordichte ( $E_{v2} \geq 100 \text{ MPa}$ ,  $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,3$ ) zu verdichten. Falls Geländeauffüllungen bis Unterkante Schottertragschicht erforderlich sind, sollte weitgestufter nicht bindiger Kies/Sand der Bodengruppe GW/SW verwendet werden. Die Geländeauffüllungen sollten lagenweise je Lage max. 30 cm eingebaut und auf 100% Proctordichte verdichtet werden.

Bei Verwendung von **gütegeschütztem RC-Schotter** ist die **Wasserrechtliche Erlaubnis** zu beachten.

Nachweis der ausreichenden Verdichtung der Schottertragschicht/des Erdplanums durch Lastplattendruckversuche.

Bei Einhaltung der oben genannten Maßnahmen sollten für die statische Bemessung der Gründung der **Bemessungswert des Sohlwiderstandes** und der **charakteristische Wert** der Bettungsziffer von

$$\begin{array}{lll} \text{Sohlwiderstand} & \sigma_{Rd} & = 210 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Bettungsziffer} & k_{s,k} & = 15 \text{ MN/m}^3 \end{array}$$

nicht überschritten werden. Bei den Bemessungswerten sind die Sicherheitsfaktoren zu berücksichtigen (**Abminderung**). Die zulässige Bodenpressung beträgt somit  $\sigma_{zul.} = 150 \text{ kN/m}^2$

## **9.6 Gründung der Schlachtung (RKB 18 bis 21)**

Die Schlachtung kann ebenfalls flach auf Streifen oder Einzelfundamenten geründet werden, die eventuell tiefergeführt werden müssen. Für die genaue Festlegung der erforderlichen Gründungstiefe und die zulässige Bodenpressung müssen unbedingt weitere Untersuchungen durchgeführt werden.

## **10 Bauwerksabdichtung und Dränagen**

Bei dem stark wasserdurchlässigen Untergrund ( $k_f > 10^{-4}$  m/s) liegt bei lockerer bis mitteldichter Lagerung Bodenfeuchte vor. Bei verdichtetem und durch Bauarbeiten verschmutztem Untergrund muss damit gerechnet werden, dass der Untergrund weniger durchlässig wird und sich Wasser vor einbindenden Bauteilen zeitweise aufstaut.

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 (**Wassereinklassung W1.1-E** nach DIN 18533-1:2017).

Bei der deutlich über vorhandener GOK angeordneter Sohle der neuen Lagerhalle und Einbau einer kapillARBrechenden Schicht genügt eine Abdichtung gegen Bodenfeuchte. Das Außengelände sollte aber mit einem Gefälle weg vom Neubau geplant werden.

Falls durch ungünstiges Gefälle zu den jeweiligen Gebäuden hin ein Wasseraufstau auf dem hochverdichteten Untergrund temporär auftreten kann, so müsste eine wasserdichte Ausbildung erfolgen. Zudem muss bei tief einbindenden Bauteilen unter Berücksichtigung der Bemessungswasserstände dann auch gegen drückendes Grundwasser abgedichtet werden.

Bei Einbindung ins Gelände (zum Beispiel Gruben usw.) müssten Flächen- und Ringdränagen mit rückstaufreier Vorflut (DIN 4095) angeordnet werden, um eine Abdichtung gegen drückendes Grundwasser oder aufstauendes Sickerwasser zu vermeiden.

Dränagen im Grundwasserbereich sind in der Regel nicht erlaubnisfähig. Zudem sind Dränagen wartungsanfällige Dauerbauwerke. Aus diesem Grund sollten diese grundsätzlich vermieden werden.

## **11 Baugruben und Wasserhaltung**

Baugruben im engeren Sinne entstehen nicht. Bei den erforderlichen Fundamenttieferführungen mit Unterbeton sind die Fundamentgräben und -gruben kurzzeitig standsicher. Die Arbeiten sind so zu planen, dass abschnittsweise ausgehoben und sofort der Beton verfüllt wird, das heißt, der Betonwagen muss bereit stehen.

Die anstehenden Sande sind in der Regel sickerfähig, so dass kleinere und mittlere Niederschläge normalerweise versickern. Bei stärkeren Niederschlägen kann es in tieferen Planumbereichen aber zu einem Wasseraufstau kommen, dann wird in der Baufläche ein leichtes Gefälle empfohlen, so dass Tageswasser Baudränagen und Pumpensümpfen (offene Wasserhaltung) zugeführt werden kann.

Sollten die Erd- und Gründungsarbeiten in einer extrem niederschlagsreichen Zeit ausgeführt werden, so ist mit höheren Grundwasserständen zu rechnen. Dann sind für die Verdichtungs- und Gründungsmaßnahmen gegebenenfalls Vakuumtiefendränagen und/oder Vakuumanlagen vorzusehen.

Wir empfehlen eine Grundwasserabsenkung durch **Vakuumanlagen** für den Bedarfsfall vorzusehen. In diesem Zusammenhang empfehlen wir vor Beginn der Feldarbeiten Baggerschürfe zur Erkundung der bauzeitigen Wasserstände anzulegen. Danach kann beurteilt werden, ob eine Grundwassersenkung durch Vakuumanlagen erforderlich ist.

## **12 Besondere Baumaßnahmen**

Für die Ausschachtungsarbeiten sollte ein Bagger mit Glattschaufel eingesetzt werden. Auf dem verdichteten Planum sollte nicht gefahren werden. Ein Bodenaustausch im Nahbereich des Grundwassers ist mit "leichtem" Verdichtungsgerät zu verdichten. Ab 1,0 m Abstand zum Grundwasser kann auch mit mittlerem bis schwerem Gerät verdichtet werden.

Zur Durchführung der Erdarbeiten sollten Baustraßen angelegt werden.

## **13 Verkehrsflächen**

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

Aus bodenmechanischer Sicht sollten Pkw-Verkehrsflächen in die Belastungsklasse Bk0,3 oder höher und Lkw-Verkehrsflächen in die Belastungsklasse Bk3,2 oder höher gemäß RStO 12 eingestuft werden.

**Die genaue Belastungsklasse sollte durch das Planungsbüro festgelegt werden.**

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

Der Untergrund ist nach der ZTVE-StB 2017 überwiegend **gering/mittel frostempfindlich der Frostempfindlichkeitsklasse F 2**. Der Aufbau sollte deshalb entsprechend der Frostempfindlichkeitsklasse „**F 2**“ erfolgen.

Nach den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen RStO 12 ergibt sich bei der Frostempfindlichkeitsklasse **F 2** und den Belastungsklassen **Bk0,3** bis **Bk100** ein frostsicherer Straßenoberbau von 40 bzw. 50 oder 55 cm.

Tabelle 6: Dicken des frostsicheren Oberbaus nach RStO

Frostempfindlichkeitsklasse	Dicken bei Belastungsklassen [cm]		
	Bk100 bis Bk10	Bk3,2 bis Bk1,0	Bk0,3
F 2	55	50	40

Voraussetzung für den Regelaufbau der Verkehrsflächen gem. RStO ist eine Mindesttragfähigkeit des Planums von  $E_{v2} \geq 45$  MPa. Da im Planum auch schwach verlehnte, teils humose Auffüllungen/Sande anstehen, kann die Mindesttragfähigkeit im gesamten Planum bei fachgerechter Nachverdichtung nicht immer erreicht werden.

Deshalb sollte eine Planumsverbesserung **für den Bedarfsfall** vorgesehen werden. Diese kann durch einen zusätzlichen Teilbodenaustausch erfolgen.

Bei dem Bodenaustausch ist mit einer Schichtdicke von mind. 30 cm zu rechnen. Als Austauschboden sollte Sand/Kiessand oder kornabgestufter Schotter verwendet werden. Die Tragfähigkeit des Planums und die genaue Dicke des eventuell erforderlichen Bodenaustausches sollten vor Baubeginn durch die Anlage von Versuchsfeldern mit Hilfe von Lastplattendruckversuchen überprüft bzw. festgelegt werden.

Das Planum muss generell intensiv verdichtet werden und ein Verformungsmodul von mind.  $E_{v2} \geq 45$  MPa nachgewiesen werden.

Nach der intensiven Nachverdichtung des Planums bzw. Ausführung der eventuell erforderlichen Planumsverbesserung kann der Regelaufbau aufgebracht werden. Für diese Baumaßnahme errechnet sich der frostsichere Gesamtaufbau, zum Beispiel für die **Belastungsklasse Bk3,2**, wie folgt:

<b>Frostempfindlichkeitsklasse F 2</b>	<b>50 cm</b>
<b>Belastungsklasse Bk3,2</b>	
<b>Frosteinwirkungszone I</b>	<b>+ 0 cm</b>
<b>ungünstige Wasserverhältnisse gem. ZTV E-StB/RStO</b>	<b>+ 5 cm</b>
	<b>= 55 cm</b>

Die Dicke des frostsicheren Straßenaufbaues beträgt mindestens **55 cm**.

Auf der Tragschicht ist der Verformungsmodul von  $E_{V2} \geq 150$  MPa nachzuweisen; auf der Frostschuttschicht von  $E_{V2} \geq 120$  MPa.

Das Planum muss dauerhaft trocken gehalten werden.

## **14 Versickerung**

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. Der erforderliche Mindestflurabstand von 1,0 m ist nicht über die gesamte Fläche und Jahreszeit gewährleistet. Somit ist eine **Regenwasserversickerung nur eingeschränkt möglich**.

Für Versickerungsanlagen sollte berücksichtigt werden, dass der mittlere höchste Grundwasserstand ca. 0,5 m unterhalb des höchsten Grundwasserstandes, also ca. 0,5 m unterhalb der Bemessungswasserstände liegt, was bei der Planung von Versickerungsanlagen

zu berücksichtigen ist. Aus den Körnungslinien können nicht unmittelbar  $k_f$ -Werte berechnet werden, da die abschlämmbaren Bestandteile zum Teil zu hoch sind. Die Durchlässigkeiten betragen abgeschätzt ca.  $1 \times 10^{-5}$  m/s bei Sanden der Bodengruppe SU und ca.  $1 \times 10^{-6}$  m/s bei schluffigen Sanden der Bodengruppe SÜ. Falls Versickerungsanlagen geplant werden, so empfehlen wir Feldversuche (Infiltrationsmessungen und/oder Open-End-Tests) zusätzlich durchzuführen.

## **15 Zusammenfassung, Weiteres**

In der vorliegenden Bearbeitung wurden auf der Grundlage der Baugrunderkundungen Vorschläge für die Gründung der Neubauten und eine Baugrundtechnische Stellungnahme bezüglich der Schlachtung und der Verkehrsfläche ausgearbeitet.

Für konkrete Gründungsempfehlungen für die Schlachtung sind weitere Untersuchungen erforderlich, da hier lediglich die Ecken bei dieser sehr großen Untersuchungsfläche stichprobenartig erkundet wurden. Zusätzlich eingrenzende RKB/DPM sind auch beim Behälter bei RKB/DPM 26 erforderlich (mind. 3 Stück, je nach Befund aber auch mehr), um stärker humose und durchwuzelte Lagen in den Sanden eingrenzen zu können.

Die Verdichtungsarbeiten sollten gemäß ZTV E-StB 17 überwacht und kontrolliert werden.

Sollten bei den Erdarbeiten zwischen unseren Aufschlusspunkten veränderte Baugrundverhältnisse angetroffen werden, ist unser Büro unverzüglich zu informieren und gegebenenfalls zu Baugrubenabnahmen aufzufordern. Dann können spezielle Maßnahmen festgelegt werden.

Falls für die Entsorgung von Aushubmaterial noch eine Einstufung nach der LAGA erforderlich wird, können derartige Untersuchungen an unseren Rückstellproben, die noch 2 Monate aufbewahrt werden, durchgeführt werden.

Damit ist unser Auftrag abgeschlossen.

Für Rückfragen stehen wir Ihnen jederzeit zur Verfügung.

**ERDBAULABOR SCHEMM GmbH – INGENIEURBÜRO**

B.Sc. A. Marjeh

Dipl.-Ing. Marjeh