

Immengarten 15
31134 Hildesheim

Telefon: 05121-99985-0
Telefax: 05121-99985-11

www.roehrs-herrmann.de
mail@roehrs-herrmann.de

Projekt:

BG Glentorf

Projekt-Nr.:

1411-001

Erschließung des Neubaugebiets Glentorf

Geotechnischer Bericht nach DIN 4020

Auftraggeber:

Grünes Zentrum Königslutter GmbH &
Co. KG
Parkstraße 7/8

38154 Königslutter

über:

Ingenieurbüro Hempel-Schierz
Gerhart-Hauptmann-Straße 1

31195 Lamspringe

Projektleiter:

Yamin Rouhollahi

Datum:

2022-05-30

Berichtsverfasser:



Yamin Rouhollahi
M. Sc. Geotechnik und Infrastruktur

Bericht geprüft:



Markus Herrmann
Dipl.-Geologe



Ausfertigung:

1

Seiten:

30

Abbildungen:

4

Tabellen:

3

Anlagen:

8

Inhaltsverzeichnis

1.	Wichtige Punkte	4
2.	Vorbemerkungen	5
3.	Geotechnischer Untersuchungsbericht	5
3.1.	Vorgang und Anlass	5
3.2.	Durchgeführte Untersuchungen.....	7
3.3.	Allgemeine Angaben zum Baufeld.....	8
3.4.	Baugrundverhältnisse	9
3.4.1.	Humoser Oberboden.....	9
3.4.2.	Sandige Geländeauffüllung	10
3.4.3.	Geschiebelehm.....	11
3.4.4.	Glazifluviatile Sande	12
3.4.5.	Verwitterungszone der Oberkreide.....	13
3.5.	Schadstoffkonzentrationen	13
3.5.1.	Humoser Oberboden.....	13
3.5.2.	Künstliche Geländeauffüllungen	14
3.5.3.	Boden.....	14
3.6.	Homogenbereiche	15
3.6.1.	Homogenbereiche Erdarbeiten nach DIN 18 300.....	15
3.7.	Grundwasserverhältnisse	19
4.	Auswertung und Bewertung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse	20
5.	Folgerungen, Empfehlungen und Hinweise	21
5.1.	Gründungsempfehlung Verkehrsflächen	21
5.1.1.	Straßenoberbau	21
5.1.2.	Gründung der Verkehrsflächen	21
5.2.	Gründungsempfehlung Leitungen / Kanäle.....	22
5.2.1.	Gründung der Entwässerungskanäle	22
5.3.	Gründungsempfehlung Gebäude	23
5.3.1.	Vorhandene zulässige Bodenpressung	23
5.3.2.	Baugrundverbessernde Maßnahmen (Bodenaustausch).....	25
5.4.	Bau des Regenrückhaltebeckens	26
5.5.	Umgang mit Grundwasser	26

5.5.1.	Trockenhaltung der Baugrube	26
5.5.2.	Bauwerksabdichtung	27
5.6.	Umgang mit Niederschlagswasser.....	28
5.7.	Umgang mit Aushubmassen.....	29
5.8.	Hinweise zur Bauausführung.....	30
6.	Schriftenverzeichnis	30

Abbildungen

Abbildung 1	Übersichtskarte
Abbildung 2	Geologische Karte
Abbildung 3	Lageplan
Abbildung 4	Versickerung von Niederschlägen

Tabellen

Tabelle A-1	Oberboden, Bewertung nach BBodSchV
Tabelle A-2	Oberboden, Bewertung nach LABO Vollzugshilfe
Tabelle A-3	Analyseergebnisse LAGA

Anlagen

Anlage 1	Probenverzeichnis
Anlage 2	Schichtenverzeichnisse tabellarisch
Anlage 3	Schichtenverzeichnisse graphisch
Anlage 4	Prüfberichte geotechnische Laborversuche
Anlage 5	Prüfberichte chemische Laboranalysen
Anlage 6	Grundbruch- und Setzungsberechnungen ohne Baugrundverbesserung
Anlage 7	Grundbruch- und Setzungsberechnungen mit Baugrundverbesserung
Anlage 8	Messprotokolle

1. Wichtige Punkte

Was beachtet werden sollte:

Baugrundbeschreibung:

- Im Baufeld stehen unter einer sandigen Oberbodenbildung glazifluviale Sande und Geschiebelehm in heterogener Verteilung an. Die Basis der quartären Ablagerungen bildet eine sandige Verwitterungszone (Abschnitt 3.4).

Umgang mit Aushubmaterial:

- Der örtliche humose Oberboden ist schadstofffrei und sollte als Oberboden wieder verwendet werden (Abschnitt 3.5.1)
- Die örtlich aufgefüllten Sande weisen lediglich eine leicht erhöhte TOC-Konzentration auf und fallen in die Zuordnungsklasse Z 1.1 (Abschnitt 3.5.2)
- Die natürlich anstehenden Böden zeigen keine erhöhten Schadstoffkonzentrationen (Abschnitt 3.5.3).
- Für das Baugebiet wurden 4 Homogenbereiche für Erdarbeiten nach DIN 18 300 definiert (Abschnitt 3.6.1).

Wasserverhältnisse:

- Bedingt durch die Hanglage ergeben sich je nach Höhenlage der Grundstücke unterschiedliche Bemessungswasserstände (Abschnitt 3.7).
- Das Baugebiet liegt nicht in Wasserschutz- oder Überschwemmungsgebieten (Abschnitt 3.3).
- Eine Grundwasserhaltung kann je nach Höhenlage des Grundstücks und Bauweise (mit oder ohne Keller) erforderlich werden (Abschnitt 5.5).

Gründungsempfehlung:

- Überwiegend ist im Planum der Erschließungsstraßen kein Bodenaustausch erforderlich (Abschnitt 5.1.2). Diese muss nur in begrenzten Bereichen durchgeführt werden.
- Auch die Entwässerungskanäle können in weiten Bereichen des Baugebiets auf den anstehenden Bodenschichten gegründet werden (Abschnitt 5.2.1), nur in Teilbereichen ist ein Bodenaustausch empfehlenswert.
- Das geplante Regenrückhaltebecken liegt in einem Bereich mit sehr hohen Grundwasserständen. Hier ist ggf. eine Abdichtung des Beckens erforderlich (Abschnitt 5.4)
- Für die unterschiedlichen Baugründe und Gründungsweisen (mit oder ohne Keller) wurden zulässige charakteristische Flächenpressungen definiert (Abschnitt 5.1).
- Bereichsweise ist ein Bodenaustausch unter den Fundamenten von Gebäuden zu empfehlen (Abschnitt 5.3.2).

2. Vorbemerkungen

Der vorliegende geotechnische Bericht umfasst den geotechnischen Untersuchungsbericht nach EC 7 (Abschnitt 3), die Auswertung und Bewertung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse (Abschnitt 4) und die Folgerungen, Empfehlungen und Hinweise (Abschnitt 5). Er entspricht damit gemäß EC 7 einem Geotechnischen Bericht nach DIN 4020.

Im Schriftenverzeichnis (Abschnitt 6) sind die dem Gutachten zugrundeliegenden Informationsquellen und Bewertungsgrundlagen aufgeführt.

Aufschlüsse in Boden und Fels sind als Stichproben zu bewerten. Sie lassen für zwischenliegende Bereiche nur Wahrscheinlichkeitsaussagen zu, so dass ein Baugrundrisiko verbleibt.

Das Gutachten gilt nur für die beschriebene Baumaßnahme, es darf nicht auf andere Objekte übertragen werden.

Sobald der Aushub abgeschlossen ist, ist der Gutachter zu einer abschließenden Maßnahme aufzufordern, damit ein Vergleich der angetroffenen Baugrundverhältnisse mit den Ergebnissen der punktuellen Sondierungen erfolgen kann.

Der Gutachter ist zu einer ergänzenden Stellungnahme aufzufordern, wenn sich aus der angetroffenen Geologie Fragen ergeben, die im Gutachten nicht oder abweichend erörtert wurden. Das Gutachten ist nur in seiner Gesamtheit verbindlich.

3. Geotechnischer Untersuchungsbericht

3.1. Vorgang und Anlass

Baumaßnahme	Die Grünes Zentrum Königslutter GmbH & Co. KG plant die Erschließung eines Neubaugebiets „In den Gärtlingen“ in Glentorf. Die Lage des Baufeldes ist in Abb. 1 dargestellt.
Auftraggeber	Grünes Zentrum Königslutter GmbH & Co. KG Parkstraße 7/8 38154 Königslutter
Planung	Ingenieurbüro Hempel-Schierz Gerhart-Hauptmann-Straße 1 31195 Lamspringe
Aufgabe	<ul style="list-style-type: none"> • Beschreibung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse • Definition von Homogenbereichen für die im Gewerk vorgesehenen Erdarbeiten • Bestimmung der Schadstoffkonzentration der Ausbaumassen und Empfehlung zur Verwertung / Entsorgung

	<ul style="list-style-type: none"> • Empfehlung zur Gründung der Straßen und Entwässerungsleitungen • Beschreibung der Versickerungsfähigkeit und überschlägige Bemessung einer Anlage zur Versickerung von Niederschlagswasser nach DWA A-138 • Empfehlung zur Bauausführung und zur Trockenhaltung der Baugrube
Geotechnische Kategorie	GK 2 nach DIN EN 1997
Untersuchungskonzept	<p>Der Umfang der Untersuchungen wurde vom Planungsbüro vorgegeben. Die erforderlichen Erweiterungen erfolgten in Absprache mit dem Planungsbüro. Insgesamt umfassten die Untersuchungen folgende Punkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Niederbringung von 13 Kleinrammbohrungen nach DIN 22475-1 mit einer Erkundungstiefe von 5 m im Baufeld bzw. Bereich des geplanten Regenrückhaltebeckens im Nordosten des Neubaugebiets, • Niederbringung von 13 schweren Rammsondierungen (DPH-15) nach DIN EN ISO 22476-2 mit einer Erkundungstiefe von 5 m im Baufeld bzw. Bereich des geplanten Regenrückhaltebeckens im Nordosten des Neubaugebiets, • Untersuchung des Oberbodens in insgesamt 6 Mischproben nach BBodSchV /4/, • Untersuchung der tieferen Bodenschichten in insgesamt 4 Mischproben nach LAGA /10/ und, falls erforderlich, gemäß DepV /1/, • Untersuchung der Bodenschichten in insgesamt 4 Proben auf Kornverteilung (Nasssiebung oder kombinierte Kornverteilung) nach DIN 18 123, • Untersuchung der Bodenschichten in insgesamt 4 Proben auf ihre Konsistenzgrenzen nach DIN 18 122, • Untersuchung der Bodenschichten in insgesamt 4 Proben auf ihren Wassergehalt nach DIN 18 121, • Geotechnischer Bericht nach DIN 4020 mit Beschreibung der örtlichen Baugrund- und Grundwasserverhältnisse, Angaben zur Entsorgung der Ausbaumassen, Gründungsempfehlung und Hinweisen zur Bauausführung und zum Trockenhalten der Baugrube.
Angebot	Schriftliches Angebot vom 9. Juli 2020.
Auftrag	Schriftliche Beauftragung der angebotenen Leistungen durch das Planungsbüro am 29. November 2021.
Vorhandene Pläne und Unterlagen	<ul style="list-style-type: none"> • Topografische Karte Blatt 3730 Königslutter, Maßstab 1:25.000 • Geologische Karte Blatt 3730 Königslutter, Maßstab 1:25.000 • Digitale Geologische Karte /8/ • Lagepläne des geplanten Bauvorhabens, Stand 8. Juli 2020

	<ul style="list-style-type: none"> • Lagepläne der im Planungsbereich vorliegenden Ver- und Entsorgungsleitungen
Lastannahmen / Bauklasse	<p>Wir gehen davon aus, dass sich die Erschließungsstraßen etwa auf Geländeniveau befinden und die Entwässerungsleitungen in einer Tiefe von ca. 2 m u. GOK liegen werden.</p> <p>Für die Abschätzung der zulässigen charakteristischen Flächenpressung der geplanten Gebäude gehen wir sowohl von unterkellerten als auch von nicht unterkellerten Bauwerken aus, die jeweils über lastabtragende Bodenplatten gegründet werden.</p> <p>Genauere Lastannahmen sind noch nicht bekannt. Für die Gründungsempfehlungen wurde von folgenden Lasten ausgegangen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wohnstraße, Belastungsklasse 1,0 nach RStO 12 /7/. • Charakteristische Bodenpressung der Wohngebäude von $\sigma_{E,k} = 200 \text{ kN/m}^2$ im Bereich der lastabtragenden Fundamente, <p>Sollten diese Lastannahmen im weiteren Planungsverlauf verändert werden, sind wir zu einer Stellungnahme aufzufordern, damit die getroffene Gründungsempfehlung dem geänderten Planungsstand ggf. angepasst werden kann.</p>
<h3>3.2. Durchgeführte Untersuchungen</h3>	
Datum der Geländearbeiten	18. - 19. Januar und 1. Februar 2022
Bodenaufschlüsse	<p>13 Kleinrammbohrungen Durchmesser 60/50 mm nach DIN 22475-1 (KRB-01 bis KRB-13), geplante Erkundungstiefe 5 m.</p> <p>Alle Bohrungen erreichten die geplante Tiefe. Lediglich die Bohrungen KRB-02 (4,70 m), KRB-12 (4,50 m) und KRB-13 (4,40 m) mussten aufgrund des hohen Bohrwiderstands abgebrochen werden.</p> <p>Die Lage der Baugrundaufschlüsse ist in Abb. 3 dargestellt.</p>
Geotechnische Prüfungen (Feld)	<p>13 Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde DPH-15 nach DIN 22476-2 (RS-01 bis RS-13) neben den o. a. Kleinrammbohrungen, geplante Erkundungstiefe 5 m.</p> <p>Alle Rammsondierungen erreichten die geplante Tiefe.</p>
Geotechnische Prüfungen (Labor)	<p>Insgesamt wurden in Absprache mit dem Planungsbüro folgende geotechnische Laboranalysen durchgeführt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analyse von 6 Bodenproben auf Wassergehalt nach DIN 18 121 • Analyse von 4 Bodenproben auf Konsistenzgrenzen nach DIN 18 122 • Analyse von 7 Bodenproben auf Kornverteilung (je nach Bedarf Nasssiebung oder kombinierte Kornverteilung) nach DIN 18 123 <p>Die Ergebnisse können den Prüfberichten in Anlage 4 entnommen werden.</p> <p>Nicht zur Analyse verwendeten Proben (siehe Probenverzeichnis, Anlage 1) werden für einen Zeitraum von 12 Monaten nach Probenahme als Rückstellproben aufbewahrt.</p>

	<p>Die Festlegung der bodenmechanischen Kenngrößen erfolgte qualitativ auf Grundlage der durchgeführten Geländeuntersuchungen.</p>
Chemische Analysen	<p>Insgesamt wurden in Absprache mit dem Planungsbüro folgende chemische Laboranalysen durchgeführt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 6 Mischproben des Oberbodens aus den Horizonten 0,00-0,10 m und 0,10-0,35 m aus drei Probenahmeflächen auf die Vorsorgewerte der BBodSchV /4/ • 4 Mischproben der angetroffenen Bodenschichten auf die Parameter der LAGA Tab. II.1-2.1 /10/ <p>Mit den Schadstoffanalysen der Bodenproben wurde die GBA - Gesellschaft für Bioanalytik mbH beauftragt. Die eingesetzten Analyseverfahren und Bestimmungsgrenzen können dem Prüfbericht in Anlage 5 entnommen werden.</p> <p>Die nicht zur Analyse verwendeten Proben (siehe Probenverzeichnis, Anlage 1) werden für einen Zeitraum von 12 Monaten nach Probenahme als Rückstellproben aufbewahrt.</p>
Vermessung	<p>Die Vermessung der Ansatzpunkte wurde mittels eines GPS-Empfängers der Marke Trimble GeoXR 6000 durchgeführt. Der Empfänger arbeitet mit 220 Kanälen als Echtzeit-Differential-GPS unter Nutzung eines örtlichen Korrekturdiensts (VRS Now der Trimble Europe B. V.). Die Kalibrierung erfolgte mittels des Quasigeoids der Bundesrepublik Deutschland GCG 2016 herausgegeben von der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder.</p> <p>Die vom Empfänger gemessenen Koordinaten (Rechtswert, Hochwert und Höhe) sind in den Messprotokollen (Anlage 8) dokumentiert. Als Bezugssystem wurde das UTM-Koordinatensystem (Zone 32U) gewählt. Im Messprotokoll sind die erreichten horizontalen und vertikalen Genauigkeiten aufgeführt.</p>
<h3>3.3. Allgemeine Angaben zum Baufeld</h3>	
Topographie	<p>Das Baugebiet fällt nach Norden ein, innerhalb des geplanten Baugebiets ist mit einem Höhenunterschied von ca. 8 m zu rechnen.</p> <p>Höhenmessungen der Geländeoberfläche lagen ausschließlich an den insgesamt 13 Aufschlusspunkten vor. Der höchste eingemessene Punkt im Untersuchungsgebiet wurde mit 98,94 m NHN im Süden des Baufeldes (KRB-01) gemessen, der tiefste eingemessene Punkt lag mit 90,71 m NHN im Norden (KRB-02).</p>
Bisherige Nutzung / Bebauung	<p>Landwirtschaftliche Nutzflächen / Brachland.</p>
Umgebungsnutzung / Bebauung	<p>Das geplante Neubaugebiet grenzt im Süden und Osten an den Sandweg bzw. die Rotdornallee. Beide Straßen sind mit einer aufgelockerten Bebauung versehen.</p> <p>Nördlich und westlich des Baugebiets folgen landwirtschaftliche Nutzflächen.</p>

Geologie	<p>Die Geologische Karte (siehe Abb. 2) zeigt im Bereich des Untersuchungsgebiets glazifluviale Sande über einer sandigen Verwitterungszone der Oberkreide.</p> <p>In den Kleinrammbohrungen wurden folgende Bodenschichten angetroffen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Humoser Oberboden (zum Teil aufgefüllt) ● Sandige Geländeauffüllungen ● Geschiebelehm ● Glazifluviale Sande ● Verwitterungszone der Oberkreide
Frosteinwirkung	Zone II gemäß /7/
Erdbebengefährdung	Zone 0
Erdfallgefährdung	Das Bauvorhaben liegt gem. /9/ nicht in einem erdfallgefährdeten Gebiet.
Kategorie der Erdfallgefährdung	<p>Gipskarst, Kategorie 1:</p> <p>Lösliche Gesteine im Untergrund liegen in so großer Tiefe, dass bisher kein Schadensfall bekannt geworden ist, der auf Verkarstung in dieser Tiefe zurückgeführt wird. Es besteht praktisch keine Erdfallgefahr.</p> <p>Karbonatkarst, Kategorie 0:</p> <p>Im Untergrund sind keine wasserlöslichen Gesteine bekannt. Erdfälle sind auch theoretisch unmöglich oder lösliche Gesteine im Untergrund liegen in so großer Tiefe, dass bisher kein Schadensfall bekannt geworden ist, der auf Verkarstung in dieser Tiefe zurückgeführt wird. Es besteht praktisch keine Erdfallgefahr.</p>
Lage in Wasserschutzgebieten	Das Bauvorhaben liegt nicht in einem Wasserschutz-, Wassereinzugs- oder Heilquellenschutzgebiet.
Lage zu Überschwemmungsgebieten	Das Gelände liegt nicht in einem amtlich festgesetzten Überschwemmungsgebiet. Das Überschwemmungsgebiet der Schunter liegt ca. 350 m nordöstlich des Bauvorhabens.
3.4. Baugrundverhältnisse	
3.4.1. Humoser Oberboden	
Beschreibung	Schluffiger, toniger, vereinzelt kiesiger Fein- bis Mittelsand bis stark sandiger, toniger, vereinzelt kiesiger Schluff mit Wurzel- und Pflanzenresten
Angetroffen in:	<p>KRB-01: 0,00-0,30 m</p> <p>KRB-02: 0,00-0,35 m</p> <p>KRB-03: 0,00-0,20 m</p> <p>KRB-04: 0,00-0,40 m</p> <p>KRB-05: 0,00-0,20 m (künstlich aufgefüllt)</p> <p>KRB-06: 0,00-0,30 m</p>

	KRB-07: 0,00-0,30 m KRB-08: 0,00-0,35 m KRB-09: 0,00-0,40 m KRB-10: 0,00-0,30 m KRB-11: 0,00-0,35 m (künstlich aufgefüllt) KRB-12: 0,00-0,35 m KRB-13: 0,00-0,40 m					
Mächtigkeit	20 bis 40 cm					
Benennung und Einteilung	Benennung nach DIN 14 688-1			clsiSa, clsigrSa, clsaSi, clsagrSi		
	Bodengruppe nach DIN 18 196			OH, [OH]		
	Bodenklasse nach DIN 18 300 (2012)			1		
	Homogenbereich nach DIN 18 300			EA-01, siehe Abschnitt 3.5.3		
	Konsistenz / Lagerungsdichte			sehr locker bis locker gelagert, breiig bis weich		
	Frostsicherheit nach ZTV E-StB 09			F2 gering bis mittel frostempfindlich bis F3 sehr frostempfindlich		
Bodenkennwerte	Wichte	Wichte unter Auftrieb	Reibungswinkel	Kohäsion drainiert	Kohäsion undrainiert	Steifemodul
	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[MN/m ²]
	17-20	9-10	27,5-30,0	0	0	2-5
3.4.2. Sandige Geländeauffüllung						
Beschreibung	Schluffiger bis stark schluffiger, zum Teil kiesiger Mittel- bis Grobsand, zum Teil mit Wurzelresten.					
Angetroffen in:	KRB-05: 0,20-0,40 m (künstlich aufgefüllt) KRB-11: 0,35-0,80 m (künstlich aufgefüllt)					
Mächtigkeit	20 bis 45 cm					
Benennung und Einteilung	Benennung nach DIN 14 688-1			sigrSa		
	Bodengruppe nach DIN 18 196			[SU], [SU*]		
	Bodenklasse nach DIN 18 300 (2012)			3 - 4		
	Homogenbereich nach DIN 18 300			EA-02, siehe Abschnitt 3.5.3		
	Konsistenz / Lagerungsdichte			locker gelagert		

	Frostsicherheit nach ZTV E-StB 09			F2 gering bis mittel frostempfindlich bis F3 sehr frostempfindlich		
Bodenkennwerte	Wichte	Wichte unter Auftrieb	Reibungswinkel	Kohäsion drainiert	Kohäsion undrainiert	Steifemodul
	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[MN/m ²]
	20	10-11	22,5-32,5	0	5	8-15
3.4.3. Geschiebelehm						
Beschreibung	Schluffiger, stark sandiger, schwach kiesiger Ton bis toniger, stark sandiger, zum Teil schwach kiesiger Schluff					
Angetroffen in:	KRB-01: 1,00-1,80 m KRB-02: 2,50-4,40 m KRB-05: 0,40-1,20 m KRB-08: 2,50-5,00 m KRB-09: 2,10-4,10 m KRB-10: 2,30-5,00 m KRB-11: 1,70-4,30 m					
Mächtigkeit	80 bis 270 cm, in KRB-08 und KRB-10 unbekannt, da die Unterkante der Schicht mit diesen Bohrungen nicht erreicht wurde.					
Benennung und Einteilung	Benennung nach DIN 14 688-1			sisagrCl, clsagrSi, clsaSi		
	Bodengruppe nach DIN 18 196			UL - TL		
	Bodenklasse nach DIN 18 300 (2012)			4		
	Homogenbereich nach DIN 18 300			EA-03, siehe Abschnitt 3.5.3		
	Konsistenz / Lagerungsdichte			weich bis steif		
	Frostsicherheit nach ZTV E-StB 09			F3 sehr frostempfindlich		
Bodenkennwerte	Wichte	Wichte unter Auftrieb	Reibungswinkel	Kohäsion drainiert	Kohäsion undrainiert	Steifemodul
	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[MN/m ²]
	19-20	9-10	27,5-30,0	0-5	0-15	2-5

3.4.4. Glazifluviatile Sande						
Beschreibung	Schwach schluffiger bis schluffiger, zum Teil schwach kiesiger Fein- bis Mittelsand, stellenweise mit Schlufflagen bzw. Linsen von Ton und Schluff					
Angetroffen in:	KRB-01: 0,30-1,00 m und 1,80-5,00 m KRB-02: 0,35-2,50 m und 4,40-4,70 m KRB-03: 0,20-5,00 m KRB-04: 0,40-5,00 m KRB-05: 1,20-5,00 m KRB-06: 0,30-5,00 m KRB-07: 0,30-5,00 m KRB-08: 0,35-2,50 m KRB-09: 0,40-2,10 m und 4,10-5,00 m KRB-10: 0,30-2,30 m KRB-11: 0,35-1,70 m und 4,30-5,00 m KRB-12: 0,35-0,60 m					
Mächtigkeit	KRB-02, KRB-08, KRB-10 und KRB-12: 25 bis 215 cm KRB-01, KRB-03, KRB-04, KRB-05, KRB-06, KRB-07, KRB-09 und KRB-11: Unbekannt, da die Unterkante der Schicht mit den Bohrungen nicht erreicht wurde.					
Benennung und Einteilung	Benennung nach DIN 14 688-1		sigrSa, clsigrSa			
	Bodengruppe nach DIN 18 196		SU, SU*, ST*			
	Bodenklasse nach DIN 18 300 (2012)		3			
	Homogenbereich nach DIN 18 300		EA-02, siehe Abschnitt 3.5.3			
	Konsistenz / Lagerungsdichte		locker bis dicht gelagert			
	Frostsicherheit nach ZTV E-StB 09		F2 gering bis mittel frostempfindlich bis F3 sehr frostempfindlich			
Bodenkennwerte	Wichte	Wichte unter Auftrieb	Reibungswinkel	Kohäsion drainiert	Kohäsion undrainiert	Steifemodul
	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[MN/m ²]
	20-21	11-12	22,5-35,0	0-5	5-10	5-50

3.4.5. Verwitterungszone der Oberkreide						
Beschreibung	Sehr stark toniger, stark sandiger, vereinzelt kiesiger Schluff bis stark toniger, stark schluffiger, vereinzelt kiesiger Sand					
Angetroffen in:	KRB-12: 0,60-4,50 m KRB-13: 0,40-4,40 m					
Mächtigkeit	Unbekannt, da die Unterkante der Schicht mit den Bohrungen nicht erreicht wurde.					
Benennung und Einteilung	Benennung nach DIN 14 688-1			clsagrSi, clsigrSa		
	Bodengruppe nach DIN 18 196			UL, TL, SU*		
	Bodenklasse nach DIN 18 300 (2012)			4		
	Homogenbereich nach DIN 18 300			EA-04, siehe Abschnitt 3.5.3		
	Konsistenz / Lagerungsdichte			weich bis halbfest		
	Frostsicherheit nach ZTV E-StB 09			F3 sehr frostempfindlich		
Bodenkennwerte	Wichte	Wichte unter Auftrieb	Reibungswinkel	Kohäsion drainiert	Kohäsion undrainiert	Steifemodul
	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[MN/m ²]
	20	10	27,5-30,0	0-10	0-30	2-20
3.5. Schadstoffkonzentrationen						
3.5.1. Humoser Oberboden						
Analyisierte Proben	<p>Das Baufeld des Neubaugebietes wurde in die drei Probenahmeflächen F-01 im Osten, F-02 in der Mitte und F-03 im Westen unterteilt (siehe Abbildung 3), um die Flächen gemäß BBodSchV zu beproben und zu analysieren. Je Fläche wurden zwei tiefenhorizontierte Mischproben aus jeweils 20 Einzelproben entnommen, so dass folgende Proben vorlagen:</p> <p>F-01: 0,00-0,10 m und 0,10-0,35 m F-02: 0,00-0,10 m und 0,10-0,35 m F-03: 0,00-0,10 m und 0,10-0,35 m</p>					
Schadstoffe	Die Mischproben weisen keine erhöhten Schadstoffkonzentrationen auf.					
Bewertung nach BBodSchV	<p>Die analysierten Proben unterschreiten die Prüfwerte der BBodSchV für die Nutzung „Wohngebiete“ (siehe Tabelle A-1). Selbst die strengeren Prüfwerte für die Nutzung „Kinderspielflächen“ werden sicher unterschritten. Hinsichtlich der Bodenverhältnisse sind daher auf der Fläche ein gesundes Leben und Wohnen möglich.</p> <p>Wir empfehlen, den Oberboden im Bereich der geplanten Bauwerke fachgerecht auszuheben und als solchen wieder zu verwenden.</p>					

	<p>Bei einer Wiederverwendung auf landwirtschaftlichen Nutzflächen gemäß Bundesbodenschutzverordnung § 12 Abs. 4 sollen die Schadstoffgehalte in der durch den Bodenauftrag entstandenen durchwurzelbaren Bodenschicht 70 % der Vorsorgewerte nach Anhang 2 Nr. 4 BBodSchV nicht überschreiten.</p> <p>Diese Werte werden bei allen Proben unterschritten. Daher darf der Oberboden gemäß LABO /4/ auf Flächen mit landwirtschaftlicher Folgenutzung aufgebracht werden.</p>
3.5.2. Künstliche Geländeauffüllungen	
Analysierte Proben	<p>Aus den künstlich aufgefüllten Bodenschichten der Bohrungen KRB-05 und KRB-11 wurden die Mischprobe „MP Auffüllung“ zusammengestellt und analysiert.</p> <p>Die in den Mischproben enthaltenen Einzelproben können dem Probenverzeichnis in Anlage 1 zu entnehmen.</p>
Schadstoffe	<p>Die Mischprobe „MP Auffüllung“ zeigt lediglich einen leicht erhöhten TOC-Gehalt von 0,8 % (siehe Prüfbericht in Anlage 5).</p>
LAGA-Einstufung	<p>Die Mischprobe „MP Auffüllung“ ist aufgrund ihres TOC-Werts der</p> <p style="text-align: center;">Zuordnungsklasse Z 1.1</p> <p>der LAGA zuzuordnen (siehe Tabelle A-3).</p>
Verwertbarkeit	<p>Das Material kann im offenen Einbau in technischen Bauwerken verwertet werden.</p>
Entsorgung Abfallschlüssel Deponieklasse	<p>Soll das Material nicht verwertet werden, kann es mit dem Abfallschlüssel</p> <p style="text-align: center;">17 05 04 (Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03 fallen)</p> <p>einer geeigneten Entsorgungsanlage zugeführt werden.</p> <p>Eine Analyse der Parameter der Deponieverordnung erfolgte nicht, da das Material verwertet werden kann.</p>
3.5.3. Boden	
Analysierte Proben	<p>Aus den im Fall von Baumaßnahmen anfallenden Aushub aus den natürlich anstehenden Böden des Baugebiets wurde die Mischproben:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● „MP Boden West“ aus den Bohrungen KRB-06, KRB-07, KRB-08, KRB-09, KRB-10 und KRB-11 ● „MP Boden Nord“ aus den Bohrungen KRB-01, KRB-02, KRB-03, KRB-04 und KRB-05 <p>zusammengestellt. Die Einzelproben der natürlichen Böden im Bereich des geplanten Regenrückhaltebeckens wurde zur Mischprobe:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● „MP Boden Mulde“ aus den Bohrungen KRB-12 und KRB-13 vereinigt.

	Die in den Mischproben enthaltenen Einzelproben können dem Probenverzeichnis in Anlage 1 entnommen werden.
Schadstoffe	Die Mischproben der natürlich anstehenden Böden zeigen keine auffälligen Schadstoff-Konzentrationen (siehe Prüfbericht in Tabelle A-3).
LAGA-Einstufung	Die Mischproben der natürlich anstehenden Böden können aufgrund ihrer unauffälligen Schadstoff-Konzentrationen in die Zuordnungsklasse Z 0 der LAGA eingestuft werden (siehe Tabelle A-3).
Verwertbarkeit	Das Material kann uneingeschränkt in bodenähnlichen Anwendungen verwertet werden.
Entsorgung Abfallschlüssel Deponieklasse	Soll das Material nicht verwertet werden, kann es mit dem Abfallschlüssel 17 05 04 (Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03 fallen) einer geeigneten Entsorgungsanlage zugeführt werden. Eine Analyse der Parameter der Deponieverordnung erfolgte nicht, da das Material verwertet werden kann.

3.6. Homogenbereiche

Homogenbereiche wurden nur für die Bauverfahren festgelegt, die im Rahmen der beschriebenen Baumaßnahme durchgeführt werden sollen. Im vorliegenden Fall sind dies:

Erdarbeiten nach DIN 18300:

Homogenbereiche EA-01 bis EA-04

Schicht	Homogenbereich Erdarbeiten	LAGA Zuordnung
Oberboden	EA-01	LAGA nicht anwendbar
Sandige Geländeauffüllungen / Glazifluviatile Sande	EA-02	Z 0, Z 1.1
Geschiebelehm	EA-03	Z 0
Verwitterungszone	EA-04	Z 0

Die Festlegung der Homogenbereiche erfolgte vorrangig hinsichtlich der geotechnischen Kennwerte.

3.6.1. Homogenbereiche Erdarbeiten nach DIN 18 300

Homogenbereich EA-01: Oberboden	Ortsübliche Bezeichnung	Oberboden. Mutterboden
	Körnungsbänder DIN 18 123	Schluffiger, toniger, vereinzelt kiesiger Sand bis sandiger, toniger, vereinzelt kiesiger Schluff
	Massenanteil Steine DIN EN ISO 14 688-1	Im aufgefüllten Oberboden möglich

	Massenanteil Blöcke DIN EN ISO 14 688-1	Blöcke ausgeschlossen
	Massenanteil große Blöcke DIN EN ISO 14 688-1	Große Blöcke ausgeschlossen
	Bodengruppe DIN 18 196	OH, [OH]
	Dichte DIN 18 125-2	1,70 - 2,00 g / cm ³
	Undrainierte Scherfestigkeit DIN 4094-4	Nicht bestimmt
	Wassergehalt DIN EN ISO 17 892-1	Ca. 8,0 - 11,5 Gew.-% (siehe Prüfbericht in Anlage 4)
	Plastizitätszahl DIN 18 122-1	Nicht relevant, da überwiegend rolliges Material
	Konsistenzzahl DIN 18 122-1	Nicht relevant, da überwiegend rolliges Material
	Konsistenz DIN EN ISO 14 688-1	Nicht relevant, da überwiegend rolliges Material
	Lagerungsdichte D DIN 18 126	D < 0,30 sehr locker bis locker gelagert
	Sondierwiderstand DPH-15	N ₁₀ = 1 - 3
	Organischer Anteil DIN 18 128	Nicht bestimmt
	LAGA Zuordnungsklasse	Nicht bestimmt
	Deponieklasse	Nicht bestimmt
Homogenbereich EA-02: Sandige Geländeauffüllungen / Glazifluviatile Sande	Ortsübliche Bezeichnung	Sand, lehmiger Sand
	Körnungsbänder DIN 18 123	Kies: 0,0-1,4 Gew.-% Sand: 78,5-90,1 Gew.-% Schluff: 7,6-8,4 Gew.-% Ton: 0,0-13,9 Gew.-% (siehe Prüfbericht in Anlage 4)
	Massenanteil Steine DIN EN ISO 14 688-1	Steine nicht angetroffen, bis 5 Gew.-% möglich
	Massenanteil Blöcke DIN EN ISO 14 688-1	Blöcke unwahrscheinlich
	Massenanteil große Blöcke DIN EN ISO 14 688-1	Große Blöcke unwahrscheinlich
	Bodengruppe DIN 18 196	SU, SU*, ST*, [SU], [SU*]

	Dichte DIN 18 125-2	1,90 - 2,10 g / cm ³
	Undrainierte Scherfestigkeit DIN 4094-4	Nicht bestimmt
	Wassergehalt DIN EN ISO 17 892-1	Ca. 3,5 - 14,6 Gew.-% (siehe Prüfbericht in Anlage 4)
	Plastizitätszahl DIN 18 122-1	Nicht relevant, da überwiegend rolliges Material
	Konsistenzzahl DIN 18 122-1	Nicht relevant, da rolliges Material
	Konsistenz DIN EN ISO 14 688-1	Nicht relevant, da rolliges Material
	Lagerungsdichte D DIN 18 126	D = 0,15 - > 0,50 locker bis mitteldicht gelagert
	Sondierwiderstand DPH-15	N ₁₀ = 1 - 37
	Organischer Anteil DIN 18 128	Ca. 0,2 - 2,0 Gew. %
	LAGA Zuordnungsklasse	Z 0, Z 1.1
	Deponieklasse	Nicht bestimmt
Homogenbereich EA-03: Geschiebelehm	Ortsübliche Bezeichnung	Lehm, sandiger Lehm
	Körnungsbänder DIN 18 123	Kies: 0,2-15,9 Gew.-% Sand: 38,5-48,0 Gew.-% Schluff: 37,0-53,9 Gew.-% Ton: 4,5-7,5 Gew.-% (siehe Prüfberichte in Anlage 4)
	Massenanteil Steine DIN EN ISO 14 688-1	Nicht erbohrt, Steine möglich
	Massenanteil Blöcke DIN EN ISO 14 688-1	Nicht erbohrt, Blöcke möglich
	Massenanteil große Blöcke DIN EN ISO 14 688-1	Nicht erbohrt, große Blöcke möglich
	Bodengruppe DIN 18 196	UL, TL
	Dichte DIN 18 125-2	1,90 - 2,10 g / cm ³
	Undrainierte Scherfestigkeit DIN 4094-4	Nicht bestimmt
	Wassergehalt DIN EN ISO 17 892-1	Ca. 10,3 - 23,4 Gew.-% (siehe Prüfbericht in Anlage 4)

	Plastizitätszahl DIN 18 122-1	$I_p = 3,2 - 4,2 \%$ Gering plastisch bis plastisch (siehe Prüfberichte in Anlage 4)
	Konsistenzzahl DIN 18 122-1	$I_c = 0,39 - 0,59$ (siehe Prüfberichte in Anlage 4)
	Konsistenz DIN EN ISO 14 688-1	Weich bis steif
	Lagerungsdichte D DIN 18 126	Nicht relevant, da rolliges Material
	Sondierwiderstand DPH-15	$N_{10} = 1 - 14$
	Organischer Anteil DIN 18 128	Ca. 0,2 - 0,5 Gew. %
	LAGA Zuordnungsklasse	Z 0
	Deponieklasse	Nicht bestimmt
Homogenbereich EA-04: Verwitterungszone	Ortsübliche Bezeichnung	Sandiger Lehm, sandiger Ton, lehmiger Sand
	Körnungsbänder DIN 18 123	Kies: 2,3-7,1 Gew.-% Sand: 50,9-59,9 Gew.-% Schluff: 32,7-38,1 Gew.-% Ton: 3,9-5,1 Gew.-% (siehe Prüfberichte in Anlage 4)
	Massenanteil Steine DIN EN ISO 14 688-1	Nicht erbohrt, Steine möglich
	Massenanteil Blöcke DIN EN ISO 14 688-1	Nicht erbohrt, Blöcke auszuschließen
	Massenanteil große Blöcke DIN EN ISO 14 688-1	Nicht erbohrt, große Blöcke auszuschließen
	Bodengruppe DIN 18 196	SU*, UL, TL
	Dichte DIN 18 125-2	1,90 - 2,10 g / cm ³
	Undrainierte Scherfestigkeit DIN 4094-4	Nicht bestimmt
	Wassergehalt DIN EN ISO 17 892-1	Ca. 12,2 - 31,6 Gew.-% (siehe Prüfbericht in Anlage 4)
	Plastizitätszahl DIN 18 122-1	$I_p = 27,0 \%$ (UL) Gering plastisch bis plastisch (siehe Prüfberichte in Anlage 4)
	Konsistenzzahl DIN 18 122-1	$I_c = 0,90$ (UL-TL)

		(siehe Prüfberichte in Anlage 4)
	Konsistenz DIN EN ISO 14 688-1	weich bis halbfest
	Lagerungsdichte D DIN 18 126	Nicht relevant, da überwiegend bindiges Material
	Sondierwiderstand DPH-15	$N_{10} = 1 - 18$
	Organischer Anteil DIN 18 128	Ca. 0,6 Gew. %
	LAGA Zuordnungsklasse	Z 0
	Deponieklasse	Nicht bestimmt

3.7. Grundwasserverhältnisse

Grundwasser	<p>In den offenen Bohrlöchern der Bohrungen KRB-01 bis KRB-04 wurde bis zur maximalen Erkundungstiefe von 5,00 m unter Gelände kein freies Wasser nachgewiesen.</p> <p>In den anderen Bohrungen wurde die Grundwasseroberfläche in sehr unterschiedlichen Tiefen zwischen 0,45 und 4,70 m u. GOK eingemessen (siehe auch Anlage 3).</p> <p>Auf NHN bezogen ergaben sich folgende Wasserstände:</p> <p>KRB-05: 91,49 m NHN KRB-06: 89,97 m NHN KRB-07: 91,49 m NHN KRB-08: 91,76 m NHN KRB-09: 92,26 m NHN KRB-10: 91,15 m NHN KRB-11: 92,48 m NHN KRB-12: 90,85 m NHN KRB-13: 90,22 m NHN</p> <p>Bis auf KRB-06 liegen die niedrigsten Wasserstände im auch morphologisch tieferen Norden des Baugebiets.</p>
Oberflächenwasser, Schichtwasser	<p>Innerhalb der bindigen Bodenschichten kann in Zeiten erhöhter Grundwasserneubildung (Winterhalbjahr) mit dem Auftreten von Schichtwasservorkommen zu rechnen sein. Dies gilt insbesondere für den Bereich im Übergang zu geringer durchlässigen Bodenschichten. Dieser Bereich liegt am Standort stellenweise in Tiefen zwischen 0,40 bis 2,50 m und kann damit beim Aushub der Baugruben angeschnitten werden. Aufgrund der feinkörnigen Bodenschichten wird der Wasserandrang in diesem Fall aber nur gering sein und sollte mit einer offenen Grundwasserhaltung zu bewältigen sein.</p>
Bemessungswasserstand	<p>Offizielle Angaben zum höchsten anzunehmenden Grundwasserstand (HGW) liegen für das Bauvorhaben nicht vor.</p>

	<p>KRB-01 bis KRB-04: Für die Baukonstruktion empfehlen wir, den Bemessungswasserstand mit 5 m u. GOK anzusetzen.</p> <p>KRB-05 bis KRB-07: Für die Baukonstruktion empfehlen wir, den Bemessungswasserstand mit 3 m u. GOK anzusetzen.</p> <p>KRB-08 und KRB-10: Für die Baukonstruktion empfehlen wir, den Bemessungswasserstand mit 1 m u. GOK anzusetzen.</p> <p>KRB-09, KRB-11, KRB-12 und KRN-13: Der Bemessungswasserstand sollte auf der sicheren Seite liegend mit der Höhe der Geländeoberkante (GOK) angesetzt werden.</p>
--	---

4. Auswertung und Bewertung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse

<p>Beurteilung des Untersuchungsumfangs</p>	<p>Für das Erschließungsgutachten standen für das insgesamt ca. 480 m lange Straßennetz 10 Kleinrammbohrungen und 10 schwere Rammsondierungen zur Auswertung zur Verfügung (ein Aufschluss je 48 m Streckenlänge). Die Anzahl der Bodenaufschlüsse entspricht den Anforderungen des EC 7 Anhang B.3 an die Abstände von Aufschlusspunkten (20-200 m).</p> <p>Die im Konzept vorgesehene Erkundungstiefe von 5 m entspricht für den Straßen- und Kanalbau der Mindestforderung des EC Anhang B.3 von 2 m unter Gründungssohle.</p> <p>Für die geplanten Wohnhäuser liegt die Erkundungstiefe von 5 m unter der Mindestforderung des EC Anhang B.3 von 6 m unter Gründungssohle (siehe Bemerkung in 5.3.2)</p>
<p>Beurteilung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse</p>	<p>Die Angaben zum örtlichen Schichtaufbau wurden direkten Aufschlüssen (Kleinrammbohrungen) entnommen.</p> <p>Die Angaben zur Lagerungsdichte bzw. Konsistenz der örtlichen Bodenschichten wurden aus den Schlagzahlen N_{10} der durchgeführten Rammsondierungen abgeleitet. Zusätzlich wurde die Konsistenz anhand von 4 Proben im Labor ermittelt (siehe Prüfbericht in Anlage 4).</p> <p>Die Kornverteilungen und Durchlässigkeiten des Geschiebelehms, der glazifluviatilen Sande und sandige bzw. tonige Verwitterungszone der Oberkreide (im Bereich des geplanten Regenrückhaltebeckens) wurden anhand einzelner Proben im Labor ermittelt (siehe Prüfbericht in Anlage 4).</p> <p>Die für die Gründungsempfehlung und Standsicherheitsnachweise erforderlichen Bodenkennwerte wurden auf Grundlage der jeweiligen Bodengruppe und ihrer Lagerungsdichte bzw. Konsistenz der Literatur /11/ entnommen.</p> <p>Die Anforderungen des EC 7 an den Untersuchungsumfang für die geotechnische Kategorie 2 sind damit erfüllt.</p>

5. Folgerungen, Empfehlungen und Hinweise

5.1. Gründungsempfehlung Verkehrsflächen

5.1.1. Straßenoberbau

Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus	Für die Verkehrsflächen ergibt sich die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus gemäß /7/ bei einer Belastungsklasse von Bk 1,0 wie folgt.		
	Ausgangswert Tabelle 6:	F-3	60 cm
	Mehr- oder Minderdicken infolge örtlicher Verhältnisse (Tabelle 7):		
	Frosteinwirkzone:	II	+ 5 cm
	kleinräumige Klimaunterschiede	keine besonderen	± 0 cm
	Wasserverhältnisse im Untergrund	Grund- oder Schichtenwasser zeitweise höher als 1,5 m unter Planum	+ 5 cm
	Lage der Gradiente	Geländehöhe bis Damm ≤ 2,0 m	± 0 cm
	Entwässerung der Fahrbahn / Ausführung der Randbereiche	über Rinnen bzw. Abläufe und Rohrleitungen	- 5 cm
	Die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus beträgt somit:		<u>65 cm.</u>

5.1.2. Gründung der Verkehrsflächen

Gründung der Verkehrsflächen	<p>Bei der Gründungstiefen eines Tiefeinbaus von 65 cm stehen im Planum überwiegend locker gelagerte glazifluviale Sande an. Nur in der Bohrung KRB-05 befindet sich im Planum weicher Geschiebelehm.</p> <p>In allen Fällen handelt es sich um frostempfindliches Material (F-2 bzw. F-3), so dass eine auf eine Frostschutzschicht nicht verzichtet werden kann.</p> <p>Im Bereich der geplanten Straßen ist überwiegend davon auszugehen, dass der Verformungsmodul $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ zumindest nach einer Nachverdichtung des Planums erreicht wird. Hier sind</p> <p style="text-align: center;">keine baugrundverbessernden Maßnahmen</p> <p>erforderlich. Wir empfehlen, das Planum nach der Nachverdichtung mittels Plattendruckversuch zu prüfen.</p> <p>Im Bereich der Bohrung KRB-05 liegt der Verformungsmodul $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ auf dem hier bereichsweise nässeempfindlichen Planum vermutlich nicht vor und kann auch über eine Nachverdichtung nicht erreicht werden.</p> <p>Hier sind daher</p> <p style="text-align: center;">baugrundverbessernde Maßnahmen erforderlich.</p>

	<p>Wir empfehlen hier, den Verformungsmodul nach Freilegung des Planums durch Plattendruckversuche nach DIN 18 134-300 zu prüfen.</p> <p>Bei unzureichendem Verformungsmodul empfehlen wir, baugrundverbessernde Maßnahmen in Form eines Bodenaustausches durchzuführen, welcher in Abhängigkeit vom Verformungsmodul E_{v2} (ermittelt aus den Plattendruckversuchen) folgende Mindestmächtigkeiten aufweisen sollte:</p> <table border="1" data-bbox="606 560 1220 750"> <thead> <tr> <th>Verformungsmodul</th> <th>Mindestmächtigkeit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10 MN/m²</td> <td>45 cm</td> </tr> <tr> <td>20 MN/m²</td> <td>25 cm</td> </tr> <tr> <td>30 MN/m²</td> <td>15 cm</td> </tr> </tbody> </table> <p>Für die weitere Planung empfehlen wir, zunächst von einem erforderlichen</p> <p style="text-align: center;">Bodenaustausch von 30 cm</p> <p>auszugehen. Diese Empfehlung sollte nach Freilegen des Planums über Plattendruckversuche verifiziert werden.</p> <p>Der Bodenaustausch sollte mit einem kornabgestuften, verdichtungsfähigen Material erfolgen. Wir empfehlen, ein gut verdichtungsfähiges Brechkorngemisch zu verwenden. Sehr gut geeignet ist ein Schottertragschichtmaterial STS gemäß den Technischen Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden im Straßenbau (TL SOB-StB 20 /5/) in der Körnung 0/32 oder 0/45. Die Verwendung eines Recyclingmaterials aus Betonbruch ist möglich, sofern die Schadstoffkonzentrationen einen Einbau am Standort erlauben und das Material die vorab genannten Anforderungen erfüllt.</p> <p>Das Brechkorngemisch ist in Lagen von maximal 30 cm aufzubringen und fachgerecht zu verdichten.</p>	Verformungsmodul	Mindestmächtigkeit	10 MN/m ²	45 cm	20 MN/m ²	25 cm	30 MN/m ²	15 cm
Verformungsmodul	Mindestmächtigkeit								
10 MN/m ²	45 cm								
20 MN/m ²	25 cm								
30 MN/m ²	15 cm								
<p>Gründung der Verkehrsflächen auf Bodenverbesserung mit hydraulischen Bindemitteln</p>	<p>Alternativ zum Bodenaustausch kann die erforderliche Tragfähigkeit des Planums auch durch eine Bodenverbesserung mittels hydraulischer Bindemittel erfolgen. Bei der schluffig-tonigen Zusammensetzung der anstehenden Böden (KRB-05) empfehlen wir den Einsatz von Kalk.</p> <p>Bei stark vernässtem Planum ist der Einsatz von Mischbinder zu empfehlen. Die Zugabemenge richtet sich nach dem zum Zeitpunkt der Baumaßnahme vorliegendem Wassergehalt des Bodens.</p>								
<p>5.2. Gründungsempfehlung Leitungen / Kanäle</p>									
<p>5.2.1. Gründung der Entwässerungskanäle</p>									
<p>Gründung der Entwässerungs-kanäle</p>	<p>Bei einer angenommenen Gründungstiefe von 2 m liegt das Planum der Entwässerungskanäle überwiegend in den glazifluviatilen Sanden, die stellenweise von weich bis steifen Geschiebelehmschichten unterlagert werden. In der Bohrung KRB-11 liegt das Planum der Kanäle direkt in den wenig tragfähigen Geschiebelehmen.</p>								

	<p>In Bereichen, in denen die Kanäle in den glazifluviatilen Sanden liegen, ist davon auszugehen, dass nach einer Nachverdichtung des Planums die Tragfähigkeit für den Kanalbau ausreichend ist. Hier sind</p> <p style="text-align: center;">keine baugrundverbessernden Maßnahmen</p> <p>erforderlich.</p> <p>Im Bereich mit weichem Geschiebelehm (bislang nur Bohrung KRB-011) empfehlen wir, unter den Entwässerungskanälen einen</p> <p style="text-align: center;">Bodenaustausch der Mächtigkeit 50 cm</p> <p>durchzuführen, um eine einwandfreie Lagerung der Kanäle sicherzustellen.</p> <p>Der Bodenaustausch sollte mit einem kornabgestuften, verdichtungsfähigen Material erfolgen. Bei stark aufgeweichtem Planum sollte unter dem Bodenaustausch ein Trennvlies der Geotextilrobustheitsklasse 3 ($\geq 150 \text{ g/m}^2$) eingebaut werden.</p> <p>Vor Beginn der Bauausführung sollte die Übereinstimmung Baugrundverhältnisse mit der Rohrstatik und den Angaben der Rohrhersteller geprüft werden.</p>
--	---

5.3. Gründungsempfehlung Gebäude

5.3.1. Vorhandene zulässige Bodenpressung

<p>Lage des Bauwerks, Gründungstiefe</p>	<p>Wir gehen davon aus, dass Wohngebäude mit oder ohne Keller über elastisch gebettete Bodenplatten (ohne Keller ggf. mit Frostschürzen) gegründet werden sollen. Dabei gehen wir von Gründungstiefen von ca. 0,30 m u. GOK (nicht unterkellert) und 3,00 m u. GOK bei Unterkellerung aus.</p> <p>Damit liegen die Unterkanten der lastabtragenden Fundamente bei Gebäuden ohne Keller in den locker gelagerten Sanden, die bereichsweise (KRB-05) von weichen Geschiebelehmsschichten unterlagert werden.</p> <p>Bei einer Unterkellerung liegen die Fundamente in den unterschiedlich gelagerten glazifluviatilen Sanden bzw. weichen bis steifen Geschiebelehmsschichten.</p> <p>Für die orientierende Grundbruch- und Setzungsberechnungen wurde das Baugebiet in zwei Bereichen unterteilt:</p> <p>Bereich A (hier liegen die Kellersohlen in den Schluffschichten, siehe Anlage 3):</p> <ul style="list-style-type: none"> ● KRB-02, KRB-08, KRB-09, KRB-10, KRB-11 <p>Bereich B (hier liegen die Kellersohlen in den Sandschichten, siehe Anlage 3):</p> <ul style="list-style-type: none"> ● KRB-01, KRB-03, KRB-04, KRB-05, KRB-06, KRB-07 <p>Für beide Bereiche wurden Setzungsberechnungen zur Ermittlung der zulässigen Flächenpressung durchgeführt (Anlage 6 und Anlage 7):</p>
--	---

<p>Zulässige Flächenpressungen bei unverändertem Baugrund</p>	<p>Aus den Setzungsberechnungen für elastisch gebettete Bodenplatten (gerechnet als ideale Streifenfundamente der Breite 0,80 m) auf dem unveränderten örtlichen Baugrund lassen sich folgende zulässige charakteristische Flächenpressungen ableiten:</p> <p>Bereich A</p> <p>Nicht unterkellerte Wohnhäuser: (Schlechtester Baugrund Bohrung KRB-02, siehe Anlage 6.1)</p> <p style="text-align: center;">zul. $\sigma = \sigma_{E,k} = 150 \text{ kN/m}^2$ (Setzung 2 cm)</p> <p>Unterkellerte Wohnhäuser: (Schlechtester Baugrund Bohrung KRB-08, siehe Anlage 6.2):</p> <p style="text-align: center;">Ohne Keller: zul. $\sigma = \sigma_{E,k} = 55 \text{ kN/m}^2$ (Setzung 2 cm)</p> <p>Bereich B</p> <p>Nicht unterkellerte Wohnhäuser: (Schlechtester Baugrund Bohrung KRB-05, siehe Anlage 6.3)</p> <p style="text-align: center;">zul. $\sigma = \sigma_{E,k} = 65 \text{ kN/m}^2$ (Setzung 2 cm)</p> <p>Unterkellerte Wohnhäuser: (Baugrund der Bohrung KRB-03, siehe Anlage 6.4):</p> <p style="text-align: center;">zul. $\sigma = \sigma_{E,k} = 240 \text{ kN/m}^2$ (Setzung 2 cm)</p>
<p>Bettungsmodul für Fundamente bei unverändertem Baugrund</p>	<p>Der Bettungsmodul für die Bodenplatte auf dem unveränderten Baugrund kann aus den Setzungen im kennzeichnenden Punkt nach folgender Formel berechnet werden:</p> $k_s = \frac{\sigma_0}{s}$ <p>mit:</p> <p style="margin-left: 40px;">σ_0 =Normalspannung [MN/m²] s =Setzung [m]</p> <p>Der Bettungsmodul für die elastisch gebettete Bodenplatte beträgt daher:</p> <p>Bereich A</p> <p>Nicht unterkellerte Wohnhäuser:</p> <p style="text-align: center;">$k_s = 0,15 / 0,02 = 7,5 \text{ MN/m}^3$</p> <p>Unterkellerte Wohnhäuser:</p> <p style="text-align: center;">$k_s = 0,055 / 0,02 = 2,75 \text{ MN/m}^3$</p> <p>Bereich B</p> <p>Nicht unterkellerte Wohnhäuser:</p> <p style="text-align: center;">$k_s = 0,065 / 0,02 = 3,25 \text{ MN/m}^3$</p> <p>Unterkellerte Wohnhäuser:</p> <p style="text-align: center;">$k_s = 0,240 / 0,02 = 12 \text{ MN/m}^3$</p>

	<p>Die Flächenpressung wurde dabei als charakteristische Bodenpressung angesetzt.</p>
<p>5.3.2. Baugrundverbessernde Maßnahmen (Bodenaustausch)</p>	
<p>Nicht unterkellerte Wohnhäuser im Bereich A / Unterkellerte Wohnhäuser im Bereich B</p>	<p>Im Regelfall sollten die Flächenpressungen von 150 und 240 kN/m² für übliche Einfamilienhäuser ausreichen, so dass</p> <p style="text-align: center;">keine baugrundverbessernden Maßnahmen</p> <p>unter den Fundamenten erforderlich sind.</p> <p>Höherbelastete, z. B. mehrstöckige Gebäude können dagegen, je nach Lage im Baugebiet, baugrundverbessernde Maßnahmen erfordern.</p> <p>Wir empfehlen daher für sämtliche Hochbauten individuelle geotechnische Berichte anfertigen zu lassen, die die Lage, Gründungstiefe und Bauwerkslasten berücksichtigen.</p>
<p>Unterkellerte Wohnhäuser im Bereich A / Nicht unterkellerte Wohnhäuser im Bereich B</p>	<p>Aufgrund der geringen zulässigen charakteristischen Bodenpressungen auf dem örtlich vorhandenen Baugrund (zul. $\sigma = \sigma_{E,k} = 55 - 65 \text{ kN/m}^2$) sollte ein</p> <p style="text-align: center;">Bodenaustausch der Mächtigkeit 1,00 m (unterkellerte Wohnhäuser im Bereich A)</p> <p>bzw. ein</p> <p style="text-align: center;">Bodenaustausch der 0,50 m (nicht unterkellerte Wohnhäuser im Bereich B)</p> <p>unter der Bodenplatte durchgeführt werden.</p> <p>Der Bodenaustausch sollte mit einem kornabgestuften, verdichtungsfähigen Material oder durch Magerbeton erfolgen.</p> <p>Für einen Bodenaustausch mit verdichtungsfähigem Material empfehlen wir, ein gut verdichtungsfähiges Brechkorngemisch der Bodengruppen GW, GU oder GI zu verwenden. Sehr gut geeignet wäre zum Beispiel ein Schottertragschichtmaterial STS gemäß den Technischen Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden im Straßenbau (TL SOB-StB 20 /5/) in der Körnung 0/32 oder 0/45. Auch die Verwendung eines Recyclingmaterials aus Betonbruch ist möglich, sofern die Schadstoffkonzentrationen einen Einbau am Standort erlauben und das Material die vorab genannten Anforderungen erfüllt.</p> <p>Das Brechkorngemisch ist in Lagen von maximal 30 cm aufzubringen und fachgerecht zu verdichten. Wir empfehlen, das Schottermaterial um den Betrag seiner Mächtigkeit allseitig über das Fundament hinaus einzubauen, um der seitlichen Lastabstrahlung Rechnung zu tragen.</p>
<p>Zulässige Flächenpressungen nach Bodenaustausch</p>	<p>Nach dem o. a. Bodenaustausch lassen sich folgende zulässige charakteristische Flächenpressungen ableiten (Anlage 7.1):</p> <p>Elastisch gebettete Bodenplatte (berechnet als ideale Streifenfundamente der Breite 0,80 m):</p> <p>Unterkellerte Wohnhäuser im Bereich A:</p>

	<p style="text-align: center;">zul. $\sigma = \sigma_{E,k} = 110 \text{ kN/m}^2$</p> <p>Nicht unterkellerte Wohnhäuser im Bereich B:</p> <p style="text-align: center;">zul. $\sigma = \sigma_{E,k} = 170 \text{ kN/m}^2$</p> <p>Die Angaben gelten für Setzungen von maximal 2 cm.</p>
<p>Bettungsmodul für Fundamente nach Bodenaustausch</p>	<p>Der Bettungsmodul für die Bodenplatte nach Bodenaustausch kann aus den Setzungen im kennzeichnenden Punkt nach folgender Formel berechnet werden:</p> $k_s = \frac{\sigma_0}{s}$ <p>mit:</p> <p style="margin-left: 40px;">σ_0 =Normalspannung [MN/m²] s =Setzung [m]</p> <p>Der Bettungsmodul für die elastisch gebettete Bodenplatte beträgt daher:</p> <p>Unterkellerte Wohnhäuser im Bereich A:</p> <p style="text-align: center;">$k_s = 0,11 / 0,02 = 5,5 \text{ MN/m}^3$</p> <p>Nicht unterkellerte Wohnhäuser im Bereich B:</p> <p style="text-align: center;">$k_s = 0,17 / 0,02 = 8,5 \text{ MN/m}^3$</p>
<p>Bemerkung</p>	<p>Angesichts der heterogenen Verteilung unterschiedlich tragfähiger Bodenschichten im Baugebiet ist das Erkundungsraster zu grob und die Erkundungstiefe zu gering. Aufgrund der unterschiedlichen Baugrundverhältnisse, besonders im Falle von einer Unterkellerung, ist daher für die geplanten Häuser eine Baugrunderkundung im Einzelfall anzuraten.</p>
<p>5.4. Bau des Regenrückhaltebeckens</p>	
	<p>Im Bereich des geplanten Regenrückhaltebeckens steht die Grundwasseroberfläche in geringen Tiefen (0,45 bzw. 0,49 m u. GOK) an, so dass sich ein erdeinbindendes Becken hier zum größten Teil mit Grundwasser füllen würde.</p> <p>Daher müsste ein Becken in diesem Bereich entweder mit Dämmen über GOK errichtet werden (falls dies das Gefälle zulässt) oder mittels Kunststoffdichtungsbahn gegen das Grundwasser abgedichtet werden. Im zweiten Fall muss dann aber eine Auftriebssicherung für die Dichtungsbahn vorgesehen werden.</p>
<p>5.5. Umgang mit Grundwasser</p>	
<p>5.5.1. Trockenhaltung der Baugrube</p>	
<p>Trockenhaltung der Baugrube</p>	<p>KRB-01 bis KRB-04:</p> <p>Die Grundwasseroberfläche liegt tiefer als die für die geplanten Bauwerke erforderlichen Baugruben. Eine Grundwasserhaltung ist daher nicht erforderlich. Ggf. seitlich in die Baugrube fließendes Schichtwasser kann in offener Haltung über Schmutzwasserpumpen abgeführt werden.</p>

	<p>KRB-05 bis KRB-07:</p> <p><u>Gründung ohne Keller:</u></p> <p>Die Grundwasseroberfläche liegt tiefer als die für die geplanten Bauwerke erforderlichen Baugruben. Eine Grundwasserhaltung ist daher nicht erforderlich. Ggf. seitlich in die Baugrube fließendes Schichtwasser kann in offener Haltung über Schmutzwasserpumpen abgeführt werden.</p> <p><u>Gründung mit Keller:</u></p> <p>Bei einer Gründung mit Keller liegen die Baugruben bereichsweise unter der Grundwasseroberfläche, so dass Maßnahmen zur Trockenhaltung der Baugrube erforderlich sind. Aufgrund der hohen Durchlässigkeit der wasserführenden Bodenschichten sollte die Baugrubenentwässerung über eine geschlossenen Grundwasserhaltung erfolgen.</p> <p>KRB-08 bis KRB-11:</p> <p><u>Gründung ohne Keller:</u></p> <p>Bei einer Gründung mit Keller liegen die Baugruben liegen bereichsweise unter der Grundwasseroberfläche, so dass Maßnahmen zur Trockenhaltung der Baugrube erforderlich sind. Aufgrund der hohen Durchlässigkeit der wasserführenden Bodenschichten sollte die Baugrubenentwässerung über eine geschlossenen Grundwasserhaltung erfolgen.</p> <p><u>Gründung mit Keller:</u></p> <p>Die Baugruben liegen unter der Grundwasseroberfläche, so dass Maßnahmen zur Trockenhaltung der Baugrube erforderlich sind. Aufgrund der hohen Durchlässigkeit der wasserführenden Bodenschichten sollte die Baugrubenentwässerung über eine geschlossenen Grundwasserhaltung erfolgen.</p> <p>KRB-12 und KRB-13 (Regenrückhaltebecken)</p> <p>Die Baugrube liegt unter der Grundwasseroberfläche, so dass Maßnahmen zur Trockenhaltung der Baugrube erforderlich sind. Aufgrund der überwiegend geringen Durchlässigkeit der wasserführenden Bodenschichten ist der Zustrom in die Baugrube gering und kann über Entwässerungsmulden einem zentralen Pumpensumpf zugeleitet werden, aus dem es mittels einer Schmutzwasserpumpe abgeführt werden kann.</p>
<p>5.5.2. Bauwerksabdichtung</p>	
<p>Abdichtung erdberührender Bauteile</p>	<p>Erdberührende Bauwerke und Bauteile sind nach DIN 18 533 in folgende Wasserbeanspruchungsklasse einzustufen:</p> <p>W2.1-E (drückendes Wasser, mäßige Einwirkung)</p> <p>Drückendes Wasser kann durch Grundwasser, Hochwasser oder auch Stauwasser bis zu einer maximalen Einstauhöhe von 3,00 m hervorgerufen werden.</p>

5.6. Umgang mit Niederschlagswasser

<p>Durchlässigkeit der ungesättigten Bodenzone ($k_{f,u}$-Wert)</p>	<p>Gemäß Aufgabenstellung sollten Aussagen über die generelle Versickerungsfähigkeit der im Baufeld anstehenden Schichten getroffen werden können. Den im Baufeld wechselnden, in relevanten Versickerungstiefen (0,00-2,00 m u. GOK) anstehenden Böden können folgende Durchlässigkeitsbeiwerte zugeordnet werden:</p> <p>Geschiebelehm</p> <p>Die Durchlässigkeit des Geschiebelehms wurde im Labor an folgenden Einzelproben aus der Kornverteilung rechnerisch ermittelt (Anlage 4):</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Probe KRB-05: 0,40-1,20 m: $k_f = 4,5 * 10^{-7}$ m/s (UL-TL) ● Probe KRB-08: 2,50-3,70 m: $k_f = 4,3 * 10^{-7}$ m/s (UL-TL) ● Probe KRB-10: 2,30-5,00 m: $k_f = 1,8 * 10^{-7}$ m/s (UL-TL) <p>Mittelwert: $k_f = 3,6 * 10^{-7}$ m/s</p> <p>Glazifluviatile Sande</p> <p>Die Durchlässigkeit der glazifluviatilen Sanden wurde in einer Probe bestimmt (Anlage 4):</p> <p>Probe KRB-06: 3,30-4,70 m $k_f = 3,9 * 10^{-6}$ m/s (ST*)</p> <p>Aus den glazifluviatilen Sanden mit geringeren Feinkornanteil (SU-ST) wurden keine Siebanalysen zur Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit durchgeführt. Diese Schichten bestehen aus schwach schluffigem bzw. tonigem, vereinzelt kiesigem Sand mit einer Durchlässigkeit von</p> <p style="text-align: center;">$k_f = 5 * 10^{-5}$ m/s.</p>
<p>Beurteilung der Durchlässigkeit im Baugebiet</p>	<p>Für eine Versickerung von Niederschlägen prinzipiell geeignet sind die glazifluviatilen Sande. Ungeeignet ist dagegen der Geschiebelehm.</p> <p>In Abb. 4 ist das geplante Baugebiet hinsichtlich seiner Versickerungseignung in zwei Zonen unterteilt:</p> <p>Zone A:</p> <p>Hier stehen überwiegend glazifluviatile Sande an. Hier ist eine Versickerung möglich, sofern die Sohlen der Versickerungsanlagen die Oberkante der Sandschichten erreichen, so dass eine Versickerung in den darunter liegenden Schichten erfolgt. Im Bereich der Bohrung KRB-01 muss eine Versickerungsanlage daher bis in eine Tiefe von 1,80 m u. GOK und in KRB-05 bis in 1,20 m u. GOK reichen.</p> <p>Zone B:</p> <p>Hier stehen oberflächlich gut wasserdurchlässige Sande an. Diese werden aber bereits in Tiefen zwischen 1,70 und 5,00 m von gering wasserdurchlässigem Geschiebelehm unterlagert. In diesen Bereichen kann eine Versickerung zu lokalen Stauwasserhorizonten führen, was hangabwärts gelegene, unterkellerte Gebäude beeinträchtigen würde. Zudem kommt der bereichsweise hohe Grundwasserstand von ca. 0,45-2,00 m u. GOK zum Zeitpunkt der Geländearbeiten hinzu, der dem erforderlichen Mindestabstand von 1 m zwischen der Sohle einer</p>

	<p>Versickerungsanlage und dem höchsten Grundwasserstand entgegensteht. Daher kann diese Zone nicht für eine Versickerung genutzt werden.</p>
<p>Beurteilung der Durchlässigkeit im Regenrückhaltebecken</p>	<p>Im Bereich des geplanten Regenrückhaltebeckens (KRB-12 und KRB-13) steht unter dem Oberboden bindige, zum Teil stark sandige Verwitterungszone der Oberkreide an.</p> <p>Die Durchlässigkeit der angetroffenen bindigen Schichten wurde im Labor an folgenden Mischproben aus der Kornverteilung rechnerisch ermittelt (Anlage 4):</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Mischprobe Mulde KV1 (bestehend aus den Schichten KRB-12: 1,70-2,50 m und KRB-13: 1,60-2,30 m): $k_f = 6,1 \cdot 10^{-7} \text{ m/s (SU*)}$ ● Mischprobe Mulde KV2 (bestehend aus den Schichten KRB-13: 2,50-4,50 m und KRB-13: 2,30-4,40 m): $k_f = 3,4 \cdot 10^{-7} \text{ m/s (UL-TL)}$ <p>Die angetroffenen Bodenschichten sind als nur schwach durchlässig einzustufen. Erschwerend kommt der sehr hoch anstehende Grundwasserstand von ca. 0,50 m u. GOK zum Zeitpunkt der Geländearbeiten hinzu.</p> <p>Eine Regenwasserversickerung ist in diesem Bereich daher nicht möglich.</p>

5.7. Umgang mit Aushubmassen

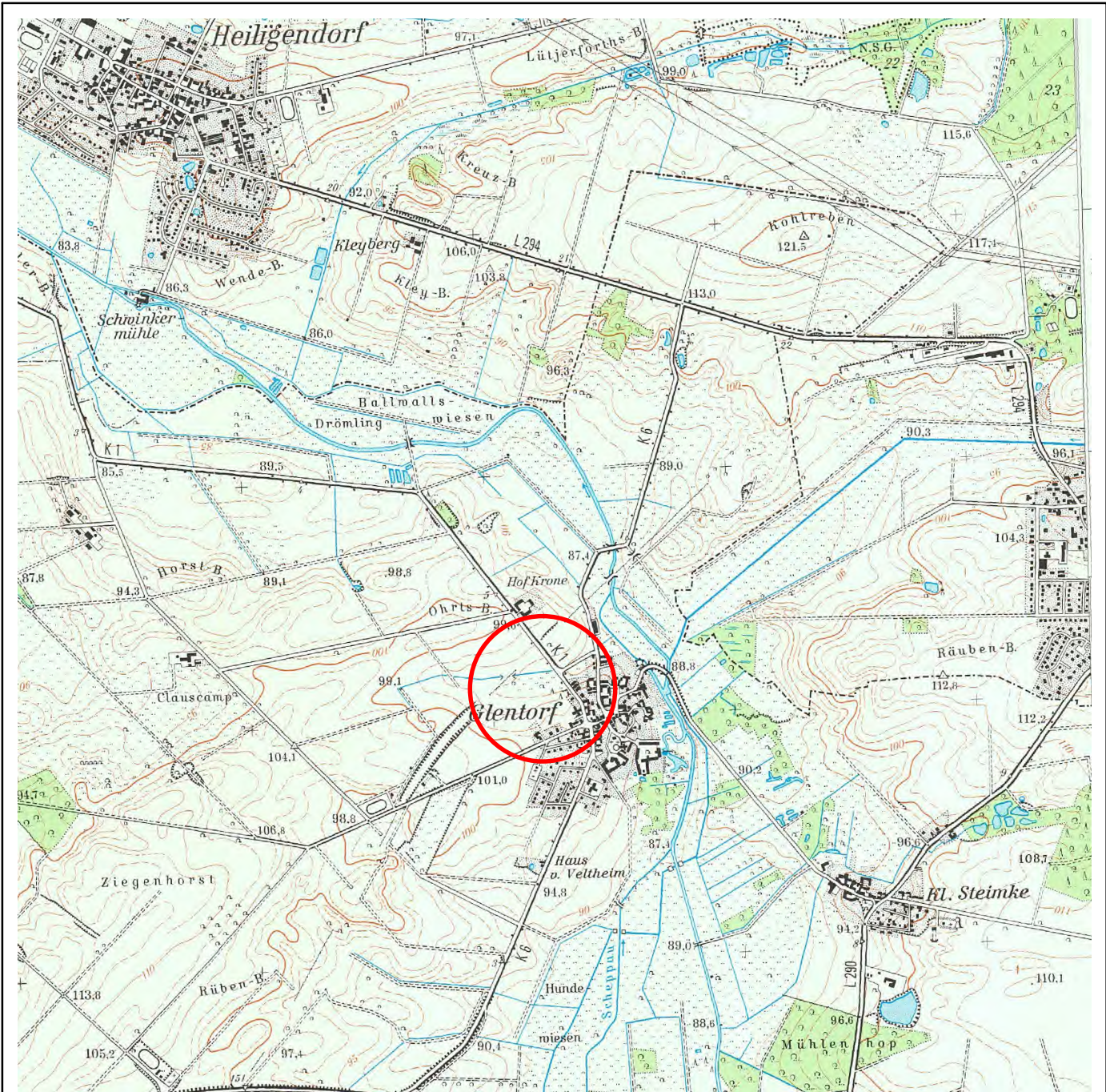
<p>Geotechnische Eignung</p>	<p>Die anfallenden Aushubmassen aus sandigen Bodenschichten sind verdichtungsfähig, entsprechen aber nicht den aktuell gültigen Anforderungen an Trag- oder Frostschuttschichten im Straßenoberbau. Wir empfehlen daher, Aushub aus diesen Schichten nur für Bodenaustauschmaßnahmen im Straßenunterbau bzw. Rückverfüllung der Kanal- und Leitungsgräben oder ggf. auch zur Andeckung zu verwenden.</p> <p>Aushub aus dem Geschiebelehm bzw. der bindigen Verwitterungszone sowie die teilweise in den sandigen Bodenschichten auftretenden Schlufflagen dagegen sind nässeempfindlich und kaum verdichtungsfähig. Wir empfehlen, dieses Material nicht in den technischen Bauwerken des Baufelds, sondern nur zur Andeckung zu verwenden.</p>
<p>Maximale Schadstoffkonzentrationen</p>	<p>Aufgrund der überwiegend als ungünstig zu bewertenden hydrogeologischen Standortbedingungen ist eine Verwertung von Aushubmaterial zur Rückverfüllung am Standort bis zur Verwertungsklasse Z 1.1 möglich.</p>
<p>Einsatz von zeitweise fließfähigen selbstverdichtenden Verfüllbaustoffen (ZFSV)</p>	<p>Die rolligen Aushubmaterialien sind prinzipiell zur Herstellung von zeitweise fließfähigen, selbstverdichtenden Verfüllbaustoffen geeignet.</p>

5.8. Hinweise zur Bauausführung


Sicherung der Baugrube	<p>Bei der Herstellung einer abgeböschten Baugrube mit Aushubtiefen über 1,25 m beträgt der nach DIN 4124 maximal zulässige Böschungswinkel der Bodenschichten $\beta = 45^\circ$.</p> <p>Sollte aufgrund der örtlichen Gegebenheiten ein Verbau erforderlich werden, ist voraussichtlich der Einsatz eines Spundbohlenverbau oder von Bodenverbaugeräten ausreichend.</p>
Sicherung der Bestandsbebauung	<p>Im Einflussbereich des geplanten Bauvorhabens existieren keine bestehenden Gebäude.</p>

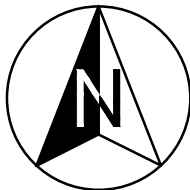
6. Schriftenverzeichnis

- /1/ Bundesregierung (1998): Bundes-Bodenschutzgesetz vom 17. März 1998 (BGBl. I S. 502)
- /2/ Bundesregierung (2017): Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. November 2017 (BGBl. I S. 3634)
- /3/ Bundesverband Der Deutschen Kalkindustrie E. V. (2004): Bodenverbesserung, Bodenverfestigung mit Kalk - Köln
- /4/ Bund-Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) (2002): Vollzugshilfe zu § 12 BBodSchG
- /5/ FGSV (2004): Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau, Ausgabe 2020 - Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln
- /6/ FGSV (2012): Hinweise für die Herstellung und Verwendung von zeitweise fließfähigen, selbstverdichtenden Verfüllbaustoffen im Erdbau H ZFSV, Ausgabe 2012 - Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln
- /7/ FGSV (2012): Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen RStO 12, Ausgabe 2012- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln
- /8/ Kartenserver des NIBIS (2022): Geologische Karte 1:25.000 - Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.
- /9/ Kartenserver des NIBIS (2022): Karte der Geogefahren 1:25.000 - Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.
- /10/ Länder-Arbeitsgemeinschaft-Abfall (LAGA) (2004): Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen: Teil II: Technische Regeln für die Verwertung 1.2 Bodenmaterial (TR Boden)
- /11/ Türke, H. (1999): Statik im Erdbau – Ernst & Sohn Verlag, Berlin



Legende

 Bearbeitungsgebiet



1.250 m

Auftraggeber:

Grünes Zentrum Königslutter GmbH & Co. KG

Projekt:

BG Gärtling

Projekt-Nr.:

1411-001

Abb.:

1

Datei:

2022-05-30

Übersichtskarte

Grundlage:

LGN TK 1:25.000 (3630)

Maßstab der Länge:

1:25.000

Maßstab der Höhe:

1:25.000

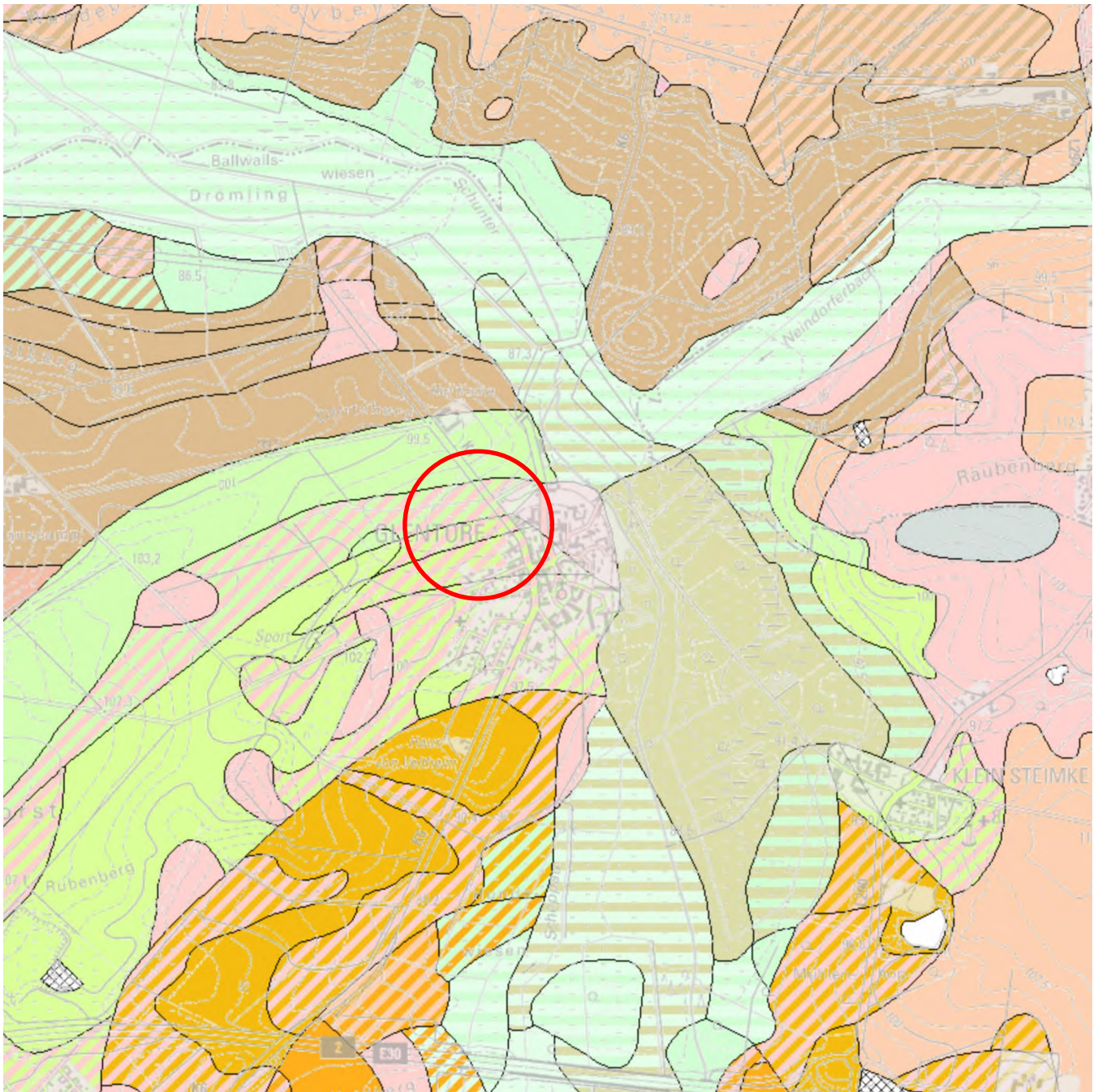
aufgestellt:

Dr. Röhrs & Hermann
Beratende Ingenieure und Geologen





Ingenieurleistungen
in Wasser und Boden

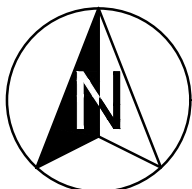
mail@roehrs-herrmann.de
www.roehrs-herrmann.de

Tel: 05121-99985-0
Fax: 05121-99985-11



Legende

-  Bearbeitungsgebiet
-  Drenthe-Stadium
Sand, glazifluviatil über
Maastrichtium Feinsand-Mittelsand
-  Maastrichtium, Sand
-  Untercampanium - Obercampanium



1.000 m

Auftraggeber:

Grünes Zentrum Königslutter GmbH & Co. KG

Projekt:

BG Gärtling

Projekt-Nr.:

1411-001

Abb.:

2

Datei:

2022-05-30

Geologische Karte

Grundlage:

NIBIS

Maßstab der Länge:

1:20.000

Maßstab der Höhe:

1:20.000

aufgestellt:

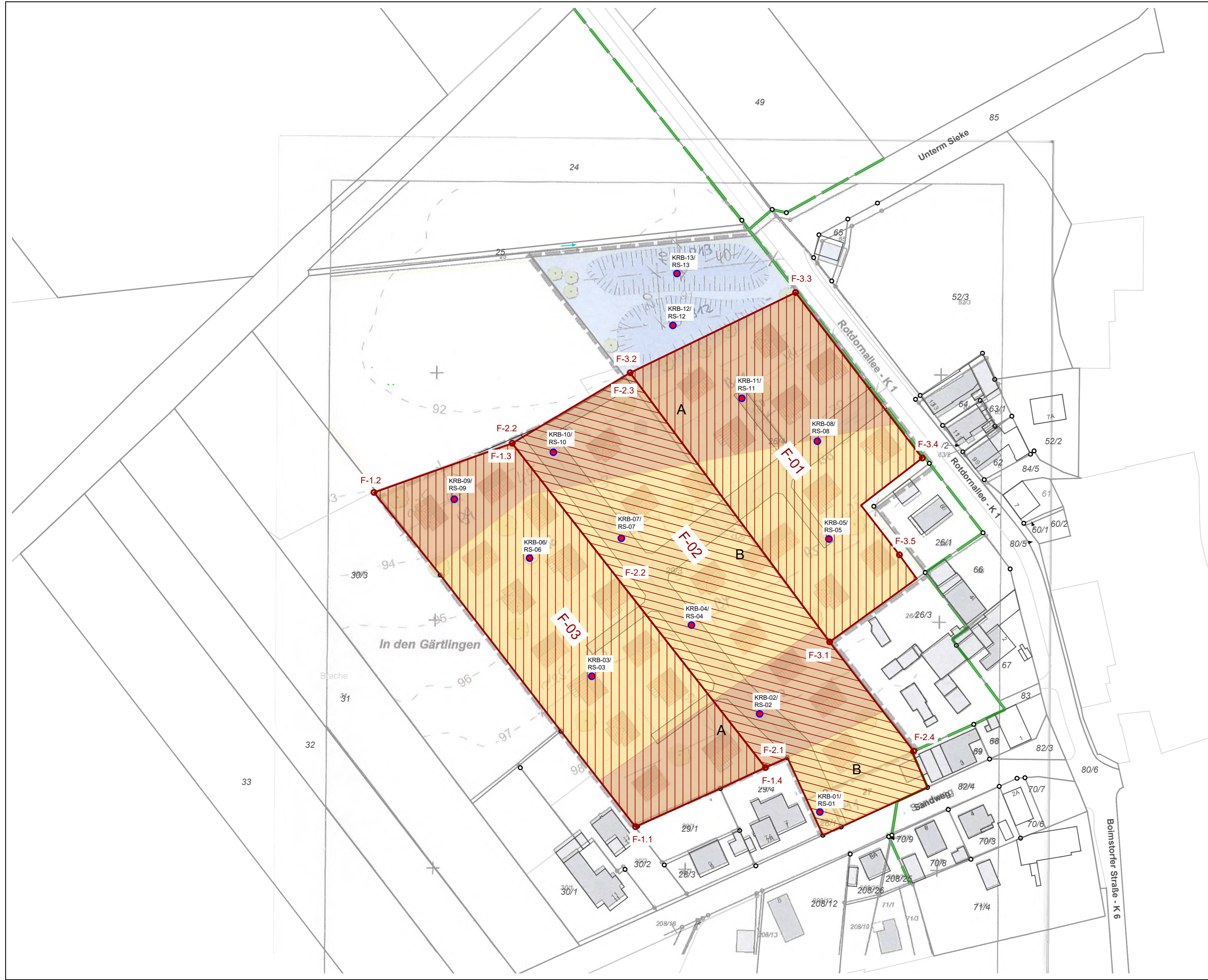
Dr. Röhrs & Herrmann

Beratende Ingenieure und Geologen

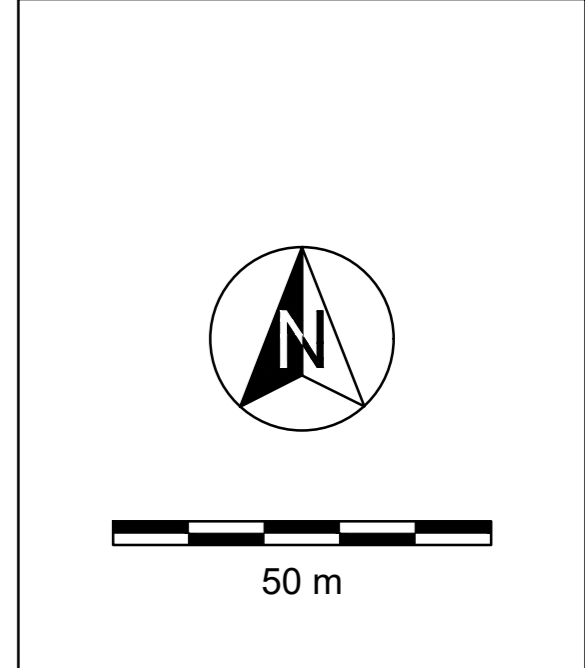
Ingenieurleistungen
in Wasser und Boden

mail@roehrs-herrmann.de
www.roehrs-herrmann.de

Tel: 05121-99985-0
Fax: 05121-99985-11



- Legende**
- Kleinrammbohrung (KRB)
 - Rammsondierung (RS)
 - Oberbodenprobenahmeeflächen
 - Fläche A-Gründungsempfehlung
 - Fläche B-Gründungsempfehlung



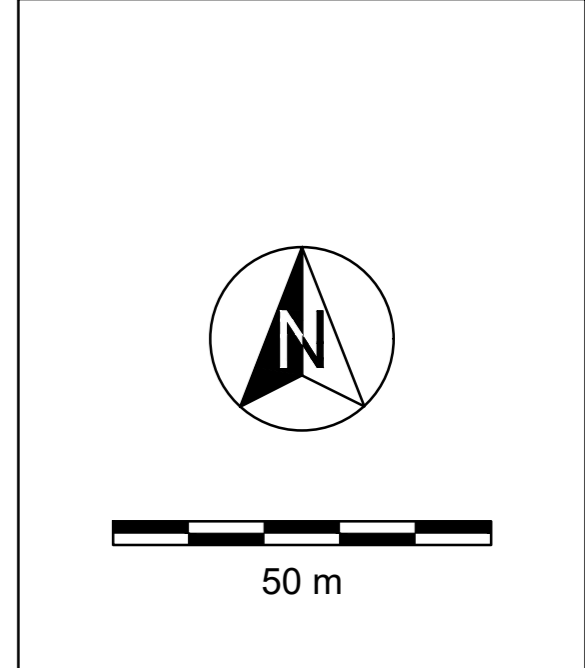
Auftraggeber: Grünes Zentrum Königslutter GmbH & Co. KG		
Projekt: BG Gärtling		
Projekt-Nr.:	1411-001	Abb.: 3
Datum: 2022-05-30		
Lageplan		
Grundlage:	Alkis	Maßstab der Länge: 1:1.000 Maßstab der Höhe: 1:1.000

Dr. Röhrs & Herrmann
Beratende Ingenieure und Geologen


Ingenieurleistungen in Wasser und Boden | mail@groehrs-herrmann.de | Tel: 05121-99985-0 | www.roehrs-herrmann.de | Fax: 05121-99985-11



- Legende**
- Kleinrammbohrung (KRB)
 - Rammsondierung (RS)
 - Oberbodenprobenahmeflächen
 - Versickerung nicht möglich (Zone B)
 - Versickerung möglich (Zone A)



Auftraggeber: Grünes Zentrum Königslutter GmbH & Co. KG		
Projekt: BG Gärtling		
Projekt-Nr.: 1411-001	Abb.: 4	
Datum: 2022-05-30		
Versickerung von Niederschlägen		
Grundlage: Alkis	Maßstab der Länge: 1:1.000	Maßstab der Höhe: 1:1.000
aufgestellt: Dr. Röhrs & Herrmann Beratende Ingenieure und Geologen <small>Ingenieurleistungen in Wasser und Boden mail@roehrs-herrmann.de Tel. 05121-99985-0 www.roehrs-herrmann.de Fax: 05121-99985-11</small>		

Projekt:	BG Glentorf	
Projekt-Nr.:	1411-001	
Tabelle A-1:	Oberboden, Bewertung nach BBodSchV	

Bodenart	Lehm / Schluff
Humusgehalt	≤ 8 %
Bewertungsgrundlage:	Vorsorgewerte für Böden nach Anhang 2 Nr. 4.1 und 4.2 BBodSchV

	F-01: 0,00 - 0,10 m	F-01: 0,10 - 0,35 m	F-02: 0,00 - 0,10 m	F-02: 0,10 - 0,35 m	F-03: 0,00 - 0,10 m	F-03: 0,10 - 0,35 m				
Probe-Nr.:	8204-01	8204-02	8204-03	8204-04	8204-05	8204-06				
Vorsorgewerte für Metalle (Feinboden im Königswasseraufschluss)							Sand	Lehm / Schluff	Ton	Einheit
Cadmium	0,13	0,12	0,14	0,11	n. n.	n. n.	0,4	1	1,5	mg/kg
Blei	11	11	14	13	14	17	40	70	100	mg/kg
Chrom-ges.	4,1	3,7	5,3	5,5	5,2	5,6	30	60	100	mg/kg
Kupfer							20	40	60	mg/kg
Quecksilber	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	0,1	0,5	1	mg/kg
Nickel	1,8	1,4	2,3	2,3	2,2	2,4	15	50	70	mg/kg
Zink							60	150	200	mg/kg
Vorsorgewerte für organische Stoffe (Feinboden)							Humus- gehalt	≤ 8 %	> 8%	Einheit
PCB ₆								0,05	0,1	mg/kg
Benzo(a)pyren	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.		0,3	1	mg/kg
PAK ₁₆	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.		3	10	mg/kg

Ergebnisse nicht unterlegt	= der Boden unterschreitet die jeweiligen Vorsorgewerte
Ergebnisse farbig unterlegt	= der Boden überschreitet die jeweiligen Vorsorgewerte
n. n.	= alle Einzelsubstanzen kleiner Bestimmungsgrenze
kein Eintrag	= nicht analysiert

Projekt:	BG Glentorf	Dr. Röhrs & Herrmann Beratende Ingenieure und Geologen www.roehrs-herrmann.de
Projekt-Nr.:	1411-001	
Tabelle A-2:	Bewertung nach BBodSchV Vorsorgewerte für Ackerflächen	

Bodenart	Lehm / Schluff
Humusgehalt	≤ 8 %
Bewertungsgrundlage:	Vorsorgewerte für Böden nach Anhang 2 Nr. 4.1 und 4.2 BBodSchV & LABO Vollzugshilfe zu § 12 BBodSchV

	F-01: 0,00 - 0,10 m	F-01: 0,10 - 0,35 m	F-02: 0,00 - 0,10 m	F-02: 0,10 - 0,35 m	F-03: 0,00 - 0,10 m	F-03: 0,10 - 0,35 m				
Probe-Nr.:	8204-01	8204-02	8204-03	8204-04	8204-05	8204-06				
Vorsorgewerte für Metalle (Feinboden im Königswasseraufschluss)							Sand	Lehm / Schluff	Ton	Einheit
Cadmium	0,13	0,12	0,14	0,11	n. n.	n. n.	0,28	0,7	1,05	mg/kg
Blei	11	11	14	13	14	17	28	49	70	mg/kg
Chrom-ges.	4,1	3,7	5,3	5,5	5,2	5,6	21	42	70	mg/kg
Kupfer							14	28	42	mg/kg
Quecksilber	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	0,07	0,35	0,7	mg/kg
Nickel	1,8	1,4	2,3	2,3	2,2	2,4	10,5	35	49	mg/kg
Zink							42	105	140	mg/kg
Vorsorgewerte für organische Stoffe (Feinboden)							Humusgehalt	≤ 8 %	> 8 %	Einheit
PCB ₆								0,035	0,07	mg/kg
Benzo(a)pyren	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.		0,21	0,7	mg/kg
PAK ₁₆	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.		2,1	7	mg/kg

Ergebnisse nicht unterlegt	= der Boden unterschreitet die jeweiligen Vorsorgewerte
Ergebnisse farbig unterlegt	= der Boden überschreitet die jeweiligen Vorsorgewerte
n. n.	= alle Einzelsubstanzen kleiner Bestimmungsgrenze
kein Eintrag	= nicht analysiert

Projekt:	BG Glentorf	
Projekt-Nr.:	1411-001	
Tabelle A-3:	Analyseergebnisse LAGA TR Boden	

Matrix	Boden (Sand)								
Bewertungsgrundlage:	LAGA TR Boden Teil II 1.2 Bodenmaterial								

Probenbezeichnung	MP Boden Nord	MP Boden Süd	MP Auffüllung	MP Boden Mulde	Z 0	Z 0*	Z 1	Z 2	Einheit
Proben-Nr.	8026-22	8206-23	8206-21	8206-24					
Originalsubstanz									
Arsen	3,1	7,2	2,8	10	10	15	45	150	mg/kg
Blei	5	6,2	12	5,4	40	140	210	700	mg/kg
Cadmium	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	0,4	1	3	10	mg/kg
Chrom (gesamt)	8,2	6,7	5,4	28	30	120	180	600	mg/kg
Kupfer	2,7	11	4,1	3,2	20	80	120	400	mg/kg
Nickel	4,2	3,4	2,1	10	15	100	150	500	mg/kg
Thallium					0,4	0,7	2,1	7	mg/kg
Quecksilber	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	0,1	1	1,5	5	mg/kg
Zink	9	16	16	30	60	300	450	1500	mg/kg
TOC	0,21	0,077	0,8	0,24	0,5	0,5	1,5	5	%
EOX	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	1	1	3	10	mg/kg
KW C ₁₀ -C ₂₂	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	100	200	300	1000	mg/kg
KW C ₁₀ -C ₄₀	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	100	400	600	2000	mg/kg
BTEX					1	1	1	1	mg/kg
LHKW					1	1	1	1	mg/kg
PCB ₆					0,05	0,1	0,15	0,5	mg/kg
PAK ₁₆	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	3	3	3	30	mg/kg
Benzo(a)pyren	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	0,3	0,6	0,9	3	mg/kg
Eluat					Z0/Z0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	
pH-Wert	7,2	6,8	9,4	8,7	6,5-9,5	6,5-9,5	6-12	5,5-12	
el. Leitfähigkeit	26	n. n.	112	0,7791	250	250	1500	2000	µS/cm
Chlorid	n. n.	n. n.	1,9	0,77	30	30	50	100	mg/l
Sulfat	3,3	n. n.	8,5	12	20	20	50	200	mg/l
Cyanid (ges.)					5	5	10	20	µg/l
Arsen	1,3	1,4	1,6	3,6	14	14	20	60	µg/l
Blei	n. n.	n. n.	1,9	n. n.	40	40	80	200	µg/l
Cadmium	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	1,5	1,5	3	6	µg/l
Chrom (gesamt)	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	12,5	12,5	25	60	µg/l
Kupfer	n. n.	1,2	2,2	n. n.	20	20	60	100	µg/l
Nickel	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	15	15	20	70	µg/l
Quecksilber	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	<0,5	<0,5	1	2	µg/l
Zink	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.	150	150	200	600	µg/l
Phenolindex					20	20	40	100	µg/l

Z 0	Eine Verwertung ist in bodenähnlichen Anwendungen möglich
Z 0*	Maximale Werte für die Verfüllung von Abgrabungen unter bestimmten Randbedingungen
Z 1.1	Eine Verwertung ist in technischen Bauwerken möglich
Z 1.2	Eine Verwertung ist in technischen Bauwerken nur in hydrogeologisch günstigen Gebieten möglich
Z 2	Eine Verwertung ist nur mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen möglich
> Z 2	Der Boden überschreitet die Z 2-Werte, eine Verwertung ist nicht möglich
n. n.	Substanz kleiner Bestimmungsgrenze
kein Eintrag	Nicht analysiert