

GUTACHTEN

Projekt: Erschließung eines Baugebietes
Trakehnerstraße in Paderborn-Schloß Neuhaus



- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Auftraggeber: Wegener Massivhaus GmbH
Pagendarmweg 7, 33100 Paderborn

Auftragnehmer: Kleegräfe Geotechnik GmbH
Holzstraße 212, 59556 Lippstadt

Projekt-Nr.: 16 08 48

Lippstadt, den 09. Dezember 2016

- INHALTSVERZEICHNIS -

<u>1. VORGANG / AUFGABENSTELLUNG / LAGE</u>	<u>3</u>
<u>2. UNTERGRUNDERSCHLIEßUNG</u>	<u>5</u>
2.1 UNTERGRUNDSCHICHTUNG / GEOLOGIE	5
2.2 GRUNDWASSER / HYDROGEOLOGIE	6
<u>3. ERMITTLUNG UND BEURTEILUNG DES VERSICKERUNGSPOTENZIALS</u>	<u>8</u>
3.1 ERMITTLUNG DES VERSICKERUNGSPOTENZIALS (LABORVERSUCHE)	9
3.2 ERMITTLUNG DES VERSICKERUNGSPOTENZIALS (GELÄNDEVERSUCHE)	10
3.3 BEWERTUNG DES VERSICKERUNGSPOTENZIALS / RAHMENBEDINGUNGEN	11
3.4 HINWEISGEBUNG BEZÜGLICH DER NIEDERSCHLAGSWASSERABFÜHRUNG	12
<u>4. CHEMISCHE UNTERSUCHUNG (AUSHUBMATERIAL)</u>	<u>17</u>
4.1 BEWERTUNG DER MISCHPROBE 'MP OBERBODEN'	18
4.2 BEWERTUNG DER MISCHPROBE 'MP ANSTEHENDER BODEN'	19
4.3 UMWELTRELEVANTE BEURTEILUNG DER NUTZUNGSEIGNUNG	19
<u>5. INGENIEURGEOL. BEURTEILUNG DES BAUGRUNDINVENTARS</u>	<u>22</u>
5.1 BODENCHARAKTERISIERENDE LABORVERSUCHE	22
5.2 BAUGRUNDBEURTEILENDE GELÄNDEVERSUCHE (DPL-5)	23
5.3 BODENMECHANISCHE KENNWERTE / BAUGRUNDBEURTEILUNG	24
5.4 BODENKLASSEN / BODENGRUPPEN / FROSTKLASSEN	25
5.5 HOMOGENBEREICHE GEM. VOB TEIL C	26
<u>6. INGENIEURGEOL. HINWEISGEBUNGEN ZUR BAUDURCHFÜHRUNG</u>	<u>27</u>
6.1 GEBÄUDEBAU	27
6.1.1 MAßNAHMENVORSCHLÄGE BEI NICHTUNTERKELLERUNG (PLATTENGRÜNDUNG)	31
6.1.2 MAßNAHMENVORSCHLÄGE BEI NICHTUNTERKELLERUNG (FUNDAMENTGRÜNDUNG)	34
6.1.3 MAßNAHMENVORSCHLÄGE BEI UNTERKELLERUNG (PLATTENGRÜNDUNG)	36
6.2 KANALBAU	39
6.3 STRAßENBAU	43
<u>7. ANLAGEN</u>	<u>47</u>

1. Vorgang / Aufgabenstellung / Lage

Die WEGENER MASSIVHAUS GMBH beabsichtigt die Erschließung eines Baugebietes an der Trakehnerstraße in Paderborn-Schloß Neuhaus für Wohnbebauung (Gemarkung Schloß Neuhaus, Flur 14, Flurstück 362, 363, 364, 365 und 366). Es ist geplant bevorzugt Doppelhäuser zu errichten. Die Beauftragung gliedert sich in folgende Bereiche:

Baugrund: Aufgabe ist die Durchführung einer ingenieurgeologischen Baugrunderkundung und -beurteilung. Hierauf basierend erfolgt eine orientierende Hinweisgebung hinsichtlich der allgemeinen Bebaubarkeit für die zu errichtenden Wohngebäude, Kanäle und der Anliegerstraßen.

Versickerung: Des Weiteren ist das Versickerungspotenzial des Untergrundes mittels Versickerungsversuchen ('Auffüllversuchen') sowie die diesbezüglichen Rahmenbedingungen – im besonderen die Grundwasserstände – zu ermitteln und anschließend zu beurteilen. Bei positiven Ergebnissen ist eine Beispieldimensionierung einer Versickerungsanlage zu errechnen. Es handelt sich hierbei nicht um Detailplanungen. Hydrogeologische Geländemodelle wurden nicht erstellt.

Bauherr / Auftraggeber: WEGENER MASSIVHAUS GMBH
Pagendamweg 7, 33100 Paderborn

Bodengutachter: KLEEGRÄFE GEOTECHNIK GMBH
Holzstraße 212, 59556 Lippstadt

Für die Ausarbeitung steht dem AN ein Lageplan des Baugebietes zur Verfügung.

Gelände (20.09.2016)	- Rammkernsondierungen (Ø 60 – 50 mm)	11 Stück
	- Errichtung einer Grundwassermessstelle DN 50	1 Stück
	- Leichte Rammsondierungen (DPL-5)	11 Stück
	- Einmessung in Höhe und Lage	11 Stück
	- Durchführung Versickerungsversuche	4 Stück
Bodenmechanisches Labor	- Korngrößenanalysen (DIN 18 123)	3 Stück
	- Wassergehaltsbestimmungen (DIN 18 121)	3 Stück
Chemisches Labor	- Parameterumfang LAGA _{Boden} /TR-Boden	2 Stück
	- Betonaggressivität gem. DIN 4030	1 Stück

Tabelle 1: Untersuchungsumfang (Gelände und Labor)

Die Lage der Bohrungen geht aus der Anlage 1.1 (Lageplan) hervor. Nach Bohrende wurden die Bohransatzpunkte lagemäßig eingemessen und höhenmäßig einnivelliert. Als absoluter Höhenfestpunkt diente die Sohle eines Schachtbauwerkes auf der

‘Trakehnerstraße’ (Nr. 7513.0027; Höhe = +110,92 m ü.NN). Der Anlage 8.1 ist eine Fotodokumentation zu entnehmen.

- Lage: Das Areal befindet sich im Nordosten des zu Paderborn gehörigen Ortsteils Schloß Neuhaus in etwa 2 km Entfernung vom Ortskern. Das Baugebiet wird durch die ‘Trakehnerstraße’ (Westgrenze) und den ‘Schatenweg’ (Südgrenze) begrenzt. Nördlich schließt sich die bestehende Wohnbebauung der Straße ‘Westphalenweg’ an. Im Osten besteht ein einzelnes größeres Grundstück.

- Vornutzung: Das Areal ist unbebaut und wird landwirtschaftlich genutzt. Anderweitige Vornutzungen sind nicht bekannt. Verdachtsmomente auf Bodenbelastungen existieren nicht.

- Vorflut: Rund 600 m südsüdöstlich des Areals verläuft die ‘Lippe’ als die relevante Vorflut mit etwa westlicher Entwässerungsrichtung. Der westliche Tallesee befindet sich rund 200 m östlich des Untersuchungsgebietes.

- Morphologisch liegt die Fläche relativ eben vor und weist geringe Höhendifferenzen zwischen den Ansätzen von max. 0,51 m auf. Die Höhenkote bewegt sich um +112,7 m ü.NN bis +113,2 m ü.NN (RStO-Frosteinwirkungszone I).

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

Das Online-Fachinformationssystem ‘Gefährdungspotenziale des Untergrundes in NRW’ des Geologischen Dienstes NRW gibt für das von der Maßnahme betroffene Planquadrat 23843 keine besonderen Gefährdungspotenziale an.

Das Areal ist außerhalb von ausgewiesenen oder geplanten Überschwemmungsgebieten, Heilquellen- oder Trinkwasserschutzzonen gelegen.

Vorbemerkungen: Kenntnisse über das Vorhandensein archäologischer Artefakte und nicht zur Wirkung gelangter Kampfmittel liegen dem AN nicht vor und die diesbezügliche Ermittlung ist nicht Bestandteil der Beauftragung.

Die in diesem Gutachten gemachten Angaben sind ausschließlich projektbezogen zu verwenden. Dieses Gutachten kann und soll kein vorlaufendes, qualifiziertes Baugrundgutachten für ein Ein- oder Mehrfamilienwohnhaus ersetzen.

2. Untergrunderschließung

2.1 Untergrundschichtung / Geologie

Es wurden insgesamt elf Bohrungen teils nach Vorgabe durch den AG und möglichst flächendeckend innerhalb des Gebietes positioniert.

Die Bodenansprache erfolgte durch einen erfahrenen Dipl.-Geologen nach den entsprechenden DIN-Normen. Die Bohrungen wurden zu Schichtprofilen entwickelt und höhenmäßig zueinander in Beziehung gestellt (siehe Schnittdarstellung – Anlage 2.1).

Der Tabelle 2 sind die exakten Mächtigkeitsangaben zu entnehmen.

BS	Ansatz	Mutterboden	Fluviatil-Sand (-Kies)	Grundwasser	Endteufe
BS 1	+113,03	-0,30	ab 0,30	(2,71 = +110,32)	5,00
BS 2	+112,85	-0,55	ab 0,55	(2,65 = +110,20)	5,00
BS 3	+112,82	-0,22	ab 0,22	-	5,00
BS 4	+112,73	-	ab 0,00	(2,30 = +110,43)	5,00
BS 5	+112,71	-0,80	ab 0,80	(1,85 = +110,86)	5,00
BS 6	+113,07	-0,38	ab 0,38	(2,85 = +110,22)	5,00
BS 7	+112,85	-	ab 0,00	2,10 = +110,75	5,00
BS 8	+112,73	-0,32	0,32-2,80 (2,80-3,70) ab 3,70	(2,60 = +110,13)	5,00
BS 9	+113,16	-	ab 0,00	(2,85 = +110,25)	5,00
BS 10	+112,69	-0,80	ab 0,80	(2,40 = +110,29)	5,00
BS/GWM 11	+112,20	-	ab 0,00	2,70 = +109,50	5,00
Ø	+112,80	0,48	-	2,51 = +110,29	5,00

Tabelle 2: Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse; Angaben in m u.GOK / m ü.NN

Die Sondierungen stellen punktuelle Untergrundaufschlüsse dar, daher kann an anderen Stellen ein von den unten gemachten Angaben abweichender Untergrundaufbau vorliegen.

- Geologie: Bis zu den jeweiligen Endteufen wurde ausschließlich Lockermaterial erbohrt. Das tieferliegende und nicht erbohrte oberkretazische Grundgebirge besitzt keine Projektrelevanz. Die Sande stellen pleistozäne Niederterrassensedimente dar. Die 'Mutterböden' und organikführende Sande des oberflächennahen Profils sind dem holozänen Quartär zuzuschreiben.

Obwohl aufgrund des verwendeten Sondendurchmessers nicht erbohrt, muss aufgrund der eiszeitlichen Beeinflussung des Gebietes mit Material in Stein- und ggf. Blockkorngröße innerhalb der gesamten anthropogenen und geogenen Ablagerungen gerechnet werden ('verlorene Geschiebe' und Geschiebe/Findlinge in-situ).

2.2 Grundwasser / Hydrogeologie

Bei den angetroffenen Feuchteverhältnissen handelt es sich um eine zeitliche Momentaufnahme. Langfristige Messdaten liegen eingeschränkt vor (behördliche Messstellen im relativen Nahbereich). Die Geländearbeiten erfolgten in einer 'trockenen' Niederschlagsperiode im Übergang vom Sommer zum Herbst. Die ermittelten GW-Flurabstände stellen somit keinesfalls Hoch- / Maximalstände dar. In niederschlagsintensiveren Perioden ist mit einem deutlich geringeren Grundwasser-Flurabstand zu rechnen (erhebliches Anstiegspotenzial).

Auf den untergrundprägenden Sanden besteht kein nennenswertes Staunäsepotenzial.

In der absoluten Mehrzahl der Bohrungen erfolgte am Untersuchungstag ein Zusammenfall nach Sondenziehung. Bei den zur Tiefe hin generell zunehmenden Bodenfeuchten und den vorliegenden Böden kann aus Erfahrung davon ausgegangen werden, dass die Höhe des Zusammenfalls in etwa den Grundwasserspiegel wiedergibt.

Somit wurde am Untersuchungstag (20.09.2016) 'echtes Grundwasser' bei im Mittel 2,51 m u.GOK angetroffen, was einer mittleren Höhenkote von +110,29 m ü.NN entspricht.

Eine eindeutige Grundwasserfließrichtung kann anhand der Geländedaten des Untersuchungstages nicht festgelegt werden.

► Grundwasser (Grundwassermessstellen): Im Zuge der Geländetätigkeiten wurde am 20.09.2016 an der nordöstlichen Grenze des Areals eine DN 50 (2") Permanent-Grundwassermessstelle als GWM 11 errichtet.

Zusätzlich wird die rund 430 m nordwestlich des Untersuchungsgebietes am 'Ziethenweg' seit 2000 bestehende und seitdem durch die Stadtentwässerungsbetriebe Paderborn (STEB) fortlaufend monatlich eingemessene Grundwassermessstelle STEB 55 (Messstelle 024182394_STEB 55) ausgewertet (197 Einzelmessungen seit 2000).

Als zielführend wird erachtet, nicht den absoluten Höchstwasserstand (als Einzelereignis) zugrunde zu legen, sondern einen mittleren langjährigen Hochwasserstand, der in etwa dem HW 80-Perzentil der GW-Messungen der letzten 15 Jahre entspricht.

Dieser sollte die Grundlage für die Standortauswahl und Art von Versickerungsmöglichkeiten bzw. notwendiger Anpassung der Geländehöhe zur Realisierung von Versickerungsmöglichkeiten darstellen.

Bei Auswertung der zur Verfügung stehenden Daten kann das HW 80-Perzentil auf ein Maß von ca. 0,9 m unterhalb der mittleren aktuellen GOK festgelegt werden, was einer Höhenkote von ca. +111,9 m ü.NN entspricht. Hieraus ergibt sich ein Anstiegspotenzial von rund 1,6 m gegenüber den Verhältnissen vom 20.09.2016.

Im Rahmen von Einzelereignissen kann ein kurzzeitiger GW-Anstieg bis etwa 0,4 m u.GOK nicht ausgeschlossen werden.

Fazit: Ausgehend vom derzeitigen Kenntnisstand wird eine Grundwasserbeeinflussung herkömmlicher Fundamente erwartet. Eine Grundwasserbeeinflussung von Bodenplatten wird – insbesondere bei einer Heraushebung gegenüber dem Urgelände – ausgeschlossen.

Fazit Nichtunterkellerung: Es kann eine seltene GW-Beeinflussung von Fundamenten nicht ausgeschlossen werden. Eine GW-Einflussnahme auf die Bodenplatte wird bei einer Nichtunterkellerung - auch bei einer höhengleichen Gründung zur aktuellen GOK - nicht erwartet.

Fazit Unterkellerung: Das KG unterliegt einer periodischen-permanenten GW-Beeinflussung ('drückendes Wasser'), die entsprechende Abdichtungsmaßnahmen erforderlich machen wird.

Bemessungswasserstand: +111,9 m ü.NN

Die die Wasserdurchlässigkeit bestimmenden k_f -Werte (‘Durchlässigkeitsbeiwerte’) können für die erfassten relevanten Bodenschichten wie folgt abgeschätzt werden:

Bodenart	k_f -Wert in m/s
- Fluviatilsand (‘Flußablagerungen’):	
Fein-/Mittelsand.....	$10^{-3} - 10^{-4}$

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

Allgemeine Merkmale des Wassers / Betonaggressivität: Dem Bohrloch der BS/GWM 11 wurde am 20.09.2016 eine Grundwasserprobe entnommen, welche im Hinblick auf ihre betonangreifende Wirkung nach DIN 4030 untersucht wurde. Die Analytik erfolgte durch das Chemielabor HUK UMWELTLABOR GMBH, Wenden. Das Probenahmeprotokoll ist der Anlage 6.1 und die Analyseergebnisse sind der Anlage 6.2 zu entnehmen.

Als Ergebnis erfolgte eine Einstufung nach DIN 4030 als ‘nicht betonangreifend’ (keine klassifizierungsrelevanten Konzentrationserhöhungen).

3. Ermittlung und Beurteilung des Versickerungspotenzials

Im Rahmen der Erschließung des Areals ist aufgrund des § 51a LWG vorgesehen, das anfallende Niederschlagswasser – bei Eignung der Böden sowie der wasserrechtlichen Bestimmungen – im Untergrund versickern zu lassen. Es ist das Versickerungspotenzial des Untergrundes mittels Versickerungsversuchen (‘Auffüllversuchen’) zu ermitteln und anschließend die relevanten Eckdaten aufzuzeigen. In diesem Zusammenhang ist die Ermittlung der Grundwasserstände sehr wichtig. Bei positiven Ergebnissen ist eine Beispieldimensionierung einer Versickerungsanlage zu errechnen.

Es handelt sich hierbei nicht um Detailplanungen. Hydrogeologische Gelände-modelle wurden nicht erstellt.

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

- *DWA-Regelwerk: Arbeitsblatt DWA-A 138 'Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser' (Ausgabe: April 2005).*
- *'Wasserrundbrief 3 - Niederschlagswasserversickerung' [RdErl. d. Ministeriums für Umwelt, Raumordnung u. Landwirtschaft vom 18. Mai 1998 (IV B 5 – 673/2-29010 / IV B 6 – 031 002 0901) zur Durchführung des § 51a des Landeswassergesetzes LWG für das Land Nordrhein-Westfalen vom 4. Juli 1979 (GV.NW. S. 488) in der Neufassung vom 25. Juni 1995 (GV. NW. S. 926/SGV NW. 77)].*
- *Software zur Anlagendimensionierung: DWA / ATV – Versickerungsexpert, Software zum Arbeitsblatt DWA-A 138 (Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser), Version 4.0/2006.*
- *KOSTRA-DWD 2010 (Version 3.1.3).*

3.1 Ermittlung des Versickerungspotenzials (Laborversuche)

- Korngrößenanalysen (DIN 18 123): Im bodenmechanischen Labor wurden drei Korngrößenanalysen durchgeführt (3 x Siebanalyse), wobei der gründungs- und versickerungsrelevante Fluviatilsand herangezogen wurde (Proben 1/2, 4/5 und 6/4). Die Ergebnisse der Korngrößenanalysen sind in der Tabelle 7 und der Anlage 3.1-3.3 aufgeführt.

Als Ergebnis zeigt sich, dass der Untergrund von einem enggestuften Sand deutlicher Durchlässigkeit geprägt wird (Mittelsand).

- Durchlässigkeit: Die theoretischen Berechnungen des Durchlässigkeitsbeiwertes (Durchlässigkeitskoeffizient) für den untersuchten Sand erfolgten nach BEYER sowie nach HAZEN und ergeben Durchlässigkeiten der Größenordnung von $k_f \sim 4 \cdot 10^{-4}$ m/s bis $5 \cdot 10^{-4}$ m/s (DIN 18 130: 'stark durchlässig') und sind insgesamt als homogen anzusehen.

Die untersuchten Sande weisen keinerlei Staunässepotenzial auf und besitzen eine materialspezifisch ausreichende Versickerungseignung.

3.2 Ermittlung des Versickerungspotenzials (Geländeversuche)

Durchführung der Versickerungsversuche (Feldversuche): Die Versickerungsversuche wurden als hydrostatisches Verfahren (Auffüllversuche) mit konstanter Druckhöhe durchgeführt ('open-end-test').

Für die Durchführung der Versuche wurden die vier Bohrlöcher der BS 2, BS 4, BS 7 und BS 11 herangezogen. Als erster Schritt der Versickerungsversuche erfolgte eine ausreichende Wässerung des jeweiligen Bohrlochprofils zwecks Sättigung des Bodenaufbaus. Im Anschluss erfolgte eine Wassersäulenfestlegung.

Darauf wird die Wasserzugabe pro Zeiteinheit gemessen, welche zur Konstanthaltung dieser o.g. definierten Wassersäulenhöhe benötigt wird.

Die Versickerungsversuche wurden auf der Grundwasseroberfläche durchgeführt, was zulässig ist, solange ausschließlich die Durchlässigkeiten der darüber liegenden Bodenschichten bestimmt werden. Die Ergebnisse der Versickerungsversuche sind in der Anlage 5.1 sowie in der folgenden Tabelle 3 dargestellt.

Versuchspunkt	BS 2	BS 4	BS 7	BS 11
Grundwasser (20.09.2016)	2,71 m u.GOK	2,30 m u.GOK	2,10 m u.GOK	2,70 m u.GOK
Gültigkeitsbereich	1,00-2,71 m	1,00-2,30 m	1,00-2,50 m	1,00-2,70 m
Versickerungsmedium	Fluviatilsand	Fluviatilsand	Fluviatilsand	Fluviatilsand
Versuch 1 (k_f in m/s)	$8,6 \cdot 10^{-4}$	$8,9 \cdot 10^{-4}$	$8,8 \cdot 10^{-4}$	$6,8 \cdot 10^{-4}$
Versuch 2 (k_f in m/s)	$8,6 \cdot 10^{-4}$	$7,5 \cdot 10^{-4}$	$8,8 \cdot 10^{-4}$	$6,8 \cdot 10^{-4}$
Bewertung DIN 18 130	'stark durchlässig'			
MURL Bewertung	Versickerungseignung nach MURL: $k_f > 5 \cdot 10^{-6}$ m/s			

Tabelle 3: Ermittelte Durchlässigkeitsbeiwerte (Geländeversuche)

DIN 18 130-Einstufung: stark durchlässig / durchlässig / gering durchlässig / sehr gering durchlässig

3.3 Bewertung des Versickerungspotenzials / Rahmenbedingungen

► Materialspezifische Bewertung: Die Versickerungsversuche belegen deutliche Durchlässigkeiten der untergrundprägenden Fluviatilsande, die sich durchgängig im Bereich von $k_f > 1 \cdot 10^{-4}$ m/s bewegen (DIN 18 130: 'stark durchlässig').

Hierbei handelt es sich um hohe Durchlässigkeiten im wasserrechtlich zulässigen und bodenphysikalisch ausreichenden Bereich. Es ergibt sich eine gute Übereinstimmung von theoretisch und praktisch ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerten.

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

Es ergibt sich für den Untersuchungstag (20.09.2016) ein mittlerer Flurabstand von 2,51 m u.GOK, was einer mittleren Höhenkote von +110,29 m ü.NN entspricht.

Es besteht ein Anstiegspotenzial, welches aufgrund vorliegender längerfristiger Abstichmessungen recht präzise abgeschätzt werden kann.

Der Bemessungswasserstand wurde auf +111,9 m ü.NN festgelegt.

Demnach darf die Unterkante einer potenziellen Versickerungsanlage nicht tiefer als +112,9 m ü.NN in den Untergrund einbinden.

Unter der Prämisse der Schaffung 'flacher' Versickerungsmulden mit Auftauhöhen von max. 0,2 m sind Versickerungen erst bei Geländehöhen $\geq +113,1$ m ü.NN zulässig. Die mittlere Geländehöhe bewegt sich mit rund +112,8 m noch unterhalb der g.g. Mindesthöhe (Basis: Bohransätze IB KLEEGRÄFE). An Geländetiefpunkten (z.B. Bereich BS 11) sind Versickerungen nur bei einer deutlichen Anhöhung des Geländes zulässig.

Die Mächtigkeit dieser notwendigen Anhöhung kann an den Geländetiefpunkten rund 0,9 m zzgl. Ausgleich zuvor ggf. entfernter Oberböden betragen.

Die g.g. herzustellenden Aufhöhungsmächtigkeiten sind als orientierend anzusehen und müssen bei fortschreitender Planung vermutlich angepasst und konkretisiert werden.

Dies muss in Abstimmung mit der Fachbehörde des Kreises Paderborn erfolgen.

► Bodengenese: Bei den versickerungsrelevanten Sand-Böden unterhalb der Oberbodenschichten handelt es sich um geogene, unauffällige Böden. Schadstoff-

mobilisierungen sind demnach nicht zu befürchten / zu erwarten. Diese Einschätzung wird über die durchgeführten chemischen Untersuchungen belegt.

Fazit: Hydrogeologische / versickerungsrelevante Rahmenbedingungen

• **Boden:** Der prägende Fluviatilsand ($k_f \geq 1 \cdot 10^{-4}$ m/s) ist 'stark durchlässig'. Der enggestufte Sand weist wasserrechtlich zulässige und bodenphysikalisch ausreichende Durchlässigkeiten auf.

• **Grundwasser:** Unter Berücksichtigung des Bemessungswasserstandes (+111,9 m ü.NN) darf die UK einer potenziellen Versickerungsanlage nicht tiefer als +112,9 m ü.NN in den Untergrund einbinden. Unter der Prämisse der Schaffung ausschließlich 'flacher' Versickerungsmulden mit Aufstauhöhen von max. 0,2 m sind Versickerungen bei Geländehöhen \geq +113,1 m ü.NN zulässig. Versickerungen sind somit in einem Teil des Areals nur bei einer entsprechenden Anhöhung des Geländes zulässig.

Aus gutachterlicher Sicht wird eine Versickerung der anfallenden Niederschlagswässer mittels 'flacher' Versickerungsmulden mit einem max. Wasseranstau von 0,2 m angeraten.

3.4 Hinweisgebung bezüglich der Niederschlagswasserabführung

Das Versickerungsmedium stellen ausschließlich die Fluviatilsande. Die Hinweisgebungen berücksichtigen ausschließlich folgende Wässer:

- Niederschlagswasser der Wohngebäude und Garagen (Dachflächen).
- Niederschlagswasser der Wohnstraßen/Anliegerstraßen des Wohngebietes.

Geländeanhöhung: Anhand detaillierter Planungen muss ein Geländeniveau geschaffen werden, welches die Einhaltung der versickerungstechnischen Rahmenbedingungen dauerhaft sicherstellt. Anhand einer detaillierten Höhenaufnahme des Areals sollte ein 'Auftragsplan' erstellt werden, anhand dessen die örtlichen Aufhöhungsmöglichkeiten ausgeführt werden können.

Inwieweit diese Aufhöhungen ggf. als 'Sowieso-Aufwand' im Rahmen der Gestaltung der Verkehrswege/Erschließung zu sehen sind, kann zum aktuellen Kenntnisstand nicht beantwortet werden.

Qualität der zu versickernden Wässer:

- Dachflächenwässer: Die Wohngebäude-Dachflächenwässer werden nach MURL-Erlass als 'unbelastetes' ('unverschmutztes') Niederschlagswasser eingestuft.

- Fahrflächen / Bewegungsflächen / Zufahrten: Die Wässer dieser Flächen werden als 'schwach belastet' ('gering verschmutzt') eingestuft. Die Wässer der Stellplätze und Anliegerstraßen dürfen aufgrund der Reinigung durch die 'belebte Bodenzone' (s.u.) in eine Muldenversickerungsanlage eingeleitet werden.

Angeschlossene undurchlässige Flächen (A_u): Die Unterzeichner gehen pro Wohnhaus von einer jeweiligen Grundfläche von ca. 140 m² inkl. Garage aus (Schätzung). Die Gebäude-Einzugsgebietsfläche beträgt somit geschätzte $A_E = 140$ m². Des Weiteren wird davon ausgegangen, dass die Gebäude mit ziegelbedeckten Schrägdächern errichtet werden (mittlerer Abflussbeiwert $\psi_m = 0,9$). Hieraus ergibt sich eine 'angeschlossene undurchlässige Fläche' A_u von ca. 126 m² für ein Wohnhaus inkl. Garage.

Anpassungen der Muldendimension aufgrund größerer oder kleinerer Flächen können durch Interpolation angeglichen oder kurzfristig nachgereicht werden.

Vorschlag: Versickerung über Mulde mit 'belebter Bodenzone': Vorgeschlagen wird die Schaffung **dezentraler Mulden-Versickerungsanlagen mit einer 'belebten Bodenzone' (d = 20 cm) und einer max. zulässigen Wassertiefe von 20 cm**. Tiefreichende Versickerungsanlagen wie Rigolen / Schächte sind unzulässig und werden nicht weiter betrachtet.

Das zu versickernde Wasser durchläuft bei einer Muldenversickerung folgende Reinigungsstufen:

1. Mulde, Tiefe: 20 cm (Reinigung über Absatz, Sedimentation)
2. 'Belebte Bodenzone', Mindestmächtigkeit: 20 cm (mikrobiologische Reinigung und mechanische Filterwirkung)
3. Sickerraum (Reinigung über Filterwirkung)

Entfernung potenzieller Schluffe / Verlehmungen / organischer Böden / Auffüllungen: Ausschließlich der geogene Fluvatilsand stellt das geeignete Versickerungsmedium. Der gesamte 'Mutterboden' muss im Muldenbereich plus Überstand abgezogen werden. Ebenfalls müssen potenzielle sonstige organische Böden sowie Schluffe, verlehnte Sande und Auffüllungen entfernt werden. Dies sollte durch geeignetes Fachpersonal abgenommen werden. Vorgenannte ungeeignete Böden sind bis auf den geeigneten Geogensand zu entfernen. Angeraten wird eine ingenieur-geologische Planumabnahme.

Erst anschließend kann der Aufbau mit geeignetem Material erfolgen (s.u.). Potenzielle Massendefizite sind mit Geogensand aufzufüllen, welcher im eingebauten Zustand nachweislich eine Durchlässigkeit von $k_f > 10^{-4}$ m/s aufweist. Der Sand muss

locker eingeschoben werden und darf lediglich mit der Baggerschaufel leicht 'angedrückt' werden.

'Belebte Bodenzone': Die Mulden müssen mit einer 0,20 m mächtigen 'belebten Bodenzone' ausgestattet werden. Diese sitzt dem geogenen Fluvialsand auf. Die 'belebte Bodenzone' muss aus einem gut durchlässigen Sand bestehen. Die Durchlässigkeit dieses humifizierten Sandes muss $k_f \geq 6 \cdot 10^{-5}$ m/s im eingebauten Zustand betragen. Die 'belebte Bodenzone' kann durch Saateinmischung des geogenen Fluvialsandes hergestellt werden, da dieser ausreichende Durchlässigkeiten aufweist. Dementsprechend muss kein Material zugekauft/beschafft werden.

Abstände: Es muss ein Mindestabstand von 3 m zu nichtunterkellerten und von 6 m zu unterkellerten Gebäuden / Bauwerken eingehalten werden, sofern diese nicht über entsprechende Abdichtungen verfügen. Versickerungsanlagen müssen des Weiteren einen Mindestabstand von 2 m zu Grundstücksgrenzen einhalten.

Positionierung Versickerungsanlage/-n: Die Positionierung muss unter Berücksichtigung der o.g. Mindestabstände vorgenommen werden. Sinnvoll erscheint eine Positionierung innerhalb der zukünftigen Gartenbereiche.

Durchlässigkeitsbeiwert: Der AN verwendet bei den Dimensionierungsberechnungen aufgrund der Durchströmung der 'belebten Bodenzone' einen Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 6 \cdot 10^{-5}$ m/s, welcher einen deutlichen Sicherheitsabschlag gegenüber den ermittelten Werten beinhaltet.

Details Mulde: Die Böschungsneigung der Mulde darf einen Winkel von 26° (1:2) nicht überschreiten. Die Mulde kann hinsichtlich der Formgebung bei Beachtung der notwendigen Versickerungsfläche frei gewählt werden. Hinzuweisen ist auf die Notwendigkeit von Pflegearbeiten hinsichtlich einer Funktions-Aufrechterhaltung:

- Mahd (Intervall: mindestens jährlich sowie bei Bedarf, Entfernung des Mähgutes).
- Regelmäßige Entfernung von Laub und Störstoffen (im Herbst und bei Bedarf).
- Verhinderung von Auskolkungen im Einlaufbereich (Steinschüttung oder Pflasterung oder widerstandsfähige Vegetation).

Die Mulde darf weder bei der Errichtung noch im späteren Betriebszustand mit schwerem Gerät befahren werden, um schädliche Verdichtungen zu unterbinden.

Die bei der Dimensionierungsberechnung der Mulde angegebene 'verfügbare Versickerungsfläche' (hier: 15 m²) betrifft ausschließlich den horizontalen Sohlbereich der Mulde. Die Böschungen zählen nicht hierzu.

Zulauf: Der Zulauf sollte oberirdisch in offenen Zuleitungsrinnen erfolgen, da ansonsten die hydraulische Muldeneinleitung durch unterirdische Rohre bei Beachtung der Frostsicherheit und der notwendigen Sickerraumhöhe nicht möglich wird.

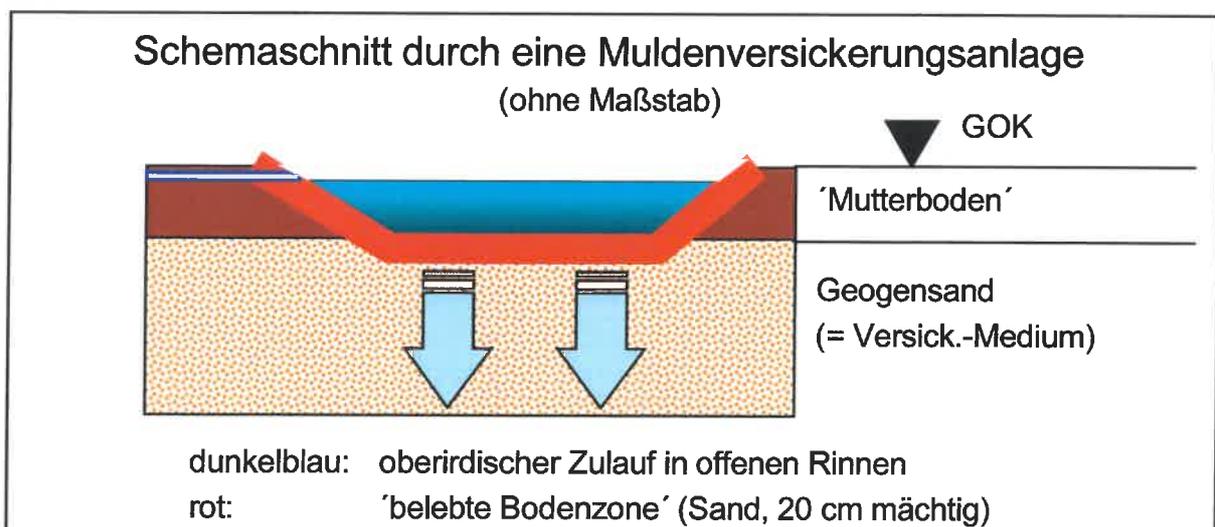
Sicherheitsabschläge: Im Hinblick auf potenzielle Abnahmen der Versickerungsleistung wurden folgende Sicherheitsabschläge berücksichtigt:

- Zugrundelegung von $n = 0,2$ ('5-jähriges Regenereignis').
- Gegenüber den ermittelten Durchlässigkeiten wird bei der Dimensionierung ein abgeminderter Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 6 \cdot 10^{-5}$ m/s angesetzt.
- Es wurde ein Zuschlagsfaktor von $f_z = 1,2$ gewählt (Risikomaß: gering).

Mulden-Dimensionierungsberechnung: In der Anlage 5.2 ist die Dimensionierung einer Mulde nach DWA-A 138 angegeben. Hinsichtlich der Niederschlagspende wurde das Rasterfeld 'Paderborn Nord' (Spalte 23, Zeile 45) herangezogen (KOSTRA-DWD 2010, Version 3.1.3). Bemessungsergebnisse:

- | | | |
|--|------|---|
| - angeschlossene undurchlässige Fläche A_u : | 126 | m ² (Dachfläche WH + Garage) |
| - max. zulässige Muldenwassertiefe: | 0,20 | m |
| - Versickerungsfläche A_s : | 15,0 | m ² |
| - Einstauhöhe z_M : | 0,20 | m |
| - Mächtigkeit 'belebte Bodenzone': | 0,20 | m |
| - notwendiges Speichervolumen V : | 3,00 | m ³ |
| - rechnerische Entleerungszeit t_e : | 0,83 | h ($n = 1$) |
| - rechnerische Entleerungszeit t_e : | 1,87 | h ($n = 0,2$) |

In der folgenden Schemaskizze ist ein Schnitt durch die Muldenversickerung dargestellt.



Potenzielle Stell- und Bewegungsflächen sollten soweit wie möglich mit einem durchlässigen 'Öko-Pflaster' geplant werden, so dass diese nicht an Versickerungsanlagen angeschlossen werden. Innerhalb des 'Öko-Pflasters' stellt sich nach einiger Zeit eine 'belebte Bodenzone' in den durchlässigen Bereichen ein.

Vom AN wird die Verwendung einer der drei folgenden Flächenbefestigungsarten empfohlen:

- Betonpflaster mit Sickeröffnungen (Rasengittersteine, Rasenfugenpflaster).
- Betonpflaster mit Sickerfugen (Dränfugen).
- Betonpflaster mit haufwerksporigen Steinen (Dränsteinen).

Eine regelmäßige Wartung der durchlässigen Pflaster ist notwendig. Bei der Verwendung von 'Öko-Pflaster' erfolgt keine gezielte, punktuelle Eingabe von Versickerungswässern. Es erfolgt gegenüber der ursprünglichen Situation keinerlei Eingabeerhöhung ('Flächenversickerung'). Diese Versickerungsart unterliegt keiner wasserrechtlichen Erlaubnispflicht.

Hinweise zur Versickerung der Straßenwässer: Es existiert die Möglichkeit der Versickerung der anfallenden Straßenwässer über Straßen-Seitengräben. Es handelt sich um 'schwach belastetes' Niederschlagswasser, was eine Vorreinigung über eine 'belebte Bodenzone' notwendig macht.

Der Straßenseitengraben (Tiefe: 20 cm) muss eine 'belebte Bodenzone' in einer Mächtigkeit von 20 cm aufweisen. Wie o.g. müssen alle 'Mutterböden' sowie alle potenziellen bindigen Böden, organischen Böden und Auffüllungen bis auf den gegebenen Fluviatilsand abgezogen werden.

Potenzielle Aufhöhungen müssen mit geeignetem Geogensand erfolgen. Sinnvoll ist eine ingenieurgeologische Abnahme des Einbaumaterials. Die Mulde sollte horizontal ausgebildet sein und bedarf regelmäßiger Pflegearbeiten (s.o.).

Bei Vorlage exakter Straßenflächengrößen kann ein Mulden-System genauer dimensioniert werden.

Für die Vorplanung sind bei angenommenen Straßenbreiten-Varianten von 4,0, 5,0 bzw. 6,0 m und einer Asphalt-Vollversiegelung (mittlerer Abflussbeiwert $\psi_m = 0,9$) sowie bei einer einseitigen Grabenführung jeweils folgende Graben- (= Mulden-) Breiten einzuplanen (jeweils ca. 11 % der Straßenfläche):

- Straßenbreite 4 m: horizontale Graben-/Muldenbreite: ca. 0,45 m
- Straßenbreite 5 m: horizontale Graben-/Muldenbreite: ca. 0,55 m
- Straßenbreite 6 m: horizontale Graben-/Muldenbreite: ca. 0,65 m

4. Chemische Untersuchung (Aushubmaterial)

- Bodenbelastungen: Bei der Bodenansprache konnten keine Auffüllungen und keine auffälligen Inhaltsstoffe erkannt werden, sodass es sich höchstwahrscheinlich um eine unbelastete Fläche handelt.

Hinzuweisen sei darauf, dass sich diese Aussage selbstverständlich ausschließlich auf die gewonnenen Bodenproben bezieht.

Um bei Abfuhr der Böden Aussagen zur Wiederverwendungsfähigkeit treffen zu können wurden beauftragungsgemäß chemische Untersuchungen auf den Parameterumfang gemäß LAGA_{Boden}/TR-Boden durchgeführt (siehe unten).

Methodik / Parameterumfang: Die Parameterauswahl (siehe Tabelle 4) erfolgte unter orientierenden Gesichtspunkten.

Feststoffanalysen (Boden)	
- Parameterumfang LAGA_{Boden} , Feststoff + Eluat; 2 Stück	<p><u>MP Oberboden</u> (Fläche MP 1 und MP 2 0,00 – 0,35 m u.GOK)</p> <p><u>MP anstehender Boden</u> (1/2 + 1/3 + 2/2 + 3/2 + 4/2 + 5/2 + 6/2 + 7/2 + 8/2 + 9/2 + 10/2 + 11/2)</p>

Tabelle 4: Analysenparameter / Probenauswahl

Für die Bewertung der Nutzungseignung wurde in zwei Teilflächen des Areals jeweils Bodenmaterial aus Tiefen von 0,00 – 0,10 m u.GOK und 0,10 – 0,35 m u.GOK gewonnen (jeweils 20 flächendeckend verteilte Einstiche). Im Labor wurde aus den vier Teilproben nachträglich und anteilig die Mischprobe 'MP Oberboden' zusammengestellt.

Es wurde weiterhin das Material der gewachsenen/geogenen Böden in der entsprechend benannten Mischprobe 'anstehender Boden' zusammengefasst. Hierbei handelt es sich um Material, welches bei Neuerrichtung von Straßen/Kanälen sowie bei allgemeinen Baumaßnahmen im Umfeld aufgenommen werden muss. Die Analysen erfolgten auf den Parameterumfang gemäß LAGA_{Boden}.

Die chemischen Analysen führte das die notwendigen Zulassungen besitzende Chemielabor HUK UMWELTLABOR GMBH, Otto-Hahn-Straße 2 in 57482 Wenden, durch. Sämtliche Labor-Analysenberichte sind als Kopie der Anlage 7.1 zu entnehmen.

Die Boden-Bewertung erfolgt hinsichtlich einer Wiedereinbaubeurteilung/-zulässigkeit nach der folgenden Richtlinie:

- die *Technischen Regeln - Ländergemeinschaft Abfall: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen* (LAGA-Richtlinie M 20, Stand 1997ff und die 'Technische Regel Boden' TR Boden, Stand 05.11.2004).

4.1 Bewertung der Mischprobe 'MP Oberboden'

- Zuordnung nach LAGA_{Boden} (Feststoff + Eluat)

Die Analyse ergab keine nennenswerten Auffälligkeiten. Die Geringstunterschreitung des nicht schadstoffrelevanten Parameters 'pH-Wert' (Meßwert pH = 6,43; Grenzwert LAGA Z0: 6,50) wird in diesem Zusammenhang gutachterlicherseits als tolerierbar angesehen.

Die Erhöhung des Organikparameters TOC ist im vorliegenden Fall eindeutig auf die enthaltenen Mutterbodenanteile zurückzuführen und somit nicht klassifizierungsrelevant, da ausschließlich geogene/gewachsene Böden ohne mineralische Fremdbestandteile vorliegen.

Das Bodenmaterial der Mischprobe MP Oberboden kann somit in die LAGA_{Boden}-Zuordnungs-kategorie Z0 (uneingeschränkter offener Einbau) eingestuft werden.

In der 'LAGA-Richtlinie M 20, Stand 1997ff' bzw. in den 'Technischen Regeln für die Verwertung von Bodenmaterial TR Boden, Stand 05.11.2004' wird Bodenmaterial wie folgt definiert: „Bodenmaterial im Sinne dieser Technischen Regeln ist Material aus Böden im Sinne von § 2 Abs. 1 BBodSchG und deren Ausgangssubstrate, jedoch ohne Mutterboden¹ (AS 17 05 04)“. Die Fußnote 1 besagt, dass sich „Mutterboden“ (bzw. humoses Oberbodenmaterial) aufgrund seines Humusgehaltes nicht für die von der TR Boden erfassten Verwertungsmöglichkeiten eignet. Die TR Boden sieht als mögliche Verwertung für „Mutterböden“ das Auf- oder Einbringen auf oder in eine durchwurzelbare Bodenschicht oder die Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht, wobei jeweils die Anforderungen des § 12 BBodSchV zu beachten sind.

Alternativ zur Einstufung gemäß LAGA_{Boden}/TR-Boden sollte hier für die analysierten Oberbodenproben somit die gemäß LAGA TR Boden vorgeschlagene und in NRW relevante 'Vollzugshilfe zu §12 BBodSchV' der Bund-Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz (Stand 2002) angewendet werden.

Die nach der Vollzugshilfe zu §12 BBodSchV für Oberböden heranzuziehenden Vorgewerte für Metalle und organische Stoffe (sog. 70 %-Werte) werden für die relevante Bodenart 'Sand' durchgängig eingehalten. Ein Wiederaufbringung auf landwirtschaftliche Flächen ist damit zulässig.

Die Wiederaufbringung des Oberbodenmaterials wird gegenüber einer Wiederverwendung nach LAGA (und insbesondere einer Deponierung nach DepV) somit favorisiert.

Gesamtfazit MP Oberboden: LAGA_{Boden} Z0; Aufbringung auf landwirtschaftliche Flächen gem. § 12 BBodSchV zulässig

4.2 Bewertung der Mischprobe 'MP anstehender Boden'

- Zuordnung nach LAGA_{Boden} (Feststoff + Eluat)

Die Analyse ergab keine nennenswerten Auffälligkeiten. Die Geringstunterschreitung des nicht schadstoffrelevanten Parameters 'pH-Wert' (Meßwert pH = 6,45; Grenzwert LAGA Z0: 6,50) wird in diesem Zusammenhang gutachterlicherseits als tolerierbar angesehen.

Das Bodenmaterial der Mischprobe 'MP anstehender Boden' kann somit in die LAGA_{Boden}-Zuordnungs-kategorie Z0 (uneingeschränkter offener Einbau) eingestuft werden.

Gesamtfazit 'MP anstehender Boden': LAGA_{Boden} Z0

4.3 Umweltrelevante Beurteilung der Nutzungseignung

Veranlassung: Die zu erschließenden Flächen werden zukünftig als Kinderspielfläche und/oder Wohngebiet genutzt werden. Aus diesem Grunde wurde der zukünftige Garten-/Spielbereich oberflächennah flächendeckend beprobt, auf seine Schadstoffführung untersucht und im Hinblick auf die zukünftige sensible Nutzung als Kinderspielfläche beurteilt.

Auffälligkeiten: Bei den Bohrungen sowie bei den ergänzenden Entnahmen konnten im Untersuchungsgebiet keinerlei Auffüllungen oder in nennenswertem Umfang umgelagerte Böden angetroffen werden.

Das Bohrgut wurde auf umweltgeologisch auffällige Inhaltsstoffe kontrolliert. Der Grobkornanteil setzt sich ausschließlich aus Naturstein (Kiesel) zusammen.

Konkrete Hinweise auf potenzielle Verunreinigungen liegen somit nicht vor.

Methodik / Parameterumfang: Die Vorgehensweise erfolgt in Anlehnung an das *Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG)* und an die *Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV)*. Die Probenahme wurde nach den Vorgaben der *Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV)* durchgeführt.

Bei der Festlegung der Beprobungstiefen für den relevanten Wirkungspfad ‚Boden – Mensch‘ werden die in Tabelle 5 genannten Beprobungstiefen zugrundegelegt.

Wirkungspfad	Nutzung	Beprobungstiefe
Boden - Mensch	Kinderspielfläche, <u>Wohngebiet</u>	0-10 cm ¹ 10-35 cm ²

1) Kontaktbereich für orale u. dermale Schadstoffaufnahme, zus. 0-2 cm bei Relevanz d. inhalativen Aufnahmepfadens.
 2) 10-35 cm: durchschnittliche Mächtigkeit aufgebracht Bodenschichten; zugleich max. von Kindern erreichbare Tiefe.

Tabelle 5: Nutzungsorientierte Beprobungstiefe zum Wirkungspfad Boden – Mensch

Es wurden innerhalb von zwei Teilflächen im oberflächennahen Profilbereich für die Probematerialgewinnung flächendeckend ‘Einstiche’ mit einem Handbohrgerät von 0-0,10 m u.GOK bzw. von 0,10-0,35 m u.GOK durchgeführt (MP 1/1a und MP 2/2a, siehe Probenahmeprotokolle, Anlage 7.2)

Der Profilbereich 0,00-0,35 m u.GOK (**Geogenboden, sandig**) wurde zu der o.g. Mischprobe ‘MP Oberboden’ zusammengefasst und der Analyse zugeführt.

Aus den o.g. LAGA-Untersuchungen wird ergänzend der Parameterumfang der ‘Vorsorgewerte’ (‘Vorsorgewerte für Metalle’ und ‘Vorsorgewerte für organische Böden’) und der ‘Prüfwerte’ nach BBodSchV abgeleitet.

Bewertungsgrundlagen: Die Bewertung erfolgt gemäß nachfolgender Verordnung: *Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung – BBodSchV* (vom 12.07.1999, letzte Änderung: 31.08.2015), wobei primär die Vorsorgewerte und ergänzend die untersuchten Parameter auf die sensibelsten Prüfwerte (Nutzungsart ‘Kinderspielflächen’) herangezogen werden.

Parameter (mg/kg)		Analyse MP Oberboden (0,00-0,35 m)	Vorsorge- werte (Sand) Humus < 8 %	Prüfwerte (Kinderspiel- Flächen)
polycycl. aromat. Kohlenwasserstoffe (PAK ₁₆)		< 1 mg/kg	3,0 mg/kg	-
Benzo(a)pyren (BaP = PAK-Anteil)		< 0,01 mg/kg	0,3 mg/kg	2 mg/kg
polychlorierte Biphenyle (PCB ₆)		< 0,01 mg/kg	0,05 mg/kg	0,4 mg/kg
Schwermetalle	Kupfer	< 10 mg/kg	20 mg/kg	-
	Blei	10,6 mg/kg	40 mg/kg	200 mg/kg
	Cadmium	0,21 mg/kg	0,4 mg/kg	2* mg/kg
	Zink	25,9 mg/kg	60 mg/kg	-
	Chrom	10,4 mg/kg	30 mg/kg	200 mg/kg
	Nickel	< 10 mg/kg	15 mg/kg	70 mg/kg
	Quecksilber	<0,1 mg/kg	0,1 mg/kg	10 mg/kg

Tabelle 6: Analysenergebnisse u. Vorsorge-(Bodenart: Sand) sowie Prüfwerte (Kinderspielflächen) der BBodSchV; * gemäß Fußnote der BBodSchV aufgrund der Flächennutzung durch Kinder

Die vorliegenden Analysen der orientierenden Beprobung dokumentieren eine unauffällige Schadstoffsituation im Bereich der überplanten Fläche. **Es konnten keine bewertungsrelevanten Schadstoff erhöhungen in den Böden nachgewiesen werden.**

Für den Aufbau der Gärten- oder Spielflächen ergibt sich somit keinerlei Notwendigkeit zur Durchführung ergänzender Maßnahmen, z.B. zur Unterbindung des Wirkungspfad des Boden-Mensch.

Empfehlungen / Sicherungsmaßnahmen: Vom untersuchten Bodenmaterial der Probe 'MP Oberboden' kann bei angestrebter Folgenutzung als 'Wohngebiet' oder 'Kinderspielfläche' nach derzeitigem Kenntnisstand eine Gefährdung des Schutzgutes 'menschliche Gesundheit' ausgeschlossen werden.

Es besteht keine Notwendigkeit zur Durchführung umfangreicher Maßnahmen zwecks Unterbindung des Wirkungspfad des 'Boden-Mensch' (⇒ Kind).

Insgesamt kann zum aktuellen Kenntnisstand aus gutachterlicher Sicht einer Nutzung der Fläche für Wohnbebauung bedenkenlos zugestimmt werden.

Sonstige Hinweisgebungen:

- Die durchzuführenden Arbeiten sollten zu Dokumentationszwecken auch mit der zuständigen Behörde abgestimmt werden.

5. Ingenieurgeol. Beurteilung des Baugrundinventars

5.1 Bodencharakterisierende Laborversuche

- Korngrößenanalysen (DIN 18 123): Es wurden drei Korngrößenanalysen durchgeführt (3 x Siebanalyse), wobei der gründungs- und versickerungsrelevante Fluviatilsand herangezogen wurde (Proben 1/2, 4/5 und 6/4).

In den Anlagen 3.1-3.3 sind die ermittelten Kornverteilungen als Kornsummenkurven graphisch dargestellt. Die Ergebnisse der Korngrößenanalysen sind in der Tabelle 7 aufgeführt.

Probe / (Genese)	Profilber. m u.GOK	Ton (%)	Schluff (%)	Sand (%)	Kies (%)	d ₁₀ (mm)	k _r -Wert (m/s)*	Wassergehalt w
1/2 (S)	0,50-1,80	2		98	-	0,20	~4x10 ⁻⁴	3,8 %
4/5 (S)	2,60-3,80	1		87	12	0,21	~5x10 ⁻⁴	13,9 %
6/4 (S)	2,45-3,20	1		88	11	0,20	~4x10 ⁻⁴	15,7 %

Tabelle 7: Ergebnisse der Korngrößenanalysen/Wassergehaltsbestimmungen

Genese: S = Fluviatilsand; **fett** = prägend; * k_r-Wertbestimmung: bei nicht bindigen Böden nach BEYER / HAZEN

DIN 18 130-Einstufung: **stark durchlässig** / **durchlässig** / **gering durchlässig** / **sehr gering durchlässig**

Der Untergrund wird geprägt von enggestuften Sanden deutlicher Durchlässigkeit.

- Bodenbezeichnung nach DIN 4022 und Bodenklassen nach DIN 18 196:

- 1/2: Mittelsand, feinsandig (DIN 18 196: SE)
- 4/5: Mittelsand, feinsandig, schwach kiesig (DIN 18 196: SE)
- 6/4: Mittelsand, feinsandig, schwach kiesig (DIN 18 196: SE)

- Durchlässigkeit: Die theoretischen Berechnungen des Durchlässigkeitsbeiwertes (Durchlässigkeitskoeffizient) für den untersuchten Sand erfolgten nach BEYER sowie nach HAZEN und ergeben Durchlässigkeiten der Größenordnung von k_r = 4 * 10⁻⁴ m/s bis 5 * 10⁻⁴ m/s (DIN 18 130: 'stark durchlässig'). Die untersuchten Sande weisen damit kein relevantes Staunässepotenzial auf.

- Frostempfindlichkeit (ZTVE-StB): Die untersuchten Sande sind der Klasse F 1 zugehörig ('nicht frostempfindlich').

- Ungleichförmigkeit: Aufgrund der durchweg niedrigen Ungleichförmigkeitszahl von U < 3 wird der untergrundprägende Sand nach DIN 1054 als 'gleichförmig' eingestuft. Deutlich wird eine enge Stufung der Sande, was eine sog. 'Verdichtungsunwilligkeit' verursacht. Hinsichtlich einer Nachverdichtungseignung fällt dies negativ auf.

- Wassergehaltsbestimmungen (DIN 18 121): Die ermittelten Wassergehalte der untersuchten Sandproben von $w = 3,8 / 15,7 \%$ belegen eine klare Abhängigkeit von der Tiefenlage (Anlage 4.1 - 4.3). Somit kann für die tiefergelegenen Proben 4/5 und 6/4 eine Grundwasserbeeinflussung belegt werden. Die oberflächennahe Probe 1/2 steht nicht unter Grundwassereinfluss.

Fazit: Die untergrundprägende und gründungsrelevante Einheit stellt ein enggestuftes, schwach kiesiger, feinsandiger Mittelsand. Das frostunempfindliche Material weist eine hohe Durchlässigkeit auf. Es handelt sich um einen Baugrund mittlerer Güte.

5.2 Baugrundbeurteilende Geländeversuche (DPL-5)

Die Untersuchungen erfolgten in Anlehnung an DIN 4094 sowie EN ISO 22476-2 und TP BF-StB Teil B15.1 und wurden mit der sog. Leichten Rammsonde durchgeführt (DPL 5 = 'Dynamic Probing Light' 5; 5 cm² Spitzenquerschnitt).

Die Leichten Rammsondierungen im Nahbereich zu den Bohrungen BS 1-11 durchgeführt (Beispiel: BS 1 / DPL 1). Die Ergebnisdarstellung erfolgte in der Gegenüberstellung Schlagzahl pro 10 cm Eindringtiefe n_{10} gegen Tiefe.

Die Rammdiagramme der DPL sind in der Anlage 2.1 grafisch dargestellt und den Rammkernsondierungen gegenübergestellt. Ausgewertet werden nur die Abschnitte unterhalb der ohnehin abzuschubenden 'Mutterböden'.

⇒ Fluviatilsand des oberflächennahen bis mittleren Profils (bis ca. 3,0/4,0 m u.GOK): Der hangende und mittlere Sand weist mehrheitlich Schlagzahlen von weitgehend $n_{10} < 10-15$ auf. Dies entspricht einer zumeist mitteldichten Lagerung. Die 'enge Stufung' der Sande und die ab ca. 2,5 m u.GOK bestehende Grundwassererfülltheit sind in dieser Aussage berücksichtigt.

Diese Böden sind in erster Linie die auszuführenden Gewerke (Gebäude-, Straßen- und Kanalbau) von Interesse.

Neben vereinzelt geringmächtigen Auflockerungen können lokal tiefreichende Auflockerungszonen wie im Bereich der BS 4 vorliegen. Hier muss bis > 3 m u.GOK mit locker gelagerten Sanden gerechnet werden.

⇒ Fluviatilsande des tieferen Profils (ab ca. 3,0/4,0 m u.GOK): Die Sande des mittleren und tieferen Profils führen weitgehend hohe bis sehr hohe Schlagzahlen von $n_{10} > 15-30$. Dies entspricht umgerechnet einer mitteldichten Lagerung. Dieser Sand weist eine Baugrundeignung auf. Aufgrund seiner Tiefenlage besitzt er allenfalls bei Unterkellerungen und beim Kanalbau Gründungsrelevanz.

5.3 Bodenmechanische Kennwerte / Baugrundbeurteilung

BODENART	γ_k (kN/m ³)	γ'_k (kN/m ³)	φ'_k (°)	c'_k (kN/m ²)	$E_{s,k}$ (kN/m ²)
neu eingebaute Schotterung: Kies, sandig, schwach schluffig; dicht	22,0	14,0	37,5	0	RW 80.000
Fluviatilsand (aufgelockert): Mittelsand, feinsandig, schwach kiesig; +/- locker	17,0 - 17,5	9,0 - 9,5	30,0	0	12.000 - 20.000 RW 15.000
Fluviatilsand (ungestört): Mit- telsand, feinsandig, schwach kiesig; mitteldicht	18,0	10,0	32,5	0	20.000 - 30.000 RW 25.000
Fluviatilsand (tieferliegend): Mittelsand, feinsandig, schwach kiesig; +/- dicht	18,5 - 19,5	10,5 - 11,5	35,0	0	30.000 - 45.000 RW 35.000

Tabelle 8: Charakteristische Bodenkenngrößen der relevanten Bodenarten

γ_k = Wichte des erdfuchten Bodens

γ'_k = Wichte d. Bodens unter Auftrieb

φ'_k = Reibungswinkel des drainierten Bodens

RW = Rechenwert

c'_k = Kohäsion des drainierten Bodens

$E_{s,k}$ = Steifeziffer

5.4 Bodenklassen / Bodengruppen / Frostklassen

Schichtglieder (Grobgliederung)	Boden- klassen (DIN 18 300 _{alt})	Homogen- bereiche (DIN 18300: 2016-09)	Gruppensymbol (DIN 18 196)	'Frostklasse' ZTVE-StB	Boden- lösung
'Mutterboden'*	1	Nr. 1	OH	F 2	'Löffel- bagger'
Fluviatilsand*	3, u.U. 2		SE/SU	F 1	
Fluviatilkies	3		GW/GU	F 1	

Tabelle 9: Bodenklassen, Bodengruppen, Frostklassen

* = bei Wassersättigung bewegungsempfindlich

Erläuterung Tabelle 9

nach DIN 18 300 _{alt}	Bodenklasse 1: Oberboden ('Mutterboden')	
	Bodenklasse 2: fließende Bodenarten	
	Bodenklasse 3: leicht lösbare Bodenarten	
Homogenbereiche (DIN 18300: 2016-09)	Nr. 1:	Eigenschaften siehe Tabelle 10
nach DIN 18 196	OH	grob- bis gemischtkörnige Böden mit Beimengungen humoser Art
	SE	enggestufte Sande
	SU	Sand-Schluff-Gemische
	GW	weitgestufte Kies-Sand-Gemische
	GU	Kies-Schluff-Gemische
nach ZTVE-StB 09	F 1	nicht frostempfindlich
	F 2	gering bis mittel frostempfindlich

Es ist davon auszugehen, dass die Lösung der relevanten Geogenbereiche mindestens bis zu den jeweils erreichten Endteufen mittels 'normalen' Löffelbagger-Einsatzes möglich sein wird (Bodenklassen 1 – 3, überwiegend 3).

Eine Aufnahme der Bodenklassen 6 und 7 in die Ausschreibung empfiehlt sich als Eventualposition für die Bergung von Geschieben/Findlingen, die aufgrund der eiszeitlichen Beeinflussung des Gebietes nicht gänzlich ausgeschlossen werden können. Bodenklasse 7 z.B. beinhaltet (neben Fels) auch Blöcke mit einem Kugeldurchmesser > 0,6 m (> 0,1 m³ Rauminhalt).

5.5 Homogenbereiche gem. VOB Teil C

Die Festlegung von Homogenbereichen (Tabellen 10) erfolgt für das Gewerk 'Erdarbeiten' gem. DIN 18300:2016-09 im Hinblick auf die anzusetzende **Geotechnische Kategorie GK 1** und beschränkt auf einen Aushub der Böden. Für das auszuführende Gewerk 'Verbauarbeiten' gem. DIN 18303:2016-09 gelten die Angaben analog. Grundlage ist der Einsatz eines ausreichend starken Baggers zur Bodenlösung bzw. der Einsatz der in Kapitel 6 genannten Verbauarten im Homogenbereich Nr. 1.

Sollten diesbezüglich andere Gerätschaften oder Verfahren zum Einsatz kommen, so wird um Mitteilung gebeten, um die Homogenbereiche entsprechend anpassen zu können.

Der abzuschiebende Oberboden ist nach DIN 18320 ohnehin gesondert zu behandeln und wird daher in der Tabelle 10 nicht aufgeführt.

Nr. nach VOB	Kennwert/Eigenschaft	Wertebereich
2a, 2b	Anteil Steine und Blöcke	< 10 %
2c	Anteil große Blöcke	<< 1 %
6	undrainierte Scherfestigkeit	0 kN/m ²
9	Konsistenz	n.b.
12	Plastizitätszahl	n.b.
14	Lagerungsdichte I _D	~ 0,10 bis > 0,50
20	Bodengruppen	SE, SU, GW, GU
21	Ortsübliche Bezeichnung	Niederterrasse

Tabelle 10: Kennwerte für Homogenbereich Nr. 1 (Abgrenzung siehe Tabelle 9)

n.b. = nicht bestimmbar

6. Ingenieurgeol. Hinweisgebungen zur Baudurchführung

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

6.1 Gebäudebau

Dem AN lag keine Information über eine Bauweise mit oder ohne Unterkellerung vor. Grundsätzlich sind sowohl Gebäudeerrichtungen mit als auch ohne Unterkellerung möglich.

Annahme Gründungshöhen / Vorschlag OKFF EG-Höhe: Es wird von einer vollflächigen Umsetzung der in Kapitel 3 genannten Anhebung des Geländes auf mindestens +113,1 m ü.NN ausgegangen (zukünftige GOK = +113,1 m ü.NN).

Bezüglich des Gebäudebaus wird bei einer Unterkellerung von einer Gründungsteufe auf ca. 3,0 m unter zukünftiger GOK und bei einer Nichtunterkellerung von einer Gründungsteufe auf ca. 0,2 m u.GOK (Plattengründung) bzw. auf ca. 0,8 m u.GOK (Fundamentgründung) ausgegangen. Ebenso wird von einer geringfügigen Heraushebung der OKFF EG über die zukünftige GOK ausgegangen (ca. 0,2 m).

Eckdaten zur angenommenen Höhengestaltung:

- zukünftige GOK nach Anhöhung	+113,10 m ü.NN
- OKFF EG Plangebäude (Annahme)	+113,30 m ü.NN
- UK Bodenplatte (Nichtunterkellerung)	+112,90 m ü.NN
- UK Fundamente (Nichtunterkellerung)	+112,30 m ü.NN
- UK KG Bodenplatte (Unterkellerung)	+110,10 m ü.NN
-	

Boden- und Grundwasserverhältnisse:

- Nichtunterkellerung - Bodenplatte: Nach Abtrag der 'Oberböden' liegt verbreitet das zur Geländeanhöhung verwendete Material oder der gewachsene Fluvialsand auf Erdplanum vor. Während das Aufhöhungsmaterial in zumindest mitteldichter Lagerung vorliegen wird, muss bei den Geogensanden von lockeren bis mitteldichten Lagerungsverhältnissen ausgegangen werden. Eine GW-Einflussnahme auf die Bodenplatte ist bei einer Nichtunterkellerung nicht zu erwarten.

- Nichtunterkellerung - Fundamente: Nach Abtrag der 'Oberböden' liegt noch stellenweise das zur Geländeanhöhung verwendete Material und überwiegend der gewachsene Fluviatilsand auf Erdplanum vor. Während das Aufhöhungsmaterial in zumindest mitteldichter Lagerung vorliegen wird, muss bei den Geogensanden von (tiefreichend) lockeren bis mitteldichten Lagerungsverhältnissen ausgegangen werden. Eine periodische GW-Einflussnahme auf die Fundamente kann nicht ausgeschlossen werden.
- Unterkellerung: Es steht durchgängig der Fluviatilsand an. Dieser weist mehrheitlich eine mitteldichte bis dichte Lagerung auf. Lokal können Auflockerungen bestehen. Bei einer Unterkellerung unterliegt das KG einer permanenten GW-Beeinflussung ('drückendes Wasser').

Kurzfassung: Der relevante Untergrund weist projektbezogen überwiegend eine ausreichende Gründungseignung für eine Flachgründung / Fundamentgründung auf. Grundsätzlich sollte auf einem organikfreien/-armen Fluviatilsand gegründet werden, der zumindest mitteldicht gelagert vorliegen muss.

- Nichtunterkellerung Bodenplatte: Es wird ein Lastabtrag über eine bewehrte Bodenplatte vorgeschlagen (Vorplanung: charakt. Beanspruchung $\sigma_{E,k} \leq 100 \text{ kN/m}^2$). Bei einer Nichtunterkellerung wird eine Heraushebung der OKFF EG oberhalb der zukünftigen GOK angenommen (ca. 20 cm oberhalb der GOK). Es sollte eine Mindeststärke von 30 cm an Güteschotterunterbau gewährleistet werden (Stichwort Kapillarbrechung). Hierbei handelt es sich weitgehend um 'Sowiesokosten' infolge der Oberbodenentfernung und Geländeanhöhung.
- Nichtunterkellerung Fundamente: Es wird ein Lastabtrag über umlaufende und innere Streifenfundamente vorgeschlagen (Vorplanung: charakt. Beanspruchung $\sigma_{E,k} \leq 150 \text{ kN/m}^2$). Die Bodenplatte sollte 'freitragend' als Decke ausgeführt und nur mit einem 'kapillarbrechenden' Unterbau versehen werden. Die Fundamente können weitgehend direkt auf den anstehenden Sanden oder zuvor eingebautem Aufhöhungsmaterial gegründet werden.
- Unterkellerung: Es steht ein organikfreier/-armer Sand an. Es wird eine Plattengründung und Abdichtung gegen 'drückendes' Wasser angeraten (Vorplanung: charakt. Beanspruchung $\sigma_{E,k} \leq 150 \text{ kN/m}^2$). Eine Unterkellerung bedingt eine bauzeitliche GW-Absenkung.

Im Bauflächen- und Lastabtragsbereich sind alle organischen Böden vollständig zu entfernen und durch Schotter bzw. ein geeignetes Kies-Sand-Gemisch zu ersetzen. Wichtig: Vergleichmäßigung der Lagerungsdichten (Nachverdichtung).

Allgemeine Maßnahmenvorschläge

‘Mutterboden’: Der Oberboden, potenzielle Auffüllungen und bindige sowie organische Böden müssen vollständig entfernt werden.

Potenzielle Massendefizite im Bodenplattenbereich müssen lagenweise (max. Lagenstärke 30 cm) mit Güteschotter oder geeignetem, abgestuftem und verdichtungsfähigem Kiessand (bindiger Anteil < 5 %) ersetzt werden.

Wichtig ist die sorgfältige Kontrolle des Geogenplanums auf deutliche organische Bestandteile und/oder Auffüllungen sowie deren vollständige Entfernung.

Aushub: Sehr wichtig ist, dass der gründungsrelevante Sand durch die Auskoffering nicht in seiner natürlichen Lagerung gestört wird. Daher muss die Ausschachtung mit einer Baggerschaufel ohne Zähne (‘Schneidbestückung’ / ‘Flachlöffel’) ohne Auflockerungen durchgeführt werden. Es muss bei der Auskoffering rückschreitend und beim Schottereinbau ‘vor-Kopf’ gearbeitet werden, um die Baufläche nicht durch Fahrzeugbefahrung zu zerstören. Der Sand auf Aushubniveau muss nachverdichtet werden und sollte nicht befahren werden. Es darf ausschließlich ein Minibagger auf Schotter innerhalb der Baugruben verkehren. Störungen der natürlichen Lagerung sind aufzunehmen und durch Schotter zu ersetzen.

Böschchen/Verbau: Nach DIN 4124 muss ab Baugrubenteufen > 1,25 m geböscht / verbaut werden. Die vorliegenden Böden können – soweit sie in einem nicht wassergesättigten bzw. entwässerten Zustand vorliegen – mit einem max. Böschungswinkel von $\beta = 45^\circ$ geböscht werden.

G.g. Angaben setzen voraus, dass die Böden nicht wassergesättigt bzw. entwässert vorliegen (Maßnahmen zur Wasserhaltung siehe unten). Staunässeerfüllte / wassergesättigte Bereiche dürfen nicht geböscht werden und erfordern einen Verbau nach DIN 4124. Die Böschungskanten sollten auf einer Mindestbreite von $b \geq 2$ m lastfrei gehalten werden. Die Böschungen sind mittels windgesicherter Folie vor witterungsbedingten Aufweichungen/Erosion zu schützen.

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

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

Höhengleiche Gründung Wohnhaus / Garage: Bei Anbindung einer Garage an ein Wohnhaus wird eine Fugentrennung und höhengleiche Gründung notwendig. Sollte das Plan-Wohnhaus unterkellert und die Plan-Garagenanlage ohne Unterkellerung geplant werden, muss im Anbindebereich eine abgetreppte Fundamenttieferführung der Streifenfundamente (Garage / Nichtunterkellerung) eine höhengleiche Gründung gewährleisten. Seitliche Lasteinträge sind zu vermeiden oder von statischer Seite zu prüfen und konstruktiv zu berücksichtigen.

Bei einer Plattengründung der Garage muss im Anbindebereich eine tiefergeführte Betonscheibe bis UK Bodenplatte WH reichen.

Diese Betonscheibe darf keinen Kraftschluss zum WH besitzen und sollte einen gleichartigen Unterbau wie die Platte des KG Wohnhaus erhalten. Die Tieferführungen müssen aus Fundamentbeton (mind. C20/25 oder höherwertig) bestehen.

Verdichtungsüberprüfung: Die ordnungsgemäße und ausreichende Verdichtung des Mineralgemisches muss mittels Verdichtungsüberprüfung vor Gründung kontrolliert werden. Auf OK Schotter Bodenplattenbereich müssen Plattendruckversuche eine Verdichtung von $E_{v2} \geq 60-80 \text{ MN/m}^2$ nachweisen (je nach statischen Erfordernissen und Bauweise).

Frostschutzmaßnahmen: Bei einer Unterkellerung existiert eine ausreichende Frostsicherheit. Es ist bei einer Nichtunterkellerung in frostsicherer Tiefe zu gründen bzw. bei einer Plattengründung (Nichtunterkellerung) eine gebäudeumlaufende 'Frostschutzschürze' aus Beton oder alternativ aus Güteschotter einzubringen. Sofern im Zuge der Geländeanhöhung entsprechend frostsicheres Material in ausreichender Mächtigkeit (UK > 0,8 m unter zukünftiger Außen-GOK) eingebaut worden ist, muss keine gesonderte Frostschutzschürze errichtet werden. Dies gilt auch für Garagenbauten.

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

Der organikfreie Fluviatilsand kann bei bindigen Anteilen < 15 % wieder eingebaut werden. Der Sand sollte jedoch nicht als Oberbau für Bewegungs- / Stellflächenbereiche verwendet werden. Da der organikfreie Sand infolge seiner engen Stufung eine 'Verdichtungsunwilligkeit' aufweist, sollte bei Einbau in lastabtragenden Berei-

chen die Verdichtungseignung/-fähigkeit durch Mischung mit einem Schotter erfolgen, um eine breitere Stufung herzustellen (Mischungsverhältnis Schotter-Sand = 1:2). Die einzelnen Lagenmächtigkeiten dürfen 0,30 m nicht überschreiten und müssen jeweils ordnungsgemäß verdichtet werden.

Trockenhaltung der Gebäudebauwerke und Betonqualität: Angeraten werden fortgesetzte Pegelmessungen der vorhandenen Grundwassermessstellen. Die Ergebnisse dieser Messungen müssen bei den Hinweisgebungen der Trockenhaltung berücksichtigt / eingearbeitet werden

6.1.1 Maßnahmenvorschläge bei Nichtunterkellerung (Plattengründung)

Massendefizit nach Oberbodenabzug: Der 'Mutterboden' ist in einem ersten Schritt vollständig aufzunehmen. Angeraten wird die Verwendung einer 'Glattschneide' / 'Schneidbestückung', damit der Geogensand auf Erdplanum nicht in seiner natürlichen Lagerung gestört wird.

Unter der Annahme eines üblichen Bodenplatten-Gesamtaufbaus von ca. 0,4 m sowie der 'Heraushebung' der OKFF EG (mind. 0,20 m oberhalb der zukünftigen GOK, s.o.) existiert aufgrund der hohen Oberbodenstärke (i.M. 0,48 m) ein i.M. ca. 0,6 m starkes Massendefizit zwischen hergestelltem Erdplanum und UK Bodenplatte.

Bauzeitliche Wasserhaltung: Bei ähnlichen Feuchteverhältnissen wie am Untersuchungstag (20.09.2016) wird die Vorhaltung einer 'offenen Wasserhaltung' ausreichend sein.

Bodenplattenbereich: Zunächst muss das vom Oberboden freigelegte sandige Erdplanum sorgfältig nachverdichtet werden. Hierdurch muss der im Hangenden teils locker gelagerte Sand in eine mitteldichte Lagerung überführt werden.

Das Massendefizit zwischen UK Bodenplatte und freigelegtem Erdplanum (i.M. ca. 0,6 m, s.o.) muss mit geeignetem Material lagenweise eingebaut (max. Lagenstärke: 30 cm) und ordnungsgemäß verdichtet werden (100 % Proctordichte). Angeraten wird die Verwendung von Güteschotter oder von geeignetem, verdichtungsfähigem und abgestuftem Kies-Sand-Gemisch (bindiger Anteil < 5 %).

Sollte Kiessand als Aufbaumaterial verwendet werden, so muss für die oberen 30 cm unterhalb der Bodenplatte Güteschotter (z.B. 0/45 mm HKS) verwendet werden.

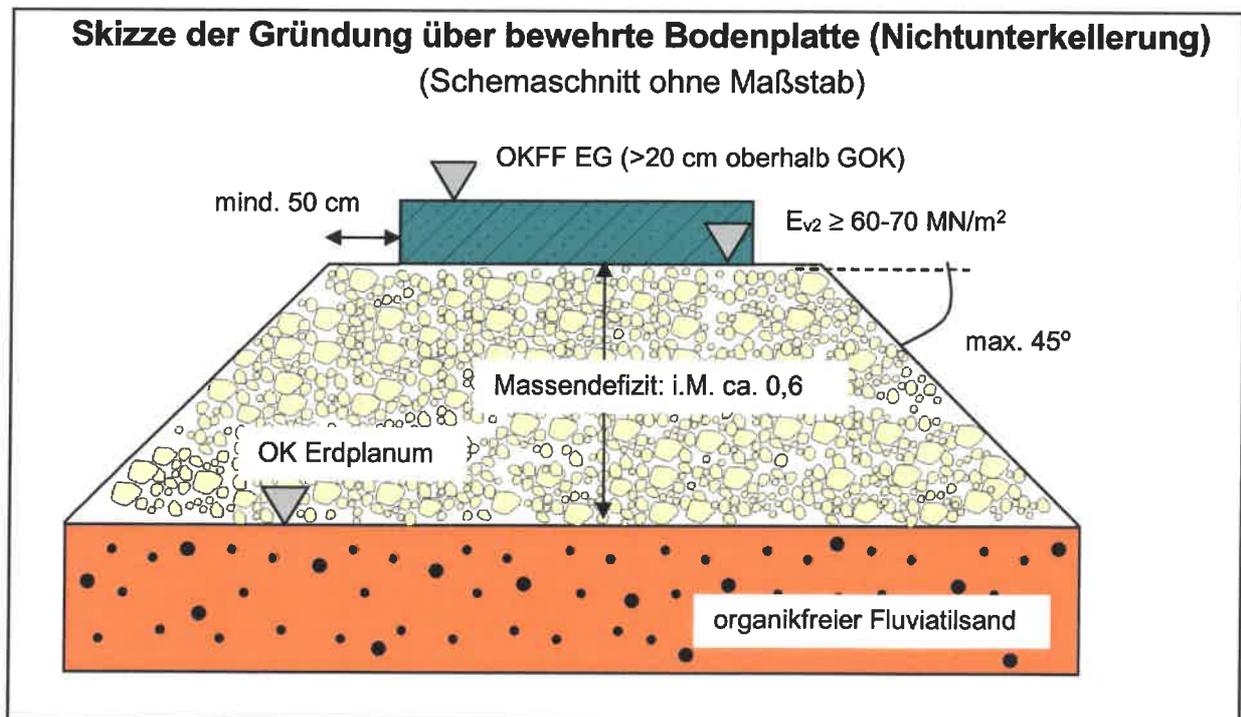
Grundsätzlich darf der Schotter-Unterbau nicht weniger als 30 cm betragen (Mindeststärke / Kapillarbrechung).

Auf OK Schotter (Bodenplatte) muss ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 60-70 \text{ MN/m}^2$ nachgewiesen werden (in Abhängigkeit der statischen Erfordernisse).

Gründungsempfehlung: Aufgrund der notwendigen Oberbodenentfernung und Aufhöhung existiert ein deutliches Massendefizit zwischen UK Bodenplatte und freigelegtem Erdplanum. Dieses Massendefizit muss mit Güteschotter aufgebaut werden. Idealerweise wird dieser Massendefizitaufbau als Tragschicht für eine lastabtragende Bodenplatte genutzt.

Aus g.g. Gründen wird die Gründung über eine **bewehrte Bodenplatte** empfohlen. Das Wohnhaus sowie eine potenziell anbindende Garage sollten ihre Lasten über eine gleichartige Gründung abtragen.

In der folgenden Schemaskizze ist der o.g. Aufbau Bodenplattenbereich dargestellt.



Außenseitiger Horizontalüberstand: Der Einbau des Güteschotters muss zu einwandfreien Verdichtbarkeit im außenseitigen Überstandsbereich erfolgen. Der Horizontalüberstand (Außenkante Bodenplatte – OK Abtreppung Schotter zur Garten-seite) muss mindestens 0,5 m betragen. Der Güteschotter muss am außenseitigen Ende des genannten mindestens 0,5 m breiten Überstandes abgetrepppt unter max. 45° gegen die Horizontale einfallen.

Bodenpressung / Bettungsmodul (Bodenplatte: Angaben der Eingangsparameter für die FEM-Berechnung): Die Berechnung der Fundamentplatte sowie der

Setzungen und Sohldruckverteilung erfolgt von Seiten der Statik nach der Finite-Elemente-Methode (FEM).

Es werden die bodenmechanischen Eingangsparameter (siehe Tabelle 8), das relevante Schichtmodell (30 cm Güteschotter über 30 cm Kies-Sand-Gemisch über Geogensand / mitteldicht) sowie orientierende Setzungsberechnungen zwecks Erhaltung eines Eingangs-Bettungsmoduls geliefert.

Diese Setzungsberechnungen dienen lediglich der Gewinnung eines Eingangs-Bettungsmoduls und müssen durch die FEM spezifiziert werden.

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

Als Unterbau wird ein Schotterpaket der Stärke von mind. 30 cm angesetzt. Bei der Berechnung wird ein GW-Flurabstand von 3,0 m u. OKFF EG berücksichtigt.

Die charakteristische Beanspruchung des Baugrundes wird auf $\sigma_{E,k} = 100 \text{ kN/m}^2$ ($\sim \sigma_{R,d} = 145 \text{ kN/m}^2$) geschätzt. Die Ergebnisse der Berechnungen sind der Tabelle 11 zu entnehmen.

Die angegebene charakteristische Beanspruchung sollte ohne Rücksprache mit dem IB KLEEGRÄFE zunächst nicht überschritten werden.

charakteristische Beanspruchung $\sigma_{E,k}$ / Unterbau	'Ersatzfläche'	Setzung s	Bettungsmodul k_s
$\sigma_{E,k} = 100 \text{ kN/m}^2$ mind. 30 cm Güteschotter	1,0 x 12,0 m	ca. 0,5 cm	19,2 MN/m ³

Tabelle 11: Orient. Setzungsberechnung Eingangs-Bettungsmodul (Plattengründung)

Bei den genannten Setzungen handelt es sich um die Gesamtsetzungen, welche in dem relevanten Baugrund innerhalb gleichartig gegründeter Bauteile ohne größere Setzungsunterschiede auftreten.

Bettungsmodul: Es sollte für das Schotterplanum zunächst ein Bettungsmodul von k_s ca. 15 MN/m³ angenommen werden. Da der Bettungsmodul anhand der tatsächlich anfallenden Lasten berechnet wird, ist der angegebene Wert lediglich als Einstiegsgröße für die weiteren statischen Berechnungen nach der 'Finite-Elemente-Methode' zu sehen.

Trockenhaltung: Es wird keine Grundwasser-Beeinflussung der Bodenplatte erwartet. Die einzubauende Schotterung fungiert dazu als 'kapillarbrechende

Schicht'. Es wird somit eine Abdichtung des Bauwerkes gegen Erdfeuchte nach DIN 18 195-4 ausreichen (Lastfall 'Bodenfeuchte und nicht stauendes Sickerwasser').

Unabhängig von diesem Vorschlag sollten die übrigen Hinweise der DIN 18 195 ("Bauwerksabdichtung") beachtet werden

6.1.2 Maßnahmenvorschläge bei Nichtunterkellerung (Fundamentgründung)

Alternativ wird eine **Streifenfundamentgründung** betrachtet. Die EG-Bodenplatte sollte von der Statik als 'freitragende' Decke gerechnet werden. Dort können dann organische Böden verbleiben. Es sollte lediglich eine kapillarbrechende Guteschotterlage der Stärke von 15 cm eingebaut werden.

Die Streifenfundamentgräben können vom Rohplanum der Bodenplatte gezogen werden. Vermutlich weisen die Böden eine kurzfristige Standfestigkeit auf, so dass lediglich die hangenden Bereiche geringfügig geböscht werden müssen (System 'Erdschalung').

Die Aushubbereiche sollten ingenieurgeologisch abgenommen werden.

Unmittelbar nach Freilegung und Abnahme muss der Fundamentbeton gegossen werden. Die Gräben dürfen nicht längere Zeit frei offen stehen.

Bauzeitliche Wasserhaltung: Bei ähnlichen Feuchteverhältnissen wie am Untersuchungstag (20.09.2016) wird die Vorhaltung einer 'offenen Wasserhaltung' ausreichend sein.

Streifenfundamentgründung: Bemessungswert des Sohlwiderstandes (orientierende Beispielsberechnungen): Anhand der in der Tabelle 8 angegebenen Bodenkennwerte wurden orientierend voraussichtliche Setzungen der Streifenfundamente berechnet. Es wird ein Lastabtrag auf einem organikfreien Fluviatilsand, ein Bemessungswert des Sohlwiderstandes für die Vorplanung von $\sigma_{R,d} = 315 \text{ kN/m}^2$ und eine größte Fundamentlänge von 12 m (= vermutlich längste Wandscheibe) angenommen. Die ausreichende Grundbruchsicherheit muss im Rahmen einer Einzeluntersuchung jeweils individuell nachgewiesen werden. In der Tabelle 12 sind die zu erwartenden Setzungen aufgeführt.

Der Bemessungswert des Sohlwiderstandes von $\sigma_{R,d} = 315 \text{ kN/m}^2$ sollte ohne Rücksprache mit dem IB KLEEGRÄFE zunächst nicht überschritten werden.

Streifenfundamente (Länge = 12 m)		
Einbindung		ca. 1,0 m u. OKFF / ca. 0,8 m u. GOK
Gründungsmedium		organikfreier Fluviatilsand (+/- mitteldicht)
Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$		Vorplanung $\sigma_{R,d} = 315 \text{ kN/m}^2$
Gesamtsetzung S_g bei Fundamentbreite b	$b = 0,30$	$S_g = \text{ca. } 0,6 \text{ cm}$
	$b = 0,40$	$S_g = \text{ca. } 0,8 \text{ cm}$
	$b = 0,50$	$S_g = \text{ca. } 1,0 \text{ cm}$
	$b = 0,60$	$S_g = \text{ca. } 1,1 \text{ cm}$
	$b = 0,70$	$S_g = \text{ca. } 1,2 \text{ cm}$
	$b = 0,80$	$S_g = \text{ca. } 1,4 \text{ cm}$

Tabelle 12: Setzungsbeträge (Streifenfundamente)

Trockenhaltung der Gebäudebauwerke und Betonqualität. Es wird keine Grundwasser-Beeinflussung der Bodenplatte erwartet. Die einzubauende Schotterung fungiert dazu als 'kapillarbrechende Schicht'. Es wird somit eine Abdichtung des Bauwerkes gegen Erdfeuchte nach DIN 18 195-4 ausreichen (Lastfall 'Bodenfeuchte und nicht stauendes Sickerwasser').

Die periodische Grundwasserbeeinflussung der Streifenfundamente / Beton-Frostschürzen muss bei der Auswahl der Betonsorte berücksichtigt werden (Stichwort: Expositionsklassen).

Unabhängig von diesem Vorschlag sollten die übrigen Hinweise der DIN 18 195 ("Bauwerksabdichtung") beachtet werden.

6.1.3 Maßnahmenvorschläge bei Unterkellerung (Plattengründung)

Wasserhaltung: **Wichtig ist die aktuelle Ermittlung des GW-Flurabstandes vor Beginn der Arbeiten. Mittels Lotung der im Nahbereich hergestellten Grundwassermessstellen und lokaler Baggerschürfe sind vor Beginn der jeweiligen Ausschachtungsarbeiten der exakte GW-Flurabstand zu ermitteln und die genauen, evtl. gegenüber u.g. Hinweisen veränderten Maßnahmen festzulegen.**

Die Verhältnisse zum Zeitpunkt der Geländearbeiten (deutliches Anstiegspotenzial) lassen eine geringumfängliche Grundwasserabsenkung notwendig werden.

Es wird von einem notwendigen Aushub von ca. 3,0 m u. zukünftiger GOK ausgegangen.

Die Verhältnisse bei den Geländearbeiten zugrunde gelegt, bedeutet dies eine 'drückende' Wassersäule von bis zu ca. 0,2 m auf das Aushubniveau. Das vorhandene Grundwasser muss bis mindestens 0,5 m unter Aushubniveau bauzeitlich abgesenkt werden. Dies bedingt eine abzusenkende Wassersäule von ca. 0,7 m. Es wird jedoch in aller Deutlichkeit darauf hingewiesen, dass es sich bei den ermittelten GW-Ständen nicht um Hochstände handelt, welche in niederschlagsergiebigere Perioden deutlich ansteigen können.

Der AN schlägt eine bauzeitliche Wasserhaltung mittels Vakuumlansen vor. Die deutlich vorhandene Gefahr eines 'hydraulischen Grundbruchs' wird ganz erheblich reduziert und es besteht eine größere Sicherheit gegenüber Grundwasseranstiegen nach Niederschlagsereignissen. Von großer Wichtigkeit ist der Vorlauf dieser Anlage vor Beginn der Auskofferungsarbeiten.

Nach Auskofferung wird der flächige Einbau von Schotter in einer Stärke von ca. 15 cm als Flächenfilter angeraten (Schutz gegen Ausspülungen). Der Flächenfilter sollte offen in einem zentral anzulegenden Pumpensumpf entwässert werden.

Die um die Baufläche positionierten Lanzen müssen permanent in Betrieb bleiben, bis der notwendige Gegendruck gegen Auftrieb vorliegt.

Es sollte hierfür eine Firma beauftragt werden, welche ausreichende Erfahrungen mit Vakuum-Grundwasserabsenkungen besitzt. Lanzenabstand, Vakuumdruck und Vorlaufzeit sind von der ausführenden Firma zu bestimmen, da diese Faktoren geräteabhängig sind. Die hierfür benötigten Eckdaten (Durchlässigkeit, Bodenverhältnisse, etc.) sind diesem Gutachten zu entnehmen, weshalb das Gutachten den angefragten Firmen zur Angebotskonkretisierung zur Verfügung stehen sollte. Letztlich erfolgt die Gerätewahl nach Wahl des Auftragnehmers.

Bezüglich der Einleitung der bei der GW-Absenkung anfallenden Wässer in den öffentlichen Kanal und/oder ein offenes Gewässer ist die Erlaubnis bei den Stadtentwässerungsbetrieben Paderborn (STEB) bzw. bei der Unteren Wasserbehörde des Kreises Paderborn zu beantragen.

Die absenkende Firma hat zu gewährleisten, dass durch die absenkenden Maßnahmen keine schädigenden Auswirkungen (Setzungen) an Nachbarbauwerken eintreten.

Die Angabe von Absenkreichweiten und möglichen Einleitmengen ist aufgrund des frühen Stadiums der Planungen nicht sinnvoll.

Vorschlag Gründungsart / Bauweise: Angeraten wird ein Lastabtrag über eine bewehrte Bodenplatte.

Aufgrund der permanenten Grundwasser-Beeinflussung des KG ('drückendes Wasser von außen') muss dieses nach DIN 18 195-6 (Abschnitt 8) oder in Wannenausbauweise mit druckwasserfestem WU-Beton abgedichtet werden (sog. 'weiße Wanne', Nachweis der Rissbreitenbeschränkung nach DIN 1045).

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

Unabhängig hiervon sollten die übrigen Hinweise der DIN 18 195 ('Bauwerksabdichtung') beachtet werden.

Gründung: Die KG-Gründung erfolgt bei Betrachtung der Bohrergebnisse auf einem mitteldicht gelagerten Mittelsand bzw. auf dem o.g. 15 cm Schotter (Flächenfilter, s.o.). Neben der Funktion als Flächenfilter dient der Schotter als verdichtungsfähige Auflage, um die 'verdichtungsunwilligen' Sande nachzuverdichten. Zwecks Homogenisierung der Lagerungsdichten muss eine sorgfältige Nachverdichtung der Sande erfolgen (mind. 100 % der einfachen Proctordichte). Der Sand muss mittels 'Schneidbestückung' gelöst werden, um unnötige Auflockerungen zu vermeiden. Potenzielle bindige Böden und organische Bildungen auf Aushubniveau müssen vollständig entfernt und durch Schotter ersetzt werden.

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

Es werden die bodenmechanischen Eingangsparameter (siehe Tabelle 8), das relevante Schichtmodell sowie orientierende Setzungsberechnungen zwecks Erhaltung eines Eingangs-Bettungsmoduls geliefert.

Diese Setzungsberechnungen dienen lediglich der Gewinnung eines Eingangs-Bettungsmoduls und müssen durch die FEM spezifiziert werden.

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

Des Weiteren wird von einer Gründung auf ca. 3,0 m unter zukünftiger GOK auf einem mindestens mitteldicht gelagerten Fluviatilsand ausgegangen.

Die o.g. Filterschicht im Sandbereich (15 cm Schotter) wird bei der Berechnung nicht angesetzt. Die charakteristische Beanspruchung des Baugrundes wird auf $\sigma_{E,k} = 150 \text{ kN/m}^2$ geschätzt ($\sim \sigma_{R,d} = 210 \text{ kN/m}^2$).

charakteristische Beanspruchung	'Ersatzfläche'	Setzung s	Bettungsmodul k_s
$\sigma_{E,k} = 150 \text{ kN/m}^2$	1,0 x 12,0 m	ca. 0,8 cm	18,6 MN/m ³

Tabelle 12: Orient. Setzungsberechnungen Eingangs-Bettungsmodul (Plattengründung KG)

Bei den genannten Setzungen handelt es sich um die Gesamtsetzungen, welche in dem relevanten Baugrund innerhalb gleichartig gegründeter Bauteile ohne größere Setzungsunterschiede auftreten.

Bettungsmodul: Es sollte für das Schotterplanum zunächst ein Bettungsmodul von k_s ca. 15 MN/m³ angenommen werden. Da der Bettungsmodul anhand der tatsächlich anfallenden Lasten berechnet wird, ist der angegebene Wert lediglich als Einstiegsgröße für die weiteren statischen Berechnungen nach der 'Finite-Elemente-Methode' zu sehen.

6.2 Kanalbau

Planung / Annahme: Regenwässer werden vor-Ort versickert. Daher erfolgt ausschließlich die Verlegung von Schmutzwasserkanälen. Details wie Material und Nennweitendurchmesser liegen dem AN nicht vor.

Die Kanalsohlen der Schmutzwasserkanäle in der 'Trakehnerstraße' liegen im Niveau von ca. +109,7 bis +110,5 m ü.NN und entwässern zweigeteilt in nördlicher bzw. südlicher Richtung. Bezogen auf die zukünftige GOK im Untersuchungsgebiet von +113,1 m ü.NN ergibt sich damit ein Verlegefenster für die Kanalsohle von ca. 2,5-3,3 m u.GOK (2,9 m +/- 0,4 m).

Boden-/Grundwasserverhältnisse auf verm. Kanal-Gründungsniveau: Laut Bohrerergebnissen steht auf dem angenommenen Sohlniveau weitgehend ein Fluviatilsand an (locker bis mitteldicht gelagert). Der überwiegende Aushubanteil wird von den Bodenklassen 1 und 3 bzw. von Böden des Homogenbereiches Nr. 1 gebildet ('Löffelbaggereinsatz').

Ausgehend von den Verhältnissen am Untersuchungstag verlaufen die Sohlbereiche teilweise unterhalb der GW-Spiegelfläche. Es sei auf das deutliche Anstiegspotenzial gegenüber den ermittelten Verhältnissen hingewiesen. Es muss mit 'drückenden' Wassersäulen auf den Kanalsohlbereichen gerechnet werden.

Wasserhaltung: Ausgehend von den Verhältnissen am Untersuchungstag wird eine GW-Absenkung notwendig. Das Grundwasser muss bis 0,5 m unter Aushubniveau abgesenkt werden.

Bei den GW-Ständen zum Zeitpunkt der Geländearbeiten bedingt dies Absenkhöhen von bis zu ca. 0,7 m. G.g. Absenkhöhe wird bei den vorliegenden Böden mittels einer 'offenen Wasserhaltung' nicht zu erzielen sein.

Bei den vorliegenden Bodenverhältnissen (Fein- / Mittelsand) bietet sich die Absenkung durch ein Vakuumverfahren an (vorlaufende Vakuum-Spüllanzen). Es sollte hierfür eine Firma beauftragt werden, welche ausreichende Erfahrungen mit Vakuum-Grundwasserabsenkungen besitzt. Es sollten immer nur kurze Trassenabschnitte abgesenkt werden.

Ob beidseitig des Kanalgrabens Vakuumlanzen eingespült werden sollten, ist von der ausführenden Firma zu konkretisieren. Von großer Wichtigkeit ist eine ausreichende Vorlaufzeit der Vakuumanlage.

Es empfiehlt sich, vor Beginn der Baumaßnahme den Grundwasser-Flurabstand in den vorhandenen Grundwassermessstellen sowie in örtlich anzulegenden Bagger-schürfen zu aktualisieren, um u.U. die notwendigen Maßnahmen anzupassen.

Die absenkende Firma hat dafür Sorge zu tragen, dass die GW-Absenkung keine schädigenden Auswirkungen auf Bauwerke ausübt (Stichwort: Setzungsschäden). Bezüglich der Einleitung der bei der GW-Absenkung anfallenden Wässer in den öffentlichen Kanal und/oder ein offenes Gewässer ist die Erlaubnis bei den Stadtentwässerungsbetrieben bzw. bei der Unteren Wasserbehörde zu beantragen.

Bei nochmals größeren GW-Flurabständen als zum Zeitpunkt der Geländearbeiten (z.B. bei Tiefständen im Sommer) wird u.U. bereichsweise eine 'offene Wasserhaltung' oder eine 'verstärkte offene Wasserhaltung' ausreichen.

In diesem Fall sollten an beiden Trassen-Außenseiten schmale Sammelgräben verlegt werden, innerhalb welcher Drainagerohre zu tieferliegenden Pumpensümpfen führen. Hiermit ist eine kurzzeitige und lokale Grundwasserabsenkung durchführbar und der Wasserandrang kontrollier- und regulierbar. In den wasserabführenden Gräben sollte ein filterstabiles Schotterbett eingelegt werden, um die Ausschwemmung von bindigen und feinsandigen Anteilen zu vermeiden. Wichtig ist, dass die Pumpensümpfe keinen zu großen Abstand untereinander aufweisen. Auf diese Weise wird – vergleichbar einem Schwerkraftbrunnen – eine zeitweilige GW-Absenkung vorgenommen. Sollte in betreffendem Abschnitt eine 'verstärkte offene' Wasserhaltung angedacht werden, so muss vor Durchführung der Maßnahme der aktuelle GW-Stand in den Pegeln sowie in Baggerschürfen ermittelt und die Anwendbarkeit einer 'offenen Wasserhaltung' geklärt werden.

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

Verbau Trassenbereich: Nach Wahl des AN. Bei GW-Ständen deutlich unterhalb des Sohlbereiches bzw. bei Anwendung eines 'geschlossenen Systems' zur Wasserhaltung (z.B. Vakuum-Filterlanzen) besteht alternativ zur raumgreifenden Anlage von 45°-Böschungen (ausschließlich in Bereichen ohne Bestandsgefährdung) auch die Möglichkeit eines Verbaus der entwässerten Böden mit herkömmlichen 'Grabenverbauplatten' (Normverbau gemäß DIN 4124). Dies bedingt jedoch bei einer GW-Beeinflussung der relevanten Tiefen die vorlaufende GW-Absenkung bis mindestens 0,5 m unterhalb des Aushubniveaus.

Verbau Bauwerkbereich: Bei GW-Ständen unterhalb des Sohlbereiches ist eine Verbausicherung nach Wahl des AN ausreichend.

Bei GW-Ständen deutlich oberhalb des Sohlbereiches wird – sollte keine vorlaufende Vakuumanlage zum Einsatz kommen – aufgrund der gegebenen Verhältnisse zumindest bei größeren Ausschachtungstiefen und gedungenen Baugruben (z.B. Schacht-

bauwerke) ein verformungsarmer Verbau mittels 'Schloss-Spundbohlen' angeraten, wobei eine Mindestrammtiefe von 5 m u.GOK, vermutlich tiefer, vorhanden ist. Aufgrund der Schlösser der Spundbohlen existiert ein minimaler seitlicher Wasseranfall. Angeraten wird in diesem Fall eine Vakuum-Grundwasserabsenkung. Wichtig ist die ausreichende Tiefe der Absenkung, damit sich die Überschneidung / Schnittlinien der Absenktrichter unterhalb der Baugrubensohle befinden (Vermeidung eines hydraulischen Grundbruches).

Auftriebsicherheit: Aufgrund der bei herkömmlichen Gründungsteufen permanenten Lage des SW-Kanals im Grundwasserschwankungsbereich sind die Kanäle gegen Auftrieb zu sichern. Die Auftriebsicherheit beträgt mind. $n_a = 1,1$.

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

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

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

In Abhängigkeit vom konkreten DN-Maß erhöht sich somit die Bettungsschichthöhe. Bei typischen Schmutzwasserkanal-Durchmessern von DN 250 wird empfohlen eine durchgängige Bettungsschicht in einer Stärke von 15 cm einzubauen ('untere Bettung' gemäß Bettung Typ 1 n. ATV-DVWK A 139).

Bei Rohrdurchmessern von DN 200-600 ist eine Bettung aus verdichtungsfähigem Material mit einem Größtkorn von $< 40 \text{ mm}$ herzustellen (z.B. 0/32 mm Güteschotter), welches ordnungsgemäß verdichtet werden muss (Verdichtungsgrad: $> 97 \%$ Proctordichte).

Der Aushub sollte mit 'Schneidbestückung' erfolgen, um unnötige Auflockerungen zu vermeiden.

Sowohl die Bettungsschicht als auch die u.U. notwendig werdende Stabilisierungsschicht müssen im Druckausbreitungswinkel des Kanals / Bauteils eingebracht werden (Mineralgemisch 45°).

Sollten entgegen der Bohrerergebnisse bindige Böden aus Sohlniveau vorliegen, so sind Aufweichungen nach Aushub aufzunehmen und gegen Schotter auszutauschen. Je

nach konkreter Konsistenz der bindigen Böden auf Aushubniveau wird ergänzend der Einbau einer Stabilisierungsschicht notwendig (z.B. 0/32 oder 0/45 mm Güteschotter, Stärkenfestlegung bei Abnahme).

Organische Böden sowie Restmächtigkeiten an geringmächtigen Schlufflagen müssen entfernt und durch Schotter ersetzt werden. Die Sande müssen nachverdichtet werden. Der Sohlbereich sollte ingenieurgeologisch abgenommen werden.

Nachfolgend werden die vorzuschlagenden Maßnahmen für die SW-Plantrasse tabellarisch kurz zusammengefasst (Tabelle 13):

Kanal / Trasse	Schmutzwasserkanal
Wasserhaltung	geschlossen
Verbau	geböscht oder Normverbau
Gründung	15 cm Schotterpolster 0/32 mm
Grabenverfüllung	V 1-Material gem. ZTV-A StB
Verdichtung im Graben	dynamisch
Verdichtung im Oberbau	dynamisch

Tabelle 12: Maßnahmen für Schmutzwasserkanalverlegung in 'offener Bauweise'

Rohrleitungszone und Grabenverfüllung: Nur bei Rohrleitungen mit Fuß kann auf ein Sandbett verzichtet werden.

Für die Leitungszone muss ein steinfreier, möglichst sandiger Boden verwendet werden.

Unter Beachtung des vermutlich oberhalb der Kanaltrasse verlaufenden Verkehrsweges wird zur Vermeidung von späteren Setzungsdifferenzen empfohlen, den Kanalgraben mit nichtbindigem, wasserwirtschaftlich unbedenklichem, raumbeständigem und verdichtungsfähigem Material zu verfüllen.

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

Alternativ kann der enggestufte, organikfreie SE-/SU-Sand (Aushubmaterial) bei einem geringen bindigen Anteil (< 15 %) in Mischung mit einem Schotter (Verhältnis Schotter-Sand = 1:2 bis 1:3) in Lagen von max. 30 cm eingebaut werden. Stärker bindige Sande dürfen nicht eingebaut werden.

Bei Unklarheiten hinsichtlich der Wiedereinbaueignung sollte der Bodengutachter hinzugezogen werden.

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

Bodenpressung: Es sollte auf dem Gründungsniveau eine charakteristische Beanspruchung des Baugrundes von $\sigma_{E,k} = 200 \text{ kN/m}^2$ in diesem Bereich nicht überschritten werden, um Setzungsunterschiede auf den Kanalstrecken zu vermeiden.

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

6.3 Straßenbau

Planung: Vermutlich wird lediglich ein Wohnweg innerhalb des Baugebietes errichtet werden. Denkbar sind sowohl Bauweisen mit Schwarzdecke, als auch mit Pflaster.

Zugrundeliegende Richtlinie: *Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen - RStO 12* (FGSV - Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Infrastrukturmanagement, Ausgabe 2012).

Einstufung Belastungsklasse (Annahme): Angaben zu den Belastungsklassen liegen nicht vor. Nach der RStO 12 (*'Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen'*, Ausgabe 2012) ist die zu errichtende Straße vermutlich folgender Verkehrs- / Straßenart zugehörig:

- Wohnstraße (Baugebiet): *'Wohnweg / Wohnstraße (unterer Bereich)'* (Bk0,3)

Sollten die vorgenannten (angenommenen) Einstufungen nicht zutreffen, so wird um Benachrichtigung zwecks Anpassung gebeten.

Bodenverhältnisse auf Erdplanum: Das Erdplanum führt nach Abzug der 'Mutterböden', die im Mittel eine Mächtigkeit von 0,48 m aufweisen, einen enggestuften Sand (SE-SU), welche der Frostempfindlichkeitsklasse F 1 zugehörig ist ('nicht frostempfindlich').

Frostschutzmaßnahmen werden im Sandbereich nicht notwendig. Zur Herstellung ausreichend hoher Tragfähigkeiten wird jedoch eine 'Tragschicht ohne Bindemittel' (Güteschotter gem. TL Gestein-StB 04) einzubauen sein. In Anlehnung an die Tabelle 8 der RStO 12 und die nach den Tafeln 1 bzw. 3 herzustellenden Tragfähigkeiten wird der Einbau einer Schotter- oder Kiestragschicht in einer Stärke von 25 cm ausreichen.

Errichtung / Straßenaufbau: In einem ersten Schritt sollten die hangenden 'Mutterböden' mit einem Bagger mit 'Schneidbestückung' vollständig abgezogen werden. Ergänzend sollten potenzielle Schluffe und organische Böden aufgenommen und durch Schotter ersetzt werden. Potenzielle Massendefizite sind lagenweise mit Güteschotter aufzubauen und ordnungsgemäß zu verdichten.

Der Bagger sollte 'rückschreitend' arbeiten. Das freigelegte Planum sollte vor Schotter-Andeckungen nicht mit Radfahrzeugen befahren werden.

Nach Auskoffierung ist das Erdplanum sorgfältig im Rahmen einer ingenieurgeologischen Abnahme auf relevante organische Anteile zu kontrollieren.

Der Sand sollte nachverdichtet werden.

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

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

Material: Das Mineralgemisch / Material der Schotter- oder Kiestragschicht sollte aus einem gütegeprüften Mineralgemisch bestehen (Typ 0/45 mm Schottertragschicht oder 0/45 mm Kiestragschicht). Das Material sollte nach den 'Technischen Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau – Ausgabe 2004' (TL Gestein-StB 04) zertifiziert sein. Dies sollte von der Bauleitung anhand der Lieferscheine kontrolliert werden. Es darf keinesfalls schrumpf- oder quellfähiges Material verwendet werden.

Die Einbauverdichtung muss mit einem Verdichtungsgrad von $D_{Pr} = 100 \%$ erfolgen.

Es ist auf den Druckausbreitungswinkel zu achten (45°). Die Einbaustärke einzelner Lagen sollte 30 cm nicht überschreiten.

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

Die RStO 12 setzt auf dem Erdplanum ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ voraus. Auf dem auf Erdplanum weitgehend anstehenden enggestuften Sand wird g.g. Verformungsmodul nicht durchgängig möglich sein, so dass vor Auftrag der RStO-Schichtmächtigkeiten zunächst Schotter aufgebracht und verdichtet werden sollte (Unterbauverbesserung).

Aus Erfahrung sollte für die Kalkulation eine ca. 20 cm mächtige Untergrundverbesserung bestehend aus einem Kalksteinschotter oder Kies-Sand-Gemisch eingeplant werden.

Die Stärke dieser Untergrundverbesserung sollte in einem Probefeld konkretisiert werden. Die Untergrundverbesserung darf nicht auf die RStO-Oberbaumächtigkeit angerechnet werden.

Verformungsmodul auf Schotterplanum: Sehr wichtig ist der flächendeckende Nachweis eines Verformungsmoduls von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ auf dem (verbesserten) Erdplanum mittels statischen Lastplattendruckversuchen, da ansonsten der von der RStO geforderte Verformungsmodul auf Schotterplanum nicht erreicht werden kann.

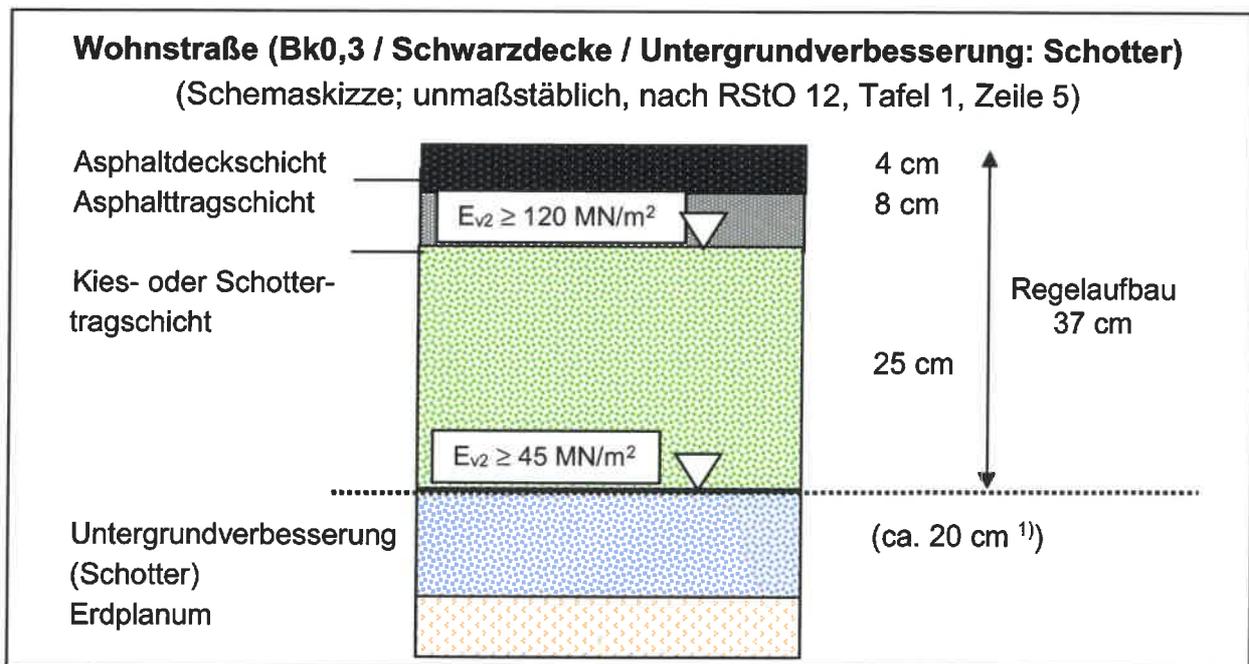
RStO-Forderungen:

- Belastungsklasse Bk0,3 (Wohnstraße): $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$
- potenzielle Gehwege: $E_{v2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$

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

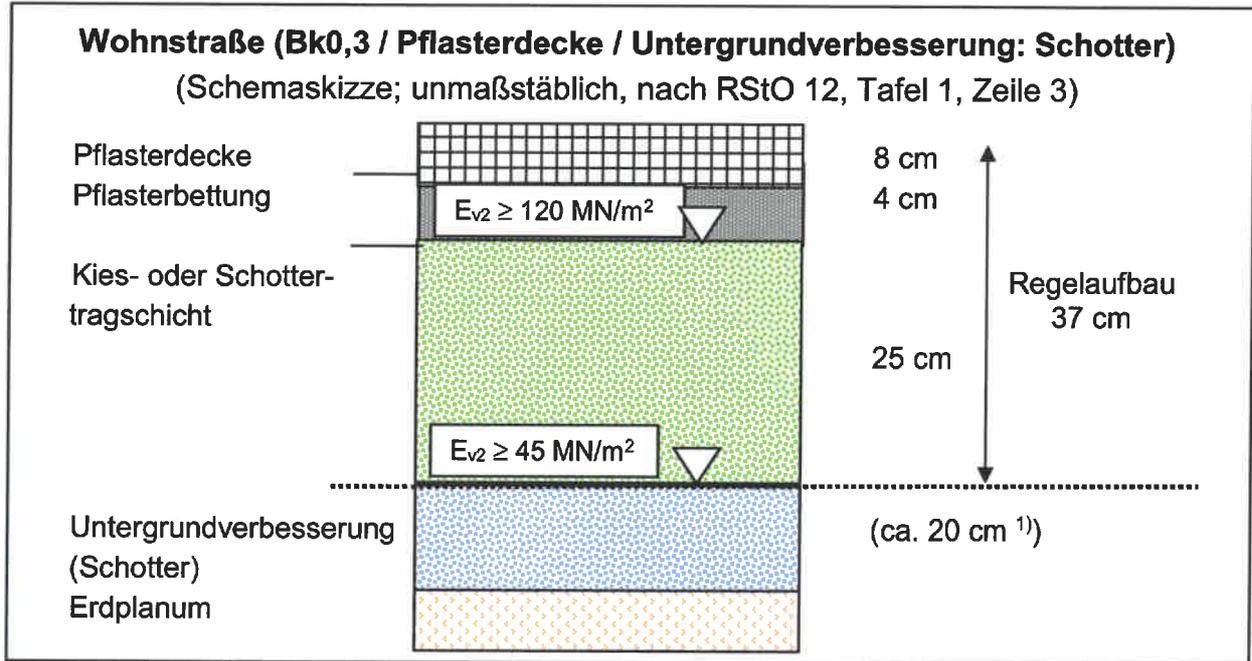
Ausführung des Oberbaus: Nachfolgend ist ein möglicher Aufbau nach RStO 12 für den Fahrbahnbereich unmaßstäblich skizziert. Die Schemaskizze betrifft folgende Bauweise:

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



¹⁾ in Abhängigkeit von den Ergebnissen der Probefeldanlage

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



¹⁾ in Abhängigkeit von den Ergebnissen der Probefeldanlage

7. Anlagen

- Anlage 1.1: Lageplan (1:1.000)
- Anlage 2.1: Schichtendarstellung und Rammdiagramme
- Anlage 3.1-3.3: Korngrößenanalysen / Kornsummenkurven
- Anlage 4.1-4.3: Wassergehaltsbestimmungen
- Anlage 5.1: Versickerungsversuche im Gelände (Auffüllversuche)
- Anlage 5.2: Dimensionierung einer Versickerungsmulde nach DWA-A 138
- Anlage 6.1: Chemische Analysenergebnisse (Grundwasser)
- Anlage 6.2: Probenahmeprotokoll (Grundwasser)
- Anlage 7.1: Chemische Analysenergebnisse (Feststoff-Mischproben)
- Anlage 7.2: Probenahmeprotokoll (Feststoff-Mischproben)
- Anlage 8.1: Fotodokumentation


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

Kleegräfe
Geotechnik GmbH


Victor Thiemann
- Dipl.-Geologe -



Verteiler: WEGENER MASSIVHAUS GMBH
Pagendarmweg 7, 33100 Paderborn

(2 x Druck, pdf)

ANLAGE 1.1
Lageplan (1:1.000)

Paderborn



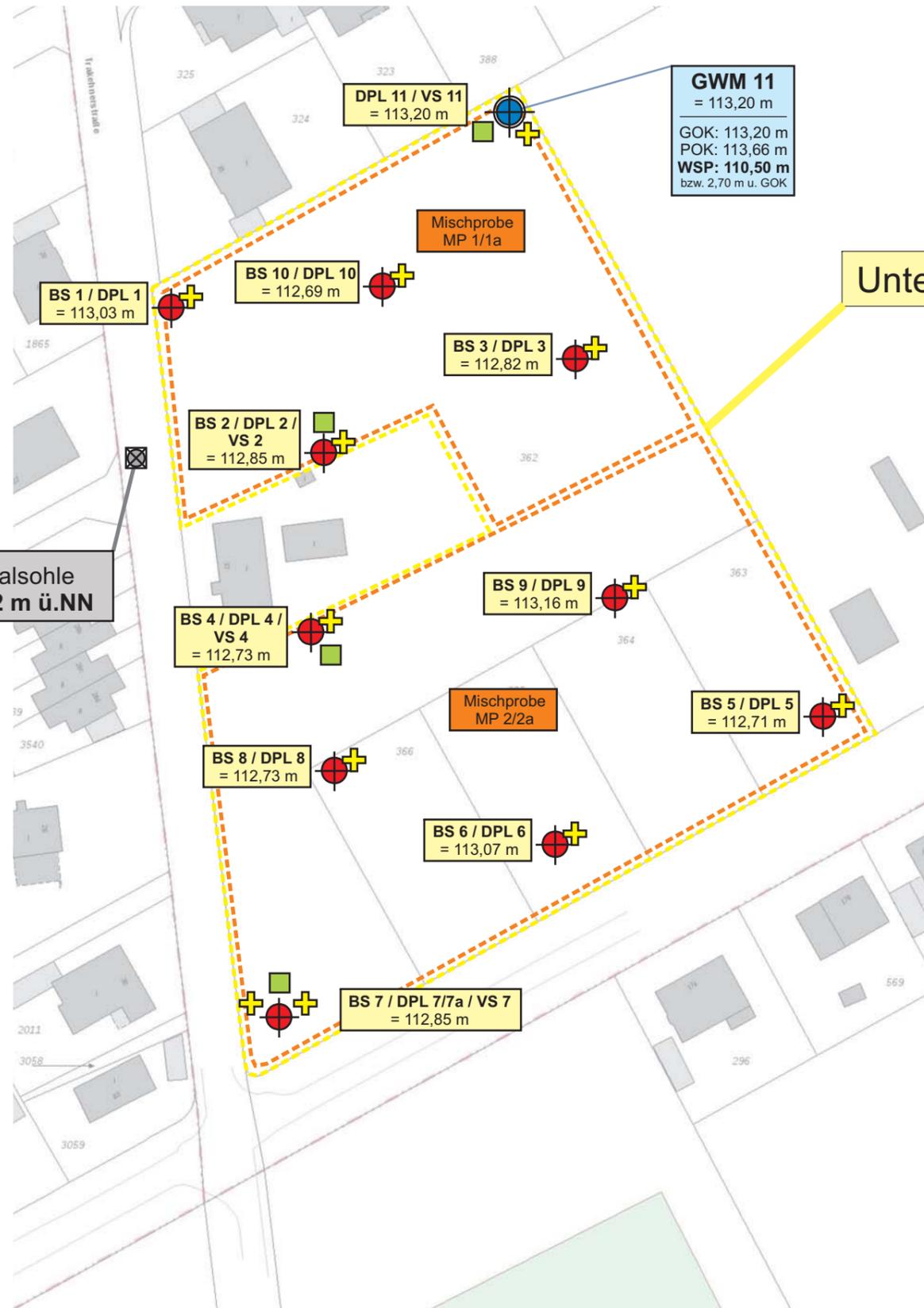
Maßstab
1 : 1.000

10 m



Zeichenerklärung:

-  **BS** Kleinbohrung gemäß DIN 4021
-  **DPL** Rammsondierung gemäß DIN 4094
-  **GWM** Grundwassermessstelle (Ø 2'')
-  Versickerungsversuch im Gelände
-  **HMP** Höhenmesspunkt



KLEEGRÄFE

KleeGräfe Geotechnik GmbH

Holzstraße 212 59556 Lippstadt - Bad Waldliesborn

Tel.: 02941-5404

Fax: 02941-3582



KleeGräfe Geotechnik GmbH

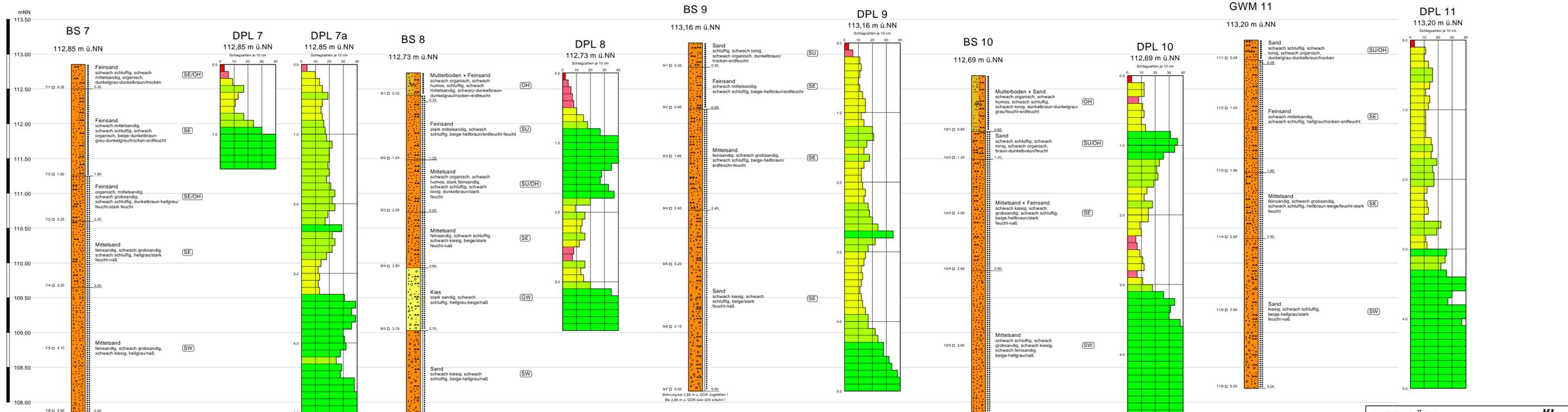
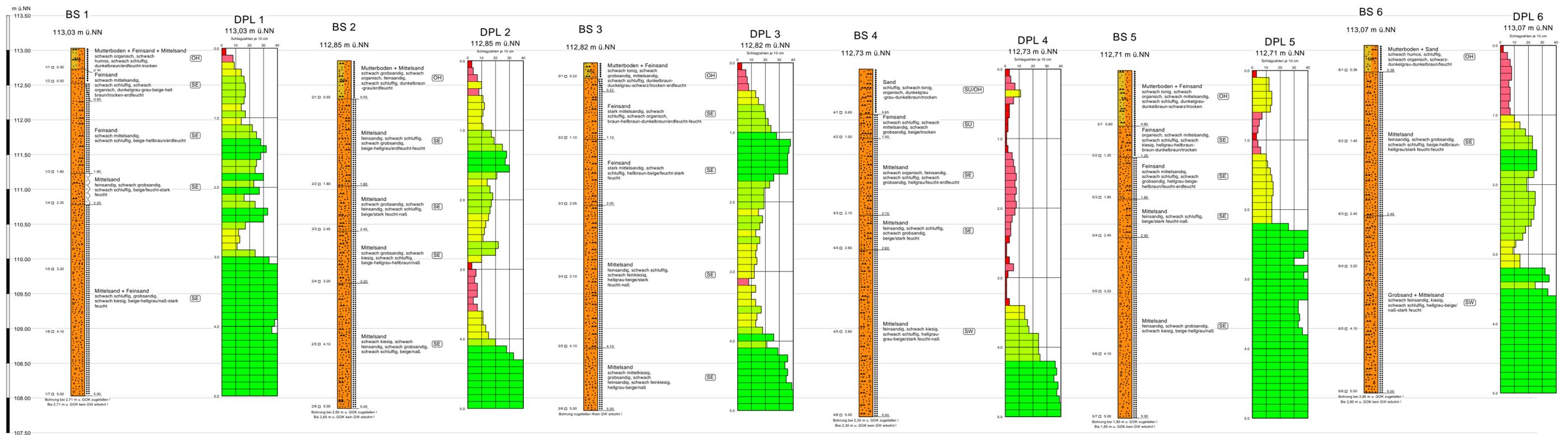
• Baugrund • Umwelt • Hydrogeologie

Lageplan

Maßnahme: Erschließung eines Baugebietes Trakehnerstraße 33100 Paderborn-Schloß Neuhaus	Bearb.-Nr. 160848
	Anlage: 1
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung - Auftraggeber: Wegener Massivhaus GmbH Pagendarmweg 7 33100 Paderborn	Blatt: 1
	Dezember 2016
	Klee/Thie
	M. 1 : 1.000

ANLAGE 2.1

Schichtendarstellung / Rammdiagramme



Legende

- weich - steif
- locker bis sehr locker
- mitteldicht
- dicht

Legende DPL

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

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

Schichtendarstellung		Bearb.-Nr.
Maßnahme:	Erschließung eines Baugebietes	160848
	Trakehnerstraße	Anlage 2.1
	33100 Paderborn-Schloß Neuhaus	Geologe:
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -		Herr Schulte
Auftraggeber:	Wegener Massivhaus GmbH	Datum:
	Baumeister-Haus Partner	20.09.2016
	Pagendamweg 7	
	33100 Paderborn	



ANLAGE 3.1 – 3.3

**Korngrößenanalysen
(Kornsummenkurven)**

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

Korngrößenverteilung

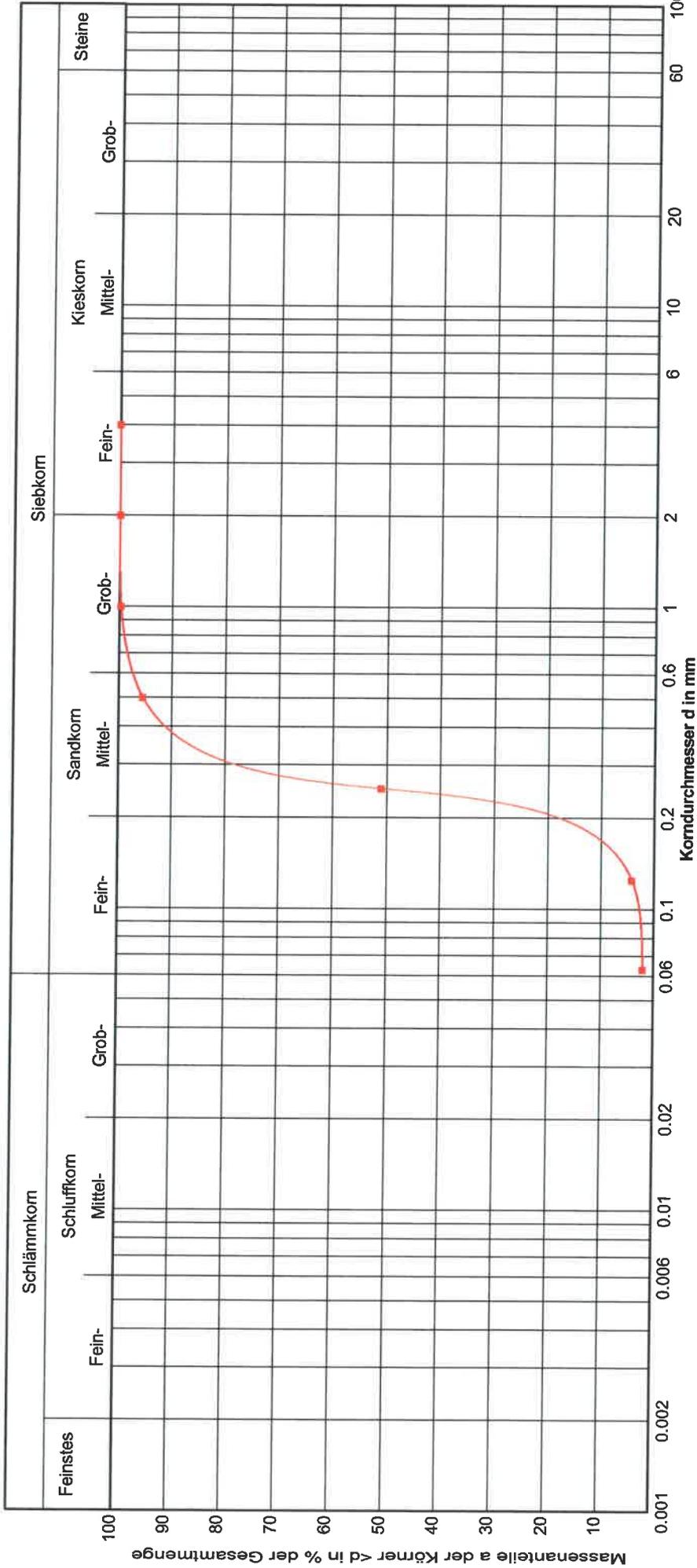
nach DIN 18123

Projekt: Erschließung des Baugebietes "Trakenerstraße" in Paderborn - Schloß Neuhaus
 - Baugrunderkundung / Gründungsberatung -
Auftraggeber: Wegener Massivhaus GmbH, 33100 Paderborn
Sachbearbeiter: Herr Thiemann

Anlage
3

Nr.:
1

Prüfung DIN 18 123 - 5



Probe	Signatur	Entnahmetiefe	Bodenart	H2O-Gehalt [%]	Korndichte [g/cm³]	k (Hazen) [m/s]	U (d60/d10)	Cc	Bemerkungen
Probe 1/2		0,50-1,80 m	Mittelsand, schw. feinsandig	3.8		4.6x10 ⁻⁴	1.3	1.3	kf-Wert (BEYER): ~4,4 x 10 ⁻⁴ m/s

Projekt: Erschließung des Baugebietes "Trakehnerstraße"
in Paderborn - Schloß Neuhaus
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Auftraggeber: Wegener Massivhaus GmbH, 33100 Paderborn

Probe : Probe 1/2

Bodenart : Mittelsand, schw. feinsandig

Ort : BS 1

Tiefe : 0,50-1,80 m

Art : gestörte Probe

Datum : 20.09.2016

Person : Herr Schulte

Witterung :

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstände		Summe Sieb- durchgänge [%]
	Masse [g]	Anteil [%]	
56.0			
45.0			
31.5			
22.4			
16.0			
8.0			
4.0			100.00
2.0	0.05	0.14	99.86
1.0	0.09	0.26	99.60
0.5	1.47	4.20	95.40
0.250	15.58	44.50	50.90
0.125	16.37	46.76	4.14
0.063	0.74	2.11	2.03
Schale	0.71	2.03	
Summe	35.01	100.00	
Siebverlust			

Prüfung DIN 18 123 - 5

allgemeine Angaben zur Siebanalyse

Datum : 11.10.2016

Person : Herr Drilling

Trockenmasse [g] : 35.0

Größtkorn [mm] : 2.3

Kornform : kantig, kubisch

Bemerkungen :

kf-Wert (BEYER): $\sim 4,4 \times 10^{-4} \text{ m/s}$

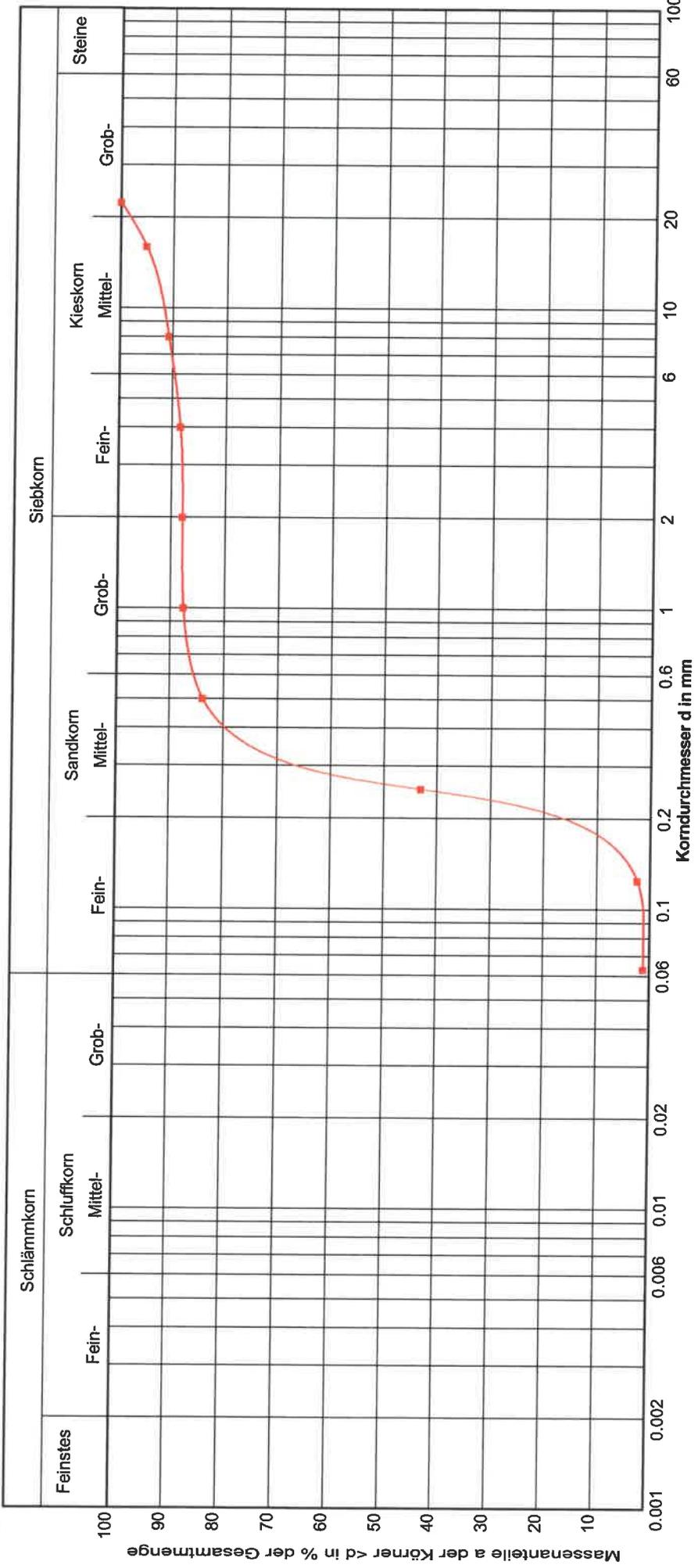
Kleegräfe Geotechnik GmbH
 Holzstraße 212, 59556 Lippstadt
 Tel. 02941-5404 Fax. 02941-3582

Korngrößenverteilung
 nach DIN 18123

Projekt: Erschließung des Baugebietes "Trakehnerstraße"
 in Paderborn - Schloß Neuhaus
 - Baugrunderkundung / Gründungsberatung -
 Auftraggeber: Wegener Massivhaus GmbH, 33100 Paderborn
 Sachbearbeiter: Herr Thiemann

Anlage
 3
 Nr.:
 2

Prüfung DIN 18 123 - 5



Probe	Signatur	Entnahmetiefe	Bodenart	H ₂ O-Gehalt [%]	Korndichte [g/cm ³]	k (Hazen) [m/s]	U (d ₆₀ /d ₁₀)	Cc	Bemerkungen
Probe 4/5		2,60-3,80 m	Mittelsand, schw. kiesig, schw. feinsandig	9	2,65	5,1 x 10 ⁻⁴	1,2	1,2	kf-WERT (BEYER): ~4,9 x 10 ⁻⁴ m/s

Projekt: Erschließung des Baugebietes "Trakehnerstraße"
 in Paderborn - Schloß Neuhaus
 - Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Auftraggeber: Wegener Massivhaus GmbH, 33100 Paderborn

Probe : Probe 4/5

Bodenart : Mittelsand, schw. kiesig, schw. feinsandig

Ort : BS 4
 Tiefe : 2,60-3,80 m
 Art : gestörte Probe
 Datum : 20.09.2016
 Person : Herr Schulte
 Witterung :

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstände		Summe Sieb- durchgänge [%]
	Masse [g]	Anteil [%]	
56.0			
45.0			
31.5			
22.4			100.0
16.0	15.8	4.9	95.1
8.0	13.6	4.3	90.8
4.0	7.4	2.3	88.5
2.0	1.9	0.6	87.9
1.0	1.0	0.3	87.6
0.5	12.1	3.8	83.9
0.250	130.8	40.9	43.0
0.125	129.7	40.5	2.5
0.063	3.7	1.1	1.3
Schale	4.2	1.3	
Summe	319.9	100.0	
Siebverlust			

Prüfung DIN 18 123 - 5

allgemeine Angaben zur Siebanalyse

Datum : 11.10.2016
 Person : Herr Drilling
 Trockenmasse [g] : 319.9
 Größtkorn [mm] : 24.9
 Kornform : kantig, kubisch

Bemerkungen :

kf-WERT (BEYER): $\sim 4,9 \times 10^{-4} \text{ m/s}$

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

Korngrößenverteilung

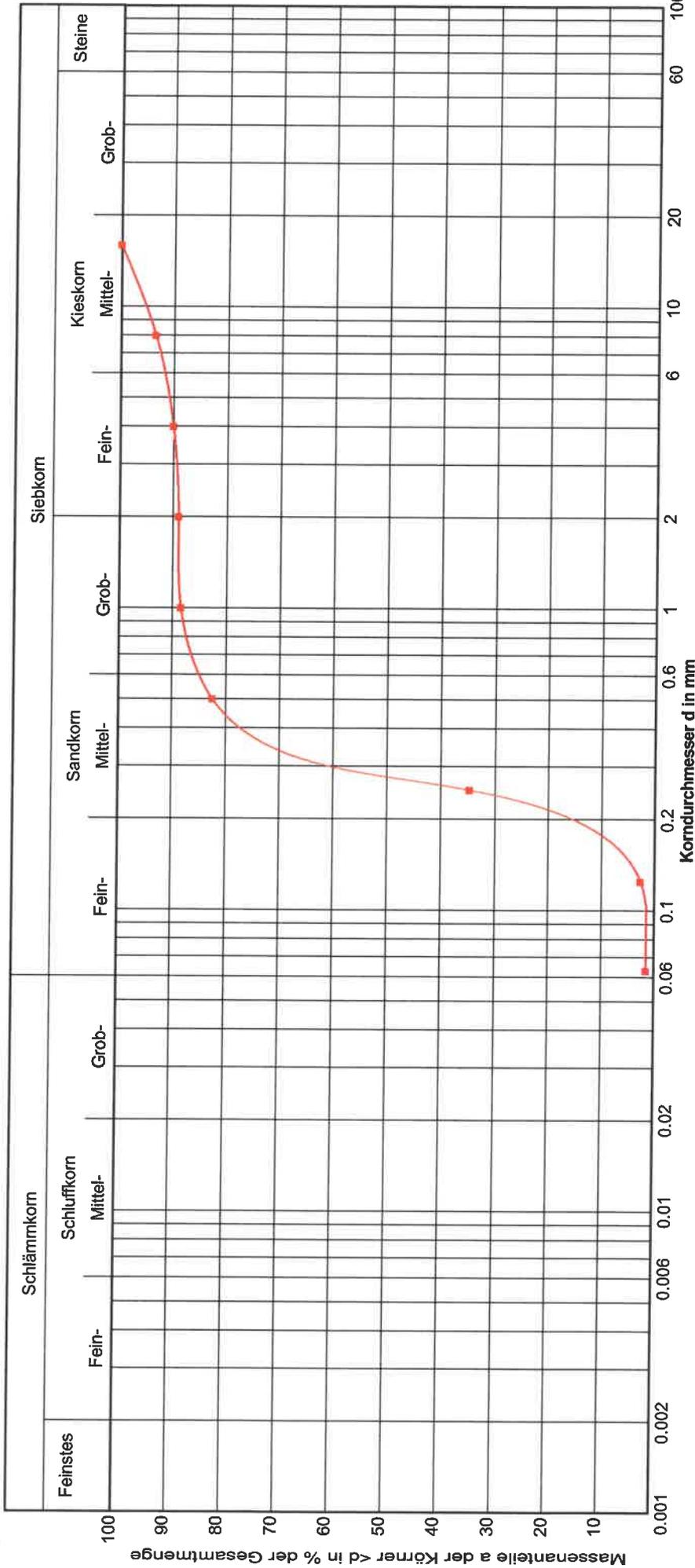
nach DIN 18123

Projekt: Erschließung des Baugebietes "Trakenerstraße" in Paderborn - Schloß Neuhaus
 - Baugrunderkundung / Gründungsberatung -
Auftraggeber: Wegener Massivhaus GmbH, 33100 Paderborn
Sachbearbeiter: Herr Thiemann

Anlage 3

Nr.: 3

Prüfung DIN 18 123 - 5



Projekt: Erschließung des Baugebietes "Trakehnerstraße"
 in Paderborn - Schloß Neuhaus
 - Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Auftraggeber: Wegener Massivhaus GmbH, 33100 Paderborn

Probe : Probe 6/4

Bodenart : Sand, schwach kiesig

Ort : BS 6

Tiefe : 2,45-3,20 m

Art : gestörte Probe

Datum : 20.09.2016

Person : Herr Schulte

Witterung :

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstände		Summe Sieb- durchgänge [%]
	Masse [g]	Anteil [%]	
56.0			
45.0			
31.5			
22.4			
16.0			100.0
8.0	15.1	6.4	93.6
4.0	8.0	3.4	90.2
2.0	2.7	1.2	89.0
1.0	1.1	0.5	88.5
0.5	14.2	6.0	82.5
0.250	112.1	47.8	34.7
0.125	75.2	32.0	2.7
0.063	2.4	1.0	1.6
Schale	3.8	1.6	
Summe	234.6	100.0	
Siebverlust			

Prüfung DIN 18 123 - 5

allgemeine Angaben zur Siebanalyse

Datum : 11.10.2016

Person : Herr Drilling

Trockenmasse [g] : 234.6

Größtkorn [mm] : 12.4

Kornform : angerundet, kubisch

Bemerkungen :

kf-Wert (BEYER): ~4,4 x 10⁻⁴ m/s

ANLAGE 4.1 – 4.3
Wassergehaltsbestimmungen

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

**Wassergehaltsbestimmung
 mittels Ofen**

nach DIN 18121, Teil 1

Anlage
 4
 Nr.:
 1

Projekt: Erschließung des Baugebietes "Trakehnerstraße"
 in Paderborn - Schloß Neuhaus
 - Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Ort : BS 1
 Tiefe : 0,50-1,80 m
 Art : gestörte Probe

Auftraggeber: Wegener Massivhaus GmbH, 33100 Paderborn

Datum : 20.09.2016

Probe : Probe 1/2

Person : Herr Schulte

Bodenart : Mittelsand, schw. feinsandig

Witterung :

Datum : 06.10.2016

Person : Frau Sobolewski

Prüfung DIN 18 121

		1	2	3
Masse der feuchten Probe+Behälter	[g]	252.55		
Masse der trockenen Probe+Behälter	[g]	251.22		
Masse des Behälters	[g]	216.21		
Masse des Wassers	[g]	1.33		
Masse der trockenen Probe	[g]	35.01		
Wassergehalt	[%]	3.8		

		4	5	6
Masse der feuchten Probe+Behälter	[g]			
Masse der trockenen Probe+Behälter	[g]			
Masse des Behälters	[g]			
Masse des Wassers	[g]			
Masse der trockenen Probe	[g]			
Wassergehalt	[%]			

Mittelwert des Wassergehaltes [%] : 3.80

Bemerkungen :

Projekt: Erschließung des Baugebietes "Trakehnerstraße"
 in Paderborn - Schloß Neuhaus
 - Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Ort : BS 4
 Tiefe : 2,60-3,80 m
 Art : gestörte Probe

Auftraggeber: Wegener Massivhaus GmbH, 33100 Paderborn

Datum : 20.09.2016

Probe : Probe 4/5

Person : Herr Schulte

Bodenart : Mittelsand, schw. kiesig, schw. feinsandig

Witterung :

Datum : 06.10.2016

Prüfung DIN 18 121

Person : Frau Sobolewski

		1	2	3
Masse der feuchten Probe+Behälter	[g]	762.78		
Masse der trockenen Probe+Behälter	[g]	718.29		
Masse des Behälters	[g]	398.43		
Masse des Wassers	[g]	44.49		
Masse der trockenen Probe	[g]	319.86		
Wassergehalt	[%]	13.9		

		4	5	6
Masse der feuchten Probe+Behälter	[g]			
Masse der trockenen Probe+Behälter	[g]			
Masse des Behälters	[g]			
Masse des Wassers	[g]			
Masse der trockenen Probe	[g]			
Wassergehalt	[%]			

Mittelwert des Wassergehaltes [%] : 13.91

Bemerkungen :

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

**Wassergehaltsbestimmung
 mittels Ofen**

nach DIN 18121, Teil 1

Anlage
 4
 Nr.:
 3

Projekt: Erschließung des Baugebietes "Trakehnerstraße"
 in Paderborn - Schloß Neuhaus
 - Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Ort : BS 6
 Tiefe : 2,45-3,20 m
 Art : gestörte Probe

Auftraggeber: Wegener Massivhaus GmbH, 33100 Paderborn

Datum : 20.09.2016

Probe : Probe 6/4

Person : Herr Schulte

Bodenart : Sand, schwach kiesig

Witterung :

Datum : 06.10.2016

Prüfung DIN 18 121

Person : Frau Sobolewski

		1	2	3
Masse der feuchten Probe+Behälter	[g]	707.87		
Masse der trockenen Probe+Behälter	[g]	671.04		
Masse des Behälters	[g]	436.49		
Masse des Wassers	[g]	36.83		
Masse der trockenen Probe	[g]	234.55		
Wassergehalt	[%]	15.7		

		4	5	6
Masse der feuchten Probe+Behälter	[g]			
Masse der trockenen Probe+Behälter	[g]			
Masse des Behälters	[g]			
Masse des Wassers	[g]			
Masse der trockenen Probe	[g]			
Wassergehalt	[%]			

Mittelwert des Wassergehaltes [%] : 15.70

Bemerkungen :

ANLAGE 5.1

Versickerungsversuche im Gelände (Auffüllversuche)

Anlage: 5.1

Versickerungsversuche im Gelände (Auffüllversuche)

Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes k_f

Maßnahme: Erschließung eines Baugebietes
Ort: Trakehnerstraße, 33100 PB-Schloß Neuhaus
Datum: 21.09.2016

Versuchsdurchführung mittels 'open-end-test'

Bohrung	Vers. Nr.	r mm	h m	Zeit min	Wasser- menge l	Q m³/s	k_f m/s	Bemerkung (Grundwasserstand, Versick.-Medium und Gültigkeitsbereich)
BS 2	1	25	1,71	0,33	4,00	2,02E-04	8,59E-04	BLZ 2,71 m; Fluv.-Sand; 1,00-2,71 m u.GOK
	2	25	1,71	0,33	4,00	2,02E-04	8,59E-04	BLZ 2,71 m; Fluv.-Sand; 1,00-2,71 m u.GOK
BS 4	1	25	1,30	0,42	4,00	1,59E-04	8,88E-04	BLZ 2,30 m; Fluv.-Sand; 1,00-2,30 m u.GOK
	2	25	1,30	0,50	4,00	1,33E-04	7,46E-04	kein GW; Verwitt.-Schutt; 1,00-2,35 m u.GOK
BS 7	1	25	1,10	0,50	4,00	1,33E-04	8,82E-04	GW 2,10 m; Fluv.-Sand; 1,00-2,10 m u.GOK
	2	25	1,10	0,50	4,00	1,33E-04	8,82E-04	GW 2,10 m; Fluv.-Sand; 1,00-2,10 m u.GOK
BS/GWM 11	1	25	1,70	0,42	4,00	1,59E-04	6,79E-04	GW 2,70 m; Fluv.-Sand; 1,00-2,70 m u.GOK
	2	25	1,70	0,42	4,00	1,59E-04	6,79E-04	GW 2,70 m; Fluv.-Sand; 1,00-2,70 m u.GOK

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

Durchlässigkeitsbewertung nach DIN 18 130

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

ANLAGE 5.2

Dimensionierung einer Versickerungsmulde nach DWA-A 138



Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e.V.

A138-XP

Version 2006
Dimensionierung von Versickerungsanlagen

Anlage 5.2
Kleegräfe Geotechnik GmbH
Holzstraße 212
59556 Lippstadt
Lizenznr.: 400-0706-0142

Projekt

Bezeichnung: Erschließung eines Baugebietes, Trakehnerstraße, 33100 Paderborn Datum: 07.12.2016
 Bearbeiter: Herr Thiemann
 Bemerkung: Muldenversickerung

Angeschlossene Flächen

Nr.	angeschlossene Teilfläche A_E [m ²]	mittlerer Abfluss- beiwert Psi,m [-]	undurchlässige Fläche A_u [m ²]	Beschreibung der Fläche
1	140,00	0,90	126,00	DachflächenWH+Garage
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
Gesamt	140,00	0,90	126,00	

Risikomaß

Verwendeter Zuschlagsfaktor f_z 1,2



Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e.V.

A138-XP

Version 2006
Dimensionierung von Versickerungsanlagen

Anlage 5.2
Kleegräfe Geotechnik GmbH
Holzstraße 212
59556 Lippstadt
Lizenznr.: 400-0706-0142

Projekt

Bezeichnung: Erschließung eines Baugebietes, Trakehnerstraße, 33100 Paderborn Datum: 07.12.2016
 Bearbeiter: Herr Thiemann
 Bemerkung: Muldenversickerung

Eingangsdaten

angeschlossene undurchlässige Fläche	A _u	126	m ²
mittlere Versickerungsfläche	A _S	15	m ²
wassergesättigte Bodendurchlässigkeit	k _f	0,00006	m/s
Niederschlagsbelastung	Station	2545	
	n	0.20	1/a
Zuschlagsfaktor	f _z	1,2	

Bemessung der Versickerungsmulde

D [min]	r _{D(n)} [l/(s·ha)]	V [m ³]	Erforderliche Größe der Anlage
5	312,9	1,4	
10	232,9	2,0	
15	190,6	2,4	
20	162,9	2,7	
30	128,0	2,9	
45	98,4	3,0	<u>erforderliches Speichervolumen</u> $V = 3,0 \text{ m}^3$ $V = \left[(A_u + A_S) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_S \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_z$
60	80,8	3,0	
90	58,3	2,4	<u>mittlere Einstauhöhe</u>
120	46,3	1,8	$z = 0,20 \text{ m}$ $z = V / A_S$
180	33,4	0,3	
240	26,5	0,0	
360	19,1	0,0	<u>rechnerische Entleerungszeit</u>
540	13,8	0,0	$t_E = 1,87 \text{ h}$ $t_E = 2 \cdot z / k_f$
720	10,9	0,0	
1080	8,2	0,0	
1440	6,6	0,0	<u>Nachweis der Entleerungszeit für n=1/a</u>
2880	4,0	0,0	vorh. t_E = 0,83 h < erf. t_E = 24 h
4320	2,9	0,0	

ANLAGE 6.1

Chemische Analysenergebnisse (Grundwasser)

Prüfbericht-Nr: **B1610911**

HuK Umweltlabor GmbH

Weitere Zulassungen und Notifizierungen unter: www.huk-umweltlabor.de

Division: Horn & Co. Analytics

Auftraggeber 14491	Eingangsdatum 22.09.2016
Kleegräfe Geotechnik GmbH	Auftrag-Nr. A060105
	Probe-Nr. P201621670
Holzstr. 212	Probenehmer / -eingang Auftraggeber / Night Star
D-59556 Lippstadt	Prüfort HuK Umweltlabor GmbH
	Untersuchungszeitraum 22.09.2016 - 04.10.2016

Ansprechpartner	FAX	Telefon
Herr Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

Probenbezeichnung WP GWM 11

Herkunftsort Padern-Schloss Neuhaus, Erschließung BG Trakehnerstraße

Entnahmeort Padern-Schloss Neuhaus, Erschließung BG Trakehnerstraße

Bemerkung

Untersuchungsergebnisse

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort	2. Norm
Aussehen	farblos			4*	Wen	
Geruch	organisch		DEV B 1/2	1*	Wen	
pH-Wert	7,18		DIN EN ISO 10523	1*	Wen	DIN 38404-5
Kohlenstoffdioxid, kalklösend	<0,1	mg/L	DIN 4030-2	4*	Wen	DIN 4030-2
Permanganatindex	10,4	mg/L	DIN EN ISO 8467	1*	Wen	
Gesamthärte (°d)	14,0	°d	DIN 38409-6	1*	Wen	
Härte (Calcium)	13,4	°d	DIN 38409-6	1*	Wen	
Calcium (flüssig)	95,5	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Magnesium (flüssig)	2,67	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Ammonium	1,62	mg/L	DIN EN ISO 11732	1*	Wen	
Chlorid-IC	23,6	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen	
Sulfat-IC	22,3	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen	
Sulfid (LCK 653)	<0,1	mg/L	DR. LANGE LCK 653	1*	Wen	

Akkreditierte Prüfmethode: 1* = Ja; 2*=Ja, mit Modifikationen; 3* Ja, im Unterauftrag // 4*: Nein; 5*: Fremdvergabe an ein akkreditiertes Labor
Ort der Messung: Wen = Wenden, Wtz = Wetzlar

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich nur auf die untersuchten Proben. Fehlerhaft zur Verfügung gestellte Proben können die Prüfergebnisse beeinträchtigen. Die angegebenen Ergebnisse beinhalten Messunsicherheiten, die bei Bedarf angefordert werden können. Der Prüfbericht darf nur mit Zustimmung der HuK Umweltlabor GmbH auszugsweise vervielfältigt werden.

Grenzwerteinstufung

		Einstufung
Beton nicht agg	Betonangreifendes Wasser nach DIN 4030 - nicht angreifend (06-1991)	eingehalten
Beton schwach	Betonangreifendes Wasser nach DIN 4030 - schwach angreifend (06-1991)	
Beton stark	Betonangreifendes Wasser nach DIN 4030 - stark angreifend (06-1991)	
Beton sehr st.	Betonangreifendes Wasser nach DIN 4030 - sehr stark angreifend (06-1991)	
Endeinstufung	Betonangreifendes Wasser nach DIN 4030 - nicht angreifend Die Angaben hinsichtlich der Endeinstufung erfolgen ohne Gewähr für die inhaltliche Richtigkeit und Vollständigkeit. Die Einstufung ist durch den Auftraggeber zu verifizieren.	

Prüfbericht-Nr: **B1610911**

HuK Umweltlabor GmbH

Weitere Zulassungen und Notifizierungen unter: www.huk-umweltlabor.de

Division: Horn & Co. Analytics

Auftraggeber 14491
Kleegräfe Geotechnik GmbH
Holzstr. 212
D-59556 Lippstadt

Eingangsdatum 22.09.2016
Auftrag-Nr. A060105
Probe-Nr. P201621670
Probenehmer / -ingang Auftraggeber / Night Star
Prüfort HuK Umweltlabor GmbH
Untersuchungszeitraum 22.09.2016 - 04.10.2016

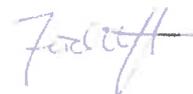
Ansprechpartner Herr Kleegräfe
FAX 02941 / 3582
Telefon 02941 / 5404

Probenbezeichnung WP GWM 11

Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung

Parameter	Meßwert	Einheit	Beton nicht agg	Beton schwach	Beton stark	Beton sehr st.
Aussehen	farblos					
Geruch	organisch					
pH-Wert	7,18		6,5	5,5	4,5	4,4999
Kohlenstoffdioxid, kalklösend	<0,1	mg/L	15	40	100	100
Permanganatindex	10,4	mg/L				
Gesamthärte (°d)	14,0	°d				
Härte (Calcium)	13,4	°d				
Calcium (flüssig)	95,5	mg/L				
Magnesium (flüssig)	2,67	mg/L	300	1000	3000	3000
Ammonium	1,62	mg/L	15	30	60	60
Chlorid-IC	23,6	mg/L				
Sulfat-IC	22,3	mg/L	200	600	3000	3000
Sulfid (LCK 653)	<0,1	mg/L				

HuK Umweltlabor GmbH, Hünsborn 04.10.2016



Dr. Lars Füchtjohann
Laborleitung

ANLAGE 6.2
Probenahmeprotokoll
(Grundwasser)

KLEEGRÄFE

Geotechnik GmbH, Holzstraße 212, 59556 Lippstadt

Tel. 02941-5404

Fax: 02941-3582

Anlage: 6.2

Blatt: 1

Projektbez.: Erschließung eines Baugebietes, Trakehnerstraße, 33100 PB-Schloß Neuhaus**- Baugrunderkundung / Gründungberatung -****AZ.: 160848****Probenahmeprotokoll**

Proben-Nummer	P201621670					
Bezeichnung der Probenahme- stelle lt. Lageplan	GWM 11					
Datum der Probenahme	21.09.2016					
Uhrzeit der Probenahme	10:00					
Art/Ausführung der Probenahme- stelle (Pegel, Brunnen, Schacht)	Pegel					
Ausbau des Brunnens (Kunststoff, Stahl/stabil-verzinkt)	Kunst- stoff					
Durchmesser (cm) (bei Pegel oder Brunnen)	DN 50 (2")					
Ausbautiefe (m unter OK Pegel/Brunnen/Schacht)	4,50 m u.POK					
Ruhewasserspiegel (m unter OK Pegel/Brunnen/Schacht)	2,70 u.GOK					
Entnahmevorgang						
Abpumpen (ankreuzen)	schöpfen					
Pumpenart (Saug-, UW-Pumpe)	/					
Entnahmetiefe (m unter OK Pegel/Brunnen/Schacht)	bis 3,70 m u.POK					
Pumpdauer (min)	/					
Fördermenge zum Probenahme- zeitpunkt (l/min)	/					
Beschreibung der Probe						
Art des Probenbehälters (Glas/Kunststoff)	Braunglas					
Art des Verschlusses (Glas/Kunststoff)	Kunst- stoff					
Probenvolumen (l)	2 x 0,5					
Vor-Ort-Parameter						
Aussehen	ockergelb					
Geruch	unauff.					
Temperatur (°C)	11,0					
pH-Wert	-					
Elektrische Leitfähigkeit bei 25°C (µS/cm)	-					
O2-Gehalt, elektrometrisch (mg/l)	-					
Redoxpotential (mV)	-					
Probenüberführung						
Stabilisierung	1 x Marmorpulver					
Transport- und Lagerbedingungen	dkl./dkl.					

Bemerkungen: Analyse auf Betonaggressivität

gkt./dkl.: gekühlt & dunkel

n.b.: nicht bestimmt

*i.V. V. Thimm***Probenehmer:** Hr. Freund**Datum/Unterschrift:** 21.09.2016

ANLAGE 7.1

Chemische Analyseergebnisse (Feststoff-Mischproben)

Auftraggeber 14491
Kleegräfe Geotechnik GmbH

Holzstr. 212
D-59556 Lippstadt

Eingangsdatum 28.09.2016
Auftrag-Nr. A060105
Probe-Nr. P201622066
Probenehmer / -eingang Auftraggeber / Night Star
Prüfart HuK Umweltlabor GmbH
Untersuchungszeitraum 28.09.2016 - 05.10.2016

Ansprechpartner Herr Kleegräfe
FAX 02941 / 3582
Telefon 02941 / 5404

Probenbezeichnung MP Oberboden

Herkunftsort Paderborn-Schloß Neuhaus, Trakehnerstraße

Entnahmeort Paderborn-Schloß Neuhaus, Trakehnerstraße

Bemerkung

Untersuchungsergebnisse

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm	Ort	2. Norm
Trockenrückstand (105°C)	93,2	%	DIN EN 14346	1* Wen	
Feuchte (105°C)	6,82	%	DIN EN 14346	1* Wen	
EOX (TS)	<1	mg/kg	DIN 38414-17	1* Wen	
Kohlenwasserstoff-Index C10 - 22 (TS)	<100	mg/kg	DIN EN 14039	1* Wen	
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	<100	mg/kg	DIN EN 14039	1* Wen	
Summe BTEX (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 22155	1* Wen	DIN 38407-9
Summe LHKW (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 22155	1* Wen	DIN EN ISO 10301
Naphthalin (TS)	<0,01	mg/kg	DIN ISO 18287	1* Wen	DIN EN 15527
Benzo(a)pyren (TS)	0,020	mg/kg	DIN ISO 18287	1* Wen	DIN EN 15527
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg	DIN ISO 18287	1* Wen	DIN EN 15527
Summe PCB nach DIN (TS)	<0,01	mg/kg	DIN 38414-20	1* Wen	DIN EN 15308
Cyanid, gesamt (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 17380	1* Wen	
TOC (TS)	1,30	%	DIN EN 13137	1* Wen	E DIN 19539
Königswasseraufschluss (TS)	ja		DIN EN 13346	1* Wen	DIN EN 13657
Arsen (TS)	4,18	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Blei (TS)	10,6	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Cadmium (TS)	0,21	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Chrom (TS)	10,4	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Kupfer (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Nickel (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 12846	2* Wen	DIN EN 1483
Thallium (TS)	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Zink (TS)	25,9	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Elution mit dest. Wasser	ja		DIN 38414-4	1* Wen	DIN EN 12457-4
pH-Wert (Eluat)	6,43		DIN EN ISO 10523	1* Wen	DIN 38404-5
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	30	µS/cm	DIN EN 27888	1* Wen	
Chlorid-IC (Eluat)	0,29	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1* Wen	
Sulfat-IC (Eluat)	0,50	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1* Wen	
Cyanid, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	DIN EN ISO 14403	1* Wen	
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 14402	1* Wen	
Arsen (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1* Wen	

Auftraggeber 14491
Kleegräfe Geotechnik GmbH

Holzstr. 212
D-59556 Lippstadt

Eingangsdatum 28.09.2016
Auftrag-Nr. A060105
Probe-Nr. P201622066
Probenehmer / -eingang Auftraggeber / Night Star
Prüfort HuK Umweltlabor GmbH
Untersuchungszeitraum 28.09.2016 - 05.10.2016

Ansprechpartner Herr Kleegräfe
FAX 02941 / 3582
Telefon 02941 / 5404

Probenbezeichnung MP Oberboden

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm	Ort	2. Norm
Blei (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Cadmium (Eluat)	<0,001	mg/L	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Chrom, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Kupfer (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Nickel (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Quecksilber (Eluat) AAS	<0,0001	mg/L	DIN EN ISO 12846	1* Wen	DIN EN 1483
Zink (Eluat)	0,018	mg/L	DIN EN ISO 11885	1* Wen	

Akkreditierte Prüfmethode: 1* = Ja; 2*=Ja, mit Modifikationen; 3* Ja, im Unterauftrag // 4*: Nein; 5*: Fremdvergabe an ein akkreditiertes Labor
Ort der Messung: Wen = Wenden, Wtz = Wetzlar

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich nur auf die untersuchten Proben. Fehlerhaft zur Verfügung gestellte Proben können die Prüfergebnisse beeinträchtigen. Die angegebenen Ergebnisse beinhalten Messunsicherheiten, die bei Bedarf angefordert werden können. Der Prüfbericht darf nur mit Zustimmung der HuK Umweltlabor GmbH auszugsweise vervielfältigt werden.

Grenzwerteinstufung

		Einstufung
Z0 Boden - L/S	LAGA Z0 - Boden uneingeschränkter Einbau - Bodenart Lehm/Schluff	überschritten
Z1.1 Boden	LAGA Z1.1 - Boden - eingeschränkter offener Einbau	überschritten
Z1.2 Boden	LAGA Z1.2 - Boden - eingeschränkter offener Einbau	eingehalten
Z2 Boden	LAGA Z2 - Boden - eingeschränkter Einbau mit def. techn. Sicherheitsmaßnahmen	eingehalten
Endeinstufung	LAGA Z1.2 Boden	

Die Angaben hinsichtlich der Endeinstufung erfolgen ohne Gewähr für die inhaltliche Richtigkeit und Vollständigkeit. Die Einstufung ist durch den Auftraggeber zu verifizieren.

Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung

Parameter	Meßwert	Einheit	Z0 Boden - L/S	Z1.1 Boden	Z1.2 Boden	Z2 Boden
Trockenrückstand (105°C)	93,2	%				
Feuchte (105°C)	6,82	%				
EOX (TS)	<1	mg/kg	1	3	3	10
Kohlenwasserstoff-Index C10 - 22 (TS)	<100	mg/kg	100	300	300	1000
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	<100	mg/kg	100	600	600	2000
Summe BTEX (TS)	<1	mg/kg	1	1	1	1
Summe LHKW (TS)	<1	mg/kg	1	1	1	1
Naphthalin (TS)	<0,01	mg/kg				
Benzo(a)pyren (TS)	0,020	mg/kg	0,3	0,9	0,9	3

Prüfbericht-Nr: **B1610946**

HuK Umweltlabor GmbH

Weitere Zulassungen und Notifizierungen unter: www.huk-umweltlabor.de

Division: Horn & Co. Analytics

Auftraggeber 14491
Kleegräfe Geotechnik GmbH

Holzstr. 212
D-59556 Lippstadt

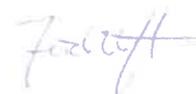
Eingangsdatum 28.09.2016
Auftrag-Nr. A060105
Probe-Nr. P201622066
Probenehmer / -eingang Auftraggeber / Night Star
Prüfart HuK Umweltlabor GmbH
Untersuchungszeitraum 28.09.2016 - 05.10.2016

Ansprechpartner Herr Kleegräfe
FAX 02941 / 3582
Telefon 02941 / 5404

Probenbezeichnung MP Oberboden

Parameter	Meßwert	Einheit	Z0 Boden - L/S	Z1.1 Boden	Z1.2 Boden	Z2 Boden
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg	3	9	9	30
Summe PCB nach DIN (TS)	<0,01	mg/kg	0,05	0,15	0,15	0,5
Cyanid, gesamt (TS)	<1	mg/kg		3	3	10
TOC (TS)	1,30	%	0,5	1,5	1,5	5
Königswasseraufschluss (TS)	ja					
Arsen (TS)	4,18	mg/kg	15	45	45	150
Blei (TS)	10,6	mg/kg	70	210	210	700
Cadmium (TS)	0,21	mg/kg	1	3	3	10
Chrom (TS)	10,4	mg/kg	60	180	180	600
Kupfer (TS)	<10	mg/kg	40	120	120	400
Nickel (TS)	<10	mg/kg	50	150	150	500
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	0,5	1,5	1,5	5
Thallium (TS)	<0,1	mg/kg	0,7	2,1	2,1	7
Zink (TS)	25,9	mg/kg	150	450	450	1500
Elution mit dest. Wasser	ja					
pH-Wert (Eluat)	6,43		6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	30	µS/cm	250	250	1500	2000
Chlorid-IC (Eluat)	0,29	mg/L	30	30	50	100
Sulfat-IC (Eluat)	0,50	mg/L	20	20	50	200
Cyanid, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	0,005	0,005	0,01	0,02
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	0,02	0,02	0,04	0,1
Arsen (Eluat)	<0,01	mg/L	0,014	0,014	0,02	0,06
Blei (Eluat)	<0,01	mg/L	0,04	0,04	0,08	0,2
Cadmium (Eluat)	<0,001	mg/L	0,0015	0,0015	0,003	0,006
Chrom, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	0,0125	0,0125	0,025	0,06
Kupfer (Eluat)	<0,01	mg/L	0,02	0,02	0,06	0,1
Nickel (Eluat)	<0,01	mg/L	0,015	0,015	0,02	0,07
Quecksilber (Eluat) AAS	<0,0001	mg/L	0,0005	0,0005	0,001	0,002
Zink (Eluat)	0,018	mg/L	0,15	0,15	0,2	0,6

HuK Umweltlabor GmbH, Hünsborn 05.10.2016



Dr. Lars Fuchtjohann
Laborleitung

Auftraggeber 14491
Kleegräfe Geotechnik GmbH

Holzstr. 212
D-59556 Lippstadt

Eingangsdatum 28.09.2016
Auftrag-Nr. A060105
Probe-Nr. P201622067

Probenehmer / -eingang Auftraggeber / Night Star
Prüfort HuK Umweltlabor GmbH
Untersuchungszeitraum 28.09.2016 - 05.10.2016

Ansprechpartner	FAX	Telefon
Herr Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

Probenbezeichnung MP anstehender Boden

Herkunftsort Paderborn-Schloß Neuhaus, Trakehnerstraße

Entnahmeort Paderborn-Schloß Neuhaus, Trakehnerstraße

Bemerkung

Untersuchungsergebnisse

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm	Ort	2. Norm
Trockenrückstand (105°C)	96,9	%	DIN EN 14346	1* Wen	
Feuchte (105°C)	3,14	%	DIN EN 14346	1* Wen	
EOX (TS)	<1	mg/kg	DIN 38414-17	1* Wen	
Kohlenwasserstoff-Index C10 - 22 (TS)	<100	mg/kg	DIN EN 14039	1* Wen	
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	<100	mg/kg	DIN EN 14039	1* Wen	
Summe BTEX (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 22155	1* Wen	DIN 38407-9
Summe LHKW (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 22155	1* Wen	DIN EN ISO 10301
Naphthalin (TS)	<0,01	mg/kg	DIN ISO 18287	1* Wen	DIN EN 15527
Benzo(a)pyren (TS)	<0,01	mg/kg	DIN ISO 18287	1* Wen	DIN EN 15527
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg	DIN ISO 18287	1* Wen	DIN EN 15527
Summe PCB nach DIN (TS)	<0,01	mg/kg	DIN 38414-20	1* Wen	DIN EN 15308
Cyanid, gesamt (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 17380	1* Wen	
TOC (TS)	0,25	%	DIN EN 13137	1* Wen	E DIN 19539
Königswasseraufschluss (TS)	ja		DIN EN 13346	1* Wen	DIN EN 13657
Arsen (TS)	5,17	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Blei (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Cadmium (TS)	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Chrom (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Kupfer (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Nickel (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 12846	2* Wen	DIN EN 1483
Thallium (TS)	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Zink (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Elution mit dest. Wasser	ja		DIN 38414-4	1* Wen	DIN EN 12457-4
pH-Wert (Eluat)	6,45		DIN EN ISO 10523	1* Wen	DIN 38404-5
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	12	µS/cm	DIN EN 27888	1* Wen	
Chlorid-IC (Eluat)	<0,10	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1* Wen	
Sulfat-IC (Eluat)	0,32	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1* Wen	
Cyanid, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	DIN EN ISO 14403	1* Wen	
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 14402	1* Wen	
Arsen (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1* Wen	

Prüfbericht-Nr: **B1610947**

HuK Umweltlabor GmbH

Weitere Zulassungen und Notifizierungen unter: www.huk-umweltlabor.de

Division: *Horn & Co. Analytics*

Auftraggeber 14491
Kleegräfe Geotechnik GmbH

Holzstr. 212
D-59556 Lippstadt

Eingangsdatum 28.09.2016
Auftrag-Nr. A060105
Probe-Nr. P201622067
Probenehmer / -eingang Auftraggeber / Night Star
Prüfort HuK Umweltlabor GmbH
Untersuchungszeitraum 28.09.2016 - 05.10.2016

Ansprechpartner Herr Kleegräfe
FAX 02941 / 3582
Telefon 02941 / 5404

Probenbezeichnung MP anstehender Boden

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm	Ort	2. Norm
Blei (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Cadmium (Eluat)	<0,001	mg/L	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Chrom, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Kupfer (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Nickel (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1* Wen	
Quecksilber (Eluat) AAS	<0,0001	mg/L	DIN EN ISO 12846	1* Wen	DIN EN 1483
Zink (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1* Wen	

Akkreditierte Prüfmethode: 1* = Ja; 2*=Ja, mit Modifikationen; 3* Ja, im Unterauftrag // 4*: Nein; 5*: Fremdvergabe an ein akkreditiertes Labor
Ort der Messung: Wen = Wenden, Wtz = Wetzlar

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich nur auf die untersuchten Proben. Fehlerhaft zur Verfügung gestellte Proben können die Prüfergebnisse beeinträchtigen. Die angegebenen Ergebnisse beinhalten Messunsicherheiten, die bei Bedarf angefordert werden können. Der Prüfbericht darf nur mit Zustimmung der HuK Umweltlabor GmbH auszugsweise vervielfältigt werden.

Grenzwerteinstufung

		Einstufung
Z0 Boden - L/S	LAGA Z0 - Boden uneingeschränkter Einbau - Bodenart Lehm/Schluff	überschritten
Z1.1 Boden	LAGA Z1.1 - Boden - eingeschränkter offener Einbau	überschritten
Z1.2 Boden	LAGA Z1.2 - Boden - eingeschränkter offener Einbau	eingehalten
Z2 Boden	LAGA Z2 - Boden - eingeschränkter Einbau mit def. techn. Sicherheitsmaßnahmen	eingehalten

Endeinstufung LAGA Z1.2 Boden

Die Angaben hinsichtlich der Endeinstufung erfolgen ohne Gewähr für die inhaltliche Richtigkeit und Vollständigkeit. Die Einstufung ist durch den Auftraggeber zu verifizieren.

Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung

Parameter	Meßwert	Einheit	Z0 Boden - L/S	Z1.1 Boden	Z1.2 Boden	Z2 Boden
Trockenrückstand (105°C)	96,9	%				
Feuchte (105°C)	3,14	%				
EOX (TS)	<1	mg/kg	1	3	3	10
Kohlenwasserstoff-Index C10 - 22 (TS)	<100	mg/kg	100	300	300	1000
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	<100	mg/kg	100	600	600	2000
Summe BTEX (TS)	<1	mg/kg	1	1	1	1
Summe LHKW (TS)	<1	mg/kg	1	1	1	1
Naphthalin (TS)	<0,01	mg/kg				
Benzo(a)pyren (TS)	<0,01	mg/kg	0,3	0,9	0,9	3

Prüfbericht-Nr: **B1610947**

HuK Umweltlabor GmbH

Weitere Zulassungen und Notifizierungen unter: www.huk-umweltlabor.de

Division: *Horn & Co. Analytics*

Auftraggeber 14491
Kleegräfe Geotechnik GmbH

Holzstr. 212
D-59556 Lippstadt

Eingangsdatum 28.09.2016
Auftrag-Nr. A060105
Probe-Nr. P201622067

Probenehmer / -ingang Auftraggeber / Night Star
Prüfort HuK Umweltlabor GmbH
Untersuchungszeitraum 28.09.2016 - 05.10.2016

Ansprechpartner

FAX

Telefon

Herr Kleegräfe

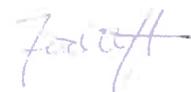
02941 / 3582

02941 / 5404

Probenbezeichnung MP anstehender Boden

Parameter	Meßwert	Einheit	Z0 Boden - L/S	Z1.1 Boden	Z1.2 Boden	Z2 Boden
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg	3	9	9	30
Summe PCB nach DIN (TS)	<0,01	mg/kg	0,05	0,15	0,15	0,5
Cyanid, gesamt (TS)	<1	mg/kg		3	3	10
TOC (TS)	0,25	%	0,5	1,5	1,5	5
Königswasseraufschluss (TS)	ja					
Arsen (TS)	5,17	mg/kg	15	45	45	150
Blei (TS)	<10	mg/kg	70	210	210	700
Cadmium (TS)	<0,1	mg/kg	1	3	3	10
Chrom (TS)	<10	mg/kg	60	180	180	600
Kupfer (TS)	<10	mg/kg	40	120	120	400
Nickel (TS)	<10	mg/kg	50	150	150	500
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	0,5	1,5	1,5	5
Thallium (TS)	<0,1	mg/kg	0,7	2,1	2,1	7
Zink (TS)	<10	mg/kg	150	450	450	1500
Elution mit dest. Wasser	ja					
pH-Wert (Eluat)	6,45		6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	12	µS/cm	250	250	1500	2000
Chlorid-IC (Eluat)	<0,10	mg/L	30	30	50	100
Sulfat-IC (Eluat)	0,32	mg/L	20	20	50	200
Cyanid, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	0,005	0,005	0,01	0,02
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	0,02	0,02	0,04	0,1
Arsen (Eluat)	<0,01	mg/L	0,014	0,014	0,02	0,06
Blei (Eluat)	<0,01	mg/L	0,04	0,04	0,08	0,2
Cadmium (Eluat)	<0,001	mg/L	0,0015	0,0015	0,003	0,006
Chrom, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	0,0125	0,0125	0,025	0,06
Kupfer (Eluat)	<0,01	mg/L	0,02	0,02	0,06	0,1
Nickel (Eluat)	<0,01	mg/L	0,015	0,015	0,02	0,07
Quecksilber (Eluat) AAS	<0,0001	mg/L	0,0005	0,0005	0,001	0,002
Zink (Eluat)	<0,01	mg/L	0,15	0,15	0,2	0,6

HuK Umweltlabor GmbH, Hünsborn 05.10.2016



Dr. Lars Füchtjohann
Laborleitung

ANLAGE 7.2

Probenahmeprotokolle (Feststoff-Mischproben)

Entnahme von Boden-/Feststoff-Mischproben

Projekt / BV: Erschließung eines Baugebietes
Trakenerhstraße in 33100 Paderborn-Schloß Neuhaus
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Aktenzeichen: 160848 **Probe Nr.:** MP 1

Entnahmestelle: Fläche MP 1

Entn.-vermerk: repräsentativ entnommene Mischprobe (aus 20 Einzel-Einstichen)

Entnahmetiefe: 0,00 - 0,10 m

Probennehmer: Herr Schulte

Entnahmedatum: Dienstag, den 20.09.2016 **Uhrzeit:** ~ 12:45 Uhr

Angaben zur Entnahme

Art der Entnahme: Bohrung Rammkernbohrung Handbohrung
 Handschurf Baggerschurf Hammer / Meißel

Sonstiges:

Probenart: ungestörte Probe gestörte Probe Mischprobe Stichprobe

Sonstiges:

Angaben zur Probe

Bodenart: S, u', g', o', h'

Konsistenz der Probe: locker/erdfeucht

Geologische Zuordnung: organischer Sand / Mutterboden

Grundwasser angetroffen: nein ja bei..... m u.OK Gelände, angest. bis m u.OK Gelände

Intensität, Farbe: schwach schwarz dunkelbraun grün rot
 mittel grau braun oliv blau
 stark dunkelgrau hellbraun gelb violett
 hellgrau ocker weiß

Sonstiges:

Intensität, Geruch: ohne unauffällig faulig nach Abwasser
 schwach erdig aromatisch nach Teer
 mittel moderig nach Mineralöl
 stark nach Lösemittel

Sonstiges:

**Untersuchungs-
umfang:** mit MP 1a, MP 2 und MP 2a zusammengeführt; LAGA_{Boden}/TR-Boden

Datum / Unterschrift 20.09.2016 **Datum / Unterschrift**
des Probennehmers: i.V. V. Thämer **des Überbringers:** _____
Datumsstempel Eingang: _____
Kürzel Eingang _____ **Blatt** _____ **von** _____

Entnahme von Boden-/Feststoff-Mischproben

Projekt / BV: Erschließung eines Baugebietes

Trakenerhstraße in 33100 Paderborn-Schloß Neuhaus

- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Aktenzeichen: 160848

Probe Nr.: MP 1a

Entnahmestelle: Fläche MP 1

Entn.-vermerk: repräsentativ entnommene Mischprobe (aus 20 Einzel-Einstichen)

Entnahmetiefe: 0,10 - 0,35 m

Probennehmer: Herr Schulte

Entnahmedatum: Dienstag, den 20.09.2016

Uhrzeit: ~ 13:00 Uhr

Angaben zur Entnahme

Art der Entnahme:

Bohrung

Rammkernbohrung

Handbohrung

Handschurf

Baggerschurf

Hammer / Meißel

Sonstiges:

Probenart:

ungestörte Probe

gestörte Probe

Mischprobe

Stichprobe

Sonstiges:

Angaben zur Probe

Bodenart:

S, u', o'

Konsistenz der Probe:

locker-mitteldicht/erdfeucht

Geologische Zuordnung:

organischer Sand

Grundwasser angetroffen:

nein ja

bei..... m u.OK Gelände, angest. bis m u.OK Gelände

Intensität, Farbe:

schwach

schwarz

dunkelbraun

grün

rot

mittel

grau

braun

oliv

blau

stark

dunkelgrau

hellbraun

gelb

violett

hellgrau

ocker

weiß

Sonstiges:

Intensität, Geruch:

ohne

unauffällig

faulig

nach Abwasser

schwach

erdig

aromatisch

nach Teer

mittel

moderig

nach Mineralöl

stark

nach Lösemittel

Sonstiges:

**Untersuchungs-
umfang:**

mit MP 1, MP 2 und MP 2a zusammengeführt; LAGA_{Boden}/TR-Boden

Datum / Unterschrift

20.09.2016

Datum / Unterschrift

des Probenehmers:

i.V. V. Thoma

des Überbringers:

Datumsstempel Eingang:

Kürzel Eingang

Blatt von

Entnahme von Boden-/Feststoff-Mischproben

Projekt / BV: Erschließung eines Baugebietes
 Trakenerhstraße in 33100 Paderborn-Schloß Neuhaus
 - Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Aktenzeichen: 160848 **Probe Nr.:** MP 2

Entnahmestelle: Fläche MP 2

Entn.-vermerk: repräsentativ entnommene Mischprobe (aus 20 Einzel-Einstichen)

Entnahmetiefe: 0,00 - 0,10 m

Probennehmer: Herr Schulte

Entnahmedatum: Dienstag, den 20.09.2016 **Uhrzeit:** ~ 17:15 Uhr

Angaben zur Entnahme

Art der Entnahme: Bohrung Rammkernbohrung Handbohrung
 Handschurf Baggerschurf Hammer / Meißel

Sonstiges:

Probenart: ungestörte Probe gestörte Probe Mischprobe Stichprobe

Sonstiges:

Angaben zur Probe

Bodenart: S, u, g', o', h'

Konsistenz der Probe: locker/erdfeucht

Geologische Zuordnung: organischer Sand / Mutterboden

Grundwasser angetroffen: nein ja bei..... m u.OK Gelände, angest. bis m u.OK Gelände

Intensität, Farbe: schwach schwarz dunkelbraun grün rot
 mittel grau braun oliv blau
 stark dunkelgrau hellbraun gelb violett
 hellgrau ocker weiß

Sonstiges:

Intensität, Geruch: ohne unauffällig faulig nach Abwasser
 schwach erdig aromatisch nach Teer
 mittel moderig nach Mineralöl
 stark nach Lösemittel

Sonstiges:

Untersuchungs-umfang: mit MP 1, MP 1a und MP 2a zusammengeführt; LAGA_{Boden}/TR-Boden

Datum / Unterschrift 20.09.2016 **Datum / Unterschrift**
 des Probenehmers: i.v. V. Thimm des Überbringers: _____
 Datumstempel Eingang: _____
 Kürzel Eingang _____ Blatt _____ von _____

Entnahme von Boden-/Feststoff-Mischproben

Projekt / BV: Erschließung eines Baugebietes
Trakenerhstraße in 33100 Paderborn-Schloß Neuhaus
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Aktenzeichen: 160848 **Probe Nr.:** MP 2a

Entnahmestelle: Fläche MP 2

Entrn.-vermerk: repräsentativ entnommene Mischprobe (aus 20 Einzel-Einstichen)

Entnahmetiefe: 0,10 - 0,35 m

Probennehmer: Herr Schulte

Entnahmedatum: Dienstag, den 20.09.2016 **Uhrzeit:** ~ 17:30 Uhr

Angaben zur Entnahme

Art der Entnahme: Bohrung Rammkernbohrung Handbohrung
 Handschurf Baggerschurf Hammer / Meißel

Sonstiges:

Probenart: ungestörte Probe gestörte Probe Mischprobe Stichprobe

Sonstiges:

Angaben zur Probe

Bodenart: S, u', o'

Konsistenz der Probe: locker-mitteldicht/erdfeucht

Geologische Zuordnung: organischer Sand / Sand

Grundwasser angetroffen: nein ja bei..... m u.OK Gelände, angest. bis m u.OK Gelände

Intensität, Farbe: schwach schwarz dunkelbraun grün rot
 mittel grau braun oliv blau
 stark dunkelgrau hellbraun gelb violett
 hellgrau ocker weiß

Sonstiges:

Intensität, Geruch: ohne unauffällig faulig nach Abwasser
 schwach erdig aromatisch nach Teer
 mittel moderig nach Mineralöl
 stark nach Lösemittel

Sonstiges:

**Untersuchungs-
umfang:** mit MP 1, MP 1a und MP 2 zusammengeführt; LAGA_{Boden}/TR-Boden

Datum / Unterschrift 20.09.2016 Datum / Unterschrift
des Probenehmers: i. V. V. Thämer des Überbringers: _____
Datumsstempel Eingang: _____
Kürzel Eingang _____ Blatt _____ von _____

ANLAGE 8.1
Fotodokumentation

Fotodokumentation

Seite 1

Anlage 8

Situation am 20.09.2016



Foto 1: Blickrichtung ~ OSO; Bereich der BS 1-BS 3 und BS 10 (Markierungen)

Situation am 20.09.2016



Foto 2: Blickrichtung ~ O; Bereich der BS 4, BS 5 und BS 9 (Markierungen)

Fotodokumentation

Seite 2

Anlage 8

Situation am 20.09.2016



Foto 3: Blickrichtung ~ ONO; Bereich der BS 5, BS 6, BS 8 und BS 9 (Markierungen)

Situation am 20.09.2016



Foto 4: Blickrichtung ~ S; Bereich der BS 7 (Markierung)

Situation am 20.09.2016

BS 11



Foto 5: Blickrichtung ~ ONO; Bereich der BS 11, ausgebaut zur GWM 11 (Markierung)