

## GUTACHTEN

Projekt: 59556 Lippstadt-Bad Waldliesborn  
- Baugebiet 'Sommerweg' (Bebauungsplan Nr. 86) -



### Baugrunderkundung / Gründungsberatung

Auftraggeber: GWL – Gemeinnützige Wohnungsbauges. Lippstadt mbH  
59555 Lippstadt, Jahnweg 4

Auftragnehmer: Kleegräfe Geotechnik GmbH  
59556 Lippstadt-Bad Waldliesborn, Holzstraße 212

Projekt-Nr.: 18 09 25

Lippstadt, den 20. Februar 2019

## - INHALTSVERZEICHNIS -

<b>1.</b>	<b><u>VORGANG / AUFGABENSTELLUNG / LAGE</u></b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b><u>UNTERGRUNDERSCHLIEßUNG</u></b>	<b>5</b>
2.1	UNTERGRUNDSCHICHTUNG / GEOLOGIE	5
2.2	GRUNDWASSER / HYDROGEOLOGIE	6
<b>3.</b>	<b><u>VERSICKERUNG: ANGABE DER HYDROGEOL. RAHMENBEDINGENGEN</u></b>	<b>8</b>
3.1	ERMITTLUNG DES VERSICKERUNGSPOTENZIALS (LABORVERSUCHE)	8
3.2	ERMITTLUNG DES VERSICKERUNGSPOTENZIALS (GELÄNDEVERSUCHE)	9
3.3	BEWERTUNG DES VERSICKERUNGSPOTENZIALS / RAHMENBEDINGUNGEN	9
<b>4.</b>	<b><u>ABFALLWIRTSCHAFTLICHE BEURTEILUNG DES AUSHUBBODENS</u></b>	<b>11</b>
<b>5.</b>	<b><u>INGENIEURGEOL. BEURTEILUNG DES BAUGRUNDINVENTARS</u></b>	<b>14</b>
5.1	BODENCHARAKTERISIERENDE LABORVERSUCHE	14
5.2	BAUGRUNDBEURTEILENDE GELÄNDEVERSUCHE (DPL-5)	16
5.3	BODENMECHANISCHE KENNWERTE / BAUGRUNDBEURTEILUNG	17
5.4	BODENKLASSEN / BODENGRUPPEN / FROSTKLASSEN / HOMOGENBEREICHE	18
<b>6.</b>	<b><u>INGENIEURGEOL. HINWEISGEBUNGEN ZUR BAUDURCHFÜHRUNG</u></b>	<b>19</b>
6.1	GEBÄUDEBAU	19
6.2	KANALBAU	30
6.3	STRASSENBAU	34
<b>7.</b>	<b><u>ANLAGEN</u></b>	<b>37</b>

## 1. Vorgang / Aufgabenstellung / Lage

Die GWL - GEMEINNÜTZIGE WOHNUNGSBAUGESELLSCHAFT LIPPSTADT MBH beabsichtigt die Erschließung des Bebauungsplangebietes 'Sommerweg' (B-Plan Nr. 86) im Süden des OT Bad Waldliesborn für Wohnbebauung.

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, für die Kanäle und die Anliegerstraßen.
- Versickerung: Die für eine potenzielle Versickerung wichtigen Rahmenbedingungen sind zu ermitteln und die relevanten Eckdaten aufzuzeigen und zu bewerten.
- Abfallwirtschaftliche Klassifizierung Aushubboden: Das potenzielle Boden-Überschussmaterial wird hinsichtlich seiner Wiedereinbaueignung / -zulässigkeit chemisch untersucht und klassifiziert (LAGA und DepV).

Die GWL - GEMEINNÜTZIGE WOHNUNGSBAUGESELLSCHAFT LIPPSTADT MBH, Jahnweg 4 in 59555 Lippstadt, beauftragte das Fachbüro KLEEGRÄFE GEOTECHNIK GMBH, Holzstraße 212 in 59556 Lippstadt, mit den Untersuchungen sowie der gutachterlichen Stellungnahme. Planerisch verantwortlich zeichnet die DS VERKEHRSINFRASTRUKTUR INGENIEURGESELLSCHAFT MBH, Oststraße 24 in 33129 Delbrück. Für die Ausarbeitung steht ein Lageplan (Übersichtsplan / Katasterplan) zur Verfügung.

Die Lage der Bohrungen geht aus der Anlage 1.1 (Lageplan) hervor. Nach Bohrende wurden die Bohransatzpunkte lagemäßig eingemessen und höhenmäßig einnivelliert.

Tabelle 1: Untersuchungsumfang (Gelände + Labor)

Gelände (05./06.11.2018)	- Rammkernsondierungen (Ø 40 - 60 mm)	15 Stück
	- Einmessung in Höhe und Lage	15 Stück
	- Leichte Rammsondierungen (DPL-5)	15 Stück
	- Versickerungsversuche im Gelände (Auffüllversuche)	2 Stück
	- Ausbau Grundwassermessstelle (DN 50)	1 Stück
Bodenmechanisches Labor	- Korngrößenanalysen (DIN 18 123)	8 Stück
	- Wassergehaltsbestimmungen (DIN 18 121)	8 Stück
	- Zustandsgrenzen (DIN EN ISO 17892-12)	2 Stück
Chemisches Labor	- Parameterumfang LAGA (TR Boden, 2004)	3 Stück
	- Parameterumfang Deponieverordnung (DepV, 2011)	3 Stück

► Lage: Das Areal befindet sich im Süden von 59556 Lippstadt-Bad Waldliesborn.

- Grenze Süden: Sommerweg
- Grenze Osten: Sommerweg sowie bestehende Wohnbebauung Sommerweg
- Grenze Norden: Grüner Weg und bestehende Wohnbebauung Grüner Weg
- Grenze Westen: Bestehende Wohnbebauung Im Lindenbrink sowie Freifläche

Das Umfeld wird von bestehender Wohnbebauung sowie von Freiflächen (überw. Weideflächen) geprägt. Der Anlage 9.1 ist eine Fotodokumentation zu entnehmen.

► Vornutzung: Das Areal wurde und wird landwirtschaftlich vorgenutzt (siehe Anlage 9.1 Fotodokumentation). Anderweitige Vornutzungen sind nicht bekannt. Es existieren keine Hinweise / Verdachtsmomente auf Bodenbelastungen.

► Morphologie: Das Areal liegt ebenso wie sein Umfeld eben vor. Es wurde eine Höhendifferenz von geringen 53 cm zwischen den 15 Bohr-Ansatzpunkten ermittelt. Die Höhenkote bewegt sich um +74 / +75 mNN (RStO-Frosteinwirkungszone I).

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

► Gefährdungspotenziale: Das Online-Fachinformationssystem *‘Gefährdungspotenziale des Untergrundes in NRW’* des Geologischen Dienstes NRW gibt für die beiden von der Maßnahme betroffenen Kilometerquadrate 22644 und 22879 keine besonderen geogenen Gefährdungspotenziale aufgeführter Bereiche an (• Bergbau, • MethanAusgasung, • Verkarstung / Auslaugung, • Erdbeben).

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

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

Der Referenzwert für Radon in Aufenthaltsräumen und an Arbeitsplätzen beträgt demnach 300 Bq/m<sup>3</sup>. Es sollte im Zuge des weiteren Projektfortschritts eine Klärung über die tatsächliche Radonkonzentration in der Bodenluft herbeigeführt werden und es sollte geprüft werden, in wieweit die aus verschiedenen anderen Gründen auszuführenden Arbeiten am Bauwerk im Sinne *‘präventiver Schutzmaßnahmen zum radonsicheren Bauen’* zu bewerten sind.

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

## 2. Untergrunderschließung

### 2.1 Untergrundschichtung / Geologie

Die Bohrungen wurden flächendeckend innerhalb des Areals positioniert. Die Schichtenprofile sind in der Anlage 2.1 dargestellt. Die Bodenansprache erfolgte durch einen Dipl.-Geologen nach den relevanten DIN-Normen.

Tabelle 2: Ergebnisse der Untergroundaufschlüsse (05./06.11.2018)

BS	Ansatz m ü.NN	Beeinflus- sungen	Mutter- boden	Sand	Schluff	Grund- wasser	DPL-5	End- teufe
1	+75,44	-	0-0,40	0,40-2,85	ab 2,85	(1,69) +73,75	X	5,00
2	+75,16	-	0-0,32	0,32-3,40 ab 4,20	3,40-4,20	(1,43) +73,73	X	5,00
3	+75,17	-	0-0,45	ab 0,45	-	(n.b.)	X	5,00
4	+75,24	-	0-0,32	0,32-2,35	ab 2,35	(1,60) +73,64	X	5,00
5	+75,31	-	0-0,28	0,28-3,60	ab 3,60	(1,69) +73,62	X	5,00
6	+75,42	-	0-0,35	0,35-2,85 ab 4,70	2,85-4,70	(1,90) +73,52	X	5,00
7	+75,31	-	0-0,38	0,38-3,30	ab 3,30	(1,55) +73,76	X	5,00
8	+75,14	-	0-0,45	ab 0,45	-	(1,42) +73,72	X	5,00
9	+75,28	0-0,50		0,50-3,15	ab 3,15	(1,50) +73,78	X	5,00
10	+75,13	-	0-0,37	0,37-2,90 ab 4,30	2,90-4,30	Pegel 1,68 +73,45	X	5,00
11	+74,93	0-0,36		0,36-0,90 ab 0,90	-	1,48 +73,45	X	5,00
12	+75,04	-	0-0,80	0,80-2,40	ab 2,40	(1,37) +73,67	X	5,00
13	+75,35	0-0,35		0,35-4,00	ab 4,00	(1,20) +74,15	X	5,00
14	+75,29	-	0-0,22	ab 0,22	-	(1,32) +73,97	X	5,00
15	+75,46	-	0-0,45	0,45-3,70	ab 3,70	(1,36) +74,10	X	5,00
Ø	+75,24	bis 0,40				1,51 +73,73		5,00

Angaben in m u.GOK / m ü. NN

Klammerwert: Bohrlochzusammenfall (± GW-Spiegelfläche)

rot: anthropogen beeinflusst

Geologie: Bei den erbohrten geogenen Schichteinheiten handelt es sich um fluviatile Niederterrassen-Sedimente der Lippe aus dem pleistozänen Quartär. Die hangenden organischen Bildungen belegen ein holozänes Alter der oberflächennahen Sedimente. Das Grundgebirge (Tonmergelstein der *Coniac-/Santon*-Stufe) wurde nicht erbohrt und besitzt aufgrund seiner Tiefenlage keine Projektrelevanz.

## 2.2 Grundwasser / Hydrogeologie

Bei den angetroffenen Feuchteverhältnissen handelt es sich um eine zeitliche Momentaufnahme. Langfristige Messdaten liegen dem AN nicht vor. Aus diesem Grunde kann keine belastbare Angabe über das Schwankungspotenzial des Grundwassers geliefert werden. Ohne eine längerfristige GW-Beobachtung sind keine zuverlässigen Angaben zu machen. Da am Ende einer langandauernden Trockenperiode (05./06.11.2018) gebohrt wurde, stellen die angetroffenen Grundwasser-Flurabstände relative Tiefstände und keine Hoch- / Maximalstände dar. Es ist von einem deutlichen Anstiegspotenzial in niederschlagsergiebigere Herbst- / Frühjahrsperioden auszugehen.

• **Pegeleinbau**: Nach Bohrbeendigung wurden die Bohrung BS 10 zu einer DN 50 Permanent-Grundwassermessstellen (Oberflur) ausgebaut (Ausbau: • Spitze, • 2,0 m Filterrohr, • 1,0 m Vollrohr, • Sebakappe, • Filterkies 0,75/1,25 mm, • Bentonitabdichtung, • Betonfundament, • Stahlstülrohr, • Schutzdreieck). Nach Pegeleinbau wurde ein GW-Flurabstand von 1,68 m gelotet (+73,45 mNN).

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

• **Grundwasser (Bohrlochmessungen)**: Bei den Geländearbeiten am 05./06.11.2018 wurde zusammenhängendes Grundwasser mit einem Flurabstand von i.M. 1,51 m / **+73,73 mNN** gelotet. Hierbei handelt es sich um einen zusammenhängender Lockergesteinsaquifer / Porenwasserleiter.

• **Vorflut**: Vermutlich stellt die Kaltestrot die relevante Vorflut. Sie quert das Aral von Osten Richtung Westen. Des Weiteren verläuft entlang der Straße Grüner Weg ein verrohrter Graben.

• **Bemessungswasserstand**: Vorbehaltlich der Ergebnisse der angeratenen längerfristigen Pegelmessungen wird aufgrund der nicht ausreichenden Datengrundlage empfohlen, einen additiven Zuschlag von rund 1,1 m auf die ermittelten GW-Flurabstände aufzuschlagen. Hieraus resultiert ein vermuteter **Bemessungswasserstand von 0,40 m u. unter aktueller GOK (ohne Extremereignisse)**.

- **Stauanäsepotenzial:** Der untergrundprägende Fluviatilsand weist kein relevantes Stauanäsepotenzial auf. Lediglich die im tieferen Profildbereich erbohrten Schluffe besitzen ein deutliches Stauanäsepotenzial.
- **Ausweisung Überschwemmungsgebiet:** Das Arbeitsgebiet ist nicht als 'festgesetztes Überschwemmungsgebiete' ausgewiesen (Quelle: [www.ELWAS.nrw.de](http://www.ELWAS.nrw.de), Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes NRW).

Fazit: Bei einer Nichtunterkellerung existiert eine häufige GW-Beeinflussung der Gründungskörper. Eine GW-Einflussnahme auf die Bodenplatte wird bei einer Nichtunterkellerung ausschließlich bei einer entsprechenden Heraushebung der OKFF EG über die aktuelle GOK nicht erwartet. Bei einer Unterkellerung unterliegt das KG einer permanenten GW-Beeinflussung ('drückendes Wasser'). Bemessungswasserstand: 0,40 m u. aktueller GOK (ohne Extremereignisse).

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

Bodenart  $k_f$ -Wert in m/s

- Fluviatilsand (untergrundprägend):

Mittelsand-Feinsand-Gemisch, z.T. schw. grobsandig, z.T. schw. schluffig .  $10^{-4} - 10^{-5}$

- Fluviatilschluff:

Schluff, stark feinsandig, schwach mittelsandig . . . . .  $10^{-6} - 10^{-7}$

Bewertung der Lockergesteinsdurchlässigkeit mittels Durchlässigkeitsbeiwert  
(nach DIN 18 130)

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

### **3. Versickerung: Angabe der hydrogeol. Rahmenbedingungen**

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

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

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

#### **3.1 Ermittlung des Versickerungspotenzials (Laborversuche)**

- Korngrößenanalysen (DIN 18 123): Es wurden acht Korngrößenanalysen durchgeführt (2 x Sieb-/Sedimentationsanalysen, 6 x Siebanalysen). Es wurde der gründungs- und versickerungsrelevante Fluviatilsand sowie der Fluviatilschluff untersucht (Proben siehe Tabelle 6). In den Anlagen 3.1-3.3 sind die aktuell ermittelten Kornverteilungen als Kornsummenkurven graphisch dargestellt. Die Ergebnisse der Korngrößenanalysen sind in der Tabelle 6 aufgeführt.

Als Ergebnis zeigt sich, dass der Untergrund geprägt wird von einem enggestuften Fein-/Mittelsand deutlicher Durchlässigkeit. Im tieferen Untergrund steht verbreitet, jedoch nicht durchgängig, ein stark sandiger Schluff geringerer Durchlässigkeit an.

- Durchlässigkeit:

- Die Berechnungen des Durchlässigkeitsbeiwertes (Durchlässigkeitskoeffizient) des untersuchten Fluviatilsandes nach BEYER sowie ergänzend nach HAZEN ergeben Durchlässigkeiten der Größenordnung von  $k_f = \text{ca. } 10^{-4} \text{ m/s} - 10^{-5} \text{ m/s}$  (DIN 18 130: 'durchlässig'). Die untersuchten Sande weisen kein relevantes Staunäspotenzial auf.
- Die Berechnungen des Durchlässigkeitsbeiwertes (Durchlässigkeitskoeffizient) des untersuchten Fluviatilschluffes nach BEYER sowie ergänzend nach MALLET & PACQUANT ergeben Durchlässigkeiten der Größenordnung von  $k_f = \text{ca. } 10^{-6} \text{ m/s}$  (DIN 18 130: 'durchlässig'). Die untersuchten Schluffe weisen ein mäßiges Staunäspotenzial auf.

### 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 Bohrlöcher der Bohrung BS 4 (ausgebaut mit einem Temporärpegel) und der BS 10 (ausgebaut mit einem Permanentpegel) verwendet. Als erster Schritt der Versickerungsversuche erfolgte eine ausreichende Wässerung des jeweiligen Bohrlochprofils zwecks Sättigung des Bodenaufbaus. Im Anschluss erfolgte eine Wassersäulenfestlegung. Darauf wird die Wasserzugabe pro Zeiteinheit gemessen, welche zur Konstanthaltung dieser o.g. definierten Wassersäulenhöhe benötigt wird.

Die Versickerungsversuche wurden auf der Grundwasseroberfläche durchgeführt, was zulässig ist, solange ausschließlich die Durchlässigkeiten der darüber liegenden Bodenschichten bestimmt werden. Die Ergebnisse der Versickerungsversuche sind in der Anlage 6.1 sowie in der folgenden Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3: Ermittelte Durchlässigkeitsbeiwerte (Geländeversuche)

Bohrloch	BS 4	BS 10
Versickerungs-Medium	Fluviatilsand	Fluviatilsand
Grundwasser	1,35 m u.GOK	1,68 m u.GOK
Gültigkeitsbereich	0,80-1,35 m u.GOK	0,70-1,68 m u.GOK
Versuch 1 ( $k_f$ in m/s)	$1,9 \cdot 10^{-4}$	$9,9 \cdot 10^{-5}$
Versuch 2 ( $k_f$ in m/s)	$1,7 \cdot 10^{-4}$	$1,2 \cdot 10^{-4}$
Bewertung DIN 18 130	'durchlässig' bis 'stark durchlässig'	
MURL Bewertung	Versickerungseignung nach MURL: $k_f > 5 \cdot 10^{-6}$ m/s	

### 3.3 Bewertung des Versickerungspotenzials / Rahmenbedingungen

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

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

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

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

Bei den Geländearbeiten am Ende einer ausgeprägt langandauernden trockenen Niederschlagsperiode wurde ein geringster GW-Flurabstand von 1,5 m ermittelt.

Des Weiteren besteht ein Anstiegspotenzial, welches – vorbehaltlich der Ergebnisse der angeratenen längerfristigen Pegelmessungen – auf gemittelt 1,1 m für das aktuelle Arbeitsgebiet geschätzt wird. Hieraus resultiert ein angenommener **Bemessungswasserstand von 0,4 m u. aktueller GOK (ohne Extremereignisse)**.

Ausgehend von den aktuellen Geländehöhen ist wasserrechtlich eine Versickerung aufgrund des nicht ausreichenden / nicht vorhandenen Sickerraumes unzulässig und physikalisch nicht möglich.

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

► Vorfluter Kaltestrot / verrohrter Graben (Grüner Weg): Sollte aufgrund der vorgenannten Rahmenbedingungen eine Einleitung bzw. Teileinleitung unverschmutzter Niederschlagswässer in die das Baugebiet von Osten nach Westen querende Kaltestrot bzw. in den namenlosen Graben (nahe Grüner Weg) angedacht werden, so muss zuvor die ausreichende Aufnahmefähigkeit dieses Grabens / dieser Verrohrung durch ein Fachbüro ermittelt werden (sog. 'Hydraulischer Nachweis').

► Potenzielle Rückhaltebauwerke / Erdbecken: Sollte im aktuellen Arbeitsgebiet die Errichtung eines Rückhaltebauwerkes / Erdbeckens angedacht werden, so wird auf Folgendes hingewiesen: Bei Freilegung eines Erdbeckens wird – da permanent ein geringer GW-Flurabstand existiert – die GW-Spiegelfläche periodisch bis permanent freigelegt, so dass kein bzw. lediglich ein sehr geringes Rückhaltevolumen geschaffen wird, welches zudem infolge des GW-Anstiegspotenzials auch noch deutlich schwankt / differiert. Aufgrund der Rahmenbedingungen wird ein potenzielles Erdbecken als Rückhaltebauwerk für wenig sinnvoll eingeschätzt.

### **Fazit: Hydrogeologische / versickerungsrelevante Rahmenbedingungen**

Boden: Der untergrundprägende Fluviatilsand ( $k_f$ -Wert:  $k_f = 10^{-4} - 10^{-5}$  m/s) ist 'durchlässig'. Es handelt sich um einen Boden, welcher wasserrechtlich zulässige und bodenphysikalisch ausreichende Durchlässigkeiten führt.

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

Grundwasser: Das Grundwasser weist einen geringen Flurabstand auf. Das Anstiegspotenzial wird bis 0,4 m u. aktueller GOK geschätzt (ohne Extremereignisse).

**Ausgehend von der aktuellen GOK ist eine Versickerung nicht möglich / zulässig.**

Vorfluter: Vor potenziellen Vorflutereinleitungen in die Kaltstrot bzw. in die Grabenverrohrung nahe des Grüner Weg muss ein sog. 'Hydraulischer Nachweis' die ausreichende Aufnahmekapazität nachweisen.

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

## **4. Abfallwirtschaftliche Beurteilung des Aushubbodens**

**Veranlassung**: Es ist bei der Maßnahme mit Anfall von Überschuss- / Aushubboden zu rechnen. Daher erfolgen umweltrelevante Untersuchungen des potenziell aufzunehmenden Aushubs mit dem Ziel der Kenntnisnahme des konkreten Schadstoffpotenzials sowie der Beurteilung einer Wiedereinbaueignung/-zulässigkeit bzw. der Aufzeigung eines geeigneten Entsorgungsweges.

**Methodik / Auffälligkeiten**: Die für die Mischprobenerstellung herangezogenen Einzelproben stellen Bohrgutentnahmen der Rammkernsondierungen BS 1-15 dar (Ziel: Flächendeckung). Organoleptisch erfolgte eine fachgerechte Bohrgutansprache durch einen erfahrenen Dipl.-Geologen.

**Material- und Geruchsauffälligkeiten**: Das Bohrgut wurde auf umweltgeologisch auffällige Inhaltsstoffe kontrolliert. Auffälligkeiten wie Asche sowie Schwarzdeckenbruch wurden nicht erkannt. Es handelt sich bei dem im Gelände untergeordnet vorliegenden und anteilig in den Mischproben enthaltenen Füllböden überwiegend um sog. 'Inertmaterial' (umgelagerter Geogenboden).

Bei dem zu lösenden Geogenboden handelt es sich – abgesehen von dem sowieso abzuschiebenden ‘Mutterboden’ – weitgehend um Fluviatilsand. Geruchliche Auffälligkeiten wurden nicht erkannt.

Untersuchungsumfang: Die Analysen erfolgten auf den Parameterumfang gemäß LAGA<sub>Boden</sub>, da dieser den vollständigeren Parametersatz beinhaltet. Ergänzend wurde der Parameterumfang gemäß Deponieverordnung (DepV) untersucht.

**Parameterumfang / Mischprobenzusammenstellung:** Es wurden hinsichtlich der Flächenabdeckung insgesamt drei Mischproben (MP) erstellt:

- **‘MP 1’:** Geogenboden (Fluv.-Sand) BS 1-6 (~ südliches Baugebiet)
- **‘MP 2’:** Geogenboden (Fluv.-Sand) BS 7, 10-12 (~ westliches Baugebiet)
- **‘MP 3’:** Geogenboden (Fluv.-Sand) BS 8, 9, 13-15 (~ nördliches Baugebiet)

Tabelle 4: Analysenparameter / Probenauswahl (Mischplan)

Feststoffanalysen (Boden)		
Parameterumfang <b>LAGA</b> (TR Boden, 2004), Feststoff + Eluat (3 Stück) + Parameterumfang Deponieverordnung <b>DepV</b> (3 Stück)	<u>MP 1</u> (BS 1-6)	1/2 + 1/3 + 1/4 + 2/2 + 2/3 + 2/4 + 3/2 + 3/3 + 3/4 + 4/2 + 4/3 + 4/4 + 5/2 + 5/3 + 5/4 + 6/2 + 6/3 + 6/4 + 6/5
	<u>MP 2</u> (BS 7, 10-12)	7/2 + 7/3 + 7/4 + 10/2 + 10/3 + 10/4 + 10/5 + 11/2 + 11/3 + 11/4 + 12/2 + 12/3 + 12/4
	<u>MP 3</u> (BS 8, 9, 13-15)	8/2 + 8/3 + 8/4 + 9/2 + 9/3 + 9/4 + 13/2 + 13/3 + 13/4 + 14/2 + 14/3 + 14/4 + 15/2 + 15/3

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

**Bewertungsgrundlagen:** Die Bewertung erfolgt hinsichtlich einer Wiedereinbaubewertung sowie der Aufzeigung der Entsorgung nach den folgenden Regelwerken:

- *LAGA Technischen Regeln - Ländergemeinschaft Abfall: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen* (LAGA ‘Technische Regeln Boden’ TR Boden, Stand 05.11.2004)
- *Deponieverordnung DepV* (‘Verordnung über Deponien und Langzeitlager’, Stand: 27.04.2009, letzte Änderung: 27.09.2017)

**Analysenergebnisse / Bewertung:** Es wurde ausschließlich in der MP 2 eine geringe Auffälligkeit der Parameter *PAK nach EPA* (TS, 3,85 mg/kg), *Benzo-a-pyren* (TS, 0,37 mg/kg) und *Kohlenwasserstoff-Index* (TS, 532 mg/kg) ermittelt. Dies bedingt eine

Einstufung der Mischprobe MP 2 in die Deponieklasse DK1 und in die LAGA-Zuordnungsgruppe Z1.1 (Bodenart: Sand sowie Lehm/Schluff).

In der folgenden Tabelle 5 erfolgt eine zusammenfassende Darstellung der Bewertung der untersuchten Proben, basierend auf den Analyseergebnissen.

Tabelle 5: Analyseergebnisse / Bewertung

Mischprobe	LAGA-Einstufung	DepV-Einstufung
<b>MP 1</b> <b>BS 1-6</b> (Geogenboden)	<b>Z0<sub>Boden</sub>(Lehm / Schluff)* / Z0<sub>Boden</sub>(Sand)*</b>	<b>DK0</b>
<b>MP 2</b> <b>BS 7, 10-12</b> (Geogenboden)	<b>Z1.1<sub>Boden</sub>(Lehm / Schluff)* / Z1.1<sub>Boden</sub>(Sand)*</b>	<b>DK1</b>
<b>MP 3</b> <b>BS 8, 9, 13-15</b> (Geogenboden)	<b>Z0<sub>Boden</sub>(Lehm / Schluff)* / Z0<sub>Boden</sub>(Sand)*</b>	<b>DK0</b>

Z0<sub>Boden</sub> = Verwendung in bodenähnlichen Anwendungen

Z1.1<sub>Boden</sub> = eingeschränkter offener Einbau in technischen Bauwerken

\* = vorbehaltlich einer bodenmechanischen Eignung

**Hinweis / Empfehlung (Detailanalysen):** Es wird vermutet, dass es sich um eine kleine Auffälligkeit (u.U. Schwarzdeckenstückchen) in einer Einzelprobe der Mischprobe MP 2 handelt. Es sei darauf hingewiesen, dass LAGA<sub>Boden</sub> Z1.1-Material mit PAK-Konzentrationen zwischen 3-9 mg/kg nur in Gebieten mit 'hydrologisch günstigen Deckschichten' eingebaut werden darf. Anderenfalls ist die Einstufung auf LAGA<sub>Boden</sub> Z2 zu ändern, was einen 'eingeschränkten Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen' erforderlich machen würde.

Angeraten werden somit Detailanalysen mit dem Ziel der Auffälligkeitslokalisierung sowie der Massenminimierung o.g. Einstufung (LAGA<sub>Boden</sub> Z1.1 u.U. LAGA<sub>Boden</sub> Z2 bzw. DK1) und letztendlich des Versuchs der Aufwandsminimierung. Daher wird empfohlen, dass die gering auffällige Mischproben MP 2 in sinnvolle kleinere Gruppen zusammengefasst werden. Vorschlag:

- MP 2a: 7/2 + 7/3 + 7/4 (= Bohrung BS 7)
- MP 2b: 10/2 + 10/3 + 10/4 + 10/5 (= Bohrung BS 10)
- MP 2c: 11/2 + 11/3 + 11/4 (= Bohrung BS 11)
- MP 2d: 12/2 + 12/3 (= Bohrung BS 12)

Diese Mischproben sollten auf die drei auffälligen Parameter untersucht werden (● PAK nach EPA, TS; ● Benzo-a-pyren, TS; ● Kohlenwasserstoff-Index, TS).

Ohne die angeratene Detailanalyse sind die in der Tabelle 5 angegebene Einstufungen anzuwenden / zu berücksichtigen.

## 5. Ingenieurgeol. Beurteilung des Baugrundinventars

### 5.1 Bodencharakterisierende Laborversuche

- Korngrößenanalysen (DIN 18 123): Es wurden acht Korngrößenanalysen durchgeführt (2 x Sieb-/Sedimentationsanalysen, 6 x Siebanalyse), wobei der gründungs- und versickerungsrelevante Fluvialsand sowie der Fluvialschluff untersucht wurden (Proben siehe Tabelle 6). In den Anlagen 3.1-3.3 sind die aktuelle ermittelten Kornverteilungen als Kornsummenkurven graphisch dargestellt. Die Ergebnisse der Korngrößenanalysen sind in der Tabelle 6 aufgeführt.

Tabelle 6: Ergebnisse der Korngrößenanalysen und Wassergehaltsbestimmungen

**fett** = prägend

Einheit	Fluv.Schluff				Fluvialsand											
Probe	1/5		10/6		1/4		3/4		5/4		10/4		13/3		15/4	
Profil (m u.GOK)	2,85- 3,90		2,90- 3,60		1,90- 2,85		1,50- 2,40		1,70- 2,65		1,40- 2,20		0,85- 1,90		2,50- 3,70	
Ton (%)	3		4		n.b.											
Schluff (%)	<b>52</b>		<b>57</b>		2		4		1		2		4		1	
Feinsand (%)	37		31		<b>49</b>		<b>56</b>		<b>60</b>		<b>31</b>		<b>55</b>		<b>50</b>	
Mittelsand (%)	8	45	8	39	<b>46</b>	98	<b>38</b>	96	<b>38</b>	99	<b>60</b>	97	<b>34</b>	96	<b>46</b>	99
Grobsand (%)	-		-		3		2		1		6		7		3	
Kies (%)	-		-		-		-		-		1		-		-	
d <sub>10</sub> (mm)	0,020		0,017		0,103		0,085		0,102		0,122		0,089		0,109	
U-Wert (d <sub>60</sub> /d <sub>10</sub> )	3,4		3,4		2,2		2,4		1,9		2,5		2,3		2,1	
k <sub>f</sub> -Wert (m/s)	BEYER	<b>3,6*10<sup>-6</sup></b>	<b>2,6*10<sup>-6</sup></b>		<b>1,1*10<sup>-4</sup></b>		<b>7,2*10<sup>-5</sup></b>		<b>1,2*10<sup>-4</sup></b>		<b>1,5*10<sup>-4</sup></b>		<b>7,8*10<sup>-5</sup></b>		<b>1,2*10<sup>-4</sup></b>	
	HAZEN	-	-		<b>1,2*10<sup>-4</sup></b>		<b>8,4*10<sup>-5</sup></b>		<b>1,2*10<sup>-4</sup></b>		<b>1,7*10<sup>-4</sup></b>		<b>9,2*10<sup>-5</sup></b>		<b>1,4*10<sup>-4</sup></b>	
	MA/PA	<b>1,4*10<sup>-6</sup></b>	<b>1,0*10<sup>-6</sup></b>		-		-		-		-		-		-	
Wassergehalt (%)	19,36		17,89		21,33		19,82		21,17		18,63		15,56		17,60	

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

MA/PA = Mallet & Pacquant

Der Untergrund wird geprägt von einem enggestuften Fein-/Mittelsand deutlicher Durchlässigkeit. Im tieferen Untergrund steht verbreitet ein stark sandiger Schluff geringerer Durchlässigkeit an.

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

- 1/5: Schluff, stark feinsandig, schwach mittelsandig (DIN 18 196: UL)
- 10/6: Schluff, stark feinsandig, schwach mittelsandig (DIN 18 196: UL)
- 1/4: Feinsand-/Mittelsandgemisch (DIN 18 196: SE)
- 3/4: Feinsand-/Mittelsandgemisch (DIN 18 196: SE)
- 5/4: Feinsand, stark mittelsandig (DIN 18 196: SE)
- 10/4: Mittelsand, stark feinsandig, schwach grobsandig (DIN 18 196: SE)
- 13/3 Feinsand, stark mittelsandig, schwach grobsandig (DIN 18 196: SE)
- 15/4: Feinsand-/Mittelsandgemisch (DIN 18 196: SE)

- Durchlässigkeit:

- Die Berechnungen des Durchlässigkeitsbeiwertes (Durchlässigkeitskoeffizient) des untersuchten Fluviatilsandes nach BEYER sowie ergänzend nach HAZEN ergeben Durchlässigkeiten der Größenordnung von  $k_f = \text{ca. } 10^{-4} \text{ m/s} - 10^{-5} \text{ m/s}$  (DIN 18 130: 'durchlässig'). Die untersuchten Sande weisen kein relevantes Staunäsepotenzial auf.
- Die Berechnungen des Durchlässigkeitsbeiwertes (Durchlässigkeitskoeffizient) des untersuchten Fluviatilschluffes nach BEYER sowie ergänzend nach MALLET & PACQUANT ergeben Durchlässigkeiten der Größenordnung von  $k_f = \text{ca. } 10^{-6} \text{ m/s}$  (DIN 18 130: 'durchlässig'). Die untersuchten Schluffe weisen ein mäßiges Staunäsepotenzial auf.

- Frostempfindlichkeit (ZTVE-StB): Die untersuchten Sande sind der Klasse F1 zugehörig ('nicht frostempfindlich'), während der untersuchte Schluff in die Klasse F3 zu stellen ist ('sehr frostempfindlich').

- Wassergehaltsbestimmungen (DIN 18 121): Die ermittelten hohen Wassergehalte der acht untersuchten Proben (siehe Tabelle 6) von  $w = 15,6 / 21,3 \%$  belegen einen weitgehend (grund-) wassergesättigten Boden (Anlagen 4.1).

- Zustandsgrenzen-Ermittlung (nach ISO/TS 17892-12:2004): Die Bestimmung der Fließ- / Ausrollgrenzen wurde an den beiden Fluviatilschluff-Proben 1/5 und 10/6 vorgenommen. Die Ergebnisse sind der Tabelle 7 sowie der Anlage 5.1-5.2 zu entnehmen.

Tabelle 7 Ergebnisse der Zustandsgrenzen-Ermittlung (Fließ-/Ausrollgrenzen)

Probe	Fließgrenze $w_L$	Ausrollgrenze $w_P$	Plastizitätszahl $I_P$	Wassergehalt $W$	Konsistenzzahl $I_C$
1/5	22,20 %	18,81 %	0,034	19,36 %	0,837
10/6	22,20 %	18,63 %	0,036	17,89 %	1,206

Bei Einsatz der gewonnenen Daten in das Plastizitätsdiagramm nach *CASAGRANDE* liegt dieser Boden im Übergangsbereich der nach DIN 18 196 bezeichneten Boden- gruppe 'leicht plastische Schluffe' (UL) und 'Sand-Schluff-Gemische' (SU).

Bei Betrachtung der sehr geringen Plastizitätszahl sowie Einsetzung in den sog. Konsistenzbalken nach *ATTERBERG* ergibt sich ein sehr schmaler Bildsamkeitsbereich, so dass eine sehr geringe Konsistenzstabilität gegenüber Wassergehaltsänderungen vor- liegt (ausgeprägte Nässesensibilität). Bereits bei geringen Wassergehaltszunahmen besteht die Gefahr, dass der Boden 'umkippt', d.h. in einen breiigen Konsistenzzustand übergeht.

## **5.2 Baugrundbeurteilende Geländeversuche (DPL-5)**

Die Untersuchungen erfolgten in Anlehnung an DIN 4094 sowie EN ISO 22476-2 und wurden mit der sog. Leichten Rammsonde durchgeführt (DPL 5 = 'Dynamic Probing Light' 5). Die 15 Rammsondierungen (DPL) wurden im Nahbereich zu den 15 Bohrun- gen (BS 1-15) durchgeführt (Beispiel: BS 11 / DPL 11).

Die Ergebnisdarstellung erfolgte in der Gegenüberstellung Schlagzahl pro 10 cm Ein- dringtiefe  $n_{10}$  gegen Tiefe. Die Rammdiagramme der DPL sind in der Anlage 2 grafisch dargestellt und den Rammkernsondierungen gegenübergestellt.

⇒⇒ Oberer Fluvialsand (bis ca. 2,0 / 4,0 m u. akt. GOK): Abgesehen von den Oberböden weisen die hangenden Profilbereiche weitgehend ein mäßiges Schlagzahlniveau von überwiegend  $n_{10} = \text{ca. } 6-15$  auf. Umgerechnet handelt es sich hierbei um eine mitteldichte Lagerung. Bei einer Nichtunterkellerung besitzen diese Sande weitgehend Gründungsrelevanz. Diese Sande weisen einen mäßigen Verbesserungsbedarf auf (tiefenwirksame Nachverdichtung) und bedürfen geringer gründungsvorbereitender Verbesserungen (verdich- tungsfähige Schotterlage).

⇒⇒ Unterer Fluvialsand (ab ca. 2,0 / 4,0 m u. akt. GOK): Ab genannter Teufe er- folgt eine i.d.R. deutliche Zunahme der Schlagzahlen auf ein hohes Niveau (weitgehend  $n_{10} > 15$ ). Dies entspricht umgerechnet innerhalb der grundwas- sererfüllten Bereiche einer dichten Lagerung. Dieser Sand weist eine gute Baugrundeignung auf, kommt als direktes Grün- dungsmedium aufgrund seiner Tiefenlage vermutlich jedoch lediglich stellen- weise bei einer Unterkellerung zum Tragen.

⇒⇒ Stark sandiger Fluviatilschluff (stellenweise ab i.M. ca. 3,0 m u. akt. GOK):  
Die Schlagzahlen innerhalb der stellenweise erbohrten stark sandigen Fluviatilschluffe führen ein Niveau von  $n_{10} = \text{ca. } 10\text{-}20/25$ . Dieser Anstieg suggeriert teilweise eine Baugrundverbesserung, welche nicht existiert. Das zunehmende Niveau beruht überwiegend auf einer Schlagzahlverfälschung durch Feuchtebeeinflussung. Hierdurch erfolgt eine Zunahme der Mantelreibung (Schluff ´pappt´ am Sondiergestänge). Aufgrund des Überlagerungsdruckes kann den Schluffen im ungestörten Zustand eine weiche-steife bis steife Konsistenz zugeordnet werden.

### 5.3 Bodenmechanische Kennwerte / Baugrundbeurteilung

Tabelle 8: Charakteristische Bodenkenngrößen der relevanten Bodenarten

BODENART	$\gamma_k$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma'_k$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi'_k$ (°)	$c'_k$ (kN/m <sup>2</sup> )	$E_{s,k}$ (kN/m <sup>2</sup> )
<u>Einzubauende Schottertragschicht (dicht)</u>	22,0	14,0	37,5	0	80.000
<u>Oberer Fluviatilsand (bis ca. 2,0 / 4,0 m u. akt. GOK):</u> Feinsand- / Mittelsand-Gemisch, z.T. schwach grobsandig; überw. mitteldicht *	17,5 - 18,0	9,5 - 10,0	32,5	0	20.000 - 30.000 RW 22.000
<u>Unterer Fluviatilsand (ab ca. 2,0 / 4,0 m u. akt. GOK):</u> Feinsand- / Mittelsand-Gemisch, z.T. schwach grobsandig; überw. dicht *	19,0	11,0	35,0	0	30.000 - 50.000 RW 35.000
<u>Fluviatilschluff (stellenweise ab i.M. ca. 3,0 m u. akt. GOK):</u> Schluff, stark feinsandig, schwach mittelsandig; überw. weich-steif bis steif (ungestört) *	20,0	10,0	27,5	0	6.000 - 12.000 RW 8.000

$\gamma_k$  = Wichte des erdfeuchten Bodens

$\gamma'_k$  = Wichte d. Bodens unter Auftrieb

$\phi'_k$  = Reibungswinkel des drainierten Bodens

RW = Rechenwert

$c'_k$  = Kohäsion des drainierten Bodens

$E_{s,k}$  = Steifeziffer

\* = angetroffen

## 5.4 Bodenklassen / Bodengruppen / Frostklassen / Homogenbereiche

Tabelle 9: Bodenklassen, Bodengruppen, Frostklassen, Homogenbereiche

Schichtglieder (Grobgliederung)	Bodenklassen (DIN 18 300)	Gruppensymbol (DIN 18 196)	‘Frostklasse’ ZTVE-StB	Boden- lösung	Homogen- bereiche
beeinfl. ‘Mutterboden’ <sup>1)</sup>	1 / period. 2	A (OH-OU)	F2	‘Löffel- bagger’	-
‘Mutterboden’ <sup>1)</sup>	1 / period. 2	OH-OU	F2		
<b>Fluv.-Sand (prägend)</b>	3-4	SE, u.U. SU	F1		Nr. 1
Fluviatilschluff	4, nach Freile- gung z.T. 2	UL	F3		

<sup>1)</sup> bei Wassersättigung bewegungsempfindlich (Gefahr der Konsistenzverring. bis zu breiger Konsistenz = BK 2)

<sup>2)</sup> Steingehalte von mehr als 30 Gew.-% über 0,01 – 0,1 m<sup>3</sup> Rauminhalt = Bodenklasse 6

<sup>3)</sup> Steine über 0,1 m<sup>3</sup> Rauminhalt = Bodenklasse 7

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

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

Erläuterung Tabelle 9

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

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

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

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

Nr. nach VOB	Kennwert / Eigenschaft	Wertebereich
2a, 2b	Anteil Steine und Blöcke	< 1 % (Schätzung)
2c	Anteil große Blöcke	< 0 % (Schätzung)
6	undrainierte Scherfestigkeit	~ 0 – 150 kN/m <sup>2</sup>
9	Konsistenz	~ 0,30 - 1,20
12	Plastizitätszahl	~ 0,10 – 0,35
14	Lagerungsdichte D	~ 0,25 – 0,50
20	Bodengruppen	SE, SU, UL
21	Ortsübliche Bezeichnung	Fluviatilsand, Fluviatilschluff

## **6. Ingenieurgeol. Hinweisgebungen zur Baudurchführung**

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

### **6.1 Gebäudebau**

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

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

Boden- und Grundwasserverhältnisse: Nach Abtrag des 'Mutterbodens' ( $d =$  i.M. 0,40 m) steht ganz überwiegend ein enggestuftes Feinsand-/Mittelsandgemisch an. Die Lagerungsdichten können bis ca. 2,0 / 4,0 m u. akt. GOK mit weitgehend mitteldicht und ab ca. 2,0 / 4,0 m u. akt. GOK mit dicht angegeben werden.

Ein Fluviatilschluff (ungestört: weich-steif, z.T. steif) steht verbreitet, jedoch nicht durchgängig, ab i.M. ca. 3,0 m u. akt. GOK an.

Bei einer Nichtunterkellerung existiert eine häufige GW-Beeinflussung der Gründungskörper. Eine GW-Einflussnahme auf die Bodenplatte ist bei einer Nichtunterkellerung ausschließlich bei einer deutlichen Heraushebung der OKFF EG über die aktuelle GOK unwahrscheinlich. Bei einer Unterkellerung unterliegt das KG einer permanenten GW-Beeinflussung ('drückendes Wasser'). Bemessungswasserstand: 0,40 m u. aktueller GOK (vorbehaltlich der Ergebnisse der angeratenen längerfristigen Pegelmessungen, ohne Extremereignisse).

Kurzfassung: Der relevante Untergrund weist projektbezogen eine ausreichende Gründungseignung für eine Flachgründung / Fundamentgründung auf. Einschränkende Kriterien stellen die z.T. mäßige Lagerungsdichte und der geringe Grundwasserflurabstand sowie das stellenweise Vorhandensein von Schluff auf Gründungsniveau bei einer Unterkellerung dar. Es ist bez. des Bemessungswasserstandes von einem Anstieg bis 0,4 m u. aktueller GOK auszugehen (vorbehaltlich der Ergebnisse der Pegelmessungen).

- Nichtunterkellerung: Vorgeschlagen wird ein Lastabtrag über Streifenfundamente bzw. alternativ über eine bewehrte Bodenplatte. Der AN favorisiert eine Platten-gründung. Bei einer Nichtunterkellerung wird eine deutliche Heraushebung der OKFF EG von mind. 0,3 m oberhalb der aktuellen GOK oder die Verwendung von WU-Beton für die Bodenplatte EG angeraten.
- Unterkellerung: Es wird eine Plattengründung und Abdichtung gegen 'drückendes' Wasser angeraten. Es ist bez. des Bemessungswasserstandes von einem Anstieg bis 0,4 m u. aktueller GOK auszugehen (vorbehaltlich der Ergebnisse der Pegelmessungen, ohne Extremereignisse).

Im Bauflächen- und Lastabtragsbereich sind alle organischen Böden vollständig zu entfernen und durch Schotter zu ersetzen. Wichtig: Homogenisierung der Lagerungsdichten (Nachverdichtung). Der SE-Sand benötigt eine verdichtungsfähige Auflage (Schotter) in einer Mächtigkeit von  $d = 0,20$  m (Platte) /  $0,20$  m (Streifenfundament). Potentielle Schluffe (verbreitet bei einer Unterkellerung) sollten in einer Stärke von  $d = 0,50$  m gegen Schotter ausgetauscht werden. Vor Schotterauftrag (Unterkellerung) ist ein Geotextil einzulegen und seitlich hochzuziehen.

**a) Maßnahmenvorschläge bei Nichtunterkellerung:**

Oberboden: Der 'Mutterboden' sowie sonstige organischen und potenziellen bindigen Böden müssen aus dem Baufeld inkl. Überstand vollständig abgezogen werden. Angeraten wird die Verwendung einer 'Glattschneide' / 'Schneidbestückung', damit der Geogensand auf Erdplanum nicht in seiner natürlichen Lagerung gestört wird.

Unter der Annahme eines Bodenplatten-Gesamtaufbaus von  $d = \text{ca. } 0,35 \text{ m}$  sowie der 'Heraushebung' der OKFF EG von mind.  $0,30 \text{ m}$  gegenüber der aktuellen GOK existiert aufgrund der hohen Oberbodenstärke ( $d = \text{i.M. } 0,40 \text{ m}$ ) ein i.M. ca.  $0,35 \text{ m}$  starkes Massendefizit zwischen freigelegtem Erdplanum und UK Bodenplatte.

Bauzeitliche Wasserhaltung: Es wird bei den vorgefundenen Grundwasserhältnissen vermutlich eine offene bzw. verstärkte offene Wasserhaltung ausreichend sein.

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

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

Bodenplattenbereich: Zunächst sollte das vom Oberboden freigelegte sandige Erdplanum sorgfältig nachverdichtet werden. Üblicherweise wird die OKFF als Schutz vor Oberflächenzulauf oberhalb der GOK vorgesehen ('Heraushebung'). **Es wird dringend eine 'Heraushebung' der OKFF EG von mind.  $0,30 \text{ m}$  angeraten.** Das Massendefizit sollte mit geeignetem Material lagenweise eingebaut (max. Lagenstärke:  $30 \text{ cm}$ ) und ordnungsgemäß verdichtet werden ( $100 \%$  Proctordichte). Vom AN wird die Verwendung von Güteschotter (z.B.  $0/45 \text{ mm HKS}$ ) angeraten.

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

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

Bei einer Streifenfundamentgründung kann der organische Boden im Bodenplattenbereich ausschließlich bei Ansatz einer 'freitragenden Decke' verbleiben.

Betonqualität: Angeraten wird eine deutliche Heraushebung der OKFF EG gegenüber der aktuellen GOK von mind.  $0,30 \text{ m}$ . Ansonsten kann eine GW-Beeinflussung der Bodenplatte nicht mit letzter Sicherheit ausgeschlossen werden.

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

Es wird eine Einbindung von  $1,0 \text{ m}$  u. GOK vorgeschlagen. Zum einen handelt es sich um eine frostsichere Tiefe und zum anderen stehen in g.g. Teufe weitgehend keine Sande mit einem relevanten Organikanteil an. Sollten auf Gründungsniveau organische oder bindige Böden anstehen, so wird eine ergänzende Fundamenttieferführung bis auf organikfreie Sande oder ein Bodenaustausch der organischen / bindigen Böden und Ersatz gegen Schotter oder Beton notwendig. Der Sand sollte mittels 'Schneidbestückung' gelöst werden, um unnötige Auflockerungen zu vermeiden. Es wird angeraten, unterhalb der Fundamente sowie im Lastabtragsbereich eine Verdichtungsauflage von  $d = 0,20 \text{ m}$  Schotter einzubauen. Der Sand sollte zuvor tiefenwirksam nachverdichtet werden (wichtig: mind. dreimaliger Übergang). Der Verdichtungsgrad sollte mindestens  $100 \%$  der einfachen Proctordichte betragen.

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

Bemessungswert des Sohlwiderstandes / Setzung (Streifenfundament): Anhand der in der Tabelle 8 angegebenen Bodenkennwerte lassen sich voraussichtliche Setzungen berechnen (siehe Anlage 8.1). Es wurde das Programmsystem GGU-FOOTING eingesetzt. Es wird bei einer Nichtunterkellerung von einer Einbindung des Streifenfundamentes von  $1 \text{ m}$  ausgegangen (Annahme). Des Weiteren wird eine Länge von  $12 \text{ m}$  angenommen (übliche Wohnhauslänge).

Bei der Berechnung werden die 'schlechteren' Untergrundverhältnisse mit dem geringsten Abstand zur OK Fluviatilschluff (BS 4) sowie ein GW-Flurabstand von 0,4 m u. aktueller GOK herangezogen. Der angegebene Bemessungswert des Sohlwiderstandes sollte aufgrund der mäßigen Lagerungsdichten des Sandes hinsichtlich der Einhaltung der Grundbruchsicherheit nicht überschritten werden.

Tabelle 11: Setzungsbeträge, Bodenpressung (Streifenfundamente Nichtunterkellerung)

Streifenfundamente (a = 12 m), Einbindung: 1 m		
Unterbau	Güteschotter (d = 20 cm)	
Fundamentbreite b	Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$	Gesamtsetzung $S_g$
b: 0,40 m	$\sigma_{R,d} = 290 \text{ kN/m}^2$	$S_g$ : ca. 0,9 cm
b: 0,50 m	$\sigma_{R,d} = 290 \text{ kN/m}^2$	$S_g$ : ca. 1,1 cm
b: 0,60 m	$\sigma_{R,d} = 290 \text{ kN/m}^2$	$S_g$ : ca. 1,4 cm
b: 0,70 m	$\sigma_{R,d} = 290 \text{ kN/m}^2$	$S_g$ : ca. 1,6 cm
b: 0,80 m	$\sigma_{R,d} = 290 \text{ kN/m}^2$	$S_g$ : ca. 1,8 cm

**Variante 2 (Gründung über eine bewehrte Bodenplatte)**: Alternativ kann die Gründung über eine bewehrte Bodenplatte erfolgen. Unter der Annahme einer 'Heraushebung' der OKFF EG von mindestens 0,3 m gegenüber der aktuellen GOK sowie eines Bodenplatten-Gesamtaufbaus von  $d = \text{ca. } 0,35 \text{ m}$  wird aufgrund des Massendefizites nach Entfernung des Oberbodens ( $d = \text{i.M. } 0,40 \text{ m}$ ) mit einem i.M. ca. 0,35 m und mind. 0,30 m starken Unterbau unter UK Bodenplatte gerechnet (Annahme: Güteschotter). Bei der u.g. Berechnung wird von g.g. Mindest-Güteschotterunterbau von 0,30 m ausgegangen.

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

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

Es werden die bodenmechanischen Eingangsparameter (siehe Tabelle 8), das relevante Schichtmodell (Ansatz BS 4, mind. 0,30 m Güteschotter / dicht über 2,0 m Gegensand / mitteldicht, über Fluviatilschluff / weich-steif bis steif) sowie orientierende Setzungsberechnungen zwecks Erhaltung eines Eingangs-Bettungsmoduls geliefert. Diese Setzungsberechnungen dienen lediglich der Gewinnung eines Eingangs-Bettungsmoduls und müssen durch die FEM spezifiziert werden.

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

Als Unterbau wird ein Schotterpaket der Stärke von  $d = \text{mind. } 0,3 \text{ m}$  angesetzt. Bei der Berechnung werden die 'schlechteren' Untergrundverhältnisse mit dem geringsten Abstand zur OK Fluviatilschluff (BS 4) sowie ein GW-Flurabstand von 0,4 m u. aktueller GOK herangezogen. Der angegebene Bemessungswert des Sohlwiderstandes sollte aufgrund der mäßigen Lagerungsdichten des Sandes hinsichtlich der Einhaltung der Grundbruchsicherheit nicht überschritten werden.

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

Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ / Unterbau	'Ersatzfläche'	Setzung s	Bettungsmodul $k_s$
$\sigma_{R,d} = 200 \text{ kN/m}^2$ mind. 0,30 m Güteschotter	1,0 x 12,0 m	ca. 1,2 cm	<b>11 MN/m<sup>3</sup></b>

#### Trockenhaltung der Gebäudebauwerke / Betonqualität (Nichtunterkellerung):

Bei einer Streifenfundamentgründung kommen die Fundament-Gründungskörper sowie bei einer Plattengründung u.a. eine potenzielle Beton-Frostschuttschürze periodisch mit Grundwasser in Kontakt. Die periodische Nässebeeinflussung (Grundwasser) der Streifenfundamente und der Schütze muss bei der Auswahl der Betonsorte berücksichtigt werden (Stichworte: Expositionsklassen).

Die Bodenplatte sollte auf Grundlage des Bemessungswasserstandes und der angenommenen Höhenplanung in entsprechend abgedichteter Bauweise nach DIN 18 533 Lastfall W2.1-E ('mäßige Einwirkung von drückendem Wasser  $\leq 3 \text{ m}$  Eintauchtiefe') hergestellt werden.

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

**b) Maßnahmenvorschläge bei Unterkellerung:**

Wasserhaltung: Wichtig ist die aktuelle Ermittlung des GW-Flurabstandes vor Beginn der Arbeiten. Mittels einer Pegelmessung (BS/GWM 10) sowie eines ergänzenden Baggerschurfes vor Beginn der jeweiligen Ausschachtung sollte der exakte GW-Flurabstand ermittelt und die genauen, evtl. gegenüber u.g. Maßnahmen veränderten Wasserhaltungsmaßnahmen festgelegt werden. Die notwendigen, u.g. und relativ aufwendigen Wasserhaltungsmaßnahmen werden je nach Ausführungszeitpunkt u.U. nicht notwendig werden.

Die Verhältnisse zum Zeitpunkt der aktuellen Geländearbeiten (Stichtag: 05./06.11.2018) lassen eine Grundwasserabsenkung notwendig werden.

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

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

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

Unmittelbar nach Auskofferung und Nachverdichtung des sandigen Erdplanums sollte Schotter als Flächenfilter (20-25 cm) als Schutz gegen Ausspülungen eingebracht und offen entwässert werden. Die um die Baufläche positionierten Lanzen müssen permanent in Betrieb bleiben, bis der notwendige Gegendruck gegen Auftrieb vorliegt.

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

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

U.U. wird in sehr trockenen, niederschlagsarmen Sommermonaten in Abhängigkeit von den tatsächlichen, zu ermittelnden GW-Ständen zum Zeitpunkt der Baumaßnahme eine 'verstärkte offene Wasserhaltung' innerhalb der Sande ausreichend sein. Aus Erfahrung kann die Aussage getroffen werden, dass erfahrene Baufirmen mittels einer 'verstärkten offenen Wasserhaltung' durch mehrere Pumpensümpfe Grundwasser bis zu ca. 1 m absenken können. Hierbei sollten an den Außenseiten der ausgehobenen Baugrube schmale Sammelgräben mit Verlegung von zu einem Pumpensumpf führenden Drainagerohren vorgesehen werden. In den wasserabführenden Gräben sowie in die Pumpensümpfe sollte ein Schotterbett eingelegt werden, um die Ausschwemmung der bindigen Bestandteile zu vermeiden. Angeratenen Pumpensümpfe sollten vor Auskoffnung der Baugruben in Baggerschürfen angelegt werden (vorlaufende Absenkung).

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

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

Es sei deutlich darauf hingewiesen, dass die Verhältnisse zum Zeitpunkt der Geländearbeiten vermutlich eine offene Wasserhaltung nicht zulassen.

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

Gründung (Sand, in Teilbereichen): Die KG-Gründung erfolgt teilweise auf einem mitteldicht, z.T. dicht gelagerten Fein- / Mittelsand und auf dem angeratenen 20-25 cm mächtigen Flächenfilter (Schotter). Neben der Funktion als Flächenfilter dient der Schotter als verdichtungsfähige Auflage, um die 'verdichtungsunwilligen' Sande nachzuverdichten. Zwecks Homogenisierung der Lagerungsdichten sollte eine sorgfältige Nachverdichtung der Sande erfolgen (mind. 100 % der einfachen Proctordichte). Der Sand sollte mittels 'Schneidbestückung' gelöst werden, um unnötige Auflockerungen zu vermeiden. Vor Schotterauftrag sollte ein Geotextil flächendeckend aufgelegt werden (Güte: GRK 3).

Schluffe (mind. 0,50 m, s.u.) und organische Bildungen auf Aushubniveau müssen entfernt und durch Schotter ersetzt werden.

Gründung (Schluff, in Teilbereichen): Verbreitet steht auf Gründungsniveau bzw. geringfügig unterhalb ein Schluff in einer weichen-steifen bis steifen Konsistenz an (ungestört). Der gegenüber den o.g. Sanden eine deutlich geringere Baugrundgüte aufweisende Schluff bedingt bei einer Freilegung einen mind. 0,5 m starken Güteschotter-Unterbau (Einbau in zwei Lagen). Zuvor muss im Rahmen der ingenieurgeologischen Abnahme geklärt werden, ob ergänzend eine ca. 30 cm starke Grobschlaglage (z.B. 60/120 mm Kalkstein) eingebaut werden muss (‘Andrückung’ mittels Baggerschaufel). Vor Schotterauftrag sollte auf den Schluff / auf den Grobschlag ein Geotextil flächendeckend aufgelegt werden (Güte: GRK 3).

Genannte Hinweisgebung gilt für alle Baufeldbereiche mit Schluff auf Erdplanumniveau bzw. geringfügig unterhalb. Potenzielle organische Bildungen müssen vollständig entfernt und gegen Schotter ausgetauscht werden.

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

Die Setzungsberechnungen (s.u.) dienen lediglich der Gewinnung eines Eingangs-Bettungsmoduls und müssen durch die FEM spezifiziert werden. Bei g.g. orientierenden Setzungsberechnungen mit dem Programm GGU-Footing zwecks Erhaltung des Eingangsbettungsmoduls wird eine 1 m breite ‘Ersatzfläche’ als Ansatz der Einflussbreite berücksichtigt (12,0 x 1,0 m). G.g. Länge von 12 m stellt vermutlich die längste Wandscheibe dar (Annahme).

Des Weiteren wird von einer Gründung auf ca. 2,5 m u. akt. GOK auf einer Schottertragschicht (d = 0,5 ) über einem Schluff (= ‘schlechtere’ Verhältnisse) ausgegangen. Der angegebene Bemessungswert des Sohlwiderstandes sollte hinsichtlich der Einhaltung der Grundbruchsicherheit nicht überschritten werden.

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

Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$	‘Ersatzfläche’	Setzung s	Bettungsmodul $k_s$
$\sigma_{R,d} = 200 \text{ kN/m}^2$	1,0 x 12,0 m	ca. 1,8 cm	<b>8 MN/m<sup>3</sup></b>

Trockenhaltung der Gebäudebauwerke (Unterkellerung): Die Unterflurbauteile unterliegen einer permanenten GW-Beeinflussung. Die permanente Nässebeeinflussung (Grundwasser) muss bei der Auswahl der Betonsorte berücksichtigt werden (Stichworte: Expositionsklassen).

Lastfalleinstufung: DIN 18 533: **Wassereinwirkungsklasse W2.1-E** (bei einer max. KG-Einbindung von 2,5 m unter aktueller GOK, bei tieferreichender Einbindung gesonderte Einzelfallfestlegung).

Bemessungswasserstand (auch für den statischerseits zu berücksichtigenden Faktor 'Auftrieb') ist – vorbehaltlich der Ergebnisse der angeratenen längerfristigen Pegelmessungen – 0,40 m u. aktueller GOK (ohne Extremereignisse).

#### Allgemeine Hinweisgebung:

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

Geotextil: Bei einer Grundwasserbeeinflussung besteht die Gefahr von Feinkornumlagerungen aus der Tragschicht (Gefahr von Sackungen). Um diese Ausschwemmungen ("Innere Erosion") zu verhindern, sollte bei KG-Errichtung vor Einbringung der Schotterlage ein Geotextil auf den Untergrund überlappend aufgelegt und seitlich bis zur OK Schotter hochgezogen werden (Güte: GRK 3; 180-200 g/m<sup>2</sup>).

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

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

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

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

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

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

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

Der organikfreie 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 Bereichen die Verdichtungseignung/-fähigkeit durch Mischung mit einem Schotter erfolgen, um eine breitere Stufung herzustellen (Mischungsverhältnis Schotter-Sand = 1:2). Die einzelnen Lagenmächtigkeiten sollten  $0,30 \text{ m}$  nicht überschreiten und jeweils ordnungsgemäß verdichtet werden. Überschüssiger organikfreier Sand (bindiger Anteil  $< 15 \%$ ) kann für die vorgesehenen Geländeaufhöhung verwendet werden.

## 6.2 Kanalbau

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

Boden- / Grundwasserverhältnisse auf verm. Kanal-Gründungsniveau: Weitgehend steht ein Feinsand-/Mittelsand-Gemisch in einer überwiegend mitteldichten Lagerung an. Stellenweise bzw. z.T. geringfügig tiefer liegt ein Schluff vor (weich-steif, ungestört). Der überwiegende Aushubanteil wird von den Bodenklassen 1 bis 4 gebildet ('Löffelbaggereinsatz'). Der Kanal wird innerhalb grundwassererfüllter Bereiche gegründet, wobei zum Zeitpunkt der Geländeuntersuchungen eine gemittelte 'drückende' Wassersäule von ca. 0,5 m (Sohltiefe: 2,0 m u. aktueller GOK) bzw. ca. 1,0 m (Sohltiefe: 2,5 m u. aktueller GOK) auf jeweiliger Sohltiefe vorlag.

Wasserhaltung: Grundsätzlich muss Grundwasser bis mind. 0,5 m unter Aushubsohle abgesenkt werden. Unter Hinzuziehung des Rohraufagers (s.u., Sandbereich: ca. 0,20 m, Schluffbereich: je nach DN-Maß ca. 0,40-0,50 m) ergeben sich – die Verhältnisse des Stichtages zugrundegelegt (05./06.11.2018) – Absenkhöhen von bis zu ca. 1,5 m (Schluffbereich, Sohltiefe: 2,0 m u. aktueller GOK) bzw. ca. 2,0 m (Schluffbereich, Sohltiefe: 2,5 m u. aktueller GOK).

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

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

Es empfiehlt sich, vor Beginn der Baumaßnahme den Grundwasser-Flurabstand in dem Pegel BS/GWM 10 sowie in anzulegenden Baggerschürfen zu aktualisieren, um u.U. die notwendigen Maßnahmen anzupassen.

U.U. kann in trockenen, niederschlagsarmen Sommermonaten auf die o.g. Vakuum-Absenkung verzichtet werden und evtl. eine 'verstärkte offene' Wasserhaltung ausreichend sein.

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

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

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

Verbau Bauwerkbereich: Sollte keine vorlaufende Vakuumanlage zum Einsatz kommen, wird aufgrund der gegebenen Verhältnisse zumindest bei größeren Ausschachtungstiefen und gedrungenen Baugruben (z.B. Schachtbauwerke) ein verformungsarmer Verbau mittels 'Schloss-Spundbohlen' angeraten, wobei eine Mindestrammtiefe von 5 m u.GOK, vermutlich tiefer vorhanden ist (u.U. werden ab ca. 4,0 m u. akt. GOK Auflockerungsbohrungen notwendig.). Aufgrund der Schlösser der Spundbohlen existiert ein minimaler seitlicher Wasseranfall. Angeraten wird eine Vakuum-Grundwasserabsenkung. Wichtig ist die ausreichende Tiefe der Absenkung, damit sich die Überschneidung / Schnittlinien der Absenktrichter unterhalb der Baugrubensohle befinden (Vermeidung eines hydraulischen Grundbruches).

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

Gründung: 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.

- Sandbereich: Empfohlen wird vom AN bei den vorgefundenen Bodenverhältnissen (überw. mitteldicht gelagerter, enggestufter Fein-/Mittelsand) für die Gründung auf dem geogenen und organikfreien Sand in Abhängigkeit vom konkreten DN-Maß eine ca. 20 cm mächtige herkömmliche verdichtungsfähige Bettungsschicht (Rohrauflager). Organische Böden sowie Restmächtigkeiten an geringmächtigen Schlufflagen sollten entfernt und durch Schotter ersetzt werden. Die Sande sollten nachverdichtet werden.
- Schluffbereich: Bei Vorlage von Schluff höherer Mächtigkeit (Klärung mit Baggerschurf) und geringer Konsistenz sollte in Abhängigkeit des konkreten DN-Maßes und der tatsächlich vorliegenden Konsistenz ein ca. 30-40 cm starker Schotterunterbau (Bettung plus Stabilisierung) sowie ein Geotextil eingebaut werden. Dies sollte im Rahmen einer ingenieurgeologischen Abnahme bestätigt bzw. konkretisiert werden. Organische Böden sollten entfernt und durch Schotter ersetzt werden. Der Schluff darf nicht nachverdichtet werden.

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

Restmächtigkeiten / geringmächtige Schlufflagen sollten dagegen entfernt und durch Schotter ersetzt werden. Der Sohlbereich sollte ingenieurgeologisch abgenommen werden. Der Aushub sollte mit 'Schneidbestückung' erfolgen, um unnötige Auflockerungen zu vermeiden.

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

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

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

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

Bei Unklarheiten hinsichtlich der Wiedereinbaueignung sollte der Bodengutachter hinzugezogen werden.

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

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

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

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

### 6.3 Straßenbau

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

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

Bodenverhältnisse auf Erdplanum: Das Erdplanum führt nach Abzug der Oberböden weitgehend einen enggestuften Sand (SE), welche der Frostempfindlichkeitsklasse F1 zugehörig ist (*‘nicht frostempfindlich’*).

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

Errichtung / Straßenaufbau: In einem ersten Schritt sollten die hangenden beeinflussten und geogenen *‘Mutterböden’* vollständig abgezogen werden. Ergänzend sollten 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 Andeckungen nicht mit Radfahrzeugen befahren werden. Nach Auskoffnung ist das Erdplanum sorgfältig im Rahmen einer ingenieurgeologischen Abnahme auf relevante organische Anteile zu kontrollieren.

Der Sand sollte nachverdichtet werden.

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

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

Material: Das Mineralgemisch / Material der Schottertragschicht sowie der Frostschutzschicht (*‘Schotter’*) sollte aus einem gütegeprüften Mineralgemisch bestehen (z.B. 0/45 mm HKS). Der Schotter sollte nach den *‘Technischen Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau – Ausgabe 2004’* (TL Gestein-StB 04)

zertifiziert sein. Dies sollte von der Bauleitung anhand der Lieferscheine kontrolliert werden. Es darf keinesfalls schrumpf- oder quellfähiges Material verwendet werden. Die Schotterverdichtung sollte mit einem Verdichtungsgrad von  $D_{Pr} = 100\%$  erfolgen. Es ist auf den Druckausbreitungswinkel zu achten (Schotter:  $45^\circ$ ). 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  $E_{v2} \geq 45 \text{ MPa}$  voraus. Auf dem auf Erdplanum anstehenden enggestuftem SE-Sand wird g.g. Verformungsmodul nicht durchgängig möglich sein, so dass vor Auftrag der RStO-Schichtstärken zunächst Schotter aufgebracht und verdichtet werden sollte (Unterbauverbesserung). Aus Erfahrung solle für die Kalkulation eine ca. 20 cm mächtige Untergrundverbesserung bestehend aus einem Kalksteinschotter eingeplant werden. Die Stärke dieser Untergrundverbesserung sollte in einem Probefeld konkretisiert werden. Die Untergrundverbesserung darf nicht auf die RStO-Oberbaumächtigkeit angerechnet werden.

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

RStO-Forderungen OK Schotterplanum:

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

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

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

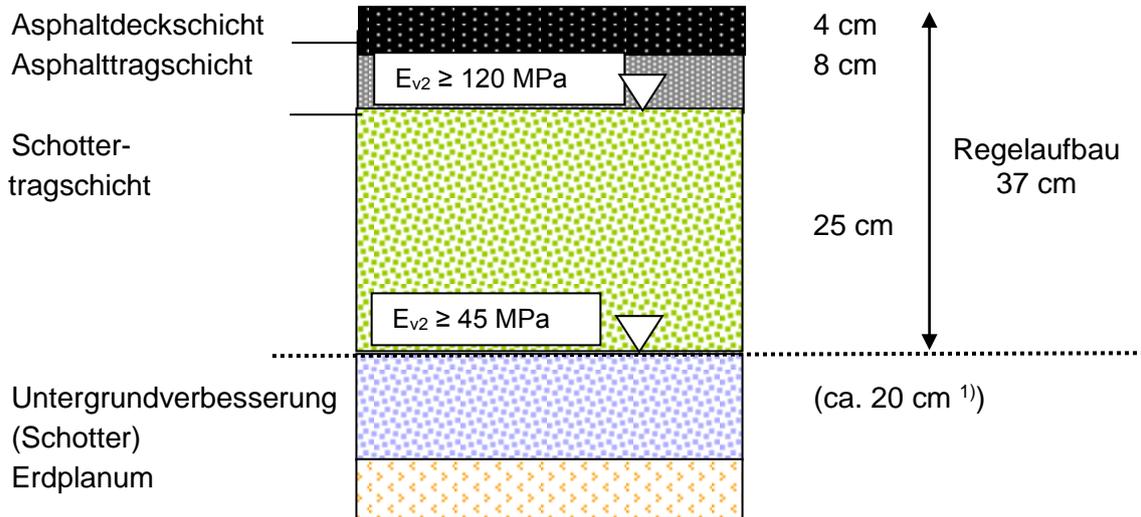
Ausführung des Oberbaus: Nachfolgend ist ein möglicher Aufbau nach RStO 12 für den Fahrbahn- und Parkplatzbereich unmaßstäblich skizziert. Die Schemaskizzen betreffen folgende Bauweisen:

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

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

**Wohnstraße (Bk0,3 / Schwarzdecke / Untergrundverbesserung: Schotter)**

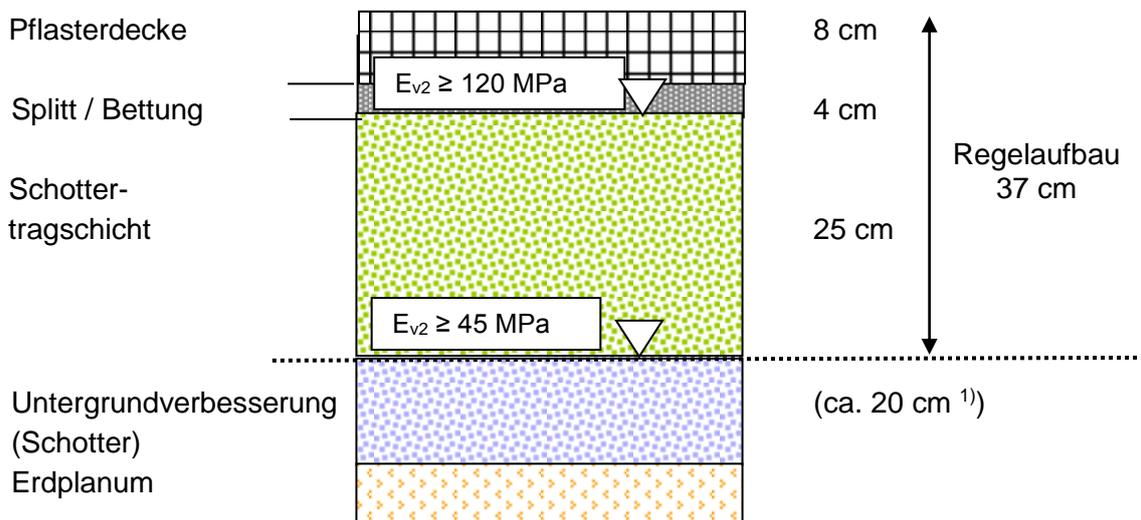
(Schemaskizze; unmaßstäblich, nach RStO 12, Tafel 1, Zeile 5)



<sup>1)</sup> in Abhängigkeit von den Ergebnissen der Probefeldanlage

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

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



<sup>1)</sup> in Abhängigkeit von den Ergebnissen der Probefeldanlage

## 7. Anlagen

- Anlage 1.1: Lageplan
- Anlage 2.1: Schichtenprofile / -verzeichnisse / Rammdiagramme
- Anlage 3.1-3.3: Korngrößenanalysen / Kornsummenkurven
- Anlage 4.1: Wassergehaltsbestimmungen
- Anlage 5.1: Glühverlustbestimmungen
- Anlage 6.1: Versickerungsversuche im Gelände (Auffüllversuche)
- Anlage 7.1: Chemische Analysen (LAGA und DepV)
- Anlage 8.1: Setzungsberechnung Streifenfundament (Nichtunterkellerung)
- Anlage 9.1: Fotodokumentation



Kleegräfe  
Geotechnik GmbH

Jochen Kleegräfe

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



Paul Girhards

- Dipl.-Geologe (BDG) -

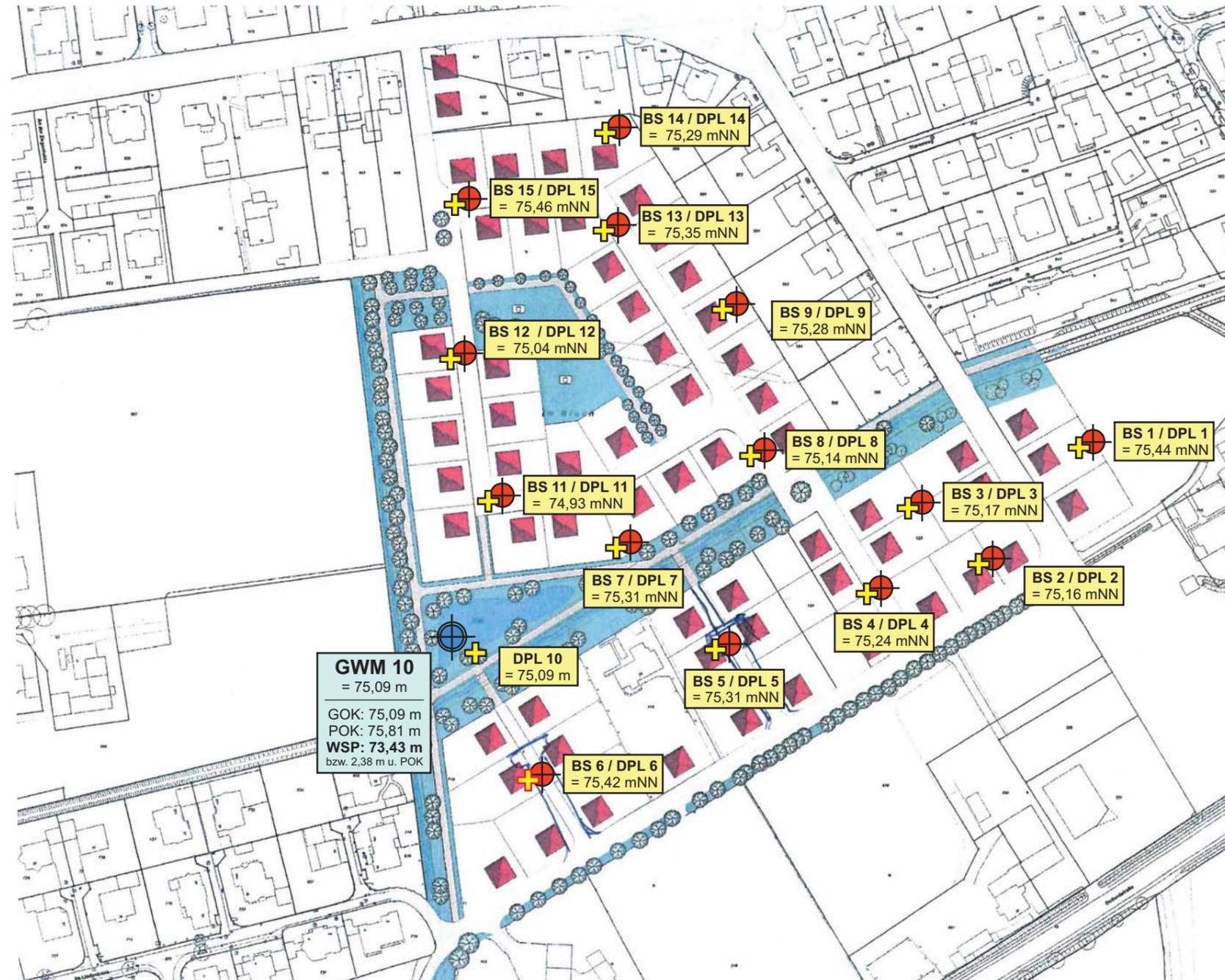
## Verteiler:

- GWL - Gemeinnützige Wohnungsbaugesellschaft mbH, Jahnweg 4 in 59555 Lippstadt (2 x Druck, pdf)
- DS Verkehrsinfrastruktur Ingenieurgesellschaft mbH, Oststraße 24 in 33129 Delbrück (pdf)

ANLAGE 1.1

Lageplan

# Lippstadt - Bad Waldliesborn



Maßstab  
~1 : 2.500  
~25 m

## Zeichenerklärung:

-  BS Kleinbohrung gemäß DIN 4021
-  DPL Rammsondierung gemäß DIN 4094
-  GWM Grundwasser-messstelle (Ø 2")

## KLEEGRÄFE

KleeGräfe Geotechnik GmbH

Holzstraße 212 59556 Lippstadt - Bad Waldliesborn  
Tel.: 02941-5404 Fax: 02941-3582



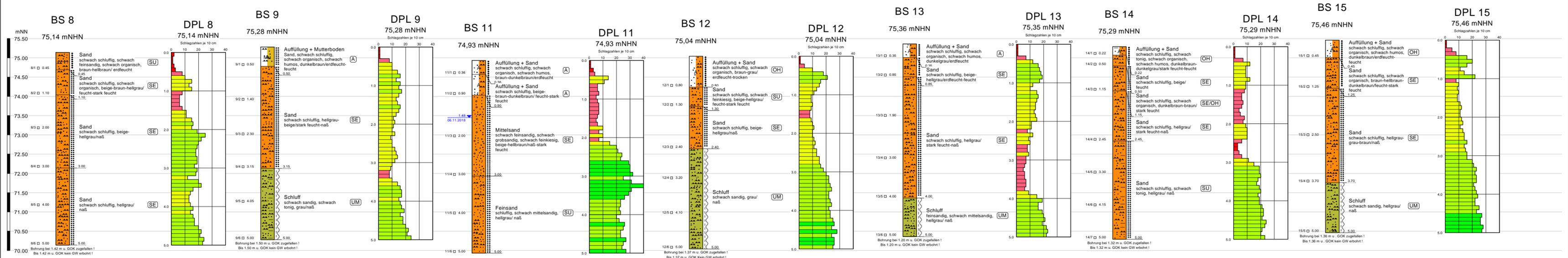
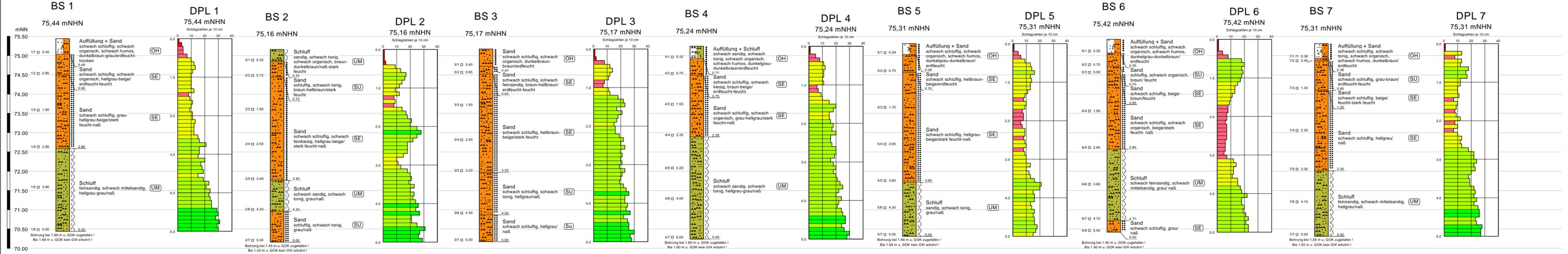
KleeGräfe Geotechnik GmbH  
• Baugrund • Umwelt • Hydrogeologie

## Lageplan

<b>Maßnahme:</b> BG „Sommerweg“ Lippstadt – Bad Waldliesborn	<b>Bearb.-Nr.</b> 180925
	<b>Anlage:</b> 1
<b>- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -</b> <b>Auftraggeber:</b> GWL Gemeinnützige Wohnungsbau- gesellschaft Lippstadt GmbH Jahnweg 4 in 59555 Lippstadt	<b>Blatt:</b> 1
	Oktober 2018
	Klee/Mey/Gaß
	M. ~1 : 2.500

A N L A G E 2.1

Schichtenverzeichnisse und Schichtenprofile  
/ Rammdiagramme



**Legende**

weich - steif	Ton	stark schluffig	Feinsand	schwach mittelsandig	feinkiesig
weich	tonig	schwach schluffig	feinsandig	mittelsandig	Feinkies
	stark tonig	stark sandig	stark feinsandig	Grobsand	stark feinkiesig
	schwach tonig	Sand	schwach feinsandig	grobsandig	schwach feinkiesig
	Schluff	sandig	Mittelsand	stark grobsandig	Mutterboden
	schluffig	schwach sandig	stark mittelsandig	Kies	A

**Legende DPL**

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

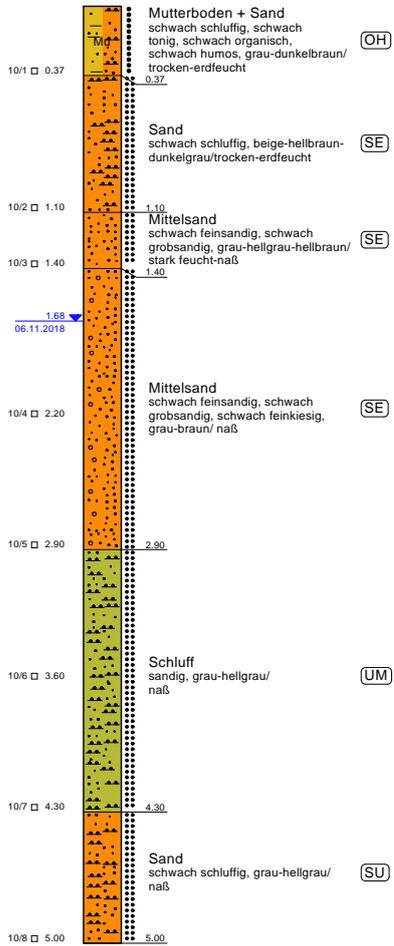
**KLEEGRÄFE**  
 Kleegräfe Geotechnik GmbH  
 Holzstraße 212 59556 Lippstadt  
 Tel.: 02941-5404 Fax: 02941-3582

**Schichtendarstellung**

Maßnahme:	Lippstadt/Bad Waldliesborn, BG "Sommerweg"	Bearb.-Nr.:	180925
		Anlage:	2.1
<b>- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -</b>		Geologe:	Herr Schulte
Auftraggeber:	GWL Gemeinnützige Wohnungsbaugesellschaft Lippstadt GmbH Jahnweg 4 59555 Lippstadt	Datum:	05.-06.11.2018

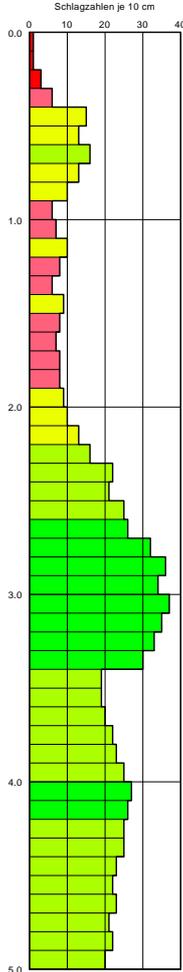
# BS 10/GWM 10

75,13 mNHN

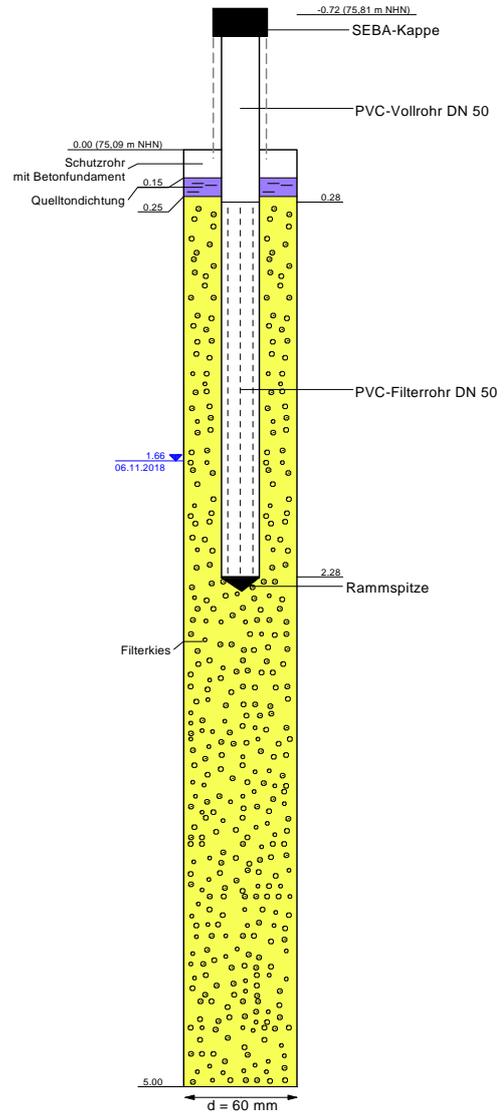


# DPL 10

75,13 mNHN



# GWM 10



## Legende

	weich - steif		Ton		Mutterboden
	weich		Schluff		Auffüllung
	Sand		Filterrohr		
	Feinsand				
	Mittelsand				
	Kies				

## KLEEGRÄFE

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



## Schichtendarstellung

<b>Maßnahme:</b> Lippstadt/Bad Waldliesborn, BG "Sommerweg"	Bearb.-Nr.
	180925
<b>- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -</b>	Anlage 2.1
	Geologe:
<b>Auftraggeber:</b> GWL Gemeinnützige Wohnungsbaugesellschaft Lippstadt GmbH Jahnweg 4 59555 Lippstadt	Herr Schulte
	Datum:
	05.-06.11.2018

ANLAGE 3.1 – 3.3

Korngrößenanalysen  
(Kornsummenkurven)

# Körnungslinie

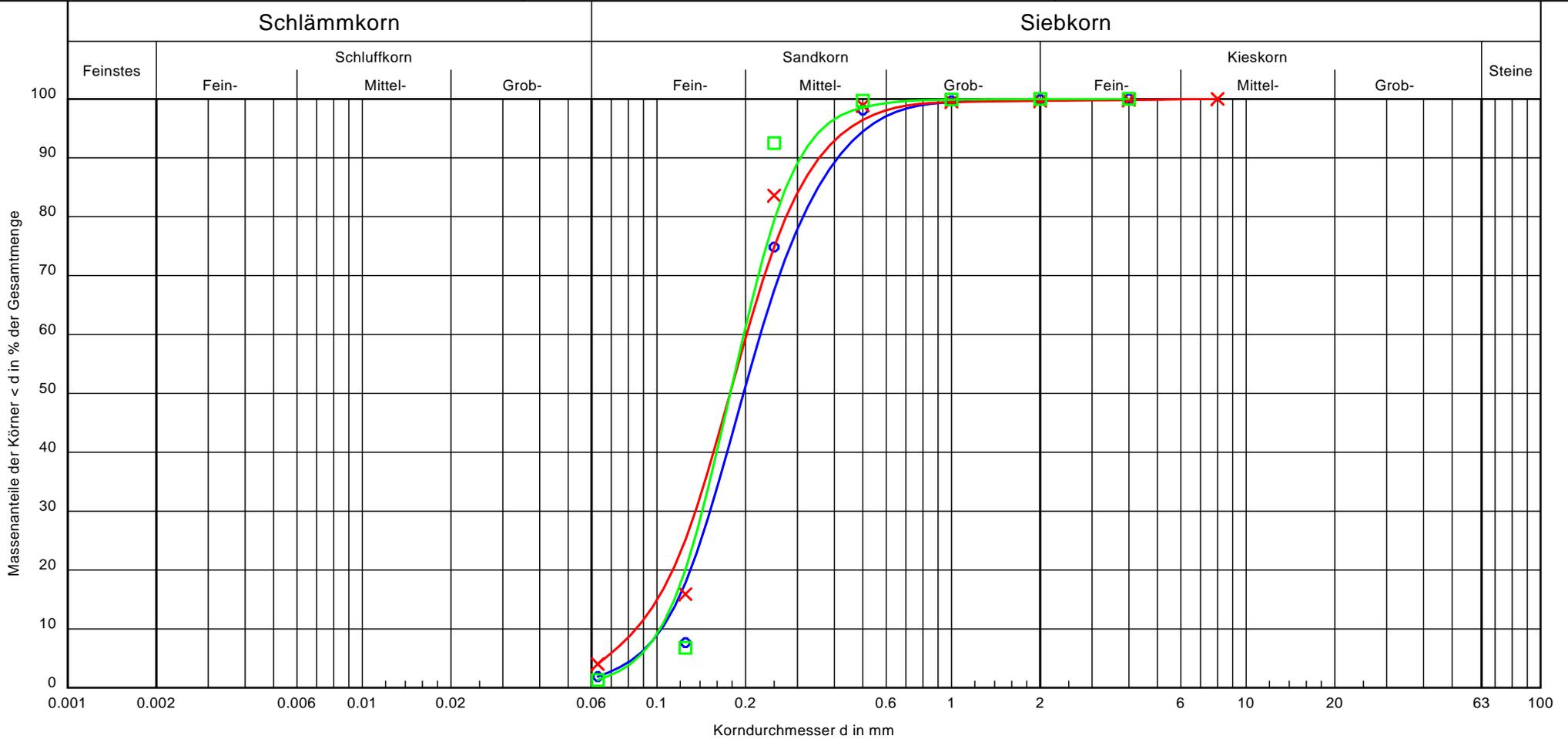
Lippstadt/Bad Waldliesborn, BG "Sommerweg"  
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Prüfungsnummer: Proben 1/4, 3/4 und 5/4

Probe entnommen am: 05.11.2018

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-Analysen



Bezeichnung:	Probe 1/4	Probe 3/4	Probe 5/4
Bodenart:	fS, mS	fS, m $\bar{S}$	fS, m $\bar{S}$
Tiefe:	1,90 - 2,85 m	1,50 - 2,40 m	1,70 - 2,65 m
k [m/s] (Hazen):	$1.1 \cdot 10^{-4}$	$7.2 \cdot 10^{-5}$	$1.1 \cdot 10^{-4}$
Entnahmestelle:	BS 1	BS 3	BS 5
Cu/Cc	2.2/1.0	2.4/1.1	1.9/1.0

Bemerkungen:  
 1/4: kf-Wert (BEYER):  $\sim 1,07 \times 10^{-4}$  m/s  
 3/4: kf-Wert (BEYER):  $\sim 7,19 \times 10^{-3}$  m/s  
 5/4: kf-Wert (BEYER):  $\sim 1,15 \times 10^{-4}$  m/s

3.1  
 Bericht:  
 180925  
 Anlage:

# Körnungslinie

Lippstadt/Bad Waldliesborn, BG "Sommerweg"

- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Grothe

Datum: 27.11.2018

Prüfungsnummer: Proben 1/4, 3/4 und 5/4

Probe entnommen am: 05.11.2018

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-Analysen

Bezeichnung: Probe 1/4  
 Bodenart: fS, mS  
 Tiefe: 1,90 - 2,85 m  
 k [m/s] (Hazen): 1.070E-4  
 Entnahmestelle: BS 1  
 Cu/Cc 2.2/1.0  
 d10/d30/d60 [mm]: 0.103 / 0.151 / 0.224  
 Siebanalyse:  
 Trockenmasse [g]: 361.57

## Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurch- gänge [%]
4.0	0.00	0.00	100.00
2.0	0.35	0.10	99.90
1.0	0.83	0.23	99.67
0.5	5.72	1.58	98.09
0.25	84.10	23.26	74.83
0.125	242.80	67.15	7.68
0.063	20.90	5.78	1.90
Schale	6.87	1.90	-
Summe	361.57		
Siebverlust	0.00		

# Körnungslinie

Lippstadt/Bad Waldliesborn, BG "Sommerweg"

- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Grothe

Datum: 27.11.2018

Prüfungsnummer: Proben 1/4, 3/4 und 5/4

Probe entnommen am: 05.11.2018

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-Analysen

Bezeichnung: Probe 3/4  
 Bodenart: fS, m $\bar{s}$   
 Tiefe: 1,50 - 2,40 m  
 k [m/s] (Hazen): 7.188E-5  
 Entnahmestelle: BS 3  
 Cu/Cc 2.4/1.1  
 d<sub>10</sub>/d<sub>30</sub>/d<sub>60</sub> [mm]: 0.085 / 0.135 / 0.202  
 Siebanalyse:  
 Trockenmasse [g]: 251.51

## Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurch- gänge [%]
8.0	0.00	0.00	100.00
4.0	0.47	0.19	99.81
2.0	0.36	0.14	99.67
1.0	0.35	0.14	99.53
0.5	1.65	0.66	98.87
0.25	38.41	15.27	83.60
0.125	170.21	67.68	15.93
0.063	29.87	11.88	4.05
Schale	10.19	4.05	-
Summe	251.51		
Siebverlust	0.00		

# Körnungslinie

Lippstadt/Bad Waldliesborn, BG "Sommerweg"

- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Grothe

Datum: 27.11.2018

Prüfungsnummer: Proben 1/4, 3/4 und 5/4

Probe entnommen am: 05.11.2018

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-Analysen

Bezeichnung: Probe 5/4  
 Bodenart: fS, m $\bar{s}$   
 Tiefe: 1,70 - 2,65 m  
 k [m/s] (Hazen): 1.150E-4  
 Entnahmestelle: BS 5  
 Cu/Cc 1.9/1.0  
 d<sub>10</sub>/d<sub>30</sub>/d<sub>60</sub> [mm]: 0.102 / 0.142 / 0.197  
 Siebanalyse:  
 Trockenmasse [g]: 203.68

## Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurch- gänge [%]
4.0	0.00	0.00	100.00
2.0	0.06	0.03	99.97
1.0	0.16	0.08	99.89
0.5	0.41	0.20	99.69
0.25	14.63	7.18	92.51
0.125	174.56	85.70	6.80
0.063	11.14	5.47	1.34
Schale	2.72	1.34	-
Summe	203.68		
Siebverlust	0.00		

# Körnungslinie

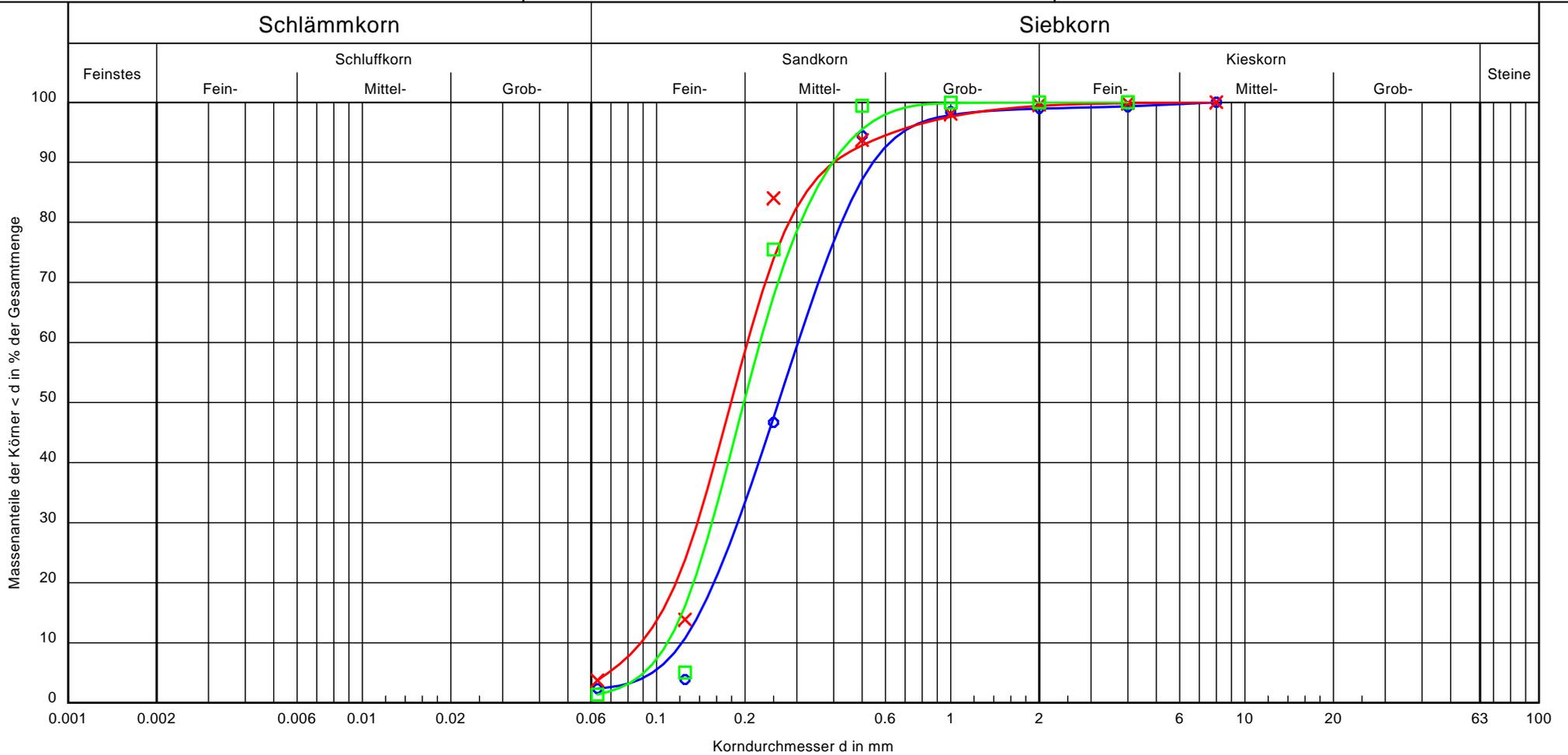
Lippstadt/Bad Waldliesborn, BG "Sommerweg"  
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Prüfungsnummer: Proben 10/4, 13/3 und 15/4

Probe entnommen am: 05.11.2018

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-Analysen



Bezeichnung:	Probe 10/4	Probe 13/3	Probe 15/4	Bemerkungen: 10/4: kf-Wert (BEYER): ~ 1,48 x 10 <sup>-4</sup> m/s 13/3: kf-Wert (BEYER): ~ 7,83 x 10 <sup>-5</sup> m/s 15/4: kf-Wert (BEYER): ~ 1,18 x 10 <sup>-4</sup> m/s	Bericht: 180925 Anlage: 3.2
Bodenart:	mS, f <sub>s</sub> , g <sub>s</sub> '	fS, m <sub>s</sub>	fS, mS		
Tiefe:	1,40 - 2,20 m	0,85 - 1,90 m	2,50 - 3,70 m		
k [m/s] (Hazen):	1.5 · 10 <sup>-4</sup>	7.8 · 10 <sup>-5</sup>	1.2 · 10 <sup>-4</sup>		
Entnahmestelle:	BS 10	BS 13	BS 15		
Cu/Cc	2.5/1.0	2.3/1.1	2.1/1.0		

# Körnungslinie

Lippstadt/Bad Waldliesborn, BG "Sommerweg"

- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Grothe

Datum: 27.11.2018

Prüfungsnummer: Proben 10/4, 13/3 und 15/4

Probe entnommen am: 05.11.2018

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-Analysen

Bezeichnung: Probe 10/4  
 Bodenart: mS,  $\bar{f}s$ , gs'  
 Tiefe: 1,40 - 2,20 m  
 k [m/s] (Hazen): 1.483E-4  
 Entnahmestelle: BS 10  
 Cu/Cc 2.5/1.0  
 d<sub>10</sub>/d<sub>30</sub>/d<sub>60</sub> [mm]: 0.122 / 0.189 / 0.303  
 Siebanalyse:  
 Trockenmasse [g]: 392.92

## Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurch- gänge [%]
8.0	0.00	0.00	100.00
4.0	3.01	0.77	99.23
2.0	1.08	0.27	98.96
1.0	2.09	0.53	98.43
0.5	15.77	4.01	94.41
0.25	187.50	47.72	46.69
0.125	168.12	42.79	3.91
0.063	5.99	1.52	2.38
Schale	9.36	2.38	-
Summe	392.92		
Siebverlust	0.00		

# Körnungslinie

Lippstadt/Bad Waldliesborn, BG "Sommerweg"

- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Grothe

Datum: 27.11.2018

Prüfungsnummer: Proben 10/4, 13/3 und 15/4

Probe entnommen am: 05.11.2018

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-Analysen

Bezeichnung: Probe 13/3  
 Bodenart: fS, m $\bar{s}$   
 Tiefe: 0,85 - 1,90 m  
 k [m/s] (Hazen): 7.833E-5  
 Entnahmestelle: BS 13  
 Cu/Cc 2.3/1.1  
 d<sub>10</sub>/d<sub>30</sub>/d<sub>60</sub> [mm]: 0.089 / 0.138 / 0.204  
 Siebanalyse:  
 Trockenmasse [g]: 246.49

## Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurch- gänge [%]
8.0	0.00	0.00	100.00
4.0	0.35	0.14	99.86
2.0	0.69	0.28	99.58
1.0	3.76	1.53	98.05
0.5	10.76	4.37	93.69
0.25	23.78	9.65	84.04
0.125	172.93	70.16	13.88
0.063	24.98	10.13	3.75
Schale	9.24	3.75	-
Summe	246.49		
Siebverlust	0.00		

# Körnungslinie

Lippstadt/Bad Waldliesborn, BG "Sommerweg"

- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Grothe

Datum: 27.11.2018

Prüfungsnummer: Proben 10/4, 13/3 und 15/4

Probe entnommen am: 05.11.2018

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-Analysen

Bezeichnung: Probe 15/4  
 Bodenart: fS, mS  
 Tiefe: 2,50 - 3,70 m  
 k [m/s] (Hazen): 1.182E-4  
 Entnahmestelle: BS 15  
 Cu/Cc 2.1/1.0  
 d10/d30/d60 [mm]: 0.109 / 0.154 / 0.225  
 Siebanalyse:  
 Trockenmasse [g]: 384.94

## Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurch- gänge [%]
4.0	0.00	0.00	100.00
2.0	0.08	0.02	99.98
1.0	0.27	0.07	99.91
0.5	1.99	0.52	99.39
0.25	92.02	23.91	75.49
0.125	271.10	70.43	5.06
0.063	14.12	3.67	1.39
Schale	5.36	1.39	-
Summe	384.94		
Siebverlust	0.00		

# Körnungslinie

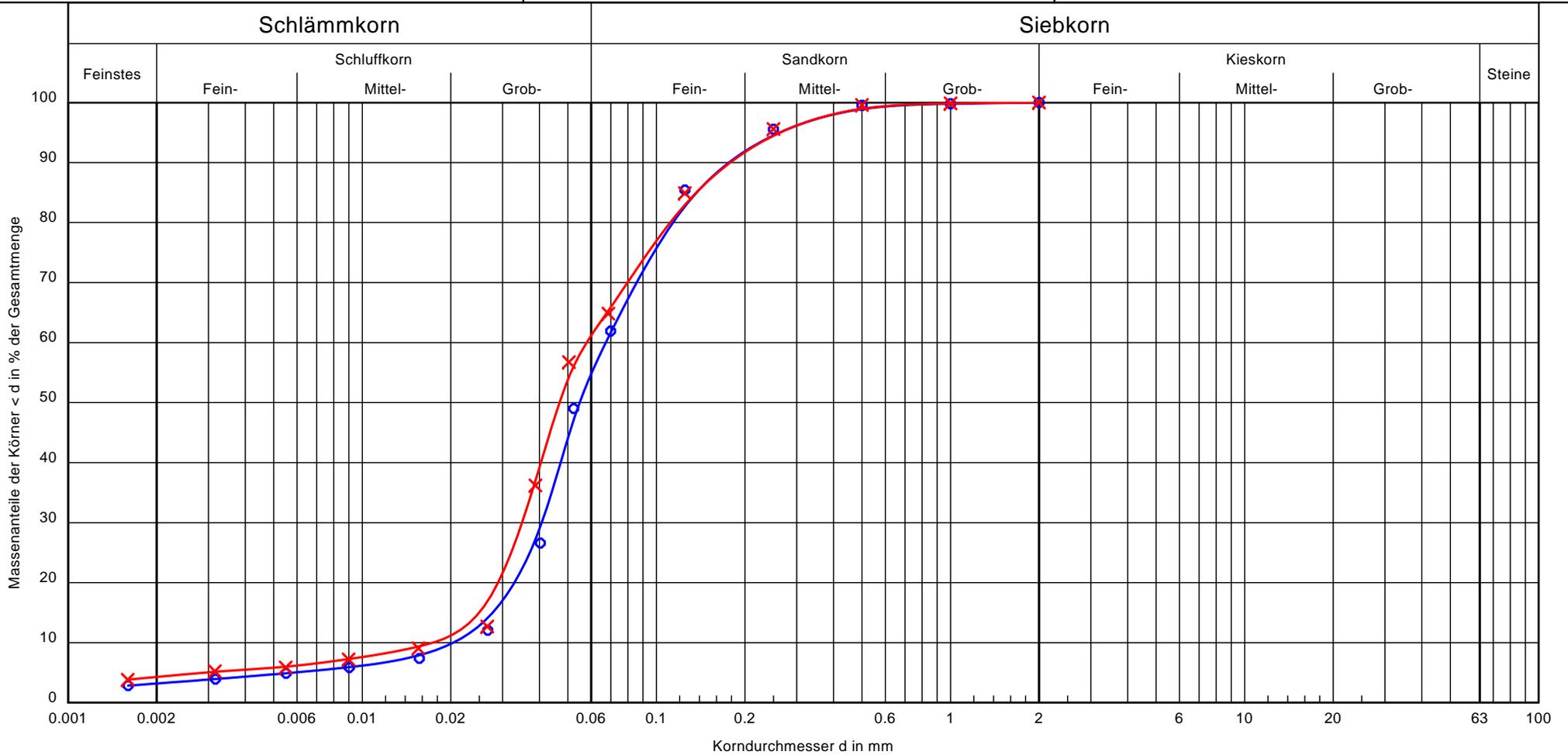
Lippstadt/Bad Waldliesborn, BG "Sommerweg"  
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Prüfungsnummer: Proben 1/5, 10/6

Probe entnommen am: 05.11.2018

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-Schlamm-Analysen



Bezeichnung:	Probe 1/5	Probe 10/6
Bodenart:	U, fs, ms'	U, fs, ms'
Tiefe:	2,85 - 3,90 m	2,90 - 3,60 m
k [m/s] (Hazen):	-	-
Entnahmestelle:	BS 1	BS 10
Cu/Cc	3.3/1.2	3.3/1.2

Bemerkungen:  
 1/5: kf-Wert (MALLET & PACQUANT): ~ 1,4 x 10<sup>-6</sup> m/s  
 10/6: kf-Wert (MALLET & PACQUANT): ~ 1,0 x 10<sup>-6</sup> m/s

Bericht: 180925  
 Anlage: 3.3

# Körnungslinie

Lippstadt/Bad Waldliesborn, BG "Sommerweg"

- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Grothe

Datum: 27.11.2018

Prüfungsnummer: Proben 1/5, 10/6

Probe entnommen am: 05.11.2018

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-Schlamm-Analysen

Bezeichnung: Probe 1/5  
 Bodenart: U, fs, ms'  
 Tiefe: 2,85 - 3,90 m  
 k [m/s] (Hazen): -  
 Entnahmestelle: BS 1  
 Cu/Cc 3.3/1.2  
 d10/d30/d60 [mm]: 0.020 / 0.041 / 0.067  
 Siebanalyse:  
 Trockenmasse [g]: 47.30  
 Schlämmanalyse:  
 Trockenmasse [g]: 40.41  
 Korndichte [g/cm<sup>3</sup>]: 2.650  
 Aräometer:  
 Bezeichnung: DIN-Aräometer  
 Volumen Aräometerbirne [cm<sup>3</sup>]: 70.55  
 Fläche Messzylinder [cm<sup>2</sup>]: 28.27  
 Länge Aräometerbirne [cm]: 16.00  
 Länge der Skala [cm]: 14.50  
 Abstd. OK Birne - UK Skala [cm]: 1.50  
 Aräometer-Konstante: 0.00

## Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
2.0	0.00	0.00	100.00
1.0	0.10	0.21	99.79
0.5	0.13	0.27	99.51
0.25	1.88	3.97	95.54
0.125	4.78	10.11	85.43
Schale	40.41	85.43	-
Summe	47.30		
Siebverlust	0.00		

## Schlämmanalyse

Zeit		R'	R = R' + C <sub>m</sub>	Korngröße	T	C <sub>T</sub>	R + C <sub>T</sub>	Durchgang
[h]	[min]	[g]	[g]	[mm]	[°C]	[g]	[g]	[%]
0	0.5	18.20	18.20	0.0699	20.2	0.04	18.24	61.92
0	1	14.40	14.40	0.0523	20.2	0.04	14.44	49.02
0	2	7.80	7.80	0.0403	20.2	0.04	7.84	26.61
0	5	3.50	3.50	0.0267	20.3	0.05	3.55	12.07
0	15	2.10	2.10	0.0156	20.4	0.07	2.17	7.38
0	45	1.60	1.60	0.0090	20.7	0.13	1.73	5.87
2	0	1.20	1.20	0.0055	21.3	0.24	1.44	4.90
6	0	0.80	0.80	0.0032	21.9	0.36	1.16	3.94
24	0	0.60	0.60	0.0016	21.3	0.24	0.84	2.86

# Körnungslinie

Lippstadt/Bad Waldliesborn, BG "Sommerweg"

- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Grothe

Datum: 27.11.2018

Prüfungsnummer: Proben 1/5, 10/6

Probe entnommen am: 05.11.2018

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-Schlamm-Analysen

Bezeichnung: Probe 10/6  
 Bodenart: U, fs, ms'  
 Tiefe: 2,90 - 3,60 m  
 k [m/s] (Hazen): -  
 Entnahmestelle: BS 10  
 Cu/Cc 3.3/1.2  
 d10/d30/d60 [mm]: 0.017 / 0.035 / 0.058  
 Siebanalyse:  
 Trockenmasse [g]: 47.70  
 Schlämmanalyse:  
 Trockenmasse [g]: 40.50  
 Korndichte [g/cm<sup>3</sup>]: 2.650  
 Aräometer:  
 Bezeichnung: DIN-Aräometer  
 Volumen Aräometerbirne [cm<sup>3</sup>]: 70.55  
 Fläche Messzylinder [cm<sup>2</sup>]: 28.27  
 Länge Aräometerbirne [cm]: 16.00  
 Länge der Skala [cm]: 14.50  
 Abstd. OK Birne - UK Skala [cm]: 1.50  
 Aräometer-Konstante: 0.00

## Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
2.0	0.00	0.00	100.00
1.0	0.07	0.15	99.85
0.5	0.13	0.27	99.58
0.25	1.91	4.00	95.58
0.125	5.09	10.67	84.91
Schale	40.50	84.91	-
Summe	47.70		
Siebverlust	0.00		

## Schlämmanalyse

Zeit		R'	R = R' + C <sub>m</sub>	Korngröße	T	C <sub>T</sub>	R + C <sub>T</sub>	Durchgang
[h]	[min]	[g]	[g]	[mm]	[°C]	[g]	[g]	[%]
0	0.5	19.20	19.20	0.0687	20.3	0.05	19.25	64.83
0	1	16.80	16.80	0.0504	20.3	0.05	16.85	56.75
0	2	10.70	10.70	0.0388	20.3	0.05	10.75	36.21
0	5	3.70	3.70	0.0266	20.4	0.07	3.77	12.70
0	15	2.60	2.60	0.0155	20.5	0.09	2.69	9.06
0	45	2.00	2.00	0.0090	20.8	0.15	2.15	7.23
2	0	1.50	1.50	0.0055	21.3	0.24	1.74	5.87
6	0	1.20	1.20	0.0032	21.9	0.36	1.56	5.25
24	0	0.90	0.90	0.0016	21.3	0.24	1.14	3.85

ANLAGE 4.1  
Wassergehaltsbestimmungen

**Wassergehalt** nach DIN EN ISO 17892-1

Lippstadt/Bad Waldliesborn, BG "Sommerweg"

- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Grothe

Datum: 27.11.2018

Prüfungsnummer: Probe 1/4, 1/5, 3/4, 5/4, 10/4, 10/6, 13/3, 15/4

Entnahmestelle: BS 1, BS 3, BS 5, BS 10, BS 13, BS 15

Tiefe: 0,85 - 3,90 m (min. - max.)

Bodenart: -

Art der Entnahme: gestörte Probe

Probe entnommen am: 05.11.2018

Probenbezeichnung:	Probe 1/4	Probe 1/5	Probe 3/4	Probe 5/4	Probe 10/4	Probe 10/6
Feuchte Probe + Behälter [g]:	810.06	252.83	689.52	633.36	857.01	288.34
Trockene Probe + Behälter [g]:	732.95	246.03	639.68	590.24	783.81	277.43
Behälter [g]:	371.38	210.91	388.17	386.56	390.99	216.46
Porenwasser [g]:	77.11	6.80	49.84	43.12	73.20	10.91
Trockene Probe [g]:	361.57	35.12	251.51	203.68	392.82	60.97
Wassergehalt [%]	21.33	19.36	19.82	21.17	18.63	17.89

Probenbezeichnung:	Probe 13/3	Probe 15/4				
Feuchte Probe + Behälter [g]:	726.45	886.99				
Trockene Probe + Behälter [g]:	688.09	819.24				
Behälter [g]:	441.60	434.30				
Porenwasser [g]:	38.36	67.75				
Trockene Probe [g]:	246.49	384.94				
Wassergehalt [%]	15.56	17.60				

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

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

ANLAGE 5.1  
Glühverlustbestimmungen

Projekt: Lippstadt/Bad Waldliesborn, BG "Sommerweg"  
 - Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Ort: BS 1  
 Tiefe: 2,85 - 3,90 m  
 Art: gestörte Probe  
 Datum: 05.11.2018  
 Person: Herr Schulte

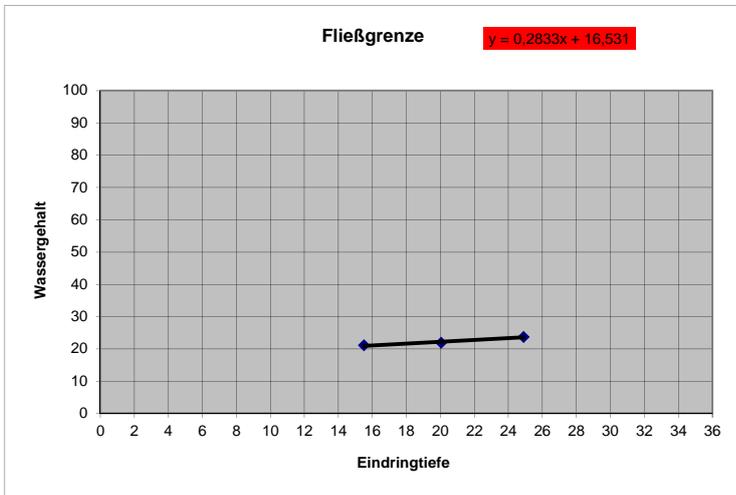
Auftraggeber: GWL Gemeinnützige Wohnungsbaugesellschaft Lippstadt GmbH  
 Probe: 1/5  
 Bodenart: Schluff, stark feinsandig, schwach mittelsandig

Durchgeführt am: 26.11.2018  
 Person: Herr Grothe

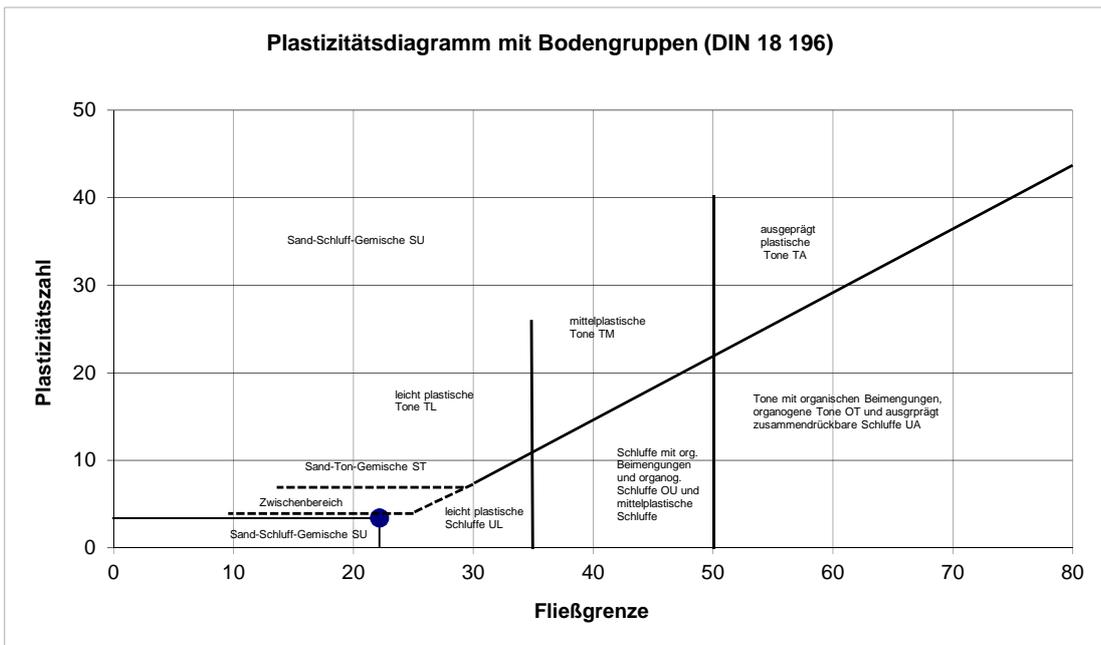
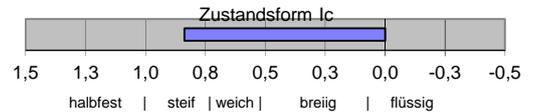
Versuchs-Nr.	Fließgrenze			Ausrollgrenze	
	1	2	3	1	2
Eindringtiefe	15,50	20,05	24,90		
Feucht Probe + Behälter	66,10	66,27	73,27	51,16	50,64
Trockene Probe + Behälter	60,74	60,62	66,35	48,67	48,18
Behälter	35,30	34,85	37,18	35,45	35,08
Masse des Wassers	5,36	5,65	6,92	2,49	2,46
Trockene Probe	25,44	25,77	29,17	13,22	13,1
Wassergehalt	21,07	21,92	23,72	18,84	18,78

**Angaben zur Probe**

Anteil < 0,002 mm: 3,20%  
 Anteil < 0,4 mm: 98,00%  
 Wassergehalt der Probe: 19,36%



Fließgrenze : 22,20%  
 Ausrollgrenze: 18,81%  
 Plastizitätszahl ( $I_p$ ): 0,034  
 Konsistenzzahl ( $I_c$ ): 0,837  
 Liquiditätszahl ( $I_l$ ): 0,163  
 Aktivitätszahl ( $I_a$ ): 1,059



Projekt: Lippstadt/Bad Waldliesborn, BG "Sommerweg"  
 - Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Ort: BS 10  
 Tiefe: 2,90 - 3,60 m  
 Art: gestörte Probe  
 Datum: 05.11.2018  
 Person: Herr Schulte

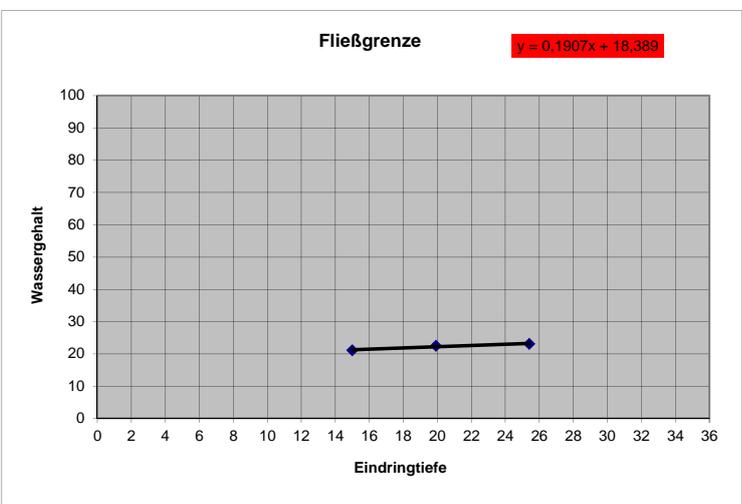
Auftraggeber: GWL Gemeinnützige Wohnungsbaugesellschaft Lippstadt GmbH  
 Probe: 10/6  
 Bodenart: Schluff, feinsandig, schwach mittelsandig

Durchgeführt am: 16.11.2018  
 Person: Herr Grothe

Versuchs-Nr.	Fließgrenze			Ausrollgrenze	
	1	2	3	1	2
Eindringtiefe	14,99	19,91	25,41		
Feucht Probe + Behälter	66,62	66,42	70,45	42,08	41,48
Trockene Probe + Behälter	61,19	60,64	63,77	39,10	38,55
Behälter	35,45	34,92	34,85	23,33	22,59
Masse des Wassers	5,43	5,78	6,68	2,98	2,93
Trockene Probe	25,74	25,72	28,92	15,77	15,96
Wassergehalt	21,10	22,47	23,10	18,90	18,36

**Angaben zur Probe**

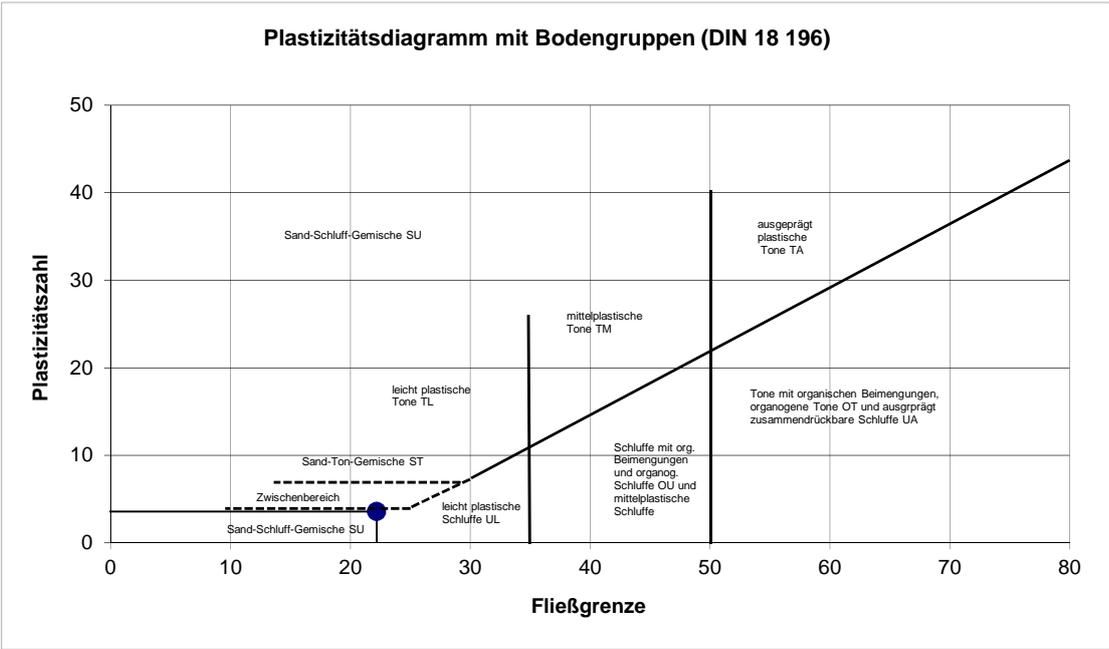
Anteil < 0,002 mm:	4,30%
Anteil < 0,4 mm:	98,00%
Wassergehalt der Probe:	17,89%



Fließgrenze :	22,20%
Ausrollgrenze:	18,63%
Plastizitätszahl ( $I_p$ ):	0,036
Konsistenzzahl ( $I_c$ ):	1,206
Liquiditätszahl ( $I_l$ ):	-0,206
Aktivitätszahl ( $I_a$ ):	0,832

**Zustandsform  $I_c$**

1,5 | 1,3 | 1,0 | 0,8 | 0,5 | 0,3 | 0,0 | -0,3 | -0,5  
 halbfest | steif | weich | breiig | flüssig



A N L A G E 6.1

Versickerungsversuche im Gelände  
(Auffüllversuche)

Anlage: 6.1

Versickerungsversuche im Gelände (Auffüllversuche)

Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes  $k_f$

<u>Maßnahme:</u>	Hydrogeol. Ermittlung und Bewertung des Versickerungspotenzials
<u>Ort:</u>	59556 Lippstadt-Bad Waldliesborn, Baugebiet 'Sommerweg'
<u>Datum:</u>	06.11.2018

Versuchsdurchführung mittels 'open-end-test' auf der GW-Spiegelfläche

Bohrung	Vers. Nr.	r mm	h m	Zeit min	Wassermenge l	Q m <sup>3</sup> /s	$k_f$ m/s	Bemerkung (Grundwasserstand, Versick.-Medium und Gültigkeitsbereich)
BS 4	1	25	0,55	2	1,7	1,42E-05	<b>1,87E-04</b>	1,35 m; 0,80-1,35 m (Geogensand)
	2	25	0,55	2	1,5	1,25E-05	<b>1,65E-04</b>	1,35 m; 0,80-1,35 m (Geogensand)
BS 10 (GWM)	1	25	0,98	2	1,6	1,33E-05	<b>9,89E-05</b>	1,68 m; 0,70-1,68 m (Geogensand)
	2	25	0,98	2	1,9	1,58E-05	<b>1,18E-04</b>	1,68 m; 0,70-1,68 m (Geogensand)

<u>Erläuterung</u>
r - Brunnenradius, mm
h - Wasserstandshöhe über der Grundwasseroberfläche, m
Q - Wasserzugabe in m <sup>3</sup> /s (Wasserspiegelkonstanthaltung)
$k_f$ - Durchlässigkeitsbeiwert, m/s

<u>Durchlässigkeitsbewertung nach DIN 18 130</u>		
$k_f$	$> 10^{-4}$	m/s : 'stark durchlässig'
$k_f$	$10^{-4} - 10^{-6}$	m/s : 'durchlässig'
$k_f$	$10^{-6} - 10^{-8}$	m/s : 'gering durchlässig'
$k_f$	$< 10^{-8}$	m/s : 'sehr gering durchlässig'

ANLAGE 7.1  
Chemische Analysen  
(LAGA und DepV)

**Auftraggeber** 14491  
Kleegräfe Geotechnik GmbH

Holzstr. 212  
D-59556 Lippstadt

**Eingangsdatum** 08.11.2018  
**Auftrag-Nr.** A060105  
**Probe-Nr.** P201832193  
**Probenehmer / -eingang** AG / Nightstar  
**Prüfort** HuK Umweltlabor GmbH  
**Untersuchungszeitraum** 08.11.2018 - 19.11.2018

Ansprechpartner	FAX	Telefon
Herr Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

**Probenbezeichnung** MP 1 Sommerweg

**Herkunftsort** Lippstadt-Bad Waldliesborn, BV "Sommerweg"

**Entnahmeort** Lippstadt-Bad Waldliesborn, BV "Sommerweg"

**Bemerkung**

### Untersuchungsergebnisse

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort	2. Norm
Probennahme Boden / Abfall	AG		i.A. LAGA PN 98	1*	Wen	DIN 19698-1
Probennahmeprotokoll	n.vorhanden				Wen	
Probenhomogenisierung / -menge	auf 1 kg		DepV Anhang 4 Nr. 3.1.1	4*	Wen	
Probenvorbereitung	s.Anlage		DIN 19747	1*	Wen	DIN ISO 11464
Feuchte (105°C)	11,6	%	DIN EN 14346	1*	Wen	
Trockenrückstand (105°C)	88,4	%	DIN EN 14346	1*	Wen	
Glühverlust (550°C)	0,87	%	DIN EN 15169	1*	Wen	DIN EN 15935
Glührückstand (550°C)	99,1	%	DIN EN 15169	1*	Wen	DIN EN 15935
TOC (TS)	0,18	%	DIN EN 13137	1*	Wen	DIN 19539
Extrahierbare lipophile Stoffe (Orig)	<0,01	%	LAGA KW/04	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	LAGA KW/04
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	<100	mg/kg	DIN EN 14039	1*	Wen	LAGA KW/04
Summe BTEX (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 22155	1*	Wen	DIN 38407-9
Summe BTEX / Styrol / Cumol (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
Summe 7 PCB (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	
Königswasseraufschluss (TS)	ja		DIN EN 13346	1*	Wen	DIN EN 13657
Arsen (TS)	6,85	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	

**Auftraggeber** 14491  
Kleegräfe Geotechnik GmbH

Holzstr. 212  
D-59556 Lippstadt

**Eingangsdatum** 08.11.2018  
**Auftrag-Nr.** A060105  
**Probe-Nr.** P201832193  
**Probenehmer / -eingang** AG / Nightstar  
**Prüfort** HuK Umweltlabor GmbH  
**Untersuchungszeitraum** 08.11.2018 - 19.11.2018

Ansprechpartner	FAX	Telefon
Herr Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

**Probenbezeichnung** MP 1 Sommerweg

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort	2. Norm
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)	8,01		DIN EN ISO 10523	1*	Wen	DIN 38404-5
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	121	µS/cm	DIN EN 27888	1*	Wen	
Wasserlöslicher Anteil	0,0605	%	DIN 38409-1	1*	Wen	
Gesamtgehalt gelöst. Feststoffe	60,5	mg/L	DIN EN 15216	1*	Wen	
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 14402	1*	Wen	
DOC (Eluat)	15,7	mg/L	DIN EN 1484	1*	Wen	
Chlorid-IC (Eluat)	0,47	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen	
Cyanid, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	DIN EN ISO 14403	1*	Wen	
Cyanid, l. freisetzbar (Eluat)	<0,005	mg/L	DIN EN ISO 14403	1*	Wen	
Fluorid-IC (Eluat)	0,12	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen	
Sulfat-IC (Eluat)	1,29	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen	
Antimon (Eluat)	<0,005	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Arsen (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Barium (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
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	
Molybdän (Eluat)	<0,01	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
Selen (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
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

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

<b>Z0 Boden - L/S</b>	LAGA Z0 - Boden uneingeschränkter Einbau - Bodenart Lehm/Schluff	eingehalten
<b>Z1.1 Boden</b>	LAGA Z1.1 - Boden - eingeschränkter offener Einbau	eingehalten
<b>DK 0</b>	Deponieklasse 0 nach Deponieverordnung (aktuelle Version)	eingehalten

**Auftraggeber** 14491  
Kleegräfe Geotechnik GmbH

Holzstr. 212  
D-59556 Lippstadt

**Eingangsdatum** 08.11.2018  
**Auftrag-Nr.** A060105  
**Probe-Nr.** P201832193  
**Probenehmer / -eingang** AG / Nightstar  
**Prüfort** HuK Umweltlabor GmbH  
**Untersuchungszeitraum** 08.11.2018 - 19.11.2018

<b>Ansprechpartner</b>	<b>FAX</b>	<b>Telefon</b>
Herr Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

**Probenbezeichnung** MP 1 Sommerweg

**DK 1** Deponieklasse 1 nach Deponieverordnung (aktuelle Version) eingehalten

**Endeinstufung** LAGA Z0 - Boden (Bodenart Lehm/Schluff) + Deponieklasse 0  
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	DK 0	DK 1
Probennahme Boden / Abfall	AG					
Probennahmeprotokoll	n.vorhanden					
Probenhomogenisierung / -menge	auf 1 kg					
Probenvorbereitung	s.Anlage					
Feuchte (105°C)	11,6	%				
Trockenrückstand (105°C)	88,4	%				
Glühverlust (550°C)	0,87	%			3	3
Glührückstand (550°C)	99,1	%				
TOC (TS)	0,18	%	0,5	1,5	1	1
Extrahierbare lipophile Stoffe (Orig)	<0,01	%			0,1	0,4
EOX (TS)	<1	mg/kg	1	3		
Kohlenwasserstoff-Index C10 - 22 (TS)	<100	mg/kg	100	300		
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	<100	mg/kg	100	600	500	
Summe BTEX (TS)	<1	mg/kg	1	1		
Summe BTEX / Styrol / Cumol (TS)	<1	mg/kg			6	
Summe LHKW (TS)	<1	mg/kg	1	1		
Naphthalin (TS)	<0,01	mg/kg				
Benzo(a)pyren (TS)	<0,01	mg/kg	0,3	0,9		
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg	3	9	30	
Summe PCB nach DIN (TS)	<0,01	mg/kg	0,05	0,15		
Summe 7 PCB (TS)	<0,01	mg/kg			1	
Cyanid, gesamt (TS)	<1	mg/kg		3		
Königswasseraufschluss (TS)	ja					
Arsen (TS)	6,85	mg/kg	15	45		
Blei (TS)	<10	mg/kg	70	210		
Cadmium (TS)	<0,1	mg/kg	1	3		
Chrom (TS)	<10	mg/kg	60	180		
Kupfer (TS)	<10	mg/kg	40	120		
Nickel (TS)	<10	mg/kg	50	150		

Prüfbericht-Nr: **B1819791**

**HuK Umweltlabor GmbH**

Weitere Zulassungen und Notifizierungen unter: [www.huk-umweltlabor.de](http://www.huk-umweltlabor.de)

Division: *Horn & Co. Analytics*

**Auftraggeber** 14491  
Kleegräfe Geotechnik GmbH

Holzstr. 212  
D-59556 Lippstadt

**Eingangsdatum** 08.11.2018  
**Auftrag-Nr.** A060105  
**Probe-Nr.** P201832193  
**Probenehmer / -eingang** AG / Nightstar  
**Prüfort** HuK Umweltlabor GmbH  
**Untersuchungszeitraum** 08.11.2018 - 19.11.2018

<b>Ansprechpartner</b>	<b>FAX</b>	<b>Telefon</b>
Herr Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

**Probenbezeichnung** MP 1 Sommerweg

<b>Parameter</b>	<b>Meßwert</b>	<b>Einheit</b>	<b>Z0 Boden - L/S</b>	<b>Z1.1 Boden</b>	<b>DK 0</b>	<b>DK 1</b>
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	0,5	1,5		
Thallium (TS)	<0,1	mg/kg	0,7	2,1		
Zink (TS)	<10	mg/kg	150	450		
Elution mit dest. Wasser	ja					
pH-Wert (Eluat)	8,01		6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	5,5 - 13	5,5 - 13
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	121	µS/cm	250	250		
Wasserlöslicher Anteil	0,0605	%			0,4	3
Gesamtgehalt gelöst. Feststoffe	60,5	mg/L			400	3000
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	0,02	0,02	0,1	0,2
DOC (Eluat)	15,7	mg/L			50	50
Chlorid-IC (Eluat)	0,47	mg/L	30	30	80	1500
Cyanid, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	0,005	0,005		
Cyanid, I. freisetzbar (Eluat)	<0,005	mg/L			0,01	0,1
Fluorid-IC (Eluat)	0,12	mg/L			1	5
Sulfat-IC (Eluat)	1,29	mg/L	20	20	100	2000
Antimon (Eluat)	<0,005	mg/L			0,006	0,03
Arsen (Eluat)	<0,01	mg/L	0,014	0,014	0,05	0,2
Barium (Eluat)	<0,01	mg/L			2	5
Blei (Eluat)	<0,01	mg/L	0,04	0,04	0,05	0,2
Cadmium (Eluat)	<0,001	mg/L	0,0015	0,0015	0,004	0,05
Chrom, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	0,0125	0,0125	0,05	0,3
Molybdän (Eluat)	<0,01	mg/L			0,05	0,3
Kupfer (Eluat)	<0,01	mg/L	0,02	0,02	0,2	1
Nickel (Eluat)	<0,01	mg/L	0,015	0,015	0,04	0,2
Quecksilber (Eluat) AAS	<0,0001	mg/L	0,0005	0,0005	0,001	0,005
Selen (Eluat)	<0,01	mg/L			0,01	0,03
Zink (Eluat)	<0,01	mg/L	0,15	0,15	0,4	2

HuK Umweltlabor GmbH, Hünsborn 19.11.2018



i. A. Michael Stein  
Entwicklung Organik

**Auftraggeber** 14491  
Kleegräfe Geotechnik GmbH

Holzstr. 212  
D-59556 Lippstadt

**Eingangsdatum** 08.11.2018  
**Auftrag-Nr.** A060105  
**Probe-Nr.** P201832194  
**Probenehmer / -eingang** AG / Nightstar  
**Prüfort** HuK Umweltlabor GmbH  
**Untersuchungszeitraum** 08.11.2018 - 19.11.2018

Ansprechpartner	FAX	Telefon
Herr Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

**Probenbezeichnung** MP 2 Sommerweg

**Herkunftsort** Lippstadt-Bad Waldliesborn, BV "Sommerweg"

**Entnahmeort** Lippstadt-Bad Waldliesborn, BV "Sommerweg"

**Bemerkung**

### Untersuchungsergebnisse

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort	2. Norm
Probennahme Boden / Abfall	AG		i.A. LAGA PN 98	1*	Wen	DIN 19698-1
Probennahmeprotokoll	n.vorhanden				Wen	
Probenhomogenisierung / -menge	auf 1 kg		DepV Anhang 4 Nr. 3.1.1	4*	Wen	
Probenvorbereitung	s.Anlage		DIN 19747	1*	Wen	DIN ISO 11464
Feuchte (105°C)	11,3	%	DIN EN 14346	1*	Wen	
Trockenrückstand (105°C)	88,8	%	DIN EN 14346	1*	Wen	
Glühverlust (550°C)	0,64	%	DIN EN 15169	1*	Wen	DIN EN 15935
Glührückstand (550°C)	99,4	%	DIN EN 15169	1*	Wen	DIN EN 15935
TOC (TS)	0,11	%	DIN EN 13137	1*	Wen	DIN 19539
Extrahierbare lipophile Stoffe (Orig)	0,019	%	LAGA KW/04	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	LAGA KW/04
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	532	mg/kg	DIN EN 14039	1*	Wen	LAGA KW/04
Summe BTEX (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 22155	1*	Wen	DIN 38407-9
Summe BTEX / Styrol / Cumol (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)	0,37	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Summe PAK n. EPA (TS)	3,85	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
Summe 7 PCB (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	
Königswasseraufschluss (TS)	ja		DIN EN 13346	1*	Wen	DIN EN 13657
Arsen (TS)	1,88	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	

**Auftraggeber** 14491  
Kleegräfe Geotechnik GmbH

Holzstr. 212  
D-59556 Lippstadt

**Eingangsdatum** 08.11.2018  
**Auftrag-Nr.** A060105  
**Probe-Nr.** P201832194  
**Probenehmer / -eingang** AG / Nightstar  
**Prüfort** HuK Umweltlabor GmbH  
**Untersuchungszeitraum** 08.11.2018 - 19.11.2018

Ansprechpartner	FAX	Telefon
Herr Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

**Probenbezeichnung** MP 2 Sommerweg

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort	2. Norm
Zink (TS)	10,8	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)	7,91		DIN EN ISO 10523	1*	Wen	DIN 38404-5
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	80	µS/cm	DIN EN 27888	1*	Wen	
Wasserlöslicher Anteil	<0,05	%	DIN 38409-1	1*	Wen	
Gesamtgehalt gelöst. Feststoffe	40	mg/L	DIN EN 15216	1*	Wen	
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 14402	1*	Wen	
DOC (Eluat)	3,15	mg/L	DIN EN 1484	1*	Wen	
Chlorid-IC (Eluat)	0,88	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen	
Cyanid, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	DIN EN ISO 14403	1*	Wen	
Cyanid, l. freisetzbar (Eluat)	<0,005	mg/L	DIN EN ISO 14403	1*	Wen	
Fluorid-IC (Eluat)	0,18	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen	
Sulfat-IC (Eluat)	2,80	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen	
Antimon (Eluat)	<0,005	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Arsen (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Barium (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
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	
Molybdän (Eluat)	<0,01	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
Selen (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
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

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

<b>Z0 Boden - L/S</b>	LAGA Z0 - Boden uneingeschränkter Einbau - Bodenart Lehm/Schluff	überschritten
<b>Z1.1 Boden</b>	LAGA Z1.1 - Boden - eingeschränkter offener Einbau	eingehalten
<b>DK 0</b>	Deponieklasse 0 nach Deponieverordnung (aktuelle Version)	überschritten

**Auftraggeber** 14491  
Kleegräfe Geotechnik GmbH

Holzstr. 212  
D-59556 Lippstadt

**Eingangsdatum** 08.11.2018  
**Auftrag-Nr.** A060105  
**Probe-Nr.** P201832194  
**Probenehmer / -eingang** AG / Nightstar  
**Prüfort** HuK Umweltlabor GmbH  
**Untersuchungszeitraum** 08.11.2018 - 19.11.2018

<b>Ansprechpartner</b>	<b>FAX</b>	<b>Telefon</b>
Herr Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

**Probenbezeichnung** MP 2 Sommerweg

**DK 1** Deponieklasse 1 nach Deponieverordnung (aktuelle Version) eingehalten

**Endeinstufung** LAGA Z1.1 Boden und Deponieklasse 1

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	DK 0	DK 1
Probennahme Boden / Abfall	AG					
Probennahmeprotokoll	n.vorhanden					
Probenhomogenisierung / -menge	auf 1 kg					
Probenvorbereitung	s.Anlage					
Feuchte (105°C)	11,3	%				
Trockenrückstand (105°C)	88,8	%				
Glühverlust (550°C)	0,64	%			3	3
Glührückstand (550°C)	99,4	%				
TOC (TS)	0,11	%	0,5	1,5	1	1
Extrahierbare lipophile Stoffe (Orig)	0,019	%			0,1	0,4
EOX (TS)	<1	mg/kg	1	3		
Kohlenwasserstoff-Index C10 - 22 (TS)	<100	mg/kg	100	300		
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	532	mg/kg	100	600	500	
Summe BTEX (TS)	<1	mg/kg	1	1		
Summe BTEX / Styrol / Cumol (TS)	<1	mg/kg			6	
Summe LHKW (TS)	<1	mg/kg	1	1		
Naphthalin (TS)	<0,01	mg/kg				
Benzo(a)pyren (TS)	0,37	mg/kg	0,3	0,9		
Summe PAK n. EPA (TS)	3,85	mg/kg	3	9	30	
Summe PCB nach DIN (TS)	<0,01	mg/kg	0,05	0,15		
Summe 7 PCB (TS)	<0,01	mg/kg			1	
Cyanid, gesamt (TS)	<1	mg/kg		3		
Königswasseraufschluss (TS)	ja					
Arsen (TS)	1,88	mg/kg	15	45		
Blei (TS)	<10	mg/kg	70	210		
Cadmium (TS)	<0,1	mg/kg	1	3		
Chrom (TS)	<10	mg/kg	60	180		
Kupfer (TS)	<10	mg/kg	40	120		
Nickel (TS)	<10	mg/kg	50	150		

Prüfbericht-Nr: **B1819792**

**HuK Umweltlabor GmbH**

Weitere Zulassungen und Notifizierungen unter: [www.huk-umweltlabor.de](http://www.huk-umweltlabor.de)

Division: *Horn & Co. Analytics*

**Auftraggeber** 14491  
Kleegräfe Geotechnik GmbH

Holzstr. 212  
D-59556 Lippstadt

**Eingangsdatum** 08.11.2018  
**Auftrag-Nr.** A060105  
**Probe-Nr.** P201832194  
**Probenehmer / -eingang** AG / Nightstar  
**Prüfort** HuK Umweltlabor GmbH  
**Untersuchungszeitraum** 08.11.2018 - 19.11.2018

**Ansprechpartner** Herr Kleegräfe  
**FAX** 02941 / 3582  
**Telefon** 02941 / 5404

**Probenbezeichnung** MP 2 Sommerweg

Parameter	Meßwert	Einheit	Z0 Boden - L/S	Z1.1 Boden	DK 0	DK 1
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	0,5	1,5		
Thallium (TS)	<0,1	mg/kg	0,7	2,1		
Zink (TS)	10,8	mg/kg	150	450		
Elution mit dest. Wasser	ja					
pH-Wert (Eluat)	7,91		6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	5,5 - 13	5,5 - 13
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	80	µS/cm	250	250		
Wasserlöslicher Anteil	<0,05	%			0,4	3
Gesamtgehalt gelöst. Feststoffe	40	mg/L			400	3000
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	0,02	0,02	0,1	0,2
DOC (Eluat)	3,15	mg/L			50	50
Chlorid-IC (Eluat)	0,88	mg/L	30	30	80	1500
Cyanid, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	0,005	0,005		
Cyanid, I. freisetzbar (Eluat)	<0,005	mg/L			0,01	0,1
Fluorid-IC (Eluat)	0,18	mg/L			1	5
Sulfat-IC (Eluat)	2,80	mg/L	20	20	100	2000
Antimon (Eluat)	<0,005	mg/L			0,006	0,03
Arsen (Eluat)	<0,01	mg/L	0,014	0,014	0,05	0,2
Barium (Eluat)	<0,01	mg/L			2	5
Blei (Eluat)	<0,01	mg/L	0,04	0,04	0,05	0,2
Cadmium (Eluat)	<0,001	mg/L	0,0015	0,0015	0,004	0,05
Chrom, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	0,0125	0,0125	0,05	0,3
Molybdän (Eluat)	<0,01	mg/L			0,05	0,3
Kupfer (Eluat)	<0,01	mg/L	0,02	0,02	0,2	1
Nickel (Eluat)	<0,01	mg/L	0,015	0,015	0,04	0,2
Quecksilber (Eluat) AAS	<0,0001	mg/L	0,0005	0,0005	0,001	0,005
Selen (Eluat)	<0,01	mg/L			0,01	0,03
Zink (Eluat)	<0,01	mg/L	0,15	0,15	0,4	2

HuK Umweltlabor GmbH, Hünsborn 19.11.2018



i. A. Michael Stein  
Entwicklung Organik

**Auftraggeber** 14491  
Kleegräfe Geotechnik GmbH

Holzstr. 212  
D-59556 Lippstadt

**Eingangsdatum** 08.11.2018  
**Auftrag-Nr.** A060105  
**Probe-Nr.** P201832195  
**Probenehmer / -eingang** AG / Nightstar  
**Prüfort** HuK Umweltlabor GmbH  
**Untersuchungszeitraum** 08.11.2018 - 19.11.2018

Ansprechpartner	FAX	Telefon
Herr Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

**Probenbezeichnung** MP 3 Sommerweg

**Herkunftsort** Lippstadt-Bad Waldliesborn, BV "Sommerweg"

**Entnahmeort** Lippstadt-Bad Waldliesborn, BV "Sommerweg"

**Bemerkung**

### Untersuchungsergebnisse

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort	2. Norm
Probennahme Boden / Abfall	AG		i.A. LAGA PN 98	1*	Wen	DIN 19698-1
Probennahmeprotokoll	n.vorhanden				Wen	
Probenhomogenisierung / -menge	auf 1 kg		DepV Anhang 4 Nr. 3.1.1	4*	Wen	
Probenvorbereitung	s.Anlage		DIN 19747	1*	Wen	DIN ISO 11464
Feuchte (105°C)	12,6	%	DIN EN 14346	1*	Wen	
Trockenrückstand (105°C)	87,4	%	DIN EN 14346	1*	Wen	
Glühverlust (550°C)	0,71	%	DIN EN 15169	1*	Wen	DIN EN 15935
Glührückstand (550°C)	99,3	%	DIN EN 15169	1*	Wen	DIN EN 15935
TOC (TS)	0,13	%	DIN EN 13137	1*	Wen	DIN 19539
Extrahierbare lipophile Stoffe (Orig)	<0,01	%	LAGA KW/04	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	LAGA KW/04
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	<100	mg/kg	DIN EN 14039	1*	Wen	LAGA KW/04
Summe BTEX (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 22155	1*	Wen	DIN 38407-9
Summe BTEX / Styrol / Cumol (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
Summe 7 PCB (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	
Königswasseraufschluss (TS)	ja		DIN EN 13346	1*	Wen	DIN EN 13657
Arsen (TS)	<1	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	

**Auftraggeber** 14491  
Kleegräfe Geotechnik GmbH

Holzstr. 212  
D-59556 Lippstadt

**Eingangsdatum** 08.11.2018  
**Auftrag-Nr.** A060105  
**Probe-Nr.** P201832195  
**Probenehmer / -eingang** AG / Nightstar  
**Prüfort** HuK Umweltlabor GmbH  
**Untersuchungszeitraum** 08.11.2018 - 19.11.2018

Ansprechpartner	FAX	Telefon
Herr Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

**Probenbezeichnung** MP 3 Sommerweg

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort	2. Norm
Zink (TS)	10,8	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)	7,94		DIN EN ISO 10523	1*	Wen	DIN 38404-5
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	110	µS/cm	DIN EN 27888	1*	Wen	
Wasserlöslicher Anteil	0,055	%	DIN 38409-1	1*	Wen	
Gesamtgehalt gelöst. Feststoffe	55	mg/L	DIN EN 15216	1*	Wen	
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 14402	1*	Wen	
DOC (Eluat)	13,1	mg/L	DIN EN 1484	1*	Wen	
Chlorid-IC (Eluat)	0,98	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen	
Cyanid, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	DIN EN ISO 14403	1*	Wen	
Cyanid, l. freisetzbar (Eluat)	<0,005	mg/L	DIN EN ISO 14403	1*	Wen	
Fluorid-IC (Eluat)	<0,1	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen	
Sulfat-IC (Eluat)	2,59	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen	
Antimon (Eluat)	<0,005	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Arsen (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Barium (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
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	
Molybdän (Eluat)	<0,01	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
Selen (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
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

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

<b>Z0 Boden - L/S</b>	LAGA Z0 - Boden uneingeschränkter Einbau - Bodenart Lehm/Schluff	eingehalten
<b>Z1.1 Boden</b>	LAGA Z1.1 - Boden - eingeschränkter offener Einbau	eingehalten
<b>DK 0</b>	Deponieklasse 0 nach Deponieverordnung (aktuelle Version)	eingehalten

**Auftraggeber** 14491  
Kleegräfe Geotechnik GmbH

Holzstr. 212  
D-59556 Lippstadt

**Eingangsdatum** 08.11.2018  
**Auftrag-Nr.** A060105  
**Probe-Nr.** P201832195  
**Probenehmer / -eingang** AG / Nightstar  
**Prüfort** HuK Umweltlabor GmbH  
**Untersuchungszeitraum** 08.11.2018 - 19.11.2018

<b>Ansprechpartner</b>	<b>FAX</b>	<b>Telefon</b>
Herr Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

**Probenbezeichnung** MP 3 Sommerweg

**DK 1** Deponieklasse 1 nach Deponieverordnung (aktuelle Version) eingehalten

**Endeinstufung** LAGA Z0 - Boden (Bodenart Lehm/Schluff) + Deponieklasse 0  
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	DK 0	DK 1
Probennahme Boden / Abfall	AG					
Probennahmeprotokoll	n.vorhanden					
Probenhomogenisierung / -menge	auf 1 kg					
Probenvorbereitung	s.Anlage					
Feuchte (105°C)	12,6	%				
Trockenrückstand (105°C)	87,4	%				
Glühverlust (550°C)	0,71	%			3	3
Glührückstand (550°C)	99,3	%				
TOC (TS)	0,13	%	0,5	1,5	1	1
Extrahierbare lipophile Stoffe (Orig)	<0,01	%			0,1	0,4
EOX (TS)	<1	mg/kg	1	3		
Kohlenwasserstoff-Index C10 - 22 (TS)	<100	mg/kg	100	300		
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	<100	mg/kg	100	600	500	
Summe BTEX (TS)	<1	mg/kg	1	1		
Summe BTEX / Styrol / Cumol (TS)	<1	mg/kg			6	
Summe LHKW (TS)	<1	mg/kg	1	1		
Naphthalin (TS)	<0,01	mg/kg				
Benzo(a)pyren (TS)	<0,01	mg/kg	0,3	0,9		
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg	3	9	30	
Summe PCB nach DIN (TS)	<0,01	mg/kg	0,05	0,15		
Summe 7 PCB (TS)	<0,01	mg/kg			1	
Cyanid, gesamt (TS)	<1	mg/kg		3		
Königswasseraufschluss (TS)	ja					
Arsen (TS)	<1	mg/kg	15	45		
Blei (TS)	<10	mg/kg	70	210		
Cadmium (TS)	<0,1	mg/kg	1	3		
Chrom (TS)	<10	mg/kg	60	180		
Kupfer (TS)	<10	mg/kg	40	120		
Nickel (TS)	<10	mg/kg	50	150		

Prüfbericht-Nr: **B1819793**

**HuK Umweltlabor GmbH**

Weitere Zulassungen und Notifizierungen unter: [www.huk-umweltlabor.de](http://www.huk-umweltlabor.de)

Division: *Horn & Co. Analytics*

**Auftraggeber** 14491  
Kleegräfe Geotechnik GmbH

Holzstr. 212  
D-59556 Lippstadt

**Eingangsdatum** 08.11.2018  
**Auftrag-Nr.** A060105  
**Probe-Nr.** P201832195  
**Probenehmer / -eingang** AG / Nightstar  
**Prüfort** HuK Umweltlabor GmbH  
**Untersuchungszeitraum** 08.11.2018 - 19.11.2018

<b>Ansprechpartner</b>	<b>FAX</b>	<b>Telefon</b>
Herr Kleegräfe	02941 / 3582	02941 / 5404

**Probenbezeichnung** MP 3 Sommerweg

<b>Parameter</b>	<b>Meßwert</b>	<b>Einheit</b>	<b>Z0 Boden - L/S</b>	<b>Z1.1 Boden</b>	<b>DK 0</b>	<b>DK 1</b>
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	0,5	1,5		
Thallium (TS)	<0,1	mg/kg	0,7	2,1		
Zink (TS)	10,8	mg/kg	150	450		
Elution mit dest. Wasser	ja					
pH-Wert (Eluat)	7,94		6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	5,5 - 13	5,5 - 13
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	110	µS/cm	250	250		
Wasserlöslicher Anteil	0,055	%			0,4	3
Gesamtgehalt gelöst. Feststoffe	55	mg/L			400	3000
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	0,02	0,02	0,1	0,2
DOC (Eluat)	13,1	mg/L			50	50
Chlorid-IC (Eluat)	0,98	mg/L	30	30	80	1500
Cyanid, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	0,005	0,005		
Cyanid, I. freisetzbar (Eluat)	<0,005	mg/L			0,01	0,1
Fluorid-IC (Eluat)	<0,1	mg/L			1	5
Sulfat-IC (Eluat)	2,59	mg/L	20	20	100	2000
Antimon (Eluat)	<0,005	mg/L			0,006	0,03
Arsen (Eluat)	<0,01	mg/L	0,014	0,014	0,05	0,2
Barium (Eluat)	<0,01	mg/L			2	5
Blei (Eluat)	<0,01	mg/L	0,04	0,04	0,05	0,2
Cadmium (Eluat)	<0,001	mg/L	0,0015	0,0015	0,004	0,05
Chrom, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	0,0125	0,0125	0,05	0,3
Molybdän (Eluat)	<0,01	mg/L			0,05	0,3
Kupfer (Eluat)	<0,01	mg/L	0,02	0,02	0,2	1
Nickel (Eluat)	<0,01	mg/L	0,015	0,015	0,04	0,2
Quecksilber (Eluat) AAS	<0,0001	mg/L	0,0005	0,0005	0,001	0,005
Selen (Eluat)	<0,01	mg/L			0,01	0,03
Zink (Eluat)	<0,01	mg/L	0,15	0,15	0,4	2

HuK Umweltlabor GmbH, Hünsborn 19.11.2018



i. A. Michael Stein  
Entwicklung Organik

**A N L A G E 8.1**

**Setzungsberechnung Streifenfundamente  
(Nichtunterkellerung)**

Boden	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	E <sub>s</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	v [-]	Bezeichnung
	17.0	9.0	30.0	0.0	15.0	0.00	Sand, locker
	22.0	14.0	37.5	0.0	80.0	0.00	Schotter, dicht
	17.5	9.5	32.5	0.0	22.0	0.00	Sand, locker-md
	20.0	10.0	27.5	0.0	8.0	0.00	Schluff, weich-steif b. steif

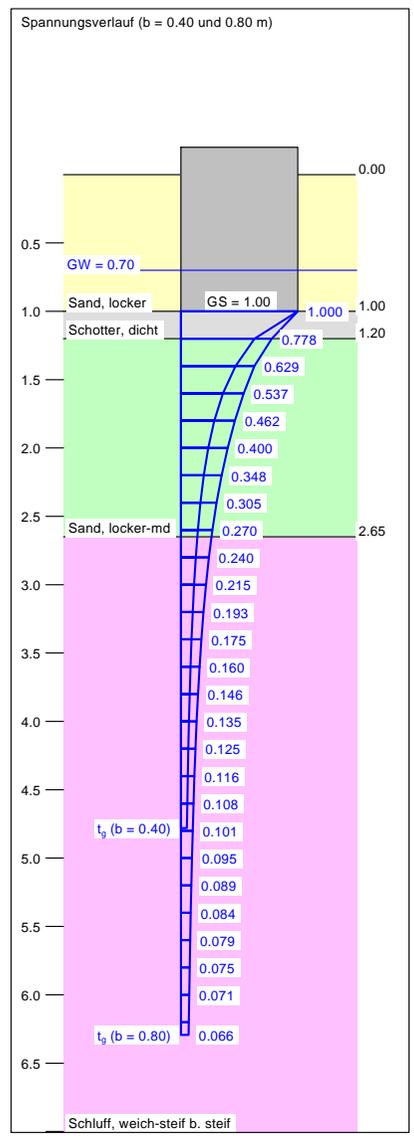
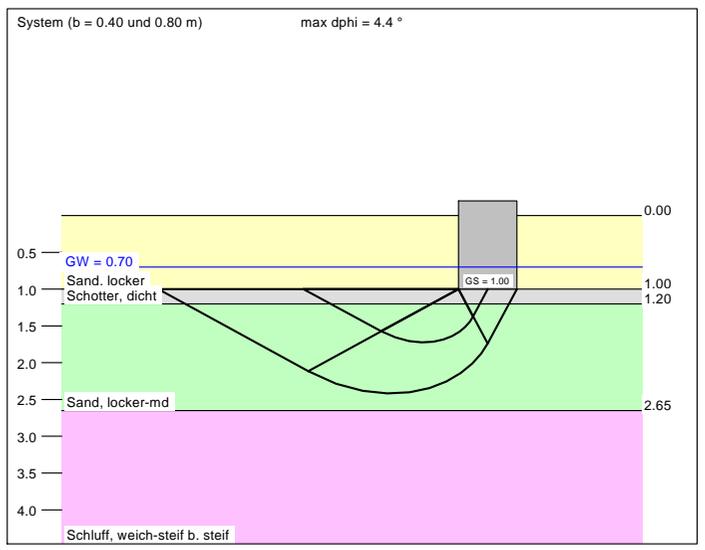
## Nichtunterkellerung Gründung über Streifenfundamente

**KLEEGRÄFE Geotechnik GmbH**  
 Holzstraße 212 in 59556 Lippstadt-Bad Waldliesborn  
 Tel.: 02941 - 5404 Fax: 02941 - 3582  
 Projekt: Lippstadt-Bad Waldliesborn, Baugebiet Sommerweg  
Setzungsberechnung Streifenfundamentgründung (Nichtunterkellerung)

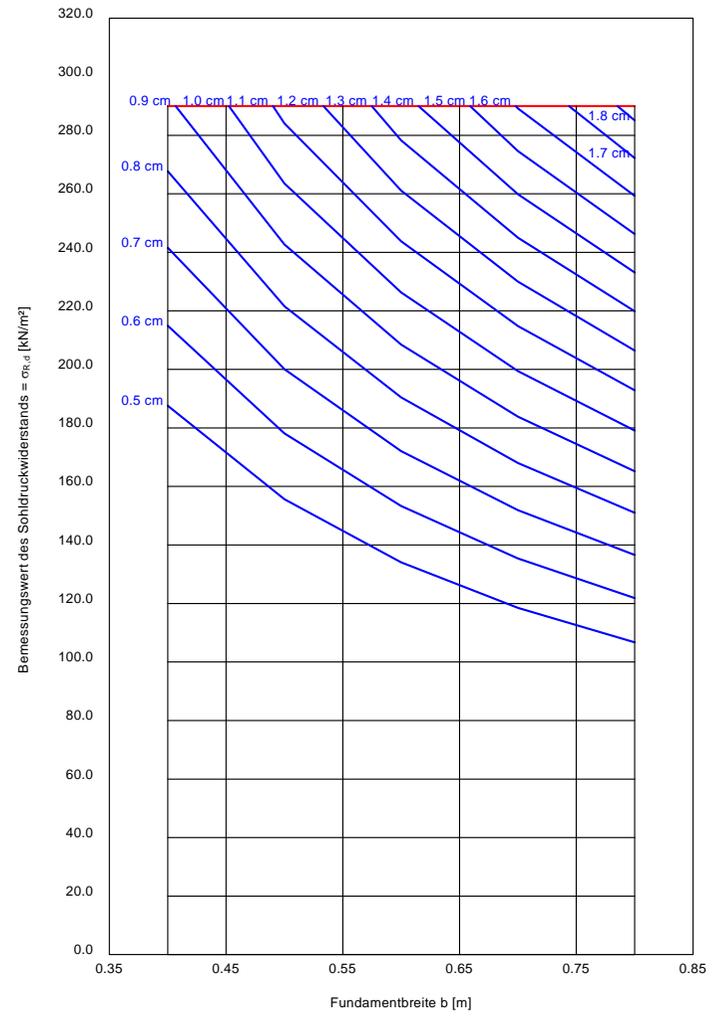
**Berechnungsgrundlagen:**  
 Lippstadt, Baugebiet Sommerweg  
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
 Streifenfundament (a = 12.00 m)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$   
 $\sigma_{R,d}$  auf 290.00 kN/m<sup>2</sup> begrenzt  
 Gründungssohle = 1.00 m  
 Grundwasser = 0.70 m  
 Grenztiefe mit p = 20.0 %  
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt

— Sohldruck  
— Setzungen



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	R <sub>n,d</sub> [kN/m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	s [cm]	cal $\phi$ [°]	cal c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_z$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\sigma_{\dot{U}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	t <sub>g</sub> [m]	UK LS [m]	k <sub>s</sub> [MN/m <sup>3</sup> ]
12.00	0.40	290.0	116.0	203.5	0.89	33.6	0.00	11.28	14.60	4.78	1.72	23.0
12.00	0.50	290.0	145.0	203.5	1.13	33.4	0.00	10.96	14.60	5.22	1.90	18.0
12.00	0.60	290.0	174.0	203.5	1.37	33.3	0.00	10.74	14.60	5.61	2.07	14.9
12.00	0.70	290.0	203.0	203.5	1.61	33.2	0.00	10.58	14.60	5.97	2.24	12.7
12.00	0.80	290.0	232.0	203.5	1.84	33.1	0.00	10.45	14.60	6.29	2.42	11.1



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

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

ANLAGE 9.1  
Fotodokumentation

**Fotodokumentation**

**Seite 1**

**Anlage 9**

Situation am 05.+06.11.2018



**Foto 1:** Blickrichtung ~ NO; Bereich der BS 1 (Markierung)

Situation am 05.+06.11.2018



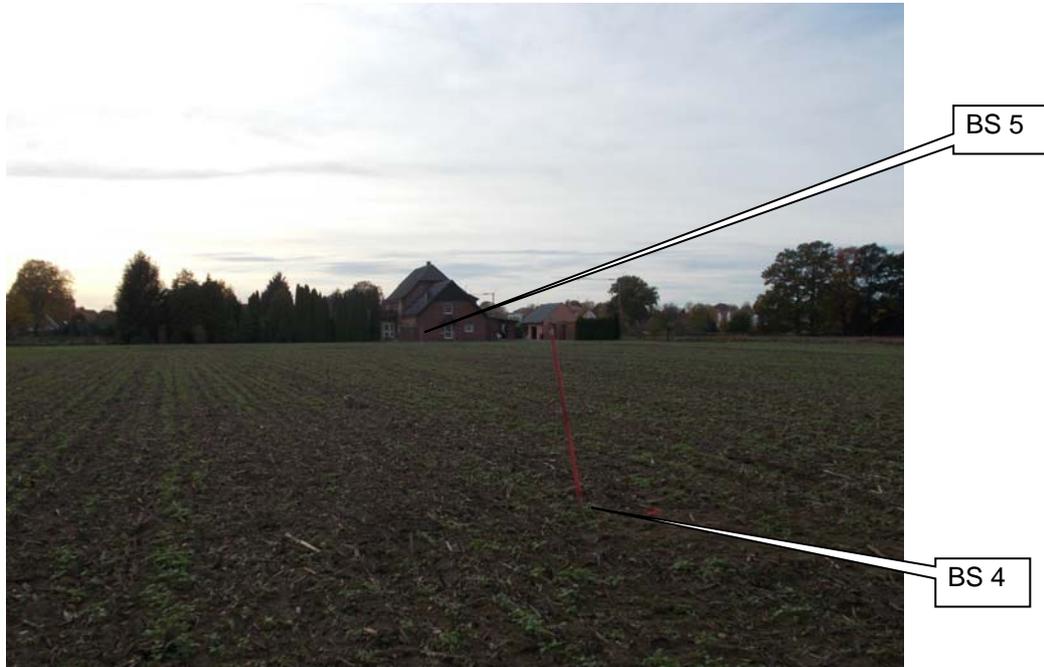
**Foto 2:** Blickrichtung ~ NO; Bereich der BS 2 und BS 3 (Markierungen)

**Fotodokumentation**

**Seite 2**

**Anlage 9**

Situation am 05.+06.11.2018



**Foto 3:** Blickrichtung ~ W; Bereich der BS 4 und BS 5 (Markierungen)

Situation am 05.+06.11.2018



**Foto 4:** Blickrichtung ~ NO; Bereich der BS 6 (Markierung)

**Fotodokumentation**

**Seite 3**

**Anlage 9**

Situation am 05.+06.11.2018



**Foto 5:** Blickrichtung ~ SW; Bereich der BS 7 und BS 8 (Markierungen)

Situation am 05.+06.11.2018



**Foto 6:** Blickrichtung ~ NO; Bereich der BS 9 und BS 14 (Markierungen)

**Fotodokumentation**

Seite 4

Anlage 9

Situation am 05.+06.11.2018



**Foto 7:** Blickrichtung ~ W; Bereich der GWM 10 (Markierung)

Situation am 05.+06.11.2018



**Foto 8:** Detailfoto der GWM 10

**Fotodokumentation**

Seite 5

Anlage 9

Situation am 05.+06.11.2018



**Foto 9:** Blickrichtung ~ W; Bereich der BS 11 und BS 12 (Markierungen)

Situation am 05.+06.11.2018



**Foto 10:** Blickrichtung ~ O; Bereich der BS 13 und BS 15 (Markierungen)