

GUTACHTEN

Projekt: Stadt Ibbenbüren – Neubau Regenwasserkanal DN 700
und Abwasserdruckrohrleitung
‘Am Aaseebad’ (B-Plan Nr. 138a) in 49479 Ibbenbüren



- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Auftraggeber: Stadt Ibbenbüren – Fachdienst Tiefbau
Roncallistraße 3-5, 49477 Ibbenbüren

Auftragnehmer: Kleegräfe Geotechnik GmbH
Holzstraße 212, 59556 Lippstadt

Projekt-Nr.: 22 05 42

Lippstadt, den 03. August 2022

- Inhaltsverzeichnis -

<u>1. AUFGABENSTELLUNG / VORGANG</u>	<u>3</u>
<u>2. BAUGRUNDERSCHLIEßUNG</u>	<u>5</u>
2.1 BAUGRUNDSCHICHTUNG / UNTERGRUNDAUFBAU	5
2.2 GRUNDWASSER / HYDROGEOLOGIE	6
<u>3. CHEMISCHE UNTERSUCHUNGEN</u>	<u>9</u>
3.1 BODEN (ABFALLWIRTSCHAFTLICHE UNTERSUCHUNGEN)	9
<u>4. BAUGRUNDBEWERTUNG</u>	<u>14</u>
4.1 BAUGRUNDBEURTEILENDE LABORVERSUCHE	14
4.2 BAUGRUNDBEURTEILENDE GELÄNDEVERSUCHE (DPL-5)	17
4.3 BODENMECHANISCHE KENNWERTE / BAUGRUNDBEURTEILUNG	18
4.4 BODENKLASSEN, BODENGRUPPEN, FROSTKLASSEN, HOMOGENBEREICHE	19
<u>5. INGENIEURGEOLOGISCHE HINWEISE ZUR BAUDURCHFÜHRUNG</u>	<u>23</u>
5.1 KANALBAU	23
5.2 STRAßENBAU	30
<u>6. ANLAGEN</u>	<u>35</u>

1. Aufgabenstellung / Vorgang

Die STADT IBBENBÜREN beabsichtigt für die Erschließung des B-Plans Nr. 138a 'Am Aaseebad' die Verlegung eines RW-Kanals (DN 700) als Freispiegelkanal. Parallel dazu ist die Verlegung einer Abwasser-Druckrohrleitung geplant. Im Anschluss soll eine Baustraße für die weitere Erschließung des Gewerbegebiets errichtet werden.

Aufgabe ist die Ermittlung der Boden- und Grundwasserverhältnisse im Trassenbereich der neu zu verlegenden Kanäle. Des Weiteren sind ingenieurgeologische Hinweisgebungen hinsichtlich der vorgesehenen Kanalneuverlegung sowie des Straßenbaus (Herstellung Baustraße) auszuarbeiten. Ergänzend erfolgen chemische Bodenanalysen hinsichtlich der Wiedereinbaueignung / -zulässigkeit von potenziellem Überschussmaterial (Abfallwirtschaftliche Untersuchung).

AG/Bauherr: STADT IBBENBÜREN - FACHDIENST TIEFBAU
Roncallistraße 3-5, 49477 Ibbenbüren

Bodengutachter: KLEEGRÄFE GEOTECHNIK GMBH
Holzstraße 212, 59556 Lippstadt

Für die Außentätigkeiten sowie die Gutachtenerstellung stehen folgende, vom AG übermittelte Unterlagen zur Verfügung:

- Übersichtsplan (Maßstab 1:25.000, Stand 11.05.2022)
- Übersichtsplan (Maßstab 1:5.000, Stand 11.05.2022)
- Lageplan mit Trassenführung (Maßstab 1:1.000, Stand 11.05.2022)

Geländ	06.07.2022	- Rammkernsondierungen (Ø 60 - 50 mm)	5 Stück
		- Einmessung in Höhe und Lage	5 Stück
		- Leichte Rammsondierungen (DPL-5)	5 Stück
Boden- mechanisches Labor		- Korngrößenanalysen (DIN EN ISO 17892-4)	5 Stück
		- Wassergehaltsbestimmungen (DIN EN ISO 17892-1)	5 Stück
		- Zustandsgrenzenbestimmungen (DIN EN ISO 17892-12)	2 Stück
Chemisches Labor		- Parameterumfang LAGA (TR Boden, 2004)	2 Stück
		- Parameterumfang Deponieverordnung (DepV)	2 Stück

Tabelle 1: Untersuchungsumfang (Gelände und Labor)

Die Lage der Bohrungen geht aus der Anlage 1.1 (Lageplan) hervor. Der Anlage 7.1 ist eine Fotodokumentation zu entnehmen. Nach Abschluss der Aufschlussarbeiten wurden die Sondier- und Bohransatzpunkte lagemäßig eingemessen und höhenmäßig einnivelliert. Als Höhenfestpunkt diente die OK Deckel eines bestehenden

Schachtbauwerkes. Da für dieses Schachtbauwerk von Seiten der Stadt Ibbenbüren keine NN-Höhen vorliegen, wurde hilfsweise eine relative Höhe von 100,00 m für den Festpunkt angesetzt.

Trassenlage/-verlauf: Das Arbeitsgebiet befindet sich rund 1,9 km südöstlich des Stadtzentrums von Ibbenbüren. Die Erschließung erfolgt aus westlicher Richtung von der Straße 'Am Aaseebad' aus. Die geplante Länge der Trasse beträgt rund 210 m. Der vorgesehene Kanaltrassenverlauf liegt aktuell unversiegelt als ackerbaulich genutzte Fläche vor.

Vorfluter: im unmittelbaren Nahbereich der Trassen befinden sich keine Vorfluter. Etwa 400 m nordöstlich des Untersuchungsgebietes verläuft die 'Ibbenbürener Aa' mit örtlich etwa nordwestlicher Entwässerungsrichtung. Ferner existieren zur landwirtschaftlichen Entwässerung vermutlich alte Felddrainagen, deren Lage im Gelände jedoch nicht bekannt ist.

Morphologie / Höhenkote: Der relevante Trassenbereich verläuft innerhalb eines vergleichsweise ebenen Areals. Nennenswerte Höhenunterschiede liegen im Nahbereich nicht vor. Großräumig betrachtet fällt das Gelände schwach in nordöstlicher Richtung ein. Die Höhenkote schwankt im Untersuchungsgebiet zwischen etwa 65,0 m NHN und 65,5 m NHN. Der Bereich wird von der RStO in die Frosteinwirkungszone I gestellt (BAST Karte der Frosteinwirkungszone).

Erdbebenzone/Gefährdungspotenziale: Nach der online 'Karte der Erdbebenzonen der Bundesrepublik Deutschland, hier: NRW' (1:350.000, Geologischer Dienst NRW, 2018) ist das Arbeitsgebiet in einem 'Gebiet außerhalb von Erdbebenzonen' gelegen. Das Online-Fachinformationssystem 'Gefährdungspotenziale des Untergrundes in NRW' des Geologischen Dienstes NRW gibt für das von der Maßnahme betroffene 500 x 500 m-Planquadrat 'Karstgebiet' als Gefährdungspotenzial an.

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

Ver- und Entsorgungsleitungen: Alle Ver- und Entsorgungsleitungen im Bereich der geplanten Baumaßnahmen sind im weiteren Verlauf der Arbeiten zu schützen.

Vorbemerkung: Kenntnisse über das Vorhandensein nicht zur Wirkung gekommener Kampfmittel und/oder archäologischer Artefakte/Bodendenkmäler liegen dem AN nicht vor und die diesbezügliche Ermittlung ist nicht Bestandteil der Beauftragung.

Die in diesem Gutachten gemachten Angaben sind ausschließlich projektbezogen zu verwenden. Das Gutachten ist geistiges Eigentum der Fa. KLEEGRÄFE GEOTECHNIK GMBH. Die Weitergabe an Dritte - auch auszugsweise - ist nur mit Zustimmung der Firma KLEEGRÄFE gestattet.

2. Baugrunderschließung

2.1 Baugrundsichtung / Untergrundaufbau

In den relevanten Trassenbereichen wurden fünf Kleinbohrungen (BS 1-5) und fünf Leichte Rammsondierungen (DPL 1-5) niedergebracht (Positionierung nach AG-Vorgabe). Die Geländearbeiten erfolgten am 06.07.2022. Die Schichtendarstellung und die Rammdiagramme sind in der Anlage 2.1 dargestellt. Die Bodenansprache erfolgte durch einen Geotechnik-Ingenieur nach den entsprechenden DIN-Normen.

Die Sondierungen stellen punktuelle Untergrundaufschlüsse dar, daher kann an anderen Stellen ein von den unten gemachten Angaben abweichender Untergrundaufbau vorliegen. Die Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse sind in der Tabelle 2 aufgeführt.

Die Materialansprache und -einteilung (Kies-Sand-Schluff-Ton) im Gelände erfolgt gemäß DIN nach der im Bohrgut vorhandenen Korngröße. Aufgrund des verwendeten Sondendurchmessers konnte kein Material in Stein- und Blockkorngröße erbohrt werden. 'In-situ' kann jedoch Material in Stein- und Blockkorngröße nicht ausgeschlossen werden (z.B. 'Flußsteine', 'Findlinge' o.ä.).

Geologie: Das Grundgebirge / Festgestein wurde bis zu den jeweiligen Endteufen nicht erbohrt. Untergrundprägend treten Fein- bis Mittelsande mit Schluff auf. Hierbei handelt es sich um die sog. 'Obere Niederterrasse' (Weichsel-Kaltzeit des pleistozänen Quartärs). Zuoberst liegen Bodenbildungen des holozänen Quartärs vor (Oberboden).

Bohrung	BS 1	BS 2	BS 3	BS 4	BS 5
Ansatz	100,05	100,22	100,33	100,59	100,30
Mutterboden	-0,40	-0,60	-0,40	-0,40	-0,30
Fluviatilschluff	-	-	ab 2,80	ab 2,80	ab 2,90
Fluviatilsand	ab 0,40	ab 0,60	0,40-2,80	0,40-2,60	0,30-2,90
Fluviatilkies	-	-	-	2,60-2,80	-
Grundwasser	BLZ 1,70 = 98,35	BLZ 0,60	BLZ 1,10	BLZ 1,20 = 99,39	BLZ 0,70
DPL-5	X	X	X	X	X
Endteufe	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50

Tabelle 2: Ergebnisse der Untergundaufschlüsse, Angaben in m u. GOK / m rel. Höhe
braun = organische Beimengungen; BLZ = Bohrlochzusammenfall

2.2 Grundwasser / Hydrogeologie

Es handelt sich bei den angetroffenen Grundwasserständen um eine zeitliche Momentaufnahme. Die Geländearbeiten wurden in einer niederschlagsmäßig annähernd ´normalen´ Periode im Frühsommer 2022 durchgeführt. Die angetroffenen Flurabstände stellen daher keine Hoch- oder Maximalstände dar. In niederschlagsintensiveren Perioden ist mit einem geringeren Untergrundwasser-Flurabstand zu rechnen (Anstiegspotenzial).

► **Grundwasser (Bohrlochmessungen):** Nach Sondenziehung erfolgte jeweils ein Bohrlochzusammenfall, so dass keine Lotungen innerhalb der Bohrlöcher erfolgen konnten. Bei den angetroffenen Böden ist unter Berücksichtigung der angesprochenen Bodenfeuchten zumindest teilweise davon auszugehen, dass die Höhe des Zusammenfalls in etwa den Grundwasserspiegel wiedergibt. Die entsprechenden Bohrungen sind in der Tabelle 2 mit relativen Höhen in Bezug auf den Höhenmesspunkt hinterlegt.

Am Untersuchungstag (06.07.2022) konnte Grundwasser bzw. ´zusammenhängende Untergrundfeuchte´ somit bei im Mittel 1,45 m unter GOK festgestellt werden. Aufgrund des scheinbar deutliche Einfallens des Grundwasserspiegels in etwa westlicher Richtung ist die Angabe einer mittleren Höhenkote nicht sinnvoll.

► **Staunässepotenzial:** Auf den untergrundprägenden Sanden und bisweilen angetroffenen Kiesen liegt in Abhängigkeit vom Grad der Verlehmung kein nennenswertes bis ein allenfalls geringes Staunässepotenzial vor.

Von den im südöstlichen Teil der Trasse zur Tiefe hin erbohrten Fluviatilschluffen geht hingegen ein ausgeprägtes Staunäsepotenzial aus (→ Stau- und Schichtwasserpotenzial). Nach Offenlegung ist bei Niederschlagsereignissen mit Stauwasser sowie einer Konsistenzverringering der bindigen Böden zu rechnen. Es ist in diesem Zusammenhang auf die Nässe sensibilität und -anfälligkeit der bindigen Böden hinzuweisen, welche bei einer Wassergehaltszunahme (= Feuchteerhöhung) eine Baugrundgüteverschlechterung infolge einer Konsistenzabnahme (Aufweichungen) aufzeigen.

► **Bemessungswasserstand:** Hinsichtlich der Festlegung des für die Faktoren 'Auftrieb' und 'drückende Wasserverhältnisse' ausschlaggebenden Bemessungswasserstandes sei darauf hingewiesen, dass die dafür gemäß DIN 18533 bzw. Merkblatt BWK-M8 notwendigen Daten, insbesondere was den Punkt 'langjährige Beobachtungsergebnisse aus der Umgebung' anbelangt, keine ausreichende Datengrundlage besteht.

Für das vorliegende Bauvorhaben wird nach DIN 18533 bzw. Merkblatt BWK-M8 aufgrund der nicht ausreichenden Datengrundlage sowie des Grundwasser-Anstiegspotenzials empfohlen, den **Bemessungswasserstand ohne die Berücksichtigung von 'Extremereignissen' bei 0,5 m unterhalb der aktuellen örtlichen GOK** anzusetzen (akt. GOK = Geländeoberkante zum Zeitpunkt der Geländeuntersuchungen).

Fazit: Im angenommenen Sohlbereich des RW-Plankanals (ca. 2,0 m u.GOK) liegen homogene Untergrundwasser-Verhältnisse vor. Der Regenwasserkanal wird einer weitgehend permanenten Grundwasserbeeinflussung unterliegen. Für die in frostsicherer Tiefe, d.h. bei mindestens 0,8 m unter zukünftiger GOK, zu verlegende Druckrohrleitung kann eine periodische Beeinflussung durch Grund-, Schicht- und/oder Stauwasser nicht ausgeschlossen werden.

Die geplanten Kanäle bzw. die Druckrohrleitung müssen gegen Auftrieb gesichert werden. Bei der Verlegung in 'offener' Bauweise wird für die Kanäle eine Grundwasserhaltung notwendig. Bei den Stichtagsverhältnissen wird innerhalb der untersuchten Trassen vermutlich mittels einer 'offenen Wasserhaltung' die Absenkung zu bewerkstelligen sein.

Bemessungsstand: 0,5 m unterhalb der örtlichen aktuellen Geländeoberkante (orientierende Schätzung, ohne Extremereignisse).

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

Bodenart	k_f -Wert in m/s
----------	--------------------

- Mutterboden/Oberboden:

Sand, schwach schluffig, schwach organisch-humos.....	10^{-5} - 10^{-6}
---	-----------------------

- Fluviatilschluff:

Schluff, sandig, schwach tonig, z.T. schwach kiesig	10^{-7} - 10^{-8}
---	-----------------------

- Fluviatilsand:

Mittelsand-/Feinsand-Gemische, z.T. schwach schluffig-kiesig	10^{-3} - 10^{-5}
--	-----------------------

- Fluviatilkies:

Kies, sandig	10^{-3} - 10^{-4}
--------------------	-----------------------

Bewertung der Lockergesteinsdurchlässigkeit mittels Durchlässigkeitsbeiwert (nach DIN 18 130)
--

- | | | |
|----------------------------|-----------------------|-----|
| • stark durchlässig : | $> 10^{-4}$ | m/s |
| • durchlässig : | 10^{-5} - 10^{-6} | m/s |
| • gering durchlässig: | 10^{-7} - 10^{-8} | m/s |
| • sehr gering durchlässig: | $< 10^{-8}$ | m/s |

3. Chemische Untersuchungen

3.1 Boden (abfallwirtschaftliche Untersuchungen)

Veranlassung: Es ist bei der Maßnahme mit Anfall von Überschuss- / Aushubboden und Fördergut zu rechnen. Daher erfolgen umweltrelevante Untersuchungen des potenziell anfallenden Aushubs (• 'offene' Bauweise, • Grubenerstellung).

Ziel ist die Kenntnisnahme des konkreten Schadstoffpotenzials sowie der Beurteilung einer Wiedereinbaueignung/-zulässigkeit.

Methodik / Auffälligkeiten: Es wurden zum einen die Auffüllungen und zum anderen der Geogenboden untersucht.

Die für die Mischprobenerstellung herangezogenen Einzelproben stellen Bohrgutentnahmen der fünf Rammkernsondierungen dar. Es wurden alle Abschnitte / Bohrungen herangezogen. Organoleptisch erfolgte eine fachgerechte Bohrgutansprache durch einen erfahrenen Dipl.-Geologen.

Grobkornanteile und Material- / Geruchsauffälligkeiten: Auffüllungen i.e.S. konnten nicht erkannt werden. Innerhalb der erbohrten Böden konnten keinerlei materialspezifische oder organoleptische Auffälligkeiten wahrgenommen werden. Die Oberböden weisen erwartungsgemäß eine gewisse Humifizierung/Organikführung auf.

Parameterumfang / Mischprobenzusammenstellung: Es wurden hinsichtlich der Trassen- und Bodeneinheiten-Abdeckung insgesamt zwei Mischproben erstellt:

Genese	Mischprobe	Bohrungen	Material
geogen	MP BS 1+2	BS 1 + 2	Fluviatilsand
	MP BS 3-5	BS 3 - 5	Fluviatilsand, Fluviatilschluff und Fluviatilkies

Tabelle 3: Gliederung der Mischproben-Entnahmebereiche

Feststoffanalysen (Boden)			
Parameter	Mischprobe n	Profilbereiche	Einzelproben
Parameterumfang LAGA (TR Boden, 2004), Feststoff + Eluat, 2 Stück + Parameterumfang Deponieverordnung DepV , 2 Stück	MP BS 1+2	BS 1: 0,40-3,50 m u.GOK BS 2: 0,60-3,50 m u.GOK	1/2 + 1/3 + 1/4 + 1/5 2/2 + 2/3 + 2/4 + 2/5
	MP BS 3-5	BS 3: 0,40-3,50 m u.GOK BS 4: 0,40-3,50 m u.GOK BS 5: 0,30-3,50 m u.GOK	3/2 + 3/3 + 3/4 + 3/5 4/2 + 4/3 + 4/4 + 4/5 5/2 + 5/3 + 5/4 + 5/5

Tabelle 4: Analysenparameter / Probenauswahl (Mischplan) grün: geogen (gewachsen)

Die Analysen der Mischproben erfolgten auf den Parameterumfang gemäß LAGA_{Boden}, da dieser den vollständigeren Parametersatz beinhaltet. Ergänzend wurde an den Mischproben der Parameterumfang gemäß Deponieverordnung (DepV) untersucht.

Die chemischen Analysen führte das die notwendigen Zulassungen besitzende Chemielabor HORN & CO. ANALYTICS GMBH, Otto-Hahn-Straße 2 in 57482 Wenden, durch.

Die Labor-Analysenberichte sind als Kopie der Anlage 6.1 zu entnehmen.

Bewertungsgrundlagen: Die Bewertung erfolgt hinsichtlich einer Wiedereinbaubeurteilung/-zulässigkeit sowie hinsichtlich der Aufzeigung der Entsorgung nach folgenden Regelwerken:

- *LAGA Technischen Regeln - Ländergemeinschaft Abfall: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen* (LAGA ´Technische Regel Boden´ TR Boden, Stand 05.11.2004)
- *Deponieverordnung DepV* (´Verordnung über Deponien und Langzeitlager´, Stand: 27.04.2009, letzte Änderung: 30.06.2020)

Die bodenmechanischen Anforderungen sind beim Wiedereinbau zu beachten.

Bei den Auskofferungsarbeiten sollte die LAGA-Richtlinie „M20 - TR Boden“ (LAGA M20; *Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen - Technische Regeln – Teil II: Technische Regeln für die Verwertung, 1.2 Bodenmaterial*) herangezogen werden. In diesem Regelwerk sind Tabellen mit Richtwerten enthalten, nach denen Bodenaushub verschiedenen Qualitätsniveaus zugeordnet werden kann.

Zuordnungsklassen gem. LAGA-Bestimmungen	Z0	Wiederverwertung im uneingeschränkten, offenen Einbau
	Z1.1	Wiederverwertung im eingeschränkten, offenen Einbau unter ungünstigen hydrogeologischen Standortbedingungen (z.B. Wegebau, Unterbau von Gebäuden, unterhalb durchwurzelter Bodenschichten).
	Z1.2	Wiederverwertung im eingeschränkten, offenen Einbau unter günstigen hydrogeologischen Standortbedingungen (z.B. Standorte, bei denen der Grundwasserleiter nach oben durch ausreichend mächtige Deckschichten mit hohem Rückhaltevermögen gegenüber Schadstoffen überdeckt ist oder Standorte mit hohem Grundwasserflurabstand).
	Z2	Wiederverwertung im eingeschränkten Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen (z.B. Anlage von befestigten Flächen in Industrie- und Gewerbegebieten sowie sonstige Verkehrsflächen als Tragschicht unter wasserundurchlässiger Deckschicht oder gebundener Tragschicht unter weniger durchlässiger Deckschicht). Der Abstand zwischen Unterkante Schüttkörper und max. Grundwasserstand muss mind. 1 m betragen.
	>Z2	Wiederverwertung nicht zulässig. Material muss einer fachgerechten Entsorgung zugeführt werden.

Deponie- klassen	DK0	Oberirdische Deponie für Inert-Abfälle (z.B. unbelast. Boden / Bauschutt)
	DK1-2	Oberirdische Deponie für nicht gefährliche Abfälle
	DK3	Oberirdische Deponie für nicht gefährliche und gefährliche Abfälle

Analysenergebnisse / Bewertung: In der folgenden Tabelle 5 erfolgt eine zusammenfassende Darstellung der Bewertung der untersuchten Proben, basierend auf den Analysenergebnissen. Da ausschließlich gewachsene/geogene Böden untersucht wurden, ist eine alternative Bewertung gemäß LAGA_{Bauschutt} nicht zulässig.

Misch- probe	LAGA _{TR} Boden 2004		Deponieverordnung (DepV)	
	Einstufung	klassifizierungs- relevante Parameter	Deponie- klasse	klassifizierungs- relevante Parameter
MP BS 1+2	Z0_{Boden}¹⁾ (Matrix Sand)	-	DK0	-
MP BS 3-5	Z0_{Boden}¹⁾ (Matrix Sand + Schluff/Lehm)	-		-

Tabelle 5: Einstufung / Bewertung anhand der Analysenergebnisse

¹⁾ = vorbehaltlich der bodenmechanischen Eignung

Fazit-LAGA: Das Analysenergebnis des gemäß dem Parameterumfang der LAGA_{Boden}-Richtlinie analysierten Materials der 'MP BS 1+2' und der 'MP BS 3-5' ergibt keine Überschreitung klassifizierungsrelevanter Parameter. Das Material der 'MP BS 1+2' und 'MP BS 3-5' kann somit gemäß **LAGA_{Boden}Z0** eingestuft werden und ist somit für den 'uneingeschränkten offenen Wiedereinbau' geeignet.

Fazit-DepV: Das Analysenergebnis des gemäß dem Parameterumfang der DepV analysierten Materials der 'MP BS 1+2' und der 'MP BS 3-5' ergibt ebenfalls keine Überschreitung klassifizierungsrelevanter Parameter. Somit kann jeweils eine Einstufung gemäß Deponieklasse **DK 0** erfolgen.

Stichwort 'aktuelle' chemische Analysen: Die im Rahmen der Gutachtenerstellung durchgeführten chemischen Untersuchungen liegen zum Zeitpunkt der Bauausführung u.U. länger als ½ Jahr zurück. Vorgenannte Zeitspanne wird von Annahmestellen i.d.R. als Stichtag für die Beurteilung einer 'aktuellen' Analytik herangezogen. Zur Abfuhr vom Standort vorgesehenen Aushubmaterials ist nach Auskofferung dann zunächst in Mietenform zwischenzulagern und entsprechend zu beproben und zu analysieren. Hierdurch entsteht ein bautechnischer und zeitlicher Aufwand in der Maßnahme. Das Risiko der Gewährleistung des Baufortschritts liegt in diesem Fall beim ausführenden Bauunternehmen.

Alternativ empfiehlt sich durch den Tiefbauunternehmer im Beisein des IB KLEEGRÄFE bereits einige Wochen vor tatsächlichem Maßnahmenstart ergänzende Baggerschürfe

durchzuführen und diese entsprechend des geplanten Wiederverwendungs- bzw. Entsorgungsweges chemisch zu untersuchen.

Auf Grundlage dieser aktuellen Untersuchungen kann dann ein angepasster Verbringungsweg direkt zum Maßnahmenstart aufgezeigt werden.

Exkurs Mantelverordnung: Ab dem 01.08.2023 tritt die Mantelverordnung in Kraft. Ein Bestandteil davon ist die sogenannte Ersatzbaustoffverordnung (EBV) und die Überarbeitung der DepV. Sollte die Baumaßnahme nach dem o.g. Datum auszuführen sein, können ergänzende Analysen bzw. eine ergänzende Bewertung gemäß EBV und ggf. DepV erforderlich werden.

Ergänzender Hinweis: Bei den untersuchten Proben handelt es sich um aus Bohrungseinzelproben zusammengestellte Mischproben. Die in den Mischproben enthaltenen Einzelproben sind der Tabelle 4 sowie die Details zur Probenahme (Bodenart, Entnahmetiefe, etc.) der Anlage 2.1 (Schichtendarstellungen) zu entnehmen. Zusammenfassende Probenahmeprotokolle (z.B. zur Vorlage bei der Deponie) liegen KLEEGRÄFE intern vor und können bei Bedarf nachgereicht werden.

Empfehlung: Bei der Ausschreibung der Erdarbeiten sollten vorgenannte Einstufungen mit angegeben werden. Dem ausführenden Unternehmen sollten die Analysenergebnisse (Anlage 6.1) zur Verfügung gestellt werden.

4. Baugrundbewertung

4.1 Baugrundbeurteilende Laborversuche

- Korngrößenanalysen (DIN EN ISO 17892-4): Es wurden fünf Korngrößenanalysen an den Böden im Gründungs-/Lastabtragsbereich der Kanaltrasse durchgeführt (Proben siehe Tabelle 6). In der Anlage 3.1 sind die ermittelten Kornverteilungen als Kornsummenkurven graphisch dargestellt. Die Ergebnisse der Korngrößenanalyse sind in der Tabelle 6 aufgeführt.

Probe / (Genese)	Profilber. m u.GOK	Ton (%)	Schluff (%)	Sand (%)	Kies (%)	d_{10}/d_{20} (mm)	k_f -Wert (m/s)*	Wasser- gehalt w
1/4 (S)	1,50-2,50	3,1		96,9	-	0,1112	$\sim 1,2 \times 10^{-4}$	16,43 %
2/2 (S)	0,60-1,10	3,2		96,8	-	0,1063	$\sim 1,1 \times 10^{-4}$	3,25 %
3/5 (U)	2,80-3,50	9,4	17,8	71,8	1,0	0,0288	$\sim 1,0 \times 10^{-6}$	13,00 %
4/5 (G)	2,60-2,80	7,2		58,9	33,9	0,0899	$\sim 6,5 \times 10^{-5}$	10,83 %
5/5 (U)	2,90-3,50	9,1	17,9	70,7	2,3	0,0277	$\sim 9,4 \times 10^{-7}$	12,21 %

Tabelle 6: Ergebnisse der Korngrößenanalysen/Wassergehaltsbestimmungen

Genese: U = Fluviatilschluff, S = Fluvitilsand; G = Fluviatilkies; **fett** = prägend

* k_f -Wertebestimmung bei bindigen Böden n. MALLET & PACQUANT; bei nicht bindigen Böden n. BEYER

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

Nach den Ergebnissen der Korngrößenanalysen wird der Untergrund von wechselnden sandigen Böden geprägt, die z.T. deutliche bindige, d.h. schluffig-tonige Nebengemengteile führen können (Proben 3/5 und 5/5). Bisweilen konnten deutliche kiesige Anteile (Probe 4/5) nachgewiesen werden. Zur besseren Unterscheidung sollte die Benennung in Fluviatilsand, Fluviatilschluff und Fluviatilkies jedoch zunächst beibehalten werden.

- Bodenbezeichnung (DIN 4022), Bodenklassen (DIN 18 196), Frostklassen (ZTVE-StB), Verdichtbarkeitsklassen (ZTVA-StB)

Probe	DIN 4022	DIN 18 196	ZTVE-StB Frostklasse	ZTVA-StB Verd.-Klasse
1/4	Mittelsand-/Feinsand-Gemisch	SE	F1	V1
2/2	Mittelsand-/Feinsand-Gemisch	SE	F1	V1
3/5	Sand, schluffig, schwach tonig	SU*/ST	F3	V1 – V2
4/5	Sand, stark kiesig, schwach bindig	SU	F1 – F2	V1
5/5	Sand, schluffig, schwach tonig	SU*/ST	F3	V1 – V2

Tabelle 7: Klassifizierung der untersuchten Proben nach DIN 4022, DIN 18 196, ZTVE-StB, DIN ZTVA-StB und ZTVE-StB: **F1 (nicht frostempfindlich)** / **F2 (gering-mittel frostempfindlich)** / **F3 (sehr frostempfindlich)**

- Ungleichförmigkeitswert U: Aufgrund der geringen Ungleichförmigkeitszahl von $U < 3$ können die nicht bindigen Sande als gleichförmig eingestuft werden. Diese enge Stufung kann eine gewisse 'Verdichtungsunwilligkeit' verursachen, was bei einer Nachverdichtung negativ auffällt. Die deutlich verlehmtten Sande dürfen trotz nominell hoher Ungleichförmigkeitszahlen nicht direkt nachverdichtet werden, dies die Bodenstruktur zerstört.

- Frostempfindlichkeit (ZTVE-StB): Der untersuchte nicht bindige Fluvatilsand (Proben 1/4 und 2/2) ist der Klasse F1 ('nicht frostempfindlich') zugehörig. Aufgrund der höheren Ungleichförmigkeitszahl sind die kiesigen Sande der Probe 4/5 als 'nicht frostempfindlich' bis 'gering bis mittel frostempfindlich' (Klasse F1 – F2) zu bezeichnen. Die erbohrten, deutlich verlehmtten Fluvatilschluffe (Proben 3/5 und 5/5) sind hingegen als 'sehr frostempfindlich' in die Klasse F3 einzustufen.

- Durchlässigkeiten (DIN 18 130): Die theoretischen Berechnungen des Durchlässigkeitsbeiwertes (Durchlässigkeitskoeffizient) der untersuchten Bodenproben erfolgten nach BEYER für die nicht/gering bindigen (kiesigen) Sande und nach MALLET/PACQUANT für die +/- verlehmtten Sande. Die Ergebnisse zeigen folgender Größenordnungen für die untersuchten Böden:

Fluvatilschluff: $k_f \leq 1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ (DIN 18 130: noch 'durchlässig' bis 'gering durchlässig'), Fazit: geringes Staunässe- / Rückhaltepotenzial (**'Geringstauer' / 'Geringleiter'**).

Fluvatilsand: $k_f > 1 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ (DIN 18 130: 'stark durchlässig'), Fazit: keinerlei Staunässe- / Rückhaltepotenzial (**'Nichtstauer' / 'Leiter'**).

Fluviatilkies: $k_f \geq 6 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ (DIN 18 130: 'durchlässig'), Fazit: kein Staunässe- / Rückhaltepotenzial ('Nichtstauer' / 'Leiter').

- Zustandsgrenzenbestimmung (DIN EN ISO 17892-12): Die Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze wurde ergänzend an den Proben 3/5 und 5/5 vorgenommen. Die Ergebnisse der Analysen sind in der Tabelle 8 zusammengefasst (Anlage 5.1 + 5.2).

Probe	Fließgrenze w_L	Ausrollgrenze w_P	Plastizitätszahl I_P	Wassergehalt w	Konsistenzzahl I_c
3/5	19,1 %	12,6 %	6,5 %	13,0 %	0,94 ('steif')
5/5	19,2 %	12,2 %	7,0 %	12,2 %	1,00 ('steif-halbfest')

Tabelle 8: Ergebnis der Zustandsgrenzenbestimmung

Bei Einsatz der gewonnenen Daten in das Plastizitätsdiagramm nach *CASAGRANDE* liegt die untersuchte Bodenprobe im Übergang der nach DIN 18 196 bezeichneten Bodengruppen 'Sand-Ton-Gemische' (ST) und dem sog. 'Zwischenbereich'. Bei Betrachtung der Plastizitätszahlen sowie Einsetzung in den sog. Konsistenzbalken nach *ATTERBERG* ergibt sich ein äußerst schmaler Bildsammelbereich (= stark ausgeprägte Nässeempfindlichkeit). Eine Wassergehaltserhöhung führt hier sehr schnell zu einer Konsistenzverringern der Böden (äußerst geringe Konsistenzstabilität). Gemäß der ermittelten Konsistenzzahl liegt der Boden im ungestörten Zustand in einer 'steifen' Konsistenz vor, die allgemein eine ausreichende Gründungseignung widerspiegelt.

4.2 Baugrundbeurteilende Geländeversuche (DPL-5)

Die Untersuchungen erfolgten in Anlehnung an DIN 4094 sowie nach EN ISO 22476-2 und TP BF-StB T. B 15.1. Sie wurden mit der sog. Leichten Rammsonde durchgeführt (DPL 5 = 'Dynamic Probing Light' 5, Spitzenquerschnitt: 5 cm²). Es wurden insgesamt fünf Rammsondierungen (DPL 1-5) im Nahbereich zu den zuvor niedergebrachten Rammkernsondierungen angesetzt (Beispiel: BS 1 / DPL 1).

Die Ergebnisdarstellung erfolgte in der Gegenüberstellung Schlagzahl pro 10 cm Eindringtiefe n_{10} gegen Tiefe. Die Ergebnisse (Rammdiagramme) der DPL sind in der Anlage 2 den Bohrprofilen gegenübergestellt.

Ausgewertet werden nur die Profilbereiche unterhalb der ohnehin abzuschiebenden Mutterböden.

⇒ Fluviatilsand (und lokaler Fluviatilkies): Innerhalb der untergrundprägenden Sande wurden überwiegend Schlagzahlen von $n_{10} = \text{ca. } 10\text{-} >50$ erreicht. Dies entspricht **mitteldichten bis dichten** und damit ausreichenden Lagerungen.

Auffallend ist die deutliche lokale **Auflockerungszone** im Bereich der BS 1/DPL 1 von ca. 1,0 – 1,4 m u.GOK, die örtlich deutliche Baugrundverbesserungen erforderlich machen kann.

⇒ Fluviatilschluff: Die zur Tiefe hin anstehenden Fluviatilschluffe führen ein vergleichsweise hohes Schlagzahlniveau von überwiegend $n_{10} > 15$ bis z.T. > 30 . Es kann von weitgehend **steifen Konsistenzen** im ungestörten Zustand ausgegangen werden, die eine ausreichende Eignung zur Gründung bzw. zum Lastabtrag aufweisen.

Bei Freilegung (Wegnahme der Überlagerungsspannung) und/oder Vorlage ungünstiger Witterungsverhältnisse kann aufgrund der geringen Konsistenzstabilität eine deutliche Konsistenzabnahme bis hin zum weich-breiigen Zustand nicht ausgeschlossen werden.

4.3 Bodenmechanische Kennwerte / Baugrundbeurteilung

In der folgenden Tabelle 9 werden, abgeleitet aus örtlichen Erfahrungs- und Literaturwerten, Schwankungsbreiten der bodenmechanischen Kennwerte für die angetroffenen Bodenschichten aufgeführt. Sie stellen gemäß DIN 'vorsichtige Schätzwerte der Mittelwerte' (charakteristische Werte) dar.

BODENART	γ_k (kN/m ³)	γ'_k (kN/m ³)	φ'_k (°)	c'_k (kN/m ²)	$E_{s,k}$ (kN/m ²)
einzubauende Schottertragschicht (dicht)	22,0	14,0	37,5	0	80.000
Fluviatilschluff: Sand, schluffig, schwach tonig; +/- dicht /steif-halbfest	18,0 - 18,5	10,0 -- 10,5	30,0 - 32,5	1 - 2	20.000 - 40.000
Fluviatilsand (lokal): Mittelsand- / Feinsand-Gemisch, z.T. schw. grobsandig; (sehr) locker	17,0 - 17,5	9,0 - 9,5	35,0	0	10.000 - 15.000
Fluviatilsand: Mittelsand- / Fein- sand-Gemisch, z.T. schw. grobsandig; +/- dicht	19,0	11,0	35,0	0	35.000 - 70.000
Fluviatilsand: Mittelsand- / Fein- sand-Gemisch, z.T. schw. grobsandig; +/- dicht	19,0	11,0	35,0	0	35.000 - 70.000
Fluviatilkies: Sand, stark kiesig, schwach bindig; +/- dicht	19,0 - 19,5	11,0 - 11,5	35,0	0	35.000 - 70.000

Tabelle 9: Charakteristische Bodenkenngrößen der relevanten Bodenarten

γ_k = Wichte des erdfeuchten Bodens

φ'_k = Reibungswinkel des drainierten Bodens

c'_k = Kohäsion des drainierten Bodens

γ'_k = Wichte d. Bodens unter Auftrieb

$E_{s,k}$ = Steifeziffer

4.4 Bodenklassen, Bodengruppen, Frostklassen, Homogenbereiche

In der folgenden Tabelle 10 erfolgt die Angabe der Bodenklassen (DIN 18 300_{alt}), der Homogenbereiche (DIN 18 300: 2019-09), die Angabe des Gruppensymbols, der Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke (DIN 18 196), die Angabe der Frostklasse (ZTVE-StB) sowie die Vorgehensweise zur Lösung der Böden.

Schichtglieder (Grobgliederung)	Boden- klassen _{alt} (DIN 18 300)	Homogen- bereich Gewerke Erdarbeiten und Verbauarbeiten	Gruppen- symbol (DIN 18 196)	´Frost- klasse´ ZTVE-StB	Boden- lösung
Mutterboden	1	-	OH	F 2	´Löffel- bagger´
Steine/Blöcke ²⁾³⁾	3 - 5, ggf. 6/7	ERD 1 + VER 1	X/Y / A (X/Y)	F 1	
Fluviatilschluff ¹⁾	4, u.U. 2		UL/TL/ST	F 3	
Fluviatilsand	3, u.U. 2		SE/SU	F 1	
Fluviatilkies	3		SU/SW	F 1 - F 2	

Tabelle 10: Bodenklassen, Homogenbereiche, Bodengruppen, Frostklassen;

¹⁾ bei Wassersättigung bewegungsempfindlich

²⁾ Steingehalte > 30 Gew.-% mit mehr als 0,01 – 0,1 m³ Rauminhalt = Bk 6

³⁾ Steine über 0,1 m³ Rauminhalt = Bk 7

Für den Mutterboden erfolgt keine Ausweisung eines eigenen Homogenbereiches, da dieser ohnehin separat zu handhaben ist (DIN 18 320 bzw. BauGB §202).

Erdarbeiten: Es ist davon auszugehen, dass die Lösung der relevanten Auffüllungs- und Geogenbereiche mittels ´normalen´ Löffelbagger-Einsatzes (der $\geq$ 15 - 20 t-Klasse) möglich sein wird (überwiegend Bodenklassen 3 - 4 bzw. Homogenbereich ERD 1). Die Böden sollten (soweit möglich) mit ´Schneidbestückung´ gelöst werden.

Diese Aussage gilt nicht für ggf. im Untergrund befindliches Material in Stein-/ Blockform und möglicherweise im Untergrund befindliche, bislang unbekannte anthropogene Strukturen (Fundamente, Bodenplatten, Schächte, Kanäle, o.ä.).

Ebenso gilt dies nicht für pleistozäne Geschiebe und/oder ´Findlinge´, die nicht ausgeschlossen werden können.

Die Bodenklasse 7 z.B. beinhaltet (neben Fels) auch Blöcke mit einem Kugeldurchmesser > 0,6 m (> 0,1 m³ Rauminhalt). Bagger mit o.g. Einsatzgewichten sind in der Regel in der Lage entsprechend grobkörniges Material zu bergen.

Eine gesonderte Ausweisung von Homogenbereichen aufgrund unterschiedlicher chemischer Zuordnungen (siehe Kapitel 3) ist nicht erforderlich.

Verbaueinbringung: Bei der potenziellen Einbringung herkömmlicher, nicht einbindender Verbauten für Kanalgräben oder Schachtbauwerke (Einfachverbauten, Einfach- oder Doppelgleitschienenverbauten und/oder Dielenkammerverbauten) ist durchgängig der Homogenbereich VER 1 anzusetzen, da diese Verbautypen keine 'Einbindung' erfordern.

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

Erläuterung Tabelle 10

nach DIN 18 300	Bodenklasse 1: Bodenklasse 2: Bodenklasse 3: Bodenklasse 4: Bodenklasse 5: Bodenklasse 6: Bodenklasse 7:	Oberboden fließende Bodenarten leicht lösbare Bodenarten mittelschwer lösbare Bodenarten schwer lösbare Bodenarten leicht lösbarer Fels oder vergl. Bodenarten schwer lösbarer Fels
Homogenbereiche	ERD 1 + VER 1:	Eigenschaften siehe Tabelle 11
nach DIN 18 196	A OH UL/TL SE/SW SU/ST X/Y	Auffüllungen grob- oder gemischtkörnige Böden mit Anteilen humoser Art leicht/mittelplastische Schluffe eng-/weitgestufte Sande Sand-Schluff-/Sand-Ton-Gemische Steine / Blöcke
nach ZTVE-StB	F 1 F 2 F 3	nicht frostempfindlich gering bis mittel frostempfindlich sehr frostempfindlich

Die Festlegung von Homogenbereichen (Tabelle 11) erfolgt im Hinblick auf die in der Gesamtmaßnahme anzusetzende Geotechnische Kategorie GK 2.

Ausgewiesen werden das Gewerk 'Erdarbeiten' gem. DIN 18300:2019-09 (Homogenbereich ERD 1) sowie das ebenfalls auszuführende Gewerk 'Verbauarbeiten' gem. DIN 18303:2016-09 (Homogenbereich VER 1).

Für die Erdarbeiten können für die aufgeführten Homogenbereiche folgende geotechnische Eigenschaften angenommen werden (Ableitung aus Laborversuchen und / oder aus Erfahrung).

Kennwert / Eigenschaft	Gewerke 'Erdarbeiten' + 'Verbauarbeiten'	
	Homogenbereich	
	ERD 1	VER 1
Kornverteilung mit Körnungsbändern	siehe Anlage 3.1 zzgl. Stein-/Blockanteil	
Definition von Steinen + Blöcken	<u>Auffüllungen:</u> u.U. Bauschutt i.w.S. (scharfkantig) <u>Geogenbereich:</u> ggf. Findlinge (gerundet bis kantengerundet)	
Anteil Steine und Blöcke	$\leq 20 \%$	
Anteil große Blöcke	$\leq 2 \%$	
mineral. Zusammensetzung der Steine und Blöcke	<u>Auffüllungen:</u> v.a. Ziegel-/Betonbruch <u>Geogenbereich:</u> v.a. nordische Geschiebe	
Dichte	$\rho_s = 2,65 - 2,85 \text{ g/cm}^3$ (Korndichte)	
Kohäsion	$\leq 5 \text{ kN/m}^2$ bzw. n.b.	
undrainierte Scherfestigkeit	$\leq 150 \text{ kN/m}^2$ bzw. n.b.	
Sensitivität	n.b.	
Wassergehalt	$\sim 3 - 25 \%$	
Konsistenz	$\sim$ weich bis halbfest bzw. n.b.	
Konsistenzzahl	$\sim 0,4$ bis $\sim 1,2$	
Plastizität	sehr gering bzw. n.b.	
Plastizitätszahl	$\leq 0,20$ bzw. n.b.	
Durchlässigkeit	ca. $k_f \sim 1 \cdot 10^{-3}$ bis $1 \cdot 10^{-9} \text{ m/s}$	
Lagerungsdichte D	$\sim 0,25 - \sim 0,80$	
Kalkgehalt	Ausgangsgestein $\leq 25 \%$ CaCO_3	
Sulfatgehalt	n.b.	
Organischer Anteil	$\leq 5,0 \%$	
Abrasivität	kaum abrasiv bis schwach abrasiv (LAK 50 - 250 g/t)	
Bodengruppen	A, X, Y, SW, SE, SU, ST, UL, TL	
Ortsübliche Bezeichnung	Fluvialablagerungen	

Tabelle 11: Kennwerte der Homogenbereiche ERD 1 und VER 1 (siehe Tabelle 10)

n.b. = nicht bestimmbar

5. Ingenieurgeologische Hinweise zur Baudurchführung

Aufgabe: Es war eine Untersuchung für die geplante Neuverlegung eines Regenwasserkanals und einer Abwasserdruckrohrleitung durchzuführen. Hierfür war es notwendig, die relevanten oberflächennahen Bodenarten zu bestimmen. Aufgabe war die ingenieurgeologische Erkundung und Bewertung des Untergrundinventars im geplanten Trassenbereich. Hierauf basierend wurden Aussagen über die Boden-/Grundwasserverhältnisse sowie die Tragfähigkeit gegeben. Zusätzlich wurden potenzielle Aushubmassen abfallwirtschaftlich klassifiziert.

Abschließend erfolgen nun zunächst Hinweisgebungen zur Verlegung des geplanten Kanals bzw. zur Verlegung der Leitung in offener Bauweise (Kapitel 5.1) und ergänzend die abschließende Herstellung der Baustraße (Kapitel 5.2).

5.1 Kanalbau

Planung: Es wird die Verlegung eines neuen Regenwasserkanals (DN 700 Beton) innerhalb der Erschließungsstraße des B-Plans Nr. 138a vorgesehen. Die Neuverlegung des Freispiegelkanals ist in 'offener' Bauweise vorgesehen. Erfahrungsgemäß wird der Regenwasserkanal eine ungefähre Sohltiefe von ca. 2,00 m u.GOK aufweisen, wobei davon ausgegangen wird, dass das zukünftige Gelände gegenüber der aktuellen GOK nicht nennenswert aufgehört wird.

Daneben wird die Verlegung einer Abwasserdruckrohrleitung geplant. Hier wird angenommen, dass der Außendurchmesser der Leitung ein Maß von ca. DN 150 nicht überschreitet und ein Kunststoffrohr (z.B. PE oder HDPE) zur Ausführung kommen soll. Unterhalb einer frostsicheren Mindesteinbindung von ca. 0,8 m ist die Verlegetiefe praktisch wahlfrei, weswegen hier ein 'Verlegefenster' von 1,0 – 2,0 m unter zukünftiger GOK betrachtet wird.

Maßnahmenvorschläge:

Beweissicherungsverfahren: Bei einer potenziellen Gefährdung / im Nahbereich setzungsempfindlicher Bauwerke (Gebäude, Straßen, Versorgungsleitungen, etc.) wird vor Beginn der Maßnahme die Durchführung eines Beweissicherungsverfahrens unter Mitwirkung aller Beteiligten angeraten (nach DIN 4107 und 4123).

Zeitliche Durchführung der Tiefbauarbeiten: Die Auskofferungs- und Erdplanumsarbeiten sollten möglichst während einer trockenen Wetterlage durchgeführt werden, um keine Aufweichungen des Erdplanums und einen daraus resultierenden erhöhten bautechnischen Aufwand betreiben zu müssen.

Zudem ist bei Wasserständen nahe des Bemessungswasserstandes (siehe Kapitel 2.2) von der Notwendigkeit einer erheblichen Intensivierung der ohnehin auszuführenden Wasserhaltung auszugehen.

Bei Starkregenereignissen und Schneefall sowie während anhaltender Frostperioden sind Stillstandzeiten einzukalkulieren.

Klärung und Bergung potenzieller Hindernisse: Im Vorfeld sind die Trassenbereiche auf Hindernisse (Versorgungs- und Datenleitungen, alte Felddrainagen, etc.) zu kontrollieren (Aktenrecherche, ´Freimessungen´, u.U. Baggerschürfe, etc.).

Einholung Munitionsfreiheit: Vor Beginn der Arbeiten wird dringend die Einholung der Munitionsfreiheit innerhalb des gesamten relevanten Trassenbereiches bei den entsprechenden Fachbehörden angeraten.

Bodenlösung: Der Aushub sollte soweit wie möglich mit einer Baggerschaufel ohne Zähne (´Schneidbestückung´) durchgeführt werden, um unnötige Auflockerungen zu vermeiden. Die ungeschützte Baufläche darf nicht mit Radfahrzeugen befahren werden, um das Planum nicht zu zerstören. Die Arbeiten sind daher unbedingt ´rückschreitend´ vorzunehmen. Bei Schottereinbau ist dagegen ´vor-Kopf´ zu arbeiten. Es ist von einer ausgeprägten Witterungs- und Bewegungsempfindlichkeit des geplanten Bodeninventars auszugehen.

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

Ingenieurgeologische Abnahme: Nach Auskofferung der Baugruben / -gräben sollte eine ingenieurgeologische Abnahme erfolgen, um die exakten Bodenverhältnisse abzunehmen.

Hinweis: Hingewiesen wird darauf, dass alle Angaben der Boden- und Untergrundwasserverhältnisse (Tabellen 12 bzw. 13) auf den Ergebnissen der Bohrungen beruht. Die Bohrungen stellen punktuelle Aufschlussnahmen dar. Differierende / abweichende Verhältnisse zwischen den Bohrungen können nicht ausgeschlossen werden.

Boden- und Nässeverhältnisse Sohlenniveau RW-Plankanal (ca. 2,00 m u.GOK):
In der folgenden Tabelle 12 sind tendenziell / orientierend die Boden- und Untergrundwasserverhältnisse des **DN 700 B-Plankanals** im Trassenverlauf aufgeführt.

Trassenbereich	Bohrung	GOK rel. Höhe	Sohle -2,00 m	Bodenverhältnisse Sohle	Grundwasser (Stichtag / 06.07.2022)	
Planstraße B-Plan Nr. 138a	BS 1	100,05	98,05	Fluviatilsand (dicht bis sehr dicht gelagert)	BLZ 1,70	= 98,35
	BS 2	100,22	98,22		BLZ 0,60	-
	BS 3	100,33	98,33		BLZ 1,10	-
	BS 4	100,59	98,59		BLZ 1,20	= 99,39
	BS 5	100,30	98,30		BLZ 0,70	-

Tabelle 12: Boden-/Grundwasserverhältnisse auf Sohlenniveau des **RWK**

BLZ = Bohrlochzusammenfall (~ GW-Spiegelfläche bezogen auf rel. Höhe)

Boden- und Nässeverhältnisse Sohlenniveau DRL (> 0,80 m u.GOK): In der folgenden Tabelle 13 sind tendenziell / orientierend die Boden- und Untergrundwasserverhältnisse der **Abwasserdruckrohrleitung** im Trassenverlauf aufgeführt.

Trassenbereich	Bohrung	GOK rel. Höhe	Sohle 1,0-2,0 m	Bodenverhältnisse Sohle	Grundwasser (Stichtag / 06.07.2022)	
Planstraße B-Plan Nr. 138a	BS 1	100,05	99,05-98,05	BS 1 Sand, ggf. (sehr) locker gelagert; Fluviatilsand (dicht bis sehr dicht gelagert)	BLZ 1,70	= 98,35
	BS 2	100,22	99,22-98,22		BLZ 0,60	-
	BS 3	100,33	99,33-98,33		BLZ 1,10	-
	BS 4	100,59	99,59-98,59		BLZ 1,20	= 99,39
	BS 5	100,30	99,30-98,30		BLZ 0,70	-

Tabelle 13: Boden-/Grundwasserverhältnisse auf Sohlenniveau des **DRL**

BLZ = Bohrlochzusammenfall (~ GW-Spiegelfläche bezogen auf rel. Höhe)

Verbausicherung: **Grundsätzlich sollten immer nur kurze Trassenabschnitte aufgenommen / geöffnet werden.**

- Ganz überwiegend besteht aufgrund der geringen Sohltiefe sowie dem Abstand zur Bestandsbebauung keine Bauwerksgefährdung. Dort existiert die Möglichkeit eines Verbaus mit herkömmlichen, innengestützten **Grabenverbauplatten**.
- Potenzielle Bestandsgefährdungen (Gebäude, Leitungen, etc.) müssen mittels eines Verbaus gesichert werden. Empfohlen wird dort die Verwendung eines **Gleitschienenverbaus** (Einfachgleitschienen). Bei querenden Leitungen kann der Einsatz eines **Dielenkammerverbaus** sinnvoll sein.

Es wird darauf hingewiesen, dass für den Einbau / Ausbau dieser Systeme Mindestanforderungen an die Größe bzw. dem Gewicht des Kettenbaggers existieren, welche bei Anwendung dieser Systeme eingehalten werden müssen.

Bauzeitliche Wasserhaltung: Grundwasser muss bauzeitlich bis mind. 0,5 m unter Aushubsohle abgesenkt werden. Basis (Aushubsohle) ist die Kanalsohltiefe minus 0,20 m Bettungsschicht (s.u.). Grundwasser wurde am Stichtag mit unterschiedlichen Flurabständen indirekt nachgewiesen (Bohrlochzusammenfälle).

Der Trassenbereich wird hinsichtlich des abzusenkenen Grundwassers / der Wasserhaltung in die folgenden Bereiche unterteilt. Es handelt sich hierbei um eine Grobgliederung, wobei z.T. differierende Maßnahmen innerhalb eines Bereiches notwendig werden können.

In dem untersuchten Trassenabschnitt wurde am Stichtag Untergrundwasser auf 1,20 / 1,70 m u.GOK ermittelt. Dies macht eine Absenkung von ca. 1,0 – 1,5 m, periodisch ggf. höher, notwendig.

Bei den vorliegenden Bodenverhältnissen (enggestufter Fein- / Mittelsand) bietet sich die Absenkung durch ein Vakuumverfahren an (**vorlaufende Vakuum-Spüllanzen/-spülfilter**). 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 s.o.).

Es empfiehlt sich, vor Beginn der Baumaßnahme den Grundwasser-Flurabstand 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.

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

Da die GW-Förderung eine erlaubnispflichtige Gewässernutzung ist (WHG, §9), ist beim Kreis Steinfurt / Untere Wasserbehörde ein entsprechender Erlaubnisantrag zu stellen. Bezüglich der Einleitung der bei der GW-Absenkung anfallenden Wässer in den städtischen Kanal ist die Erlaubnis bei der Stadt Ibbenbüren zu beantragen. Die absenkende Firma hat zu gewährleisten, dass durch die absenkenden Maßnahmen keine schädigenden Auswirkungen (Setzungen) an Nachbarbauwerken eintreten.

Auftriebsicherung: Die Plankanäle müssen gegen Auftrieb gesichert werden. Als den hierfür anzusetzenden Bemessungswasserstand sollte durchgängig ein Maß von 0,50 m unter örtlicher aktueller GOK angesetzt werden (siehe Bemessungswasserstand Kapitel 2.2).

Gründung / Rohraufleger: Nach den Bohrerergebnissen verlaufen die Sohlen der Plankanäle innerhalb der in den Tabellen 12 und 13 angegebenen Bodeneinheiten. Es handelt sich weitestgehend um einen dicht bis sehr dicht gelagerten, enggestuften SE-Sand. Lediglich lokal können im Umfeld der BS 1 deutliche Auflockerungen nicht ausgeschlossen werden.

Sollten entgegen der Bohrerergebnisse anthropogene und / oder bindige sowie organische Böden auf Sohlniveau vorliegen, so sind diese gegen Güteschotter auszutauschen. Der Aushub im Sohlbereich muss mit ‘Schneidbestückung’ erfolgen (s.o.). Der Fluviatilsand muss nachverdichtet werden.

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.

Im konkreten Fall wird eine einheitliche, stabilisierende und homogenisierende Bettungsschicht der Stärke von mind. 0,20 m für den Regenwasserkanal empfohlen.

Bei dem vorgesehenen Rohrdurchmesser (DN 700 B) kann bei Betonrohren eine Bettung aus verdichtungsfähigem Material mit einem Größtkorn von $> 40 \text{ mm}$ hergestellt werden (z.B. 0/45 mm Güteschotter).

Für die Bettung der DRL wird hingegen der Einbau einer (rundkörnigen) Kies-Sandschicht (Größtkorn maximal $d = 22 \text{ mm}$; Empfehlung 0/8 mm) in einer Stärke von ebenfalls 20 cm empfohlen.

Bei Einbau der o.g. Schichtmächtigkeit ist ausreichend Planungssicherheit gegeben.

In Abhängigkeit von der letztlich geplanten Tiefenlage der Druckrohrleitung kann es sinnvoll sein, die Bettung des Regenwasserkanals ebenfalls mit o.g. Kies-Sand-Gemisch auszuführen, um nicht auf engem Raum mit zwei verschiedenen Bettungsmaterialien arbeiten zu müssen. Für die Bettung der DRL sollte kein gebrochenes Mineralgemisch eingesetzt werden, um hier keine Beschädigungen des Rohres zu riskieren.

Die Bettungsschicht muss immer im Druckausbreitungswinkel des Kanals / Bauteils eingebracht werden (Mineralgemisch 45°). Das eingebaute Material muss ordnungsgemäß verdichtet werden (Verdichtungsgrad: $> 97 \%$ Proctordichte).

Vor Einbau des Bettungsmaterials sollte ein **Geotextil** eingelegt und seitlich bis OK Bettung 'hochgezogen' sowie zwecks 'Ummantelung' umgeschlagen werden (Güte: GRK 3). Der Sohlbereich sollte ingenieurgeologisch abgenommen werden.

Rohrleitungszone und Grabenverfüllung: Sollten die vorgesehenen Rohre (DN 700 B) keinen 'Fuß' aufweisen, wird eine Sandbettung notwendig (Rundkorn, z.B. 0/8 mm). Es ist dafür zu sorgen, dass die DRL in jedem Fall eine entsprechende Sandbettung erhält.

Für die Leitungszone sollte ein steinfreier, möglichst sandiger Boden verwendet werden (Rundkorn, z.B. 0/8 mm). Hierfür kann alternativ der organikfreie und nichtbindige Geogensand verwendet werden (bindiger Anteil $< 15 \%$).

Unter Beachtung des oberhalb der Kanaltrasse zukünftig verlaufenden Verkehrsweges wird zur Vermeidung von späteren Setzungsdifferenzen empfohlen, den übrigen Kanalgraben (Hauptverfüllung) mit geeignetem, nichtbindigem, nachweislich wasserwirtschaftlich unbedenklichem, raumbeständigem, abgestuftem und verdichtungsfähigem Material zu verfüllen (Verdichtbarkeitsklasse V 1).

Ideal ist die Verwendung von Güteschotter (z.B. 0/32 mm HKS) oder von geeignetem und zulässigem V1-Geogenmaterial (Kies-Sand-Gemische) für die Grabenverfüllung. 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. Der Schotter dient der Verbesserung der Verdichtbarkeit des enggestuften Sandes.

Stärker bindige Sande (Fluviatilschluffe) dürfen nicht eingebaut werden. Bei Unklarheiten hinsichtlich der Wiedereinbaueignung sollte der Bodengutachter hinzugezogen werden.

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

Als oberste Lage muss HKS-Schotter verwendet werden. Bei Unklarheiten hinsichtlich der Einbaueignung sollte der Bodengutachter hinzugezogen werden.

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

Material der Wiederverfüllung: Ideal als Füllmaterial für den Graben ist Güteschotter. Dieses sollte aus einem gütegeprüften Mineralgemisch bestehen (z.B. 0/32 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 kein schrumpf- oder quellfähiges Material verwendet werden. Die Verdichtung sollte mit einem Verdichtungsgrad von $D_{Pr} = 100 \%$ erfolgen. Es ist auf den Druckausbreitungswinkel zu achten (Schotter: 45°). Der Einbau von RC-Material wird aufgrund der Grundwasserbeeinflussung als nicht genehmigungsfähig eingeschätzt.

Trockenhaltung der Schachtbauwerke: Die Schachtbauwerke unterliegen einer weitgehend permanenten Untergrundwasser-Beeinflussung. Die Nässebeeinflussung durch Grundwasser muss bei der Auswahl der Betonsorte berücksichtigt werden (Stichworte: Expositionsklassen).

Lastfalleinstufung: DIN 18 533: **‘Wassereinwirkungsklasse W2.1-E’**

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

5.2 Straßenbau

Planung: Die Plantrasse wird oberhalb des Kanalgrabens vorgesehen, wobei der Straßenkörper als Gesamtes herzustellen sein wird. Der Neubau wird vermutlich in Schwarzdecke auszuführen sein. Zunächst wird die Errichtung einer Baustraße vorgesehen. Der Endausbau folgt zu einem späteren, dem IB KLEEGRÄFE nicht bekannten Zeitpunkt.

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

Einstufung Belastungsklasse (Annahme): Es wird vermutet, dass die betreffenden Fahrstraße des zukünftigen Gewerbegebietes der RStO 12-Belastungsklasse **Bk3,2** zugehörig sind. Sollte sich aus planerischer Sicht eine Änderung g.g. Einstufung ergeben, so wird um Rücksprache zwecks Anpassung gebeten.

Verhältnisse auf Planum: Die Rückverfüllung des Kanalgrabens erfolgt vermutlich nicht durchgängig mit Material der Frostempfindlichkeitsklasse F 1. Auf der sicheren Seite liegend wird das Erdplanum daher in die Frostempfindlichkeitsklasse F 2 (‘gering bis mittel frostempfindlich’) eingestuft. Nach der ZTVE-StB sind Frostschutzmaßnahmen grundsätzlich erforderlich. **Ausgangswert ist eine Stärke des frostsicheren Oberbaus von 50 cm** im Bereich der Fahrstraße.

Mehr-/Minderdicken gem. Tabelle 7 RStO 12: Das Areal wird in die Frosteinwirkungszone I gestellt. Es ergibt sich keine Notwendigkeit einer diesbezüglichen 'Mehrdicke'. Kleinräumige Klimaunterschiede werden nicht berücksichtigt.

Nach den 'Wasserverhältnissen im Untergrund' ergibt sich nach der RStO 12 eine Notwendigkeit des Zuschlags einer 'Mehrdicke' von 5 cm, da 'Grund- oder Schichtenwasser dauernd oder zeitweise höher als 1,5 m unter Planum' anzunehmen ist.

Hinsichtlich der Lage der Gradienten ergeben sich keine Mehr-/Minderdicken.

Es wird davon ausgegangen, dass entsprechende Entwässerungseinrichtungen (über Abläufe und Rohrleitungen) bei der Planung der Straßenbaumaßnahme berücksichtigt werden. Diesbezüglich kann demnach eine Minderdicke geltend gemacht werden. Sollte die Entwässerung der Fahrbahn nicht über Abläufe und Rohrleitungen erfolgen, kann die g.g. Minderdicke nicht angesetzt werden.

Faktor	Mehr-/Minderdicke
Frosteinwirkungszone I	+/- 0 cm
' <u>Grund-</u> oder Schichtenwasser dauernd oder zeitweise höher als 1,5 m unter Planum'	+ 5 cm
Entwässerung der Fahrbahn über Mulden, Gräben bzw. Böschungen	- 5 cm
Summe Mehr-/Minderdicken	+/- 0 cm

Tabelle 14: Mehr-/Minderdicken nach RStO 12

Die Dicke des frostsicheren Straßenaufbaus muss, vorbehaltlich örtlicher Erfahrungswerte, nach der RStO 12 folgende Mindeststärke aufweisen, wobei die g.g. Mehr-/Minderdicken bereits eingerechnet sind.

- **Fahrstraße Bk3,2: 50 cm**

Bei der vermutlich vorgesehenen Schwarzdecken-Bauweise wird aufgrund der herzustellenden Verformungsmoduln eine Mächtigkeit von ≥ 52 cm zu realisieren sein.

Herleitung Mächtigkeit des Oberbaus für Bk3,2 bei Schwarzdeckenbauweise: In Anlehnung an die unten aufgeführte Tabelle 8 der RStO wird im Folgenden die Mächtigkeit der 'Tragschichten ohne Bindemittel' für den Gesamtaufbau der hier zu errichtenden Betonflächen abgeleitet.

Hintergrund ist hier nicht das Sicherstellen eines ausreichend starken frostsicheren Aufbaus, sondern ein Erreichen entsprechend hoher Verformungsmoduln.

Für die Herstellung der Frostschutzschicht wird hierbei von der Verwendung eines 'gebrochenen Materials', d.h. einem 'Schotter', ausgegangen.

In Abhängigkeit vom tatsächlich zum Einbau vorgesehenen Material sind hier ggf. Anpassungen vorzunehmen, weshalb die Materialwahl entscheidend für die weitere (Höhen-)Planung ist.

Tabelle 8: Anhaltswerte für aus Tragfähigkeitsgründen erforderliche Schichtdicken von Tragschichten ohne Bindemittel gemäß ZTV SoB-StB in Abhängigkeit von den E_{v2} -Werten der Unterlage sowie von der Art der Tragschicht
(Dickenangaben in cm)

E_{v2} -Wert [MPa] auf Oberfläche ToB		80	100	120	150	100	120	150	120	150	180	150	180
		15*	15*	25	35**	-	20	25	15*	20	30	15*	20
Art der ToB	STS [cm]	15*	15*	25	35**	-	20	25	15*	20	30	15*	20
	KTS [cm]	15*	15*	30	50**	-	25	35	20	30		20	
	FSS [cm] aus überwiegend gebrochenem Material	15*	20	30		15*	25						
	FSS [cm] aus überwiegend ungebrochenem Material	20	25	35		-	-						
E_{v2} -Wert [MPa] der Unterlage			45			80			100			120	
Unterlage		Planum						Frostschutzschicht					

☒ nicht mögliche Kombination
☐ nicht gebräuchliche Kombination

15* technologische Mindestdicke mit 0/45
 ** bei örtlicher Bewährung auch geringere Dicke möglich

Die aus Gründen der zu erreichenden Verformungsmoduln und vorgegebenen Schichtstärken resultierende Gesamtstärke des Oberbaus beträgt somit unter Einbeziehung einer insgesamt 22 cm starken Schwarzdecke gemäß RStO 12, Tafel 1, Zeile 1 insgesamt 52 cm (30 + 12 + 10 cm = 52 cm).

Zeitliche Durchführung: Es wird angeraten, die Arbeiten in einer erfahrungsgemäß trockenen Witterungsperiode durchzuführen, um hinsichtlich möglicher Aufweichungen des Erdplanums oder einer Grundwasserhaltung keinen erhöhten bautechnischen Aufwand betreiben zu müssen.

Wasserhaltung: Grundwasser konnte am 06.07.2022 nicht oberhalb der (Straßen-) Trassensohle angetroffen werden. Bei den angetroffenen Feuchtezuständen handelt es sich nicht um einen Höchststand. Es besteht ein Anstiegspotenzial.

Bei den vorgefundenen Verhältnissen wird die Vorhaltung bzw. der Einsatz einer 'offenen Wasserhaltung' ausreichend sein.

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

Errichtung / Straßenaufbau: In einem ersten Schritt sind die vorhandenen Böden bis auf ca. 0,70 m u. GOK (inklusive 20 cm Untergrundverbesserung bzw. 'verdichtungsfähige Auflage') auszukoffern. Anfallende Aushubböden sind nach Kapitel 3 zu verwerten bzw. nachrangig zu entsorgen.

Nach Auskoffern bis auf die nach Belastungsklasse benötigte Tiefe ist das Erdplanum ergänzend auf relevante organische Anteile und potenzielle Aufweichungen/Auflockerungen (Erdplanums-Kontrollen s.u.) zu kontrollieren. Die Kontrolle des Erdplanums sollte im Rahmen einer ingenieurgeologischen Abnahme durch das IB KLEEGRÄFE erfolgen.

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

Material: Das Mineralgemisch / Material der Untergrundverbesserung ('Schotter') sollte aus einem gütegeprüften Mineralgemisch bestehen (Forderung Mindestgüte: Frostschutzschicht). 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°). Die Einbaustärke einzelner Lagen sollte 30 cm nicht überschreiten.

‘Schneidbestückung’: Die Herstellung des Feinplanums (bzw. Planum der Untergrundverbesserung, s.u.) sollte mit einem Löffelbagger mit sog. ‘Schneidbestückung’ erfolgen, um unnötige Auflockerungen zu vermeiden.

Verdichtungsüberprüfungen und Unterbauverbesserung: Auf dem Erd- und Schotterplanum sollten die je nach RStO 12-Bauweise geforderten Verformungsmodul durch statische Verdichtungsüberprüfungen (statische Lastplattendruckversuche gem. DIN 18 134) nachgewiesen werden.

Die RStO 12 setzt auf dem Erdplanum ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MPa}$ voraus. Auf den enggestuften Fluviatilsanden (ausserhalb der bereits aufgebauten Kanaltrasse) ist davon auszugehen, dass vorgenannter Verformungsmodul weitestgehend nicht erreicht werden kann.

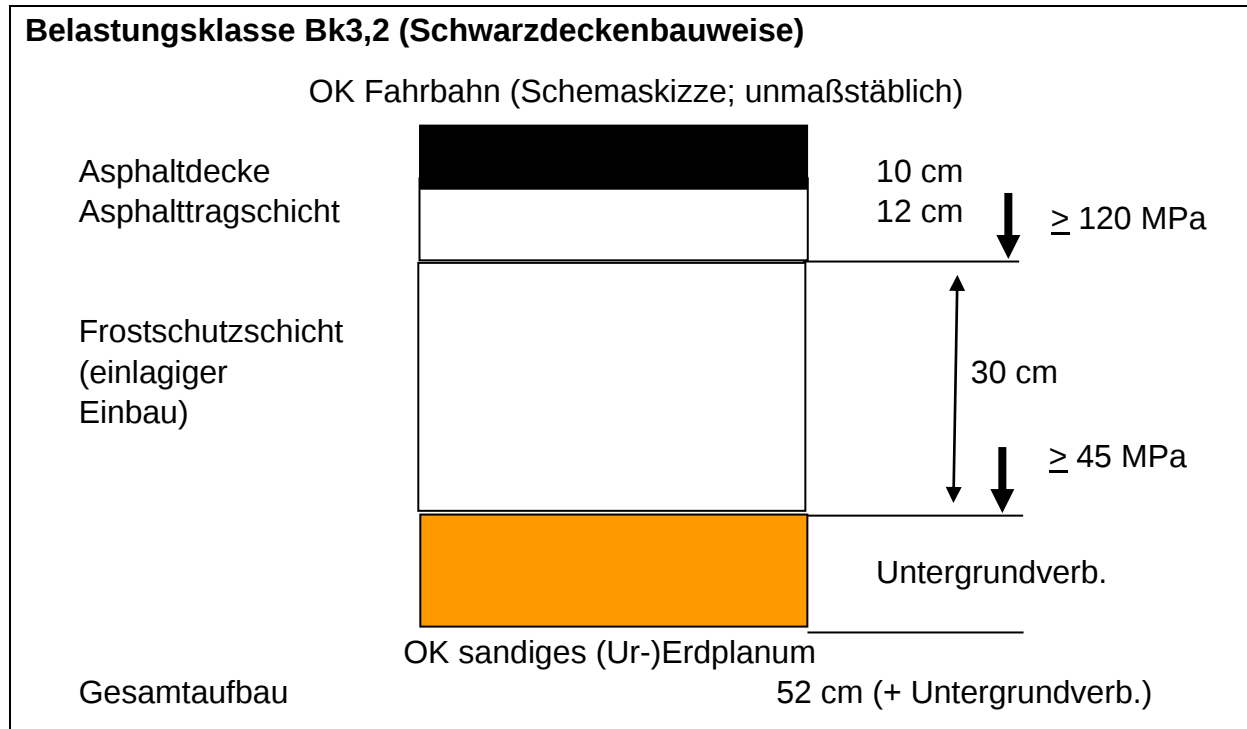
Untergrundverbesserungen sollten daher vorab für zunächst 100 % der Gesamtrasse (ausserhalb des Kanalgrabens) einkalkuliert werden.

Die vorzunehmenden Verbesserungen sind abhängig von den tatsächlichen Verhältnissen auf Erdplanum. Details sind durch ingenieurgeologische Abnahmen vor Ort festzulegen.

Verformungsmodul auf Schotterplanum: Auf dem Schotterplanum der Fahrstraße wird nach der RStO 12 ein Verformungsmodul von mindestens $E_{v2} = 120 \text{ MPa}$ (Belastungsklasse Bk3,2; Schwarzdecke) gefordert. Die Verformungsmodul-Forderungen der RStO 12 sollten mittels statischen Lastplattendruckversuchen (gem. DIN 18 134:2012-04) flächendeckend auf dem Schotterplanum nachgewiesen werden.

Wiedereinbaufähigkeit der anstehenden Böden: siehe Kapitel 5.1

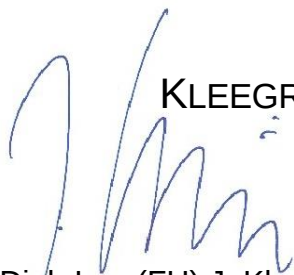
Ausführung des Oberbaus: Ein möglicher (Gesamt-)Aufbau - ohne konkrete Untergrundverbesserung - ist nachfolgend für die angenommene Belastungsklasse unmaßstäblich skizziert (nach RStO 12 Tafel 1, Zeile 1). In der Belastungsklasse Bk3,2 enthält die Asphaltdecke eine Asphaltbinderschicht.



Ausführung der Baustraße: Die während der temporären Nutzung als 'Baustraße' anfallende Belastung ist planerischerseits zu ermitteln. In der Regel wird nachfolgend die Asphalttragschicht derart dimensioniert, dass diese in der Lage ist die für den Betrachtungszeitraum prognostizierte Belastung aufzunehmen. Im Zuge des Endausbau wird diese dann auf das RStO-konforme Maß abgefräst und abschließend die Asphaltdecke (inkl. Binderschicht) aufgebaut.

6. Anlagen

- Anlage 1.1: Lageplan (1:1.000)
- Anlage 2.1: Schichtendarstellung / Rammdiagramme
- Anlage 3.1: Korngrößenanalysen (Kornsummenkurven)
- Anlage 4.1: Wassergehaltsbestimmungen
- Anlage 5.1: Zustandsgrenzenbestimmungen
- Anlage 6.1: Chemische Analysenergebnisse (Feststoff-Mischproben)
- Anlage 7.1: Fotodokumentation



KLEEGRÄFE - Geotechnik GmbH

Dipl.-Ing. (FH) J. Kleegräfe

(Beratender Ingenieur / Geschäftsführender Gesellschafter)



V. Thiemann

(Dipl.-Geol.)



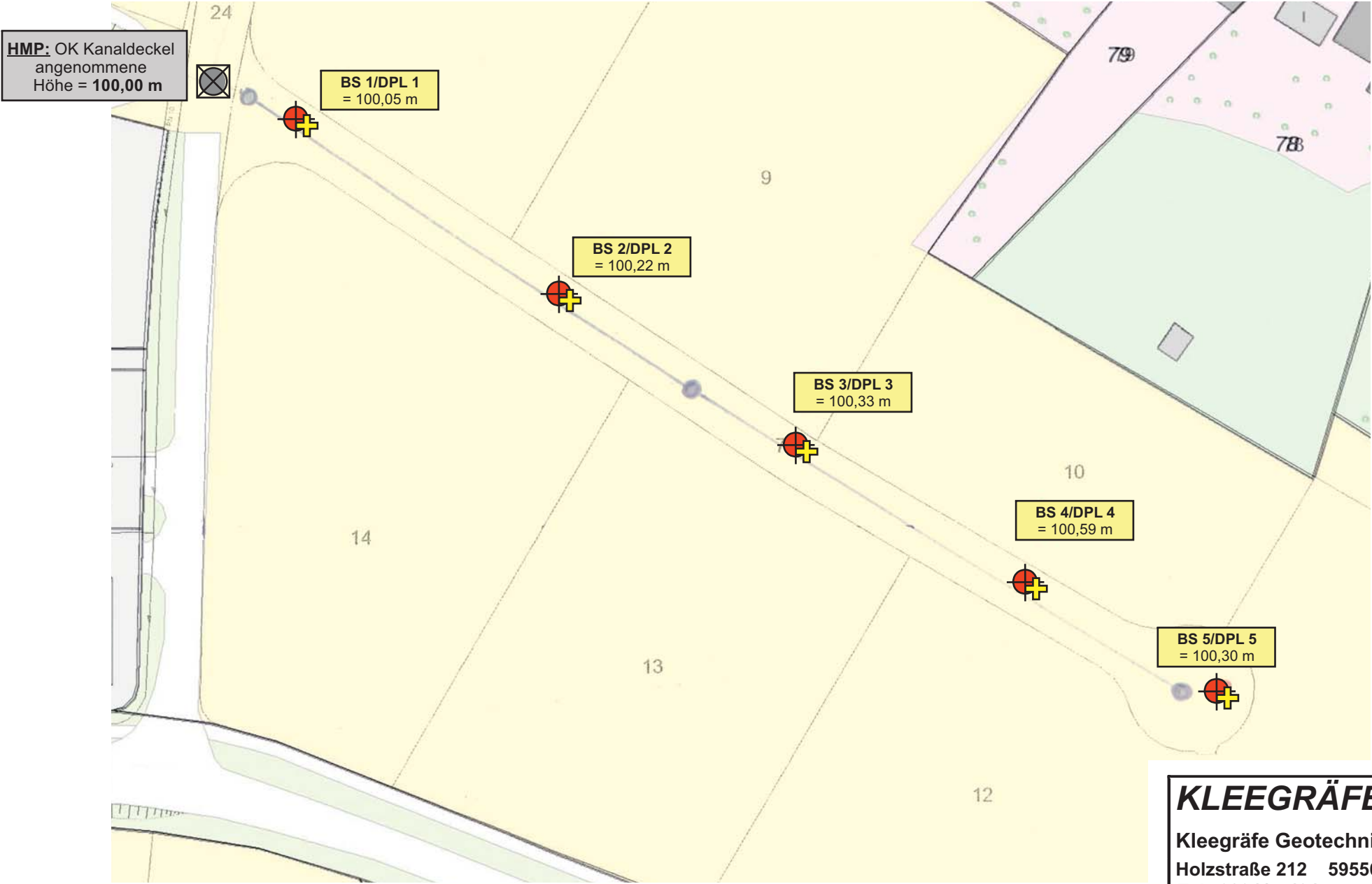
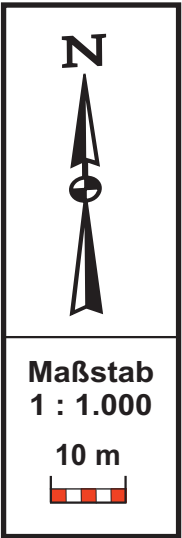
Verteiler: Stadt Ibbenbüren – Fachdienst Tiefbau
Roncallistraße 3-5, 49477 Ibbenbüren

(pdf)

A N L A G E 1.1

Lageplan (1:1.000)

Ibbenbüren



Zeichenerklärung:

- RKS** Rammkernsondierung gemäß DIN EN ISO 22475-1
- DPL** Rammsondierung gemäß DIN EN ISO 22476-2
- HMP** Höhenmesspunkt

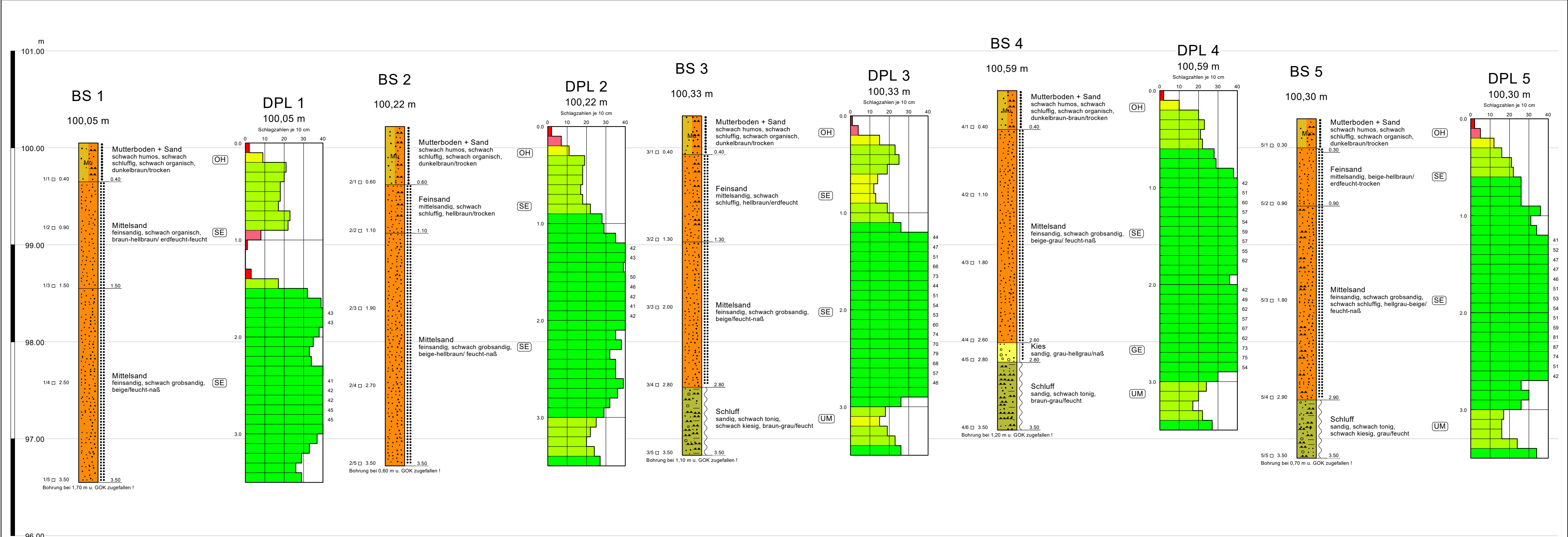
KLEEGRÄFE
Kleegräfe Geotechnik GmbH
Holzstraße 212 59556 Lippstadt - Bad Waldliesborn
Tel.: 02941-5404 Fax: 02941-3582

Lageplan	
Maßnahme: Neubau Regenwasserkanal DN 700 und Abwasserdruckrohrleitung Am Aaseebad (B-Plan Nr. 138a) 49479 Ibbenbüren	Bearb.-Nr. 220357 DIN A3
	- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -
	Auftraggeber: Stadt Ibbenbüren Fachdienst Tiefbau Roncallistraße 3-5 49477 Ibbenbüren
Anlage: 1.1	
Blatt: 1	
August 2022	
Klee/Thie	
M. 1:1.000	

Planquelle: Stadt Ibbenbüren/TIM-online

ANLAGE 2.1

Schichtendarstellung / Rammdiagramme



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



Schichtendarstellung

Maßnahme: Neubau RW-Kanal und DRL Am Aaseebad (B-Plan Nr 138a) 49479 Ibbenbüren	Bearb.-Nr.
	220542
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -	Anlage 2.1
	Geologe:
	Herr Luhmann
Auftraggeber: Stadt Ibbenbüren Fachdienst Tiefbau Roncallistraße 3-5 49477 Ibbenbüren	Datum:
	06.07.2022

Legende					
	weich		Schluff		Mittelsand
	locker bis sehr locker		Sand		Kies
	mitteldicht		Feinsand		Mutterboden
	dicht				

ANLAGE 3.1

Korngrößenanalysen (Kornsummenkurven)

Körnungslinie

Neubau Regenwasserkanal DN 700 und DRL

Am Aaseebad in 49479 Ibbenbüren

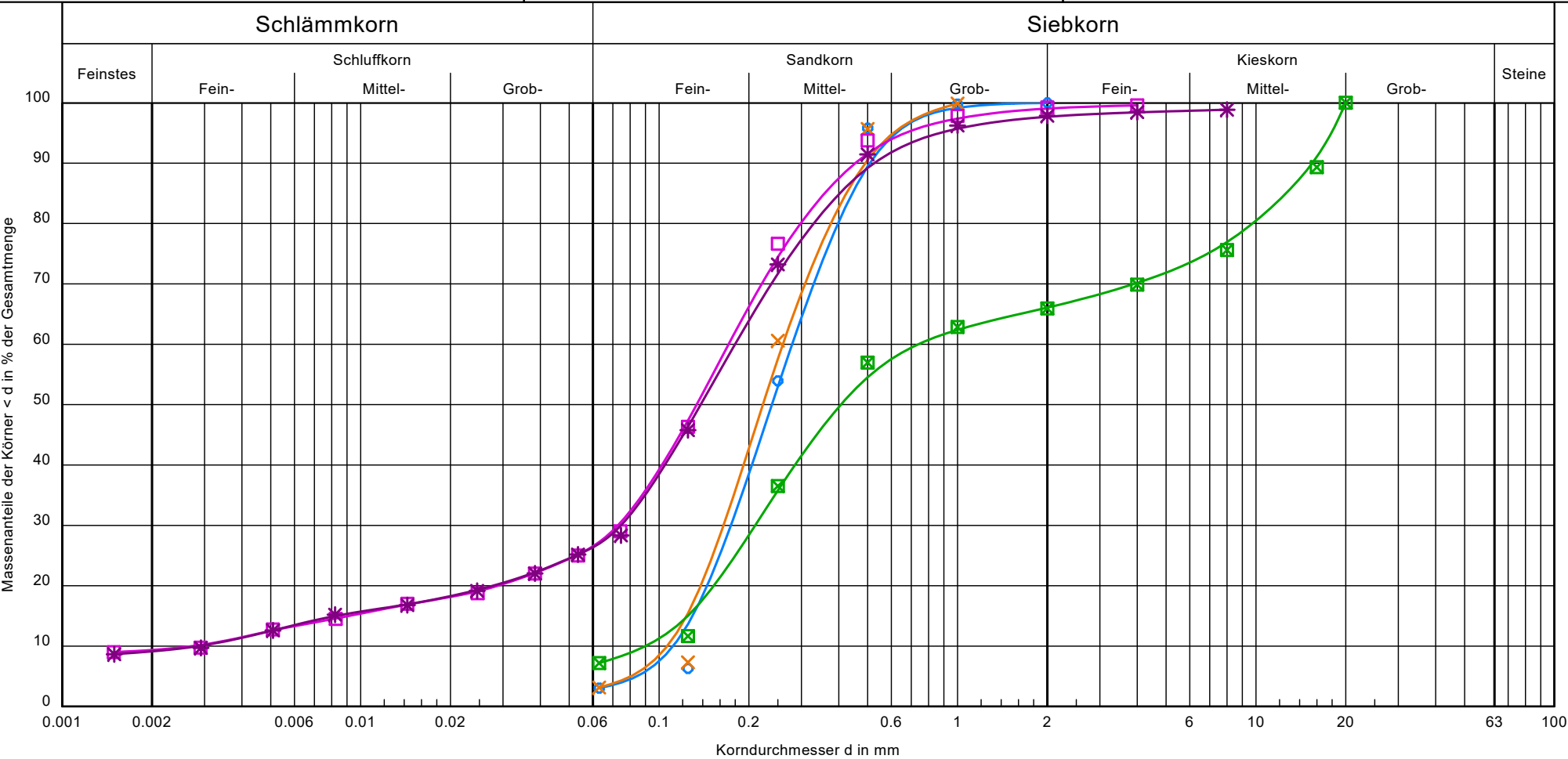
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Prüfungsnummer: Proben 1/4, 2/2, 3/5, 4/5, 5/5

Probe entnommen am: 06.07.2022

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-/Sieb-Schlamm-Analysen



Bezeichnung:	Probe 1/4	Probe 2/2	Probe 3/5	Probe 4/5	Probe 5/5	Bericht: 220542 Anlage: 3.1
Bodenart:	mS, fs, gs'	mS, fs, gs'	S, u, t'	S, mg, u', fg'	S, u, t'	
Tiefe:	1,50 - 2,50 m	0,60 - 1,10 m	2,80 - 3,50 m	2,60 - 2,80 m	2,90 - 3,50 m	
T/U/S/G [%]:	- /3.1/96.9/ -	- /3.2/96.8/ -	9.4/17.9/71.8/1.0	- /7.2/58.9/33.9	9.1/17.8/70.7/2.3	
Cu/Cc:	2.5/1.0	2.4/1.0	62.8/11.4	8.2/0.7	63.1/10.8	
d10 [mm]	0.1112	0.1063	0.0027	0.0899	0.0028	

KLEEGRÄFE Geotechnik GmbH Holzstraße 212 59556 Lippstadt		Bericht: 220542 Anlage: 3.1																																								
Körnungslinie Neubau Regenwasserkanal DN 700 und DRL Am Aaseebad in 49479 Ibbenbüren - Baugrunderkundung / Gründungsberatung - Bearbeiter: Herr Thiemann		Prüfungsnummer: Proben 1/4, 2/2, 3/5, 4/5, 5/5 Probe entnommen am: 06.07.2022 Art der Entnahme: gestörte Proben Arbeitsweise: Sieb-/Sieb-Schlamm-Analysen Datum: 01.08.2022																																								
Bezeichnung: Probe 1/4 Bodenart: mS, f_s, gs' Tiefe: 1,50 - 2,50 m kf-Wert [m/s]: ~8,5 x 10⁻⁹ m/s (M&P) T/U/S/G [%]: - / 3.1 / 96.9 / - Cu/Cc: 2.5/1.0 d₁₀ [mm] 0.1112 d₁₀/d₃₀/d₆₀ [mm]: 0.111 / 0.174 / 0.279 Siebanalyse: Trockenmasse [g]: 233.45		Siebanalyse <table><tr><th>Korngröße [mm]</th><th>Rückstand [g]</th><th>Rückstand [%]</th><th>Siebdurch- gänge [%]</th></tr><tr><td>2.0</td><td>0.06</td><td>0.03</td><td>99.97</td></tr><tr><td>1.0</td><td>0.48</td><td>0.21</td><td>99.77</td></tr><tr><td>0.5</td><td>9.30</td><td>3.98</td><td>95.78</td></tr><tr><td>0.25</td><td>97.71</td><td>41.85</td><td>53.93</td></tr><tr><td>0.125</td><td>111.19</td><td>47.63</td><td>6.30</td></tr><tr><td>0.063</td><td>7.59</td><td>3.25</td><td>3.05</td></tr><tr><td>Schale</td><td>7.12</td><td>3.05</td><td>-</td></tr><tr><td>Summe</td><td>233.45</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Siebverlust</td><td>0.00</td><td></td><td></td></tr></table>	Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurch- gänge [%]	2.0	0.06	0.03	99.97	1.0	0.48	0.21	99.77	0.5	9.30	3.98	95.78	0.25	97.71	41.85	53.93	0.125	111.19	47.63	6.30	0.063	7.59	3.25	3.05	Schale	7.12	3.05	-	Summe	233.45			Siebverlust	0.00		
Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurch- gänge [%]																																							
2.0	0.06	0.03	99.97																																							
1.0	0.48	0.21	99.77																																							
0.5	9.30	3.98	95.78																																							
0.25	97.71	41.85	53.93																																							
0.125	111.19	47.63	6.30																																							
0.063	7.59	3.25	3.05																																							
Schale	7.12	3.05	-																																							
Summe	233.45																																									
Siebverlust	0.00																																									

KLEEGRÄFE Geotechnik GmbH Holzstraße 212 59556 Lippstadt		Bericht: 220542 Anlage: 3.1																																				
Körnungslinie Neubau Regenwasserkanal DN 700 und DRL Am Aaseebad in 49479 Ibbenbüren - Baugrunderkundung / Gründungsberatung - Bearbeiter: Herr Thiemann Datum: 01.08.2022		Prüfungsnummer: Proben 1/4, 2/2, 3/5, 4/5, 5/5 Probe entnommen am: 06.07.2022 Art der Entnahme: gestörte Proben Arbeitsweise: Sieb-/Sieb-Schlamm-Analysen																																				
Bezeichnung: Probe 2/2 Bodenart: mS, f_s, gs' Tiefe: 0,60 - 1,10 m kf-Wert [m/s]: ~8,5 x 10⁻⁹ m/s (M&P) T/U/S/G [%]: - / 3.2 / 96.8 / - Cu/Cc: 2.4/1.0 d₁₀ [mm] 0.1063 d₁₀/d₃₀/d₆₀ [mm]: 0.106 / 0.164 / 0.260 Siebanalyse: Trockenmasse [g]: 192.19		Siebanalyse <table><tr><th>Korngröße [mm]</th><th>Rückstand [g]</th><th>Rückstand [%]</th><th>Siebdurch- gänge [%]</th></tr><tr><td>1.0</td><td>0.23</td><td>0.12</td><td>99.88</td></tr><tr><td>0.5</td><td>8.09</td><td>4.21</td><td>95.67</td></tr><tr><td>0.25</td><td>67.40</td><td>35.07</td><td>60.60</td></tr><tr><td>0.125</td><td>102.39</td><td>53.28</td><td>7.33</td></tr><tr><td>0.063</td><td>8.02</td><td>4.17</td><td>3.15</td></tr><tr><td>Schale</td><td>6.06</td><td>3.15</td><td>-</td></tr><tr><td>Summe</td><td>192.19</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Siebverlust</td><td>0.00</td><td></td><td></td></tr></table>	Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurch- gänge [%]	1.0	0.23	0.12	99.88	0.5	8.09	4.21	95.67	0.25	67.40	35.07	60.60	0.125	102.39	53.28	7.33	0.063	8.02	4.17	3.15	Schale	6.06	3.15	-	Summe	192.19			Siebverlust	0.00		
Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurch- gänge [%]																																			
1.0	0.23	0.12	99.88																																			
0.5	8.09	4.21	95.67																																			
0.25	67.40	35.07	60.60																																			
0.125	102.39	53.28	7.33																																			
0.063	8.02	4.17	3.15																																			
Schale	6.06	3.15	-																																			
Summe	192.19																																					
Siebverlust	0.00																																					

KLEEGRÄFE Geotechnik GmbH Holzstraße 212 59556 Lippstadt					Bericht: 220542 Anlage: 3.2																																																																																									
Körnungslinie Neubau Regenwasserkanal DN 700 und DRL Am Aaseebad in 49479 Ibbenbüren - Baugrunderkundung / Gründungsberatung - Bearbeiter: Herr Thiemann Datum: 01.08.2022					Prüfungsnummer: Proben 1/4, 2/2, 3/5, 4/5, 5/5 Probe entnommen am: 06.07.2022 Art der Entnahme: gestörte Proben Arbeitsweise: Sieb-/Sieb-Schlamm-Analysen																																																																																									
Bezeichnung: Probe 3/5 Bodenart: S, u, t' Tiefe: 2,80 - 3,50 m kf-Wert [m/s]: ~8,5 x 10⁻⁹ m/s (M&P) T/U/S/G [%]: 9.4 / 17.9 / 71.8 / 1.0 Cu/Cc: 62.8/11.4 d10 [mm] 0.0027 d10/d30/d60 [mm]: 0.003 / 0.073 / 0.171 Siebanalyse: Trockenmasse [g]: 64.20 Schlammanalyse: Trockenmasse [g]: 29.75 Korndichte [g/cm³]: 2.650 Aräometer: Bezeichnung: Standard Aräometer Volumen Aräometerbirne [cm³]: 67.40 Abstand 100-ml 1000-ml [mm]: 307.50 Länge Aräometerbirne [cm]: 160.00 Abstd. OK Birne - UK Skala [mm]: 9.20 Meniskuskorrektur C_m / R'₀: 0.50 / 0.70 d1 = 20.0 d2 = 40.0 d3 = 60.0 d4 = 80.0 d5 = 100.0 d6 = 120.0 d7 = 140.0 mm					Siebanalyse <table><thead><tr><th>Korngröße [mm]</th><th>Rückstand [g]</th><th>Rückstand [%]</th><th>Siebdurchgänge [%]</th></tr></thead><tbody><tr><td>4.0</td><td>0.28</td><td>0.44</td><td>99.56</td></tr><tr><td>2.0</td><td>0.23</td><td>0.36</td><td>99.21</td></tr><tr><td>1.0</td><td>0.89</td><td>1.39</td><td>97.82</td></tr><tr><td>0.5</td><td>2.61</td><td>4.07</td><td>93.75</td></tr><tr><td>0.25</td><td>10.99</td><td>17.12</td><td>76.64</td></tr><tr><td>0.125</td><td>19.45</td><td>30.30</td><td>46.34</td></tr><tr><td>Schale</td><td>29.75</td><td>46.34</td><td>-</td></tr><tr><td>Summe</td><td>64.20</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Siebverlust</td><td>0.00</td><td></td><td></td></tr></tbody></table>				Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]	4.0	0.28	0.44	99.56	2.0	0.23	0.36	99.21	1.0	0.89	1.39	97.82	0.5	2.61	4.07	93.75	0.25	10.99	17.12	76.64	0.125	19.45	30.30	46.34	Schale	29.75	46.34	-	Summe	64.20			Siebverlust	0.00																																																
Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]																																																																																											
4.0	0.28	0.44	99.56																																																																																											
2.0	0.23	0.36	99.21																																																																																											
1.0	0.89	1.39	97.82																																																																																											
0.5	2.61	4.07	93.75																																																																																											
0.25	10.99	17.12	76.64																																																																																											
0.125	19.45	30.30	46.34																																																																																											
Schale	29.75	46.34	-																																																																																											
Summe	64.20																																																																																													
Siebverlust	0.00																																																																																													
Schlammanalyse <table><thead><tr><th colspan="2">Zeit [h] [min]</th><th>R'_h [-]</th><th>R'_h + R₀ R₀=C_m+R'₀ [-]</th><th>Korngröße [mm]</th><th>T [°C]</th><th>H_r [mm]</th><th>η [-]</th><th>Durchgang [%]</th></tr></thead><tbody><tr><td>0</td><td>0.5</td><td>10.40</td><td>11.60</td><td>0.0742</td><td>22.3</td><td>156.09</td><td>0.95139</td><td>29.02</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>8.80</td><td>10.00</td><td>0.0535</td><td>22.3</td><td>162.49</td><td>0.95139</td><td>25.02</td></tr><tr><td>0</td><td>2</td><td>7.60</td><td>8.80</td><td>0.0384</td><td>22.3</td><td>167.29</td><td>0.95139</td><td>22.01</td></tr><tr><td>0</td><td>5</td><td>6.30</td><td>7.50</td><td>0.0247</td><td>22.3</td><td>172.49</td><td>0.95139</td><td>18.76</td></tr><tr><td>0</td><td>15</td><td>5.60</td><td>6.80</td><td>0.0143</td><td>22.4</td><td>175.29</td><td>0.94914</td><td>17.01</td></tr><tr><td>0</td><td>46</td><td>4.60</td><td>5.80</td><td>0.0083</td><td>22.7</td><td>179.29</td><td>0.94245</td><td>14.51</td></tr><tr><td>2</td><td>0</td><td>3.90</td><td>5.10</td><td>0.0051</td><td>23.8</td><td>182.09</td><td>0.91853</td><td>12.76</td></tr><tr><td>6</td><td>0</td><td>2.70</td><td>3.90</td><td>0.0029</td><td>25.7</td><td>186.89</td><td>0.87937</td><td>9.76</td></tr><tr><td>24</td><td>0</td><td>2.40</td><td>3.60</td><td>0.0015</td><td>23.9</td><td>188.09</td><td>0.91640</td><td>9.01</td></tr></tbody></table>					Zeit [h] [min]		R' _h [-]	R' _h + R ₀ R ₀ =C _m +R' ₀ [-]	Korngröße [mm]	T [°C]	H _r [mm]	η [-]	Durchgang [%]	0	0.5	10.40	11.60	0.0742	22.3	156.09	0.95139	29.02	0	1	8.80	10.00	0.0535	22.3	162.49	0.95139	25.02	0	2	7.60	8.80	0.0384	22.3	167.29	0.95139	22.01	0	5	6.30	7.50	0.0247	22.3	172.49	0.95139	18.76	0	15	5.60	6.80	0.0143	22.4	175.29	0.94914	17.01	0	46	4.60	5.80	0.0083	22.7	179.29	0.94245	14.51	2	0	3.90	5.10	0.0051	23.8	182.09	0.91853	12.76	6	0	2.70	3.90	0.0029	25.7	186.89	0.87937	9.76	24	0	2.40	3.60	0.0015	23.9	188.09	0.91640	9.01
Zeit [h] [min]		R' _h [-]	R' _h + R ₀ R ₀ =C _m +R' ₀ [-]	Korngröße [mm]	T [°C]	H _r [mm]	η [-]	Durchgang [%]																																																																																						
0	0.5	10.40	11.60	0.0742	22.3	156.09	0.95139	29.02																																																																																						
0	1	8.80	10.00	0.0535	22.3	162.49	0.95139	25.02																																																																																						
0	2	7.60	8.80	0.0384	22.3	167.29	0.95139	22.01																																																																																						
0	5	6.30	7.50	0.0247	22.3	172.49	0.95139	18.76																																																																																						
0	15	5.60	6.80	0.0143	22.4	175.29	0.94914	17.01																																																																																						
0	46	4.60	5.80	0.0083	22.7	179.29	0.94245	14.51																																																																																						
2	0	3.90	5.10	0.0051	23.8	182.09	0.91853	12.76																																																																																						
6	0	2.70	3.90	0.0029	25.7	186.89	0.87937	9.76																																																																																						
24	0	2.40	3.60	0.0015	23.9	188.09	0.91640	9.01																																																																																						

KLEEGRÄFE Geotechnik GmbH Holzstraße 212 59556 Lippstadt		Bericht: 220542 Anlage: 3.2																																																								
Körnungslinie Neubau Regenwasserkanal DN 700 und DRL Am Aaseebad in 49479 Ibbenbüren - Baugrunderkundung / Gründungsberatung - Bearbeiter: Herr Thiemann Datum: 01.08.2022		Prüfungsnummer: Proben 1/4, 2/2, 3/5, 4/5, 5/5 Probe entnommen am: 06.07.2022 Art der Entnahme: gestörte Proben Arbeitsweise: Sieb-/Sieb-Schlamm-Analysen																																																								
Bezeichnung: Probe 4/5 Bodenart: S, mg, u', fg' Tiefe: 2,60 - 2,80 m kf-Wert [m/s]: ~8,5 x 10^-9 m/s (M&P) T/U/S/G [%]: - / 7.2 / 58.9 / 33.9 Cu/Cc: 8.2/0.7 d10 [mm] 0.0899 d10/d30/d60 [mm]: 0.090 / 0.210 / 0.740 Siebanalyse: Trockenmasse [g]: 232.68		Siebanalyse <table><tr><th>Korngröße [mm]</th><th>Rückstand [g]</th><th>Rückstand [%]</th><th>Siebdurchgänge [%]</th></tr><tr><td>20.0</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>100.00</td></tr><tr><td>16.0</td><td>24.85</td><td>10.68</td><td>89.32</td></tr><tr><td>8.0</td><td>31.92</td><td>13.72</td><td>75.60</td></tr><tr><td>4.0</td><td>13.33</td><td>5.73</td><td>69.87</td></tr><tr><td>2.0</td><td>9.18</td><td>3.95</td><td>65.93</td></tr><tr><td>1.0</td><td>7.15</td><td>3.07</td><td>62.85</td></tr><tr><td>0.5</td><td>13.69</td><td>5.88</td><td>56.97</td></tr><tr><td>0.25</td><td>47.60</td><td>20.46</td><td>36.51</td></tr><tr><td>0.125</td><td>57.80</td><td>24.84</td><td>11.67</td></tr><tr><td>0.063</td><td>10.41</td><td>4.47</td><td>7.20</td></tr><tr><td>Schale</td><td>16.75</td><td>7.20</td><td>-</td></tr><tr><td>Summe</td><td>232.68</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Siebverlust</td><td>0.00</td><td></td><td></td></tr></table>	Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]	20.0	0.00	0.00	100.00	16.0	24.85	10.68	89.32	8.0	31.92	13.72	75.60	4.0	13.33	5.73	69.87	2.0	9.18	3.95	65.93	1.0	7.15	3.07	62.85	0.5	13.69	5.88	56.97	0.25	47.60	20.46	36.51	0.125	57.80	24.84	11.67	0.063	10.41	4.47	7.20	Schale	16.75	7.20	-	Summe	232.68			Siebverlust	0.00		
Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]																																																							
20.0	0.00	0.00	100.00																																																							
16.0	24.85	10.68	89.32																																																							
8.0	31.92	13.72	75.60																																																							
4.0	13.33	5.73	69.87																																																							
2.0	9.18	3.95	65.93																																																							
1.0	7.15	3.07	62.85																																																							
0.5	13.69	5.88	56.97																																																							
0.25	47.60	20.46	36.51																																																							
0.125	57.80	24.84	11.67																																																							
0.063	10.41	4.47	7.20																																																							
Schale	16.75	7.20	-																																																							
Summe	232.68																																																									
Siebverlust	0.00																																																									

KLEEGRÄFE Geotechnik GmbH				Bericht: 220542																																																																																									
Holzstraße 212 59556 Lippstadt				Anlage: 3.1																																																																																									
Körnungslinie Neubau Regenwasserkanal DN 700 und DRL Am Aaseebad in 49479 Ibbenbüren - Baugrunderkundung / Gründungsberatung -				Prüfungsnummer: Proben 1/4, 2/2, 3/5, 4/5, 5/5 Probe entnommen am: 06.07.2022 Art der Entnahme: gestörte Proben Arbeitsweise: Sieb-/Sieb-Schlamm-Analysen																																																																																									
Bearbeiter: Herr Thiemann				Datum: 01.08.2022																																																																																									
Bezeichnung: Probe 5/5 Bodenart: S, u, t' Tiefe: 2,90 - 3,50 m kf-Wert [m/s]: ~8,5 x 10⁻⁹ m/s (M&P) T/U/S/G [%]: 9.1 / 17.8 / 70.7 / 2.3 Cu/Cc: 63.1/10.8 d10 [mm] 0.0028 d10/d30/d60 [mm]: 0.003 / 0.074 / 0.180 Siebanalyse: Trockenmasse [g]: 61.22 Schlammanalyse: Trockenmasse [g]: 28.02 Korndichte [g/cm³]: 2.650 Aräometer: Bezeichnung: Standard Aräometer Volumen Aräometerbirne [cm³]: 67.40 Abstand 100-ml 1000-ml [mm]: 307.50 Länge Aräometerbirne [cm]: 160.00 Abstd. OK Birne - UK Skala [mm]: 9.20 Meniskuskorrektur C_m / R'₀: 0.50 / 0.70 d1 = 20.0 d2 = 40.0 d3 = 60.0 d4 = 80.0 d5 = 100.0 d6 = 120.0 d7 = 140.0 mm				Siebanalyse <table><thead><tr><th>Korngröße [mm]</th><th>Rückstand [g]</th><th>Rückstand [%]</th><th>Siebdurchgänge [%]</th></tr></thead><tbody><tr><td>8.0</td><td>0.71</td><td>1.16</td><td>98.84</td></tr><tr><td>4.0</td><td>0.24</td><td>0.39</td><td>98.45</td></tr><tr><td>2.0</td><td>0.37</td><td>0.60</td><td>97.84</td></tr><tr><td>1.0</td><td>0.99</td><td>1.62</td><td>96.23</td></tr><tr><td>0.5</td><td>2.93</td><td>4.79</td><td>91.44</td></tr><tr><td>0.25</td><td>11.16</td><td>18.23</td><td>73.21</td></tr><tr><td>0.125</td><td>16.80</td><td>27.44</td><td>45.77</td></tr><tr><td>Schale</td><td>28.02</td><td>45.77</td><td>-</td></tr><tr><td>Summe</td><td>61.22</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Siebverlust</td><td>0.00</td><td></td><td></td></tr></tbody></table>				Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]	8.0	0.71	1.16	98.84	4.0	0.24	0.39	98.45	2.0	0.37	0.60	97.84	1.0	0.99	1.62	96.23	0.5	2.93	4.79	91.44	0.25	11.16	18.23	73.21	0.125	16.80	27.44	45.77	Schale	28.02	45.77	-	Summe	61.22			Siebverlust	0.00																																												
Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]																																																																																										
8.0	0.71	1.16	98.84																																																																																										
4.0	0.24	0.39	98.45																																																																																										
2.0	0.37	0.60	97.84																																																																																										
1.0	0.99	1.62	96.23																																																																																										
0.5	2.93	4.79	91.44																																																																																										
0.25	11.16	18.23	73.21																																																																																										
0.125	16.80	27.44	45.77																																																																																										
Schale	28.02	45.77	-																																																																																										
Summe	61.22																																																																																												
Siebverlust	0.00																																																																																												
Schlammanalyse <table><thead><tr><th>Zeit [h]</th><th>Zeit [min]</th><th>R'_h [-]</th><th>R'_h + R₀ R₀=C_m+R'₀ [-]</th><th>Korngröße [mm]</th><th>T [°C]</th><th>H_r [mm]</th><th>η [-]</th><th>Durchgang [%]</th></tr></thead><tbody><tr><td>0</td><td>0.5</td><td>9.60</td><td>10.80</td><td>0.0745</td><td>22.8</td><td>159.29</td><td>0.94024</td><td>28.33</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>8.40</td><td>9.60</td><td>0.0535</td><td>22.8</td><td>164.09</td><td>0.94024</td><td>25.18</td></tr><tr><td>0</td><td>2</td><td>7.20</td><td>8.40</td><td>0.0384</td><td>22.8</td><td>168.89</td><td>0.94024</td><td>22.04</td></tr><tr><td>0</td><td>5</td><td>6.10</td><td>7.30</td><td>0.0246</td><td>22.8</td><td>173.29</td><td>0.94024</td><td>19.15</td></tr><tr><td>0</td><td>15</td><td>5.20</td><td>6.40</td><td>0.0143</td><td>22.8</td><td>176.89</td><td>0.94024</td><td>16.79</td></tr><tr><td>0</td><td>46</td><td>4.60</td><td>5.80</td><td>0.0082</td><td>23.1</td><td>179.29</td><td>0.93364</td><td>15.22</td></tr><tr><td>2</td><td>0</td><td>3.60</td><td>4.80</td><td>0.0051</td><td>24.0</td><td>183.29</td><td>0.91428</td><td>12.59</td></tr><tr><td>6</td><td>0</td><td>2.50</td><td>3.70</td><td>0.0029</td><td>25.7</td><td>187.69</td><td>0.87937</td><td>9.71</td></tr><tr><td>24</td><td>0</td><td>2.10</td><td>3.30</td><td>0.0015</td><td>23.9</td><td>189.29</td><td>0.91640</td><td>8.66</td></tr></tbody></table>				Zeit [h]	Zeit [min]	R' _h [-]	R' _h + R ₀ R ₀ =C _m +R' ₀ [-]	Korngröße [mm]	T [°C]	H _r [mm]	η [-]	Durchgang [%]	0	0.5	9.60	10.80	0.0745	22.8	159.29	0.94024	28.33	0	1	8.40	9.60	0.0535	22.8	164.09	0.94024	25.18	0	2	7.20	8.40	0.0384	22.8	168.89	0.94024	22.04	0	5	6.10	7.30	0.0246	22.8	173.29	0.94024	19.15	0	15	5.20	6.40	0.0143	22.8	176.89	0.94024	16.79	0	46	4.60	5.80	0.0082	23.1	179.29	0.93364	15.22	2	0	3.60	4.80	0.0051	24.0	183.29	0.91428	12.59	6	0	2.50	3.70	0.0029	25.7	187.69	0.87937	9.71	24	0	2.10	3.30	0.0015	23.9	189.29	0.91640	8.66
Zeit [h]	Zeit [min]	R' _h [-]	R' _h + R ₀ R ₀ =C _m +R' ₀ [-]	Korngröße [mm]	T [°C]	H _r [mm]	η [-]	Durchgang [%]																																																																																					
0	0.5	9.60	10.80	0.0745	22.8	159.29	0.94024	28.33																																																																																					
0	1	8.40	9.60	0.0535	22.8	164.09	0.94024	25.18																																																																																					
0	2	7.20	8.40	0.0384	22.8	168.89	0.94024	22.04																																																																																					
0	5	6.10	7.30	0.0246	22.8	173.29	0.94024	19.15																																																																																					
0	15	5.20	6.40	0.0143	22.8	176.89	0.94024	16.79																																																																																					
0	46	4.60	5.80	0.0082	23.1	179.29	0.93364	15.22																																																																																					
2	0	3.60	4.80	0.0051	24.0	183.29	0.91428	12.59																																																																																					
6	0	2.50	3.70	0.0029	25.7	187.69	0.87937	9.71																																																																																					
24	0	2.10	3.30	0.0015	23.9	189.29	0.91640	8.66																																																																																					

ANLAGE 4.1
Wassergehaltsbestimmungen

Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1**Neubau Regenwasserkanal DN 700 und DRL**

Am Aaseebad in 49479 Ibbenbüren

- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Thiemann

Datum: 01.08.2022

Prüfungsnummer: Proben 1/4, 2/2, 3/5, 4/5, 5/5

Entnahmestelle: BS 1 - BS 5

Tiefe: 0,60 - 3,50 m (min.-max.)

Bodenart: Schluff/Sand/Kies

Art der Entnahme: gestörte Proben

Probe entnommen am: 06.07.2022

Probenbezeichnung:	Probe 1/4	Probe 2/2	Probe 3/5	Probe 4/5	Probe 5/5	
Feuchte Probe + Behälter [g]:	641.88	582.52	230.48	627.66	243.13	
Trockene Probe + Behälter [g]:	603.52	576.28	226.92	602.47	241.00	
Behälter [g]:	370.07	384.09	199.53	369.79	223.55	
Porenwasser [g]:	38.36	6.24	3.56	25.19	2.13	
Trockene Probe [g]:	233.45	192.19	27.39	232.68	17.45	
Wassergehalt [%]	16.43	3.25	13.00	10.83	12.21	

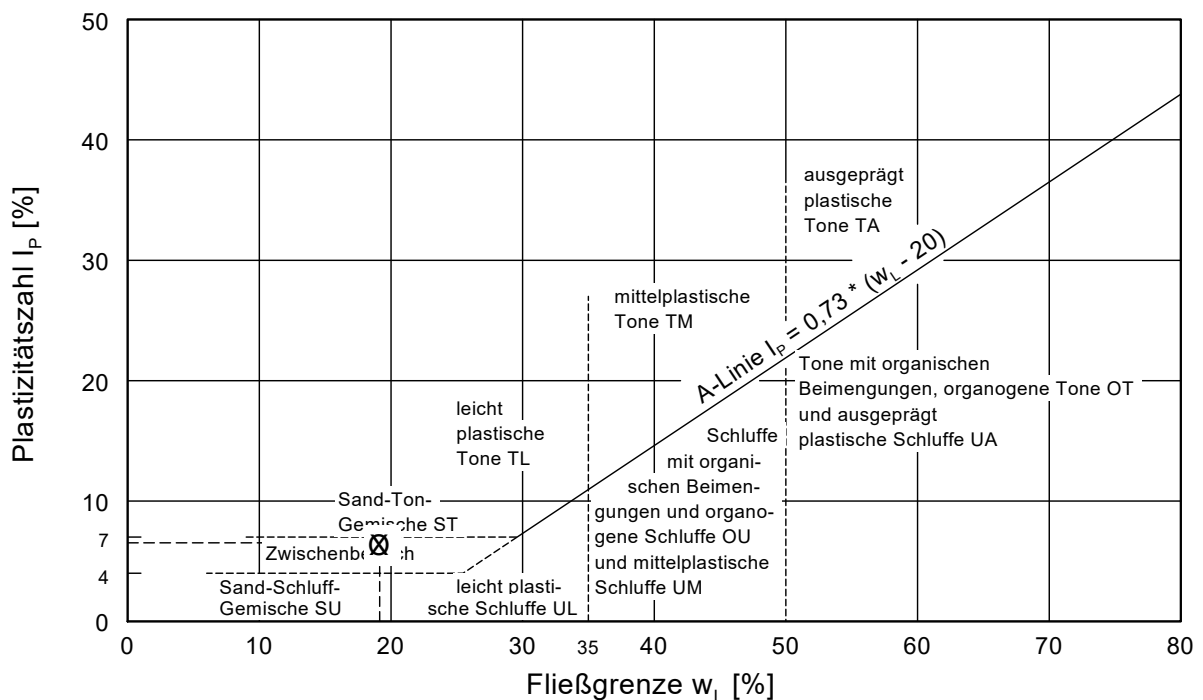
Probenbezeichnung:						
Feuchte Probe + Behälter [g]:						
Trockene Probe + Behälter [g]:						
Behälter [g]:						
Porenwasser [g]:						
Trockene Probe [g]:						
Wassergehalt [%]						

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

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

ANLAGE 5.1

Zustandsgrenzenbestimmungen



Zustandsgrenzen

Neubau Regenwasserkanal DN 700 und DRL

Am Aaseebad in 49479 Ibbenbüren

- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Thiemann

Datum: 02.08.2022

Prüfungsnummer: Probe 5/5

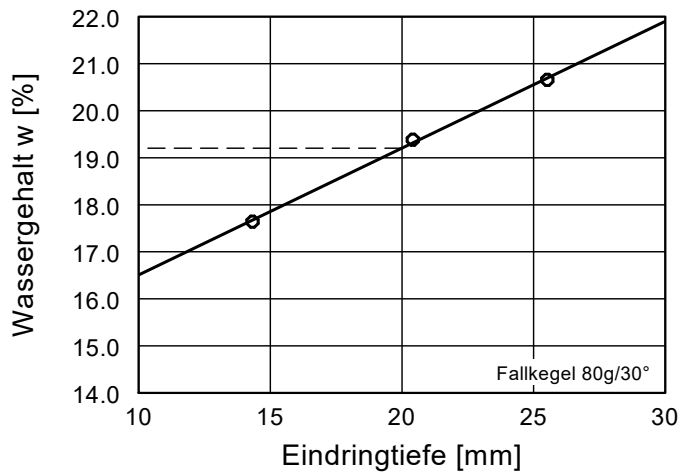
Entnahmestelle: BS 5

Tiefe: 2,90 - 3,50

Art der Entnahme: gestörte Probe

Bodenart: Sand, schluffig, schwach tonig

Probe entnommen am: 06.07.2022



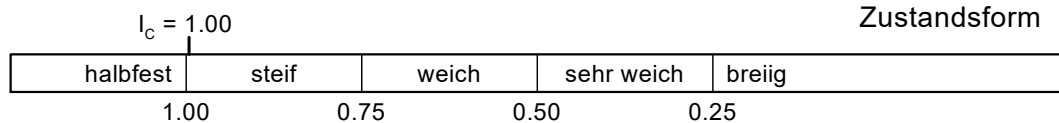
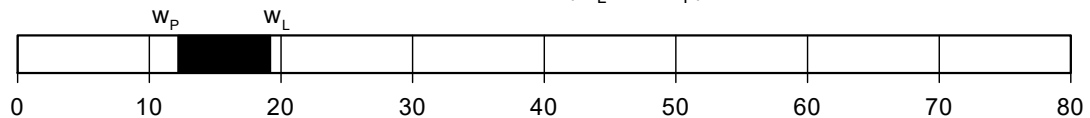
Wassergehalt $w = 12.2 \%$

Fließgrenze $w_L = 19.2 \%$

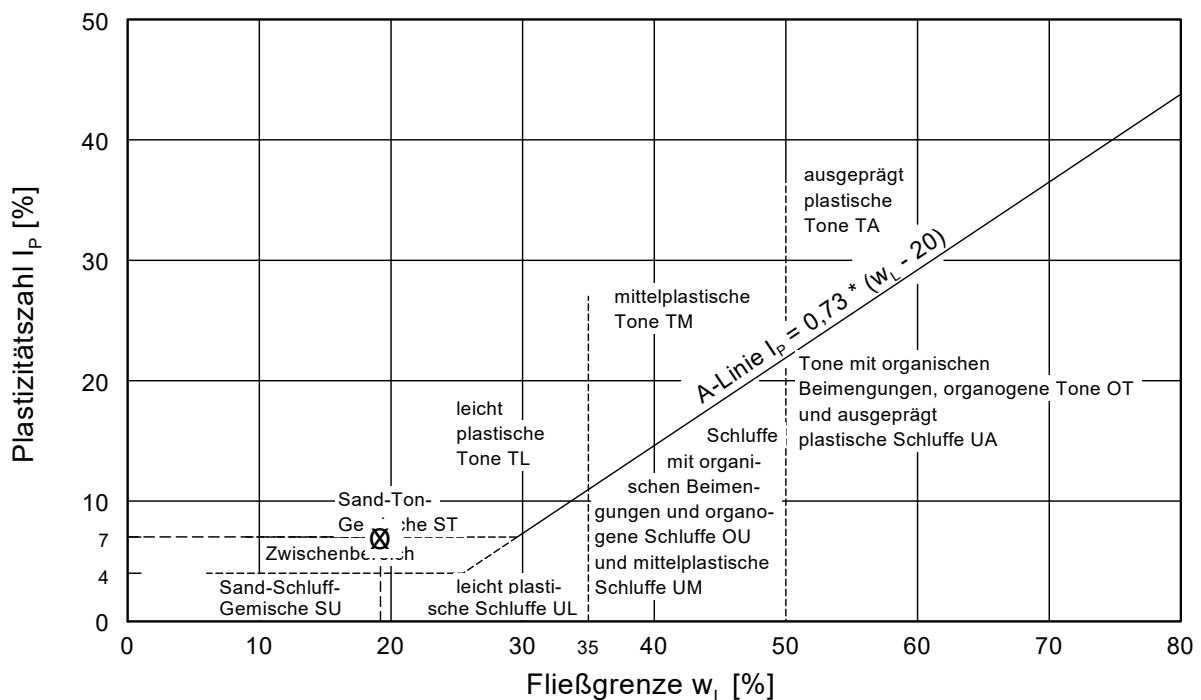
Ausrollgrenze $w_p = 12.2 \%$

Plastizitätszahl $I_p = 7.0 \%$

Konsistenzzahl $I_c = 1.00$

Plastizitätsbereich (w_L bis w_P) [%]

Plastizitätsdiagramm



ANLAGE 6.1

Chemische Analysenergebnisse (Feststoff-Mischproben)

Prüfbericht-Nr: B2212933

Auftraggeber 14491

Kleegräfe Geotechnik GmbH
Holzstr. 212
D-59556 Lippstadt

Eingangsdatum 19.07.2022

Auftrag-Nr. A190230

Probe-Nr. P202222407

Probenehmer / -eingang AG / Nightstar

Prüfart Horn & Co. Analytics GmbH

Untersuchungszeitraum 19.07.2022 - 25.07.2022

Ansprechpartner

Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe

Probenbezeichnung MP BS 1+2

Herkunftsort Am Aaseebad, Kanal

Entnahmeort Am Aaseebad, Kanal

Bemerkung

Untersuchungsergebnisse

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort	2. Norm
Probennahmeprotokoll	n.vorhanden			4*	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)	11,2	%	DIN EN 14346	1*	Wen	
Trockenrückstand (105°C)	88,8	%	DIN EN 14346	1*	Wen	
Glühverlust (550°C)	0,38	%	DIN EN 15169	1*	Wen	DIN EN 15935
Glührückstand (550°C)	99,6	%	DIN EN 15169	1*	Wen	DIN EN 15935
TOC (TS)	<0,1	%	DIN EN 15936	1*	Wen	DIN 19539
Extrahierbare lipophile Stoffe (TS)	<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 38407-43
Summe BTEX / Styrol / Cumol (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 22155	1*	Wen	DIN 38407-43
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 6 PCB (TS)	<0,01	mg/kg	DIN 38414-20	1*	Wen	DIN EN 15308
Summe 7 PCB (TS)	<0,01	mg/kg	DIN EN 15308	1*	Wen	DIN 38414-20
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

Prüfbericht-Nr: B2212933

Auftraggeber 14491

Kleegräfe Geotechnik GmbH
Holzstr. 212
D-59556 Lippstadt

Eingangsdatum 19.07.2022

Auftrag-Nr. A190230

Probe-Nr. P202222407

Probenehmer / -eingang AG / Nightstar

Prüfart Horn & Co. Analytics GmbH

Untersuchungszeitraum 19.07.2022 - 25.07.2022

Ansprechpartner

Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe

Probenbezeichnung MP BS 1+2

Herkunftsort Am Aaseebad, Kanal

Entnahmeort Am Aaseebad, Kanal

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort	2. Norm
Thallium (TS)	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Zink (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Elution mit dest. Wasser	ja		DIN EN 12457-4	1*	Wen	
pH-Wert (Eluat)	7,64		DIN EN ISO 10523	1*	Wen	
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	40	µS/cm	DIN EN 27888	1*	Wen	
Wasserlöslicher Anteil	<0,05	%	DIN 38409-1	1*	Wen	
Gesamtgehalt gelöst. Feststoffe	20	mg/L	DIN EN 15216	1*	Wen	
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 14402	1*	Wen	
DOC (Eluat)	5,40	mg/L	DIN EN 1484	1*	Wen	DIN EN 1484
Chlorid-IC (Eluat)	0,32	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen	
Cyanid, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	DIN EN ISO 14403	1*	Wen	
Cyanid, l. freisetzbar (Eluat)	<0,005	mg/L	DIN EN ISO 14403-2	1*	Wen	DIN EN ISO 14403
Fluorid-IC (Eluat)	0,14	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen	
Sulfat-IC (Eluat)	0,85	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, Sie = Siegen, Wit = Witten

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich nur auf die angelieferten bzw. auf die von der Horn & Co. Analytics GmbH entnommenen 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 Horn & Co. Analytics GmbH auszugsweise vervielfältigt werden.

Übersicht der verwendeten Normen / SOP's

Prüfbericht-Nr: B2212933

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

Eingangsdatum 19.07.2022
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202222407
Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfort Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 19.07.2022 - 25.07.2022

Ansprechpartner

Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe

Probenbezeichnung MP BS 1+2

Herkunftsort Am Aaseebad, Kanal

Entnahmeort Am Aaseebad, Kanal

DIN 19539: 2016-12	DIN 19747: 2009-07	DIN 38407-43: 2014-10
DIN 38409-1: 1987-01	DIN 38414-17: 2017-01	DIN 38414-20: 1996-01
DIN EN 12457-4: 2003-01	DIN EN 13346: 2001-04	DIN EN 13657: 2003-01
DIN EN 14039: 2005-01	DIN EN 14346: 2007-03	DIN EN 1483: 2007-07
DIN EN 1484: 1997-08	DIN EN 1484: 2019-04	DIN EN 15169: 2007-05
DIN EN 15216: 2008-01	DIN EN 15308: 2008-05	DIN EN 15308: 2016-12
DIN EN 15527: 2008-09	DIN EN 15935: 2012-11	DIN EN 15936: 2012-11
DIN EN 27888: 1993-11	DIN EN ISO 10301: 1997-08	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07
DIN EN ISO 10523: 2012-04	DIN EN ISO 11885: 2009-09	DIN EN ISO 12846: 2012-08
DIN EN ISO 14402: 1999-12	DIN EN ISO 14403: 2002-07	DIN EN ISO 14403-2: 2012-10
DIN EN ISO 17380: 2013-10	DIN EN ISO 22155: 2013-05	DIN EN ISO 22155: 2016-07
DIN ISO 11464: 2006-12	DIN ISO 18287: 2006-05	DepV Anhang 4 Nr. 3.1.1: 2009-04
LAGA KW/04: 2019-09		

Grenzwerteinstufung

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

Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung

Parameter	Meßwert	Einheit	Z0 Boden - L/S	Z1.1 Boden	DK 0	DK 1
Probennahmeprotokoll	n.vorhanden					
Probenhomogenisierung / -menge	auf 1 kg					
Probenvorbereitung	s.Anlage					
Feuchte (105°C)	11,2	%				
Trockenrückstand (105°C)	88,8	%				
Glühverlust (550°C)	0,38	%			3	3

Prüfbericht-Nr: B2212933

Auftraggeber 14491

Kleegräfe Geotechnik GmbH
Holzstr. 212
D-59556 Lippstadt

Eingangsdatum 19.07.2022

Auftrag-Nr. A190230

Probe-Nr. P202222407

Probenehmer / -eingang AG / Nightstar

Prüfart Horn & Co. Analytics GmbH

Untersuchungszeitraum 19.07.2022 - 25.07.2022

Ansprechpartner

Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe

Probenbezeichnung MP BS 1+2

Herkunftsort Am Aaseebad, Kanal

Entnahmeort Am Aaseebad, Kanal

Parameter	Meßwert	Einheit	Z0 Boden - L/S	Z1.1 Boden	DK 0	DK 1
Glührückstand (550°C)	99,6	%				
TOC (TS)	<0,1	%	0,5	1,5	1	1
Extrahierbare lipophile Stoffe (TS)	<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	2	
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 6 PCB (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		
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)	7,64		6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	5,5 - 13	5,5 - 13
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	40	µS/cm	250	250		
Wasserlöslicher Anteil	<0,05	%			0,4	3
Gesamtgehalt gelöst. Feststoffe	20	mg/L			400	3000
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	0,02	0,02	0,1	0,2
DOC (Eluat)	5,40	mg/L			50	50

Prüfbericht-Nr: B2212933

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

Eingangsdatum 19.07.2022
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202222407
Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfart Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 19.07.2022 - 25.07.2022

Ansprechpartner

Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe

Probenbezeichnung MP BS 1+2

Herkunftsort Am Aaseebad, Kanal

Entnahmeort Am Aaseebad, Kanal

Parameter	Meßwert	Einheit	Z0 Boden - L/S	Z1.1 Boden	DK 0	DK 1
Chlorid-IC (Eluat)	0,32	mg/L	30	30	80	1500
Cyanid, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	0,005	0,005		
Cyanid, l. freisetzbar (Eluat)	<0,005	mg/L			0,01	0,1
Fluorid-IC (Eluat)	0,14	mg/L			1	5
Sulfat-IC (Eluat)	0,85	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

Horn & Co. Analytics GmbH, Wenden 25.07.2022



i.A. Dorothea Egbun
Projektmanagement

Formblatt VA-HuK-025-F1

Probenvorbereitungsprotokoll**A. Allgemeine Angaben**

Datum 19.07.2022 **Proben-Nr.** P202222407

Auftraggeber KleeGräfe Geotechnik GmbH

Ansprechpartner Herr Dipl.-Ing. (FH) KleeGräfe

Probenkennzeichnung MP BS 1+2

B. Probenahmeinformationen

Probenahme durch ☐ Horn & Co. Analytics GmbH ☒ Auftraggeber

PN-Protokoll ☒ Nein ☐ Ja ☐ vorhanden ☒ n. vorhanden

Vorbereitung vor Ort ☒ Nein ☐ Ja ☐ bekannt ☒ n. bekannt

Probenart Boden

Probenmenge ☒ Masse[kg]: auf 1 kg ☐ Volumen[L]:

C. Untersuchungsinformationen

Untersuchung gegen ☒ LAGA Boden ☐ LAGA Bauschutt ☒ DepV ☐ PAK nach RuVA-Stb 01 ☐ sonst.:

Untersuchungsparameter ☐ physikalisch ☒ anorganisch Feststoff ☒ anorg. Eluat ☒ leichtflüchtig

☐ biologisch ☒ organisch Feststoff ☒ organ. Eluat

Bemerkungen

D. Probenvorbereitung (von der Labor- zur Prüfprobe)

Sortierung ☒ Nein ☐ Ja:

Siebung ☒ Nein ☐ Ja **Siebschnitt [mm]**

Durchgang [%] **Analytik vor** ☐ Durchgang ☐ Rückstand ☒ gesamt

Zerkleinerung ☐ Nein ☒ Ja ☒ Brechen ☒ Shreddern ☐ sonstiges:

Teilung ☐ 1/4-Teilung ☒ Riffelteiler ☐ Rotationsverteiler ☐ sonstiges:

Prüf-/Rückstellprobe

Originalsubstanz	☐ Nein ☒ Ja [g]: 500	☒ Rückstellprobe
Trockensubstanz	☐ Nein ☒ Ja [g]: 100	☐ Rückstellprobe
Probe für Eluat	☐ Nein ☒ Ja [g]: 100	☐ Rückstellprobe

E. Probenaufbereitung (von der Prüf- zur Messprobe)

Trocknung ☒ bei 105°C ☐ chemisch ☐ Lufttrocknung ☐ sonstiges:

Feinzerkleinerung ☐ Nein ☒ Ja ☒ Mahlen ☐ Schneiden ☐ sonstiges:

Siebung ☒ Nein ☐ Ja **Endfeinheit [mm]**

Prüf-/Rückstellprobe Gemahlene TS ☐ Nein ☒ Ja [g]: 50 ☒ Rückstellprobe

F. Sonstiges

Bemerkungen

Ort / Datum Wenden / 19.07.2022 **Unterschrift** 

i.A. Maximilian Wagener

Prüfbericht-Nr: B2212934

Auftraggeber 14491

Kleegräfe Geotechnik GmbH
Holzstr. 212
D-59556 Lippstadt

Eingangsdatum 19.07.2022

Auftrag-Nr. A190230

Probe-Nr. P202222408

Probenehmer / -eingang AG / Nightstar

Prüfart Horn & Co. Analytics GmbH

Untersuchungszeitraum 19.07.2022 - 25.07.2022

Ansprechpartner

Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe

Probenbezeichnung MP BS 3-5

Herkunftsort Am Aaseebad, Kanal

Entnahmeort Am Aaseebad, Kanal

Bemerkung

Untersuchungsergebnisse

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort	2. Norm
Probennahmeprotokoll	n.vorhanden			4*	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)	9,21	%	DIN EN 14346	1*	Wen	
Trockenrückstand (105°C)	90,8	%	DIN EN 14346	1*	Wen	
Glühverlust (550°C)	0,45	%	DIN EN 15169	1*	Wen	DIN EN 15935
Glührückstand (550°C)	99,6	%	DIN EN 15169	1*	Wen	DIN EN 15935
TOC (TS)	<0,1	%	DIN EN 15936	1*	Wen	DIN 19539
Extrahierbare lipophile Stoffe (TS)	<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 38407-43
Summe BTEX / Styrol / Cumol (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 22155	1*	Wen	DIN 38407-43
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 6 PCB (TS)	<0,01	mg/kg	DIN 38414-20	1*	Wen	DIN EN 15308
Summe 7 PCB (TS)	<0,01	mg/kg	DIN EN 15308	1*	Wen	DIN 38414-20
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

Prüfbericht-Nr: B2212934

Auftraggeber 14491

Kleegräfe Geotechnik GmbH
Holzstr. 212
D-59556 Lippstadt

Eingangsdatum 19.07.2022

Auftrag-Nr. A190230

Probe-Nr. P202222408

Probenehmer / -eingang AG / Nightstar

Prüfart Horn & Co. Analytics GmbH

Untersuchungszeitraum 19.07.2022 - 25.07.2022

Ansprechpartner

Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe

Probenbezeichnung MP BS 3-5

Herkunftsort Am Aaseebad, Kanal

Entnahmeort Am Aaseebad, Kanal

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort	2. Norm
Thallium (TS)	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Zink (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Elution mit dest. Wasser	ja		DIN EN 12457-4	1*	Wen	
pH-Wert (Eluat)	7,21		DIN EN ISO 10523	1*	Wen	
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	21	µS/cm	DIN EN 27888	1*	Wen	
Wasserlöslicher Anteil	<0,05	%	DIN 38409-1	1*	Wen	
Gesamtgehalt gelöst. Feststoffe	10,5	mg/L	DIN EN 15216	1*	Wen	
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 14402	1*	Wen	
DOC (Eluat)	2,35	mg/L	DIN EN 1484	1*	Wen	DIN EN 1484
Chlorid-IC (Eluat)	0,48	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 14403-2	1*	Wen	DIN EN ISO 14403
Fluorid-IC (Eluat)	<0,1	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen	
Sulfat-IC (Eluat)	0,76	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, Sie = Siegen, Wit = Witten

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich nur auf die angelieferten bzw. auf die von der Horn & Co. Analytics GmbH entnommenen 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 Horn & Co. Analytics GmbH auszugsweise vervielfältigt werden.

Übersicht der verwendeten Normen / SOP's

Prüfbericht-Nr: B2212934

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

Eingangsdatum 19.07.2022
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202222408
Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfort Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 19.07.2022 - 25.07.2022

Ansprechpartner

Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe

Probenbezeichnung MP BS 3-5

Herkunftsort Am Aaseebad, Kanal

Entnahmeort Am Aaseebad, Kanal

DIN 19539: 2016-12	DIN 19747: 2009-07	DIN 38407-43: 2014-10
DIN 38409-1: 1987-01	DIN 38414-17: 2017-01	DIN 38414-20: 1996-01
DIN EN 12457-4: 2003-01	DIN EN 13346: 2001-04	DIN EN 13657: 2003-01
DIN EN 14039: 2005-01	DIN EN 14346: 2007-03	DIN EN 1483: 2007-07
DIN EN 1484: 1997-08	DIN EN 1484: 2019-04	DIN EN 15169: 2007-05
DIN EN 15216: 2008-01	DIN EN 15308: 2008-05	DIN EN 15308: 2016-12
DIN EN 15527: 2008-09	DIN EN 15935: 2012-11	DIN EN 15936: 2012-11
DIN EN 27888: 1993-11	DIN EN ISO 10301: 1997-08	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07
DIN EN ISO 10523: 2012-04	DIN EN ISO 11885: 2009-09	DIN EN ISO 12846: 2012-08
DIN EN ISO 14402: 1999-12	DIN EN ISO 14403: 2002-07	DIN EN ISO 14403-2: 2012-10
DIN EN ISO 17380: 2013-10	DIN EN ISO 22155: 2013-05	DIN EN ISO 22155: 2016-07
DIN ISO 11464: 2006-12	DIN ISO 18287: 2006-05	DepV Anhang 4 Nr. 3.1.1: 2009-04
LAGA KW/04: 2019-09		

Grenzwerteinstufung

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

Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung

Parameter	Meßwert	Einheit	Z0 Boden - L/S	Z1.1 Boden	DK 0	DK 1
Probennahmeprotokoll	n.vorhanden					
Probenhomogenisierung / -menge	auf 1 kg					
Probenvorbereitung	s.Anlage					
Feuchte (105°C)	9,21	%				
Trockenrückstand (105°C)	90,8	%				
Glühverlust (550°C)	0,45	%			3	3

Prüfbericht-Nr: B2212934

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

Eingangsdatum 19.07.2022
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202222408
Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfart Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 19.07.2022 - 25.07.2022

Ansprechpartner

Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe

Probenbezeichnung MP BS 3-5

Herkunftsort Am Aaseebad, Kanal

Entnahmeort Am Aaseebad, Kanal

Parameter	Meßwert	Einheit	Z0 Boden - L/S	Z1.1 Boden	DK 0	DK 1
Glührückstand (550°C)	99,6	%				
TOC (TS)	<0,1	%	0,5	1,5	1	1
Extrahierbare lipophile Stoffe (TS)	<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	2	
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 6 PCB (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		
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)	7,21		6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	5,5 - 13	5,5 - 13
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	21	µS/cm	250	250		
Wasserlöslicher Anteil	<0,05	%			0,4	3
Gesamtgehalt gelöst. Feststoffe	10,5	mg/L			400	3000
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	0,02	0,02	0,1	0,2
DOC (Eluat)	2,35	mg/L			50	50

Prüfbericht-Nr: B2212934

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

Eingangsdatum 19.07.2022
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202222408
Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfart Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 19.07.2022 - 25.07.2022

Ansprechpartner

Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe

Probenbezeichnung MP BS 3-5

Herkunftsort Am Aaseebad, Kanal

Entnahmeort Am Aaseebad, Kanal

Parameter	Meßwert	Einheit	Z0 Boden - L/S	Z1.1 Boden	DK 0	DK 1
Chlorid-IC (Eluat)	0,48	mg/L	30	30	80	1500
Cyanid, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	0,005	0,005		
Cyanid, l. freisetzbar (Eluat)	<0,005	mg/L			0,01	0,1
Fluorid-IC (Eluat)	<0,1	mg/L			1	5
Sulfat-IC (Eluat)	0,76	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

Horn & Co. Analytics GmbH, Wenden 25.07.2022



i.A. Dorothea Egbun
Projektmanagement

Formblatt VA-HuK-025-F1

Probenvorbereitungsprotokoll**A. Allgemeine Angaben**

Datum 19.07.2022 **Proben-Nr.** P202222408

Auftraggeber Kleegräfe Geotechnik GmbH

Ansprechpartner Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe

Probenkennzeichnung MP BS 3-5

B. Probenahmeinformationen

Probenahme durch ☐ Horn & Co. Analytics GmbH ☒ Auftraggeber

PN-Protokoll ☒ Nein ☐ Ja ☐ vorhanden ☒ n. vorhanden

Vorbereitung vor Ort ☒ Nein ☐ Ja ☐ bekannt ☒ n. bekannt

Probenart Boden

Probenmenge ☒ Masse[kg]: auf 1 kg ☐ Volumen[L]:

C. Untersuchungsinformationen

Untersuchung gegen ☒ LAGA Boden ☐ LAGA Bauschutt ☒ DepV ☐ PAK nach RuVA-Stb 01 ☐ sonst.:

Untersuchungsparameter ☐ physikalisch ☒ anorganisch Feststoff ☒ anorg. Eluat ☒ leichtflüchtig

☐ biologisch ☒ organisch Feststoff ☒ organ. Eluat

Bemerkungen

D. Probenvorbereitung (von der Labor- zur Prüfprobe)

Sortierung ☒ Nein ☐ Ja:

Siebung ☒ Nein ☐ Ja **Siebschnitt [mm]**

Durchgang [%] **Analytik vor** ☐ Durchgang ☐ Rückstand ☒ gesamt

Zerkleinerung ☐ Nein ☒ Ja ☒ Brechen ☒ Shreddern ☐ sonstiges:

Teilung ☐ 1/4-Teilung ☒ Riffelteiler ☐ Rotationsverteiler ☐ sonstiges:

Prüf-/Rückstellprobe

Originalsubstanz	☐ Nein ☒ Ja [g]: 500	☒ Rückstellprobe
Trockensubstanz	☐ Nein ☒ Ja [g]: 100	☐ Rückstellprobe
Probe für Eluat	☐ Nein ☒ Ja [g]: 100	☐ Rückstellprobe

E. Probenaufbereitung (von der Prüf- zur Messprobe)

Trocknung ☒ bei 105°C ☐ chemisch ☐ Lufttrocknung ☐ sonstiges:

Feinzerkleinerung ☐ Nein ☒ Ja ☒ Mahlen ☐ Schneiden ☐ sonstiges:

Siebung ☒ Nein ☐ Ja **Endfeinheit [mm]**

Prüf-/Rückstellprobe Gemahlene TS ☐ Nein ☒ Ja [g]: 50 ☒ Rückstellprobe

F. Sonstiges

Bemerkungen

Ort / Datum Wenden / 19.07.2022 **Unterschrift** 
i.A. Maximilian Wagener

ANLAGE 7.1

Fotodokumentation

Fotodokumentation

Seite 1

Anlage 7.1

Situation am 06.07.2022



Foto 1: Blickrichtung ~SO; Übersicht über Bereich der BS 1 – BS 5

Situation am 06.07.2022



Foto 2: Blickrichtung ~NW; Bereich der BS 1 – BS 3 (Markierungen)

Fotodokumentation

Seite 2

Anlage 7.1

Situation am 06.07.2022



Foto 3: Blickrichtung ~SO; Bereich der BS 3 – BS 5 (Markierungen)