

GEOTECHNISCHER BERICHT

Projekt: Errichtung eines Regenüberlaufbeckens mit Regenklärbecken
an der Industriestraße in 33161 Hövelhof



- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Auftraggeber: ABWASSERWERK DER SENNEGEMEINDE HÖVELHOF
Schlossstraße 14, 33161 Hövelhof

Auftragnehmer: KLEEGRÄFE GEOTECHNIK GMBH
Holzstraße 212, 59556 Lippstadt

Projekt-Nr.: 23 12 16

Lippstadt, den 31. Mai 2024

Geschäftsführer

Udo Kleegräfe
Dipl.-Ing. (FH) Jochen Kleegräfe
Amtsgericht Paderborn, HRB B5917
Steuer-Nr. 330/5724/0904, Steuer-ID DE199 77 58 55

Bankverbindung

Volksbank Beckum-Lippstadt
BIC: GENODEM1LPS
IBAN: DE94 4166 0124 0763 6562 00
BLZ 416 601 24, Kto.-Nr. 763 656 200

Sparkasse Hellweg-Lippe
BIC: WELADED1SOS
IBAN: DE79 4145 0075 0430 0282 90
BLZ 414 500 75, Kto.-Nr. 430 028 290

- INHALTSVERZEICHNIS -

1.0 AUFGABENSTELLUNG / TÄTIGKEITEN	3
2.0 UNTERGRUNDSCHICHTUNG / GEOLOGIE	6
3.0 GRUNDWASSER / HYDROGEOLOGIE.....	8
3.1 UNTERSUCHUNG DES GRUNDWASSERS AUF BETONAGGRESSIVITÄT	10
4.0 CHEMISCHE UNTERSUCHUNG (SCHWARZDECKEN).....	11
5.0 CHEMISCHE UNTERSUCHUNG (AUSHUBMATERIAL)	15
5.1 BEWERTUNG DER MISCHPROBE	19
5.2 FAZIT / EMPFEHLUNGEN AUSHUBMATERIAL	19
6.0 BAUGRUNDBEWERTUNG	21
6.1 BAUGRUNDBEURTEILENDE LABORVERSUCHE	21
6.2 BAUGRUNDBEURTEILENDE GELÄNDEVERSUCHE (DPL-5).....	24
6.3 BODENMECHANISCHE KENNWERTE / BAUGRUNDBEURTEILUNG	25
6.4 BODENKLASSEN, HOMOGENBEREICHE, BODENGRUPPEN UND FROSTKLASSEN.....	26
6.5 HOMOGENBEREICHE GEM. VOB TEIL C	29
7.0 HINWEISGEBUNGEN ZUR BAUDURCHFÜHRUNG.....	30
7.1 GRÜNDUNG (RÜB- UND RKB-BAUTEIL)	38
7.2 GRÜNDUNG POTENZIELLER ROHRAUFLAGER	42
8.0 ANLAGEN.....	46

1.0 Aufgabenstellung / Tätigkeiten

Das ABWASSERWERK DER SENNEGEMEINDE HÖVELHOF plant die Errichtung eines Regenüberlaufbeckens (RÜB) mit Regenklärbecken (RKB) und verbindender Regenwasserkanäle an der Industriestraße in 33161 Hövelhof. Die Bauwerke sollen unterirdisch, unterhalb g. g. Straße errichtet werden.

Aufgabe war die Durchführung einer ingenieurgeologischen Baugrunderkundung und Baugrundbeurteilung. Hierauf basierend erfolgen ingenieurgeologische Hinweisen für den Neubau des Regenüberlauf- und Regenklärbeckens sowie für die Errichtung der Kanäle.

Ergänzend werden das potenzielle Boden-Aushubmaterial sowie die bei der Sanierung aufzunehmende Schwarzdeckenversiegelung hinsichtlich ihrer Wiedereinbaueignung/-zulässigkeit chemisch untersucht und klassifiziert. Die betonangreifende Wirkung des Grundwassers wurde ebenfalls untersucht und eingestuft.

Das ABWASSERWERK DER SENNEGEMEINDE HÖVELHOF (Schlossstraße 14, 33161 Hövelhof) beauftragte das Fachbüro KLEEGRÄFE GEOTECHNIK GMBH (Holzstraße 212, 59556 Lippstadt) auf Basis eines Angebotes vom 11.12.2023 mit den Untersuchungen sowie der Anfertigung des 'Geotechnischen Berichts'.

Auftraggeber: ABWASSERWERK DER SENNEGEMEINDE HÖVELHOF
Schlossstraße 14, 33161 Hövelhof

Planung: INGENIEURBÜRO TURK
Steinbreite 14, 33034 Brakel

Auftragnehmer: KLEEGRÄFE GEOTECHNIK GMBH
Holzstraße 212, 59556 Lippstadt

Für die Geländearbeiten sowie die Gutachtenerstellung stehen folgende vom AG am 23.05.2024 übermittelte Unterlagen zur Verfügung:

- Detaillageplan (M = 1:250, Stand 24.04.2023)
- Grundriss und Schnitt Regenüberlaufbauwerk (M = 1:25, Stand 24.04.2023)
- Grundriss und Schnitt Regenklärbecken (M = 1:50, Stand 24.04.2023)
- Längsschnitt RKB (M = 1:250/25, Stand 24.04.2023)

Die Lage der Ansatzpunkte geht aus dem Lageplan in Anlage 1.1 und der Fotodokumentation in Anlage 8.1 hervor. Nach Abschluss der Aufschlussarbeiten sind die Sondier- und Bohransatzpunkte lagemäßig eingemessen und höhenmäßig

einnivelliert worden. Als Bezugspunkt diente ein Schachtdeckel in der Industriestraße West (Nr. 7544 1562, Deckelhöhe = 104,26 m NHN).

Der Untersuchungsumfang ist in der nachfolgenden Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Untersuchungsumfang

Gelände (14.02.2024)	- Rammkernsondierungen (Ø 100 - 50 mm)	2 Stück
	- Diamantkernbohrungen (Ø 150 mm)	2 Stück
	- Leichte Rammsondierungen (DPL-5)	2 Stück
	- Einmessung in Lage und Höhe	2 Stück
	- Entnahme einer Grundwasserprobe	1 Stück
Boden- mechanisches Labor	- Korngrößenanalysen (DIN EN ISO 17892-4)	2 Stück
	- Wassergehaltsbestimmungen (DIN EN ISO 17892-1)	2 Stück
	- Glühverlustbestimmungen (DIN EN ISO 17685-1)	2 Stück
Chemische Untersuchungen	- Parameter PAK n. EPA	2 Stück
	- Parameter Phenolindex	2 Stück
	- Parameterumfang nach EBV Anlage 1, Tab. 3 (Bodenmaterial)	1 Stück
	- Parameterumfang Deponieverordnung	1 Stück
	- Betonaggressivität des Grundwassers	1 Stück

Lage: Das Arbeitsgebiet befindet sich im nördlich gelegenen Industriegebiet von Hövelhof an der 'Industriestraße West'. Die geplanten Bauwerke sollen im Bereich der Hausnummer 10 an der Abzweigung zur Straße 'Am Holtebach' errichtet werden. Die nähere Umgebung wird durch Industrie- und Gewerbekomplexe gebildet. Etwas weiter westlich grenzt das Landschaftsschutzgebiet 'Obere Senne' an das Industriegebiet. Am Untersuchungstag lag das zukünftige Baufeld mit einer asphaltierten Straße bebaut vor. Die Straße verbindet die Gewerbestandorte in dem Industriegebiet.

Vorfluter: Der 'Holtebach' mit westlicher Entwässerungsrichtung verläuft ca. 20 m nördlich des Untersuchungsgebietes.

Morphologie: Zwischen den Bohransatzpunkten konnten äußerst geringe Höhenunterschiede von 0,01 m ermittelt werden. Die Oberkante der Straße liegt demnach bei i. M. +104,32 m NHN. Das Gebiet ist der Frosteinwirkungszone I gem. RStO 12/24 zugehörig.

Erdbebenzone/Gefährdungspotenziale: Nach der '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 keine besonderen Gefährdungspotenziale an.

Das Areal ist außerhalb von ausgewiesenen oder geplanten Heilquellen- oder Trinkwasserschutzzonen gelegen. Des Weiteren liegt das Areal außerhalb geplanter und festgesetzter Überschwemmungsgebiete. Lediglich im nördlichen Randbereich erstrecken sich Teile des festgesetzten Überschwemmungsgebietes 'Schwarzwasserbach' (Festsetzung 23.07.2013), welches bei der Baumaßnahme berücksichtigt werden sollte.

Ver- und Entsorgungsleitungen: Alle Ver- und Entsorgungsleitungen im Trassenbereich sind im weiteren Verlauf der Arbeiten zu schützen.

Vorbemerkung: Kenntnisse über das Vorhandensein nicht zur Wirkung gekommener Kampfmittel sowie von archäologischen Artefakten und/oder Bodendenkmälern liegen dem AN nicht vor und die diesbezügliche Ermittlung ist nicht Bestandteil der Beauftragung. Ebenfalls nicht Bestandteil der Beauftragung ist die Einholung von Auskünften aus dem Altlastenkataster und/oder die Durchführung einer orientierenden Altlastenuntersuchung/Gefährdungsabschätzung.

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 Fa. KLEEGRÄFE gestattet.

2.0 Untergrundschichtung / Geologie

Es wurden zwei Bohrungen sowie zwei Leichte Rammsondierungen im Bereich der geplanten Bauwerke niedergebracht. Die Geländearbeiten erfolgten am 14.02.2024. Die Bodenansprache erfolgte im Anschluss an die Sondierungen durch einen erfahrenen Geologen nach der DIN 14688-1. Die Bohrungen wurden zu Schichtprofilen entwickelt und höhenmäßig zueinander in Beziehung gestellt (Schnittdarstellungen: Anlage 2.1).

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 grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Beschreibung der Bodenverhältnisse im Untersuchungsbereich auf den Bohrungen beruht. Abweichende Bodenverhältnisse zwischen den Bohransätzen können aufgrund der punktuellen Untergrundaufschlüsse nicht ausgeschlossen werden. Die Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse sind in der Tabelle 2 aufgeführt.

Tabelle 2: Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse (in m u. GOK / m NHN)

Bohrsondierung	BS 1	BS 2
Ansatz	+104,32	+104,31
Asphaltdeckschicht	-0,03	-0,05
Asphalttragschicht	0,03-0,16	0,05-0,21
Füll-Kies	0,16-0,20	-
Füll-Sand	0,20-0,50	(0,21-0,50)
Fluviatil-Sand	0,50-2,10 (2,10-3,00) ab 3,00	(ab 0,50)
Grundwasser	1,40 = +102,92	0,90 = +103,41
Endteufe BS	7,00	7,00
Endteufe DPL	7,00	7,00

braun = organisch, (braun) = schwach organisch

3.0 Grundwasser / Hydrogeologie

Es handelt sich bei den angetroffenen Feuchteverhältnissen um eine zeitliche Momentaufnahme. Langfristige Messdaten liegen dem AN nicht vor. Die Geländearbeiten erfolgten in einer niederschlagsmäßig überdurchschnittlich ergiebigen Jahresperiode im Februar 2024. Die angetroffenen Feuchte-/ Nässeverhältnisse stellen vermutlich relative Hoch-, jedoch keine Maximalstände dar. In noch niederschlagsintensiveren Perioden wird mit einem weiteren Anstiegspotenzial bzw. mit deutlich geringeren Grundwasser-Flurabständen bzw. höheren Bodenfeuchten gerechnet.

Untergrundnässe: Am Untersuchungstag konnte Grundwasser zwischen 1,40 m u. GOK (BS 1) und 0,90 m u. GOK direkt gelotet werden. **Grundwasser steht somit innerhalb des Poren-Grundwasserleiters bei i. M. 1,15 m u. GOK bzw. bei einem mittleren Niveau von +103,17 m NHN an.**

Grundwassermessstelle: Eine Grundwassermessstelle in etwa 300 m östlicher Entfernung (Name: 2 GEHA Werke; Eigentümer: FIRMA GEHA-WERKE HÖVELHOF) weist bei einer Geländeoberkante von +106,22 m NHN und einem monatlichen Messintervall von 1967 bis 2015 einen durchschnittlichen Grundwasserstand von +104,92 m NHN aus, welches etwa einen Grundwasserflurabstand von 1,30 m ausmacht. Der höchste Grundwasserstand wurde bei +105,42 m NHN (~0,80 m GW-Flurabstand) gemessen. Laut Elwas-Web (MINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND VERKEHR) sind die Messwerte für Auskünfte zum Grundwasserstand in der Umgebung der Messstelle geeignet. Durch die Daten der Grundwassermessstelle wird verifiziert, dass es sich bei dem angetroffenen zusammenhängenden Wasser um 'echtes' Grundwasser handelt. Auch der 'ähnliche' durchschnittliche Grundwasserflurabstand bestätigt die Geländebefunde.

Staunässepotenzial: Die Füll-Kiese, Füll-Sande sowie Geogensande führen in Abhängigkeit des Grades der Verlehmung kein nennenswertes bis allenfalls ein geringes Staunässepotential (Nichtstauer bzw. Grundwasserleiter). Die stärker verlehmtten Sande hingegen weisen ein erhöhtes Staunässepotential auf. Nach Offenlegung ist bei Niederschlagsereignissen mit mäßigem Stauwasser sowie einer Konsistenzverringerung dieser verlehmtten Böden zu rechnen. Es ist in diesem Zusammenhang auf die Nässesensibilität und -anfälligkeit verlehmtter Sande hinzuweisen, welche bei einer Wassergehaltszunahme (= Feuchteerhöhung) eine Baugrundgüteverschlechterung

infolge einer Konsistenzabnahme (Aufweichungen) aufzeigen. Die Konsistenz ist eine veränderliche Baugrundgröße.

Hochwasser: Laut digitalen Kartennetzwerk Elwas (MINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND VERKEHR NRW) grenzt aus nördlicher Richtung der Randbereich des festgesetzten Überschwemmungsgebietes 'Schwarzbach' an das Bau Feld. Bei einem Vergleich mit der Hochwassergefahrenkarte sind auch bei unwahrscheinlichen HQ 100-Ereignissen keine direkten Beeinflussungen zu Befürchten. Auch hier wird lediglich der Randbereich tangiert. Nicht ausgeschlossen werden kann jedoch die Konsequenz des Hochwassers - ein möglicher Grundwasseranstieg bis zur Geländeoberkante.

Bemessungswasserstand: Für das vorliegende Bauvorhaben wird nach DIN 18 533 bzw. Merkblatt BWK-M8 empfohlen, den **Bemessungswasserstand für das Grundwasser ohne die Berücksichtigung von Extremereignissen** (siehe oben) **0,40 m unter zukünftiger GOK** (höchster gemessener GW-Stand zzgl. eines Sicherheitsaufschlages von 0,50 m) anzusetzen.

Die die Wasserdurchlässigkeit bestimmenden k_f -Werte ('Durchlässigkeitsbeiwerte') können für die erfassten relevanten Bodenschichten wie folgt abgeschätzt werden.

Bodenart	k_f -Wert in m/s
<u>- Füll-Kies</u>	
Kies.....	$10^{-3} - 10^{-4}$
<u>- Füll-Sand</u>	
Sand, (schwach) kiesig, (schwach) schluffig, z. T. schwach organisch.....	$10^{-4} - 10^{-6}$
<u>- Fluvial-Sand</u>	
Sand, (schwach) schluffig, z.T. (schwach) organisch.....	$10^{-4} - 10^{-7}$

Bewertung der Lockergesteinsdurchlässigkeit mittels Durchlässigkeitsbeiwert
(nach DIN 18 130)

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

3.1 Untersuchung des Grundwassers auf Betonaggressivität

Betonaggressivität Grundwasser: Es wurden im Zuge der Maßnahme die Bohrung BS 1 zu einem temporären Pegel zwecks Grundwasserprobenahme ausgebaut. Der temporären Grundwassermessstelle wurde am 14.02.2024 nach Pegelbau eine Grundwasserprobe entnommen, welche von einem akkreditierten Chemielabor (HORN & CO. ANALYTICS GMBH, 57482 Wenden) auf ihre betonangreifende Wirkung untersucht wurde. Das Probenahmeprotokoll ist der Anlage 7.1 und die Analysenergebnisse sind der Anlage 6.3 zu entnehmen.

Betonaggressivität (DIN 4030):

WP BS 1: 'betonangreifendes Wasser n. DIN 4030 – nicht angreifend'

Für die hier relevante Bohrung BS 1 konnte ein 'nicht angreifendes' Grundwasser ermittelt werden, das für den gesamten Trassenbereich planerischerseits zu berücksichtigen ist.

4.0 Chemische Untersuchung (Schwarzdecken)

Die vorhandene Versiegelung im Bereich der 'Industriestraße' besteht aus einer zweilagigen Schwarzdecke aus Asphaltdeckschicht und -tragschicht.

Die gewonnenen Schwarzdeckenkerne werden ausschließlich hinsichtlich der chemischen Zusammensetzung bewertet. Materialspezifische Auffälligkeiten (z. B. lokales Vorhandensein von Bitu-Kies, Profilabschnitte mit hohen Porositäten, etc.) werden nicht bewertet.

Bodenbelastungen: Das Bohrgut wurde nach Bohrbeendigung auf umwelt-geologisch auffällige Inhaltsstoffe kontrolliert. Die Kerne wiesen keine organoleptischen Auffälligkeiten auf.

Methodik / Bewertungsmaßstab: Es wurde die örtlich im Rahmen der Maßnahme zu lösende Schwarzdecke auf ihren möglichen PAK-Schadstoffgehalt ('Teergehalt') hin untersucht. Ziel der Untersuchung ist die Ermittlung der Wiedereinbaueignung. Hinzuweisen sei darauf, dass im Falle einer Wiederverwertungs-Eignung betreffendes Material selbstverständlich – bei Einhaltung der betreffenden Bedingungen – an anderen Orten eingebaut werden kann.

Als Bewertungsgrundlagen dienen:

- a) **LANUV-Arbeitsblatt 47** (*'Teerhaltiger Straßenaufbruch und Ausbauasphalt, Erkennung – Umgang - Entsorgung, Ausgabe 08/2021'*), LANDESAMT FÜR NATUR, UMWELT- UND VERBRAUCHERSCHUTZ NORDRHEIN-WESTFALEN (LANUV), Recklinghausen.
- b) **RuVA-StB 01-Richtlinie** (*'Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau (RuVA-StB 01, Ausgabe 2001, Fassung 2005)'*), der FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESSEN/AG ASPHALTSTRASSEN.

Das o. g. Arbeitsblatt fasst die bestehenden Regelungen (u. a. RuVA-StB 01, etc.) zusammen und enthält "Hinweise für die Erkennung von Schadstoffen in Straßen-ausbaustoffen, Anforderungen an den ordnungsgemäßen Umgang sowie an die Entsorgung und den Wiedereinbau von Straßenaufbruch".

Die wichtigsten Punkte des Arbeitsblatts werden in den folgenden Abschnitten kurz zusammengefasst:

ÜBERBLICK LANUV-ARBEITSBLATT 47:

Differenzierung in teerfreien und teer-/pechhaltigen Straßenaufbruch: In dem LANUV-Arbeitsblatt wird das Material anhand des PAK-Gehalts in **‘teerfreien’** (≤ 25 mg/kg PAK n. EPA) und **‘teer-/pechhaltigen’** (> 25 mg/kg PAK n. EPA) Straßenaufbruch unterschieden.

‘Teerfreier’ Straßenaufbruch (≤ 25 mg/kg PAK n. EPA):

‘Teerfreier’ Straßenaufbruch mit einem PAK-Gehalt ≤ 25 mg/kg ist als ‘Ausbauasphalt’ zu bezeichnen und soll möglichst für die Herstellung von neuem Asphaltmischgut verwendet werden. Hierfür ist es erforderlich, dass das Material schichtenweise (Deckschicht, Binderschicht) gefräst und separat gelagert wird. Dies ist bereits in der Leistungsbeschreibung zu berücksichtigen.

Alternativ kann Asphaltgranulat (Asphalt-Fräsgut oder nachträglich gebrochener Ausbauasphalt) für die Herstellung von Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln (HGT) oder bitumengebundenen Tragschichten in Kaltaufbereitung (Kaltmischverfahren) wiederverwendet werden.

Wenn keine ausreichenden Verwertungskapazitäten in Asphaltmischwerken zur Verfügung stehen, können Kleinmengen auch in Recyclinganlagen zu RC-Baustoffen aufbereitet werden (im Rahmen der geltenden Güte-Richtlinien).

Eine Beseitigung auf Deponien ist zu vermeiden und kommt nur in Betracht, wenn eine Verwertung technisch nicht möglich oder wirtschaftlich nicht zumutbar ist.

‘Teer-/pechhaltiger’ Straßenaufbruch (> 25 mg/kg PAK n. EPA):

‘Teer-/pechhaltiger’ Straßenaufbruch soll mit Verfahren entsorgt werden, welche die Ausschleusung der Schadstoffe aus dem Stoffkreislauf dauerhaft gewährleisten. Für Straßenaufbruch, dessen Gehalt an PAK nach EPA 25 mg/kg überschreitet, kommt die Verwertung / Beseitigung auf Deponien oder die thermische Behandlung zur Schadstoffzerstörung in Betracht.

Eine Wiederverwendung von ‘teer-/pechhaltigem’ Straßenaufbruch mittels Heißmischverfahren ist aufgrund der damit verbundenen Freisetzung von Schadstoffen nicht zulässig. Es stehen zwar Verfahren zur Kalteinbindung von teerhaltigem

Straßenaufbruch zur Verfügung, ein Einbau/Wiedereinbau von ´teer-/pechhaltigen´ Straßenbaustoffen in Bundesfern- und Landesstraßen im Zuständigkeitsbereich des Landes Nordrhein-Westfalen erfolgt jedoch nicht mehr. Auch für den kommunalen Straßenbau im Zuständigkeitsbereich der Kreise, Städte und Gemeinden wird empfohlen, diese Regelung umzusetzen.

Hinweis zum Ausbau, Separierung: Es besteht grundsätzlich ein Minimierungsgebot für Abfälle. Sofern technisch möglich und wirtschaftlich zumutbar soll ein lagenweiser Ausbau teerhaltiger und teerfreier Schichten und eine Getrennthaltung auf der Baustelle gewährleistet werden.

Im Rahmen der Ausschreibung ist die jeweilige Schichtdicke möglichst genau zu benennen. Ein Sicherheitsabstand beim Fräsen (Zugabe von i. d. R. 2-3 cm zur teerhaltigen Schicht) ist erforderlich, um unebene Schichtgrenzen und Querkontaminationen im Grenzbereich auszuschließen.

Qualifizierte Laboranalytik: Die chemischen Analysen der Probe führte die HORN & CO. ANALYTICS GMBH (Otto-Hahn-Straße 2, 57482 Wenden) durch, welche die entsprechenden Zulassungen besitzt. Die detaillierten Analysenergebnisse sind der Anlage 6.1 zu entnehmen.

Probenauswahl / Parameterumfang: Es wurden die Schwarzdeckenkerne der Bohransatzpunkte BS 1 und BS 2 untersucht.

In der nachfolgenden Tabelle 3 werden die analysierten Kernproben inkl. Tiefenlage der Proben und der untersuchte Parameterumfang aufgeführt.

Tabelle 3: analysierte Kernproben und Untersuchungsumfang

Kernprobe	Profilbereich (m u. GOK)	Gesamtstärke Kern	Parameterumfang
Kern 1/1	0,00-0,16	d = 16,0 cm	PAK n. EPA, Phenolindex
Kern 2/1	0,00-0,21	d = 21,0 cm	PAK n. EPA, Phenolindex

Analysenergebnisse (s. Anlage 6.1): In der nachfolgenden Tabelle 4 werden die Analysenergebnisse der untersuchten Kernproben aufgeführt und entsprechend LANUV-Arbeitsblatt und RuVA-StB-Richtlinie bewertet.

Tabelle 4: Beurteilung nach LANUV-Arbeitsblatt / RuVA-StB-Richtlinie

Kernprobe		Kern 1/1	Kern 2/1
PAK n. EPA [mg/kg]		5,83	2,24
Phenolindex [mg/L]		<0,01	<0,01
LANUV	Zuordnung	‘teerfrei’	
	Verwendung	<u>bevorzugt:</u> Wiederverwertung in Mischgut <u>alternativ:</u> Verwertung in Recyclingbaustoffen oder als Monofraktion (nach ergänzenden chemischen Analysen)	
RuVA	Asphaltart	‘Ausbauasphalt’	
	Verw.-Klasse	A	
	Verw.-Verfahren	‘Heißmischverfahren’	
AVV	Abfall-Schlüssel-Nr.	17 03 02 (‘Bitumengemische mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 03 01 fallen’)	

ANALYSEN-FAZIT:

Die Schwarzdeckenkerne der BS 1 und BS 2 zeigen jeweils einen PAK-Gehalt ≤ 25 mg/kg und Phenolindexkonzentrationen unterhalb der labortechnisch angesetzten Bestimmungsgrenze und sind damit als ‘teerfreier Straßenaufbruch’ bzw. als ‘Ausbauasphalt’ zu bezeichnen (RuVA-Verwertungsklasse A) und sind grundsätzlich wiedereinbaueeignet. Die verschiedenen Verwertungsmöglichkeiten können den obigen Ausführungen entnommen werden.

Fazit/Empfehlungen: Es wird empfohlen, die aufzunehmenden Schwarzdecke zu ca. 95 % gemäß einer Einstufung nach RuVA-StB-Verwertungsklasse A bzw. als ‘Ausbauasphalt’ auszuschreiben.

Aufgrund der punktuellen Untergrundaufschlusses sollten Sicherheiten hinsichtlich höher belasteter Materialien einkalkuliert werden. In einem Leistungsverzeichnis sollte eine geringe Sicherheitsmasse (ca. 5 %) für eine Entsorgung für Material als ‘teerhaltiger Straßenaufbruch’ (> 25 mg/kg PAK) mit einer Einstufung gemäß RuVA-Verwertungsklassen B/C mit abgefragt werden.

Bei einer Verwertung nach den aktuell gültigen Richtlinien werden keine weiteren Untersuchungen für notwendig erachtet.

5.0 Chemische Untersuchung (Aushubmaterial)

Veranlassung: Es ist bei der Maßnahme mit anfallenden Überschuss-/Aushubböden zu rechnen. Daher erfolgt eine umweltrelevante Untersuchung des potenziell aufzunehmenden Aushubs. Ziel ist die Kenntnisnahme des konkreten Schadstoffpotenzials sowie die Beurteilung einer Wiedereinbaueignung/-zulässigkeit und die Aufzeigung eines geeigneten Entsorgungsweges.

Methodik / Parameterumfang: Die anstehenden Böden im Arbeitsgebiet wurden zu einer Mischprobe zusammengefasst und auf die Parameterumfänge gemäß Ersatzbaustoffverordnung (Matrix 'Bodenmaterial' nach Anlage 1, Tabelle 3) und Deponieverordnung (nach Anhang 3, Tabelle 2) untersucht.

Bei der untersuchten Probe handelt es sich um eine aus Bohrungseinzelproben zusammengestellte Mischprobe. Die in der Mischprobe enthaltenen Einzelproben sind der Tabelle 5 sowie die Details zur Probenahme (Bodenart, Entnahmetiefe, etc.) der Anlage 2.1 (Schichtendarstellung) zu entnehmen.

Ein zusammenfassendes Probenahmeprotokoll (z. B. zur Vorlage bei der Deponie) liegt KLEEGRÄFE-intern vor und kann bei Bedarf nachgereicht werden.

Tabelle 5: Analysenparameter / Mischprobenbenennung (Einzelprobenauswahl)

Feststoffanalysen (Boden)	
Parameterumfänge	Einzelprobenauswahl
EBV (Matrix: Bodenmaterial, Anlage 1, Tabelle 3) und Deponieverordnung (Anhang 3, Tabelle 2)	<u>MP Aushub:</u> 1/2 + 1/3 + 1/4 + 1/5 + 1/6 + 1/7 + 1/8 + 2/2 + 2/3 + 2/4 + 2/5

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 6.2 zu entnehmen.

Anmerkung Parameterumfang Ersatzbaustoffverordnung (EBV): Die Analyse der Mischprobe erfolgte auf die Parameter der **Ersatzbaustoffverordnung (EBV)** für die Matrix 'Bodenmaterial' gemäß Anlage 1, Tabelle 3. Hintergrund ist hier die am 01.08.2023 in Kraft getretene Mantelverordnung, welche die länderspezifischen Regelungen (u. a. LAGA_{Boden}) abgelöst hat. Die Mantelverordnung umfasst die Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, die Neufassung der Bundes-

Bodenschutz- und Altlastenverordnung sowie Änderungen der Deponie- und Gewerbeabfallverordnung.

Anmerkung Parameterumfang Deponieverordnung (DepV): Für eine Deponierung anfallender Aushubmassen wurde an der Mischprobe ergänzend der Parameterumfang gemäß **Deponieverordnung (DepV)** untersucht.

Es wird darauf hingewiesen, dass am 01.01.2024 ein explizites Ablagerungsverbot nach §7 Abs. 3 der Deponieverordnung für Abfälle in Kraft getreten ist, die einer Verwertung zugeführt werden können. Ausgenommen hiervon sind diejenigen Abfälle, bei denen eine Ablagerung auf Deponien den Schutz von Mensch und Umwelt am besten oder in gleichwertiger Weise wie die Vorbereitung zur Wiederverwendung und das Recycling gewährleistet.

Bewertungsgrundlagen: Die Boden-Bewertung erfolgt hinsichtlich einer Wiedereinbaubeurteilung/-zulässigkeit nach den folgenden Verordnungen:

- a) **Mantelverordnung** (*Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung*, Stand 09.07.2021), darin
 - **Artikel 1:** *Verordnung über Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technische Bauwerke* (**Ersatzbaustoffverordnung** – ErsatzbaustoffV; kurz EBV, letzte Änderung: 13.07.2023)
- b) **Deponieverordnung DepV** (*Verordnung über Deponien und Langzeitlager*, Stand: 27.04.2009, letzte Änderung: 09.07.2021), einschließlich *Änderungen der Deponieverordnung* gemäß **Artikel 3 der Mantelverordnung**

Gegebenenfalls vorliegende bodenmechanische Anforderungen sind beim Wiedereinbau gesondert zu beachten.

Die Anwendung der Ersatzbaustoffverordnung ist auf die Herstellung von 'technischen Bauwerken' beschränkt.

Anwendungsfälle, die in den Zuständigkeitsbereich der (novellierten) Bundes-Bodenschutzverordnung fallen (z. B. Geländeaufhöhung, Wiedernutzbarmachung, Rekultivierung oder Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht auf technischen Bauwerken), werden nachfolgend ausdrücklich nicht betrachtet.

In den Verordnungen und der Richtlinie sind Tabellen mit Werten enthalten, nach denen Bodenaushub verschiedenen Qualitätsniveaus zugeordnet werden kann:

EBV - HINWEISE ZU DEN EINSATZMÖGLICHKEITEN VON MEBs:

Die Einsatzmöglichkeiten von mineralischen Ersatzbaustoffen (MEBs) in technischen Bauwerken sind der Anlage 2 der Ersatzbaustoffverordnung zu entnehmen. Für Bodenmaterial sind z. B. die Tabellen 5 (BM-0*/BM-F0*) bis 8 (BM-F3) relevant.

Der Einbau hat oberhalb der in Anlage 2 vorgesehenen Grundwasserdeckschicht bzw. der sog. „Grundwasserfreien Sickerstrecke“ zu erfolgen.

Dabei beschreibt die „Grundwasserfreie Sickerstrecke“ den Abstand zwischen der Unterkante des unteren Einbauhorizontes des mineralischen Ersatzbaustoffs und dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand.

Die Bodenart im Bereich der „Grundwasserfreien Sickerstrecke“ muss dabei den Hauptgruppen der Bodenarten Sand, Lehm, Schluff oder Ton entsprechen, damit eine Funktion als Grundwasserdeckschicht vorliegt. Der Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen ist grundsätzlich unzulässig, wenn die Grundwasserdeckschicht aus Böden mit den Gruppensymbolen GE, GW, GI, GU und GT besteht. Die Grundwasserdeckschicht kann natürlich vorliegen oder hergestellt werden.

In den Einbautabellen werden die Konfigurationen der „Grundwasserfreien Sickerstrecke“ unterschieden in „ungünstig“ (0,1 - 1 m + 0,5 m Sicherheitsabstand; s. Abb. 1) und „günstig - Sand“ bzw. „günstig - Lehm, Schluff, Ton“ (> 1 m + 0,5 m Sicherheitsabstand; s. Abb. 2).

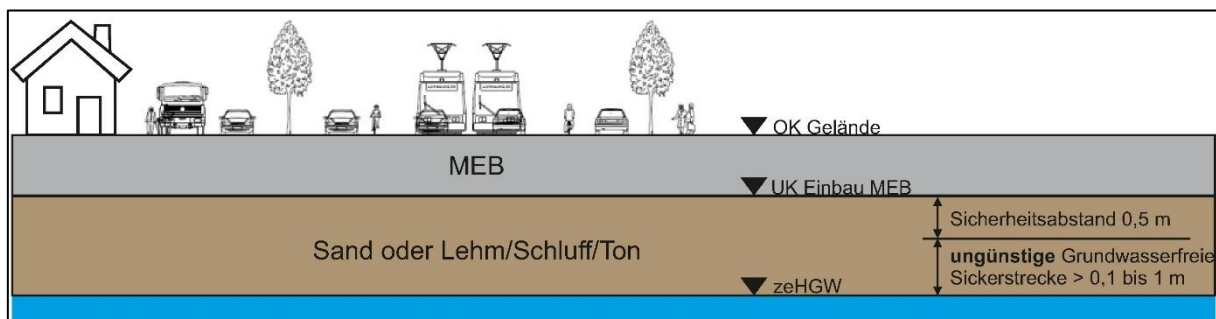


Abbildung 1: Konfiguration der Grundwasserdeckschichten – **ungünstig**

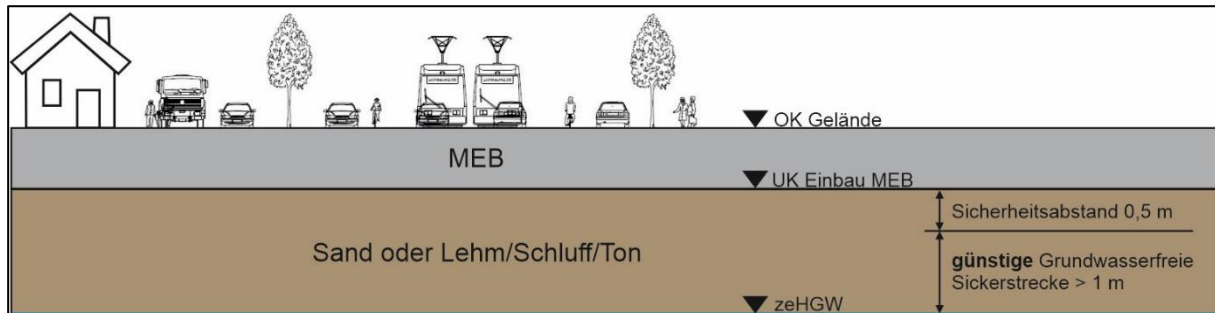


Abbildung 2: Konfiguration der Grundwasserdeckschichten - günstig

Hinweis: In Wasser- sowie Heilquellenschutzgebieten der Zone I ist der Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen unzulässig. In Schutzgebieten der Zone II darf Bodenmaterial der Klasse BM-0 eingebaut werden. Innerhalb von Schutzbereichen der Zone III sind die Einsatzmöglichkeiten von mineralischen Ersatzbaustoffen auf günstige Eigenschaften der Grundwasserdeckschichten (Sand oder Lehm, Schluff, Ton; grundwasserfreie Sickerstrecke > 1 m + 0,5 m Sicherheitsabstand) beschränkt.

Hinweis zum Einbau von MEBs im Untersuchungsbereich: Das Arbeitsgebiet ist außerhalb festgesetzter oder geplanter Wasser- sowie Heilquellenschutzgebiete gelegen, sodass diesbezüglich keine Einschränkungen vorliegen.

Der Bemessungswasserstand für das Grundwasser wurde 0,40 m u. aktueller bzw. zukünftiger GOK angesetzt. Die Einhaltung der erforderlichen grundwasserfreien Sickerstrecke ist somit nicht gegeben. Ein Einbau von MEBs ist somit auf Grundlage der vorliegenden Daten nicht möglich.

Abschließend wird darauf hingewiesen, dass MEBs der Einstufung BM-0/BG-0 unabhängig von der Grundwasser-/Deckschicht-Situation eingebaut werden dürfen.

ZUORDNUNGSKRITERIEN DEPONIEVERORDNUNG (DEPV):

Deponie- Klassen DepV	DK 0	Oberirdische Deponie für Inert-Abfälle (z.B. unbelasteter Boden/Bauschutt)
	DK 1-2	Oberirdische Deponie für nicht gefährliche Abfälle
	DK 3	Oberirdische Deponie für nicht gefährliche und gefährliche Abfälle

5.1 Bewertung der Mischprobe

In der folgenden Tabelle 6 wird die Mischprobe entsprechend der Analysenergebnisse gemäß EBV und DepV eingestuft. Es werden die Parameter aufgeführt, für die eine Überschreitung von Material-/Zuordnungswerten vorliegt.

Tabelle 6: Ergebnisse der chemischen Untersuchungen nach EBV und DepV

Mischprobe	Verordnung	auffällige / klassifizierungsrelevante Parameter	Einstufung
MP Aushub	EBV	PAK n. EPA (4,1 mg/kg)	BM-0*
	DepV	keine	DK 0

Das Material der Mischprobe *MP Aushub* ist gemäß EBV als **BM-0*** und wiedereinbaueeignet. Das Material kann nachrangig gemäß **DK 0** entsorgt werden.

5.2 Fazit / Empfehlungen Aushubmaterial

Das Material der Mischprobe ist auf Grundlage der Analysenergebnisse gemäß BM-0* und DK 0 einzustufen. **Für die Ausschreibung sind die o. g. Klassifizierungen maßgeblich. Die hier durchgeführten Sondierungen und entnommenen sowie untersuchten Proben stellen punktuelle Untergrundaufschlüsse dar, daher können spätere chemische Analysen (an anderen Untersuchungspunkten) von den o. g. Zuordnungen abweichende Einstufungen ergeben. In einem LV sollten daher sicherheitshalber Eventualpositionen für „höher“ belastete Aushubböden vorgesehen werden.**

Aktuelle chemische Analysen: Die durchgeführten Analysen gemäß Ersatzbaustoffverordnung besitzen nach § 14, Abs. 1 der EBV unbegrenzte Gültigkeit, „*sofern sich die Beschaffenheit des Bodens zum Zeitpunkt des Aushubs oder des Abschiebens, insbesondere aufgrund der zwischenzeitlichen Nutzung, nicht verändert hat*“. Anderenfalls ist zur Abfuhr vorgesehenes Bodenmaterial gemäß EBV (Anl. 1, Tab. 3) erneut zu untersuchen.

6.0 Baugrundbewertung

6.1 Baugrundbeurteilende Laborversuche

Korngrößenanalysen (nach DIN EN ISO 17892-4): Es wurden zwei Korngrößenanalysen zur Charakterisierung der gründungsrelevanten Böden durchgeführt. In der Anlage 3.1 sind die ermittelten Kornverteilungen als Kornsummenkurven grafisch dargestellt. Die Ergebnisse der Analysen sind zusammenfassend in der nachfolgenden Tabelle 7 aufgeführt.

Tabelle 7: Ergebnisse der Korngrößenanalysen/Wassergehaltsbestimmungen

Probe / (Genese)	Profilber. m u. GOK	Ton (%)	Schluff (%)	Sand (%)	Kies (%)	d ₁₀ (mm)	k _f -Wert (m/s)*	Wasser- gehalt w
1/7 (S)	3,00-4,00	1,4		97,4	1,2	0,1170	$\sim 1,4 \times 10^{-4}$	14,85 %
2/4 (S)	1,50-3,00	3,0		84,3	12,7	0,1091	$\sim 1,2 \times 10^{-4}$	16,20 %

Genese: S = Fluvial-Sand; **fett** = prägend

* k_f-Wertbestimmung: bei nicht-bindigen Böden nach BEYER

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

Bei den im Gelände als Fluvialsand angesprochenen Böden der Proben 1/7 und 2/4 handelt es sich nach Siebanalyse jeweils um einen beinahe reinen Sand-Boden. Lediglich der Sand-Boden der Probe 2/4 weist zusätzlich einen schwachen kiesigen Anteil auf. Bindige Bestandteile sind in nicht nennenswerten Maße vorhanden.

Bodenbezeichnung (DIN 4022) und Bodenklassen (DIN 18 196):

Probe 1/7: Sand (DIN 18 196: SE)

Probe 2/4: Sand, schwach kiesig (DIN 18 196: SE)

Durchlässigkeiten: Der Durchlässigkeitsbeiwert kann bei nicht-bindigen Böden orientierend anhand der Kornverteilungskurve nach BEYER bestimmt werden.

Die untersuchten Sande weisen Durchlässigkeiten in der Größenordnung von k_f $\sim 1 \times 10^{-4}$ m/s (gem. DIN 18 130: 'stark durchlässig') auf. Die Böden führen damit kein nennenswertes Staunäsepotenzial.

Wassergehaltsbestimmung (DIN EN ISO 17892-1, Anlage 4.1): Die ergänzend auf ihren Wassergehalt hin untersuchten Proben weisen mit > 14% bereits eine deutliche Wassersättigung auf.

Ungleichförmigkeit: Aufgrund der jeweils niedrigen Ungleichförmigkeitszahl von U < 3 wird der untergrundprägende Sand nach DIN 1054 als 'gleichförmig' eingestuft.

Deutlich wird eine enge Stufung, was eine sog. 'Verdichtungsunwilligkeit' verursacht. Die Böden dürfen somit nicht direkt, lediglich mit einer Schotterauflage nachverdichtet werden.

Frostklassen: Nach der Frostempfindlichkeitsklassifikation der ZTVE-StB können die untersuchten Sande aufgrund des nicht nennenswerten Feinkornanteils in die Frostempfindlichkeitsklasse F 1 eingestuft werden ('nicht frostempfindlich').

Glühverlustbestimmung (nach DIN 18 128): Die im Gelände als (schwach) organisch angesprochenen Proben 1/5 und 2/4 wurden ergänzend auf ihren Organikanteil hin untersucht. Die Ergebnisse der Untersuchungen (Glühverlust als Mittelwert von drei Versuchen; siehe Anlage 5.1) sind der folgenden Tabelle 8 zu entnehmen.

Neben der aktuellen DIN EN ISO 14688-2 erfolgt eine Bewertung gem. der 'alten' DIN 1054, da diese zwischen bindigen und nichtbindigen Böden differenziert und somit eine detailliertere Charakterisierung / Einstufung liefert.

Tabelle 8: Ergebnisse der Glühverlustbestimmungen

Material	Probe	Tiefenlage (m u. GOK)	Glühverlust V_{gl}	DIN 1054	DIN EN ISO 14688-2
Fluviatilsand	1/5	1,50-2,10	5,82 %	<i>organischer Boden</i>	<i>schwach organisch</i>
Fluviatilsand	2/4	1,50-3,00	1,84 %	<i>nicht organischer Boden</i>	<i>nicht organisch</i>

DIN 1054-Klassifizierung: *'nicht organischer Boden'* (nichtbindige Böden < 3 %, bindige Böden < 5 %)
'organischer Boden' (nichtbindige Böden 3-20 %, bindige Böden 5-20%)
'hochorganischer Boden' (> 20 %)

DIN EN ISO 14688-2: *'nicht organisch'* (< 2 % der Trockenmasse ≤ 2 mm)
'schwach organisch' (2-6 % der Trockenmasse ≤ 2 mm)
'mittel organisch' (6-20 % der Trockenmasse ≤ 2 mm)
'stark organisch' (> 20 % der Trockenmasse ≤ 2 mm)

Das Ergebnis der Probe 1/5, welche als 'organisch' angesprochen wurde, zeigt auch nach DIN 1054 einen 'organischen' bzw. nach DIN EN ISO 14688-2 'schwach organischen' Boden. Die Probe 2/4 hingegen, welche als 'schwach organisch' angesprochen wurde, weist mit < 2 % nach der gültigen Norm 14688-2 einen 'nicht organischen' Boden auf, welcher auch nach der DIN 1054 als 'nicht organischer' Boden gilt. Aufgrund der punktuellen Untergrundaufschlüsse können organische Böden auch in anderen Bereichen des Baufeldes vorhanden sein. Organische Böden beeinträchtigen die Baugrundgüte, dürfen nicht zum Lastabtrag herangezogen werden und sind

6.2 Baugrundbeurteilende Geländeversuche (DPL-5)

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

Die Rammsondierungen wurden in unmittelbarer Nähe zu den zuvor durchgeführten Rammkernsondierungen angesetzt (Beispiel: BS 1 / DPL 1). Die Ergebnisdarstellung erfolgt in der Gegenüberstellung Schlagzahl pro 10 cm Eindringteufe n_{10} gegen die Tiefe. Die Rammprogramme der DPL sind in der Anlage 2.1 grafisch dargestellt und den jeweiligen Rammkernsondierungen gegenübergestellt.

Ausgewertet werden nur die Böden unterhalb der Versiegelung.

Im oberen Profilbereich wurden sehr heterogene Schlagzahlen ermittelt. Im Bereich der DPL/BS 1 wurden bereits zuoberst hohe Schlagzahlen von $n_{10} > 10$ bis 28 festgestellt, welche auf mind. mitteldichte Lagerungen der Füll-Kiese/-Sande und Fluvialsande deuten. Die Schlagzahlen nehmen mit zunehmender Tiefe weiter zu, sodass die Sande bereits ab 2,50 m u. GOK in dichten Lagerungen anstehen.

Im Bereich der DPL/BS 2 hingegen wurden im oberen Profilbereich bis etwa 4,60 m u. GOK einheitlich sehr geringe Schlagzahlen von $n_{10} < 5$ festgestellt. Die Füll-Sande und Fluvialsande liegen in sehr lockeren bis lockeren Lagerungen vor. Erst ab g. g. Teufe nehmen die Schlagzahlen erst auf ein mittelhohes und schließlich auf ein hohes Niveau zu.

Festzuhalten ist, dass die mind. mitteldichten bis sehr dichten Sande im Bereich der DPL/BS 1 zum unmittelbaren Lastabtrag geeignet sind. Die Sande im Bereich der DPL/BS 2 weisen jedoch bis mind. 4,60 m u. GOK keine Gründungseignung auf. Hier werden bodenverbessernde Maßnahmen wie die Einarbeitung von Schotter bzw. der Bodenaustausch und die anschließende tiefenwirksame Verdichtung erforderlich.

6.3 Bodenmechanische Kennwerte / Baugrundbeurteilung

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

Tabelle 9: Bodenmechanische Kennwerte der gründungsrelevanten Bodeneinheiten

BODENART	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	$\varphi_k / \varphi_{s,k}$ (°)	c_k (kN/m ²)	$E_{s,k}$ (kN/m ²)
<u>neue Schotterung</u> : Kies, sandig, schwach bindig; \pm dicht	21,0 - 22,0	13,0 - 14,0	35,0 - 37,5	0	60.000 - 100.000
<u>organischer Fluviatilsand</u> : Sand, organisch; mitteldicht	17,0 - 18,0	9,0 - 10,0	27,5	0	6.000 - 10.000 RW 8.000
<u>Fluviatilsand</u> : Sand, z.T. schwach kiesig; sehr locker bis locker	17,0 - 18,0	9,0 - 10,0	27,5 - 30,0	0	8.000 - 15.000 RW 10.000
<u>Fluviatilsand</u> : Sand, z.T. schwach kiesig; mitteldicht	18,0 - 19,0	10,0 - 11,0	32,5	0	15.000 - 30.000 RW 20.000
<u>Fluviatilsand</u> : Sand, z.T. schwach kiesig; dicht	19,0 - 20,0	11,0 - 12,0	35,0	0	30.000 - 50.000 RW 35.000

γ = Wichte des erdfeuchten Bodens

φ_k = Reibungswinkel

c_k = Kohäsion

RW = Rechenwert

γ' = Wichte d. Bodens unter Auftrieb

$\varphi_{s,k}$ = Ersatzreibungswinkel

$E_{s,k}$ = Steifeziffer

6.4 Bodenklassen, Homogenbereiche, Bodengruppen und Frostklassen

In der folgenden Tabelle 10 erfolgt die Angabe der Bodenklassen, der Homogenbereiche, die Angabe des Gruppensymbols, der Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke, die Angabe der Frostklassen sowie die Vorgehensweise zur Lösung der Böden.

Tabelle 10: Bodenklassen, Homogenbereiche, Bodengruppen, Frostklassen

Schichtglieder (Grobgliederung)	Boden- klassen (DIN 18 300 _{alt})	Homogen- bereiche Gewerke Erdarbeiten, Verbauarb., Bohrarbeiten	Gruppensymbol (DIN 18 196)	‘Frost- klasse’ ZTVE-StB	Boden- lösung
Füll-Kies ³⁾⁴⁾	3, u. U. 5	ERD 1 / VER 1 / BOH 1	A (GE)	F 1	‘Löffel- bagger’
Füll-Sand ¹⁾	3, u. U. 2		A (SE/SU/SW)	F 1 - F 2 ²⁾	
Steine/Blöcke ³⁾⁴⁾	6 - 7		A (X/Y) bzw. X/Y	F 1	
organischer Fluviatilsand ¹⁾	3 - 4, u. U. 2		SU/SU*/OH	F 1 - F 3 ²⁾	
Fluviatilsand ¹⁾ bis DPL $n_{10} \leq 60$	3, u. U. 2		SE/SU/ST	F 1 (- F 2 ²⁾)	
Fluviatilsand ¹⁾ bis DPL $n_{10} > 60$	3, u. U. 2	ERD 1 / VER 2 / BOH 1	SE/SU/ST	F 1 (- F 2 ²⁾)	

¹⁾ bei Wassersättigung bewegungsempfindlich

²⁾ abhängig vom Feinkornanteil

³⁾ Steingehalte > 30 Gew.-% mit mehr als 0,01 – 0,1 m³ Rauminhalt = Bk 6

⁴⁾ Steine über 0,1 m³ Rauminhalt = Bk 7

Erdarbeiten (DIN 18300:2019-09): Es ist davon auszugehen, dass die Lösung der relevanten Böden mittels ‘normalen’ Löffelbagger-Einsatzes möglich sein wird (überwiegend Bodenklasse 3, Homogenbereich ERD 1).

Die obigen Aussagen gelten nicht für ggf. im Untergrund befindliches Material in Stein- bzw. Block Korngröße wie z. B. ‘fluviatile Steine’, o. ä., welches aufgrund der Genese des Untergrundmaterials grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden kann. Ebenso gilt diese Aussage nicht für (bislang unbekannte) anthropogene Strukturen wie z. B. alte Tanks, Schächte, Bodenplatten, Fundamente oder sonstige Unterflurbauteile.

Diese sollten grundsätzlich vollständig aus dem Baufeld entfernt werden. Hierfür wäre u. U. ein erhöhter Lösungsaufwand erforderlich.

Eine Aufnahme der Bodenklassen 6 und 7 in die Ausschreibung empfiehlt sich daher als Eventualposition für die Bergung von g. g. Grobmaterial. Die Bodenklasse 6 z. B. beinhaltet (neben leicht lösbarem Fels) auch vergleichbar schwer zu lösende Bodenarten und Aushubmassen mit Steinanteilen (Korndurchmesser > 63 mm) von mehr als 30 %. Bodenklasse 7 z. B. beinhaltet (neben Fels) auch Blöcke mit einem Kugeldurchmesser > 0,6 m (> 0,1 m³ Rauminhalt).

Von o. g. Aussagen ebenfalls ausgeschlossen ist die Lösung der vorhandenen Versiegelung. Hierfür ist eine gesonderte Position im Leistungsverzeichnis aufzuführen.

Verbauarbeiten (DIN 18303:2016-09): Bei der Einbringung von einbindenden Verbauten (z. B. Bohlträgern, Spundwänden, o. ä.) ist überwiegend der Homogenbereich VER 1 anzusetzen. Im Bereich der DPL-Schlagzahlen von etwa $n_{10} \geq 60$ sollte der Homogenbereich VER 2 angesetzt werden. Dies umfasst primär die im unteren Profilbereich anstehenden dichten Sande.

Die Ausweisung von zwei Homogenbereichen für das Gewerk 'Verbauarbeiten' beruht daher ausschließlich auf den zu erwartenden bautechnischen Erschwernissen aufgrund der festgestellten hohen Lagerungsdichten (z. B. Vorbohren für H-Träger, Spundbohlen, etc.).

Bohrarbeiten (DIN 18301:2019-09): Bei Ausführung der Bohrarbeiten kann auf Grundlage des empfohlenen Einsatzes von Bohlträgern vermutlich bis zur Endteufe der Homogenbereich BOH 1 in Ansatz genommen werden, auf den die einzusetzende Maschinenteknik AN-seits abzustimmen ist.

Sollten hiervon abweichende Erdbaugeräte oder Verfahren zum Einsatz kommen, so wird um Mitteilung zwecks Anpassung der Homogenbereichsfestlegung gebeten.

Erläuterung Tabelle 10

nach DIN 18 300	Bodenklasse 2: fließende Bodenarten Bodenklasse 3: leicht lösbare Bodenarten Bodenklasse 4: mittelschwer lösbare Bodenarten Bodenklasse 5: schwer lösbare Bodenarten Bodenklasse 6: leicht lösbarer Fels oder vergl. Bodenarten Bodenklasse 7: schwer lösbarer Fels
Homogenbereiche	ERD 1/ VER1/2/ BOH 1: Eigenschaften siehe Tabelle 11
nach DIN 18 196	A Auffüllung X/Y Steine / Blöcke GE enggestufte Kiese SE enggestufte Sande SU/SU* Sand-Schluff-Gemische ST Sand-Ton-Gemische SW weitgestufte Sand-Kies-Gemische OH grob- und gemischtkörnige Böden mit Anteilen humoser Art
nach ZTVE-StB	F 1 nicht frostempfindlich F 2 gering bis mittel frostempfindlich F 3 sehr frostempfindlich

6.5 Homogenbereiche gem. VOB Teil C

Die Festlegung von Homogenbereichen (Tabelle 10) erfolgt im Hinblick auf die in der Gesamtmaßnahme zum aktuellen Kenntnisstand anzusetzende Geotechnische Kategorie GK 2. Ausgewiesen werden das Gewerk 'Erdarbeiten' gem. DIN 18300:2019-09 (Homogenbereich ERD 1), das auszuführende Gewerk 'Verbauarbeiten' gem. DIN 18303:2016-09 (Homogenbereich VER 1 + 2) und das Gewerk 'Bohrarbeiten' gem. DIN 18301:2019-09 (Homogenbereich BOH 1).

Tabelle 11: Kennwerte für Homogenbereiche ERD 1, VER 1, VER 2 und BOH 1

Kennwert / Eigenschaft	Gewerke 'Erdarbeiten' + 'Verbauarbeiten' + 'Bohrarbeiten'	
	Homogenbereiche ERD 1 + VER 1 + BOH 1	VER 2
Kornverteilung / Körnungsbändern	siehe Anlage 3.1 zzgl. Stein-/Blockanteil	
Definition von Steinen + Blöcken	Auffüllungen: Schotter, Bauschutt i. w. S. (scharfkantig) Geogenbereich: fluviatile Steine (+/- kantengerundet)	
Anteil Steine und Blöcke	≤ 20 % (Schätzung)	
Anteil große Blöcke	≤ 2 % (Schätzung)	
mineral. Zusammensetzung der Steine und Blöcke	Auffüllungen: v.a. Schotter Geogenbereich: v.a. granitoide Steine	
Dichte	$\rho_s = 2,65 - 2,85 \text{ g/cm}^3$ (Korndichte)	
Kohäsion	~ 0 – 10 kN/m ² bzw. n. b.	
undrainierte Scherfestigkeit	~ 0 – 150 kN/m ² bzw. n. b.	
Sensitivität	n. b.	
Wassergehalt	~ 2 - 25 %	
Konsistenz	n. b.	
Konsistenzzahl	n. b.	
Plastizität	n. b.	
Plastizitätszahl	n. b.	
Durchlässigkeit	ca. $k_f = 1 \cdot 10^{-2}$ bis $1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$	
Lagerungsdichte D	~ 0,15 - ~ 0,65	≥ 0,65
Kalkgehalt	n. b.	
Sulfatgehalt	n. b.	
Organischer Anteil	≤ 10 % (Schätzung)	
Abrasivität	kaum abrasiv bis abrasiv (LAK 50 - 500 g/t); ggf. LCPC-Versuche	
Bodengruppen	A, X, Y, GE, SE, SU, SU*, ST, SW, OH	
Ortsübliche Bezeichnung	Auffüllungen, fluviatile Ablagerungen	

n. b. = nicht bestimmbar bzw. nicht bestimmt

7.0 Hinweisgebungen zur Baudurchführung

Planung: Es war eine Untersuchung für die Neuerrichtung eines Regenüberlaufbeckens mit angrenzendem Regenklärbecken durchzuführen. Hierfür war es notwendig, die relevanten oberflächennahen Bodenarten zu bestimmen.

Aufgabe war die ingenieurgeologische Erkundung und Bewertung des Untergrundinventars im geplanten Baufeldbereich. Hierauf basierend wurden Aussagen über die Boden-/Grundwasserverhältnisse sowie die Tragfähigkeit gegeben. Zudem wurde die potenziell anfallende Schwarzdecke und sonstige Aushubmassen chemisch untersucht und abfallwirtschaftlich klassifiziert.

Abschließend erfolgen nun Hinweisgebungen zur Errichtung der Bauwerke und Kanäle.

Grundlagen: Es ist die Errichtung eines Regenüberlaufbeckens mit anschließendem Regenklärbecken geplant.

Das Regenüberlaufbecken soll mit einer rechteckigen Abmessung von 6,00 x 3,00 m errichtet werden. Die Unterkante der Bodenplatte ist laut Planunterlagen bei +102,58 m NHN vorgesehen. Unterhalb der Bodenplatte soll eine etwa 5 cm mächtige Lage Unterbeton und ein etwa 20 cm mächtiges Schotterpolster aus HKS 0/45 errichtet werden. Auf einer Höhe von +103,08 m NHN ist die Sohle des Wasserablaufs verzeichnet. Ein DN 400-Kunststoffrohr soll das Regenwasser zum Regenklärbecken leiten.

Das Regenklärbecken soll laut Planung mit einem rechteckigen Grundriss von 9,00 m x 4,05 m gebaut werden. Die Unterkante der Beckenbodenplatte ist bei +101,02 m NHN geplant. Die Bodenplatte soll mit einem Überstand zur Auftriebssicherung errichtet werden. Der Zulauf des DN 400-Kunststoffrohres soll mit einer Sohle von +103,03 m NHN an das Bauwerk anbinden. Die Sohle des Ablaufs in Richtung Kanalisation soll sich bei +103,03 m NHN befinden.

Die Geländeoberkante soll höhengleich zum Bestand bei +104,30 m NHN bzw. +104,36 m NHN liegen.

Die frostfreie Einbindung der Gründungskörper ist in der Frosteinwirkungszone I ab 0,80 m unter zukünftiger GOK gegeben. Bei o.g. Höhenangaben und der geplanten Andeckung ist eine Frostsicherheit der Bauwerke allein durch die Dimensionierung erreicht.

Sollten Planungsunterlagen vorliegen, die (deutlich) von den o. g. Angaben abweichen, wird um Rücksprache zwecks Empfehlungsanpassung gebeten.

relevante Höhenangaben zusammengefasst:

Regenüberlaufbecken:

- zukünftige GOK = Schachtdeckelhöhe:	+/- 0,00 m	+104,30 m NHN
- aktuelle GOK:	+ 0,01 m	+104,31 m NHN
- frostfreie Einbindung ab:	- 0,80 m	+103,50 m NHN
- Sohle Ablauf DN 400-Kunststoffrohr	- 1,22 m	+103,08 m NHN
- UK Bodenplatte:	- 1,72 m	+102,58 m NHN
- UK Unterbeton (aus Plan abgeleitet):	- 1,77 m	+102,53 m NHN
- UK HKS 0/45 (aus Plan abgeleitet):	- 1,97 m	+102,33 m NHN
- UK Bodenverbesserung (Güteschotter):	- 2,37 m	+101,93 m NHN

Regenklärbecken:

- zukünftige GOK:	+/- 0,00 m	+104,36 m NHN
- aktuelle GOK:	+ 0,01 m	+104,32 m NHN
- frostfreie Einbindung ab:	- 0,80 m	+103,56 m NHN
- Sohle Zulauf DN 400-Kunststoffrohr	- 1,31 m	+103,05 m NHN
- Sohle Ablauf DN 400-Kunststoffrohr	- 1,33 m	+103,03 m NHN
- UK Bodenplatte:	- 3,34 m	+101,02 m NHN
- UK Sauberkeitsschicht (Güteschotter):	- 3,64 m	+100,72 m NHN
- Grundwasser (14.02.2024):	bei i. M. +103,17 m NHN	
- Bemessungswasserstand:	0,40 m u. zuk. GOK	

Innerhalb des Gründungs-/Lastabtragsniveaus werden folgende Baugrundverhältnisse erwartet:

- **Boden UK Bodenplatte Regenüberlaufbecken:** Berücksichtigt wird die Bohrung BS 2. Die Unterkante der Bodenplatte des Regenüberlaufbeckens kommt innerhalb der locker gelagerten Fluviatilsande zu liegen, welche keine unmittelbare Gründungseignung bieten. Erst etwa 2,87 m unterhalb der UK Bodenplatte stehen mitteldichte Sande an, welche zum Lastabtrag geeignet sind. Auch bei Berücksichtigung der Unterbeton-Lage und der dünnlagigen Schicht Güteschotter besteht noch keine ausreichende Tragfähigkeit des Untergrundes. Es werden bodenverbessernde Maßnahmen wie die Einarbeitung von Schottermaterial und

anschließende Verdichtung oder der Bodenaustausch gegen geeignetes Material erforderlich.

- **Boden UK Bodenplatte Regenklärbecken:** Berücksichtigt wird die Bohrung BS 1. Die Unterkante der Bodenplatte des Regenklärbeckens kommt innerhalb der dicht gelagerten Fluviatilsande zu liegen, welche eine unmittelbare Gründungseignung bieten. Es wird zusätzlich der Einbau einer 0,30 m mächtigen Sauberkeitsschicht aus Güteschotter empfohlen.
- **Boden Sohle Regenwasserkanal:** Berücksichtigt werden hier die Bohrungen BS 1 und BS 2. Die Sohle der Kanäle kommt sowohl innerhalb der mitteldichten Fluviatilsande als auch innerhalb der locker gelagerten Fluviatilsande zu liegen (heterogene Tragfähigkeit). Während die mitteldichten Sande gründungsg geeignet sind, müssen die locker gelagerten Sande zuvor einer Baugrundverbesserung unterzogen werden bzw. muss zuvor ein Bodenaustausch stattfinden. Locker gelagerte Sande sind nicht zum Lastabtrag geeignet.
- **Grundwasser** konnte am Untersuchungstag bei i. M. 1,15 m u. aktueller GOK bzw. bei einem Niveau von i. M. +103,17 m NHN gelotet werden. Der Bemessungswasserstand sollte 0,40 m u. der zukünftigen GOK angesetzt werden. Eine Nässebeeinflussung der Unterflurbauteile ist durch bauliche Maßnahmen zu verhindern. Die Bodenplatten sind gemäß DIN 18 533 Lastfall W2.1-E abzudichten (‘mäßige Einwirkung von drückendem Wasser < 3,0 m Wassersäule’). Die Abdichtung nach ‘innen’ hat je nach Nutzung zu erfolgen.
Bei der Auswahl eines geeigneten Betons sind die ‘Expositionsklassen für Betonbauteile’ zu berücksichtigen. Von statischer Seite ist entsprechend dem Bemessungswasserstand der Faktor Auftrieb zu berücksichtigen.
Es ist zudem davon auszugehen, dass auch die Unterflurbauteile der neu zu errichtenden Regenwasserkanäle einer periodischen bis permanenten Beeinflussung von Grundwasser unterliegen.

Maßnahmenvorschläge

Beweissicherungsverfahren: Im Hinblick auf den Straßen- und Gebäudeschutz wird als vorbeugende Maßnahme die Durchführung eines Beweissicherungsverfahrens vor Beginn der Bauarbeiten angeraten.

Unter Mitwirkung aller Beteiligten sollten die Zustände möglicher Gebäude im Nahbereich festgestellt und dokumentiert werden (siehe DIN 4107). Alle (Nachbar-)

Gebäude / Bauwerke, die durch die geplante Baumaßnahme Schaden erleiden können, sind mindestens während der Bauarbeiten zu beobachten.

Ver- und Entsorgungsleitungen: Alle örtlichen Ver- und Entsorgungsleitungen sind im weiteren Verlauf der Arbeiten dringend zu schützen. Sofern Bereiche von Leitungen überbaut werden sollen, sind gefährdete Leitungen zu identifizieren und fachgerecht zu sichern oder umzulegen.

Bestandskanäle: Nicht mehr benötigte Kanäle / Bauwerke sollten geborgen oder verfüllt / verdämmt werden, sodass langfristig kein Setzungspotenzial von der 'Alttrasse' ausgeht (z. B. Einbrechen defekter Rohre oder Einschwemmen von Feinkorn aus umgebenden Böden).

zeitliche Durchführung: Es wird angeraten, die Arbeiten in einer erfahrungsgemäß trockeneren Witterungsperiode durchzuführen, um hinsichtlich der Wasserhaltung keinen weiteren bautechnischen Aufwand betreiben zu müssen.

Schneidbestückung / Bodenlösung: Die Lösung der Böden in den Baugruben-/ Aushubbereichen und/oder in den Kanalgräben sollte mit einem Löffelbagger mit sog. 'Schneidbestückung' erfolgen, um unnötige Auflockerungen zu vermeiden.

Wasserhaltung: Bei Verhältnissen wie am Untersuchungstag (14.02.2024) wird eine Grundwasserabsenkung für die Errichtung des RÜB und des RKB und ggf. auch für die Errichtung der RW-Kanäle erforderlich. Es sei an dieser Stelle auf das gegebene Anstiegspotenzial hingewiesen und die hohe Durchlässigkeit der Sande (siehe Kap. 3.0).

Das Grundwasser sollte generell bis mind. 0,5 m unter tiefster Aushubsohle abgesenkt werden.

Bei Grundwasserverhältnissen wie am Untersuchungstag (14.02.2023) wird eine Absenkung im Bereich des RÜB um mind. 1,74 m notwendig. Aufgrund des Anstiegspotentials des Grundwassers (Bemessungswassersstand) ist bei entsprechender Witterung mit einer deutlich größeren Absenk-Tiefe zu rechnen. Bei Grundwasserverhältnissen bis 0,40 m u. zukünftiger GOK wird eine Absenkung um mind. 2,47 m notwendig. Im Bereich des RKB wird eine Absenkung um mind. 2,95 m erforderlich und bei einem Grundwasseranstieg bis 0,40 m u. zukünftiger GOK wird eine Absenkung um mind. 3,74 m notwendig.

G. g. GW-Absenkbeträge sind in den stark durchlässigen Sanden nicht mit offenen Wasserhaltungen zu realisieren.

Für die Errichtung von RÜB und RKB bzw. für die Herstellung der hierfür erforderlichen Baugruben sowie für die Herstellung der erforderlichen Kanäle / Kanalgräben und der dazugehörigen Schacht-Bauwerke wird der Einsatz eines Vakuumverfahrens vorgeschlagen bzw. gutachterlicherseits eindeutig favorisiert. In den größeren Baugruben (RÜB und RKB) sind diese als 'geschlossene Wasserhaltung' (= 'Ring' aus Filterlanzen) zu installieren und für 'Kanalgräben' als 'Filterlanzen-Reihe' (ggf. beidseitig).

Das Vakuumverfahren bietet zusätzlich eine höhere Sicherheit bei kurzzeitigen Grundwasseranstiegen nach Starkregenereignissen.

Bei den zu erwartenden Durchlässigkeitsbeiwerten der zu entwässernden gut durchlässigen Sande von $k_f \sim 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ handelt es sich um Verhältnisse, welche die Grenze des Standard-Anwendungsbereichs einer Vakuum-Absenkungsanlage darstellen.

Das gesamte Lanzenprofil (d. h. bis zum Bemessungswasserstand) sollte saugend ausgebildet sein, dass auch kurzzeitige GW-Anstiege, z.B. nach intensiven Niederschlagsereignissen, abgefangen werden können.

Es sollte eine Firma beauftragt werden, welche ausreichende Erfahrungen mit Vakuum-Grundwasserabsenkungen besitzt.

Von großer Wichtigkeit ist eine ausreichende Vorlaufzeit der Vakuumanlage. Die GW-Absenkung muss bis mindestens 0,5 m unter tiefster Aushubsohle reichen. Wichtig ist die ausreichende Tiefe der Absenkung, damit sich die Überschneidung / Schnittlinien der Absenktrichter unterhalb der Baugrubensohle befinden (Vermeidung eines hydraulischen Grundbruches).

Eine 'offene Wasserhaltung' sollte ergänzend immer vorgehalten und bei Bedarf zusätzlich angewendet werden.

Die GW-Absenkung hat neben der reinen Wasserhaltung im vorliegenden Fall auch für die Verhinderung eines hydraulischen Grundbruches zu sorgen. Ein Bauen 'im Grundwasser' führt zu einer Schwächung der Bettung (durch Ausschwemmungen, Auflockerungen, etc.) und wird gutachterlicherseits abgelehnt.

Zur Angebotskonkretisierung sollte den angefragten Firmen das Bodengutachten zur Verfügung gestellt werden. Die Auswahl des geeigneten Verfahrens ist letztlich Sache des Auftragnehmers.

Bezüglich der Einleitung der bei einer GW-Absenkung anfallenden Wässer in einen städtischen Kanal oder in ein offenes Gewässer (*hier*: ggf. in den 'Holtebach') ist die Erlaubnis bei der GEMEINDE HÖVELHOF bzw. bei der UNTEREN WASSERBEHÖRDE des KREISES PADERBORN zu beantragen.

Die absenkende Firma hat zu gewährleisten, dass durch die absenkenden Maßnahmen keine schädigenden Auswirkungen (Setzungen) an Nachbarbauwerken eintreten. Die Grundwasserabsenkung sollte nicht länger als unbedingt notwendig betrieben werden (umliegende organische Böden).

Auftriebssicherheit: Aufgrund der Lage der Plan-Bauwerke, der Schächte und Kanäle im Niveau des Grundwassers ist der Faktor 'Auftrieb' zu berücksichtigen. Die Auftriebssicherheit sollte fachgerecht durch den Statiker ermittelt und überprüft werden. Es muss geprüft werden, ob eine überstehende Bodenplatte, wie in den Planunterlagen dargestellt ist, ausreicht.

Verbau RÜB- und RKB-Baugrube: Aus platz- und sicherheitstechnischen Gründen ist ein Abböschten der RÜB- und RKB-Baugrubenwände nicht möglich. Auch ein 'herkömmlicher Verbau' stößt hier an seine Grenzen bzw. überschreitet diese. Ein Spundwand-Verbau für die Gruben wird notwendig.

Für die Errichtung der RÜB- bzw. RKB-Baugruben wird deshalb eine vollständig-umlaufende, wasserdichte und ausreichend einbindende und standsichere **Schloss-Spundung** empfohlen (= Schloss-Spundwand-Baugrube). Die Baugruben-Verbausicherung ist grundsätzlich statischerseits zu dimensionieren. Es wird also ein Standsicherheitsnachweis der Spundung erforderlich.

Es ist davon auszugehen, dass die Einbindetiefe der Spundung zu dimensionieren ist. Bis mind. ca. 7 m u. aktueller/zukünftiger GOK liegen bekanntlich überwiegend mitteldicht bis z. T. dicht gelagerte Sande vor, in die die Spundung vermutlich noch hydraulisch eingedrückt bzw. eingerüttelt werden kann. Für den Fall, dass die Lagerungsdichte zu hoch für ein 'Einrütteln' der Spundung ist, sind Auflockerungsbohrungen erforderlich. Die erbohrte Schichtung ist u.a. dem Kap. 2.1 und der Anlage 2.1 zu entnehmen. Die zugehörigen bodenmechanischen Kennwerte sind in Tabelle 9 aufgelistet.

Bei höheren Einbindetiefen ist selbstverständlich auch von tendenziell höheren Lagerungsdichten auszugehen. Es wird davon ausgegangen, dass zusätzlich zur Einbindung der Spundbohlen auch eine Gurtung / Aussteifung erforderlich wird, um die Spundgrube standsicher ausbilden zu können. Dabei ist zu beachten, dass

Gurtungen die Baugrube nicht in einem Maße überspannen, dass die Bauteile des RÜB und RKB nicht mehr eingebracht werden können.

Es wird also nicht davon ausgegangen, dass zwecks „Freistand“ ausschließlich die Einbindung relevant wird.

Sollte die Spundgrube dennoch wider Erwarten ausschließlich über Einbindung gerechnet werden, sind u. U. höhere Einbindetiefen als 7 m u. GOK erforderlich, die noch über ergänzende Baugrunderkundungen (= tiefere Ramm- und Rammkernsondierungen) nacherkundet werden sollten.

Grund hierfür sind mögliche höhere Lagerungsdichten der untergrundprägenden tieferen Sande und u. U. sonstige Schichtwechsel unterhalb von 7 m u. GOK (Kiese, Verwitterungsbildungen, Festgestein / Fels, etc.).

Es wird einleitend darauf hingewiesen, dass bei Vorlage von höheren Lagerungsdichten erfahrungsgemäß ein Einpressen und Einrütteln der Spundbohlen nicht mehr möglich ist – und dass dann auch erschütterungsfreie/-arme Auflockerungsbohrungen bzw. Vorbohrungen vor Spundwand-Einbringung erforderlich werden bzw. werden können; und somit auch vorsorglich fest einzuplanen sind, sofern tiefer einzubinden ist.

Darüber hinaus sind bei Vorlage von Blöcken und bei Fels o. ä. (im ungünstigsten Fall) auch Austauschbohrungen vor Spundungs-Einbringung einzukalkulieren.

Die 'OK Fels' ist hier jedoch nicht bekannt (Annahme: 'OK Fels' tiefer als $\pm 20\text{-}25\text{ m}$). Abschließend wird darauf hingewiesen, dass sog. Rückverankerungen der Spundgrube hier selbstverständlich nicht möglich und/oder vermutlich wirtschaftlich nicht darstellbar sind (zu enge Gruben, Leitungen, Nachbarflächen, lange Anker, etc.). Die Verbaue sollten in bestandsgefährdenden Bereichen möglichst im Untergrund verbleiben ('verlorene Verbaue').

Eine völlige Schadensfreiheit der umliegenden Flächen kann nicht gewährleistet werden, so dass zumindest kleinere Nacharbeiten einzukalkulieren sind. Es sollte somit vorlaufend geklärt werden, ob bei der Ziehung der Spundung eine Bestandsgefährdung besteht. Sollte dies so sein, müssen die Bohlen u.U. im Untergrund verbleiben.

Das IB KLEEGRÄFE empfiehlt, für die Errichtung des Verbaus eine erfahrene Fachfirma zu wählen.

Alternativ zu der vom IB KLEEGRÄFE favorisierten ‚Variante I = Spundung‘ werden weitere Verfahren genannt, die bei nicht anbindenden und/oder nicht direkt gefährdeten Bestand sowie der damit ebenfalls einhergehenden „Unwirtschaftlichkeit“ lediglich namentlich genannt werden (bei Bedarf: Konkretisierung):

- Variante I: Spundwandverbau
Variante II: 'sich-überschneidende-Bohrpfahlwand' (Permanentverbau)
Variante III: (aufwendigere Baugruben-Verbauarten, wie Schlitzwände etc.)
Variante IV: ggf. Trägerbohlwandverbau ('Berliner Verbau')

Verbau-Kanalgruben: Aufgrund des Verlaufs innerhalb einer Verkehrsstraße sollten die neu zu verlegenden Kanaltrassen nicht geböscht, sondern verbaut werden. Dort wo keine Gefährdung von Bauwerken und/oder Gebäuden existiert, kann ein 'herkömmlicher Verbau' nach DIN 4124 ('Normverbau') eingebracht werden. Da sehr geringe Abstände des zu öffnenden Kanalgrabens zu Verkehrswegen/ Versorgungstrassen vorliegen bzw. die Gräben innerhalb der Trasse liegen, sollte ein verformungsarmer Gleitschienenverbau eingesetzt werden (Erdruhedruckansatz E_0). Die in Tabelle 9 (bodenmechanische Kennwerte) aufgeführten Werte sollten grundsätzlich zur Bemessung des Verbaus herangezogen werden. In längeren zusammenhängenden Abschnitten ohne querende Leitungen kann bei herzustellenden Grubentiefen bis ca. 3,0 m ein Einfachgleitschienenverbau eingesetzt werden.

Lediglich außerhalb bestehender Straßen- und Wegetrassen und bei ausreichenden Platzverhältnissen im direkten Umfeld können flachere Kanalgräben im günstigsten Fall ggf. auch in geböschter Bauweise errichtet werden, sofern es die Umstände zulassen (-> in der vorliegenden Maßnahme vermutlich nicht umzusetzen).

Die Böschungen können dann unter $\beta = 45^\circ$ hergestellt werden, sofern die Böden nicht wassergesättigt vorliegen.

Bei einem Abböschchen wäre die Verkleidung der Baugrubenwände mit einer windgesicherten Folie als Schutz vor Aufweichungen notwendig. Wassergesättigte bzw. nicht entwässerte Bereiche dürfen hingegen nicht geböscht werden und erfordern einen Verbau nach DIN 4124. Im Weiteren wird überwiegend von einer verbauten Kanaltrasse ausgegangen.

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

ingenieurgeologische Abnahmen: Nach Auskoffierung der Baugrube sowie nach Ausschachtung relevanter Kanal-/Schachtgruben/-gräben sollten jeweils ingenieurgeologische Abnahmen erfolgen, um die exakten Bodenverhältnisse abzunehmen sowie die vorgeschlagenen Gründungsmaßnahmen den konkreten Verhältnissen anzupassen.

Insbesondere ist eine Organikfreiheit und die Vorlage von mindestens mitteldicht gelagertem Fluviatilsand vor allem bei der Ausschachtung für das RÜB und das RKB abzunehmen. Bei der Ausführung der Gründungsarbeiten sind die örtlichen Baugrundverhältnisse auf Übereinstimmung mit den Voruntersuchungen zu überprüfen.

7.1 Gründung (RÜB- und RKB-Bauteil)

Auf dem Plan-Sohnniveau des RKB steht dicht gelagerter Sand (BS 1) an, der darüber hinaus über die erforderliche Wasserhaltung entwässert / stabilisiert wird. Es besteht hier also kein nennenswerter Bedarf zur Bodenverbesserung.

Aus Homogenisierungsgründen und zur Nachverdichtung ggf. aufgelockerter Sande auf dem Niveau der Gründungssohle wird der Einbau eines 'Schotterpolsters' von mind. 0,30 m empfohlen. Es wird auf den ausreichenden umlaufenden Schotterüberstand hingewiesen (s. u.). Es sollte somit mind. 0,30 m tiefer als die geplante UK-Bauteil geschachtet werden (s.o.: 'Relevante Höhenangaben').

Im Bereich des RÜB (BS 2) steht jedoch locker gelagerter Sand bis ~4,60 m u. GOK an, welcher nicht unmittelbar gründungsgeeignet ist. Dieser wird durch die Wasserhaltung nochmals stabilisiert, erreicht vermutlich jedoch trotzdem keine ausreichende Tragfähigkeit. Hier werden Bodenverbesserungen somit erforderlich. Es sollte ein mächtigeres Schotterpolster aus Güteschotter von mind. 0,60 m in zwei Lagen eingebracht werden. Die erste Lage sollte statisch verdichtet werden und die oberste Lage sollte zusätzlich einer dynamischen Verdichtung unterzogen werden.

Bei beiden Bauwerken sollte zuerst das freigeschachtete Erdplanum (UK-Schotter) ingenieurgeologisch abgenommen werden und der Nachweis der Organik-Freiheit erfolgen. Organische Böden sind zusätzlich aufzunehmen und gegen geeignetes Material auszutauschen.

Auf die Aushubsohle ist anschließend jeweils ein Geotextil fachgerecht und randlich überlappend hochzuziehen. Darauf ist die HKS-Güteschotterung (RKB mind. 0,30 m und RÜB mind. 0,60 m) einzubauen und ausreichend zu verdichten.

Die erreichte Verdichtung auf OK 'Schotterpolster' ist über dynamische oder statische Plattendruckversuche nachzuweisen (E_{v2} -Sollwert ≥ 70 MPa; s. u.).

Schotterunterbau / Geotextil: Nach dem Aushub sollte zunächst flächig auf das Erdplanum die Auflage eines Geotextils erfolgen und welches randlich hochzuziehen ist (Vorschlag: Geotextilrobustheitsklasse GRK 3, mechanisch verfestigt,

Flächengewicht $\geq 150 \text{ g/m}^2$, Stempeldurchdruckkraft $F_{P,5\%} \geq 1,5 \text{ kN}$; Bemessungsfall AS 3/AB 2).

Durch das Geotextil erfolgt eine Trennung der 'gewachsenen' grundwasserbeeinflussten Sand-Böden vom aufzubringendem Schotter, was die Verdichtungsfähigkeit und Langlebigkeit des Schotters nachweislich erhöht.

Der Schotterunterbau für die RÜB- und RKB-Gründungssohle sowie sonstige Massendefizite, sollten mit Güteschotter aufgebaut und auf 100 % Proctordichte verdichtet werden. Die Lagenmächtigkeit sollte 0,30 m nicht überschreiten.

Auf OK Schotter (= Planum Bodenplatte) sollte ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 70 \text{ MPa}$ (in Abhängigkeit der statischen Erfordernisse) über Plattendruckversuche (s. u.) nachgewiesen werden.

Material RÜB-/RKB-Unterbau: Das Schottermaterial sollte aus einem gütegeprüften Mineralgemisch bestehen (z. B. 0/45 mm HKS-Kalksteinschotter, gebrochen). Der Schotter sollte nach den 'Technischen Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau - Ausgabe 2004' (TL Gestein-StB 04/23) 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°).

außenseitiger Horizontalüberstand: Der Einbau geeigneten Materials muss im außenseitigen Überstandsbereich erfolgen. Der Horizontalüberstand muss mindestens der späteren Gesamtaufbauhöhe entsprechen. Das Auftragsmaterial sollte am außenseitigen Ende des Überstandes unter maximal 45° einfallen.

Arbeitsraumverfüllung: Die Verfüllung von Arbeitsräumen sollte vorsorglich ebenfalls lagenweise mit einem Güteschotter erfolgen (maximale Lagenmächtigkeit 30 cm); vor allem die oberen Abschnitte der Arbeitsräume unter der zukünftigen Straße. Alternativ können die unteren Arbeitsraum-Verfüllungs-Lagen auch aus einem verdichtungsfähigen Kies-Sand-Gemisch, aus 'einfachem' Schotter (z.B. 'Vorabsiebung') o.ä. hergestellt werden – die oberen Lagen sollten jedoch durch Güteschotter aufgebaut werden. Die Arbeitsraumverfüllung sollte mit $D_{Pr} > 100 \%$ Proctordichte erfolgen.

Verdichtungsüberprüfungen: Die ordnungsgemäße und ausreichende Verdichtung des Schotterpolsters unterhalb der Bauwerkssohlen und potenzieller Massendefizitaufbaue sollte mittels Verdichtungsüberprüfungen (Plattendruckversuche) kontrolliert werden.

Auf der OK Gründungssohle (= RÜB-/RKB-‘Schotterpolster’) des ordnungsgemäß eingebauten Ersatzmaterials sollten dynamische oder statische (Last-) Plattendruckversuche ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 70 \text{ MPa}$ nachweisen.

Bodenpressung / Bettungsmodul (Bodenplatte: Angaben der Eingangsparameter für die FEM-Berechnung): Die Berechnung der Fundamentplatten sowie der Setzungen und Sohldruckverteilung erfolgt von Seiten der Statik nach der Finite-Elemente-Methode (FEM). Um bei g. g. Verfahren den Bettungsmodul k_s im Voraus genau zu bestimmen, müsste man - da der Bettungsmodul sich aus der Proportionalität zwischen Sohldruck und Setzung ergibt - theoretisch die Sohldruckverteilung und die Setzungen bereits im Vorfeld kennen, die sich jedoch erst aus den Berechnungsergebnissen ergeben.

Es werden die bodenmechanischen Eingangsparameter (siehe Tabelle 9), das relevante Schichtmodell (BS 1 bei RKB und BS 2 bei RÜB) sowie orientierende Setzungsberechnungen zwecks Erhaltung eines Eingangs-Bettungsmoduls geliefert. Diese Setzungsberechnungen dienen lediglich der Gewinnung eines Eingangs-Bettungsmoduls und müssen durch die FEM spezifiziert werden. Es wird von einer Gründung des RÜB auf einem ordnungsgemäß verdichteten und mind. 0,60 m starken Polster aus Güteschotter und bei einer Gründung des RKB auf einem ordnungsgemäß verdichteten und mind. 0,30 m starken Polster aus Güteschotter ausgegangen.

Die charakteristische (maximale) Beanspruchung des Baugrundes wird auf Grundlage von Erfahrungswerten mit ähnlichen Bauwerken zunächst jeweils auf $\sigma_{E,k} \sim 140 \text{ kN/m}^2$ begrenzt ($\sigma_{R,d} = 200 \text{ kN/m}^2$).

Unter Berücksichtigung von aktuell nicht vorliegender Statik kann der vorgenannte Wert noch angepasst werden.

Setzungsberechnung RÜB:

Die Länge der längsten Wandscheibe beträgt 6,0 m (‘Ersatzfläche’ = 6,0 m x 1,0 m). Das Geotextil ist rechnerisch nicht erfasst. Die Ergebnisse der Berechnungen sind der Tabelle 12 zu entnehmen.

Tabelle 12: Orient. Setzungsberechnungen / Eingangs-Bettungsmodul (RÜB-Bodenplatte)

Sohldruck σ / Unterbau	‘Ersatzfläche’	Setzung s	Bettungsmodul k_s
$\sigma_{R,d} = 200 \text{ kN/m}^2$ 0,60 m Güteschotter	6,0 x 1,0 m	ca. 1,02 cm	13,6 MN/m ³

Bei den genannten Setzungen handelt es sich um die Gesamtsetzungen, welche in dem relevanten Baugrund innerhalb gleichartig gegründeter Bauteile ohne größere Setzungsunterschiede auftreten. Die Setzungsdifferenzen betragen rechnerisch < 2 cm, was in der Regel nicht zu einer Überbeanspruchung der Bauwerkskonstruktion führt.

Bettungsmodul: Es sollte zunächst ein Bettungsmodul von $k_s = 12,5 \text{ MN/m}^3$ angenommen werden. Da der Bettungsmodul anhand der tatsächlich anfallenden Lasten berechnet wird, ist der angegebene Wert lediglich als Einstiegsgröße für die weiteren statischen Berechnungen nach der 'Finite-Elemente-Methode' zu sehen.

Setzungsberechnung RKB:

Die Länge der längsten Wandscheibe beträgt 9,0 m ('Ersatzfläche' = 9,0 m x 1,0 m). Das Geotextil ist rechnerisch nicht erfasst. Die Ergebnisse der Berechnungen sind der Tabelle 13 zu entnehmen.

Tabelle 13: Orient. Setzungsberechnungen / Eingangs-Bettungsmodul (RKB-Bodenplatte)

Sohlspannung σ / Unterbau	'Ersatzfläche'	Setzung s	Bettungsmodul k_s
$\sigma_{R,d} = 200 \text{ kN/m}^2$ 0,30 m Güteschotter	9,0 x 1,0 m	ca. 0,43 cm	32,3 MN/m^3

Bei den genannten Setzungen handelt es sich um die Gesamtsetzungen, welche in dem relevanten Baugrund innerhalb gleichartig gegründeter Bauteile ohne größere Setzungsunterschiede auftreten. Die Setzungsdifferenzen betragen rechnerisch < 2 cm, was in der Regel nicht zu einer Überbeanspruchung der Bauwerkskonstruktion führt.

Bettungsmodul: Es sollte zunächst ein Bettungsmodul von $k_s = 30,0 \text{ MN/m}^3$ angenommen werden. Da der Bettungsmodul anhand der tatsächlich anfallenden Lasten berechnet wird, ist der angegebene Wert lediglich als Einstiegsgröße für die weiteren statischen Berechnungen nach der 'Finite-Elemente-Methode' zu sehen.

7.2 Gründung potenzieller Rohraufleger

Bei der Kanalverlegung sind die Vorgaben der DIN EN 1610 (‘Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen’) sowie das technische Merkblatt ATV/DVWK - A 139 (‘Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen’) zu beachten. Als Regelausführung ist darin eine untere Bettungsschicht mit einer Mächtigkeit von mind. 100 mm bei herkömmlichen Bodenverhältnissen erforderlich.

Ergänzend empfiehlt die ATV/DVWK - A 139 zwecks Vermeidung von Setzungen und Rohrschäden, dass die Bettungsschicht in Abhängigkeit vom Rohrdurchmesser grundsätzlich auf $a = 100 \text{ mm} + \frac{1}{10} \text{ DN}$ (DN in mm) erhöht wird. Bei Rohrdurchmessern von DN 400 aus Kunststoff ist eine Bettung aus verdichtungsfähigem Material mit einem Größtkorn von $< 40 \text{ mm}$ herzustellen (z.B. 0/32 mm Güteschotter). Erst ab Durchmessern größer DN 600 kann ein gröberes Größtkorn zugelassen werden. Die Bettungsschicht muss im Druckausbreitungswinkel des Kanals/ Bauteils eingebracht werden (Mineralgemisch = 45°).

Die sogenannte ‘Hauptverfüllung’ darf nach DIN EN 1610 keine Bestandteile mit einem Größtkorn von mehr als 300 mm enthalten oder Anteile deren Größtkorn die Dicke der Abdeckung ‘c’ oder die Hälfte der zu verdichtenden Schicht beinhalten.

Gründung (Kanal): Wo die Gründung der Kanäle in mind. mitteldicht gelagertem Sand erfolgt (Bereich BS 1) werden keine bodenverbessernden Maßnahmen als notwendig erachtet. Dort wo locker gelagerte Sande anstehen (Bereich um BS 2) werden bodenverbessernde Maßnahmen notwendig.

Für die Gründung im Bereich mind. mitteldichter Sande wird eine Ausgleichs- und Sauberkeitsschicht in einer Stärke von mind. 20 cm empfohlen (Beschaffenheit ‘Kies-Sand-Material 0/8 bzw. 0/16’ s.u.).

Im Bereich von locker gelagerten Sanden wird zusätzlich zu der 20 cm mächtigen Kies-Sand-Schicht ein mind. 0,20 m mächtiges Schotterpolster oder Kies-/Sand-Gemisch als Untergrundverbesserung erforderlich. Nachfolgend werden die vorzuschlagenden Maßnahmen für die Kanäle tabellarisch kurz zusammengefasst (Tabelle 14):

Tabelle 14: Maßnahmen für Plankanalverlegung in 'offener Bauweise'

	Plankanäle
Bohrung	BS 1 und BS 2
Wasserhaltung	Vakuumanlagen (ggf. ergänzende offene WH), ggf. 'verstärkt offene' ausreichend
Verbau	Gleitschienenverbau o.ä.
Gründung bei mind. mitteldicht gelagerten Sanden	20 cm Kies-Sand-Gemisch 0/8 oder 0/16 mm
Gründung bei locker gelagerten Sanden	20 cm Kies-Sand-Gemisch 0/8 oder 0/16 mm und 20 cm Schotterpolster 0/32 mm oder 40 cm Kies-Sand-Gemisch 0/8 oder 0/16
Grabenverfüllung	V 1-Material gem. ZTV-A StB
Verdichtung im Graben	dynamisch
Verdichtung im Oberbau	dynamisch

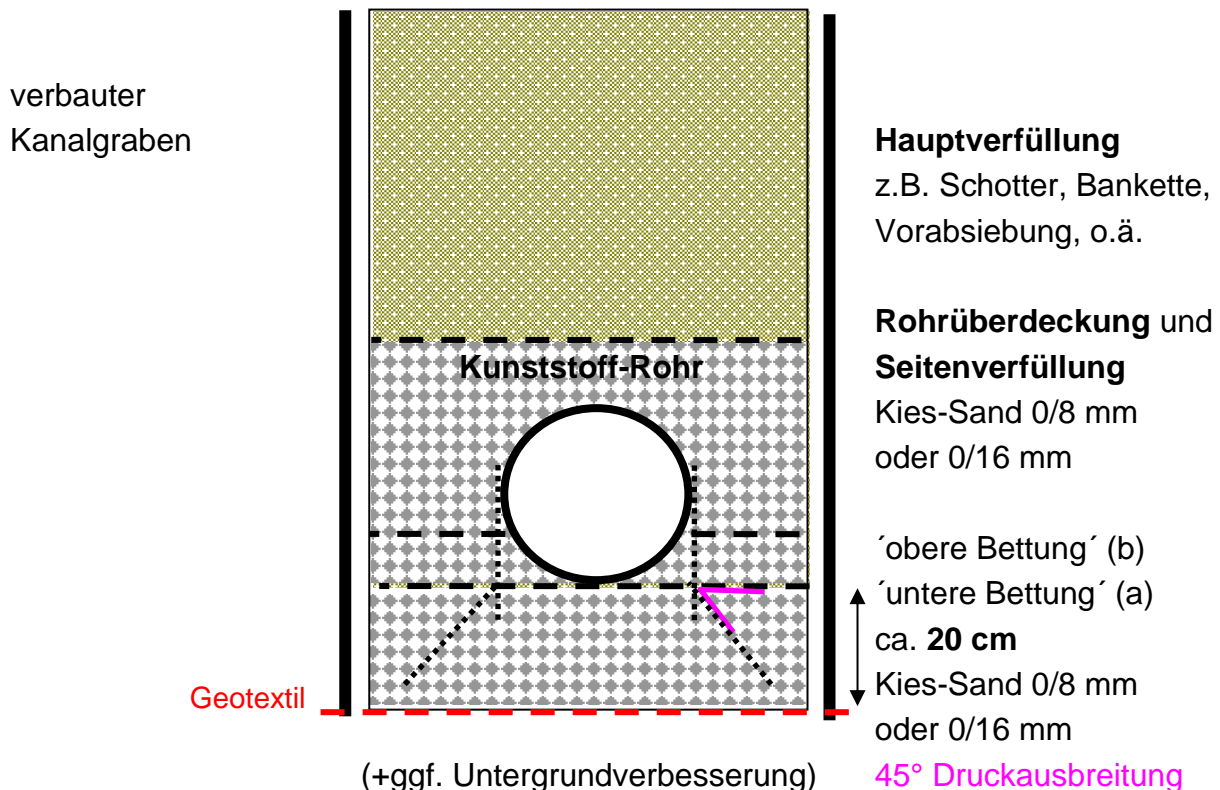
Aufgrund der periodisch bis permanenten Grund-/Stau-/Schichtwasserbeeinflussung wird die Einlage eines Geotextils vor Auftrag der Bettungsschicht angeraten (Güte: GRK 3, seitlich bis OK Schotter 'hochziehen' und 'umschlagen').

Kies-Sand-Material 0/8 mm oder 0/16 mm: Das Material für die untere/obere Bettung, die Seitenverfüllung und die Rohrüberdeckung im Bereich der Kunststoffrohre kann in der vorliegenden Maßnahme aus einem rundkörnigen, natürlichen Kies-Sand-Gemisch mit einem Größtkorn von 8 mm bestehen. Alternativ kann ein Kies-Sand-Gemisch mit einem Größtkorn von 16 mm eingesetzt werden. Die Stärke der 'oberen Bettung' ist nach DIN EN 1610 in Abhängigkeit des örtlich verwendeten Rohrdurchmessers zu wählen.

Material-Untergrundverbesserung: Das Ersatzmaterial bei einem Bodenaustausch 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 04/23) zertifiziert sein. Dies sollte von der Bauleitung anhand der Lieferscheine kontrolliert werden. Es darf keinesfalls quell- oder schrumpffähiges Material verwendet werden. Die Schotterverdichtung sollte mit einem Verdichtungsgrad von $D_{Pr} = 97 - 100 \%$ erfolgen.

Das empfohlene Verfahren für die Verlegung des Regenwasserkanals ist unten schematisch und unmaßstäblich skizziert.

OK Kanalgrabenverfüllung = UK RStO-Aufbau



Rohrleitungszone und Grabenverfüllung: Unter Beachtung der oberhalb der Kanaltrasse verlaufenden Verkehrswege wird zur Vermeidung von späteren Setzungen bzw. Setzungsdifferenzen empfohlen, den Kanalgraben bzw. Verfüllzone mit einem raumbeständigen und verdichtungsfähigen Material (Verdichtbarkeitsklasse V1 gem. ZTV-A) zu verfüllen.

In Frage für ein Mineralgemisch kommen hier z.B. Güteschotter, Vorabsiebungsmaterial, Bankettenmaterial bzw. Mischungen der vorgenannten Baustoffe. Dieses Material ist lagenweise 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.

Wiedereinbaueignung von Böden: Organische Böden und nicht verdichtungswillige SE-Sande sind – ohne vorherige Bodenbehandlung – nicht in

lastabtragenden Bereichen wiedereinbaufähig. Im Untersuchungsbereich ist es zudem nur möglich BM-/BG-0-Material einzubauen.

Bodenpressung Regenwasserkanäle: Es sollte eine einheitliche max. Bodenpressung $\sigma_{zul.}$ auf dem Gründungsniveau von $\sigma_{E,k} = 150 \text{ kN/m}^2$ nicht überschritten werden, um lastinduzierte Gesamtsetzungen zu minimieren bzw. Setzungsunterschiede zu vermeiden.

Lagerungsdichteüberprüfung: Die Verdichtung des Gründungsplanums der (Schacht-)Bauwerke sollte vor den Gründungsarbeiten mittels (dynamischen) Plattendruckversuchen überprüft und kontrolliert werden. Es sollte hierbei in den Fundamentbereichen auf dem Gründungsniveau der Schächte für das Verformungsmodul ein Wert von $E_{v2} \geq 60\text{-}80 \text{ MPa}$ erreicht werden.

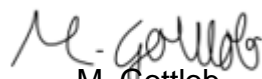
Die ausreichende Verdichtung der Grabenverfüllung sollte ebenfalls mittels (statischen) (Last-)Plattendruckversuchen und Rammsondierungen nachgewiesen werden.

8.0 Anlagen

- Anlage 1.1: Lageplan (1:500)
- Anlage 2.1: Schichtendarstellung / Ergebnisschnitt
- Anlage 3.1: Korngrößenanalysen (Kornsummenkurven)
- Anlage 4.1: Wassergehaltsbestimmungen
- Anlage 5.1: Glühverlustbestimmungen
- Anlage 6.1: Chemische Analysenergebnisse (Schwarzdecke)
- Anlage 6.2: Chemische Analysenergebnisse (Aushubmaterial)
- Anlage 6.3: Chemische Analysenergebnisse (Grundwasser)
- Anlage 7.1: Grundwasser-Probenahmeprotokoll
- Anlage 8.1: Fotodokumentation

Kleegräfe
- Geotechnik GmbH -


Dipl.-Ing. (FH) J. Kleegräfe
(Beratender Ingenieur / Geschäftsführender Gesellschafter)


M. Gottlob
(B. Sc. Geowiss.)



Verteiler: ABWASSERWERK DER SENNEGEMEINDE HÖVELHOF
Schlossstraße 14, 33161 Hövelhof

(PDF)

Lageplan (1:100)



Hövelhof



Maßstab
1 : 100

1 m

Zeichenerklärung:

-  **BS** Kleinbohrung
gemäß DIN EN ISO 22475-1
-  **DPL** Rammsondierung
gemäß DIN EN ISO 22476-2

R3
Regenklärbecken
ViaTub 18L406

KD 104,36
KS an 103,05
KS ab 103,03
Sohle 101,25

DN 400 PP
6,00 m
6,7 ‰

BS 1 / DPL 1
= 104,32 mNHN

60,65 m - DN 400 STZ - 1,65 ‰

DN 700 B
11,80 m
7,35 ‰

104,23

DN 400 PP
9,00 m
5,6 ‰

BS 2 / DPL 2
= 104,31 mNHN

R2
Regenüberlaufbauwerk

OK Straße 104,30
KS an 103,09
KS ab 103,08
Schwelle 103,47

DN 700 B
18,00 m
7,35 ‰

KLEEGRÄFE

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

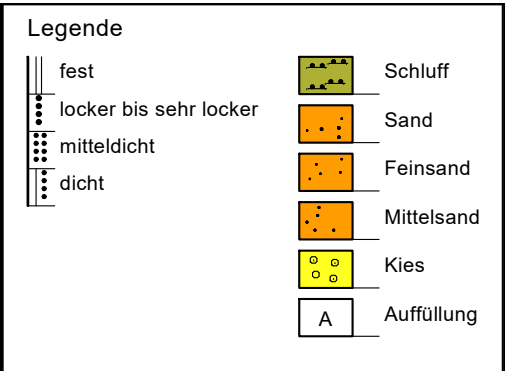
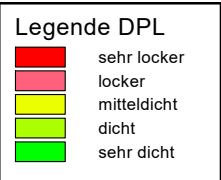
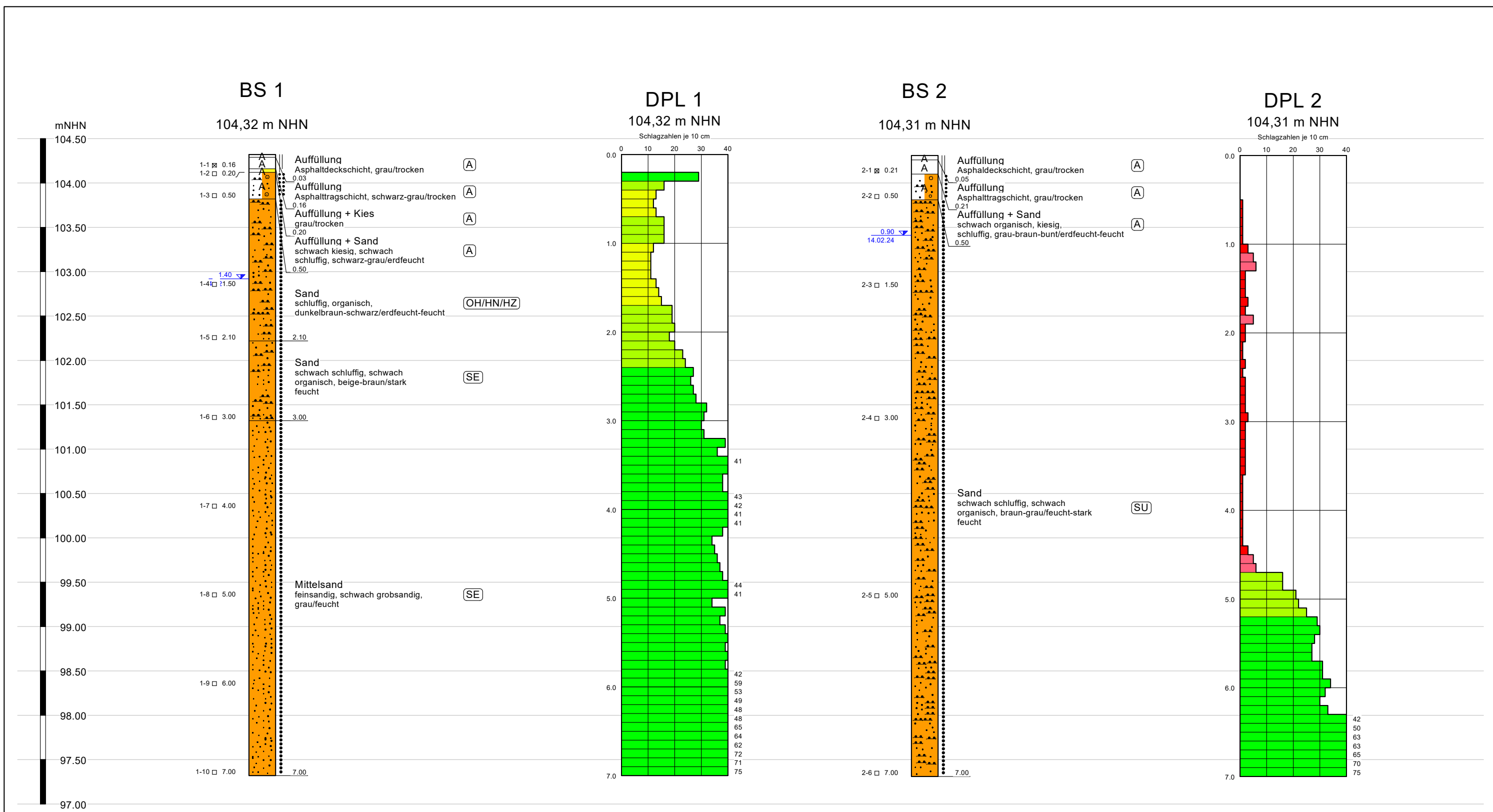


Lageplan

Maßnahme: Errichtung eines Regenklärbeckens mit Regenüberlauf an der Industriestraße in 33161 Hövelhof	Bearb.-Nr.
	231216 A3
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -	
Auftraggeber: Abwasserwerk der Sennegemeinde Hövelhof Schlossstraße 14 in 33161 Hövelhof	Anlage: 1
	Blatt: 1
	Mai 2024
	Klee/Got
M. 1 : 100	

ANLAGE 2.1

Schichtendarstellung / Ergebnisschnitt



KLEEGRÄFE		 Kleegräfe Kleegräfe Geotechnik GmbH · Baugrund · Umwelt · Hydrogeologie	
Kleegräfe Geotechnik GmbH Holzstraße 212 59556 Lippstadt Tel.: 02941-5404 Fax: 02941-3582			
Schichtendarstellung			
<u>Maßnahme:</u> Errichtung eines Regenklärbeckens mit Überlauf an der Industriestr. in Hövelhof	Bearb.-Nr.		
	231216		
	Anlage 2.1		
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -	Geologe:		
<u>Auftraggeber:</u> Abwasserwerk der Sennegemeinde Hövelhof Schlossstr. 14, Hövelhof	Frau Gottlob		
	Geländedatum:		
	14.02.2024		

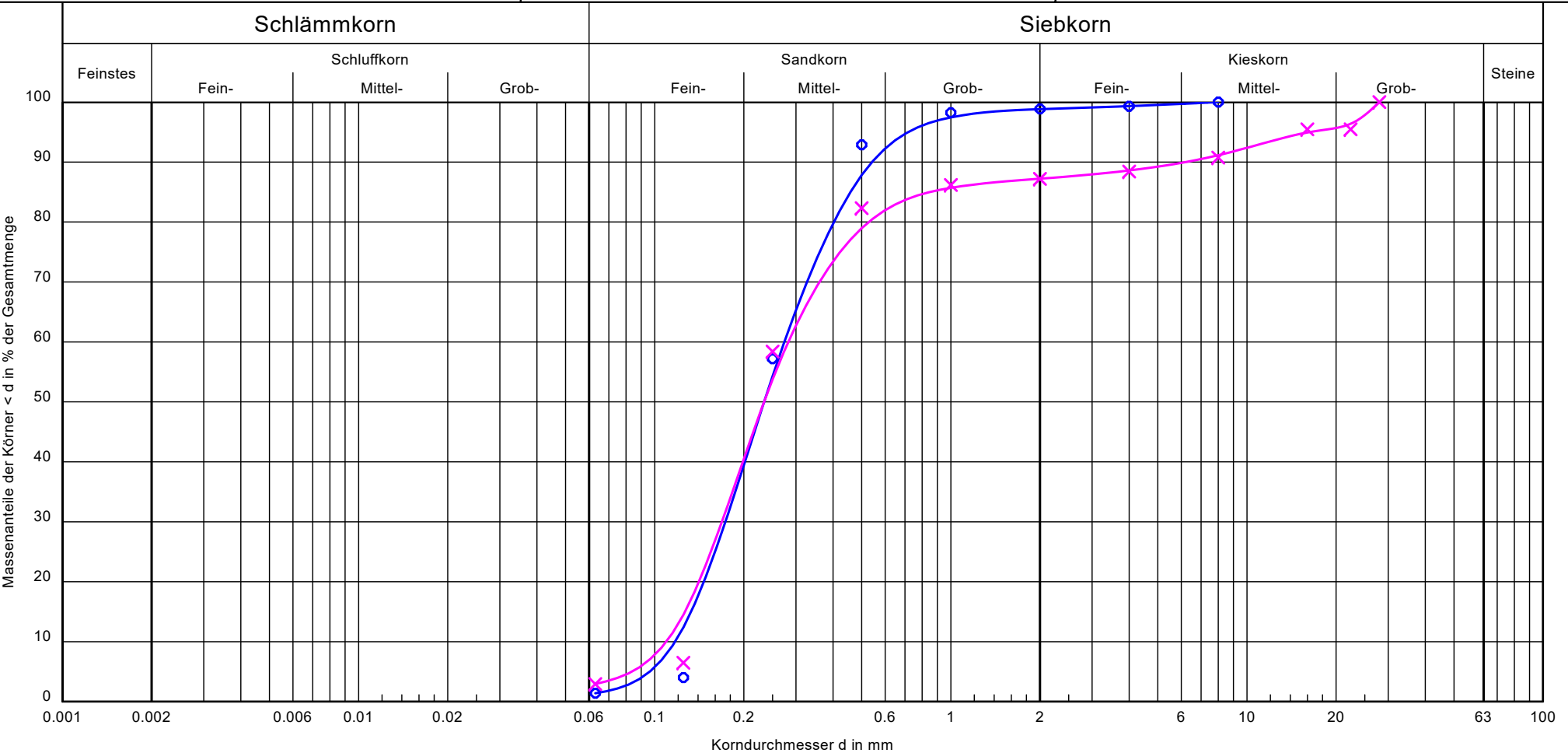
ANLAGE 3.1

Korngrößenanalysen (Kornsummenkurven)

Körnungslinie

Errichtung eines Regenklärbeckens mit Überlauf
an der Industriestraße in 33161 Hövelhof
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Prüfungsnummern: Proben 1/7 und 2/4
Proben entnommen am: 14.02.2024
Art der Entnahme: gestörte Probe
Arbeitsweise: Sieb-Analyse



Bezeichnung:	Probe 1/7	Probe 2/4
Bodenart:	mS, f _s , gs'	mS, f _s , gs', mg'
Tiefe:	3,00-4,00 m	1,50-3,00 m
kf-Wert [m/s]:	1.4 · 10 ⁻⁴	1.2 · 10 ⁻⁴
T/U/S/G [%]:	- /1.4/97.4/1.2	- /3.0/84.3/12.8
Cu/Cc:	2.3/0.9	2.6/0.9
d10 [mm]:	0.1170	0.1091
Bodengruppe:	SE	SE

Bericht:

231216

Anlage:

3.1

<div>KLEEGRÄFE Geotechnik GmbH</div> <div>Holzstraße 212 59556 Lippstadt</div>		<div>Bericht: 231216</div> <div>Anlage: 3.1</div>																																																
<div>Körnungslinie</div> <div>Errichtung eines Regenklärbeckens mit Überlauf</div> <div>an der Industriestraße in 33161 Hövelhof - Baugrunderkundung / Gründungsberatung -</div> <div>Bearbeiter: Frau Gottlob</div> <div>Datum: 23.05.2024</div>		<div>Prüfungsnummern: Proben 1/7 und 2/4</div> <div>Proben entnommen am: 14.02.2024</div> <div>Art der Entnahme: gestörte Probe</div> <div>Arbeitsweise: Sieb-Analyse</div>																																																
<div>Bezeichnung: Probe 1/7</div> <div>Bodenart: mS, f_s, gs'</div> <div>Tiefe: 3,00-4,00 m</div> <div>kf-Wert [m/s]: 1.368E-4</div> <div>T/U/S/G [%]: - / 1.4 / 97.4 / 1.2</div> <div>Cu/Cc: 2.3/0.9</div> <div>d₁₀ [mm]: 0.1170</div> <div>Bodengruppe: SE</div> <div>d₁₀/d₃₀/d₆₀ [mm]: 0.117 / 0.173 / 0.274</div> <div>Siebanalyse:</div> <div>Trockenmasse [g]: 190.54</div>		<div>Siebanalyse</div> <table><tr><th>Korngröße [mm]</th><th>Rückstand [g]</th><th>Rückstand [%]</th><th>Siebdurch- gänge [%]</th></tr><tr><td>8.0</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>100.00</td></tr><tr><td>4.0</td><td>1.36</td><td>0.71</td><td>99.29</td></tr><tr><td>2.0</td><td>0.83</td><td>0.44</td><td>98.85</td></tr><tr><td>1.0</td><td>1.16</td><td>0.61</td><td>98.24</td></tr><tr><td>0.5</td><td>10.21</td><td>5.36</td><td>92.88</td></tr><tr><td>0.25</td><td>68.01</td><td>35.69</td><td>57.19</td></tr><tr><td>0.125</td><td>101.30</td><td>53.16</td><td>4.03</td></tr><tr><td>0.063</td><td>4.99</td><td>2.62</td><td>1.41</td></tr><tr><td>Schale</td><td>2.68</td><td>1.41</td><td>-</td></tr><tr><td>Summe</td><td>190.54</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 [%]	8.0	0.00	0.00	100.00	4.0	1.36	0.71	99.29	2.0	0.83	0.44	98.85	1.0	1.16	0.61	98.24	0.5	10.21	5.36	92.88	0.25	68.01	35.69	57.19	0.125	101.30	53.16	4.03	0.063	4.99	2.62	1.41	Schale	2.68	1.41	-	Summe	190.54			Siebverlust	0.00		
Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurch- gänge [%]																																															
8.0	0.00	0.00	100.00																																															
4.0	1.36	0.71	99.29																																															
2.0	0.83	0.44	98.85																																															
1.0	1.16	0.61	98.24																																															
0.5	10.21	5.36	92.88																																															
0.25	68.01	35.69	57.19																																															
0.125	101.30	53.16	4.03																																															
0.063	4.99	2.62	1.41																																															
Schale	2.68	1.41	-																																															
Summe	190.54																																																	
Siebverlust	0.00																																																	

<div>KLEEGRÄFE Geotechnik GmbH</div> <div>Holzstraße 212 59556 Lippstadt</div>		<div>Bericht: 231216</div> <div>Anlage: 3.1</div>																																																												
<div>Körnungslinie</div> <div>Errichtung eines Regenklärbeckens mit Überlauf</div> <div>an der Industriestraße in 33161 Hövelhof - Baugrunderkundung / Gründungsberatung -</div> <div>Bearbeiter: Frau Gottlob</div> <div>Datum: 23.05.2024</div>		<div>Prüfungsnummern: Proben 1/7 und 2/4</div> <div>Proben entnommen am: 14.02.2024</div> <div>Art der Entnahme: gestörte Probe</div> <div>Arbeitsweise: Sieb-Analyse</div>																																																												
<div>Bezeichnung: Probe 2/4</div> <div>Bodenart: mS, f_s, gs', mg'</div> <div>Tiefe: 1,50-3,00 m</div> <div>kf-Wert [m/s]: 1.190E-4</div> <div>T/U/S/G [%]: - / 3.0 / 84.3 / 12.8</div> <div>Cu/Cc: 2.6/0.9</div> <div>d₁₀ [mm]: 0.1091</div> <div>Bodengruppe: SE</div> <div>d₁₀/d₃₀/d₆₀ [mm]: 0.109 / 0.169 / 0.283</div> <div>Siebanalyse:</div> <div>Trockenmasse [g]: 244.46</div>		<div>Siebanalyse</div> <table><tr><th>Korngröße [mm]</th><th>Rückstand [g]</th><th>Rückstand [%]</th><th>Siebdurchgänge [%]</th></tr><tr><td>28.0</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>100.00</td></tr><tr><td>22.4</td><td>11.09</td><td>4.54</td><td>95.46</td></tr><tr><td>16.0</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>95.46</td></tr><tr><td>8.0</td><td>11.53</td><td>4.72</td><td>90.75</td></tr><tr><td>4.0</td><td>5.72</td><td>2.34</td><td>88.41</td></tr><tr><td>2.0</td><td>2.97</td><td>1.21</td><td>87.19</td></tr><tr><td>1.0</td><td>2.51</td><td>1.03</td><td>86.17</td></tr><tr><td>0.5</td><td>9.43</td><td>3.86</td><td>82.31</td></tr><tr><td>0.25</td><td>58.44</td><td>23.91</td><td>58.40</td></tr><tr><td>0.125</td><td>126.88</td><td>51.90</td><td>6.50</td></tr><tr><td>0.063</td><td>8.68</td><td>3.55</td><td>2.95</td></tr><tr><td>Schale</td><td>7.21</td><td>2.95</td><td>-</td></tr><tr><td>Summe</td><td>244.46</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 [%]	28.0	0.00	0.00	100.00	22.4	11.09	4.54	95.46	16.0	0.00	0.00	95.46	8.0	11.53	4.72	90.75	4.0	5.72	2.34	88.41	2.0	2.97	1.21	87.19	1.0	2.51	1.03	86.17	0.5	9.43	3.86	82.31	0.25	58.44	23.91	58.40	0.125	126.88	51.90	6.50	0.063	8.68	3.55	2.95	Schale	7.21	2.95	-	Summe	244.46			Siebverlust	0.00		
Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]																																																											
28.0	0.00	0.00	100.00																																																											
22.4	11.09	4.54	95.46																																																											
16.0	0.00	0.00	95.46																																																											
8.0	11.53	4.72	90.75																																																											
4.0	5.72	2.34	88.41																																																											
2.0	2.97	1.21	87.19																																																											
1.0	2.51	1.03	86.17																																																											
0.5	9.43	3.86	82.31																																																											
0.25	58.44	23.91	58.40																																																											
0.125	126.88	51.90	6.50																																																											
0.063	8.68	3.55	2.95																																																											
Schale	7.21	2.95	-																																																											
Summe	244.46																																																													
Siebverlust	0.00																																																													

ANLAGE 4.1

Wassergehaltsbestimmungen

Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

Errichtung eines Regenklärbeckens mit Überlauf
an der Instriestraße in 33161 Hövelhof
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Frau Gottlob

Datum: 23.05.2024

Prüfungsnummer: Proben 1/7 und 2/4

Entnahmestelle: BS 1 und BS 2

Tiefe: 1,50 - 4,00 m

Art der Entnahme: gestörte Probe

Probe entnommen am: 14.02.2024

Probenbezeichnung:	Probe 1/7	Probe 2/4				
Feuchte Probe + Behälter [g]:	634.01	719.18				
Trockene Probe + Behälter [g]:	605.72	667.74				
Behälter [g]:	415.18	350.30				
Porenwasser [g]:	28.29	51.44				
Trockene Probe [g]:	190.54	317.44				
Wassergehalt [%]	14.85	16.20				

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

Glühverlustbestimmungen

ANLAGE 6.1

Chemische Analysenergebnisse (Schwarzdecke)

Prüfbericht-Nr: **B244705**

Auftraggeber Kleegräfe Geotechnik GmbH
Holzstr. 212
59556 Lippstadt

Ansprechpartner Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe
Telefon 02941 / 5404
E-Mail info@kleeegraefe.com

Eingangsdatum 01.03.2024

Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfort Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 01.03.2024 - 05.03.2024

Probe-Nr. P202407770

Probenbezeichnung Kern 1/1

Herkunftsort Hövelhof, Industriestr., Regenklärbecken
Entnahmeort Hövelhof, Industriestr., Regenklärbecken

Übersicht der verwendeten Normen / SOP's

DIN EN 12457-4: 2003-01

DIN EN ISO 14402: 1999-12

DIN ISO 18287: 2006-05

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 unter folgendem Link eingesehen werden können: <https://www.horn-co.de/messunsicherheiten>

Die zu berücksichtigende Entscheidungsregel im Kontext der Messunsicherheit von Prüfergebnissen ist unter folgendem Link zu finden: <https://www.horn-co.de/horn-co-group/akkreditierung>

Der Prüfbericht darf nur mit Zustimmung der Horn & Co. Analytics GmbH auszugsweise vervielfältigt werden.

Horn & Co. Analytics GmbH

Labor Wenden

Otto-Hahn-Straße 2, 57482 Wenden-Hünsborn · Deutschland
Telefon: +49 (0) 27 62 / 97 40-0 · Fax: +49 (0) 27 62 / 97 40-11

Labor Siegen · Obere Kaiserstraße, 57078 Siegen · Deutschland

Labor Wetzlar · Dillfeld 40, 35576 Wetzlar · Deutschland

Labor Witten · Auestraße 4, 58452 Witten · Deutschland

Web: www.horn-co.de · E-Mail: anfrage-analytics@horn-co.de

Sitz der Gesellschaft: Herrenfeldstraße 12 · 57076 Siegen-Weidenau · Deutschland
USt-IdNr.: DE 161 589 656 · Amtsgericht Siegen · HRB 7085

Geschäftsführer: Dr. Lars Füchtjohann, Arjend Kameraj

Volksbank in Südwestfalen eG IBAN: DE46 4476 1534 0804 4067 01 · BIC: GENODEM1NRD

Sparkasse Siegen IBAN: DE60 4605 0001 0000 0502 37 · BIC: WELADED1SIE

Postbank IBAN: DE53 3701 0050 0990 7625 00 · BIC: PBNKDEFFXXX

Prüfbericht-Nr: **B244705**

Probe-Nr. P202407770

Probenbezeichnung Kern 1/1

Untersuchungsergebnisse

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort
Naphthalin (Orig)	2,49	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Acenaphthylen (Orig)	<0,1	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Acenaphthen (Orig)	1,80	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Fluoren (Orig)	0,348	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Phenanthren (Orig)	0,240	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Anthracen (Orig)	<0,1	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Fluoranthren (Orig)	0,144	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Pyren (Orig)	0,145	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Benzo(a)anthracen (Orig)	<0,1	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Chrysen (Orig)	0,120	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Benzo(b)fluoranthren (Orig)	<0,1	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Benzo(k)fluoranthren (Orig)	<0,1	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Benzo(a)pyren (Orig)	<0,1	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Indeno(1,2,3-cd)pyren (Orig)	<0,1	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Dibenz(a,h)anthracen (Orig)	<0,1	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Benzo(ghi)perylene (Orig)	0,197	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Summe PAK n. EPA (Orig)	5,83	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Elution mit dest. Wasser	ja		DIN EN 12457-4	1*	Wen
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 14402	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

Bemerkung GW

Grenzwerteinstufung

A RuVA-StB 01/0 Verwertungsklasse A Asphalt gem. RuVA-StB 01/05

B RuVA-StB 01/0 Verwertungsklasse B Asphalt gem. RuVA-StB 01/05

C RuVA-StB 01/0 Verwertungsklasse C Asphalt gem. RuVA-StB 01/05

Endeinstufung Verwertungsklasse A Asphalt gem. RuVA-StB 01/05

Einstufung

eingehalten

eingehalten

eingehalten

Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung

Parameter	Meßwert	Einheit	A RuVA-StB 01/0	B RuVA-StB 01/0	C RuVA-StB 01/0
Naphthalin (Orig)	2,49	mg/kg			
Acenaphthylen (Orig)	<0,1	mg/kg			

Prüfbericht-Nr: **B244705**

Probe-Nr. P202407770

Probenbezeichnung Kern 1/1

Parameter	Meßwert	Einheit	A RuVA-StB 01/0	B RuVA-StB 01/0	C RuVA-StB 01/0
Acenaphthen (Orig)	1,80	mg/kg			
Fluoren (Orig)	0,348	mg/kg			
Phenanthren (Orig)	0,240	mg/kg			
Anthracen (Orig)	<0,1	mg/kg			
Fluoranthen (Orig)	0,144	mg/kg			
Pyren (Orig)	0,145	mg/kg			
Benzo(a)anthracen (Orig)	<0,1	mg/kg			
Chrysen (Orig)	0,120	mg/kg			
Benzo(b)fluoranthen (Orig)	<0,1	mg/kg			
Benzo(k)fluoranthen (Orig)	<0,1	mg/kg			
Benzo(a)pyren (Orig)	<0,1	mg/kg			
Indeno(1,2,3-cd)pyren (Orig)	<0,1	mg/kg			
Dibenz(a,h)anthracen (Orig)	<0,1	mg/kg			
Benzo(ghi)perylene (Orig)	0,197	mg/kg			
Summe PAK n. EPA (Orig)	5,83	mg/kg	25		
Elution mit dest. Wasser	ja				
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	0,1	0,1	

Horn & Co. Analytics GmbH, Wenden 05.03.2024



i.A. Dorothea Egbun
Projektmanagement

Bemerkung MU Bei der Konformitätsbewertung wird die Messunsicherheit nicht berücksichtigt.

Prüfbericht-Nr: **B244706**

Auftraggeber Kleegräfe Geotechnik GmbH
Holzstr. 212
59556 Lippstadt

Ansprechpartner Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe
Telefon 02941 / 5404
E-Mail info@kleeegraefe.com

Eingangsdatum 01.03.2024

Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfort Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 01.03.2024 - 05.03.2024

Probe-Nr. P202407771

Probenbezeichnung Kern 2/1

Herkunftsort Hövelhof, Industriestr., Regenklärbecken
Entnahmeort Hövelhof, Industriestr., Regenklärbecken

Übersicht der verwendeten Normen / SOP's

DIN EN 12457-4: 2003-01

DIN EN ISO 14402: 1999-12

DIN ISO 18287: 2006-05

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 unter folgendem Link eingesehen werden können: <https://www.horn-co.de/messunsicherheiten>

Die zu berücksichtigende Entscheidungsregel im Kontext der Messunsicherheit von Prüfergebnissen ist unter folgendem Link zu finden: <https://www.horn-co.de/horn-co-group/akkreditierung>

Der Prüfbericht darf nur mit Zustimmung der Horn & Co. Analytics GmbH auszugsweise vervielfältigt werden.

Horn & Co. Analytics GmbH

Labor Wenden

Otto-Hahn-Straße 2, 57482 Wenden-Hünsborn · Deutschland
Telefon: +49 (0) 27 62 / 97 40-0 · Fax: +49 (0) 27 62 / 97 40-11

Labor Siegen · Obere Kaiserstraße, 57078 Siegen · Deutschland

Labor Wetzlar · Dillfeld 40, 35576 Wetzlar · Deutschland

Labor Witten · Auestraße 4, 58452 Witten · Deutschland

Web: www.horn-co.de · E-Mail: anfrage-analytics@horn-co.de

Sitz der Gesellschaft: Herrenfeldstraße 12 · 57076 Siegen-Weidenau · Deutschland
USt-IdNr.: DE 161 589 656 · Amtsgericht Siegen · HRB 7085

Geschäftsführer: Dr. Lars Füchtjohann, Arjend Kameraj

Volksbank in Südwestfalen eG IBAN: DE46 4476 1534 0804 4067 01 · BIC: GENODEM1NRD

Sparkasse Siegen IBAN: DE60 4605 0001 0000 0502 37 · BIC: WELADED1SIE

Postbank IBAN: DE53 3701 0050 0990 7625 00 · BIC: PBNKDEFFXXX

Prüfbericht-Nr: B244706

Probe-Nr. P202407771

Probenbezeichnung Kern 2/1

Untersuchungsergebnisse

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort
Naphthalin (Orig)	<0,1	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Acenaphthylen (Orig)	<0,1	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Acenaphthen (Orig)	<0,1	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Fluoren (Orig)	<0,1	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Phenanthren (Orig)	0,100	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Anthracen (Orig)	<0,1	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Fluoranthren (Orig)	0,229	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Pyren (Orig)	0,385	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Benzo(a)anthracen (Orig)	<0,1	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Chrysen (Orig)	0,256	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Benzo(b)fluoranthren (Orig)	0,224	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Benzo(k)fluoranthren (Orig)	<0,1	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Benzo(a)pyren (Orig)	0,176	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Indeno(1,2,3-cd)pyren (Orig)	0,226	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Dibenz(a,h)anthracen (Orig)	<0,1	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Benzo(ghi)perylene (Orig)	0,222	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Summe PAK n. EPA (Orig)	2,24	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Elution mit dest. Wasser	ja		DIN EN 12457-4	1*	Wen
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 14402	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

Bemerkung GW

Grenzwerteinstufung

A RuVA-StB 01/0 Verwertungsklasse A Asphalt gem. RuVA-StB 01/05

B RuVA-StB 01/0 Verwertungsklasse B Asphalt gem. RuVA-StB 01/05

C RuVA-StB 01/0 Verwertungsklasse C Asphalt gem. RuVA-StB 01/05

Endeinstufung Verwertungsklasse A Asphalt gem. RuVA-StB 01/05

Einstufung

eingehalten

eingehalten

eingehalten

Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung

Parameter	Meßwert	Einheit	A RuVA-StB 01/0	B RuVA-StB 01/0	C RuVA-StB 01/0
Naphthalin (Orig)	<0,1	mg/kg			
Acenaphthylen (Orig)	<0,1	mg/kg			

Prüfbericht-Nr: **B244706**

Probe-Nr. P202407771

Probenbezeichnung Kern 2/1

Parameter	Meßwert	Einheit	A RuVA-StB 01/0	B RuVA-StB 01/0	C RuVA-StB 01/0
Acenaphthen (Orig)	<0,1	mg/kg			
Fluoren (Orig)	<0,1	mg/kg			
Phenanthren (Orig)	0,100	mg/kg			
Anthracen (Orig)	<0,1	mg/kg			
Fluoranthren (Orig)	0,229	mg/kg			
Pyren (Orig)	0,385	mg/kg			
Benzo(a)anthracen (Orig)	<0,1	mg/kg			
Chrysen (Orig)	0,256	mg/kg			
Benzo(b)fluoranthren (Orig)	0,224	mg/kg			
Benzo(k)fluoranthren (Orig)	<0,1	mg/kg			
Benzo(a)pyren (Orig)	0,176	mg/kg			
Indeno(1,2,3-cd)pyren (Orig)	0,226	mg/kg			
Dibenz(a,h)anthracen (Orig)	<0,1	mg/kg			
Benzo(ghi)perylene (Orig)	0,222	mg/kg			
Summe PAK n. EPA (Orig)	2,24	mg/kg	25		
Elution mit dest. Wasser	ja				
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	0,1	0,1	

Horn & Co. Analytics GmbH, Wenden 05.03.2024



i.A. Dorothea Egbun
Projektmanagement

Bemerkung MU Bei der Konformitätsbewertung wird die Messunsicherheit nicht berücksichtigt.

ANLAGE 6.2

Chemische Analysenergebnisse (Aushubmaterial)

Prüfbericht-Nr: **B245732**

Auftraggeber Kleegräfe Geotechnik GmbH
Holzstr. 212
59556 Lippstadt

Ansprechpartner Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe
Telefon 02941 / 5404
E-Mail info@kleeegraefe.com

Eingangsdatum 01.03.2024

Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfort Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 01.03.2024 - 14.03.2024

Probe-Nr. P202407772

Probenbezeichnung MP Aushub

Herkunftsort Hövelhof, Industriestr., Regenklärbecken
Entnahmeort Hövelhof, Industriestr., Regenklärbecken

Untersuchungsauftrag EBV

Übersicht der verwendeten Normen / SOP's

BBodSchV §2 Nr. 8: 2021-05	DIN 19529: 2015-12	DIN 19539: 2016-12
DIN 19747: 2009-07	DIN 38404-5: 2009-07	DIN 38407-37: 2013-11
DIN 38407-39: 2011-09	DIN 38414-17: 2017-01	DIN 66165-2: 2016-08
DIN EN 14039: 2005-01	DIN EN 14346: 2007-03	DIN EN 16170: 2017-01
DIN EN 17322: 2021-03	DIN EN 27888: 1993-11	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07
DIN EN ISO 12846: 2012-08	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01	DIN EN ISO 54321 Verf. A2: 2021-04
DIN ISO 11465: 1996-12	DIN ISO 18287: 2006-05	

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 unter folgendem Link eingesehen werden können: <https://www.horn-co.de/messunsicherheiten>

Die zu berücksichtigende Entscheidungsregel im Kontext der Messunsicherheit von Prüfergebnissen ist unter folgendem Link zu finden: <https://www.horn-co.de/horn-co-group/akkreditierung>

Der Prüfbericht darf nur mit Zustimmung der Horn & Co. Analytics GmbH auszugsweise vervielfältigt werden.

Horn & Co. Analytics GmbH

Labor Wenden

Otto-Hahn-Straße 2, 57482 Wenden-Hünsborn · Deutschland
Telefon: +49 (0) 27 62 / 97 40-0 · Fax: +49 (0) 27 62 / 97 40-11

Labor Siegen · Obere Kaiserstraße, 57078 Siegen · Deutschland

Labor Wetzlar · Dillfeld 40, 35576 Wetzlar · Deutschland

Labor Witten · Auestraße 4, 58452 Witten · Deutschland

Web: www.horn-co.de · E-Mail: anfrage-analytics@horn-co.de

Sitz der Gesellschaft: Herrenfeldstraße 12 · 57076 Siegen-Weidenau · Deutschland
USt-IdNr.: DE 161 589 656 · Amtsgericht Siegen · HRB 7085

Geschäftsführer: Dr. Lars Füchtjohann, Argjend Kameraj

Volksbank in Südwestfalen eG

Sparkasse Siegen

Postbank

IBAN: DE46 4476 1534 0804 4067 01 · BIC: GENODEM1NRD

IBAN: DE60 4605 0001 0000 0502 37 · BIC: WELADED1SIE

IBAN: DE53 3701 0050 0990 7625 00 · BIC: PBNKDEFFXXX

Prüfbericht-Nr: B245732

Probe-Nr. P202407772

Probenbezeichnung MP Aushub

Untersuchungsergebnisse

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort
Probennahmeprotokoll	n.vorhanden				Wen
Mineral. Fremdbest.	<10	Vol-%	BBodSchV §2 Nr. 8	4*	Wen
Trockenrückstand (105°C)	90,0	%	DIN EN 14346	1*	Wen
Feuchte (105°C)	10,0	%	DIN EN 14346	1*	Wen
Trockenrückstand (bis 40°C)	89,6	%	DIN ISO 11465	1*	Wen
Feuchte (40°C)	10,4	%	DIN ISO 11465	1*	Wen
> 2,00 mm	17,1	%	DIN 66165-2	1*	Wen
< 2,00 mm	82,9	%	DIN 66165-2	1*	Wen
Ergebnis bez. auf Feinfraktion (< 2,00 mm)	ja		DIN 19747	1*	Wen
TOC-400 (TS)	0,28	%	DIN 19539	1*	Wen
EOX (TS)	<1	mg/kg	DIN 38414-17	1*	Wen
Kohlenwasserstoff-Index C10 - 22 (TS)	<100	mg/kg	DIN EN 14039	1*	Wen
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	103	mg/kg	DIN EN 14039	1*	Wen
Benzo(a)pyren (TS)	0,271	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Summe PAK n. EPA (TS)	4,10	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
PCB-118 (TS)_EBV	<0,001	mg/kg	DIN EN 17322	1*	Wen
Summe 6 PCB (TS)_EBV	<0,01	mg/kg	DIN EN 17322	1*	Wen
Summe 7 PCB (TS)_EBV	<0,01	mg/kg	DIN EN 17322	1*	Wen
Königswasseraufschluss	ja		DIN EN ISO 54321 Verf. A2	1*	Wen
Arsen (TS)_EBV	<1	mg/kg	DIN EN 16170	1*	Wen
Blei (TS)_EBV	<10	mg/kg	DIN EN 16170	1*	Wen
Cadmium (TS)_EBV	<0,1	mg/kg	DIN EN 16170	1*	Wen
Chrom (TS)_EBV	<10	mg/kg	DIN EN 16170	1*	Wen
Kupfer (TS)_EBV	<10	mg/kg	DIN EN 16170	1*	Wen
Nickel (TS)_EBV	<10	mg/kg	DIN EN 16170	1*	Wen
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 12846	2*	Wen
Thallium (TS)_EBV	<0,1	mg/kg	DIN EN 16170	1*	Wen
Zink (TS)_EBV	<10	mg/kg	DIN EN 16170	1*	Wen
Elution mit dest. Wasser (2:1 Schüttel)	ja		DIN 19529	1*	Wen
pH-Wert (Eluat)	8,38		DIN 38404-5	1*	Wen
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	299	µS/cm	DIN EN 27888	1*	Wen
Sulfat-IC (Eluat)	29,1	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen
Arsen (Eluat) ICP-MS	1,31	µg/L	DIN EN ISO 17294-2	1*	Wen
Blei (Eluat) ICP-MS	<1	µg/L	DIN EN ISO 17294-2	1*	Wen
Cadmium (Eluat) ICP-MS	<0,3	µg/L	DIN EN ISO 17294-2	1*	Wen
Chrom (Eluat) ICP-MS	<5	µg/L	DIN EN ISO 17294-2	1*	Wen
Kupfer (Eluat) ICP-MS	<10	µg/L	DIN EN ISO 17294-2	1*	Wen
Nickel (Eluat) ICP-MS	<1	µg/L	DIN EN ISO 17294-2	1*	Wen

Prüfbericht-Nr: B245732

Probe-Nr. P202407772

Probenbezeichnung MP Aushub

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort
Thallium (Eluat) ICP-MS	<0,2	µg/L	DIN EN ISO 17294-2	1*	Wen
Zink (Eluat) ICP-MS	<10	µg/L	DIN EN ISO 17294-2	1*	Wen
Quecksilber (Eluat) AAS	<0,0001	mg/L	DIN EN ISO 12846	1*	Wen
Summe 15 PAK (ohne Naphthalin)(Eluat)	<0,1	µg/L	DIN 38407-39	1*	Wen
1-Methylnaphthalin (Eluat)	<0,01	µg/L	DIN 38407-39	1*	Wen
2-Methylnaphthalin (Eluat)	<0,01	µg/L	DIN 38407-39	1*	Wen
Naphthalin (Eluat)	<0,01	µg/L	DIN 38407-39	1*	Wen
Summe Naphthaline (Eluat)	<0,03	µg/L	DIN 38407-39	1*	Wen
PCB-118 (Eluat)_EBV	<0,001	µg/L	DIN 38407-37	1*	Wen
Summe 6 PCB (Eluat)_EBV	<0,01	µg/L	DIN 38407-37	1*	Wen
Summe 7 PCB (Eluat)_EBV	<0,01	µg/L	DIN 38407-37	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

Bemerkung GW

Grenzwerteinstufung

BM-0 Lehm EBV - BM-0 Lehm/Schluff - nach Ersatzbaustoffverordnung EBV

BM-0* <0,5% TOC EBV - BM-0* <0,5% TOC - nach Ersatzbaustoffverordnung EBV

BM-F0* EBV - BM-F0* - nach Ersatzbaustoffverordnung EBV

BM-F1 EBV - BM-F1 - nach Ersatzbaustoffverordnung EBV

Endeinstufung EBV - BM-0* <0,5% TOC eingehalten

Einstufung

überschritten

eingehalten

eingehalten

eingehalten

Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung

Parameter	Meßwert	Einheit	BM-0 Lehm	BM-0* <0,5% TOC	BM-F0*	BM-F1
Probennahmeprotokoll	n.vorhanden					
Mineral. Fremdbest.	<10	Vol-%	10	10	50	50
Trockenrückstand (105°C)	90,0	%				
Feuchte (105°C)	10,0	%				
Trockenrückstand (bis 40°C)	89,6	%				
Feuchte (40°C)	10,4	%				
> 2,00 mm	17,1	%				
< 2,00 mm	82,9	%				
Ergebnis bez. auf Feinfraktion (< 2,00 mm)	ja					
TOC-400 (TS)	0,28	%	1	0,5	5	5
EOX (TS)	<1	mg/kg	1	1	3	3
Kohlenwasserstoff-Index C10 - 22 (TS)	<100	mg/kg		300	300	300

Prüfbericht-Nr: **B245732**

Probe-Nr. P202407772

Probenbezeichnung MP Aushub

Parameter	Meßwert	Einheit	BM-0 Lehm	BM-0* <0,5% TOC	BM-F0*	BM-F1
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	103	mg/kg		600	600	600
Benzo(a)pyren (TS)	0,271	mg/kg	0,3			
Summe PAK n. EPA (TS)	4,10	mg/kg	3	6	6	6
PCB-118 (TS)_EBV	<0,001	mg/kg				
Summe 6 PCB (TS)_EBV	<0,01	mg/kg				
Summe 7 PCB (TS)_EBV	<0,01	mg/kg	0,05	0,1	0,15	0,15
Königswasseraufschluss	ja					
Arsen (TS)_EBV	<1	mg/kg	20	20	40	40
Blei (TS)_EBV	<10	mg/kg	70	140	140	140
Cadmium (TS)_EBV	<0,1	mg/kg	1	1	2	2
Chrom (TS)_EBV	<10	mg/kg	60	120	120	120
Kupfer (TS)_EBV	<10	mg/kg	40	80	80	80
Nickel (TS)_EBV	<10	mg/kg	50	100	100	100
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	0,3	0,6	0,6	0,6
Thallium (TS)_EBV	<0,1	mg/kg	1	1	2	2
Zink (TS)_EBV	<10	mg/kg	150	300	300	300
Elution mit dest. Wasser (2:1 Schüttel)	ja					
pH-Wert (Eluat)	8,38				6,5-9,5	6,5-9,5
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	299	µS/cm		350	350	500
Sulfat-IC (Eluat)	29,1	mg/L	250	250	250	450
Arsen (Eluat) ICP-MS	1,31	µg/L		8	12	20
Blei (Eluat) ICP-MS	<1	µg/L		23	35	90
Cadmium (Eluat) ICP-MS	<0,3	µg/L		2	3	3
Chrom (Eluat) ICP-MS	<5	µg/L		10	15	150
Kupfer (Eluat) ICP-MS	<10	µg/L		20	30	110
Nickel (Eluat) ICP-MS	<1	µg/L		20	30	30
Thallium (Eluat) ICP-MS	<0,2	µg/L		0,2		
Zink (Eluat) ICP-MS	<10	µg/L		100	150	160
Quecksilber (Eluat) AAS	<0,0001	mg/L		0,0001		
Summe 15 PAK (ohne Naphthalin)(Eluat)	<0,1	µg/L		0,2	0,3	1,5
1-Methylnaphthalin (Eluat)	<0,01	µg/L				
2-Methylnaphthalin (Eluat)	<0,01	µg/L				
Naphthalin (Eluat)	<0,01	µg/L				
Summe Naphthaline (Eluat)	<0,03	µg/L		2		
PCB-118 (Eluat)_EBV	<0,001	µg/L				
Summe 6 PCB (Eluat)_EBV	<0,01	µg/L				
Summe 7 PCB (Eluat)_EBV	<0,01	µg/L		0,01		

Horn & Co. Analytics GmbH, Wenden 14.03.2024

Prüfbericht-Nr: **B245732**

Probe-Nr. P202407772

Probenbezeichnung MP Aushub

i.A. Dorothea Egbun

Projektmanagement

Bemerkung MU Bei der Konformitätsbewertung wird die Messunsicherheit nicht berücksichtigt.

Prüfbericht-Nr: **B245122**

Auftraggeber Kleegräfe Geotechnik GmbH
Holzstr. 212
59556 Lippstadt

Ansprechpartner Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe
Telefon 02941 / 5404
E-Mail info@kleeegraefe.com

Eingangsdatum 01.03.2024

Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfort Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 01.03.2024 - 08.03.2024

Probe-Nr. P202407772-1

Probenbezeichnung MP Aushub

Herkunftsort Hövelhof, Industriestr., Regenklärbecken
Entnahmeort Hövelhof, Industriestr., Regenklärbecken

Untersuchungsauftrag EBV

Übersicht der verwendeten Normen / SOP's

DIN 19539: 2016-12	DIN 19747: 2009-07	DIN 38404-5: 2009-07
DIN 38409-1: 1987-01	DIN EN 12457-4: 2003-01	DIN EN 14039: 2005-01
DIN EN 14346: 2007-03	DIN EN 1484: 2019-04	DIN EN 15169: 2007-05
DIN EN 15216: 2008-01	DIN EN 15308: 2016-12	DIN EN 27888: 1993-11
DIN EN ISO 10304-1: 2009-07	DIN EN ISO 11885: 2009-09	DIN EN ISO 12846: 2012-08
DIN EN ISO 14402: 1999-12	DIN EN ISO 14403-2: 2012-10	DIN EN ISO 22155: 2016-07
DIN ISO 18287: 2006-05	DepV Anhang 4 Nr. 3.1.1: 2009-04	LAGA KW/04: 2009-12

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 unter folgendem Link eingesehen werden können: <https://www.horn-co.de/messunsicherheiten>

Die zu berücksichtigende Entscheidungsregel im Kontext der Messunsicherheit von Prüfergebnissen ist unter folgendem Link zu finden: <https://www.horn-co.de/horn-co-group/akkreditierung>

Der Prüfbericht darf nur mit Zustimmung der Horn & Co. Analytics GmbH auszugsweise vervielfältigt werden.

Horn & Co. Analytics GmbH

Labor Wenden

Otto-Hahn-Straße 2, 57482 Wenden-Hünsborn · Deutschland
Telefon: +49 (0) 27 62 / 97 40-0 · Fax: +49 (0) 27 62 / 97 40-11

Labor Siegen · Obere Kaiserstraße, 57078 Siegen · Deutschland

Labor Wetzlar · Dillfeld 40, 35576 Wetzlar · Deutschland

Labor Witten · Auestraße 4, 58452 Witten · Deutschland

Web: www.horn-co.de · E-Mail: anfrage-analytics@horn-co.de

Sitz der Gesellschaft: Herrenfeldstraße 12 · 57076 Siegen-Weidenau · Deutschland
USt-IdNr.: DE 161 589 656 · Amtsgericht Siegen · HRB 7085

Geschäftsführer: Dr. Lars Füchtjohann, Argjend Kameraj

Volksbank in Südwestfalen eG IBAN: DE46 4476 1534 0804 4067 01 · BIC: GENODEM1NRD

Sparkasse Siegen IBAN: DE60 4605 0001 0000 0502 37 · BIC: WELADED1SIE

Postbank IBAN: DE53 3701 0050 0990 7625 00 · BIC: PBNKDEFFXXX

Prüfbericht-Nr: **B245122**

Probe-Nr. P202407772-1

Probenbezeichnung MP Aushub

Untersuchungsergebnisse

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort
Probennahmeprotokoll	n.vorhanden				Wen
Probenhomogenisierung / -menge	auf 1 Kg		DepV Anhang 4 Nr. 3.1.1	4*	Wen
Probenvorbereitung	s.Anlage		DIN 19747	1*	Wen
Trockenrückstand (105°C)	90,1	%	DIN EN 14346	1*	Wen
Feuchte (105°C)	9,87	%	DIN EN 14346	1*	Wen
Summe BTEX / Styrol / Cumol (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 22155	1*	Wen
Summe PAK n. EPA (TS)	8,66	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Summe 7 PCB (TS)	<0,01	mg/kg	DIN EN 15308	1*	Wen
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	<100	mg/kg	DIN EN 14039	1*	Wen
Extrahierbare lipophile Stoffe (TS)	0,017	%	LAGA KW/04	1*	Wen
TOC (TS)	0,58	%	DIN 19539	1*	Wen
Glühverlust (550°C)	1,81	%	DIN EN 15169	1*	Wen
Glührückstand (550°C)	98,2	%	DIN EN 15169	1*	Wen
Elution mit dest. Wasser	ja		DIN EN 12457-4	1*	Wen
pH-Wert (Eluat)	8,35		DIN 38404-5	1*	Wen
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	110	µS/cm	DIN EN 27888	1*	Wen
Wasserlöslicher Anteil	0,055	%	DIN 38409-1	1*	Wen
Gesamtgehalt gelöst. Feststoffe	55	mg/L	DIN EN 15216	1*	Wen
Cyanid, l. freisetzbar (Eluat)	<0,005	mg/L	DIN EN ISO 14403-2	1*	Wen
Fluorid-IC (Eluat)	0,31	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen
Chlorid-IC (Eluat)	2,91	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen
Sulfat-IC (Eluat)	7,13	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 14402	1*	Wen
DOC (Eluat)	5,13	mg/L	DIN EN 1484	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)	<0,02	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Cadmium (Eluat)	<0,001	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Chrom, gesamt (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Kupfer (Eluat)	<0,02	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Molybdän (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
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

Prüfbericht-Nr: **B245122**

Probe-Nr. P202407772-1

Probenbezeichnung MP Aushub

Bemerkung GW

Grenzwerteinstufung

Einstufung

DK 0	Deponieklasse 0 nach Deponieverordnung (aktuelle Version)	eingehalten
DK 1	Deponieklasse 1 nach Deponieverordnung (aktuelle Version)	eingehalten
DK 2	Deponieklasse 2 nach Deponieverordnung (aktuelle Version)	eingehalten
DK 3	Deponieklasse 3 nach Deponieverordnung (aktuelle Version)	eingehalten
Endeinstufung	Deponieklasse 0	

Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung

Parameter	Meßwert	Einheit	DK 0	DK 1	DK 2	DK 3
Probennahmeprotokoll	n.vorhanden					
Probenhomogenisierung / -menge	auf 1 Kg					
Probenvorbereitung	s.Anlage					
Trockenrückstand (105°C)	90,1	%				
Feuchte (105°C)	9,87	%				
Summe BTEX / Styrol / Cumol (TS)	<1	mg/kg	6			
Summe PAK n. EPA (TS)	8,66	mg/kg	30			
Summe 7 PCB (TS)	<0,01	mg/kg	1			
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	<100	mg/kg	500			
Extrahierbare lipophile Stoffe (TS)	0,017	%	0,1	0,4	0,8	4
TOC (TS)	0,58	%	1	1	3	6
Glühverlust (550°C)	1,81	%	3	3	5	10
Glührückstand (550°C)	98,2	%				
Elution mit dest. Wasser	ja					
pH-Wert (Eluat)	8,35		5,5-13	5,5-13	5,5-13	4-13
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	110	µS/cm				
Wasserlöslicher Anteil	0,055	%	0,4	3	6	10
Gesamtgehalt gelöst. Feststoffe	55	mg/L	400	3000	6000	10000
Cyanid, l. freisetzbar (Eluat)	<0,005	mg/L	0,01	0,1	0,5	1
Fluorid-IC (Eluat)	0,31	mg/L	1	5	15	50
Chlorid-IC (Eluat)	2,91	mg/L	80	1500	1500	2500
Sulfat-IC (Eluat)	7,13	mg/L	100	2000	2000	5000
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	0,1	0,2	50	100
DOC (Eluat)	5,13	mg/L	50	50	80	100
Antimon (Eluat)	<0,005	mg/L	0,006	0,03	0,07	0,5
Arsen (Eluat)	<0,01	mg/L	0,05	0,2	0,2	2,5

Prüfbericht-Nr: **B245122**

Probe-Nr. P202407772-1

Probenbezeichnung MP Aushub

Parameter	Meßwert	Einheit	DK 0	DK 1	DK 2	DK 3
Barium (Eluat)	<0,01	mg/L	2	5	10	30
Blei (Eluat)	<0,02	mg/L	0,05	0,2	1	5
Cadmium (Eluat)	<0,001	mg/L	0,004	0,05	0,1	0,5
Chrom, gesamt (Eluat)	<0,01	mg/L	0,05	0,3	1	7
Kupfer (Eluat)	<0,02	mg/L	0,2	1	5	10
Molybdän (Eluat)	<0,01	mg/L	0,05	0,3	1	3
Nickel (Eluat)	<0,01	mg/L	0,04	0,2	1	4
Quecksilber (Eluat) AAS	<0,0001	mg/L	0,001	0,005	0,02	0,2
Selen (Eluat)	<0,01	mg/L	0,01	0,03	0,05	0,7
Zink (Eluat)	<0,01	mg/L	0,4	2	5	20

Horn & Co. Analytics GmbH, Wenden 08.03.2024



i.A. Dorothea Egbun
Projektmanagement

Bemerkung MU Bei der Konformitätsbewertung wird die Messunsicherheit nicht berücksichtigt.

ANLAGE 6.3

Chemische Analysenergebnisse (Betonaggessivität)

Prüfbericht-Nr: **B243427**

Auftraggeber Kleegräfe Geotechnik GmbH
Holzstr. 212
59556 Lippstadt

Ansprechpartner Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe
Telefon 02941 / 5404
E-Mail info@kleeegraefe.com

Eingangsdatum 15.02.2024

Probennehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfort Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 15.02.2024 - 20.02.2024

Probe-Nr. P202405008

Probenbezeichnung WP BS 1

Herkunftsort Hövelhof, Industriestr., Regenklärbecken
Entnahmeort Hövelhof, Industriestr., Regenklärbecken

Übersicht der verwendeten Normen / SOP's

DIN 38409-6: 1986-01	DIN 4030-2: 2008-06	DIN EN 1622 - Anhang C: 2006-10
DIN EN ISO 10304-1: 2009-07	DIN EN ISO 10523: 2012-04	DIN EN ISO 11732: 2005-05
DIN EN ISO 11885: 2009-09	DIN EN ISO 8467: 1995-05	DR. LANGE LCK 653: 2004-07

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 unter folgendem Link eingesehen werden können: <https://www.horn-co.de/messunsicherheiten>

Die zu berücksichtigende Entscheidungsregel im Kontext der Messunsicherheit von Prüfergebnissen ist unter folgendem Link zu finden: <https://www.horn-co.de/horn-co-group/akkreditierung>

Der Prüfbericht darf nur mit Zustimmung der Horn & Co. Analytics GmbH auszugsweise vervielfältigt werden.

Horn & Co. Analytics GmbH

Labor Wenden

Otto-Hahn-Straße 2, 57482 Wenden-Hünsborn · Deutschland
Telefon: +49 (0) 27 62 / 97 40-0 · Fax: +49 (0) 27 62 / 97 40-11

Labor Siegen · Obere Kaiserstraße, 57078 Siegen · Deutschland

Labor Wetzlar · Dillfeld 40, 35576 Wetzlar · Deutschland

Labor Witten · Auestraße 4, 58452 Witten · Deutschland

Web: www.horn-co.de · E-Mail: anfrage-analytics@horn-co.de

Sitz der Gesellschaft: Herrenfeldstraße 12 · 57076 Siegen-Weidenau · Deutschland
USt-IdNr.: DE 161 589 656 · Amtsgericht Siegen · HRB 7085

Geschäftsführer: Dr. Lars Füchtjohann, Arjend Kameraj

Volksbank in Südwestfalen eG IBAN: DE46 4476 1534 0804 4067 01 · BIC: GENODEM1NRD

Sparkasse Siegen IBAN: DE60 4605 0001 0000 0502 37 · BIC: WELADED1SIE

Postbank IBAN: DE53 3701 0050 0990 7625 00 · BIC: PBNKDEFFXXX

Prüfbericht-Nr: B243427

Probe-Nr. P202405008

Probenbezeichnung WP BS 1

Untersuchungsergebnisse

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort
Aussehen	braun, trüb				Wen
Geruch, organol.	organisch		DIN EN 1622 - Anhang C	1*	Wen
pH-Wert	7,00		DIN EN ISO 10523	1*	Wen
Kohlenstoffdioxid, kalklösend	3,96	mg/L	DIN 4030-2	4*	Wen
Permanganatindex (Oxidierbarkeit)	12,3	mg/L	DIN EN ISO 8467	1*	Wen
Gesamthärte (°d)	22,0	°d	DIN 38409-6	1*	Wen
Härte (Calcium)	21,0	°d	DIN 38409-6	1*	Wen
Calcium (flüssig)	150	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Magnesium (flüssig)	4,34	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Ammonium	0,46	mg/L	DIN EN ISO 11732	1*	Wen
Chlorid-IC	211	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen
Sulfat-IC	11,5	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen
Sulfid (LCK 653)	<0,1	mg/L	DR. LANGE LCK 653	1*	Wen

Akkreditierte Prüfmethode: 1* = Ja; 2*=Ja, mit Modifikationen; 3* Ja, im Unterauftrag // 4*: Nein; 5*: Fremdvergabe
Ort der Messung: Wen = Wenden, Wtz = Wetzlar, Sie = Siegen, Wit = Witten

Bemerkung GW

Grenzwerteinstufung

		Einstufung
Beton nicht agg	Betonangreifendes Wasser nach DIN 4030 - nicht angreifend	eingehalten
Beton schwach	Betonangreifendes Wasser nach DIN 4030 - schwach angreifend (XA1)	eingehalten
Beton stark	Betonangreifendes Wasser nach DIN 4030 - stark angreifend (XA2)	eingehalten
Beton sehr st.	Betonangreifendes Wasser nach DIN 4030 - sehr stark angreifend (XA3)	eingehalten
Endeinstufung	Betonangreifendes Wasser nach DIN 4030 - nicht angreifend	

Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung

Parameter	Meßwert	Einheit	Beton nicht agg	Beton schwach	Beton stark	Beton sehr st.
Aussehen	braun, trüb					
Geruch, organol.	organisch					
pH-Wert	7,00		6,5	5,5	4,5	4,4999
Kohlenstoffdioxid, kalklösend	3,96	mg/L	15	40	100	100
Permanganatindex (Oxidierbarkeit)	12,3	mg/L				

Prüfbericht-Nr: **B243427**

Probe-Nr. P202405008

Probenbezeichnung WP BS 1

Parameter	Meßwert	Einheit	Beton nicht agg	Beton schwach	Beton stark	Beton sehr st.
Gesamthärte (°d)	22,0	°d				
Härte (Calcium)	21,0	°d				
Calcium (flüssig)	150	mg/L				
Magnesium (flüssig)	4,34	mg/L	300	1000	3000	3000
Ammonium	0,46	mg/L	15	30	60	60
Chlorid-IC	211	mg/L				
Sulfat-IC	11,5	mg/L	200	600	3000	3000
Sulfid (LCK 653)	<0,1	mg/L				

Horn & Co. Analytics GmbH, Wenden 21.02.2024



i.A. Dorothea Egbun
Projektmanagement

Bemerkung MU Bei der Konformitätsbewertung wird die Messunsicherheit nicht berücksichtigt.

Grundwasser-Probenahmeprotokoll

Grundwasserprobenahmeprotokoll

Projekt: Errichtung eines Regenklärbeckens mit Überlauf

Az.-Nr.: 231216

Messstellenname (Nr.):	GWM (BS 12)	Datum:	14.02.2024
Bezeichnung Probe:	WP BS 1	Uhrzeit:	11:45 Uhr
Probenehmer:	Hr. Großekathöfer	Lufttemperatur:	+11°C
Probenmaterial:	Grundwasser	Witterung:	regnerisch-bewölkt

1. Angaben zur Entnahmestelle

Adresse: Lendingser Straße
Möhnesee-Berlingsen

Art der Probenahmestelle:	BS 1	Pegelaußendurchmesser:	DN 60
Ausbaumaterial:	PVC	Filteroberkante:	3,00 m u.GOK
Geländehöhe (GOK):	104,32 m NHN	Filterunterkante:	-
Messpunkthöhe (POK):	-	Lotung Sohle:	-
Ausbausohle:	-	Ruhewasserspiegel:	1,42 m u. GOK

2. Angaben zur Durchführung der Probenahme:

Art der Probenahme:	Schöpfprobe	Entnahmetiefe:	2,50 m u.GOK
Entnahmegerät:	Schöpfrohr	Abpumpvolumen:	-

Uhrzeit	Wasserspiegel (m u.GOK)	Rate (l/min)	gepumptes Volumen	Temp. (°C)	el. LF (µS/cm)	pH	O ₂ (mg/l)	Redox (mV)	Bemerkungen

3. Organoleptische Untersuchungen (nach Abpumpvorgang):

Färbung:	<input type="checkbox"/> farblos <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark	<input type="checkbox"/> weiß <input type="checkbox"/> gelb <input type="checkbox"/> beige <input checked="" type="checkbox"/> braun	<input type="checkbox"/> ocker <input type="checkbox"/> grau <input type="checkbox"/> schwarz <input type="checkbox"/> grün	Geruch:	<input type="checkbox"/> unauffällig <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark	<input checked="" type="checkbox"/> erdig <input type="checkbox"/> moderig <input type="checkbox"/> faulig <input type="checkbox"/> aromatisch	<input type="checkbox"/> nach Abwasser <input type="checkbox"/> nach Teer / Asphalt <input type="checkbox"/> nach Mineralöl <input type="checkbox"/> nach Lösemittel
Trübung:	<input type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input checked="" type="checkbox"/> stark	Bodensatz: <input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input checked="" type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark					

4. Vor-Ort-Messungen (nach Abpumpvorgang):

Wassertemperatur [°C]:	5,3
Sauerstoff [mg/l]:	3,42
el. Leitfähigkeit [µS/cm]:	1.199,0
Redoxpotential [mV]:	102,9
pH-Wert	6,7

5. Beschreibung der Probe

Anzahl Probenbehälter:	3x 1,0 l
Art des Probenbehälters:	Braunglas
Art des Verschlusses:	Kunststoff
Stabilisierung:	ohne (direkte Überstellung ins Labor)
Transport-/Lagerung:	gekühlt & dunkel

6. Bemerkungen: -

ANLAGE 8.1

Fotodokumentation

Fotodokumentation

Seite 1

Anlage 8.1

Situation am 14.02.2024



Foto 1: Blickrichtung ~ S; Bereich der BS 1 (Markierung)

Situation am 14.02.2024



Foto 2: Kern der BS 1; 0,00 – 0,16 m u. GOK

Fotodokumentation

Seite 2

Anlage 8.1

Situation am 14.02.2024



Foto 3: Blickrichtung ~ SW; Bereich der BS 2 (Markierung)

Situation am 14.02.2024



Foto 4: Kern der BS 2; 0,00 – 0,21 m u. GOK