

GEOTECHNISCHER BERICHT

Projekt: Neubau eines Schmutzwasser-Pumpwerks
in 33330 Gütersloh-Blankenhagen



- Baugrunderkundung / Geotechnischer Bericht -

Auftraggeber: STADT GÜTERSLOH
Berliner Straße 70, 33330 Gütersloh

Auftragnehmer: KLEEGRÄFE GEOTECHNIK GMBH
Holzstraße 212, 59556 Lippstadt

Projekt-Nr.: 24 11 64

Ort / Datum: Lippstadt / 12. Februar 2025

Umfang: 40 Seiten Textteil, 18 Seiten Anlagen

Geschäftsführer

Udo Kleegräfe
Dipl.-Ing. (FH) Jochen Kleegräfe
Lars Henkel

Bankverbindung

Sparkasse Hellweg-Lippe
BIC: WELADED1SOS
IBAN: DE79 4145 0075 0430 0282 90

Volksbank Beckum-Lippstadt
BIC: GENODEM1LPS
IBAN: DE94 4166 0124 0763 6562 00

- INHALTSVERZEICHNIS -

1.0 Projekteinleitung	3
1.1 Vorgang / Planung / Aufgabenstellung.....	3
1.2 Hintergrundinformationen / Georisiken / Schutzzonen	4
2.0 Untergrunderschließung.....	6
2.1 Untergrundschichtung / Geologie.....	6
2.2 Grundwasser / Hydrogeologie	8
3.0 Chemische Untersuchungen	10
3.1 Abfalltechnische Beurteilung der Aushubmassen	10
3.1.1 Hinweise zu den Einsatzmöglichkeiten von MEBs	12
3.1.2 Bewertung der Aushubböden.....	14
3.1.3 Fazit / Empfehlungen Aushubmaterial	14
4.0 Baugrundbewertung	16
4.1 Baugrundbeurteilende Laborversuche	16
4.2 Baugrundbeurteilende Geländeversuche (DPL).....	18
4.3 Bodenmechanische Kennwerte / Baugrundbeurteilung.....	19
4.4 Bodenklassen, Homogenbereiche, Bodengruppen und Frostklassen	20
4.5 Homogenbereiche gem. VOB Teil C.....	22
5.0 Hinweisgebungen zur Baudurchführung.....	23
5.1 Errichtung des Pumpwerks	23
6.0 Schlussbemerkung	32
Literaturverzeichnis	33
Anlagen.....	40

1.0 Projekteinleitung

1.1 Vorgang / Planung / Aufgabenstellung

Die STADT GÜTERSLOH beabsichtigt den Neubau eines Schmutzwasser-Pumpwerks an der 'Brockhäger Straße' im zu 33330 Gütersloh gehörigen Ortsteil Blankenhagen (Gemarkung Gütersloh, Flur 11, Flurstück 238).

Aufgabe war die Durchführung einer ingenieurgeologischen Baugrunderkundung und Baugrundbeurteilung. Hierauf basierend erfolgen ingenieurgeologische Hinweisgebungen hinsichtlich der geplanten Errichtung des Bauteils. Ergänzend wird das potenzielle Boden-Aushubmaterial hinsichtlich seiner Wiedereinbaueignung/-zulässigkeit chemisch untersucht und klassifiziert

Die STADT GÜTERSLOH – FACHBEREICH TIEFBAU ABTEILUNG KANALNEUBAU UND -UNTERHALTUNG (Berliner Straße 70, 33330 Gütersloh) beauftragte das Fachbüro KLEEGRÄFE GEOTECHNIK GMBH (Holzstraße 212, 59556 Lippstadt) auf Basis eines Angebotes vom 03.12.2024 mit den Untersuchungen sowie der Anfertigung des Geotechnischen Berichts.

Auftraggeber: STADT GÜTERSLOH
Berliner Straße 70, 33330 Gütersloh

Auftragnehmer: KLEEGRÄFE GEOTECHNIK GMBH
Holzstraße 212, 59556 Lippstadt

Für die Geländearbeiten sowie die Erstellung des Geotechnischen Berichts steht ein am 28.11.2024 vom AG übersandter Projektplan mit handschriftlicher Kennzeichnung des Untersuchungsgebietes (Maßstab 1:500, Stand 02.08.2022) zur Verfügung.

Die Lage der Ansatzpunkte geht aus dem Lageplan in Anlage 1.1 und der Fotodokumentation in Anlage 6.1 hervor. Nach Abschluss der Aufschlussarbeiten sind die Sondier- und Bohransatzpunkte georeferenziert mit einem satellitengestützten Gerät der Fa. TOPCON lagemäßig eingemessen und höhenmäßig einnivelliert worden (Bezug UTM32, DHHN2016 = m NHN).

Der Untersuchungsumfang ist in der nachfolgenden Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Untersuchungsumfang

Gelände (16.12.2024)	- Rammkernsondierung (Ø 60 - 50 mm)	1 Stück
	- Rammsondierung (DPL-5)	1 Stück
	- Einmessung in Lage und Höhe	1 Stück
Bodenmechanisches Labor	- Korngrößenanalyse (nach DIN EN ISO 17892-4 [1])	1 Stück
	- Wassergehaltsbestimmung (nach DIN EN ISO 17892-1 [2])	1 Stück
Chemisches Labor	- Parameterumfang EBV (Anlage 1, Tabelle 3) [3]	1 Stück
	- Parameterumfang LAGA _{Boden} /TR-Boden (Tabellen II.1.2-2/3) [4]	1 Stück
	- Parameterumfang DepV (Anhang 3, Tabelle 2) [5]	1 Stück

1.2 Hintergrundinformationen / Georisiken / Schutzzonen

Lage: Das Untersuchungsgebiet liegt am südlichen Ortsrand des zu Gütersloh gehörigen Ortsteils Blankenhagen. Die Erschließung des Grundstücks erfolgt aus westlicher Richtung über die Straße 'Im Wiedey'. Die 'Brockhäger Straße' verläuft östlich des Untersuchungsgebietes. Das nähere Umfeld wird von Sport- und Freizeitanlagen sowie landwirtschaftlichen Flächen geprägt. Das Areal lag an dem Untersuchungstag als unbebaute Rasen-/Grünfläche vor [6].

Vorfluter: Vorfluter befinden sich nicht im Nahbereich des untersuchten Grundstücks. Nächstgelegener Vorfluter ist der 'Schlangenbach' ca. 400 m südöstlich des Untersuchungsgebietes. Die 'Ems' als Hauptvorfluter des Großraums ist ca. 3,7 km westsüdwestlich gelegen. Es liegt eine allgemein westliche Fließrichtung vor [6] [7].

Morphologie: Die Höhenkote am Bohransatzpunkt liegt bei +73,98 m NHN. Das Gebiet befindet sich in der Frosteinwirkungszone I [8].

Vornutzung: Über eine multitemporale Luftbilddauswertung über das Portal TIM-online [6] kann eine Nutzung als (unbebaute) Grünfläche bis mindestens ins Jahr 1978 belegt werden. Informationen über anderweitige bzw. vorherige Nutzungsarten liegen dem IB KLEEGRÄFE nicht vor. Es existieren keine Hinweise/Verdachtsmomente auf Bodenbelastungen.

Erdbebenzone/Gefährdungspotenziale: Gemäß Erdbebenzonenkarte [9] ist das Arbeitsgebiet in einem 'Gebiet außerhalb von Erdbebenzonen' gelegen. Die noch ausstehende, bauaufsichtliche Einführung des neuen Eurocode 8, einschließlich des nationalen Anhangs NA:2021, kann in örtlich stark veränderten Erdbebenlasten resultieren. Maßgeblich bei einer Bemessung ist das jeweils aktuelle Normenwerk.

Das Online-Fachinformationssystem 'Gefährdungspotenziale des Untergrundes in NRW' [10] [11] gibt für das von der Maßnahme betroffene 500 x 500 m-Planquadrat für die Bereiche Bergbau, Methanausgasung, Auslaugung, Gasaustritte, Verkarstung und Erdbeben keine

besonderen Gefährdungspotenziale an. Bei Vorgenanntem handelt es sich nicht um grundstücksbezogene Informationen, sondern lediglich um flächenbezogene Auskünfte für das betreffende Planquadrat.

Schutzzonen: Das gegenständliche Untersuchungsgebiet liegt außerhalb von Naturschutz-, FFH-, und Natura2000-Gebieten [7] [12]. Der östlichste Bereich des Flurstücks ist als Landschaftsschutzgebiet ausgewiesen (LINFOS-Kennung: LSG-GT-00003 Gebietsname: LSG-Gütersloher Kulturlandschaft). Diesbezügliche ordnungsbehördliche Auflagen sind zu beachten.

Das Arbeitsgebiet ist außerhalb von festgesetzten oder Trinkwasserschutz- oder Heilquellenschutzgebietes gelegen. [7] [12].

Überschwemmungsgebiete: Das Arbeitsgebiet ist außerhalb festgesetzter Überschwemmungsgebiete gelegen und wird auf Grundlage von rechnerischen Hochwassermodellen in Abhängigkeit der Seltenheit eines Hochwasserereignisses auch nicht von Hochwasser beeinflusst [7] [12] [13].

Radon: Das Areal liegt gemäß der Radonvorsorgegebiets-Übersichtskarte von Deutschland [14] außerhalb von ausgewiesenen Radonvorsorgegebieten.

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 und/oder archäologischer Artefakte/Bodendenkmäler 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.

2.0 Untergrunderschließung

2.1 Untergrundschichtung / Geologie

Es wurde eine Kleinrammbohrung (BS) sowie eine leichte Rammsondierung (DPL) im Untersuchungsbereich niedergebracht. Der Ansatzpunkt sowie die Erkundungstiefe wurden durch das IB KLEEGRÄFE auf Basis der DIN 4020 [15] und dem gültigen Eurocode 7 [16] festgelegt. Die Geländearbeiten erfolgten am 16.12.2024.

Die Bodenansprache erfolgte durch einen fachkundigen Geologen nach der DIN EN ISO 14688-1 [17]. Die Bohrungen wurden gemäß DIN 4023 [18] zu Schichtprofilen entwickelt und höhenmäßig zueinander in Beziehung gestellt (Anlage 2.1).

Die Materialansprache und -einteilung (Kies-Sand-Schluff-Ton) im Gelände erfolgt nach der im Bohrgut vorhandenen Korngröße. Bedingt durch den verwendeten Sondendurchmesser konnte Material in Steinkorngröße nur eingeschränkt und Material in Blockkorngröße nicht direkt beprobt werden. Innerhalb der Auffüllungen und/oder Geogenablagerungen muss daher mit dem untergeordneten Vorhandensein von Material in Stein- und Blockkorngröße gerechnet werden.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Beschreibung der Bodenverhältnisse im Untersuchungsbereich auf der ausgeführten Bohrung beruhen. Abweichende Bodenverhältnisse außerhalb des Bohransatzpunktes können aufgrund der punktuellen Untergrundaufschlusses nicht ausgeschlossen werden. Die Ergebnisse des Untergrundaufschlusses sind in der Tabelle 2 aufgeführt.

Tabelle 2: Ergebnisse des Untergrundaufschlusses (in m u. GOK / m NHM)

BS	1
Ansatz	+73,98
aufgefüllter Mutterboden	-0,30
Füllsand	0,30-0,50 0,50-0,70
Fluviatilsand	ab 0,70
Grundwasser	0,60 / +73,38
Endteufe BS/DPL	8,00/8,00

Legende: **braun** = organische/humose Anteile (Wurzeln, Huminstoffe)

Geologie: Das örtliche Festgestein, ein Tonmergelstein der Oberkreide (Santon-Stufe) wurde in der Bohrung auch in verwitterter Form nicht erbohrt. Untergrundprägend treten pleistozäne Fluvialablagerungen auf, die als 'Niederterrasse' der Weichsel-Kaltzeit zuzuordnen sind. Oberhalb folgen geringmächtige Sande und Oberböden, die in jüngster Zeit durch menschlichen Eingriff aufgebracht wurden.

Bodenbelastungen: Grundsätzlich wurde das geförderte Bohrgut auch einer umweltgeologischen Bodenansprache unterzogen und auf auffällige bzw. möglicherweise schadstoffbehaftete Inhaltsstoffe kontrolliert. Hinzuweisen sei darauf, dass sich diese Aussagen ausschließlich auf die gewonnenen Bodenproben beziehen und Bohrungen punktuelle Aufschlüsse darstellen.

Bei der Boden-/Materialansprache wurden innerhalb der Auffüllungen lediglich \pm unbedenkliche Bestandteile (Natursteinanteile) erkannt. Innerhalb der geogenen/gewachsenen Böden konnten bei der Boden-/Materialansprache ebenfalls keine auffälligen Inhaltsstoffe oder geruchliche/organoleptische Auffälligkeiten festgestellt werden. Die chemischen Analysen können dem Kapitel 3.0 entnommen werden.

2.2 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, im Vergleich zum vieljährigen Mittel gesehenen, niederschlagsmäßig annähernd 'normalen' Jahresperiode im Dezember 2024 [19]. Die angetroffenen Feuchte-/Nässeverhältnisse stellen daher weder relative Hoch- noch Maximalstände dar. In dauerhaft niederschlagsintensiven Perioden wird mit einem Anstiegspotenzial bzw. mit geringeren Grundwasser-Flurabständen sowie höheren Bodenfeuchten gerechnet.

Untergrundnässe: Am Untersuchungstag konnte in der Bohrung Grundwasser bei 0,60 m u. GOK bzw. bei +73,38 m NHN gelotet werden.

Behördliche Messstellen: Gemäß dem Online-Portal 'Elwas-Web' [7] befinden sich keine einsehbaren Grundwassermessstellen Dritter im näheren Umfeld zum Arbeitsgebiet.

Grundwasserkörper: Gemäß Auskunft des Online-Portals 'Elwas-Web' [7] zum Grundwasserkörper handelt es sich im Untersuchungsgebiet um den Grundwasserkörper 'Niederung der Oberen Ems (Beelen/Harsewinkel) / 2'.

G. g. Grundwasserkörper repräsentiert einen in der Regel 10 – 20 m mächtigen Poren-Grundwasserleiter, welcher durch die lithologischen Einheiten Sand, z. T. auch Schluff und Kies charakterisiert wird. Diese weisen mäßige bis mittlere Durchlässigkeiten und eine hohe Ergiebigkeit auf, was dem Grundwasserkörper eine hohe wasserwirtschaftliche Bedeutung einbringt. Die Flurabstände sind üblicherweise sehr gering und liegen zwischen 1 – 3 m unter Gelände. Die Unterkante des Grundwasserleiters wird durch den stauenden Tonmergel der Oberkreide gebildet.

Grundwassergleichenkarten: Bei der Betrachtung der zugänglichen Grundwassergleichenkarte für 'mittlere Grundwasserverhältnisse von 2006 bis 2015' [21] ist das Arbeitsgebiet zwischen den Isolinien ca. +73,4 mNN +/- 0,1 m gelegen. Dies entspricht Grundwasserflurabständen von ca. 0,5 m bis 0,7 m u. örtl. akt. GOK, was in guter Näherung mit den am Untersuchungstag angetroffenen Verhältnissen übereinstimmt. Es ist von einer westlich gerichteten Grundwasserströmung bei mittleren Grundwasserverhältnissen auszugehen.

Staunässepotenzial: Die Fluvatilsande führen in Abhängigkeit des Grades der Verlehmung kein nennenswertes bis allenfalls ein geringes Staunässepotential (Nichtstauer bzw. Grundwasserleiter). Es sei an dieser Stelle jedoch darauf hingewiesen, dass die untergrundprägenden Sande bei Wassersättigung zum 'Fließen' neigen ('alte' Bodenklasse 2).

Bemessungswasserstand: Hinsichtlich der Festlegung des für die Faktoren 'Auftrieb' und 'drückende Wasserverhältnisse' ausschlaggebenden Bemessungswasserstandes sei darauf hingewiesen, dass die dafür gemäß DIN 18533 [22] bzw. Merkblatt BWK-M8 [23] notwendigen Daten, insbesondere was den Punkt 'langjährige Beobachtungsergebnisse aus der Umgebung' anbelangt, keine ausreichende Datengrundlage besteht.

Der Bemessungswasserstand für den Faktor '**Grundwasser**' wird für das vorliegende Bauvorhaben bei ca. 0,3 m unter der aktuellen GOK angesetzt. Dies beinhaltet einen geringen Sicherheitsaufschlag auf den am Untersuchungstag ermittelten Grundwasserflurabstand.

Der für den möglichen Einbau von Ersatzbaustoffen relevante '**höchste zu erwartende Grundwasserstand (zeHGW)**' wird unter Berücksichtigung der herangezogenen Grundwassergleichenkarte **in Höhe der aktuellen GOK** angesetzt. Dies beinhaltet einen mäßigen Sicherheitsaufschlag auf den am Untersuchungstag ermittelten Grundwasserflurabstand.

Eine gesonderte Festlegung für den Faktor '**Stauwasser**' kann damit entfallen. Bei Anwendung des zeHGW wird ergänzend eine Rücksprache mit der zuständigen Behörde empfohlen.

Die Angaben eines '**höchsten Hochwasserstandes (HHW)**' bei potentiellen HQ₁₀₀-Ereignissen und die Angabe eines '**mittleren höchsten Grundwasserstandes (MHGW)**' für versickerungstechnische Fragestellungen ist in der Maßnahme nicht erforderlich.

Zusammenfassung der Bemessungswasserstände:

höchster zu erwartender Grundwasserstand (zeHGW):	aktuelle GOK
Bemessungswasserstand 'Stauwasser':	siehe zeHGW
Bemessungswasserstand 'Grundwasser':	ca. 0,3 m u. akt. GOK
mittlerer höchster Grundwasserstand (MHGW):	nicht erforderlich
höchster Hochwasserstand (HHW):	nicht erforderlich

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

Bodenart k_f -Wert in m/s

Fluviatilsand:

Feinsand, (schwach) mittelsandig, schwach schluffig..... 10^{-3} - 10^{-5}

Bewertung der Gesteinsdurchlässigkeit nach DIN 18130 [18]:

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

3.0 Chemische Untersuchungen

3.1 Abfalltechnische Beurteilung der Aushubmassen

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 Wiedereinbau-eignung/-zulässigkeit und die Aufzeigung eines geeigneten Entsorgungsweges.

Methodik / Parameterumfang: Das Füll- und Geogenmaterial im Untersuchungsbereich wurde zu einer Mischprobe zusammengefasst. An der Mischprobe erfolgte eine Analyse auf die Parameterumfänge gemäß Ersatzbaustoffverordnung (Matrix 'Bodenmaterial' nach Anlage 1, Tabelle 3), LAGA_{Boden}/TR-Boden (nach Tabellen II.1.2-2/3) und DepV (nach Anhang 3, Tabelle 2).

Bei der untersuchten Probe handelt es sich um eine aus Bohrungseinzelproben zusammengestellte Mischprobe. Die in der Mischprobe enthaltenen Einzelproben sind der Tabelle 3 sowie die Details zur Probenahme (Bodenart, Entnahmetiefe, etc.) der Anlage 2 (Schichtendarstellung) zu entnehmen.

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

Tabelle 3: Analysenparameter / Mischprobenbenennung (Einzelprobenauswahl)

Feststoffanalysen (Boden)	
Parameterumfänge	Einzelprobenauswahl
EBV (Matrix: Bodenmaterial, Anlage 1, Tabelle 3) LAGA_{Boden}/TR-Boden (Tabellen II.1.2-2/3) DepV (Anhang 3, Tabelle 2)	MP Aushub: 1/2 + 1/3 + 1/4 + 1/5 + 1/6 + 1/7 + 1/8 + 1/9 + 1/10

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 5.1 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 [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 LAGA: Ergänzend erfolgte an der Mischprobe beauftragungsgemäß eine Analyse auf die Parameter der **LAGA M20 TR Boden** [4]. Der Anteil an 'mineralischen Fremdstoffen' beträgt innerhalb des erbohrten Materials weniger als 10 Vol.-% sodass die Bewertung der Analysenergebnisse nach LAGA_{Boden} erfolgen kann.

Es wird darauf hingewiesen, dass die länderspezifischen Regelungen (u. a. LAGA_{Boden}) durch die am 01.08.2023 in Kraft getretene Mantelverordnung abgelöst wurden und die LAGA-Mitteilung nur noch für Maßnahmen relevant ist, die vor dem 16.07.2021 (vor Verkündung der Mantelverordnung) genehmigt wurden.

Anmerkung Parameterumfang Deponieverordnung (DepV): Für eine potenzielle Deponierung anfallender Aushubmassen wurde an der Mischprobe auch der Parameterumfang gemäß **Deponieverordnung (DepV)** untersucht [5].

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 der EBV [3], der LAGA_{Boden}/TR-Boden [4] sowie ergänzend nach der DepV [5].

Gegebenenfalls vorliegende bodenmechanische Anforderungen sind beim Wiedereinbau gesondert zu beachten. Die Anwendung der EBV ist auf die Herstellung von 'technischen Bauwerken' beschränkt. Anwendungsfälle, die in den Zuständigkeitsbereich der Bundes-Bodenschutzverordnung fallen (z. B. Geländeaufhöhung, Wiedernutzbarmachung, Rekultivierung oder Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht auf technischen Bauwerken), werden nachfolgend ausdrücklich nicht betrachtet.

3.1.1 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. Die Herstellung einer künstlichen Deckschicht bedarf der behördlichen Zustimmung.

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).

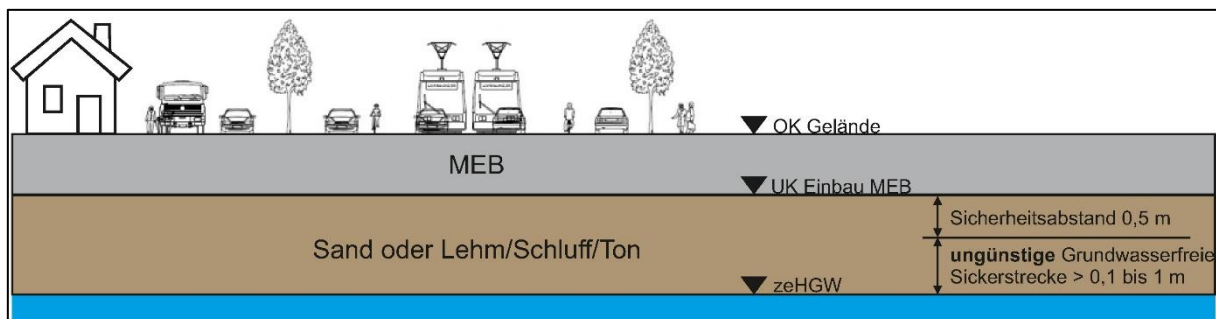


Abbildung 1: Konfiguration der Grundwasserdeckschichten – ungünstig

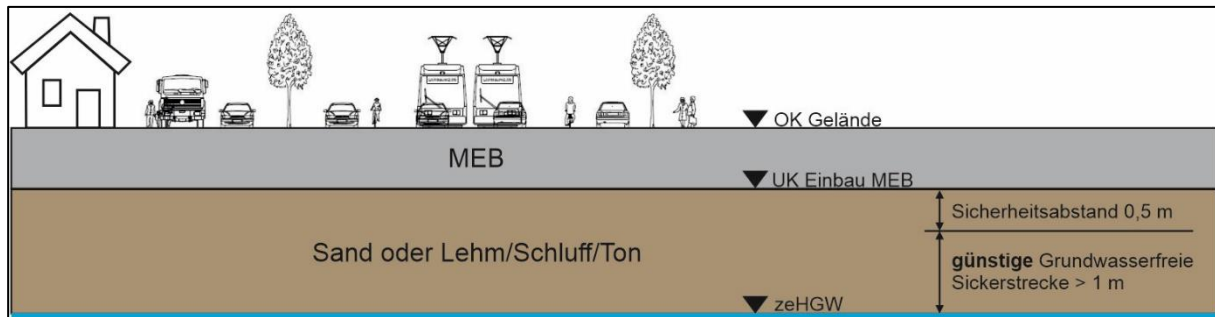


Abbildung 2: Konfiguration der Grundwasserdeckschichten – günstig

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.

Hinweise zum Einbau von MEBs im Untersuchungsbereich: Das Arbeitsgebiet ist außerhalb von festgesetzten oder geplanten Trinkwasser- oder Heilquellenschutzgebieten gelegen [12], sodass die Einsatzmöglichkeiten von mineralischen Ersatzbaustoffen diesbezüglich nicht eingeschränkt sind.

Die anstehenden Sandböden erfüllen die Funktion einer Grundwasserdeckschicht. Der „höchste zu erwartende Grundwasserstand (zeHGW)“ wurde basierend auf den vorliegenden Daten zunächst in Höhe der aktuellen Geländeoberkante angesetzt (vgl. Kap. 2.2), womit keine ausreichend mächtige grundwasserfreie Sickerstrecke vorliegt.

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

3.1.2 Bewertung der Aushubböden

In der folgenden Tabelle 4 wird die Mischprobe entsprechend der Analysenergebnisse gemäß EBV [3], LAGA_{Boden}/TR-Boden [4] und DepV [5] eingestuft. Es werden die Parameter aufgeführt, für die eine Überschreitung von Material-/Zuordnungswerten vorliegt. Es werden die Material-/Zuordnungswerte für die relevante Bodenmatrix 'Sand' berücksichtigt.

Tabelle 4: Ergebnisse der chemischen Untersuchungen nach EBV, LAGA_{Boden} und DepV

Mischprobe	auffällige / klassifizierungsrelevante Parameter	Einstufung
MP Aushub	<i>keine</i>	BM-0, LAGA_{Boden} Z0, DK 0

Der untersuchte Boden im Untersuchungsbereich ist gemäß BM-0 einzustufen, womit – unter Berücksichtigung entsprechender bodenmechanischer Anforderungen – das Material uneingeschränkt wiedereinbaueeignet ist. Gemäß EBV sind bei BM-0-Material nachteilige Veränderungen der Grundwasserbeschaffenheit oder schädliche Bodenveränderungen nicht zu besorgen. Auch ein Einbau nach den Maßgaben der novellierten BBodSchV ist ggf. möglich.

Bei einer Auswertung gemäß LAGA_{Boden} ergibt sich für die untersuchte Mischprobe eine Einstufung gemäß LAGA_{Boden} Z0. Das Bodenmaterial ist demnach für den 'uneingeschränkten offenen Einbau' geeignet.

Bei einer ggf. erforderlichen, nachrangig zu betrachtenden Entsorgung kann das Bodenmaterial in die Deponieklasse DK 0 eingestuft werden, wobei auf das seit dem 01.01.2024 geltende Ablagerungsverbot hingewiesen wird (s. o.).

Zudem wird darauf hingewiesen, dass für eine deponieseitige Verwendung in besonderer Funktion (z. B. geologische Barriere) ergänzende Analysen/ Untersuchungen erforderlich werden können.

3.1.3 Fazit / Empfehlungen Aushubmaterial

Das Material der Mischprobe ist auf Grundlage der Analysenergebnisse gemäß BM-0, LAGA Z0 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 „andersartig“ bzw. „höher“ belastete Aushubböden vorgesehen werden.**

Aktuelle chemische Analysen: Die durchgeführten Analysen gemäß Ersatzbaustoffverordnung [3] 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.

Für Analysen gemäß LAGA_{Boden}/TR-Boden [4] und Deponieverordnung [5] gilt für gewöhnlich eine Gültigkeit von etwa ½ Jahr. Vorgenannte Zeitspanne wird von Annahmestellen i. d. R. als Stichtag für die Beurteilung einer aktuellen Analytik herangezogen. In Abhängigkeit des tatsächlichen Baustarts werden somit u. U. neue Analysen erforderlich.

Sofern ergänzende Untersuchungen notwendig werden, ist zur Abfuhr vom Standort vorgesehenes Bodenmaterial nach Aushub dann zunächst in Mietenform zwischenzulagern und entsprechend zu beproben und zu analysieren. Hierdurch entsteht ein bautechnischer und zeitlicher Aufwand in der Maßnahme. Das Risiko der Gewährleistung des Baufortschritts liegt in diesem Fall gänzlich beim ausführenden Bauunternehmen.

Alternativ empfiehlt sich durch den Tiefbauunternehmer im Beisein des IB KLEEGRÄFE bereits einige Wochen vor tatsächlichem Maßnahmenstart Baggerschürfe durchzuführen und diese entsprechend des geplanten Wiederverwendungs- bzw. Entsorgungsweges chemisch zu untersuchen. Je nach Baustart und Bauausführung bietet es sich dann an, entsprechende Analysen gemäß EBV [3], LAGA_{Boden}/TR-Boden [4] oder Deponieverordnung [5] durchführen zu lassen. Auf Grundlage dieser aktuellen Untersuchungen kann dann ein angepasster Verbringungsweg direkt zum Maßnahmenstart aufgezeigt werden.

Darüber hinaus eröffnet die EBV die Möglichkeit, Bodenmaterial ohne Analyse in ein BlmSchG-genehmigtes Zwischenlager zu verbringen. Das Material geht dann in den Besitz des Zwischenlagerbetreibers über. Bei weiterer Betrachtung dieser Möglichkeit sollten jedoch zuvor enge Abstimmungen bezüglich des Vorgehens mit dem Tiefbauer/Zwischenlagerbetreiber erfolgen.

4.0 Baugrundbewertung

4.1 Baugrundbeurteilende Laborversuche

Korngrößenanalysen: Es wurde eine Korngrößenanalyse nach DIN EN ISO 17892-4 [1] zur Charakterisierung der gründungsrelevanten Böden durchgeführt. In der Anlage 3.1 ist die ermittelte Kornverteilung als Kornsummenkurve grafisch dargestellt. Sie stellt gleichzeitig das charakteristische 'Körnungsband' für die Verwendung innerhalb der Homogenbereiche dar (zzgl. Stein-/Blockanteil). Das Ergebnis der Analyse ist zusammenfassend in der nachfolgenden Tabelle 5 aufgeführt.

Tabelle 5: Ergebnisse der Korngrößenanalyse/Wassergehaltsbestimmung

Probe / (Genese)	Profilber. m u. GOK	Ton (%)	Schluff (%)	Sand (%)	Kies (%)	k _f -Wert (m/s)*	Wassergehalt w	Bodengruppe
1/11 (S)	6,80-8,00	9,0		91,0	-	~4,2 x 10 ⁻⁵	20,92 %	SU

Legende: Genese: S = Fluviatilsand **fett** = prägend;

* k_f-Wertbestimmung: bei nicht bindigen Böden nach BEYER

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

Hinweis: Der Stein- ($\varnothing \geq 63$ mm) und der Blockanteil ($\varnothing \geq 200$ mm) können wegen des maximalen Bohr- \varnothing (≤ 60 mm) in den Korngrößenanalysen nicht berücksichtigt werden.

Die Fluviatilsande weisen prägende fein- und mittelsandige Anteile auf. Feinkornanteile liegen in einer Größenordnung vor, welche die Durchlässigkeit des Bodens und dessen Frostopfindlichkeit nur geringfügig beeinflusst. Gemäß bautechnisch relevanter DIN 18196 [23] können diese Böden in erster Linie der Bodengruppe SU (Sand-Schluff-Gemische) zugeordnet werden.

Durchlässigkeit: Der Durchlässigkeitsbeiwert kann bei nicht-bindigen Böden nach dem empirischen Modell nach BEYER [24] abgeschätzt und nach DIN 18130 [25] ausgewertet werden. Für die Fluviatilsande ergibt sich eine Durchlässigkeit in der Größenordnung von $k_f \sim 10^{-5}$ m/s (nach DIN 18130: 'durchlässig'). Die Sande führen kein nennenswertes Staunäsepotenzial.

Wassergehalt: Die ergänzend auf ihren Wassergehalt gemäß DIN EN ISO 17892-1 [2] hin untersuchte Probe 1/11 weist eine vollständige Wassersättigung auf, die auf den Einfluss von Grundwasser zurückzuführen ist. Ohne Wasserhaltungsmaßnahmen ist bei Anschnitt dieser wassergesättigten Sande von der Vorlage 'fließender Böden' auszugehen ('alte' Bodenklasse 2).

Verdichtungsempfindlichkeit: Die Verdichtungsempfindlichkeit von Böden kann anhand der Beschreibung der Körnungslinie durch die Ungleichförmigkeitszahl C_u sowie die Krümmungszahl C_c nach der DIN EN ISO 14688-2 [26] abgeleitet werden. Auch nach der bautechnisch relevanten DIN 18196 [23] kann der Boden als eng- oder weitgestuft klassifiziert werden, welches die Verdichtungsfähigkeit ableiten lässt. Mithilfe eines Merkblattes des GEOLOGISCHEN DIENSTES NRW [27] können die Ergebnisse ausgewertet werden.

Der untersuchte Sandboden weist eine niedrige Ungleichförmigkeitszahl von < 3 auf und ist gemäß o. g. Normen als 'eng gestuft' zu klassifizieren. Diese Böden weisen eine gewisse 'Verdichtungsunwilligkeit' auf, was bei einer Nachverdichtung negativ auffällt. Für eine effektive Nachverdichtung wird in der Regel eine 'verdichtungsfähige Auflage' erforderlich (z. B. Schotterpolster).

Frostempfindlichkeit: Nach der Frostempfindlichkeitsklassifikation der ZTV E-StB [28] können die Böden im Untersuchungsbereich aufgrund der geringen bindigen Anteile in Verbindung mit der niedrigen Ungleichförmigkeitszahl als 'nicht frostempfindlich' der Frostempfindlichkeitsklasse F 1 zugeordnet werden.

Bodenmechanisches Fazit: Das Erdplanum wird vorwiegend von gering verlehnten Sandböden geprägt, die grundwassererfüllt-nass vorliegen und daher zum 'Fließen' neigen. Sie führen kein nennenswertes Staunäsepotenzial und sind der Frostempfindlichkeitsklasse F 1 ('nicht frostempfindlich') zugehörig.

4.2 Baugrundbeurteilende Geländeversuche (DPL)

Die Untersuchung erfolgte gemäß der DIN EN ISO 22476-2 [29] und TP BF-StB Teil B15.1 [30] und wurde mit der sog. leichten Rammsonde durchgeführt (DPL = 'Dynamic Probing Light 5', 5 cm² Spitzenquerschnitt). Die Rammsondierung wurde in unmittelbarer Nähe zu der zuvor durchgeführten Rammkernsondierung angesetzt (BS 1 / DPL 1). Die Ergebnisdarstellung erfolgt in der Gegenüberstellung Schlagzahl pro 10 cm Eindringtiefe n_{10} gegen die Tiefe. Das Rammdiagramm der DPL ist in der Anlage 2.1 grafisch dargestellt und der Rammkernsondierung gegenübergestellt. Ausgewertet werden nur die Bereiche unterhalb organischer Mutterböden/Oberböden.

- ⇒ Füllsand: Oberflächennah wurden innerhalb der Füllsande lediglich niedrige Schlagzahlen (DPL $n_{10} < 10$) ermittelt, was lockeren Lagerungszuständen gleichkommt, die keine ausreichende Gründungseignung bieten. Bei dem herzustellenden Bauteil sind die Auffüllungen nicht gründungsrelevant.
- ⇒ Fluviatilsand: Die untergrundprägenden Fluviatilsande weisen mindestens mitteldichte Lagerungszustände auf und bieten eine ausreichende Gründungseignung (DPL $n_{10} \sim 10 - 25$). Ab etwa 5 m u.GOK ist mehrheitlich von der Vorlage dichter und sehr dichter Lagerungen auszugehen (DPL $n_{10} > 20$ bis > 50).

4.3 Bodenmechanische Kennwerte / Baugrundbeurteilung

In der folgenden Tabelle 6 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 6: 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; ± dicht	21,0 - 22,0	13,0 - 14,0	35,0 - 37,5	0	60.000 - 100.000 RW 80.000
<u>Füll-/Fluviatilsand (aufgelockert)</u> : Fein-/ Mittelsand, schwach bindig, z. T. schwach organisch; locker	17,0 - 17,5	9,0 - 9,5	30,0	0	10.000 - 15.000 RW 12.000
<u>Fluviatilsand (bis ca. 5 m u.GOK)</u> : Fein-/ Mittelsand, schwach bindig, mitteldicht bis dicht	17,5 - 19,0	9,5 - 11,0	32,5 - 35,0	0	18.000 - 35.000 RW 25.000
<u>Fluviatilsand (unterhalb von ca. 5 m u.GOK)</u> : Fein-/Mittelsand, schwach bindig, dicht bis sehr dicht	19,0 - 20,0	11,0 - 12,0	35,0	0	35.000 - 60.000 RW 35.000

Legende: γ = Wichte des erdfeuchten Bodens; γ' = Wichte d. Bodens unter Auftrieb; φ_k = Reibungswinkel;

$\varphi_{s,k}$ = Ersatzreibungswinkel; c_k = Kohäsion; $E_{s,k}$ = Steifeiffer; RW = Rechenwert

4.4 Bodenklassen, Homogenbereiche, Bodengruppen und Frostklassen

In der folgenden Tabelle 7 erfolgt die Zuweisung der Homogenbereiche der relevanten Gewerke 'Erdarbeiten' und 'Verbauarbeiten' für gleichartige Baugrundeigenschaften. Im Rahmen dessen erfolgt die Angabe der alten Bodenklassen für Erdarbeiten, die Zuteilung der Bodengruppen für bautechnische Zwecke sowie die Angabe der Frostempfindlichkeitsklassen.

Tabelle 7: Bodenklassen, Bodengruppen, Frostklassen, Homogenbereich

Schichtglieder	Bodenklasse (DIN 18300 _{alt})	Bodengruppe (DIN 18196)	Frostklasse (ZTVE-StB 17)	Homogenbereich Gewerk Erdarbeiten und Verbauarbeiten
Füll-Oberboden ¹⁾	1	A (OH)	F 2	-
Füllsand ¹⁾	3, u. U. 2	A (SE/SU/OH)	F 1 - F 2	ERD 1 + VER 1
Steine/Blöcke ³⁾⁴⁾	6 - 7	X/Y	F 1	
Fluviatilsand ¹⁾	3, u. U. 2	SE/SU	F 1	

Legende: 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

Für den Mutterboden erfolgt keine Ausweisung eines eigenen Homogenbereiches, da dieser ohnehin separat zu handhaben ist (DIN 18320 [45] bzw. BauGB §202).

Homogenbereich **ERD 1**: Es ist davon auszugehen, dass die Lösung der relevanten Böden überwiegend mittels Löffelbagger-Einsatzes mit Schneid-/Greiferbestückung erfolgen wird.

Die obigen Aussagen gelten nicht für ggf. im Untergrund befindliches Material in Stein- bzw. Blockkorngroße 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).

Es wird empfohlen, die entsprechenden EBV-/LAGA-/DK-Material-/Zuordnungsklassen der anfallenden Aushubmassen (siehe Kapitel 3.1) über gesonderte Positionen im Leistungsverzeichnis abzufragen (Zulagen), da die übrigen Eigenschaften für das einsetzbare Erdbaugerät nicht nennenswert anders sind. Die Ausweisung gesonderter Homogenbereiche unter Berücksichtigung der chemischen Zuordnung erfolgt daher nicht.

Homogenbereich VER 1: Für das auszuführende Gewerk 'Verbauarbeiten' gem. DIN 18303 [32] gelten die Angaben analog. Hier wird als Vorgabe die Angabe des AG herangezogen, dass in der Maßnahme ein Absenkschacht Verwendung finden soll. Dieser Schachttyp erfordert keine (voraussetzende) 'Einbindung'. Eine Bergung potenzieller grobkörniger 'Verbauhindernisse' erfolgt über das Gewerk ERD 1.

Für das Einheben von Absenkschachtelementen sind ausreichend leistungsfähige Gerätschaften einzusetzen, deren Einsatzgewicht das derjenigen des Erdbaus ggf. deutlich überschreiten kann.

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

Tabelle 8: Erläuterungen Tabelle 7

nach alter DIN 18300 [32]	Bodenklasse 1: Bodenklasse 2: Bodenklasse 3: Bodenklasse 6: Bodenklasse 7:	Oberböden fließende Bodenarten leicht lösbare Bodenarten leicht lösbarer Fels oder vergl. Bodenarten schwer lösbarer Fels
nach DIN 18196 [23]	A OH SU SE X/Y	Auffüllung grob- und gemischtkörnige Böden mit Anteilen humoser Art Sand-Schluff-Gemische enggestufte Sande Steine / Blöcke
nach ZTV E-StB [28]	F 1 F 2	nicht frostempfindlich gering bis mittel frostempfindlich
Homogenbereiche nach DIN 18300 [33] und DIN 18303 [34]	ERD 1 / VER 1	Eigenschaften siehe Tabelle 9

4.5 Homogenbereiche gem. VOB Teil C

Die Festlegung von Homogenbereichen (Tabelle 9) erfolgt im Hinblick auf die anzusetzende Geotechnische Kategorie GK 2. Ausgewiesen werden das Gewerk 'Erdarbeiten' gem. DIN 18300 [33] sowie das ebenfalls auszuführende Gewerk 'Verbauarbeiten' gem. DIN 18303 [34]. In Abhängigkeit der weiteren statischen Bemessung des Bauteils kann sich ggf. die Notwendigkeit zur Anpassung der Geotechnischen Kategorie ergeben, was einen Nacherkundungsbedarf einschließen kann.

Tabelle 9: Kennwerte für Homogenbereiche ERD 1, VER 1 (Abgrenzung: Tab. 7)

Kennwert / Eigenschaft	Homogenbereiche (Wertebereiche)
	Gewerke 'Erdarbeiten' + 'Verbauarbeiten'
	ERD 1 + VER 1
Kornverteilung mit Körnungsbändern	siehe Anlage 3.1, zzgl. Stein-/Blockanteil
Definition von Steinen + Blöcken	fluviale Steine/Blöcke, u. U. 'Findlinge'
Anteil Steine und Blöcke	$\leq 20 \%$ (Schätzung)
Anteil große Blöcke	$\leq 2 \%$ (Schätzung)
mineral. Zusammensetzung der Steine und Blöcke	v. a. Kalkstein, granitoide Gesteine, u. U. 'Findlinge'/Steine
Dichte	$\rho_s = 2,65 - 2,85 \text{ g/cm}^3$ (Korndichte)
Kohäsion	n. b.
undrainierte Scherfestigkeit	n. b.
Sensitivität	n. b.
Wassergehalt	$\sim 3 \%$ bis 25%
Konsistenz	n. b.
Konsistenzzahl	n. b.
Plastizität	n. b.
Plastizitätszahl	n. b.
Durchlässigkeit	ca. $k_f = 1 \cdot 10^{-3}$ bis $1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$
Lagerungsdichte	$\sim 0,15$ bis $\sim 0,65$
Kalkgehalt	n. b.
Sulfatgehalt	n. b.
Organischer Anteil	$\leq 5 \%$ (Schätzung)
Abrasivität	kaum abrasiv bis abrasiv (LAK 50 - 500 g/t)
Bodengruppen	A, X, Y, SE, SU, OH
Ortsübliche Bezeichnung	Auffüllungen, Niederterrasse

Legende: n. b.: nicht bestimmbar bzw. nicht bestimmt

5.0 Hinweisgebungen zur Baudurchführung

Die STADT GÜTERSLOH beabsichtigt den Neubau eines Schmutzwasser-Pumpwerks (SW-Pumpwerk) an der 'Brockhäger Straße' im zu 33330 Gütersloh gehörigen Ortsteil Blankenhagen (Gemarkung Gütersloh, Flur 11, Flurstück 238). Das Schmutzwasser-Pumpwerk soll als Absenkschacht mit einem Durchmesser von rund 3 m und einer Bautiefe von etwa 6,5 m hergestellt werden

Aufgabe war die ingenieurgeologische Erkundung und Bewertung des Untergrundinventars im übergeplanten Bereich. Hierauf basierend wurden Aussagen über die Boden-/Grundwasserverhältnisse sowie die Tragfähigkeit gegeben. Zudem wurden potenziell anfallende Aushubmassen abfallwirtschaftlich klassifiziert (Kap. 3).

Basierend auf den Untersuchungsergebnissen kann das aktuelle Bauvorhaben zunächst in die Geotechnische Kategorie 2 (GK 2) eingestuft werden.

5.1 Errichtung des Pumpwerks

Innerhalb des Gründungs-/Lastabtragniveaus werden folgende Baugrundverhältnisse erwartet:

- SW-Pumpwerk: Die angesetzte Unterkante des Schachtbauwerks kommt innerhalb dicht bis u. U. sehr dicht gelagerter Fluviatilsande zu liegen. Diese weisen keinen Verbesserungsbedarf auf und bieten eine unmittelbar ausreichende Gründungseignung.
- Grundwasser konnte am Untersuchungstag (16.12.2024) bei 0,60 m u. örtl. GOK bzw. bei +73,38 m NHN angetroffen. Es ist von einer Grundwasserströmung in westliche Richtung auszugehen.

Der Bemessungswasserstand für den Faktor Grundwasser (HGW) wird bei ca. 0,30 m unter aktueller örtlicher GOK angesetzt. Der 'höchste zu erwartende Grundwasserstand (zeHGW)' wird aufgrund des Anstiegspotenzials in Höhe der aktuellen örtlichen GOK angesetzt.

Es ist mit einer permanenten Grundwasserbeeinflussung des Bauteils zu rechnen, was die Beachtung entsprechender Expositionsklassen bzw. Abdichtungen erforderlich macht.

Bei der Auswahl eines geeigneten Betons sind die 'Expositionsklassen für Betonbauteile' zu berücksichtigen. Von statischer Seite ist entsprechend dem ungünstigsten Bemessungswasserstand der Faktor Auftrieb zu berücksichtigen.

Beweissicherungsverfahren: Über die Gründung der im Nahbereich befindlichen Gebäude und deren eigentlicher Nutzung liegen dem IB KLEEGRÄFE keine Daten vor und dessen Ermittlung ist nicht Teil der Beauftragung.

Für die bestehende Bebauung wird im vorliegenden Fall aufgrund der deutlichen Abstände zu der geplanten Baugrube und der Verwendung maßnahmenbezogen 'typischer' Geräte nicht mit einer relevanten Beeinflussung oder gar Gefährdung gerechnet. Auf eine vorlaufende umfängliche Beweissicherung kann diesbezüglich verzichtet werden.

Thematik Kampfmittel / Archäologie: Kenntnisse über das Vorhandensein von Bodendenkmälern/archäologischer Artefakte liegen dem AN nicht vor und die diesbezügliche Ermittlung ist nicht Bestandteil der Beauftragung. Vor Beginn der Arbeiten wird die Einholung der Munitionsfreiheit innerhalb des geplanten Schachtstandortes bei der entsprechenden Fachbehörde angeraten.

Baureifmachung des Geländes: Die vorliegenden Oberböden sind als Schutzgut zu behandeln und für eine Verwendung in gleicher Funktion zu sichern.

Für die weiteren Hinweisgebungen wird grundsätzlich davon ausgegangen, dass alle potenziellen unterirdischen Bauteile / Gewerke (Mauern, Wände, Schächte, Kanäle, Tanks, Altfundamente, Bodenplatten, etc.) vollständig rückgebaut wurden und keine Altbauteile (mehr) vorliegen. Ebenso entfernt werden müssen vorhandene Bäume und Sträucher etc. mitsamt Wurzelballen.

Es wird davon ausgegangen, dass vorhandene oder durch die o. g. Arbeiten entstandene Massendefizite nötigenfalls mit einem geeigneten Mineralgemisch qualifiziert rückverfüllt wurden.

Rückverfüllungen sind unter Beachtung der Einbaubedingungen der EBV [3] für MEBs und ggf. BBodSchV [35] derart herzustellen, dass die Eigenschaften denen der gewachsenen Böden entsprechen, um einen möglichst gleichartigen Baugrund zu gewährleisten. Die qualifizierte Rückverfüllung ist ggf. vor Beginn der Gründungsarbeiten durch Plattendruckversuche und/oder Rammsondierungen zu belegen.

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

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).

Schachtbauwerke sollten bis etwa 1 m u.GOK rückgebaut und das dann vorliegende Massendefizit fachgerecht lagenweise verfüllt werden.

Zeitliche Durchführung: Die Auskofferungs- und Gründungsarbeiten sollten möglichst während einer trockenen Wetterlage durchgeführt werden, um hinsichtlich einer Wasserhaltung oder potenzieller Aufweichungen des Erdplanums keinen zusätzlichen bautechnischen Aufwand betreiben zu müssen (Stichwort 'fließende' Bodenarten). Bei Starkregen- oder Hochwasserereignissen, Schneefall und während anhaltender Frostperioden sind Stillstandzeiten einzukalkulieren.

Aushub: Der Aushub sollte im Homogenbereich ERD 1 soweit möglich mit einem Baggerlöffel mit 'Schneidbestückung' bzw. mit einem 'Greifer' erfolgen, um eine unnötige Auflockerung des Bodens zu verhindern.

Auftriebssicherheit: Aufgrund der Lage des Pumpwerks im Schwankungsbereich des Grundwassers ist der Faktor Auftrieb bis zum diesbezüglich ungünstigsten Bemessungswasserstand zu berücksichtigen (siehe Kapitel 2.2). Die Auftriebssicherheit beträgt mind. $n_a = 1,1$.

Bodenaushubgrenzen: Die Bodenaushubgrenzen zur Gebäude- bzw. Mauersicherung sind nach DIN 4123 [50] einzuhalten.

Böschchen / Verbau (bauzeitlich): Nach DIN 4124 [37] sind Baugruben ab Tiefen von $> 1,25$ m zu böschchen oder zu verbauen. Die untergrundprägenden Sandböden können grundsätzlich unter einem max. Böschungswinkel von $\beta = 45^\circ$ geböschet werden, sofern diese entwässert vorliegen. Wassergesättigte Böden erfordern einen Verbau.

Von Seiten des AG wird mit aktuellem Kenntnisstand der Einsatz eines runden Absenkschachtes mit einem Durchmesser von etwa 3 m vorgesehen. Dieser ist statischerseits anhand der bodenmechanischen Kenndaten, des entsprechenden Bemessungswasserstandes und sonstiger (nutzungsbedingter) Anforderungen zu bemessen.

'Bodenpressung': Es sollte eine einheitliche max. 'Bodenpressung' $\sigma_{zul.}$ auf dem Gründungsniveau von $\sigma_{E,k} = 220$ kN/m² nicht überschritten werden, um lastinduzierte Gesamtsetzungen zu minimieren bzw. Setzungsunterschiede zu vermeiden.

Frostsicherheit: Die frostfreie Gründung kann in der Frosteinwirkungszone I ab 0,8 m unter zukünftiger GOK erfolgen. Bei der geplanten Einbindung von rund 6,5 m unter GOK existiert in jedem Fall eine ausreichende Frostsicherheit der Gründungsebene.

Systembeschreibung: Absenkschächte werden üblicherweise als monolithische Betonbauteile hergestellt, bei denen im Bodenstück ein Schneidschuh aus Stahl eingebaut wird. Die Expositionsklasse ist hierbei entsprechend zu beachten.

Größere Absenkschächte, wie der geplante, werden dabei in der Regel in Segmentbauweise hergestellt. Der g. g. Schneidschuh weist einen Überstand gegenüber dem Betonbauteil auf, sodass auf der Außenseite ein Überschnitt erzeugt wird, was den Reibungswiderstand beim Einbau verringert. Zusätzlich kann in die so geschaffene Fuge zur weiteren Verringerung der Reibung ggf. eine Betonitsuspension eingebracht werden. Der Boden im Inneren des Schachtes kann dann mittels (Greifer-)Bagger entnommen werden, wodurch sich der Schacht kontrolliert setzt.

Absenkschächte werden üblicherweise 'auf Maß' (Einzelstück) angefertigt. Angefragten Herstellern sollte daher der vorliegende Geotechnische Bericht zur Verfügung gestellt werden.

Ist die Endteufe erreicht, wird eine Unterwasserbetonsohle eingebracht. Diese dichtet den Schacht gegen das anstehende Grundwasser ab und wirkt (durch die statisch zu berechnende Stärke) gleichzeitig als Sicherung gegen ´Auftrieb´, sodass andersartige Auftriebssicherungen (z. B. in Form von Zugankern) nach Möglichkeit nicht zur Ausführung kommen müssen. Diese Angabe ist statischerseits im Vorfeld zu verifizieren.

Nach Erreichen der Solltiefe und Betonage der Sohle sollte eine kraftschlüssige Verbindung mit dem umgebenden Boden durch Einpressen einer Zementsuspension erfolgen.

Das IB KLEEGRÄFE empfiehlt dringend beim Einbau der Absenkschächte eine erfahrene Fachfirma zu wählen. Diesbezüglich angefragten Firmen sollte das Gutachten zur Angebotskonkretisierung zur Verfügung gestellt werden.

Abstimmung Hersteller: Beim Einbau sind stets die herstellerspezifischen Einbauvorgaben zu beachten, die ggf. von den nachfolgenden Hinweisen abweichen können.

Es ist vorab mit dem Hersteller zu klären, welche Maximalgröße die einzelnen Segmente aufweisen dürfen/sollen, da hiervon auch das Einsatzgewicht des zum Einheben nötigen Baggers/Krans abhängig ist, woraus wiederum gesonderte Anforderungen an die Standfestigkeit eines Arbeitsplanums resultieren können.

Ausbildung Schneidfuß / Betonschneide: Die Stärke der Stahlschneide und die Neigung der Betonschneide müssen auf die zu durchfahrenden Bodenschichten abgestimmt sein. Hierfür sollten die Kenndaten der Tabelle 6 herangezogen werden.

Platzbedarf: Die einzelnen Schachtbauteile werden in der Regel als vorbereitete Fertigelemente auf der Baustelle angeliefert. Hierfür sind entsprechende Lagerflächen und ein ausreichend leistungsfähiges Gerät zum Einheben bereitzustellen. Dieses benötigt auf der Baustelle einen ausreichenden Freiraum (horizontal wie vertikal), um effektiv arbeiten zu können. Hierfür kann es notwendig werden örtliche Zuwegungen/Aufstellflächen zu schaffen, ggf. (Frei-) Leitungen zu sichern/umzulegen oder Rückschnitt von Bäumen zu betreiben.

Voraushub: Empfohlen wird die Herstellung eines Voraushubs, der in der Regel (mindestens) bis auf die Tiefe der geplanten Schachtoberkante ausgeführt wird.

Bei der vorliegenden Maßnahme sollte der Voraushub, sofern diesem Vorgehen keine konstruktionstechnischen Zwänge entgegenstehen, bis maximal rund 1,2 m unter örtlicher GOK vorgenommen werden. Es sei darauf hingewiesen, dass vermutlich bereits ab Aushubtiefen von mehr als ca. 0,6 m Wasserhaltungsmaßnahmen (‘offene Wasserhaltung’) erforderlich werden.

Hierdurch kann oberflächennah ein umlaufender Arbeitsraum geschaffen werden, der (noch) nicht geböscht werden muss. Die Bodenverhältnisse werden hierdurch vergleichmäßig und die Möglichkeit anfänglicher Bauteilverkippungen reduziert.

Die erforderliche Tragfähigkeit des geschaffenen Planums ist mit dem Hersteller des Absenkschachtes zu klären.

Bodenaushub / Absenken des Schachtes: Im inneren des Schachtes kann dann mit geeignetem Gerät nach Wahl des AN der Aushub der anstehenden Böden erfolgen. Dabei wird zuerst der Boden direkt an der Innenwand des Schachtbauteils entfernt, was das Absinken des Schachtes initiiert und der Boden in der Mitte erst möglichst spät auskoffert.

Es werden Böden des Homogenbereichs ERD 1 auszukoffern sein. Typischerweise werden beim Aushub Greiferbagger, o.ä. eingesetzt. Die notwendige Reichweite zur Tiefe hin ist zu beachten.

Je nach Füllung des Schachtraumes (siehe unten) ist bei zunehmender Aushubtiefe schnell mit dem Anfall von Böden in ‘flüssiger’ Form (‘Fließsand’; Bodenklasse 2 bzw. in ERD 1 enthalten) zu rechnen, der vor oder beim Abtransport besondere Maßnahmen erforderlich machen kann (Zwischenlagerung vor-Ort zur Entwässerung/Abtrocknung, Verwendung wasserdichter Lkw-Mulden, etc.).

Es ist unbedingt darauf zu achten im Randbereich des Schachtes nicht tiefer als bis zur Oberkante des Schneidschuhs auszukoffern. Der Schneidschuh muss stets ‘vorausseilend’ in

das Erdreich eingebunden sein, da hierüber auch die Abdichtung des Schachtinneren gegenüber einem ggf. betonitgefüllten Ringraum erfolgt.

Sofern das Absinken des Schachtes nicht in ausreichendem Maße durch das Eigengewicht erfolgt, können auf die Oberseite ergänzend Ballastgewichte aufgelegt werden. Rammende/schlagende oder vibrierende Verfahren sollten nicht zur Anwendung kommen, um das Absinken des Bauteils zu beschleunigen oder zu korrigieren, da hier erfahrungsgemäß das Risiko von Schiefstellungen besteht.

Um die Zieltiefe des Schachtes korrekt zu erreichen, ist im Zuge des Aushubs immer darauf zu achten wann der Schacht nach der Entfernung von Bodenmaterial wieder zur Ruhe kommt.

Wasserhaltung / Aushub unter Grundwasser: Die Verhältnisse am Untersuchungstag (16.12.2024) vorausgesetzt, wird ab ca. 0,6 m u.GOK mit dem Anfall von 'echtem' Grundwasser zu rechnen sein. Hier bestehen zwei Möglichkeiten der weiteren technischen Umsetzung. **Ein hydraulischer Grundbruch innerhalb des Schachtes ist in jedem Fall zu verhindern.**

a) Aushub unter Grundwasser: Es erfolgen keine vorlaufenden Maßnahmen zur Grundwasserabsenkung im Nahbereich. In diesem Fall ist durch einen entsprechenden 'Gegendruck' innerhalb des Schachtes ein hydraulischer Grundbruch zu verhindern. Dies erfolgt in der Regel über das Einbringen einer Betonitsuspension innerhalb des Schachtes. Vor Betonieren der Bauteilsohle muss das Bentonit abgesaugt und die entsprechend statisch bemessene Sohle eingebaut werden, wofür üblicherweise der Einsatz von Tauchern vorzusehen ist.

Beim alternativ möglichen Einsatz einer Wasserfüllung im Inneren des Schachtes ist zwingend darauf zu achten, dass der Wasserspiegel im Inneren höher steht, als der Grundwasserstand außerhalb.

b) Aushub nach Grundwasserabsenkung: Alternativ möglich ist die Ausführung einer Grundwasserabsenkung (Details siehe unten). In diesem Fall wird ein Aushub von Böden der Bodenklasse 2 weitestgehend vermieden.

Wasserhaltung: Hierzu ist grundsätzlich anzumerken, dass die untergrundprägenden Fluviatilsande grundwasserführend sind und dass diese aufgrund der nachgewiesenen geringen bindigen Anteile vergleichsweise hohe Durchlässigkeiten aufweisen werden.

Sofern ein Aushub nach Grundwasserabsenkung durchgeführt werden soll, wird der Einsatz einer 'Wellpointanlage' (Flachhaltung) bei Errichtung einer 'geschlossenen Wasserhaltung' vorgeschlagen. Es handelt sich hierbei im Grunde um eine Schwerkraftentwässerung, bei der ein

aufgebrachter Unterdruck nur zum Heben des anströmenden Wassers benötigt wird. Eine derartige Anlage bietet auch eine hohe Sicherheit bei kurzzeitigen Grundwasseranstiegen nach Starkregenereignissen.

Es werden 'Spülfilter' in den nicht bindigen Sandböden einzubringen sein, die an ihrem unteren Ende geschlitzt sind. Die Einbindetiefe der 'Spülfilter' bedarf der Spezifizierung durch den Absenker. Die Schlitzweite ist auf die anstehenden Böden abzustimmen. Gegebenenfalls werden Kiesschüttungen oder 'Strümpfe' aus Tressengewebe erforderlich.

Die Filter benötigen eine ausreichend lange Vorlaufzeit (Schätzung: mind. eine Woche) und müssen permanent und ausfallgesichert bis Schachtfertigstellung mit ausreichendem Gegendruck in Betrieb bleiben. Die baugrubenumlaufenden Filter müssen durchgängig einen 'geschlossenen' Ring um das Baufeld bilden.

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

Wichtig ist die ausreichende Tiefe der Absenkung, damit sich die Überschneidung / Schnittlinien der Absenktrichter unterhalb der Baugrubensohle befinden (Vermeidung eines hydraulischen Grundbruches).

Nichtsdestotrotz wird eine Wasserhaltung im Inneren der Baugrube (= Sowieso-Aufwand) auszuführen sein, um die Baugrubenwände im Zuge des Vortriebs durchfahren zu können.

Bezüglich der Einleitung der bei einer Wasserhaltung/GW-Absenkung anfallenden Wässer in einen städtischen Kanal ist die Erlaubnis bei der STADTENTWÄSSERUNG der STADT GÜTERSLOH zu beantragen. Die Einleitung in einen Vorfluter entfällt demgegenüber vermutlich.

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. Wichtig ist der ausreichende Vorlauf der Anlage vor Beginn der Auskofferungsarbeiten. Detailfestlegungen müssen vom Absenker vorgenommen werden.

Der Abstand der Filter, der Vakuumdruck, die Vorlaufzeit etc. sind von der ausführenden Firma zu bestimmen, da diese Faktoren geräteabhängig sind. Die hierfür benötigten Eckdaten (Durchlässigkeit, Bodenverhältnisse, etc.) sind diesem Gutachten zu entnehmen, weshalb das Gutachten den angefragten Firmen zur Angebotskonkretisierung zur Verfügung stehen sollte. Letztlich erfolgt die Gerätewahl nach Wahl des Auftragnehmers.

Wichtig ist die Beibehaltung der GW-Absenkung, bis der notwendige, auftriebsgesicherte 'Gegendruck' durch das Bauteil nach statischen Vorgaben gegeben ist. Erst dann dürfen die Pumpen abgestellt werden.

Nachsetzungen: Die im Falle der Durchführung einer Grundwasserabsenkung durch den Wegfall des Auftriebs entsprechend zu erwartenden (Nach-)Setzungen können mit Hilfe des Nomogramms nach CHRISTOW abgeschätzt werden.

Berücksichtigt werden hierbei die Bodenschichten, welche unterhalb der am Untersuchungstag geloteten Grundwasserstände bzw. innerhalb einer Grundwassersättigung/-beeinflussung liegen (v.a. mitteldicht bis (sehr) dicht gelagerte, nicht bindige Böden) und eine Absenkung bis rund 0,5 m unter Unterkante Planschacht (d.h. bis ca. +67 m NHN; $\Delta h_{\max} \sim 6,4$ m).

Es wird für das unmittelbare Umfeld des Untersuchungsgebietes mit dem Auftreten von nicht unerheblichen Nachsetzungen durch die Ausführung einer geschlossenen Wasserhaltung zu rechnen sein (Größenordnung $\sim 2 - 4$ cm).

Bei einer orientierenden Reichweitenbestimmung einer solchen Absenkungsmaßnahme mit dem Programm GGU-Drawdown ist – je nach tatsächlicher Dauer der Grundwasserabsenkung – in einer Entfernung von etwa 30 m zur Baugrube (entspricht etwa der Entfernung bis zum Südost-Flügel des Gebäudes Hs.-Nr. 6) noch mit Nachsetzungen von bis zu etwa 1,5 cm zu rechnen. Hier ist statischerseits ggf. die Bauwerksverträglichkeit zu überprüfen.

Es ist davon auszugehen, dass in jüngerer Zeit (z.B. siehe Sommer 2018 und 2019) deutlich geringere als die angetroffenen Grundwasserstände vorgelegen haben und damit zumindest ein Teil der potenziellen Nachsetzungen bereits vorweggenommen wurden.

Ingenieurgeologische Abnahme: Bei der Ausführung der Gründungsarbeiten sind die örtlichen Baugrundverhältnisse auf Übereinstimmung mit den Voruntersuchungen zu überprüfen. Bei Unklarheiten hinsichtlich der Gründungssituation oder der Grundwasserverhältnisse ist der Bodengutachter hinzuzuziehen.

Wiedereinbaufähigkeit der anstehenden Böden: Gemäß den Ausführungen des Kapitels 3.1 sind anfallende Aushubböden unter chemischen Gesichtspunkten als zulässige Einbaumaterialien (BM-0) zu klassifizieren, aus bodenmechanischer Sicht (enggestufte, verdichtungsunwillige Sande) aber nicht unmittelbar für den Wiedereinbau in setzungsempfindlichen oder lastabtragenden Bereichen geeignet.

Ist davon auszugehen, dass Bereiche einer reinen Garten-/Grünflächen-Nutzung ohne Wege- und Gebäudebau unterliegen, so kann das ausgehobene verdichtungsunwillige oder auch organisches sowie potenzielles bindiges Material wiederverfüllt werden. Es muss dort jedoch mit Sackungen und der Notwendigkeit von Nacharbeiten gerechnet werden. Dies gilt ebenfalls für verfüllende Zwecke ohne Lastauftrag, jedoch nicht innerhalb von Arbeitsräumen.

Alternativ kann der erbohrte enggestufte, organikfreie Sand bei einem ausreichend geringen bindigen Anteil von weniger als 15 % in Mischung mit einem Schotter oder in sog. 'Sandwich'-Bauweise in Wechsellagerung mit Schotter (Lagen von max. 30 cm) eingebaut werden. Der Schotter dient der Verbesserung der Verdichtbarkeit des enggestuften Sandes. Stärker bindige Sande dürfen nicht eingebaut werden. Bei Unklarheiten hinsichtlich der Wiedereinbaueignung sollte der Bodengutachter hinzugezogen werden.

6.0 Schlussbemerkung

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

Klee gr ä f e
- Geotechnik GmbH -

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

V. Thiemann
(Dipl.-Geol.)



Verteiler: STADT GÜTERSLOH
Berliner Straße 70, 33330 Gütersloh

(PDF)

Literaturverzeichnis

- [1] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN EN ISO 17892-4:2017-04, Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Laborversuche an Bodenproben – Teil 4: Bestimmung der Korngrößenverteilung (ISO 17892-4:2016). Deutsche Fassung*, 2017.
- [2] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN EN ISO 17892-1:2022-08, Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Laborversuche an Bodenproben – Teil 1: Bestimmung des Wassergehalts (ISO 17892-1:2014 + Amd 1:2022). Deutsche Fassung*, 2022.
- [3] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN EN ISO 17892-12:2022-08, Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Laborversuche an Bodenproben – Teil 12: Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenzen (ISO 17892-12:2018 + Amd 1:2021 + Amd 2:2022). Deutsche Fassung*, 2022.
- [4] Bundesministerium der Justiz Deutschland (Hrsg.), *Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodschV). Ausfertigungsdatum 09.07.2021*, 2021.
- [5] Bundesministerium der Justiz Deutschland, *Verordnung über Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technische Bauwerke (Ersatzbaustoffverordnung - ErsatzbaustoffV). Ausfertigungsdatum: 09.07.2023*, 2023.
- [6] Bezirksregierung Köln (Hrsg.), „Tim-Online“, 2024. [Online]. Available: <https://www.tim-online.nrw.de>. [Zugriff am 2025].
- [7] Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr NRW (Hrsg.), „Elwas-Web“, 15 Januar 2025. [Online]. Available: <https://www.elwasweb.nrw.de/elwas-web/index.xhtml>. [Zugriff am 16 Januar 2025].
- [8] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (Hrsg.), *Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO)*, 2024.
- [9] Geologischer Dienst NRW (Hrsg.), *Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen der Bundesrepublik Deutschland 1:350.000*, 2018.
- [10] Geologischer Dienst NRW (Hrsg.), *Gefährdungspotentiale des Untergrundes. Karst, Gasaustritt in Bohrungen, Methan*, 2024.
- [11] Bezirksregierung Arnsberg, Abteilung Bergbau und Energie in NRW (Hrsg.), *Gefährdungspotentiale des Untergrundes. Bergbau*, 2024.
- [12] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (Hrsg.), „Umweltdaten vor Ort“, 2024. [Online]. Available: <https://www.uvo.nrw.de/>. [Zugriff am 2025].
- [13] Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr NRW (Hrsg.), „Hochwassergefahrenkarte NRW“, 2024. [Online]. Available: <https://www.hochwasserkarten.nrw.de/>. [Zugriff am 16 Januar 2025].
- [14] Bundesamt für Strahlenschutz Deutschland (Hrsg.), „Karte der Radon-Vorsorgegebiete“, 2021. [Online]. Available: <https://www.bfs.de/DE/themen/ion/umwelt/radon/karten/vorsorgegebiete.html>. [Zugriff am 2025].

- [15] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN 4020:2010-12. Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2. Deutsche Fassung*, 2010.
- [16] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN 1997-2:2010-10. Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds (EN 1997-2:2007 + AC:2010). Deutsche Fassung*, 2010.
- [17] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN EN ISO 14688-1:2022-11 Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden – Teil 1: Benennung und Beschreibung (ISO 14688-1:2017). Deutsche Fassung*, 2020.
- [18] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN 4023:2023-02. Geotechnische Untersuchungen und Erkundung – Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse von Bohrungen und sonstigen direkten Aufschlüssen. Deutsche Fassung*, 2023.
- [19] V. Pawlik, „Statista. Durchschnittlicher Niederschlag pro Monat in NRW von Dez. 2023 bis Dez. 2024,“ 2025. [Online]. Available: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/576867/umfrage/durchschnittlicher-niederschlag-pro-monat-in-nordrhein-westfalen/>. [Zugriff am 16 Januar 2025].
- [20] Ministerium für Information und Technik NRW (Hrsg.), *Grundwassergleichen für mittlere Verhältnisse 2006-2015 (UTM-Projektion). Shape-Datei EPSG25832*, 2023.
- [21] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN 18533-1:2023-10 Abdichtung von erdberührten Bauteilen – Teil 1: Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze. Entwurf. Deutsche Fassung*, 2023.
- [22] Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau e. V. (BWK) (Hrsg.), *Merkblatt 8: Ermittlung des Bemessungswasserstandes für Bauwerksabdichtungen*, 2009.
- [23] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft DWA (Hrsg.), *Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser – Teil 1: Planung, Bau, Betrieb. Arbeitsblatt DWA-A 138-1*, 2024.
- [24] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (Hrsg.), *Anlagen zur naturnahen Regenwasserbewirtschaftung – Planung, Bau und Betrieb von belebten oberirdischen Anlagen. Arbeitsblatt 52*, 2021.
- [25] Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft NRW (Hrsg.), *Runderlass Niederschlagswasserbeseitigung gem. § 51 a des Landeswassergesetzes. IV B 5 - 673/2-29010/ IV B 6 - 031 002 0901.*, 1998.
- [26] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN 4030-2:2024-07: Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase - Teil 2: Entnahme und Analyse von Wasser- und Bodenproben*, 2024.
- [27] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN 4030-1:2024-07: Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase - Teil 1: Grundlagen und Grenzwerte*, 2024.

- [28] Bundesministerium der Justiz Deutschland (Hrsg.), *Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnis-Verordnung – AVV)*. Ausfertigungsdatum: 10.12.2001, 2020.
- [29] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (Hrsg.), *Teerhaltiger Straßenaufbruch und Ausbauasphalt, Erkennung – Umgang – Entsorgung*. Arbeitsblatt 47, 2021.
- [30] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (Hrsg.), *Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer- und pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau*. RuVA-StB 01. Ausgabe 2001, 2005.
- [31] Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (Hrsg.), *Technische Regeln für Gefahrstoffe. Teer und andere Pyrolyseprodukte aus organischem Material*. TRGS 551. Erstausgabe 06.10.2015, 2016.
- [32] Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (Hrsg.), *Technische Regel für Gefahrstoffe. Tätigkeiten mit potenziell asbesthaltigen mineralischen Rohstoffen und daraus hergestellten Gemischen und Erzeugnissen*. TRGS 517. Erstausgabe 02.2013, 2015.
- [33] Bundesministerium der Justiz Deutschland (Hrsg.), *Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV)*. Ausfertigungsdatum: 27.04.2009, 2024.
- [34] Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) (Hrsg.), *Mitteilungen der LAGA 20: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen - Technische Regeln*. Ausfertigungsdatum: 06.11.1997, 2004.
- [35] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN 18196:2023-02 Erd- und Grundbau – Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke*. Deutsche Fassung., 2023.
- [36] W. Beyer, *Zur Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit von Kiesen und Sanden aus der Kornverteilung*. In: *Wasserwirtschaft-Wassertechnik (WWT)*, 1964.
- [37] C. Mallet und J. Paquant, *Erdstaudämme*, Berlin: VEB Verlag Technik, 1954.
- [38] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN 18130-2:2015-08, Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts - Teil 2: Feldversuche*. Deutsche Fassung., 2015.
- [39] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN EN ISO 14688-2:2022-11 Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden – Teil 2: Grundlagen für Bodenklassifizierungen (ISO 14688-2:2017)*. Deutsche Fassung., 2022.
- [40] Geologischer Dienst NRW (Hrsg.), „Verdichtungsempfindlichkeit von Böden,“ 2023. [Online]. Available: https://www.gd.nrw.de/wms_html/bk50_wms/pdf/VER.pdf. [Zugriff am 2025].
- [41] A. Casagrande, *Classification and identification of soils*. Trans. ASCE 113, S. 901-991, 1948.

- [42] A. Atterberg, *Über die physikalische Bodenuntersuchung und über die Plastizität der Tone. Internationale Mitteilung für Bodenkunde 1: S.10., 1911.*
- [43] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN EN ISO 22476-2:2012-03: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Felduntersuchungen - Teil 2: Rammsondierungen (ISO 22476-2:2005 + Amd 1:2011); Deutsche Fassung EN ISO 22476-2:2005 + A1:2011, 2012.*
- [44] Forschungsgesellschaft Für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (Hrsg.), *Technische Prüfvorschriften für Boden und Fels im Straßenbau. TP BF-StB Teil B 15.1 Leichte Rammsondierung DPL-5 und Mittelschwere Rammsondierung DPM-10, 2012.*
- [45] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN 18320:2019-09 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Landschaftsbauarbeiten, 2019.*
- [46] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN 18300:2012-09 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Erdarbeiten. Zurückgezogen., 2012.*
- [47] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (Hrsg.), *Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau. ZTV E-StB 17, 2017.*
- [48] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN 18300:2019-09 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Erdarbeiten., 2019.*
- [49] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN 18303:2016-09 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Verbauarbeiten., 2016.*
- [50] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN 4123:2013-04, Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude., 2013.*
- [51] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN 4124:2012-01, Baugruben und Gräben – Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten, 2012.*
- [52] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (Hrsg.), *Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen (ZTV A-StB 12), 2012.*
- [53] Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen (FGSV) (Hrsg.), *Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau (TL Gestein-StB), 2013.*
- [54] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN 18134:2012-04, Baugrund – Versuche und Versuchsgeräte - Plattendruckversuch., 2012.*
- [55] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN 18195:2017-07: Abdichtung von Bauwerken - Begriffe, 2017.*
- [56] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN EN 1610:2015-12, Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen. Deutsche Fassung EN 1610:2015, 2015.*

- [57] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft DWA (Hrsg.), *Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen. Arbeitsblatt DWA-A 139*, 2019.
- [58] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (Hrsg.), *Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau. TL SoB-StB 20*, Ausgabe 2020.
- [59] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (Hrsg.), *Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien zur Herstellung von Verkehrsflächen mit Pflasterdecken, Plattenbelägen sowie von Einfassungen (ZTV Pflaster-StB 20)*, 2020.
- [60] H. Prinz und R. Strauß, *Ingenieurgeologie. 6. Auflage*, Heidelberg: Springer, 2018.
- [61] Geologischer Dienst NRW (Hrsg.), „Verdichtungsempfindlichkeit von Böden.“ 2023. [Online]. Available: https://www.gd.nrw.de/wms_html/bk50_wms/pdf/VER.pdf . [Zugriff am Januar 2025].
- [62] Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (Hrsg.), *Technische Regeln für Gefahrstoffe. Asbest-, Abbruch-, Sanierungs- oder Instandhaltungsarbeiten. TRGS 519. Erstausgabe 01.2014*, 2022.
- [63] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (Hrsg.), *Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau – Teil: Güteüberwachung. Erstausgabe 2020*, 2023.
- [64] Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (Hrsg.), „Starkregengefahrenkarte,“ [Online]. Available: https://geoportal.de/map.html?map=tk_04-starkregengefahrenhinweise-nrw. [Zugriff am 2025].
- [65] Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V. (FLL) (Hrsg.), *Richtlinien für Planung, Bau und Instandhaltung von begrünbaren Flächenbefestigungen. Erstausgabe 2008*, 2018.
- [66] Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e. V. (Hrsg.), *RAL – Flüssigboden. Gütesicherung RAL – GZ 507. Erstausgabe Februar 2019*, 2023.
- [67] Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (Hrsg.), „NIBIS Kartenserver (Niedersächsisches Bodeninformationssystem),“ 2025. [Online]. Available: <https://nibis.lbeg.de/cardomap3/#>. [Zugriff am 2025].
- [68] Ministerium für Information und Technik NRW (Hrsg.), *Grundwassergleichen 1988 (UTM-Projektion). Shape-Datei EPSG25832*, 2017.
- [69] GOOGLE, „Google Maps,“ 2025. [Online]. Available: <https://www.google.de/maps/>. [Zugriff am 15 Januar 2025].
- [70] Geschäftsstelle des IMA GDI in NRW (Hrsg.), „Geoportal NRW,“ 2025. [Online]. Available: <https://www.geoportal.nrw/>. [Zugriff am 16 Januar 2025].
- [71] Geologischer Dienst NRW (Hrsg.), *Geologie und Boden in NRW*, 2016.
- [72] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN EN ISO 22475-1:2022-02, Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Probenahmeverfahren und Grundwassermessungen – Teil*

- 1: *Technische Grundlagen für die Probenahme von Boden, Fels und Grundwasser (ISO 22475-1:2021). Deutsche Fassung, 2022.*
- [73] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN EN ISO 18674-1:2015-09, Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Geotechnische Messungen – Teil 1: Allgemeine Regeln (ISO 18674-1:2015). Deutsche Fassung, 2015.*
- [74] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN EN ISO 17892-2:2015-03, Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Laborversuche an Bodenproben – Teil 2: Bestimmung der Dichte des Bodens (ISO 17892-2:2014). Deutsche Fassung, 2015.*
- [75] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN EN ISO 17892-12:2022-08, Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Laborversuche an Bodenproben – Teil 12: Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenzen (ISO 17892-12:2018 + Amd 1:2021 + Amd 2:2022). Deutsche Fassung..*
- [76] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN EN ISO 17892-10:2019-04, Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Laborversuche an Bodenproben – Teil 10: Direkte Scherversuche (ISO 17892-10:2018). Deutsche Fassung, 2019.*
- [77] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN EN ISO 14689:2018-05 Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Fels (ISO 14689:2017). Deutsche Fassung, 2018.*
- [78] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN EN 22476-1:2023-04 Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Felduntersuchungen – Teil 1: Drucksondierungen mit elektrischen Messwertaufnehmern und Messeinrichtungen für den Porenwasserdruck (ISO 22476-1:2022). Deutsche Fassung EN ISO 22476-1:202, 2023.*
- [79] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN EN 17685-1:2023-04 Erdarbeiten – Chemische Prüfverfahren – Teil 1: Bestimmung des Glühverlusts (EN 17685-1:2023). Deutsche Fassung, 2023.*
- [80] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN 45669-1:2020-06 Messungen von Schwingungsimmissionen - Teil 1: Schwingungsmesser - Anforderungen und Prüfungen, 2020.*
- [81] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN 4150-3: 2016-12 Erschütterungen im Bauwesen - Teil 3: Einwirkungen auf bauliche Anlagen, 2016.*
- [82] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN 18301:2023-09 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Bohrarbeiten., 2023.*
- [83] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN 18196:2023-02 Erd- und Grundbau – Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke. Deutsche Fassung., 2023.*
- [84] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN 1054:2021-04 Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1. Deutsche Fassung, 2021.*

- [85] Geologischer Dienst NRW (Hrsg.), „Bohrungen in NRW,“ 2025. [Online]. Available: <https://www.bohrungen.nrw.de/> . [Zugriff am 2025].
- [86] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft DWA (Hrsg.), *Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser – Teil 1: Planung, Bau, Betrieb. Arbeitsblatt DWA-A 138-1*, 2024.
- [87] Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN 50929-3:2024-05: Korrosion der Metalle - Korrosionswahrscheinlichkeit metallener Werkstoffe bei äußerer Korrosionsbelastung - Teil 3: Rohrleitungen und Bauteile in Böden und Wässern.*, 2024.


- Anlage 1.1: Lageplan (1:250)
- Anlage 2.1: Schichtendarstellung / Rammdiagramm
- Anlage 3.1: Korngrößenanalyse (Kornsummenkurve)
- Anlage 4.1: Wassergehaltsbestimmung
- Anlage 5.1: Chemische Analysenergebnisse (Aushubmaterial)
- Anlage 6.1: Fotodokumentation

ANLAGE 1.1


Lageplan (1:250)

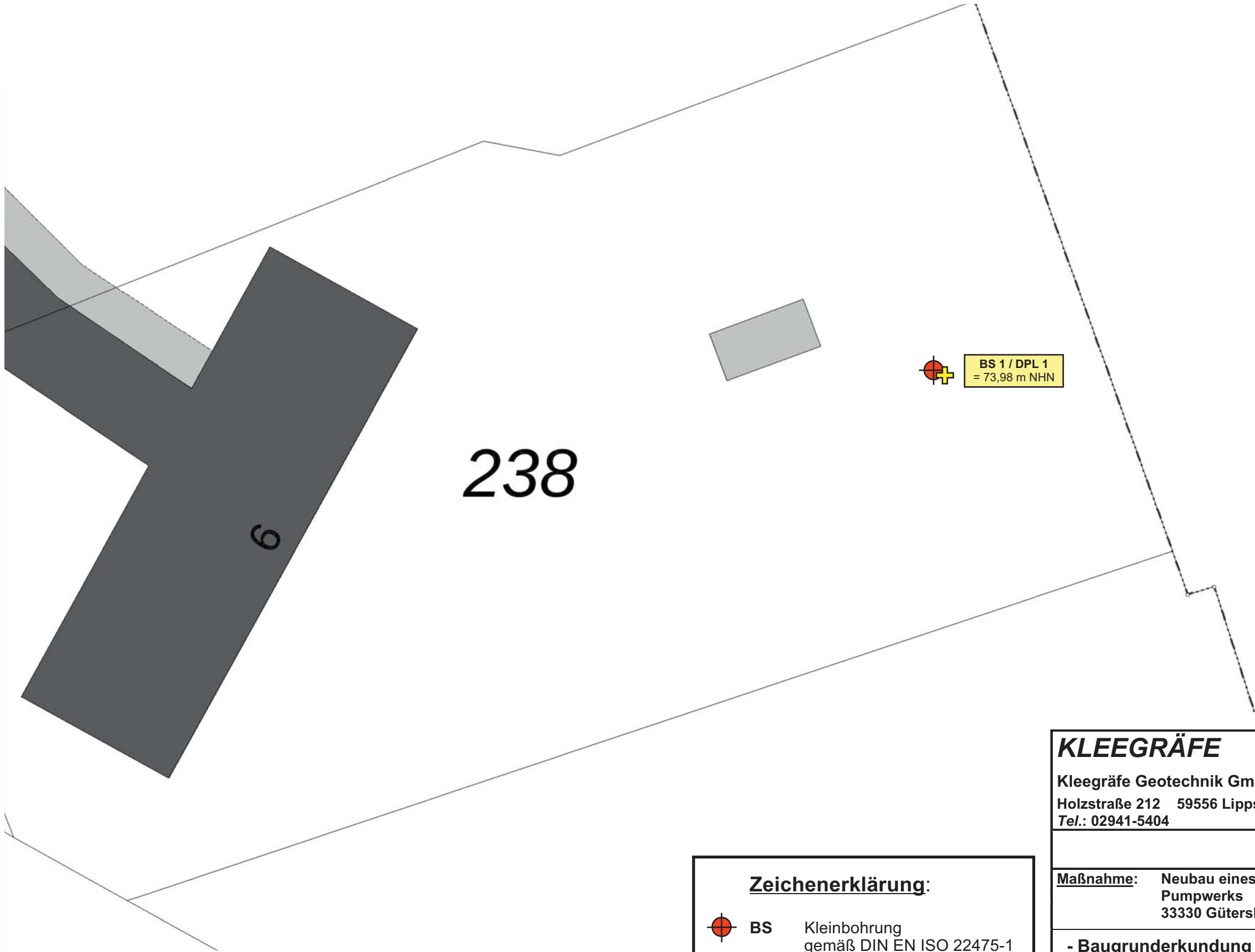
Blankenhagen

N



Maßstab
1 : 250





Plangrundlage: TIM-online (Plan abgerufen am 11.02.2025)

Zeichenerklärung:

 BS

Kleinbohrung
gemäß DIN EN ISO 22475-1

 DPL

Leichte Rammsondierung
gemäß DIN EN ISO 22476-2

KLEEGRÄFE

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



Kleegräfe Geotechnik GmbH
•Baugrund •Umwelt •Hydrogeologie

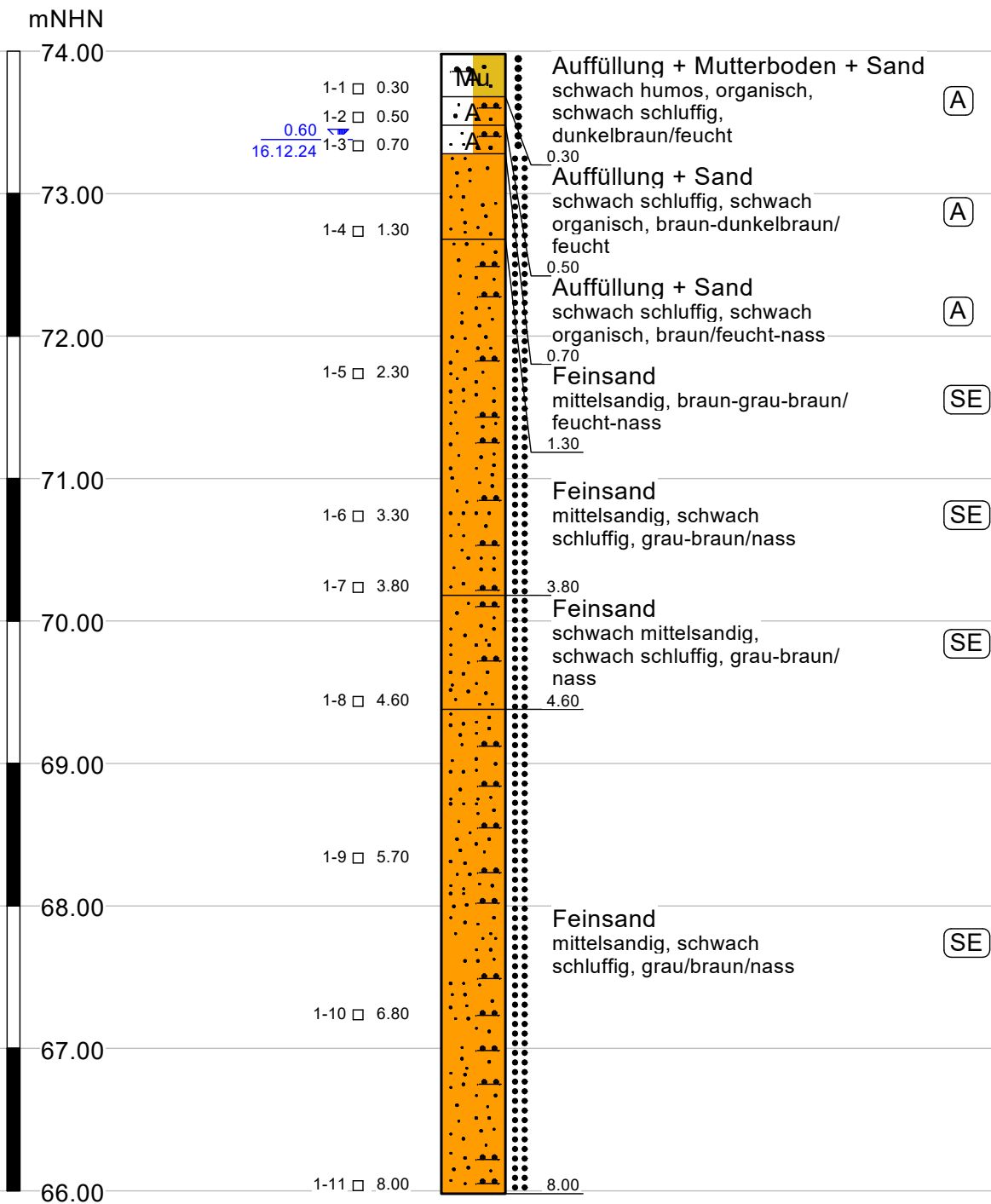
Lageplan	
Maßnahme: Neubau eines Schmutzwasser-Pumpwerks 33330 Gütersloh-Blankenhagen	Bearb.-Nr. 241164
	A3
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -	Anlage: 1.1
Auftraggeber: STADT GÜTERSLOH Berliner Straße 70 33330 Gütersloh	Blatt: 1 von 1
	11.02.2025
	Klee/Thie
	M. 1 : 250

ANLAGE 2.1

Schichtendarstellung / Rammdiagramm

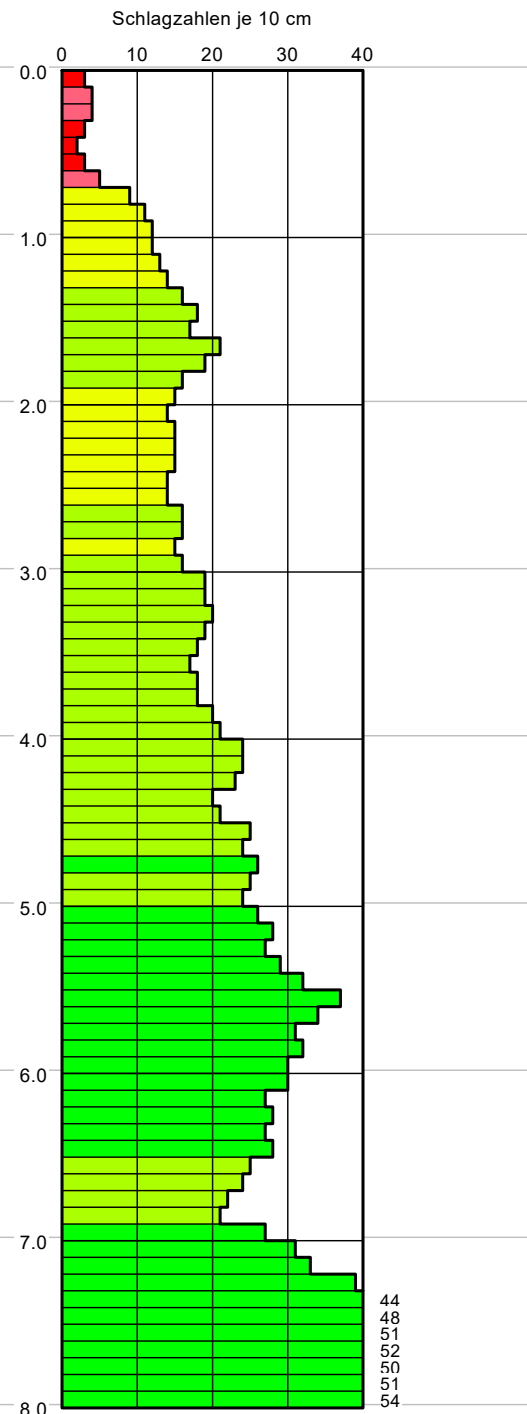
BS 1

73,98 mNHN

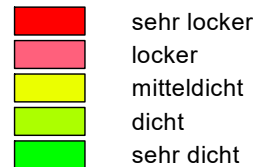


DPL 1

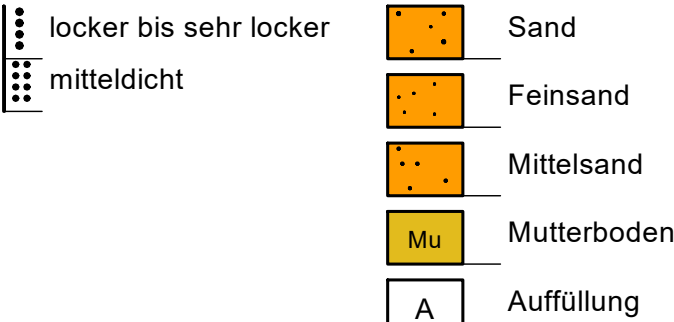
73,98 mNHN



Legende DPL



Legende



KLEEGRÄFE

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



Schichtendarstellung

Maßnahme: Neubau SW-Pumpwerk,
33330 Gütersloh-Blankenhagen

Bearb.-Nr.

241164

Anlage 2.1

- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Geologe:

Auftraggeber: Stadt Gütersloh
Berliner Straße 70
33330 Gütersloh

Herr Wulf

Datum:

16.12.2024

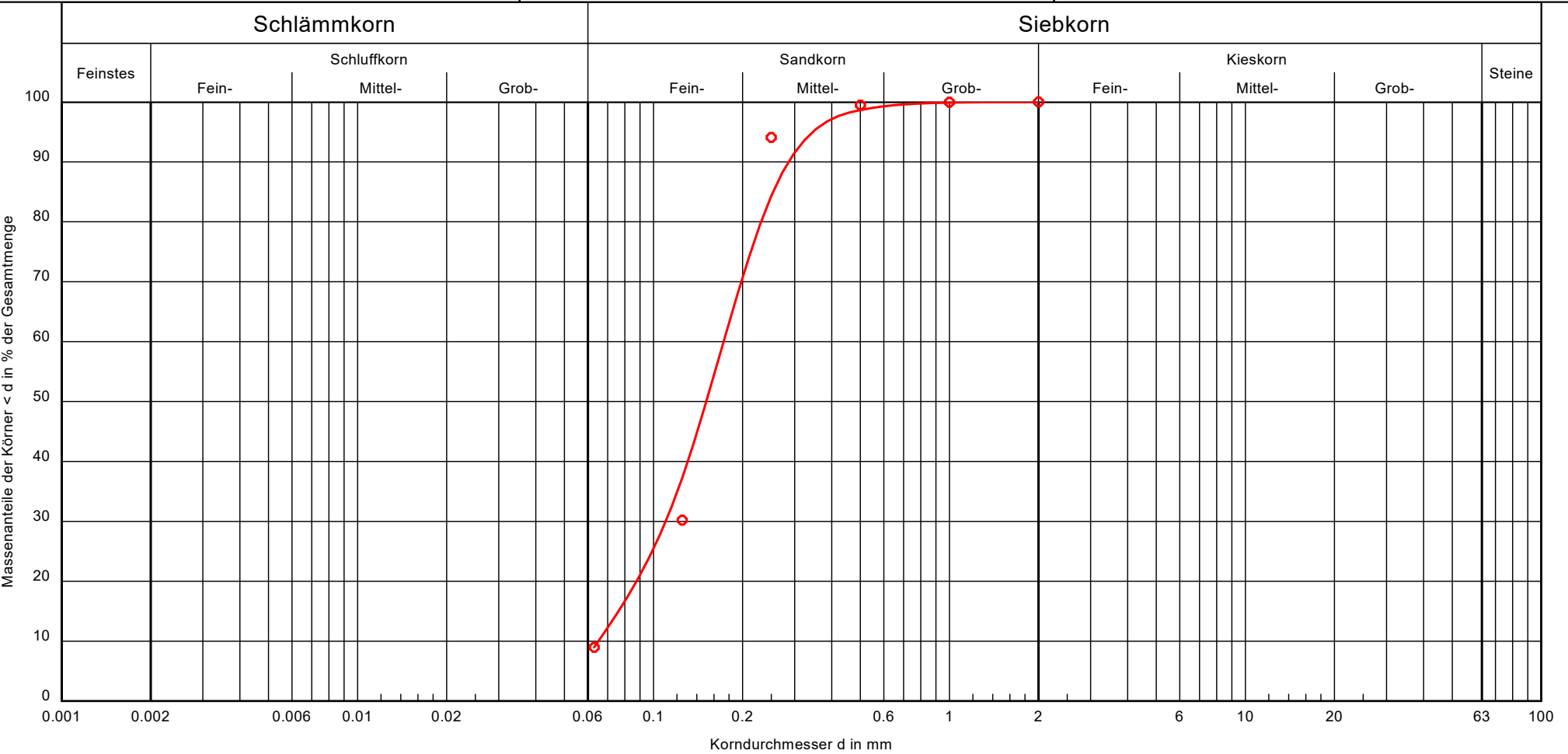
ANLAGE 3.1

Korngrößenanalyse
(Kornsummenkurve)

Körnungslinie

Neubau SW-Pumpwerk
33330 Gütersloh-Blankenhagen
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Prüfungsnummern: Probe 1/11
Proben entnommen am: 16.12.2024
Art der Entnahme: gestörte Probe
Arbeitsweise: Sieb-Analyse



Bezeichnung:	Probe 1/11	Bericht: 241164 Anlage: 3.1
Tiefe:	6,80 - 8,00 m	
Bodenart:	fS, ms, u'	
T/U/S/G [%]:	- /9.0/91.0/ -	
kf-Wert:	~4,2 x 10 ⁻⁵ m/s (Beyer)	
Cu/Cc:	2.7/1.1	
d10 [mm]:	0.0651	
d20 [mm]:	0.0876	

<div>KLEEGRÄFE Geotechnik GmbH</div> <div>Holzstraße 212 59556 Lippstadt</div>		<div>Bericht: 241164</div> <div>Anlage: 3.1</div>																																								
<div>Körnungslinie</div> <div>Neubau SW-Pumpwerk</div> <div>33330 Gütersloh-Blankenhagen - Baugrunderkundung / Gründungsberatung -</div> <div>Bearbeiter: Herr Grothe</div>		<div>Prüfungsnummern: Probe 1/11</div> <div>Proben entnommen am: 16.12.2024</div> <div>Art der Entnahme: gestörte Probe</div> <div>Arbeitsweise: Sieb-Analyse</div> <div>Datum: 05.02.2025</div>																																								
<div><div><div>Bezeichnung: Probe 1/11</div><div>Tiefe: 6,80 - 8,00 m</div><div>Bodenart: fS, ms, u'</div><div>T/U/S/G [%]: - / 9.0 / 91.0 / -</div><div>kf-Wert: ~4,2 x 10⁻⁵ m/s (Beyer)</div><div>Cu/Cc: 2.7/1.1</div><div>d10 [mm]: 0.0651</div><div>d20 [mm]: 0.0876</div><div>d10/d30/d60 [mm]: 0.065 / 0.110 / 0.173</div><div>Siebanalyse:</div><div>Trockenmasse [g]: 216.43</div></div><div><div>Siebanalyse</div><table><tr><th>Korngröße [mm]</th><th>Rückstand [g]</th><th>Rückstand [%]</th><th>Siebdurch- gänge [%]</th></tr><tr><td>2.0</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>100.00</td></tr><tr><td>1.0</td><td>0.09</td><td>0.04</td><td>99.96</td></tr><tr><td>0.5</td><td>1.05</td><td>0.49</td><td>99.47</td></tr><tr><td>0.25</td><td>11.68</td><td>5.40</td><td>94.08</td></tr><tr><td>0.125</td><td>138.22</td><td>63.86</td><td>30.21</td></tr><tr><td>0.063</td><td>45.93</td><td>21.22</td><td>8.99</td></tr><tr><td>Schale</td><td>19.46</td><td>8.99</td><td>-</td></tr><tr><td>Summe</td><td>216.43</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Siebverlust</td><td>0.00</td><td></td><td></td></tr></table></div></div>			Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurch- gänge [%]	2.0	0.00	0.00	100.00	1.0	0.09	0.04	99.96	0.5	1.05	0.49	99.47	0.25	11.68	5.40	94.08	0.125	138.22	63.86	30.21	0.063	45.93	21.22	8.99	Schale	19.46	8.99	-	Summe	216.43			Siebverlust	0.00		
Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurch- gänge [%]																																							
2.0	0.00	0.00	100.00																																							
1.0	0.09	0.04	99.96																																							
0.5	1.05	0.49	99.47																																							
0.25	11.68	5.40	94.08																																							
0.125	138.22	63.86	30.21																																							
0.063	45.93	21.22	8.99																																							
Schale	19.46	8.99	-																																							
Summe	216.43																																									
Siebverlust	0.00																																									

ANLAGE 4.1

Wassergehaltsbestimmung

Kleegräfe Geotechnik GmbH

Holzstraße 212
59556 Lippstadt

Bericht: 241164

Anlage: 4.1

Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

Neubau SW-Pumpwerk

Gütersloh-Blankenhagen

- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Grothe

Datum: 05.02.2025

Prüfungsnummern: Probe 1/11

Entnahmestellen: BS 1

Tiefe: 6,80 - 8,00 m

Art der Entnahme: gestörte Probe

Proben entnommen am: 16.12.2024

Probenbezeichnung:	Probe 1/11					
Feuchte Probe + Behälter [g]:	652.65					
Trockene Probe + Behälter [g]:	607.37					
Behälter [g]:	390.94					
Porenwasser [g]:	45.28					
Trockene Probe [g]:	216.43					
Wassergehalt [%]	20.92					

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

Chemische Analysenergebnisse
(Aushubmaterial)

Prüfbericht-Nr: **B250965**

Auftraggeber Kleegräfe Geotechnik GmbH
Holzstr. 212
59556 Lippstadt

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

Eingangsdatum 10.01.2025

Probennehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfort Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 10.01.2025 - 17.01.2025

Probe-Nr. P202501218

Probenbezeichnung MP Aushub

Herkunftsort Neubau SW-Pumpwerk, 33330 Gütersloh-Blankenhagen
Entnahmeort Neubau SW-Pumpwerk, 33330 Gütersloh-Blankenhagen

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 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 10523: 2012-04
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	

Anlagen:

Probenvorbereitungsprotokoll

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 zu den angegebenen Messwerten zugehörigen Messunsicherheiten können unter folgendem Link eingesehen werden: <https://www.industrial-lab.de/messunsicherheiten>

Die von Ihnen ausgewählte Entscheidungsregel wurde im Rahmen der Konformitätsbewertung berücksichtigt.

Die auswählbaren Entscheidungsregeln finden Sie hier: <https://www.industrial-lab.de/de/downloads.php>

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 · Buderusstraße 25, 35576 Wetzlar · Deutschland

Labor Witten · Austraße 4, 58452 Witten · Deutschland

E-Mail: anfrage@industrial-lab.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: B250965

Probe-Nr. P202501218

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)	84,5	%	DIN EN 14346	1*	Wen
Feuchte (105°C)	15,5	%	DIN EN 14346	1*	Wen
Trockenrückstand (bis 40°C)	84,1	%	DIN ISO 11465	1*	Wen
Feuchte (40°C)	15,9	%	DIN ISO 11465	1*	Wen
> 2,00 mm	0,08	%	DIN 66165-2	1*	Wen
< 2,00 mm	99,9	%	DIN 66165-2	1*	Wen
Ergebnis bez. auf Feinfraktion (< 2,00 mm)	ja		DIN 19747	1*	Wen
TOC-400 (TS)	<0,1	%	DIN 19539	1*	Wen
EOX (TS)	<1	mg/kg	DIN 38414-17	1*	Wen
Kohlenwasserstoff-Index C10 - 22 (TS)	<50	mg/kg	DIN EN 14039	1*	Wen
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	<100	mg/kg	DIN EN 14039	1*	Wen
Benzo(a)pyren (TS)	<0,01	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	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	1,14	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)	8,13		DIN EN ISO 10523	1*	Wen
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	187	µS/cm	DIN EN 27888	1*	Wen
Sulfat-IC (Eluat)	6,27	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen
Arsen (Eluat) ICP-MS	2,00	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	2,90	µg/L	DIN EN ISO 17294-2	1*	Wen

Prüfbericht-Nr: B250965

Probe-Nr. P202501218

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	12,0	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 Lehm/Schluff eingehalten

Einstufung

eingehalten

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)	84,5	%				
Feuchte (105°C)	15,5	%				
Trockenrückstand (bis 40°C)	84,1	%				
Feuchte (40°C)	15,9	%				
> 2,00 mm	0,08	%				
< 2,00 mm	99,9	%				
Ergebnis bez. auf Feinfraktion (< 2,00 mm)	ja					
TOC-400 (TS)	<0,1	%	1	0,5	5	5
EOX (TS)	<1	mg/kg	1	1	3	3
Kohlenwasserstoff-Index C10 - 22 (TS)	<50	mg/kg		300	300	300

Prüfbericht-Nr: **B250965**

Probe-Nr. P202501218

Probenbezeichnung MP Aushub

Parameter	Meßwert	Einheit	BM-0 Lehm	BM-0* <0,5% TOC	BM-F0*	BM-F1
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	<100	mg/kg		600	600	600
Benzo(a)pyren (TS)	<0,01	mg/kg	0,3			
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	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	1,14	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)	8,13				6,5-9,5	6,5-9,5
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	187	µS/cm		350	350	500
Sulfat-IC (Eluat)	6,27	mg/L	250	250	250	450
Arsen (Eluat) ICP-MS	2,00	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	2,90	µg/L		20	30	30
Thallium (Eluat) ICP-MS	<0,2	µg/L		0,2		
Zink (Eluat) ICP-MS	12,0	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 17.01.2025

Formblatt VA-HuK-025-F1

Probenvorbereitungsprotokoll**A. Allgemeine Angaben**

Datum 10.01.2025 **Proben-Nr.** P202501218
Auftraggeber KleeGräfe Geotechnik GmbH
Ansprechpartner Herr Dipl.-Ing. (FH) KleeGräfe
Probenkennzeichnung MP Aushub

B. Probenahmeinformationen

Probenahme durch ☐ Horn & Co. Analytics GmbH ☒ Auftraggeber
PN-Protokoll ☒ Nein ☐ Ja ☐ vorhanden ☒ n. vorhanden
Vorbereitung vor Ort ☒ Nein ☐ Ja ☐ bekannt ☒ n. bekannt
Probenart Boden
Probenmenge ☒ Masse[kg]: 4,4 ☐ Volumen[L]:

C. Untersuchungsinformationen

Untersuchung gem. ☐ LAGA Boden ☐ LAGA Bauschutt ☐ DepV ☐ PAK nach RuVA-Stb 01 ☒ sonst.: EBV BM
Untersuchungs- ☐ physikalisch ☒ anorganisch Feststoff ☒ anorg. Eluat ☐ leichtflüchtig
parameter ☐ biologisch ☒ organisch Feststoff ☒ organ. Eluat
Bemerkungen

D. Probenvorbereitung (von der Labor- zur Prüfprobe)

Sortierung ☒ Nein ☐ Ja:
Siebung ☐ Nein ☒ Ja **Siebschnitt [mm]** 2
Durchgang [%] **Analytik von** ☒ Durchgang ☐ Rückstand ☐ gesamt
Zerkleinerung ☒ Nein ☐ Ja ☐ Brechen ☐ Shreddern ☐ sonstiges:
Teilung ☐ 1/4-Teilung ☒ Riffelteiler ☐ Rotationsverteiler ☐ sonstiges:
Prüf-/Rückstellproben
 Originalsubstanz ☐ Nein ☒ Ja [g]: 500 ☒ Rückstellprobe
 Trockensubstanz ☐ Nein ☒ Ja [g]: 100 ☐ Rückstellprobe
 Probe für Eluat ☐ Nein ☒ Ja [g]: 100 ☐ Rückstellprobe

E. Probenaufbereitung (von der Prüf- zur Messprobe)

Trocknung ☒ bei 105°C ☐ chemisch ☐ Lufttrocknung ☒ sonstiges: 40°C
Feinzerkleinerung ☐ Nein ☒ Ja ☒ Mahlen ☐ Schneiden ☐ sonstiges:
Siebung ☐ Nein ☒ Ja **Endfeinheit [mm]** 2
Prüf-/Rückstellproben Gemahlene TS ☐ Nein ☒ Ja [g]: 50 ☒ Rückstellprobe

F. Sonstiges

Bemerkungen
Ort / Datum Wenden / 10.01.2025 **Unterschrift** C. Wirtz
 i.A. Claudia Wirtz

Prüfbericht-Nr: **B250792**

Auftraggeber Kleegräfe Geotechnik GmbH
Holzstr. 212
59556 Lippstadt

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

Eingangsdatum 10.01.2025

Probennehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfort Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 10.01.2025 - 15.01.2025

Probe-Nr. P202501218-1

Probenbezeichnung MP Aushub

Herkunftsart Neubau SW-Pumpwerk, 33330 Gütersloh-Blankenhagen
Entnahmeort Neubau SW-Pumpwerk, 33330 Gütersloh-Blankenhagen

Untersuchungsauftrag EBV

Übersicht der verwendeten Normen / SOP's

DIN 19539: 2016-12	DIN 19747: 2009-07	DIN 38409-1: 1987-01
DIN 38414-17: 2017-01	DIN 38414-20: 1996-01	DIN EN 12457-4: 2003-01
DIN EN 13657 Verf. 1: 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 10523: 2012-04	DIN EN ISO 11885: 2009-09	DIN EN ISO 12846: 2012-08
DIN EN ISO 14402: 1999-12	DIN EN ISO 14403: 2002-07	DIN EN ISO 14403-2: 2012-10
DIN EN ISO 17380: 2013-10	DIN EN ISO 22155: 2013-05	DIN EN ISO 22155: 2016-07
DIN ISO 18287: 2006-05	DepV Anhang 4 Nr. 3.1.1: 2009-04	LAGA KW/04: 2009-12

Anlagen:

Probenvorbereitungsprotokoll

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 zu den angegebenen Messwerten zugehörigen Messunsicherheiten können unter folgendem Link eingesehen werden: <https://www.industrial-lab.de/messunsicherheiten>

Die von Ihnen ausgewählte Entscheidungsregel wurde im Rahmen der Konformitätsbewertung berücksichtigt.

Die auswählbaren Entscheidungsregeln finden Sie hier: <https://www.industrial-lab.de/de/downloads.php>

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 · Buderusstraße 25, 35576 Wetzlar · Deutschland

Labor Witten · Austraße 4, 58452 Witten · Deutschland

E-Mail: anfrage@industrial-lab.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: **B250792**

Probe-Nr. P202501218-1

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
Feuchte (105°C)	18,7	%	DIN EN 14346	1*	Wen
Trockenrückstand (105°C)	81,3	%	DIN EN 14346	1*	Wen
Wasserlöslicher Anteil	<0,05	%	DIN 38409-1	1*	Wen
Gesamtgehalt gelöst. Feststoffe	16	mg/L	DIN EN 15216	1*	Wen
Glühverlust (550°C)	0,96	%	DIN EN 15169	1*	Wen
Glührückstand (550°C)	99,0	%	DIN EN 15169	1*	Wen
TOC (TS)	<0,1	%	DIN 19539	1*	Wen
Extrahierbare lipophile Stoffe (TS)	<0,1	%	LAGA KW/04	1*	Wen
EOX (TS)	<1	mg/kg	DIN 38414-17	1*	Wen
Kohlenwasserstoff-Index C10 - 22 (TS)	<50	mg/kg	DIN EN 14039	1*	Wen
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	<100	mg/kg	DIN EN 14039	1*	Wen
Summe BTEX (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 22155	1*	Wen
Summe BTEX / Styrol / Cumol (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 22155	1*	Wen
Summe LHKW (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 22155	1*	Wen
Naphthalin (TS)	<0,01	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Benzo(a)pyren (TS)	<0,01	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Summe 6 PCB (TS)	<0,01	mg/kg	DIN 38414-20	1*	Wen
Summe 7 PCB (TS)	<0,01	mg/kg	DIN EN 15308	1*	Wen
Cyanid, gesamt (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 17380	1*	Wen
Königswasseraufschluss (MiWe)	ja		DIN EN 13657 Verf. 1	1*	Wen
Arsen (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Blei (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Cadmium (TS)	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Chrom (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Kupfer (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Nickel (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 12846	2*	Wen
Thallium (TS)	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Zink (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Elution mit dest. Wasser	ja		DIN EN 12457-4	1*	Wen
pH-Wert (Eluat)	7,76		DIN EN ISO 10523	1*	Wen
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	32	µS/cm	DIN EN 27888	1*	Wen
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 14402	1*	Wen
DOC (Eluat)	2,91	mg/L	DIN EN 1484	1*	Wen

Prüfbericht-Nr: **B250792**

Probe-Nr. P202501218-1

Probenbezeichnung MP Aushub

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort
Chlorid-IC (Eluat)	0,43	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen
Cyanid, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	DIN EN ISO 14403	1*	Wen
Cyanid, l. freisetzbar (Eluat)	<0,005	mg/L	DIN EN ISO 14403-2	1*	Wen
Fluorid-IC (Eluat)	0,16	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen
Sulfat-IC (Eluat)	1,49	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen
Antimon (Eluat)	<0,005	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Arsen (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Barium (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Blei (Eluat)	<0,02	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)	0,011	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

Bemerkung GW

Grenzwerteinstufung

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

Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung

Parameter	Meßwert	Einheit	Z0 Boden - L/S	Z1.1 Boden	DK 0	DK 1
Probennahmeprotokoll	n. vorhanden					
Probenhomogenisierung / -menge	auf 1 kg					
Probenvorbereitung	s. Anlage					
Feuchte (105°C)	18,7	%				
Trockenrückstand (105°C)	81,3	%				

Prüfbericht-Nr: **B250792**

Probe-Nr. P202501218-1

Probenbezeichnung MP Aushub

Parameter	Meßwert	Einheit	Z0 Boden - L/S	Z1.1 Boden	DK 0	DK 1
Wasserlöslicher Anteil	<0,05	%			0,4	3
Gesamtgehalt gelöst. Feststoffe	16	mg/L			400	3000
Glühverlust (550°C)	0,96	%			3	3
Glührückstand (550°C)	99,0	%				
TOC (TS)	<0,1	%	0,5	1,5	1	1
Extrahierbare lipophile Stoffe (TS)	<0,1	%			0,1	0,4
EOX (TS)	<1	mg/kg	1	3		
Kohlenwasserstoff-Index C10 - 22 (TS)	<50	mg/kg	100	300		
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	<100	mg/kg	100	600	500	
Summe BTEX (TS)	<1	mg/kg	1	1		
Summe BTEX / Styrol / Cumol (TS)	<1	mg/kg			6	
Summe LHKW (TS)	<1	mg/kg	1	1	2	
Naphthalin (TS)	<0,01	mg/kg				
Benzo(a)pyren (TS)	<0,01	mg/kg	0,3	0,9		
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg	3	9	30	
Summe 6 PCB (TS)	<0,01	mg/kg	0,05	0,15		
Summe 7 PCB (TS)	<0,01	mg/kg			1	
Cyanid, gesamt (TS)	<1	mg/kg		3		
Königswasseraufschluss (MiWe)	ja					
Arsen (TS)	<1	mg/kg	15	45		
Blei (TS)	<10	mg/kg	70	210		
Cadmium (TS)	<0,1	mg/kg	1	3		
Chrom (TS)	<10	mg/kg	60	180		
Kupfer (TS)	<10	mg/kg	40	120		
Nickel (TS)	<10	mg/kg	50	150		
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	0,5	1,5		
Thallium (TS)	<0,1	mg/kg	0,7	2,1		
Zink (TS)	<10	mg/kg	150	450		
Elution mit dest. Wasser	ja					
pH-Wert (Eluat)	7,76		6,5-9,5	6,5-9,5	5,5-13	5,5-13
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	32	µS/cm	250	250		
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	0,02	0,02	0,1	0,2
DOC (Eluat)	2,91	mg/L			50	50
Chlorid-IC (Eluat)	0,43	mg/L	30	30	80	1500
Cyanid, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	0,005	0,005		
Cyanid, l. freisetzbar (Eluat)	<0,005	mg/L			0,01	0,1
Fluorid-IC (Eluat)	0,16	mg/L			1	5
Sulfat-IC (Eluat)	1,49	mg/L	20	20	100	2000
Antimon (Eluat)	<0,005	mg/L			0,006	0,03
Arsen (Eluat)	<0,01	mg/L	0,014	0,014	0,05	0,2

Prüfbericht-Nr: **B250792**

Probe-Nr. P202501218-1

Probenbezeichnung MP Aushub

Parameter	Meßwert	Einheit	Z0 Boden - L/S	Z1.1 Boden	DK 0	DK 1
Barium (Eluat)	<0,01	mg/L			2	5
Blei (Eluat)	<0,02	mg/L	0,04	0,04	0,05	0,2
Cadmium (Eluat)	<0,001	mg/L	0,0015	0,0015	0,004	0,05
Chrom, gesamt (Eluat)	<0,01	mg/L	0,0125	0,0125	0,05	0,3
Kupfer (Eluat)	<0,02	mg/L	0,02	0,02	0,2	1
Molybdän (Eluat)	<0,01	mg/L			0,05	0,3
Nickel (Eluat)	<0,01	mg/L	0,015	0,015	0,04	0,2
Quecksilber (Eluat) AAS	<0,0001	mg/L	0,0005	0,0005	0,001	0,005
Selen (Eluat)	<0,01	mg/L			0,01	0,03
Zink (Eluat)	0,011	mg/L	0,15	0,15	0,4	2

Horn & Co. Analytics GmbH, Wenden 16.01.2025



i.A. Dorothea Egbun
Projektmanagement

Bemerkung MU Die zuvor vereinbarte Entscheidungsregel bei der Konformitätsaussage sieht die Betrachtung der Messunsicherheit mit dem Vertrauensniveau von 50 % vor.

Prüfbericht-Nr: **B250965**

Probe-Nr. P202501218

Probenbezeichnung MP Aushub

i.A. Dorothea Egbun
Projektmanagement

Bemerkung MU Die zuvor vereinbarte Entscheidungsregel bei der Konformitätsaussage sieht die Betrachtung der Messunsicherheit mit dem Vertrauensniveau von 50 % vor.

Formblatt VA-HuK-025-F1

Probenvorbereitungsprotokoll**A. Allgemeine Angaben**

Datum 10.01.2025 **Proben-Nr.** P202501218-1

Auftraggeber KleeGräfe Geotechnik GmbH

Ansprechpartner Herr Dipl.-Ing. (FH) KleeGräfe

Probenkennzeichnung MP Aushub

B. Probenahmeinformationen

Probenahme durch ☐ Horn & Co. Analytics GmbH ☒ Auftraggeber

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

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

Probenart

Probenmenge ☒ Masse[kg]: 4,4 ☐ Volumen[L]:

C. Untersuchungsinformationen

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

Untersuchungs- ☐ physikalisch ☒ anorganisch Feststoff ☒ anorg. Eluat ☒ leichtflüchtig

parameter ☐ biologisch ☒ organisch Feststoff ☒ organ. Eluat

Bemerkungen

D. Probenvorbereitung (von der Labor- zur Prüfprobe)

Sortierung ☒ Nein ☐ Ja:

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

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

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

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

Prüf-/Rückstellproben

Originalsubstanz	<input type="checkbox"/> Nein <input checked="" type="checkbox"/> Ja [g]: 500	<input checked="" type="checkbox"/> Rückstellprobe
Trockensubstanz	<input type="checkbox"/> Nein <input checked="" type="checkbox"/> Ja [g]: 100	<input type="checkbox"/> Rückstellprobe
Probe für Eluat	<input type="checkbox"/> Nein <input checked="" type="checkbox"/> Ja [g]: 100	<input type="checkbox"/> Rückstellprobe

E. Probenaufbereitung (von der Prüf- zur Messprobe)

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

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

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

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

F. Sonstiges

Bemerkungen

Ort / Datum Wenden / 10.01.2025 **Unterschrift** C. Wirtz

i.A. Claudia Wirtz

ANLAGE 6.1

Fotodokumentation

Fotodokumentation

Seite 1 von 1

Anlage 6.1

Situation am 16.12.2024



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

Situation am 16.12.2024



Foto 2: Blickrichtung ~ ONO; Bereich der Bohrung BS 1 (Markierung)