

GUTACHTEN

Projekt: 59510 Lippetal-Lippborg
Erschließung Baugebiet 'Hülst'

- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Auftraggeber: Gemeinde Lippetal
59510 Lippetal, Bahnhofstraße 7

Auftragnehmer: Kleegräfe Geotechnik GmbH
59556 Lippstadt, Holzstraße 212

Projekt-Nr.: 23 12 04

Lippstadt, den 13. Juni 2024

Geschäftsführer

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

Bankverbindung

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

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

- INHALTSVERZEICHNIS -

| | |
|--|-----------|
| 1. <u>AUFGABENSTELLUNG / VORGANG</u> | 3 |
| 2. <u>UNTERGRUNDERSCHLIEßUNG</u> | 6 |
| 2.1 UNTERGRUNDSCHICHTUNG / GEOLOGIE | 6 |
| 3. <u>GRUNDWASSER / HYDROGEOLOGIE</u> | 8 |
| 4. <u>CHEMISCHE UNTERSUCHUNG (AUSHUBMATERIAL)</u> | 12 |
| 4.1 BEWERTUNG DER MISCHPROBEN | 16 |
| 4.2 FAZIT / EMPFEHLUNGEN AUSHUBMATERIAL | 17 |
| 5. <u>BAUGRUNDBEWERTUNG</u> | 19 |
| 5.1 BAUGRUNDBEURTEILENDE LABORVERSUCHE | 19 |
| 5.2 BAUGRUNDBEURTEILENDE GELÄNDEVERSUCHE (DPL-5) | 23 |
| 5.3 BODENMECHANISCHE KENNWERTE / BAUGRUNDBEURTEILUNG | 24 |
| 5.4 BODENKLASSEN, HOMOGENBEREICHE, BODENGRUPPEN UND FROSTKLASSEN | 25 |
| 5.5 HOMOGENBEREICHE GEM. VOB TEIL C | 28 |
| 6. <u>INGENIEURGEOLOGISCHE HINWEISE ZUR BAUDURCHFÜHRUNG</u> | 29 |
| 6.1 WOHNGEBÄUDEBAU | 29 |
| 6.2 KANALBAU | 42 |
| 6.3 STRAßENBAU | 46 |
| 7. <u>ANLAGEN</u> | 52 |

1. Aufgabenstellung / Vorgang

Die Gemeinde Lippetal beabsichtigt die Erschließung des Baugebietes 'Hülst' im Südwesten des Ortsteils Lippborg für Wohnbebauung. Die Beauftragung gliedert sich in folgende Bereiche:

- Baugrund: Aufgabe ist die Durchführung einer ingenieurgeologischen Baugrunderkundung und -beurteilung. Hierauf basierend erfolgt eine orientierende Hinweisgebung hinsichtlich der allgemeinen Bebaubarkeit für die zu errichtenden Wohngebäude, für die Kanäle und die Anliegerstraßen sowie die Verkehrsanbindung.
- Versickerung: Die für eine potenzielle Versickerung wichtigen Rahmenbedingungen sind zu ermitteln und die relevanten Eckdaten aufzuzeigen und zu bewerten.
- Abfallwirtschaftliche Klassifizierung Aushubboden: Das potenzielle Boden-Überschussmaterial wird hinsichtlich ihrer Wiedereinbaueignung / -zulässigkeit chemisch untersucht und klassifiziert (EBV und DepV). Ergänzend wurde der Oberboden wurde hinsichtlich der Zulässigkeit der Aufbringung auf landwirtschaftliche Flächen untersucht und beurteilt (BBodSchV). Da es sich bei der untersuchten Fläche größtenteils um die Betriebsfläche einer ehemaligen Gärtnerei handelt, wurden die Böden ergänzend auf eine mögliche Belastung durch Pflanzenschutzmittel untersucht.

Die GEMEINDE LIPPETAL, Bahnhofstraße 7 in 59510 Lippetal, beauftragte das Fachbüro KLEEGRÄFE GEOTECHNIK GMBH, Holzstraße 212 in 59556 Lippstadt, mit den Untersuchungen sowie der Erstellung eines Gutachtens.

Für die Ausarbeitung steht das städtebauliche Rahmenkonzept Bebauungsplan Nr. 17 'Hülst' (1:1.000, Vorabzug, Stand: Juli 2023) des IB TISCHMANN LOH & PARTNER STADTPLANER PARTGMBB zur Verfügung.

Die Lage der Bohrungen geht aus der Anlage 1 (Lageplan) hervor. Die Sondier- und Bohransätze wurden georeferenziert mit einem satellitengestützten Gerät der Fa. TOPCON lagemäßig eingemessen und höhenmäßig einnivelliert. Der Anlage 8.1 ist eine Fotodokumentation zu entnehmen.

| Art | Leistung | Anzahl |
|---------------------------------|--|---------|
| Gelände (31.01.2024) | - Rammkernsondierungen (Ø 50-80 mm) | 6 Stück |
| | - Einmessung in Höhe und Lage | 6 Stück |
| | - Leichte Rammsondierungen (DPL-5) | 6 Stück |
| | - Ausbau zu Überflur-Grundwassermessstellen (DN 40) | 1 Stück |
| Boden- mechanisches Labor | - Korngrößenanalysen (DIN EN ISO 17892-4) | 3 Stück |
| | - Wassergehaltsbestimmungen (DIN EN ISO 17892-1) | 3 Stück |
| | - Zustandsgrenzen (DIN EN ISO 17892-12) | 1 Stück |
| | - Glühverlustbestimmungen (DIN 18 128) | 5 Stück |
| Chemische Untersuchungen | - Parameterumfang Ersatzbaustoffverordnung (EBV) | 3 Stück |
| | - Parameterumfang Deponieverordnung (DepV) | 2 Stück |
| | - erweiterter Parameterumfang EBV (Pflanzenschutzmittel) | 3 Stück |

Tabelle 1: Untersuchungsumfang

Areallage / Vornutzung: Die relevante Fläche befindet sich im Süden von 59510 Lippetal-Lippborg. Es handelt sich überwiegend um die Flurstücke 40, 152, 266, 267, 297, 298, 300, und 301. Das Areal wird im Nordosten durch die 'Herzfelder Straße' und im Westen durch einen Wirtschaftsweg begrenzt. Im Norden und Süden grenzt Wohnbebauung an das Arbeitsgebiet. Westlich des Wirtschaftsweges schließen sich landwirtschaftlich genutzte Flächen an.

Die Verkehrserschließung wird von der Straße 'Auf dem Weedeland' von Süden her und von der 'Herzfelder Straße' von Nordosten her geplant.

Das Baugebiet wurde und wird einerseits landwirtschaftlich und andererseits als Betriebsfläche einer Gärtnerei genutzt. Anderweitige Vornutzungen sind dem AN nicht bekannt. Ein nutzungsbedingter Verdacht auf Bodenverunreinigungen durch Pflanzenschutzmittel wird im Folgenden untersucht.

Morphologie: Das Areal liegt ebenso wie sein Umfeld relativ eben vor. Es wurde eine Höhendifferenz von 1,40 m zwischen den sechs Bohransatzpunkten innerhalb des Baugebietes ermittelt. Es existiert ein geringer Geländeeinfall in Richtung Südwesten auf die 'Lippe' zu. Die Höhenkote bewegt sich um +68,6 / +67,2 m NHN (RStO-Frosteinwirkungszone I).

Erdbebenzone: Nach der 'Karte der Erdbebenzonen der Bundesrepublik Deutschland, hier: NRW' (1:350.000, Geologischer Dienst NRW, 2018) ist das Arbeitsgebiet in einem 'Gebiet außerhalb von Erdbebenzonen' gelegen. 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.

Gefährdungspotenziale: Das Online-Fachinformationssystem 'Gefährdungspotenziale des Untergrundes in NRW' des Geologischen Dienstes NRW gibt für das 500 x 500 m große Flächenquadrat, welches das Arbeitsgebiet beinhaltet, keine der aufgeführten Gefährdungspotenzial an (• Bergbau, • Methanausgasung [Tagesoberfläche], • Karst, • Erdbeben). Anmerkung: Es handelt sich bei Vorgenanntem nicht um grundstücksbezogene Informationen, sondern lediglich um flächenbezogene Auskünfte für das betreffende Planquadrat.

Der Geologische Dienst NRW gibt in o.g. Online-Fachinformationssystem jedoch als Gefährdungspotenzial • 'Gasaustritt in Bohrungen' an. Sollten Geothermie-Bohrungen vorgesehen / angedacht werden, so wird dringend vor Durchführung der Bohrungen eine Anfrage / Abstimmung bei / mit der *Bezirksregierung Arnsberg* (Abt. 6 / Bergbau + Energie, Goebenstraße 25 in 44135 Dortmund) sowie beim *Geologischen Dienst NRW - Landesbetrieb*, De-Greiff-Str. 95 in 47803 Krefeld, angeraten.

Das Areal ist außerhalb von ausgewiesenen oder geplanten Überschwemmungsgebieten, Heilquellen- oder Trinkwasserschutzzonen gelegen. Der südwestliche Grenzbereich des geplanten Baugebietes (Bereich BS 5 und BS 6) liegt innerhalb einem Bereich, der bei einem Hochwasserereignis mit niedriger Wahrscheinlichkeit (HQextrem) mit einer Wassertiefe von 0,18 m (rechnerisch) überschwemmt werden kann (siehe www.hochwasserkarten.nrw.de; HWGK - HQextrem).

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

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

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

2. Untergrunderschließung

2.1 Untergrundschichtung / Geologie

Es wurden insgesamt sechs Kleinrammbohrungen (BS 1 - BS 6) sowie sechs Leichte Rammsondierungen (DPL 1 - DPL 6) im Bereich der überplanten Fläche abgeteuft. Die Bohransatzpunkte und Erkundungstiefen wurden durch das IB KLEEGRÄFE normkonform und repräsentativ angesetzt. Die Geländearbeiten erfolgten am 31.01.2024.

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

Die Materialansprache und -einteilung (Kies-Sand-Schluff-Ton) im Gelände erfolgt gemäß DIN nach der im Bohrgut vorhandenen Korngröße. Bei den im Endteufenbereich angetroffenen Verwitterungsbildungen (´Verwitterungston´) handelt es sich zwar der Korngröße nach um ein bindiges Material, dieses wurde jedoch aus einem übergeordneten Verband entnommen. Es handelt sich nicht um ein korngestütztes Lockergestein im engeren Sinne (wie z.B. Auenlehm), sondern um ein zu unterschiedlichen Graden ver- bzw. angewittertes Halbfest- bis Festgestein.

Bedingt durch den verwendbaren Sondendurchmesser konnte Material in Stein- oder Blockkorngröße nicht direkt beprobt werden. Innerhalb der Geogenablagerungen (insbesondere innerhalb der Verwitterungsbildungen) muss mit dem untergeordneten Vorhandensein von Material in Stein- und Blockkorngröße (z.B. als ´verlorene Geschiebe´/Findlinge, gröberer Verwitterungsschutt, etc.) gerechnet werden.

Geologie: Es handelt sich bei dem Grundgebirge um einen oberkretazischen Kalkmergelstein (Santon-Stufe, sog. ´Emschermergel´). Das unverwitterte Festgestein konnte nicht direkt aufgeschlossen werden. Es stehen bindige Verwitterungsbildungen dieses Festgesteins an (Verwitterungston). Oberhalb folgen im Quartär fluviatil abgelagerte Böden, die der sog. ´Niederterrasse´ zuzuordnen sind.

Zuoberst liegen z.T. mächtige durch menschlichen Eingriff in jüngster Zeit aufgebraachte Füll-Mutterböden/Oberböden sowie lokal Versiegelungen vor.

| BS | 1 | 2 | 3 | 4 (GWM) | 5 | 6 |
|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------|
| Ansatz | 68,59 | 68,22 | 67,95 | 67,51 | 67,45 | 67,19 |
| Betonpflaster | -0,08 | -0,08 | - | - | - | - |
| (aufgefüllter) Mutterboden | 0,80-1,00 | - | (-0,20) 1,30-1,55 | (-0,30) 0,30-0,90 | -0,80 | (-0,70) 0,70-1,10 |
| Füll-Kies | 0,08-0,50 | 0,08-0,75 | - | - | - | - |
| Füll-Sand | - | - | 0,20-1,30 | - | - | - |
| Füll-Lehm | 0,50-0,80 | - | - | - | - | - |
| Fluviatilsand | 1,00-2,40 | 0,75-2,40 | 1,55-1,90 | 0,90-2,70 | 0,80-2,50 | 1,10-1,40 1,40-1,90 1,90-2,40 |
| Verwitterungston | ab 2,40 | ab 2,40 | ab 1,90 | ab 2,70 | ab 2,50 | ab 2,40 |
| Grundwasser | BLZ bei 0,90 = +67,69 | BLZ bei 0,70 = +67,52 | bei 0,75 = +67,20 | bei 0,47 = +67,04 | bei 0,55 = +66,90 | bei 0,55 = +66,64 |
| DPL-5 | X (3,10*) | X (3,30*) | X (3,10*) | X (3,60*) | X (3,60*) | X (3,10*) |
| Endteufe | 4,00* | 4,00* | 3,80* | 4,20* | 3,90* | 3,70* |

Tabelle 2: Ergebnisse der Untergundaufschlüsse, Angaben in m u.GOK / m NHN

* = kein weiterer Ramm-/Bohrfortschritt; BLZ = Bohrlochzusammenfall
braun = organische Anteile; **rot** = organoleptisch Auffällig (Schlacke in Spuren)

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

Innerhalb der Auffüllungen konnten lediglich lokal potentiell schadstoffhaltige Bestandteile erkannt werden (siehe BS 4; Schlacke in Spuren), größtenteils handelte es sich jedoch um unbedenkliche Bestandteile wie z. B. Schotter und Ziegel. Innerhalb der geogenen/gewachsenen Böden konnten bei der Boden-/Materialansprache keine auffälligen Inhaltsstoffe oder geruchliche/organoleptische Auffälligkeiten festgestellt werden.

Die potenziellen Aushubmassen wurden chemisch untersucht (siehe Kapitel 4 und 5).

3. Grundwasser / Hydrogeologie

Es handelt sich bei den angetroffenen Feuchteverhältnissen um eine zeitliche Momentaufnahme. Langfristige Messdaten liegen dem AN nicht vor. Die Geländearbeiten erfolgten in einer niederschlagsmäßig ´ergiebigen´ Jahresperiode Ende Januar 2024. Die angetroffenen Feuchte-/Nässeverhältnisse stellen daher vermutlich eher relative Hoch-, jedoch keine Maximalstände dar.

In dauerhaft niederschlagsintensiven Perioden wird mit einem mäßigen bis geringfügigen Anstiegspotenzial bzw. mit noch geringeren Grundwasser-Flurabständen sowie höheren Bodenfeuchten gerechnet.

Geländebefunde: In vier der sechs Bohrungen konnte ein Wasserstand nach Sondenziehung gelotet werden (BS 3 bei 0,75 m u. GOK, BS 4 bei 0,47 m u. GOK, BS 5 bei 0,55 m u. GOK und BS 6 bei 0,55 m u. GOK).

In den anderen zwei Bohrungen wurde jeweils ein Bohrlochzusammenfall nach Sondenziehung festgestellt. Unter Berücksichtigung der anstehenden Böden und der angesprochenen Bodenfeuchten korrespondiert die Höhe des Zusammenfalls hier aller Wahrscheinlichkeit nach mit dem Grundwasserspiegel.

Grundwasser konnte somit am Untersuchungstag bei i.M. 0,65 m u.GOK bzw. +67,17 m NHN ermittelt werden.

Stauanäsepotenzial: Auf den bindigen Verwitterungsbildungen und den stärker verlehnten fluviatil abgelagerten bzw. aufgefüllten Böden muss jeweils mit einem deutlichen Stauanäsepotenzial gerechnet werden. Nach Offenlegung ist bei Niederschlagsereignissen mit Stauwasser sowie einer Konsistenzverringering der bindigen Böden zu rechnen.

Es ist in diesem Zusammenhang auf die Nässe-sensibilität und -anfälligkeit der bindigen aber auch der enggestuften sandigen Böden (Stichwort: ´Fließsand´) hinzuweisen, welche bei einer Wassergehaltszunahme (= Feuchteerhöhung) eine Baugrundgüteverschlechterung infolge einer Konsistenzabnahme (Aufweichungen) aufzeigen.

Von dem erbohrten Fluviatilsand geht in Abhängigkeit des Grades der Verlehmung kein bis ein allenfalls mäßiges Stauanäsepotenzial aus.

Wechselwirkung Grundwasser im Baufeld - Wasserstand Lippe: Naturräumlich handelt es sich um den fluviatilgenetischen Terrassenbereich der ´Lippe´ mit potenziell zeitweilig geringen Grundwasser-Flurabständen. Es ist eine Wechselwirkung zwischen den örtlichen Grundwasserständen und der Wasserführung der ´Lippe´ anzunehmen. Bei

einer verstärkten Wasserführung der 'Lippe' erfolgt mit geringer zeitlicher Verzögerung auch eine Wasserstandserhöhung im Bereich der Baufelder.

Pegelausbau: Am 31.01.2024 wurde die Bohrung BS 4 nach Bohrende zu einer DN 40 Permanent-Grundwassermessstelle (überflur) ausgebaut. Die Ausbaudaten sind der folgenden Tabelle 3 zu entnehmen.

| Messstelle (bei BS) | | GWM 4 (BS 4) |
|---------------------------------------|------------|---------------------|
| Einbau am | | 31.01.2024 |
| Art | | überflur |
| Durchmesser / Material | | DN 40 / PVC |
| OK Gelände (GOK) [m NHN] | | 67,51 |
| OK Pegel (POK) [m NHN] | | 68,55 |
| Ausbautiefe [m u. GOK] | | 3,46 |
| Vollrohr [lfdm] | | 1,50 |
| Filterrohr [lfdm] / Schlitzweite [mm] | | 3,00 / 0,3 |
| Pegel-Fuß / Pegel-Kopf | | Spitze / Seba-Kappe |
| Betonfundament | | X |
| Schutzdreieck (Metall) | | X |
| Wasserstand nach Einbau | [m u. GOK] | 0,47 |
| | [m NHN] | 67,04 |

Tabelle 3: Ausbaudaten und Grundwasserstände der Grundwassermessstelle

Es wird empfohlen, die GW-Messstelle regelmäßig in relativ kurzen Intervallzeiträumen (mind. wöchentlich) zu loten, um das Untergrundwasserschwankungs- und -anstiegspotenzial belastbar zu konkretisieren. Sinnvoll ist die Durchführung dieser Messungen über mind. eine hydrologische Jahresperiode.

Behördliche Angaben (Hochwasser): Gemäß den vorliegenden Hochwassergefahrenkarten der BEZIRKSREGIERUNG MÜNSTER wird der südwestliche Randbereich des relevanten Areals bei Hochwasserereignissen 'niedriger Wahrscheinlichkeit (HQ_{Extrem})' von einer Überschwemmung mit einem Hochwasserstand von bis zu 18 cm betroffen sein.

Grundwassermessstellen im Nahbereich: Die über das Onlineportal 'ELWAS-WEB des MINISTERIUMS FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND VERKEHR des Landes Nordrhein-Westfalen' zugänglichen Grundwassermessstellen weisen erhebliche Entfernungen zum Untersuchungsgebiet auf und sind aufgrund ihrer hydrologischen Konstellation nicht dazu geeignet eine Übertragbarkeit von Daten zu ermöglichen.

Die weitere Ableitung statistischer Größen und Bemessungswasserstände, insbesondere des 'mittleren höchsten Grundwasserstandes' (MHGW) und des für den Einbau von 'mineralischen Ersatzbaustoffen' relevanten 'zu erwartenden höchsten Grundwasserstandes' (zeHGW), ist daher nicht ohne Weiteres möglich.

Bemessungswasserstand: Für das vorliegende Bauvorhaben wird nach DIN 18 533 bzw. Merkblatt BWK-M8 auf Grundlage der vorliegenden Daten empfohlen, einen **Bemessungswasserstand** für den Faktor '**Grundwasser**' im Sinne des 'höchsten zu erwartenden Grundwasserstandes' (**zeHGW**) - ohne Berücksichtigung von Hochwasser-/Extremereignissen - bei **0,20 m u. aktueller GOK** anzunehmen.

Dieser Wert beinhaltet einen gewissen Sicherheitsaufschlag gegenüber dem am Untersuchungstag ermittelten mittleren Grundwasserstand und ist u. a. für Fragestellungen des Einbaus von 'mineralischen Ersatzbaustoffen' sowie für bautechnische und erdstatische Berechnungen relevant.

Für den '**höchsten Hochwasserstand**' (**HHW**) wäre nach den behördlichen Angaben zum Hochwasser (s. o.) und unter Berücksichtigung der Wechselwirkung Grundwasser im Baufeld - Wasserstand Lippe und der örtlichen Geländehöhen eine Höhenkote von rund **+67,40 m NHN** für den südwestlichen Randbereich (zw. BS 6 und BS 5) als realistisch anzusehen.

Für das Versickern von Niederschlagswässern ist der 'mittlere höchste Grundwasserstand' (MHGW) relevant. Da in der Maßnahme scheinbar keine Versickerungsanlagen vorgesehen werden erfolgen hierzu keine weiteren Angaben.

Der Bemessungswasserstand für den auftriebs- und abdichtungsrelevanten Faktor '**Stauwasser**' ist aufgrund oberflächennah anstehender, potenziell verlehmteter Sande **in Höhe der aktuellen örtlichen GOK** anzusetzen (Geländeoberkante = GOK zum Zeitpunkt der Geländeuntersuchungen).

Versickerungsmöglichkeit: Die wasserrechtliche Voraussetzung (1 m Mindestabstand; 0,6 m Abstand in Ausnahmefällen, zwischen Anlagenfuß und Grundwasserhöchststand) kann bei dem o. g. Bemessungswasserstand ohne bauliche Maßnahmen ((deutliche) Aufhöhung des Geländes) nicht eingehalten werden. Eine Versickerung – gleich welcher Bauart (Mulden, Becken, etc.) – ist aufgrund des nicht ausreichenden / nicht dauerhaft vorhandenen Sickerraumes voraussichtlich unzulässig und physikalisch nicht möglich.

Vorflutereingabe: Vor einer potenziellen - wasserrechtlich grundsätzlich gleichberechtigten - ortsnahen Vorfluter-Einleitung oder Teileinleitung z. B. in die im

Osten und Süden befindlichen Bachläufe/Fließgewässer muss ein sog. 'Hydraulischer Nachweis' die ausreichende Aufnahmekapazität nachweisen und es muss in Abhängigkeit der anzuschließenden Flächen ggf. die Schadlosigkeit der Einleitung, z. B. durch vorgeschaltete Reinigungsstufen belegt werden. Die hydraulische Erreichbarkeit (Stichwort Freigefälleleitungen) bleibt von den o. g. Voraussetzungen unangetastet. Die Einleitung der gesammelten Niederschlagswässer in einen lokalen Vorfluter ist mit der UNTEREN WASSERBEHÖRDE abzustimmen

Zusammenfassung der Bemessungswasserstände:

Bemessungswasserstand Faktor Grundwasser (zeHGW): 0,2 m u. akt. GOK
 Bemessungswasserstand Faktor Hochwasser (HHW; Bereich BS 6): +67,40 m NHN
 Bemessungswasserstand Faktor Grundwasser (MHGW): keine Angabe
 Bemessungswasserstand Faktor Stauwasser: aktuelle GOK

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

| <u>Bodenart</u> | <u>k_f-Wert in m/s</u> |
|--|-------------------------------------|
| <u>- Füll-Kies:</u> | |
| Kies, (schwach) sandig, z.T. schwach bindig | 10^{-3} - 10^{-6} |
| <u>- Füll-Sand:</u> | |
| Sand, (schwach) bindig, schwach kiesig, schwach organisch | 10^{-4} - 10^{-7} |
| <u>- Füll-Schluff:</u> | |
| Schluff, (schwach) sandig, schwach tonig | 10^{-7} - 10^{-8} |
| <u>- Fluviatilsand:</u> | |
| Fein-/Mittelsand, schwach bindig, z.T. schwach kiesig | 10^{-4} - 10^{-6} |
| <u>- Verwitterungston:</u> | |
| Ton, (schwach-stark) schluffig, z.T. (schwach) kiesig-sandig | 10^{-7} - $<10^{-9}$ |
| <u>- Kalkmergelstein-Grundgebirge (nicht direkt erbohrt):</u> | |
| angewittert bis unverwittert | 10^{-4} - 10^{-10} |

| Bewertung der Lockergesteinsdurchlässigkeit mittels Durchlässigkeitsbeiwert (nach DIN 18 130) | | |
|--|-----------------------|-----|
| • stark durchlässig : | $> 10^{-4}$ | m/s |
| • durchlässig : | 10^{-5} - 10^{-6} | m/s |
| • gering durchlässig: | 10^{-7} - 10^{-8} | m/s |
| • sehr gering durchlässig: | $< 10^{-8}$ | m/s |

4. Chemische Untersuchung (Aushubmaterial)

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

Methodik / Parameterumfang: Es wurden insgesamt drei Mischproben jeweils auf die Parameterumfänge gemäß Ersatzbaustoffverordnung (EBV, Matrix 'Bodenmaterial' nach Anlage 1, Tabelle 3) und Deponieverordnung untersucht. Der Untersuchungsumfang der EBV wurde aufgrund der Vornutzung des Areals als Gärtnerei/Gartenbaubetrieb außerdem um die Verdachtsparameter (EBV Anlage 1, Tabelle 4, Gärtnereistandort) der Pflanzenschutzmittel (im Eluat) erweitert.

Bei den untersuchten Proben handelt es sich um aus Bohrungseinzelproben zusammengestellte Mischproben. Die in den Mischproben enthaltenen Einzelproben sind der Tabelle 4 sowie die Details zur Probenahme (Bodenart, Entnahmetiefe, etc.) der Anlage 2.1 (Schichtendarstellung) zu entnehmen.

Zusammenfassende Probenahmeprotokolle (z. B. zur Vorlage bei der Deponie) liegen KLEEGRÄFE-intern vor und können bei Bedarf nachgereicht werden.

| Feststoffanalysen (Boden) | |
|--|---|
| Parameterumfänge | Einzelprobenauswahl |
| EBV (BM-0, TS, Anlage 1, Tabelle 3; zzgl. Anlage 1, Tabelle 4*) | <u>MP Oberboden:</u> 1/3 + 3/1 + 4/1 + 4/2 + 5/1 + 6/1 + 6/2 |
| jeweils EBV (Matrix: Bodenmaterial, Anlage 1, Tabelle 3; zzgl. Anlage 1, Tabelle 4*) und Deponieverordnung (Anhang 3, Tabelle 2) | <u>MP Auffüllungen:</u> 1/1 + 1/2 + 2/1 + 3/2 |
| | <u>MP Geogen:</u> 1/4 + 1/5 + 1/6 + 1/7 + 2/2 + 2/3 + 2/4 + 2/5 + 2/6 + 3/3 + 3/4 + 3/5 + 3/6 + 4/3 + 4/4 + 4/5 + 4/6 + 5/2 + 5/3 + 5/4 + 5/5 + 6/3 + 6/4 + 6/5 + 6/6 + 6/7 |

Tabelle 4: Analysenparameter / Mischprobenbenennung (Einzelprobenauswahl)

* = Eluat-Parameter Atrazin, Bromacil, Diuron, Simazin, Glyphosat, AMPA, Dimefuron, Flasasukfuron, Flumioxazin, Ethidimuron, Thiazafluoron (=Herbizide/Pestizide) gem. Anlage 1, Tabelle 4 EBV

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 7.1-7.3 zu entnehmen.

Anmerkung Parameterumfang Ersatzbaustoffverordnung (EBV): Die Analyse der Mischproben erfolgte jeweils auf die Parameter der **Ersatzbaustoffverordnung (EBV)** für die Matrix 'Bodenmaterial' gemäß Anlage 1, Tabelle 3. Hintergrund ist hier die am 01.08.2023 in Kraft getretene Mantelverordnung, welche die länderspezifischen Regelungen (u. a. LAGA_{Boden}) abgelöst hat. Die Mantelverordnung umfasst die Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, die Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung sowie Änderungen der Deponie- und Gewerbeabfallverordnung. Aufgrund der Vornutzung der Fläche als Gärtnerei/Gartenbaubetrieb wurde der Parameterumfang gem. Anlage 1, Tabelle 3 um die Eluat-Parameter gem. Anlage 1, Tabelle 4 (Atrazin, Bromacil, Diuron, Simazin, Glyphosat, AMPA, Dimefuron, Flasasukfuron, Flumioxazin, Ethidimuron, Thiazafuoron (=Herbizide/Pestizide)) erweitert.

Anmerkung Parameterumfang Deponieverordnung (DepV): Für eine Deponierung anfallender Aushubmassen wurde an den Mischproben des Geogen- und Auffüllungsmaterials ergänzend der Parameterumfang gemäß **Deponieverordnung (DepV)** untersucht, um ein ganzheitliches Ergebnis liefern zu können.

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

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

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

- b) **Deponieverordnung DepV** (*Verordnung über Deponien und Langzeitlager*, Stand: 27.04.2009, letzte Änderung: 09.07.2021), einschließlich *Änderungen der Deponieverordnung* gemäß **Artikel 3 der Mantelverordnung**

Gegebenenfalls vorliegende bodenmechanische Anforderungen sind beim Wiedereinbau gesondert zu beachten.

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

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

EBV - HINWEISE ZU DEN EINSATZMÖGLICHKEITEN VON MEBs:

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

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

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

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

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

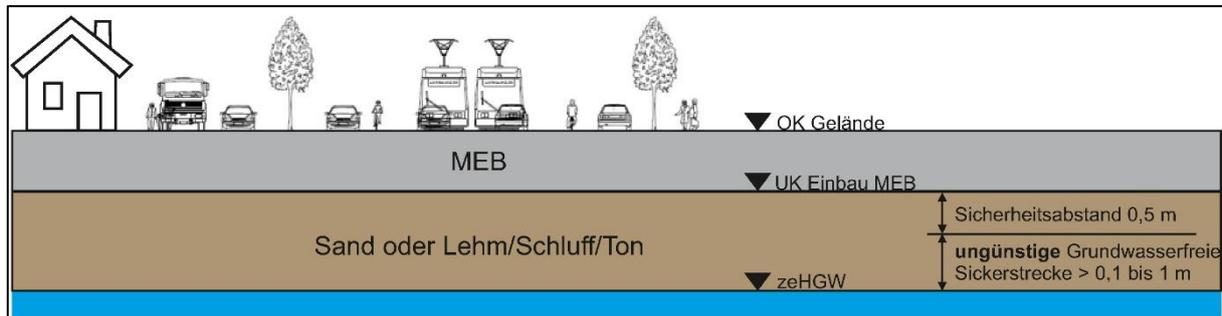


Abbildung 1: Konfiguration der Grundwasserdeckschichten - **ungünstig**

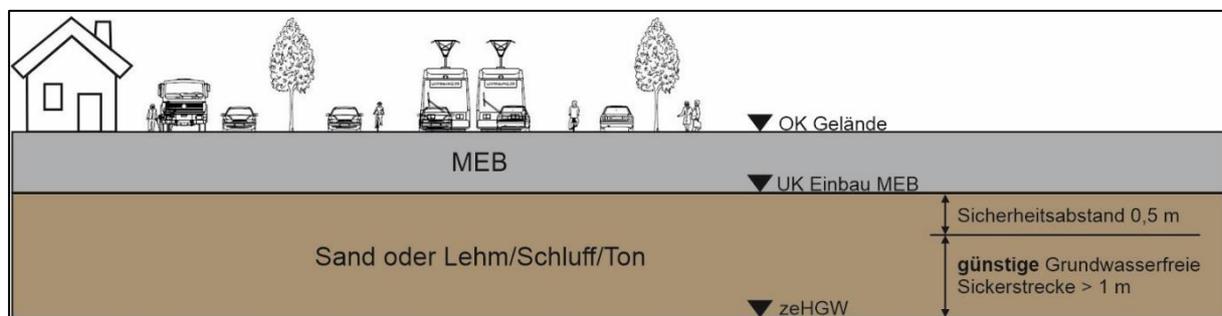


Abbildung 2: Konfiguration der Grundwasserdeckschichten - **günstig**

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

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

Der 'zu erwartende höchste Grundwasserstand' (zeHGW) kann nach den Ausführungen aus Kapitel 2.2 zunächst in Höhe von 0,20 m u. aktueller GOK angesetzt werden. Gutachterlicherseits wird diesbezüglich eine ergänzende Rücksprache mit der zuständigen Behörde empfohlen.

MEBs dürfen bei o. g. zeHGW, mit Ausnahme von Bodenmaterial der Klasse BM-0 und Baggergut der Klasse BG-0, nicht eingebaut werden.

Zusammenfassung:

- keine Schutzgebiete
- zeHGW: jeweiligen aktuellen Geländeoberkante (Rücksprache mit Behörde empfohlen)

MEB-Einbau nicht zulässig (Ausnahme Bodenmaterial Klasse BM-0, Baggergut Klasse BG-0).

- ZUORDNUNGSKRITERIEN DEPONIEVERORDNUNG (DEPV):

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

4.1 Bewertung der Mischproben

In der folgenden Tabelle 5 werden die Mischproben entsprechend der Analyseergebnisse gemäß EBV und DepV eingestuft. Es werden die Parameter aufgeführt, für die eine Überschreitung von Material-/Zuordnungswerten vorliegt.

| Mischprobe | Verordnung | auffällige / klassifizierungsrelevante Parameter | Einstufung |
|-----------------|-------------|---|--------------|
| MP Oberboden | EBV | <i>keine</i> | BM-0 |
| MP Auffüllungen | EBV | <i>Benzo(a)pyren (TS), Summe PAK n. EPA (TS), el. Leitfähigkeit (Eluat),</i> | BM-F3 |
| | DepV | <i>keine</i> | DK 0 |
| MP Geogen | EBV | <i>el. Leitfähigkeit (Eluat)¹⁾</i> | BM-0 |
| | DepV | <i>keine</i> | DK 0 |

Tabelle 5: Ergebnisse der chemischen Untersuchungen nach EBV und DepV

¹⁾ Gemäß EBV Anlage 1: Tabelle 1 mit Fußnoten 1 und 2, Tabelle 2 mit Fußnote 1 sowie Tabelle 3 mit Fußnote 4 sind die elektrische Leitfähigkeit und der pH-Wert im Eluat stoffspezifische Orientierungswerte. Bei Abweichungen ist die Ursache zu prüfen (hier: Organikanteile/Huminstoffe)

Die Auffüllungs-Mischprobe zeigt BM-F2-Materialwert-Überschreitung des *Summenparameters PAK n. EPA (TS)*, sodass eine Einstufung gemäß **BM-F3** erfolgen muss. Das Material ist eingeschränkt wiedereinbaueignet (nicht vor Ort).

Die Mischproben MP Oberboden und MP Geogen weisen - unter Anwendung der oben aufgeführten Fußnoten - keine Überschreitungen auf und können somit gemäß **BM-0** eingestuft werden. Gemäß EBV ist – unter Berücksichtigung entsprechender bodenmechanischer Anforderungen – das Material **uneingeschränkt wiedereinbaueignet**. 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. Der Oberboden hält somit die Vorsorgewerte gem. BBodSchV ein.

Die erweiterten Analysen auf die o.g. Eluat-Parameter (Anlage 1 Tabelle 4) ergaben jeweils keine messbaren Werte bzw. lagen unterhalb der Messgrenze, sodass hier keine Belastung durch Pflanzenschutzmittel vorliegt.

Alternativ kann die Deponieklasse **DK 0** herangezogen werden, wobei auf das seit dem 01.01.2024 geltende Ablagerungsverbot hingewiesen wird.

4.2 Fazit / Empfehlungen Aushubmaterial

Das Material der Auffüllungs-Mischprobe ist auf Grundlage der Analysenergebnisse gemäß BM-F3 (ggf. DK 0) einzustufen. Die MP Oberboden und die MP Geogen sind jeweils gem. BM-0 einzustufen und dürfen - unter der Voraussetzung einer bodenphysikalischen Eignung - vor Ort wieder eingebaut werden. **Für die Ausschreibung sind die o.g. Klassifizierungen maßgeblich. Die hier durchgeführten Sondierungen und entnommenen sowie untersuchten Proben stellen punktuelle Untergrundaufschlüsse dar, daher können spätere chemische Analysen (an anderen Untersuchungspunkten) von den o.g. Zuordnungen abweichende Einstufungen ergeben. In einem LV sollten daher sicherheitshalber Eventualpositionen für „höher“ belastete Aushubböden vorgesehen werden.**

Aktuelle chemische Analysen: Die durchgeführten Analysen gemäß Ersatzbaustoffverordnung besitzen nach § 14, Abs. 1 der EBV unbegrenzte Gültigkeit, „*sofern sich die Beschaffenheit des Bodens zum Zeitpunkt des Aushubs oder des Abschiebens, insbesondere aufgrund der zwischenzeitlichen Nutzung, nicht verändert hat*“.

Anderenfalls ist zur Abfuhr vorgesehenes Bodenmaterial gemäß EBV (Anl. 1, Tab. 3) erneut zu untersuchen.

Für Analysen gemäß Deponieverordnung 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, novellierter BBodSchV und/oder DepV durchführen zu lassen. Sofern eine Verfüllmaßnahme zur Verfügung steht, die vor dem 16.07.2021 genehmigt wurde, kann ggf. eine Analyse gemäß LAGA_{Boden} erforderlich werden. 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 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.

5. Baugrundbewertung

5.1 Baugrundbeurteilende Laborversuche

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

| Probe / (Genese) | Profilber. m u. GOK | Ton (%) | Schluff (%) | Sand (%) | Kies (%) | d_{10}/d_{20} (mm) | k_f -Wert (m/s)* | Wassergehalt w |
|------------------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|----------|----------------------|-------------------------|----------------|
| 1/6 (T _{Zv}) | 2,40-3,00 | 38,2 | 54,1 | 7,7 | - | <0,002 | <1,0 x 10 ⁻⁹ | 19,61 % |
| 3/4 (S) | 1,55-1,90 | 2,3 | | 97,7 | - | ~0,0934 | ~8,7 x 10 ⁻⁵ | 21,81 % |
| 6/4 (S) | 1,40-1,90 | 4,5 | | 84,5 | 11,0 | ~0,1080 | ~1,0 x 10 ⁻⁴ | 25,08 % |

Tabelle 6: Ergebnisse der Korngrößenanalysen/Wassergehaltsbestimmungen

Genese: T_{Zv} = Verwitterungston, S = Fluviatilsand; **fett** = prägend,

* k_f -Wertbestimmung: bei nicht bindigen Böden nach BEYER; bei bindigen Böden nach MALLET&PAQUANT

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

Die untergrundprägenden sandigen Fluviatilablagerungen weisen gemäß den durchgeführten Korngrößenanalysen jeweils prägende (fein- bis mittel-) sandige Bestandteile auf. Es ist ein lediglich (sehr) geringer bindiger sowie ein geringer kiesiger Anteil vorhanden. Die Fluviatilsande weisen überwiegend eine enge Stufung auf.

Die Probe 1/6 (Verwitterungston) weist mit 38,2 % Ton und 54,1 % Schluff einen prägenden bindigen Anteil auf, welcher den Bodencharakter ausmacht. Sandige Bestandteile sind lediglich in geringem Maße vorhanden.

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

Probe 1/6: Schluff, stark tonig, schwach sandig (DIN 18 196: TA)

Probe 3/4: Feinsand (DIN 18 196: SE)

Probe 6/4: Mittelsand, schwach kiesig (DIN 18 196: SE/SW(SU))

Durchlässigkeiten: Der Durchlässigkeitsbeiwert kann bei nicht bindigen Böden orientierend anhand der Kornverteilungskurve nach BEYER bestimmt werden. Die untersuchten Fluviatilsande (Proben 3/4 und 6/4) besitzen Durchlässigkeiten in der Größenordnung von k_f ~1,0 x 10⁻⁴ m/s bis ~8,7 x 10⁻⁵ m/s, welche nach DIN 18 130 als 'stark durchlässig' bis noch 'durchlässig' beurteilt werden können. Der Fluviatilsand weist kein nennenswertes Staunäsepotenzial auf.

Bei den bindigen Verwitterungsbildungen kann der Durchlässigkeitsbeiwert orientierend anhand der Kornverteilungskurve nach Mallet & Pacquant bestimmt werden. Die Probe 6/4 besitzt eine Durchlässigkeit in der Größenordnung von $k_f < 1,0 \times 10^{-9}$ m/s, welche nach DIN 18 130 als 'sehr gering durchlässig' ('Grundwasserstauer') beurteilt werden kann.

Wassergehaltsbestimmung (DIN EN ISO 17892-1, Anlage 4.1): Die ergänzend auf ihren Wassergehalt hin untersuchten Proben zeigen erhöhte Grade der Durchfeuchtung, teilweise im Bereich einer materialspezifischen Wassersättigung.

Ungleichförmigkeit: Aufgrund der durchgehend niedrigen Ungleichförmigkeitszahlen von $U \leq 3$ wird der Großteil der untergrundprägende Sande nach DIN 1054 als 'gleich-förmig' eingestuft. Deutlich wird eine enge Stufung, was eine sog. 'Verdichtungsunwilligkeit' verursacht.

Frostklassen: Nach der Frostempfindlichkeitsklassifikation der ZTVE-StB sind die untersuchten Böden der Proben 3/4 und 6/4 aufgrund der engen Stufung und dem geringen Feinkornanteil in die Frostempfindlichkeitsklasse F 1 einzustufen ('nicht frostempfindlich'). Der 'Boden' (Verwitterungston) der Probe 1/6 muss aufgrund des prägenden bindigen Anteils ($> 15\% \leq 0,063$ mm Körnung) in die Frostempfindlichkeitsklasse F 3 eingestuft werden ('sehr frostempfindlich').

Glühverlustbestimmung (DIN 18 128): Die im Gelände als schwach organisch angesprochenen Proben 1/3, 3/2, 3/3, 6/2 und 6/4 wurden ergänzend auf ihren Organikanteil hin untersucht. Die Ergebnisse der Untersuchungen (Glühverlust als Mittelwert von drei Versuchen; siehe Anlage 5.1) sind der folgenden Tabelle 7 zu entnehmen.

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

| Material (lt. Ansprache) | Probe | Tiefenlage (m u. GOK) | Glühverlust V_{gl} | DIN 1054 | DIN EN ISO 14688-2 |
|--|-------|--------------------------|-------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| ´Mutterboden´ unterhalb Pflasterung | 1/3 | 0,80-1,00 | 2,49 % | <i>nicht organischer Boden</i> | <i>schwach organisch</i> |
| ´organischer´ Füll-Sand | 3/2 | 0,20-1,30 | 2,13 % | <i>nicht organischer Boden</i> | <i>schwach organisch</i> |
| ´organischer Feinsand´ unterhalb Füll- Sand | 3/3 | 1,30-1,55 | 1,92 % | <i>nicht organischer Boden</i> | <i>nicht organisch</i> |
| ´Mutterboden´ unterhalb Füll- Mutterboden | 6/2 | 0,70-1,10 | 4,42 % | <i>organischer Boden</i> | <i>schwach organisch</i> |
| ´organischer Mittelsand´ | 6/4 | 1,40-1,90 | 3,06 % | <i>organischer Boden</i> | <i>schwach organisch</i> |

Tabelle 7: Ergebnisse der Glühverlustbestimmungen

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

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

Das Ergebnis der Probe 3/3, zeigt einen ´nicht organischen´ Boden. Die Proben 1/3, 3/3, 6/2 und 6/4 weist mit 2,13-4,42 % nach der gültigen Norm 14688-2 einen ´schwach organischen´ Boden auf. Nach der DIN 1054 gelten lediglich die Proben 6/2 und 6/4 als ´organischer Boden´, welcher bereits die Baugrundgüte in negativen Maßen beeinflusst. Aufgrund der punktuellen Untergrundaufschlüsse können organische Böden auch in anderen Bereichen des Baufeldes vorhanden sein. Organische Böden beeinträchtigen die Baugrundgüte, dürfen nicht zum Lastabtrag herangezogen werden und sind vollständig aus dem Baufeld abzuschleifen. Im Zweifel ist der Bodengutachter hinzuzuziehen.

Zustandsgrenzen-Ermittlung (nach DIN EN ISO 17892-12): An der Probe 1/6 erfolgte ergänzend die Bestimmung der Zustandsgrenzen (Fließ- und Ausrollgrenzen). Die Ergebnisse sind in der Tabelle 8 zusammengefasst sowie in der Anlage 6.1 dargestellt.

| Probe | Fließgrenze W _L | Ausrollgrenze W _P | Plastizitätszahl I _P | Wassergehalt w | Konsistenzzahl I _C |
|------------------------|-------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|-------------------|----------------------------------|
| 1/6 (T _{Zv}) | 51,7 % | 25,1 % | 26,6 % | 19,6 % | 1,21 ('halbfest') |

Tabelle 8: Ergebnisse der Zustandsgrenzen-Ermittlung (Fließ-/Ausrollgrenzen)

T_{Zv} = Verwitterungston

Bei Einsatz der gewonnenen Daten in das Plastizitätsdiagramm nach *CASAGRANDE* liegt die untersuchte Probe im Bereich der nach DIN 18 196 bezeichneten Bodengruppe 'ausgeprägt *plastische Tone*' (TA).

Bei Betrachtung der Plastizitätszahlen sowie Einsetzung in den sog. Konsistenzbalken nach *ATTERBERG* ergibt sich für die untersuchte Probe ein recht breiter Bildsamkeitsbereich, sodass bei Wassergehaltsänderungen (Zunahme) verhältnismäßig verzögert die Gefahr einer Konsistenzverringering existiert (geringe bis mäßige Nässesensibilität).

Ausgehend von der Konsistenzzahl liegen im ungestörten Zustand halbfeste Konsistenz vor.

Nach Auskoffierung (Wegnahme der Überlagerungsspannung) und/oder ungünstigen Witterungsbedingungen ist eine Konsistenzabnahme bis hin zum weichen bzw. weich-(breiigen) Zustand möglich.

Bodenmechanisches Fazit: Der geogene Untergrund wird durch enggestufte Fein- bis Mittelsande geprägt. Die 'nicht frostempfindlichen' Fluviatilsande liegen grundwassererfüllt nass vor und weisen kein nennenswertes Staunässepotenzial auf. Die repräsentativ durchgeführten Glühverlustbestimmungen in dem gering mächtigen Füllsand bzw. den als 'organisch' angesprochenen Geogensanden ergaben lediglich geringe Organikanteile, welche die bodenmechanischen Eigenschaften teilweise aber bereits gering beeinflussen können. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass bereichsweise 'organische' Böden höherer Organikgehalte vorliegen. Diese dürfen nicht zum Lastabtrag herangezogen werden und sind zuvor zu entfernen oder ggf. zu durchgründen.

5.2 Baugrundbeurteilende Geländeversuche (DPL-5)

Die Untersuchungen erfolgten in Anlehnung an DIN 4094 bzw. EN ISO 22476-2 und TP BF-StB Teil B15.1 und wurden mit der sog. Leichten Rammsonde durchgeführt (DPL 5 = 'Dynamic Probing Light'; 5 cm² Spitzenquerschnitt). Die Rammsondierungen wurden im Nahbereich zu allen sechs Bohrungen durchgeführt (Beispiel: BS 1 / DPL 1). Die Ergebnisdarstellung erfolgte in der Gegenüberstellung Schlagzahl pro 10 cm Eindringtiefe n_{10} gegen Tiefe.

Die Rammdiagramme der DPL sind in der Anlage 2.1 grafisch dargestellt und den Rammkernsondierungen gegenübergestellt.

- Auffüllungen: Die durch die Rammsondierungen erschlossenen kiesigen Auffüllungsmaterialien in den Bohrungen BS 1 bis BS 2 (unterhalb der Pflasterung) weisen sehr unterschiedlich hohe Schlagzahlen mit $n_{10} > 40$ (DPL 1) bzw. < 8 (DPL 2) auf. Die Auffüllungen in den nicht-versiegelten Bereichen (DPL 3 bis DPL 6) weisen überwiegend geringe Schlagzahlen von $n_{10} < 8$ auf. Insgesamt sollten die vorhandenen Auffüllungen aufgrund ihrer Heterogenität nicht zum Lastabtrag genutzt werden.
- ⇒ Fluviatilsand: Die die Auffüllungsmaterialien sowie die Mutterböden unterlagernden Fluviatilsande zeigen zunächst (bis i.M. 1,8 m u.GOK) Schlagzahlen von $n_{10} < 10$ bis ~15 (vereinzelt höher). Damit liegen allenfalls mitteldichte Lagerungsverhältnisse. Die Fluviatilsande innerhalb der genannten Bereiche bieten eine eher geringe Gründungseignung (mangelnde Verdichtbarkeit aufgrund der engen Stufung (SE-Sand)). Überwiegend ab einer Tiefe von im Mittel ca. 1,8 m unter GOK findet in den dort erbohrten Sanden eine Zunahme der Schlagzahlen statt. Es werden hier überwiegend mittlere bis hohe Schlagzahlen von $n_{10} > 10$ bis > 25 erreicht, welche mindestens mitteldichte bis dichte Lagerungsverhältnisse darstellen und damit eine projektbezogene Eignung zum Lastabtrag aufweisen.
- ⇒ Verwitterungston/-lehm: Die im unteren Profil erbohrten Verwitterungstone weisen überwiegend hohe bis sehr hohe DPL-Schlagzahlen von $n_{10} > 20$ bis $>> 40$ auf, was halbfesten bis festen Konsistenzen entspricht. Es erfolgt eine tiefenorientierte Schlagzahlzunahme auf $n_{10} > 120$. Die Leichten Rammsondierungen mussten jeweils vor Erreichen der Rammkern-Endtiefe von maximal 4,20 m wegen nicht mehr feststellbarem Rammfortschritts abgebrochen werden.

5.3 Bodenmechanische Kennwerte / Baugrundbeurteilung

In der folgenden Tabelle 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.

| BODENART | γ (kN/m ³) | γ' (kN/m ³) | $\varphi_k / \varphi_{s,k}$ (°) | c_k (kN/m ²) | $E_{s,k}$ (kN/m ²) |
|---|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| <u>neue Schotterung</u> : Kies, sandig, schwach bindig; ± dicht | 21,0 - 22,0 | 13,0 - 14,0 | 35,0 - 37,5 | 0 | 60.000 - 100.000 RW 80.000 |
| <u>neues V1-Material</u> : Kies, sandig, schwach schluffig; mitteldicht-dicht | 20,0 - 21,0 | 12,0 - 13,0 | 35,0 | 0 | 40.000 - 60.000 RW 45.000 |
| <u>Füll-Kies/Alt-Schotter</u> : Kies, sandig, schwach bindig; locker-dicht | 20,0 - 21,0 | 12,0 - 13,0 | 32,5 - 35,0 | 0 | 25.000 - 60.000 RW 40.000 |
| <u>Füll-Sand</u> : Sand, (schwach) bindig, schwach kiesig; ± locker | 17,0 - 17,5 | 8,0 - 9,0 | 30,0 | 0 | 10.000 - 15.000 RW 12.000 |
| <u>Fluviatilsand (aufgelockert)</u> : (Fein-) Sand, schwach bindig; locker | 17,5 | 9,5 | 27,5 - 30,0 | 0 | 12.000 - 18.000 RW 15.000 |
| <u>Fluviatilsand</u> : Mittelsand, feinsandig, schwach grobsandig; mitteldicht | 18,0 - 18,5 | 10,0 - 10,5 | 32,5 | 0 | 25.000 - 40.000 RW 30.000 |
| <u>Verwitterungslehm/-ton</u> : Schluff, stark tonig bis Ton-Schluff-Gemisch, schwach sandig; halbfest-fest | 21,0 - 22,0 | 11,0 - 12,0 | 20,0 - 22,5 | 10 - 20 RW 15 | 25.000 - 50.000 RW 30.000 |
| <u>Tonmergelstein</u> : angewittert bis unverwittert; halbfest bis fest | 20,0 - 23,0 | 21,0 - 24,0 | 30,0 | 40 - 60 RW 50 | 60.000 - 100.000 RW 80.000 |

Tabelle 9: Bodenmechanische Kennwerte der gründungsrelevanten Bodeneinheiten

γ = Wichte des erdfeuchten Bodens

γ' = Wichte d. Bodens unter Auftrieb

φ_k = Reibungswinkel

$\varphi_{s,k}$ = Ersatzreibungswinkel

c_k = Kohäsion

$E_{s,k}$ = Steifeziffer

RW = Rechenwert

5.4 Bodenklassen, Homogenbereiche, Bodengruppen und Frostklassen

In der folgenden Tabelle 10 erfolgt die Angabe der Bodenklassen (DIN 18 300_{alt}), der Homogenbereiche (DIN 18 300: 2019-09, DIN 18 303: 2016-09), die Angabe des Gruppensymbols, der Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke (DIN 18 196), die Angabe der Frostklasse (ZTVE-StB) sowie die Vorgehensweise zur Lösung der Böden.

| Schichtglieder (Grobgliederung) | Bodenklassen (DIN 18 300 _{alt}) | Homogen- bereiche Gewerke Erdarbeiten / Verbauarbeiten | Gruppensymbol (DIN 18 196) | 'Frost- klasse' ZTVE-StB | Boden- lösung |
|---|--|--|-------------------------------|--------------------------------|---------------------|
| (Füll-)Mutterboden ¹⁾ | 1 | - | A (OH) / OH | F 2 | 'Löffel- bagger' |
| überschütteter Oberboden ¹⁾ | 3 - 4, u. U. 2 | ERD 1/VER 1 | A (OH) / OH | F 2 | |
| Füll-Kies ³⁾⁴⁾ | 3/5, u. U. 6/7 | | A (GW/GU/X/Y) | F 1 - F 2 ²⁾ | |
| Füll-Sand ¹⁾ | 3 - 4, u. U. 2 | | A (SE/SU/SW) | F 1 - F 3 ²⁾ | |
| Steine/Blöcke ³⁾⁴⁾ | 6 - 7 | | A (X/Y) bzw. X/Y | F 1 | |
| Fluviatilsand ¹⁾ | 3 - 4, u. U. 2 | | SE/SU/SW | F 1 - F 3 ²⁾ | |
| Verwitterungston ¹⁾ | 4 - 5, u. U. 2 | ERD 1/VER 2 | Zv (UM/TM/UA/TA) | F 3 - F 2 | |

Tabelle 10: Bodenklassen, Homogenbereiche, Bodengruppen, Frostklassen

¹⁾ bei Wassersättigung bewegungsempfindlich

²⁾ abhängig vom Feinkornanteil

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

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

Erdarbeiten: Es ist davon auszugehen, dass die Lösung der relevanten Böden mittels 'normalen' Löffelbagger-Einsatzes bis zu den erreichten Endteufen möglich sein wird (überwiegend Bodenklasse 3, Homogenbereich ERD 1).

Die oberflächennahen kiesigen Auffüllungen (Schotterung, etc.) im Bereich der BS 1 und BS 2 sowie halbfest-fest konsistente Geogenböden (Verwitterungston) im Homogenbereich ERD 1 sind je nach Lagerungsdichte bzw. Konsistenz ggf. nur mit zahnbestücktem Bagger effizient zu lösen. Dieser Mehraufwand sollte bei einer Ausschachtung / einem Bodenabtrag einkalkuliert werden.

Die obigen Aussagen gelten nicht für ggf. im Untergrund befindliches Material in Stein- bzw. Block Korngröße wie z. B. 'Findlinge', 'nordische Geschiebe', o. ä., welches aufgrund der Genese des Untergrundmaterials grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden kann. Ebenso gilt diese Aussage nicht für (bislang unbekannt) anthropogene

Strukturen wie z. B. alte Tanks, Schächte, Bodenplatten, Fundamente oder sonstige Unterflurbauteile. Diese sollten grundsätzlich vollständig aus den Baufeldern 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 löslichem Fels) auch vergleichbar schwer zu lösende Bodenarten und Aushubmassen mit Steinanteilen (Korndurchmesser > 63 mm) von mehr als 30 %. Bodenklasse 7 z. B. beinhaltet (neben Fels) auch Blöcke mit einem Kugeldurchmesser > 0,6 m (> 0,1 m³ Rauminhalt).

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

Es wird empfohlen, die für die weitere Verwendung (unterschiedlichen) EBV- und DK-Zuordnungsklassen der anfallenden Aushubmassen (Feststoff-Mischproben; siehe Kapitel 4) über gesonderte Positionen im Leistungsverzeichnis abzufragen (z. B. als Zulagen zu einer Grundposition BM-F3, DK 0), da die übrigen Eigenschaften für die einsetzbaren Erdbaugeräte nicht nennenswert anders sind.

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

Bei der Einbringung von einbindenden Verbauten (z. B. Bohlträgern, Spundwänden, o. ä.) ist ab einem Tiefenniveau mit DPL-Schlagzahlen von etwa $n_{10} > 60$ der Homogenbereich VER 2 anzusetzen. Die Ausweisung von zwei Homogenbereichen für das Gewerk 'Verbauarbeiten' beruht daher ausschließlich auf den zu erwartenden bautechnischen Erschwernissen aufgrund der festgestellten, in der Regel zur Tiefe hin zunehmenden Konsistenzen.

Es sei bereits an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass für das Einheben von Verbauten entsprechend leistungsfähige Gerätschaften heranzuziehen sind, deren Einsatzgewicht ggf. (deutlich) über denen des Erdbaus liegen kann.

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

Erläuterung Tabelle 9

| | | |
|--------------------|--|---|
| nach DIN 18 300 | Bodenklasse 1: Bodenklasse 2: Bodenklasse 3: Bodenklasse 4: Bodenklasse 5: Bodenklasse 6: Bodenklasse 7: | Oberböden fließende Bodenarten leicht lösbare Bodenarten mittelschwer lösbare Bodenarten schwer lösbare Bodenarten leicht lösbarer Fels oder vergl. Bodenarten schwer lösbarer Fels |
| Homogenbereiche | ERD 1 / VER 1+2: | Eigenschaften siehe Tabelle 10 |
| nach DIN 18 196 | A OU/OH X/Y GE/SE GW/SW GU/GU* GT/GT* SU/SU* UL/TL UM/TM UA/TA Zv | Auffüllung organogene Schluffe/Sande Steine / Blöcke enggestufte Kiese/Sande weitgestufte Kies-Sand-Gemische Kies-Schluff-Gemische Kies-Ton-Gemische Sand-Schluff-Gemische leicht plastische Schluffe/Tone mittel plastische Schluffe/Tone ausgeprägt plastische Schluffe/Tone Fels verwittert |
| nach ZTVE-StB | F 1 F 2 F 3 | nicht frostempfindlich gering bis mittel frostempfindlich sehr frostempfindlich |

5.5 Homogenbereiche gem. VOB Teil C

Die Festlegung von Homogenbereichen (Tabelle) erfolgt für das Gewerk ´Erdarbeiten´ gem. DIN 18 300:2019-09 im Hinblick auf die anzusetzende Geotechnische Kategorie **GK 2**. Für das möglicherweise ebenfalls auszuführende Gewerk ´Verbauarbeiten´ gem. DIN 18303:2016-09 gelten die Angaben analog. Grundlage ist der Einsatz eines ausreichend starken Baggers zur Bodenlösung und der Einsatz der in Kapitel 6 genannten Verbauarten. Sollten diesbezüglich andere Gerätschaften zum Einsatz kommen, so wird um Mitteilung gebeten, um die Homogenbereiche entsprechend anpassen zu können.

| Kennwert / Eigenschaft | Homogenbereiche | |
|--|--|--------|
| | Gewerke ERD 1 + VER 1 | VER 2 |
| Kornverteilung mit Körnungsbändern | siehe Anlage 3.1 zzgl. Stein-/Blockanteil | |
| Definition von Steinen + Blöcken | <u>Auffüllungen</u> : Bauschutt i. w. S. <u>Geogenbereich</u> : u. U. ´Findlinge´, ´Flusssteine´, Verw. | |
| Anteil Steine und Blöcke | ≤ 20 % | |
| Anteil große Blöcke | ≤ 3 % | |
| mineral. Zusammensetzung der Steine und Blöcke | <u>Auffüllungen</u> : Schotter <u>Geogenbereich</u> : Flusssteine, ggf. Granitoide | |
| Dichte | $\rho_s = 2,65 - 2,85 \text{ g/cm}^3$ (Korndichte) | |
| Kohäsion | ≤ 50 kN/m ² bzw. n.b. | |
| undrainierte Scherfestigkeit | ≤ 150 kN/m ² bzw. n.b. | |
| Sensitivität | n. b. | |
| Wassergehalt | ~ 3 % bis 30 % | |
| Konsistenz | breiig bis halbfest bzw. n.b. | |
| Konsistenzzahl | ~ 0,2 - 1,20 bzw. n.b. | |
| Plastizität | mäßig bis ausgeprägt bzw. n.b. | |
| Plastizitätszahl | ~ 0,1 - 0,3 bzw. n.b. | |
| Durchlässigkeit | ca. $k_f = 1 \cdot 10^{-3}$ bis $1 \cdot 10^{-10}$ m/s | |
| Lagerungsdichte | ~ 0,25 bis 0,65 | > 0,65 |
| Kalkgehalt | gering bis hoch bzw. n. b. | |
| Sulfatgehalt | n. b. | |
| Organischer Anteil | ≤ 5 % (Schätzung) | |
| Abrasivität | n. b. (bei Bedarf LCPC-Versuch) | |
| Bodengruppen | A, X, Y, GW, GU/GU*, SU/SU*, SW, UL, UM, TL, TM, UA, TA, Zv | |
| Ortsübliche Bezeichnung | Auffüllungen, Flussablagerungen, Verwitterungsbildungen | |

Tabelle 11: Kennwerte für Homogenbereiche ERD 1, VER 1 + 2 (Abgrenzung: Tab. 9)

n. b.: nicht bestimmbar bzw. nicht bestimmt

6. Ingenieurgeologische Hinweise zur Baudurchführung

Es wird eine orientierende (Baugrund-) Beurteilung des zu untersuchenden Areals vorgenommen. Diese Untersuchung ersetzt nicht eine detaillierte Detail-Baugrunduntersuchung (Wohnbebauung). Die Hinweisgebungen gliedern sich in die Bereiche Wohngebäudebau, Kanalbau und Straßenbau.

6.1 Wohngebäudebau

Dem AN liegt keine Information über eine Bauweise mit oder ohne Unterkellerung vor. Grundsätzlich ist die Aussage zu treffen, dass sowohl Gebäudeerrichtungen mit als auch ohne Unterkellerung möglich sind.

Es sei vorab angemerkt, dass es sich bei dem im Untersuchungsgebiet vorgefundenen Untergrund um einen ortsüblichen Baugrund handelt, wie er verbreitet auch im Nahbereich / Umfeldbereich vorliegt.

Annahme Gründungshöhen / Vorschlag OKFF EG-Höhe: Bezüglich des Gebäudebaus wird bei einer Unterkellerung von einer üblichen Gründungsebene auf ca. 2,5 m u. akt. GOK (= Unterkante KG-Sohlplatte) und bei einer Nichtunterkellerung auf etwa der Höhe der aktuellen GOK (= Unterkante EG-Bodenplatte) ausgegangen.

Ebenso wird eine geringe ortsübliche Heraushebung der Oberkante Fertigfußboden des Erdgeschosses (OKFF EG) über die aktuelle GOK angenommen (ca. 30 cm).

Die frostfreie Gründung ist in der Frosteinwirkungszone I ab 0,8 m unter zukünftiger Geländeoberkante möglich.

Bei Vorlage konkreter Planungsunterlagen müssen die aus den Annahmen abgeleiteten ingenieurgeologischen Hinweisgebungen ggf. angepasst / ergänzt werden (Einzelprojekt-Untersuchung).

Boden- und Grundwasserverhältnisse:

- **Nichtunterkellerung:** Nach Abtrag von teilweise organikdurchsetzten Oberböden (i.M. ca. 0,70-0,90 m) stehen ganz überwiegend enggestufte Sande an, welche bis i.M. ca. 2,5 m u. akt. GOK lockere bis mitteldichte (selten dichte) Lagerungen aufweisen. Ausgehend von einer angenommenen Bodenplattenstärke (Gesamtaufbau) von ca. 0,40 m, einer OKFF EG von etwa 0,30 m oberhalb der aktuellen GOK und einer gemittelten 'Mutterboden'-Stärke von 0,80 cm existiert ein gemittelttes Massendefizit von ca. 0,70 cm zwischen freigelegtem Erdplanum und UK Bodenplatte.

Es wird deutlich darauf hingewiesen, dass der gründungsrelevante Sand eine hinsichtlich der Lagerung veränderliche Bodenart darstellt, welche in Abhängigkeit vom Feuchtezustand erheblich in seiner Baugrundgüte differieren kann (Stichwort Fließsand), außerdem weist er aufgrund der engen Stufung eine gewisse Verdichtungsunwilligkeit auf.

Bei einer Nichtunterkellerung existiert eine häufige Nässebeeinflussung potenzieller Fundamente / Schürzen. Eine (Stau-/Grund-)Wasser-Einflussnahme auf die Bodenplatte ist bei einer Nichtunterkellerung erst bei einer deutlichen Heraushebung der OKFF EG von mind. 0,50 m über der örtlichen GOK unwahrscheinlich.

- Unterkellerung: Es steht überwiegend der Übergang von den Verwitterungsprodukten hin zum angewitterten bis unverwitterten Tonmergelstein an. Bei einer Unterkellerung unterliegt das KG einer häufigen Untergrundwasserbeeinflussung ('aufstauendes Wasser'). Bemessungswasserstand für Stauwasser: aktuelle GOK.
- Grundwasser bzw. 'zusammenhängende Untergrundfeuchte' konnte am Untersuchungstag bei im Mittel 0,65 m unter GOK bzw. einem Niveau von im Mittel ca. +67,17 m NHN aufgezeigt werden. Es besteht ein Grundwasser-Anstiegspotenzial. Der Bemessungswasserstand für das Grundwasser ist bei 0,2 m u. örtlicher GOK_{aktuell} anzusetzen. Der Bemessungswasserstand für den Faktor Stauwasser ist in Höhe der aktuellen lokalen GOK anzusetzen. Eine Nässebeeinflussung der Unterflurbauteile ist durch bauliche Maßnahmen zu verhindern. Erdberührte Bauteile sind gemäß DIN 18 533 Lastfall W2.1-E ('mäßige Einwirkungen von drückendem Wasser < 3,00 m') bzw. bei einer tieferen Einbindung als angenommen, Lastfall W2.2-E ('hohe Einwirkungen von drückendem Wasser > 3,00 m') abzudichten. Bei der Auswahl eines geeigneten Betons sind die 'Expositionsklassen für Betonbauteile' zu berücksichtigen. Statischerseits ist der Faktor Auftrieb zu berücksichtigen.

Kurzfassung: Der relevante Untergrund weist projektbezogen eine mäßig ausreichende bis gute Gründungseignung für eine Flachgründung auf. Einschränkende Kriterien stellen die mäßigen Lagerungsdichten der oberflächennahen Böden sowie die Verdichtungsunwilligkeit der Böden dar. Es ist bez. des Bemessungswasserstandes von einem Stauwasseranstieg bis an die akt. GOK auszugehen.

- Nichtunterkellerung: Vorgeschlagen und favorisiert wird eine Gründung über eine bewehrte Bodenplatte (Annahme $\sigma_{E,k} \leq 140 \text{ kN/m}^2$). Aufgrund der angeratenen Aufhöhung sowie der notwendigen Mutterbodenentfernung wird bei einer Plattenstärke von $d = 0,40 \text{ m}$ ein Schotterunterbau von i.M. mind. ca. $0,70 \text{ m}$ notwendig (zumindest teilweise 'Sowieso-Kosten'). Deutliche Auflockerungen sollten aufgrund der engen Stufung nicht unmittelbar nachverdichtet werden. Die Trennung zum Erdplanum erfolgt durch Auflage eines Geotextils. Alternativ kann eine Streifenfundamentgründung mittels Fundamenttieferführung auf mindestens mitteldicht gelagerte Fluviatilsande und/oder ausreichend hoch konsistenten Verwitterungsbildungen (diese werden allerdings erst ab i.M. $2,6 \text{ m}$ u.GOK anstehen, \rightarrow aufwendige Wasserhaltung wird benötigt). erfolgen. Diese Tieferführungen sollten unmittelbar nach Auskoffierung mit Fundamentbeton bis zur GOK rückverfüllt werden. Auf dem Schotterpolster kann bei Bedarf eine Restbettung der Bodenplatte erfolgen. Aufgrund des Grundwasseranstiegspotentials bzw. des Stauwasserpotentials sind die Unterflurbauteile nach DIN 18 533 Lastfall W2.1-E (mäßige Einwirkung von drückendem Wasser $\leq 3 \text{ m}$ Wassersäule) abzudichten.

- Unterkellerung: Es wird eine Plattengründung und Abdichtung gegen 'Grundwasser' notwendig (Annahme $\sigma_{E,k} \leq 175 \text{ kN/m}^2$). Bei Gründung innerhalb des maximal angewitterten Tonmergelsteins wird eine verdichtungsfähige Auflage (Schotter) in einer Mächtigkeit von lediglich $15\text{-}20 \text{ cm}$ erforderlich. Aufweichungen müssen aufgenommen werden. Die Unterflurbauteile sind nach DIN 18 533 Lastfall W2.1-E (mäßige Einwirkung von drückendem Wasser $\leq 3 \text{ m}$ Wassersäule) oder ggf. bei einer tieferen Einbindung nach DIN 18 533 Lastfall W2.2-E (mäßige Einwirkung von drückendem Wasser $> 3 \text{ m}$ Wassersäule) abzudichten

Im Bauflächen- und Lastabtragsbereich sind alle organischen und aufgeweichten Böden vollständig zu entfernen und durch Schotter oder zur Tieferführung von Fundamenten durch Beton zu ersetzen. DIN 18 533-Lastfall: W2.1E

Maßnahmenvorschläge

Zeitliche Durchführung der Tiefbau- und Gründungsarbeiten: Die Tiefbauarbeiten sollten während einer trockenen, niederschlagsarmen Wetterlage/-periode durchgeführt werden, da die enggestuften oberflächennahen Sande nässeempfindlich sind. Die Baugrundgüte sowie der notwendige Aufwand sind im hohen Maße abhängig von dem Grad der Durchfeuchtung der Böden und dem Grundwasserstand. Bei Frost sind keine Erdarbeiten zulässig. In niederschlagsintensiven Perioden sowie in Frostperioden müssen Stillstandszeiten einkalkuliert werden.

Vorschlag Bauablauf/-abfolge Gebäudeerrichtungen:

- 1) Bei Nichtunterkellerung wird die UK Bodenplatte ca. 0,1 m unterhalb der aktuellen GOK angenommen.
- 2) Abzug des gesamten 'Mutterbodens' und des sonstigen Überschussbodens bis i.M. ca. 0,70 m unter UK Bodenplatte (Nichtunterkellerung) bzw. bis mindestens 0,15 - 0,20 m unter UK Bodenplatte (Unterkellerung) mit 'Schneidbestückung' (soweit wie möglich). Ergänzender Abzug potenzieller Aufweichungen/Auflockerungen.
- 3) Einlage eines Geotextils (Güte GRK3) auf das Erdplanum.
- 4) Aufbau des Massendefizites und des Bodenplatten-Unterbaus bis UK Bodenplatte mit V1-Material und/oder Güteschotter (Schaffung Rohplanum).
- 5) Bei Nichtunterkellerung ggf. Setzung der gebäudeumlaufenden Beton-Frostschutzschürzen / Fundamente bis mind. 0,8 m u. zukünftiger GOK.
- 6) Bodenplatteneinbau.

Aushub: Sehr wichtig ist, dass der gründungsrelevante Boden durch die Auskoffierung nicht in seiner natürlichen Lagerung gestört wird. Daher muss die Ausschachtung soweit wie möglich mit einer Baggerschaufel ohne Zähne ('Schneidbestückung' / 'Flachlöffel') ohne Auflockerungen durchgeführt werden. Offensichtliches Lockermaterial bzw. Aufweichungen ist immer aufzunehmen. Es sollte bei der Auskoffierung rückschreitend und beim Schottereinbau 'vor-Kopf' gearbeitet werden, um die Baufläche nicht durch Fahrzeugbefahrung zu zerstören. Bindige und enggestufte Böden auf Aushubniveau dürfen nicht ohne Weiteres nachverdichtet werden und sollte nicht befahren werden.

Es sollte ausschließlich ein Minibagger auf Schotter innerhalb der Baugrube verkehren. Dynamische Belastungen sind zu vermeiden. Aufgrund der Nässesensibilität ist der enggestufte Sand nach Freilegung und Abnahme unmittelbar mit Schotter anzudecken. Störungen der natürlichen Lagerung sowie Aufweichungen sind aufzunehmen und durch Schotter zu ersetzen.

Komplette Entfernung der 'Mutterböden' und potenzieller sonstiger organischer Böden sowie Aufweichungen/Auflockerungen und Auffüllungen. Wichtig ist die sorgfältige Kontrolle des Geogenplanums auf deutliche organische Bestandteile, auf Aufweichungen und auf Auffüllungen sowie deren vollständige Entfernung.

Bauzeitliche Wasserhaltung: Innerhalb der relevanten Teufen wurde am Untersuchungstag Grundwasser angetroffen. **Der Grundwasserflurabstand betrug am 31.01.2024 i.M. 0,65 m (+67,17 m NHN).** Es besteht ein deutliches Anstiegspotenzial (Bemessungswasserstand 'Stauwasser' = aktuelle GOK).

Bauzeitlich ist das Untergrundwasser bis **mind. 0,5 m unter Aushubsohle abzusenken**. Bei Grundwasser-Verhältnissen wie am Untersuchungstag wird somit eine **Absenkung von 0,65 m** (bei einer Nicht-Unterkellerung) bzw. **von 2,55 m** (bei einer Unterkellerung) bauzeitlich zu gewährleisten sein.

Bei den vorliegenden Bodenverhältnissen wird eine **vorlaufende Entwässerung / Grundwasserabsenkung durch eine Vakuum-Filteranlage** angeraten (baugrubenumlaufend). Neben der reinen **Grundwasserabsenkung** erfolgt auch eine Sicherung der Baugrube gegen plötzliche niederschlagsbedingte Wasserzutritte. Es ist sicherzustellen, dass die Lanzen das **gesamte** Bodenprofil zuverlässig und ausfallgesichert entwässern (nicht nur am Lanzenkopf).

Im Bereich der Lanzenköpfe ist mit dem Übergang von Fluviatilsanden zum Verwitterungshorizont zu rechnen. Aufgrund der dort z.T. vorliegenden halbfesten Konsistenz ist der Einsatz von 'Bohrfiltern' zu prüfen, um eine ausreichende Einbindetiefe gewährleisten zu können. Die Lanzenköpfe müssen bis deutlich unterhalb der letztlich herzustellenden Aushubsohle reichen. Aufgrund der überwiegend feinsandigen Anteile im Boden sollte der Einsatz von sog. 'Oto-Filtern' geprüft bzw. durchgeführt werden, um maßnahmenfortlaufend eine Wasserabsenkung gewährleisten zu können.

Aufgrund der möglichen großen Absenkhöhe (bei Unterkellerung und beim Kanalbau) ist von erheblich anfallenden Wassermengen bei Maßnahmenstart und im quasistationären Zustand auszugehen. Es sollten ergänzend Pumpensümpfe ('offene Wasserhaltung') im Zentralbereich eingeplant werden, um die 'geschlossene Wasserhaltung' (Vakuum-Filterlanzen) zu unterstützen. Die Einbindetiefe der Lanzen bedarf der Spezifizierung durch den Absenker. Gutachterlicherseits sei angemerkt, dass es sich aufgrund der hohen Anteile feinkörniger Komponenten (Feinsand) hinsichtlich der Grundwasserabsenkung um 'schwierige Böden' handelt.

Die Filterlanzen benötigen eine ausreichend lange Vorlaufzeit und müssen bauzeitlich ausfallgesichert in Betrieb bleiben, bis ein ausreichender Gegendruck vorliegt. Diesbezüglich ist von statischer Seite ein Auftriebssicherungskonzept zu errechnen. Die baugrubenumlaufenden Lanzen müssen durchgängig einen 'geschlossenen' Ring um das Baufeld bilden.

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

Bezüglich der Einleitung der bei der GW-Absenkung anfallenden Wässer in den Kanal und/oder ein offenes Gewässer ist die Erlaubnis bei den zuständigen Stadtwerken bzw. bei der zuständigen Unteren Wasserbehörde zu beantragen.

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

Grundsätzlich sollte hierfür eine Firma beauftragt werden, welche ausreichende Erfahrungen mit Vakuum-Grundwasserabsenkungen im Bereich 'schwierigen Böden' hat.

Böschchen / Verbau: Nach DIN 4124 muss ab Baugrubenteufen > 1,25 m gebösch / verbaut werden. Folgende Böschungswinkel können angesetzt werden:

- | | |
|--|-----------------------------|
| - Auffüllungen / Fülllehm (mind. weich): | $\beta = 45^\circ$ |
| - Fluviatilsand (mind. locker): | $\beta = 45^\circ$ |
| - Verwitterungsbildungen (mind. weich) | $\beta = 45^\circ$ |
| - Verwitterungsbildungen (mind. steif): | $\beta = 60^\circ$ |
| - Tonmergelstein (halbfest-fest): | $\beta = 60^\circ-80^\circ$ |

Vorgenannte Angaben setzen voraus, dass die Schichteinheiten nicht wassergesättigt bzw. entwässert vorliegen. Staunässeerfüllte / wassergesättigte Bereiche dürfen nicht gebösch werden und erfordern einen Verbau nach DIN 4124. Bei Schwierigkeiten bei der Konsistenzzuordnung sollte der Bodengutachter hinzugezogen werden.

Die Böschungskanten sollten auf einer Mindestbreite von $b \geq 2$ m lastfrei gehalten werden. Die Böschung ist mittels windgesicherter Folie vor witterungsbedingten Aufweichungen zu schützen. Die Fundamentgruben/-gräben weisen weitgehend eine kurzzeitige Standfestigkeit auf. Lediglich die hangenden Kanten sollten gebösch werden. Tiefreichende Fundamentgruben > 1,75 m dürfen nicht betreten werden.

a) Maßnahmenvorschläge bei Nichtunterkellerung:

Massendefizit nach Oberbodenabzug: Die Oberböden und organikdurchsetzten Auffüllungen sowie Aufweichungen sind in einem ersten Schritt vollständig aufzunehmen. Angeraten wird die Verwendung einer 'Glattschneide' / 'Schneidbestückung', damit der Boden auf Erdplanum nicht in seiner natürlichen Lagerung gestört wird (s.o.).

Unter der Annahme eines Bodenplatten-Gesamtaufbaus von $d = \text{ca. } 0,40 \text{ m}$ sowie der Annahme einer 'Heraushebung' der OKFF EG ($0,30 \text{ cm}$ oberhalb der akt. GOK, s.o.) existiert aufgrund der Stärke der Überschussböden (i.M. $d = 0,80 \text{ m}$) ein i.M. ca. $0,70 \text{ m}$ starkes Massendefizit zwischen freigelegtem Erdplanum und UK Bodenplatte. Da es sich um Mittelwertangaben handelt, kann dieses Massendefizit stellenweise höher / geringer ausfallen.

Abnahme: Empfohlen wird die ingenieurgeologische Abnahme des freigelegten Erdplanums auf Übereinstimmung mit den getroffenen Annahmen, der vollständigen Entfernung des Oberbodens / der Auffüllungen / der Aufweichungen/Auflockerungen.

Bodenplattenbereich: Das vom Oberboden bzw. organikdurchsetzten Auffüllungen befreite (fein-)sandige Erdplanum darf aufgrund seiner engen Stufung nicht ohne verdichtungsfähige Auflage nachverdichtet werden.

Vor Materialaufbau sollte auf das freigelegte Erdplanum (Feinsand) flächendeckend ein Geotextil aufgelegt und seitlich bis OK Schotter 'hochgezogen' werden (Güte: GRK 3).

Das Massendefizit zwischen UK Bodenplatte und freigelegtem Erdplanum sollte nach Geotextilauflage mit geeignetem Material lagenweise eingebaut (max. Lagenstärke: 30 cm) und ordnungsgemäß verdichtet werden (100% Proctordichte). Angeraten wird zumindest für die letzte Einbaulage die Verwendung von Güteschotter. Der Massendefizit ausgleich kann mit wasserrechtlich unbedenklichem verdichtungsfähigen Material (V1-Material) erfolgen.

Grundsätzlich sollte der (Güte-)Schotter-Unterbau nicht weniger als 30 cm betragen.

Auf OK Schotter (UK-Bodenplatte) sollte ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 80 \text{ MPa}$ nachgewiesen werden (in Abhängigkeit der statischen Erfordernisse).

Anforderungen an ein Mineralgemisch zum Ausgleich von Massendefiziten: Das nachfolgend beschriebene Mineralgemisch darf nur für den Ausgleich potenzieller Massendefizite eingesetzt werden.

Grundsätzlich darf ausschließlich volumenkonstantes, nicht schrumpf- und quellfähiges sowie verdichtungsfähiges Material eingebaut werden. Holz, Plastik, bindige Böden, organische Böden sowie Gips, etc. dürfen daher nicht eingebaut werden.

Es darf ausschließlich Material eingebaut werden, welches der ZTV A-StB Verdichtbarkeitsklasse V 1 zugehörig ist (V1-Material, max. Lagenmächtigkeit 30 cm).

Die zulässigen Materialien werden gutachterlicherseits auf diejenigen der nach DIN 18 196 entsprechenden Bodengruppen GW, GI, SW und SI beschränkt. Das verdichtungsfähige und volumenkonstante Material darf maximal einen bindigen Anteil von 5 % aufweisen (Frostempfindlichkeitsklasse F 1). Der organische Anteil des Einbaumaterials darf 2-Massen% nicht überschreiten. Zudem darf EBV BM-0 nicht überschreiten.

Vorgesehenes Einbaumaterial sollte mit dem IB KLEEGRÄFE im Vorfeld hinsichtlich der geforderten bodenmechanischen Leistungen abgestimmt werden. Das eingebaute Material ist auf $D_{Pr} > 100$ % Proctordichte zu verdichten. Die Lagenmächtigkeit sollte 0,3 m nicht überschreiten. Auf Oberkante sollte ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 70-80$ MPa nachgewiesen werden.

Gründungsempfehlung Nichtunterkellerung: Aufgrund der notwendigen Oberbodenentfernung und der angenommenen Höherlegung der OKFF existiert ein deutliches Massendefizit zwischen UK Bodenplatte und freigelegtem Erdplanum (s.o.).

Dieses Massendefizit kann bis 0,3 m unterhalb der UK-Bodenplatte verdichtungsfähigem und chemisch geeignetem V1-Material aufgebaut werden. Die 'letzten' 30 cm sollen mit Güteschotter aufgebaut werden. Der Schotter kann in einer Lage und das V1-Material in zwei Lagen eingebaut werden (max. Lagenstärke: 30 cm). Idealerweise wird dieser Massendefizitaufbau als Tragschicht für eine lastabtragende Bodenplatte genutzt.

Empfohlen wird aufgrund des relativ mächtigen Massendefizitaufbaus ('Sowieso-Kosten') eine Gründung über eine **bewehrte Bodenplatte**.

Bei der u.g. Berechnung wird von einem Mindest-Güteschotterunterbau von 30 cm zzgl. eines lagenweise verdichteten Massendefizitaufbau aus verdichtungsfähigem V1-Material ausgegangen. Vor Materialaufbau sollte auf das freigelegte Erdplanum (Feinsand) flächendeckend ein Geotextil aufgelegt werden (Güte: GRK 3).

Potenzielle Auffüllungen und Auflockerungen müssen aufgenommen oder vom Bodengutachter gründungstechnisch freigegeben werden.

Die ausreichende Verdichtung des Gründungsplanums sollte mittels Verdichtungsüberprüfung (Plattendruckversuche) vor Gründung kontrolliert werden (Forderung auf OK Schotter: $E_{v2} \geq 80$ MPa, in Abhängigkeit der statischen Forderungen).

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

Es werden die bodenmechanischen Eingangsparameter (siehe Tabelle 8), das relevante Schichtmodell (mind. 30 cm Güteschotter über V1-Material über feinsandigen Fluviatilablagerungen) sowie orientierende Setzungsberechnungen zwecks Erhaltung eines Eingangs-Bettungsmoduls geliefert.

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

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

Es ist jeweils im Rahmen der Einzelbaumaßnahmen zu überprüfen, ob die den Setzungsberechnungen zugrunde gelegten Annahmen zutreffen.

Als Unterbau wird der o.g. Aufbau angesetzt. Bei der Berechnung wird ein abgesenkter Wasserstand von 0,5 m u. Aushubsohle berücksichtigt.

Die charakteristische Beanspruchung des Baugrundes wird auf $\sigma_{E,k} = 140$ kN/m² geschätzt. Die Ergebnisse der Berechnungen sind der Tabelle 12 zu entnehmen.

Die angegebene charakteristische Beanspruchung sollte ohne ergänzende Detailuntersuchungen nicht überschritten werden.

| Charakt. Beanspruchung $\sigma_{E,k}$ / Unterbau | 'Ersatzfläche' | Setzung s | Bettungsmodul k_s |
|---|----------------|------------|------------------------------|
| $\sigma_{E,k} = 140$ kN/m ² mind. 30 cm Güteschotter + ca. 40 cm V1-Material + Geotextil | 1,0 x 12,0 m | ca. 1,1 cm | 12,6 MN/m³ |

Tabelle 12: orient. Setzungsberechnung (Nichtunterkellerung)

Trockenhaltung der Bauwerke: Eine Wasserbeeinflussung der Bodenplatte wird bei der empfohlenen deutlichen Heraushebung von 0,30 m gegenüber der aktuellen GOK nicht erwartet. Bei Verwendung von Güteschotter in o.g. Stärke fungiert genannte

Schüttung zudem als kapillarbrechender Sohlenunterbau. Die Frostschuttschürze sowie potenzielle Fundamente unterliegen einer periodischen Grundwasserbeeinflussung. Dies ist bei der Betonauswahl zu berücksichtigen (Stichwort: Expositionsklassen).

DIN 18 533-Lastfall: **Wassereinwirkungsklasse W2.1-E**

b) Gründungsempfehlung Unterkellerung: Angeraten wird eine Gründung über eine **bewehrte Bodenplatte** auf dem halbfesten-festen bis festen Tonmergelstein. Als Unterbau wird eine ca. 15 cm starke Schotterlage ausreichen. Durch die Bodenlösung vorhandenes Lockermaterial ist aufzunehmen. Sollten Verwitterungsbildungen innerhalb einer Teilbaugrube / eines Teilbaufeldes stellenweise bis in die für eine Unterkellerung relevanten Teufen reichen, so wird dort eine Tieferführung (Beton oder Schotter) bis auf gleichartige und tragfähige Gründungsverhältnisse notwendig. Aufgeweichte bindige Böden sind zu entfernen und gegen Beton oder alternativ gegen Schotter (lagenweiser Einbau) auszutauschen.

Ausgehend von der häufigen Untergrundwasserbeeinflussung wird die KG-Errichtung/-Abdichtung gem. DIN 18 533 (Wassereinwirkungsklasse W 2.1-E bzw. ggf. W2.2-E (je nach Einbindetiefe)) angeraten.

Sinnvoll ist eine ingenieurgeologische Abnahme des Gründungsplanums, um u.U. die o.g. orientierenden Hinweise anzupassen.

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

Es werden die bodenmechanischen Eingangsparameter (siehe Tabelle 9), das relevante Schichtmodell sowie orientierende Setzungsberechnungen zwecks Erhaltung eines Eingangs-Bettungsmoduls geliefert. Diese Setzungsberechnungen dienen lediglich der Gewinnung eines Eingangs-Bettungsmoduls und müssen durch die FEM spezifiziert werden.

Bei g.g. orientierenden Setzungsberechnungen mit dem Programm GGU-Footing zwecks Erhaltung des Eingangsbettungsmoduls wird eine ‘Ersatzfläche’ angesetzt (12 x 1 m). G.g. Länge von 12 m stellt die angenommene längste Wandscheibe dar. Es ist jeweils im Rahmen der Einzelbaumaßnahmen zu überprüfen, ob die den Setzungsberechnungen zugrunde gelegten Annahmen zutreffen. Es wurde das Programm GGU-FOOTING eingesetzt.

Als Unterbau wird ein Schotterpaket der Stärke von mind. 15 cm angesetzt (keine Aufweichungen; kein Lockermaterial). Die charakteristische Beanspruchung des

Baugrundes wird auf $\sigma_{E,k} = 175 \text{ kN/m}^2$ geschätzt. Die Ergebnisse der Berechnungen sind der Tabelle 12 zu entnehmen.

Die angegebene charakteristische Beanspruchung sollte ohne ergänzende Detailuntersuchungen nicht überschritten werden.

| Charakt. Beanspruchung $\sigma_{E,k}$ / Unterbau | ‘Ersatzfläche’ | Setzung s | Bettungsmodul k_s |
|---|----------------|-------------|------------------------------|
| $\sigma_{E,k} = 175 \text{ kN/m}^2$ mind. 15 cm Güteschotter | 1,0 x 12,0 m | ca. 0,88 cm | 20,0 MN/m³ |

Tabelle 12: orient. Setzungsberechnung (Unterkellerung)

Trockenhaltung der Gebäudebauwerke / Betonqualität (Unterkellerung): Die Unterflurbauteile unterliegen einer periodischen Feuchte- bis Nässebeeinflussung (Stau-, Schicht- und Hangwasser). Dies ist bei der Betonauswahl zu berücksichtigen (Stichworte: Expositionsklassen).

DIN 18 533-Lastfall: **‘Wassereinwirkungsklasse W2.1-E’** (bei tieferer Einbindung ggf. W2.2-E)

Allgemeine Hinweisgebungen:

Arbeitsraumverfüllung: Die Verfüllung von Arbeitsräumen/Massendefiziten und die Herstellung von Arbeitsflächen sollte lagenweise mit einem verdichtungsfähigen Mineralgemisch erfolgen, welches der ZTV A-StB Verdichtbarkeitsklasse V 1 zugehörig ist (V1-Material, max. Lagenmächtigkeit 30 cm).

Die zulässigen Materialien werden gutachterlicherseits auf diejenigen der nach DIN 18 196 entsprechenden Bodengruppen GW, GI und SW beschränkt. Das verdichtungsfähige und volumenkonstante Material darf maximal einen bindigen Anteil von 5 % aufweisen (Frostempfindlichkeitsklasse F1). Der organische Anteil des Einbaumaterials darf 2-Massen% nicht überschreiten.

Vorgesehenes Einbaumaterial sollte mit dem IB KLEEGRÄFE im Vorfeld hinsichtlich der geforderten bodenmechanischen Leistungen abgestimmt werden. Das eingebaute Material ist auf $D_{Pr} > 100$ % Proctordichte zu verdichten. Die Lagenmächtigkeit sollte 0,3 m nicht überschreiten. Auf Oberkante sollte ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 80$ MPa nachgewiesen werden.

Geotextil: Vor dem Auftragen von Schotter als Bodenplattenunterbau sollte die Auflage eines Geotextils erfolgen (Vorschlag: Geotextilrobustheitsklasse GRK 3, mechanisch verfestigt, Flächengewicht ≥ 150 g/m², Stempeldurchdruckkraft $F_{P,5\%} \geq 1,5$ kN; Bemessungsfall AS 3/AB 2). Durch das Geotextil erfolgt eine Trennung von Erdplanum und aufzubringendem Schotter, was die Verdichtungsfähigkeit und Langlebigkeit des darüber aufzubauenden Schotterpolsters nachweislich erhöht.

Bodenplattenunterbau: Der angeratene Bodenplatten-Unterbau sollte aus einem gütegeprüften Mineralgemisch bestehen (Güteschotter, z.B. 0/45 mm HKS-Kalksteinschotter, gebrochen, Mindestgüte 'Frostschuttschicht'; stark durchlässig, kf-Wert $\geq 10^{-4}$ m/s). Der Schotter sollte nach den 'Technischen Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau - Ausgabe 2004' (TL Gestein-StB 04/23) zertifiziert sein. Das Material sollte von der Bauleitung anhand der Lieferscheine kontrolliert werden. Es darf keinesfalls schrumpf- oder quellfähiges Material verwendet werden. Der Güteschotter ist lagenweise aufzutragen und ordnungsgemäß zu verdichten. Die Verdichtung sollte mit einem Verdichtungsgrad von $D_{Pr} = 100$ % erfolgen. Es ist auf den Druckausbreitungswinkel zu achten (45°).

Ingenieurgeologische Abnahme: Nach Freilegung des Erdplanums (Bodenplattenbereich) sollte eine ingenieurgeologische Abnahme erfolgen, um die exakten Bodenverhältnisse zu bestimmen sowie die vorgeschlagenen Gründungsmaßnahmen den konkreten Verhältnissen anzupassen. Insbesondere ist die

ausreichende Lagerungsdichte der Böden zu überprüfen. Ggf. sind angepasste Maßnahmen vorzunehmen. Bei der Ausführung der Gründungsarbeiten sind die örtlichen Baugrundverhältnisse auf Übereinstimmung mit den Voruntersuchungen zu überprüfen.

Höhengleiche Gründung Gewerbegebäude und Nachbargebäude (Wohnhaus/Garage): Bei Anbindung von Nebengebäuden an ein Wohnhaus wird eine Fugentrennung und höhengleiche Gründung notwendig.

Sollte ein Plangebäude unterkellert und das Nebengebäude ohne Unterkellerung geplant werden, muss im Anbindebereich eine abgetreppte Fundamenttieferführung der Streifenfundamente eine höhengleiche Gründung gewährleisten. Seitliche Lasteinträge sind zu vermeiden oder von statischer Seite zu prüfen und konstruktiv zu berücksichtigen.

Bei einer Plattengründung der Garage muss im Anbindebereich eine tiefergeführte Betonscheibe bis UK Bodenplatte WH reichen. Diese Betonscheibe darf keinen Kraftschluss zum WH besitzen und sollte einen gleichartigen Unterbau wie die Platte des KG Wohnhaus erhalten.

Ebenfalls wird bei einer Plattengründung der Garage eine Frostschutzschürze bis 0,8 m u.GOK notwendig (s.o.). Potenzielle Fundamente müssen bis auf diese Tiefe geführt werden.

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

Frostsicherheit: Bei einer Unterkellerung ist die Frostsicherheit gewährleistet. Bei einer Nichtunterkellerung der Wohngebäude sowie für Garagen wird ggf. der Einbau gebäudeumlaufender Beton-Frostschutzschürzen bis mind. 0,80 m unter zukünftiger Außen-GOK angeraten. Sofern unterhalb der Bodenplatte ein nachweislich frostsicheres Material bis mind. 0,80 m u. GOK eingebaut wurde, so kann auf zusätzliche Frostschutzschürzen verzichtet werden.

Die Frostsicherung muss auch für Garagenanlagen berücksichtigt werden.

Wiedereinbaufähigkeit anfallender Böden: Organische (und bindige) Böden sind zunächst nicht wiedereinbaueeignet. In Bereichen zukünftiger Straßen- oder Wegenutzung und Stellplatznutzung sowie setzungsempfindlichen Bereichen sollte ein verdichtungsfähiges Mineralgemisch eingebaut werden.

Ist davon auszugehen, dass Bereiche einer reinen Gartennutzung ohne Wege- und Gebäudebau unterliegen, so kann auch ausgehobenes organisches (und bindiges) Material dort wiederverfüllt werden. In diesem Fall ist mit Nachsackungen zu rechnen,

welche nachgearbeitet werden müssen. Das deutliche Staunäsepotenzial bindiger Böden ist in diesem Fall ggf. landschaftsgärtnerisch zu beachten.

Im Geogen-Bereich der Bohrungen konnte ein BM-0-Material (Geogen) nachgewiesen werden. Die Fluviatilsande, welche die Anforderungen an V1-Material erfüllen können demnach zum Massendefizitausgleich wiederverwendet werden. Das untersuchte Auffüllungs-Material (BM-F3) ist vor Ort nicht wiedereinbaueeignet und muss anderwärtig dem Wiedereinbau zugeführt werden.

6.2 Kanalbau

Im Zuge der Erschließung des Baugebietes wird die Installation von getrennten Regen- und Schmutzwasserkanälen geplant / vorgesehen. Dem IB KLEEGRÄFE liegen keine Informationen über geplante Ausbautiefen oder Durchmesser der Kanäle vor. Daher wird im Folgenden von Annahmen ausgegangen. Die Sohltiefe des Schmutzwasserkanals (SW-Kanal) wird typischerweise bei 2,0-2,5 m u. GOK angenommen. Der Regenwasserkanal (RW-Kanal) wird demgegenüber deutlich flacher bei typischerweise ca. 1,5-2,0 m u. GOK angenommen.

Es folgen Hinweisgebungen zum Einbau von Steinzeug- (o.ä.), PVC- und Betonrohren. Sollten diesbezüglich konkrete/geänderte Planunterlagen vorliegen wird um Mitteilung zwecks eventueller Empfehlungsanpassung gebeten.

Boden- und Grundwasserverhältnisse Plankanäle: Bei einer angenommenen Verlegetiefe der Kanäle (SW- und RW-Kanal) von ca. 1,5 m bis 2,5 m u. GOK stehen überwiegend mitteldicht (bis lokal dicht) gelagerte enggestufte an. Dieser Profildbereich wird von Böden der Bodenklasse 3-4 bzw. des Homogenbereiches ERD 1 geprägt ('Löffelbaggereinsatz'). Es werden nach aktuellem Stand keine Bodenverbesserungen notwendig, jedoch ist darauf hinzuweisen, dass die vorliegenden enggestuften Sande eine gewisse Verdichtungsunwilligkeit aufweisen. Sollten Nachverdichtungen nötig werden, müsste dafür ein Aufbringen einer verdichtbaren Schicht erfolgen.

Bei den zu erreichenden Aushubtiefen wird mit einer je nach Witterungsbedingen permanenten Grundwasserbeeinflussung der Kanalgräben/Schachtbauwerke gerechnet.

Für den Faktor 'Auftrieb' ist rechnerisch ein Grundwasseranstieg bis zur lokalen aktuellen Geländeoberkante heranzuziehen (siehe Bemessungswasserstand).

Hinweisgebungen zum Kanalbau

Zeitliche Durchführung der Tiefbau- und Gründungsarbeiten: Die Auskofferungs- und Gründungsarbeiten sollten möglichst während einer trockenen Wetterlage/-periode im Sommer durchgeführt werden. In niederschlagsintensiven Perioden ist mit einem deutlich geringen Grundwasserflurabstand zu rechnen.

Wasserhaltung: Grundsätzlich muss Grundwasser bis mind. 0,5 m unter Aushubsohle abgesenkt werden. Unter Hinzuziehung des Rohraufagers (bei Rohren ohne 'Fuß': ca. 0,20 m) ergibt sich - die Verhältnisse der Stichtage zugrunde gelegt - folgende mögliche Absenkhöhe: ca. 2,5 m (bei angenommener Sohlentiefe von 2,50 m u. akt. GOK).

Bei den vorliegenden Bodenverhältnissen (enggestufter Mittel-/Feinsand) bietet sich die Absenkung durch ein Vakuumverfahren an (**vorlaufende Vakuum-Filter-Spüllanzen**). Je nach benötigter Absenktiefe wird eine Einbindung der Lanzen in den mindestens steifen Verwitterungston notwendig, weswegen auch der Einsatz von Vakuum-Bohrlanzen benötigt werden kann. Es sollte hierfür eine Firma beauftragt werden, welche ausreichende Erfahrungen mit Vakuum-Grundwasserabsenkungen besitzt. Angeraten wird eine Probeabsenkung in einem kleineren Teilabschnitt hinsichtlich der Anwendungseignung.

Dem Anbieter sollte dieses Gutachten zur Verfügung gestellt werden. Er muss auf die deutliche Durchlässigkeit der untergrundprägenden Sande hingewiesen werden. Es sollten immer nur kurze Trassenabschnitte abgesenkt werden.

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

Es empfiehlt sich, vor Beginn der Baumaßnahme den Grundwasser-Flurabstand in anzulegenden Baggerschürfen und in dem 2024 errichteten Pegel zu aktualisieren, um u.U. die notwendigen Maßnahmen anzupassen.

Die absenkende Firma hat dafür Sorge zu tragen, dass die GW-Absenkung keine schädigenden Auswirkungen auf Bauwerke ausübt (Stichwort: Setzungsschäden).

Sowohl für die GW-Absenkung als auch für die Einleitung der bei der GW-Absenkung anfallenden Wässer in den städtischen Kanal und/oder ein offenes Gewässer ist die Erlaubnis bei der Stadtverwaltung / Stadtwerken bzw. bei der Unteren Wasserbehörde zu beantragen.

Auftriebssicherheit: Aufgrund der Lage aller Kanäle im Grundwasserschwankungsbereich ist der Faktor Auftrieb bis zum Bemessungswasserstand zu berücksichtigen (siehe Kapitel 2.2).

Verbau / Böschungen: Nach DIN 4124 muss ab Baugrubenteufen > 1,25 m geböscht / verbaut werden. Das vorliegende Lockergestein kann im entwässerten Zustand unter einem maximalen Böschungswinkel von $\beta = 45^\circ$ geböscht werden. Böschungen sind mittels windgesicherter Folie vor Witterungseinflüssen zu schützen. Wassergesättigte Böden dürfen nicht geböscht werden und erfordern einen Verbau nach DIN 4124.

Vor allem im Straßenbereich wird ein Verbau zur Aushubminimierung empfohlen. Dort kann ein herkömmlicher Verbau nach DIN 4124 ('Normverbau' nach Wahl des AN) eingebracht werden. Es existiert weitgehend die Möglichkeit eines Verbaus der entwässerten Böden mit herkömmlichen 'Grabenverbauplatten'. Es sollten immer nur relativ kurze Trassenabschnitte geöffnet werden.

Schneidbestückung / Bodenlösung: Die Lösung der Böden im geplanten Kanalgraben sollte soweit wie möglich mit einem Löffelbagger mit sog. 'Schneidbestückung' erfolgen, um unnötige Auflockerungen zu vermeiden.

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

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

Als Regelausführung ist darin eine untere Bettungsschicht mit einer Mächtigkeit von mind. 100 mm bei herkömmlichen Bodenverhältnissen erforderlich. Ergänzend empfiehlt die ATV/DVWK-A 139 zwecks Vermeidung von Setzungen und Rohrschäden, dass die Bettungsschicht in Abhängigkeit vom Rohrdurchmesser grundsätzlich auf $a = 100 \text{ mm} + 1/10 \text{ DN}$ bei 'normalen' Böden bzw. auf $a = 100 \text{ mm} + 1/5 \text{ DN}$ bei felsigen Böden (DN in mm) erhöht wird.

In Abhängigkeit vom konkreten DN-Maß erhöht sich somit die Bettungsschichthöhe. Empfohlen wird vom AN bei den vorgefundenen Bodenverhältnissen (überw. mitteldicht gelagerter, enggestufter Mittel-/Feinsand) für die Gründung auf dem geogenen und organikfreien Sand in Abhängigkeit vom konkreten DN-Maß eine ca. 20 cm mächtige herkömmliche verdichtungsfähige Bettungsschicht (Rohraufleger). Die Sande sollten

nicht ohne Auflage von Schotter nachverdichtet (Stichwort: verdichtungsunwillige SE-Sande) werden.

- Bei vorgesehenen Rohrdurchmessern (ca. DN200 bis ca. DN400) ist bei Betonrohren eine Bettung aus verdichtungsfähigem Material mit einem Größtkorn von < 40 mm herzustellen (z.B. 0/32 mm Güteschotter).
- Bei PVC- oder Steinzeugrohren muss 0/8 oder 0/16 mm Rundkorn als untere und obere Bettung eingebaut werden.

Das eingebaute Material muss ordnungsgemäß verdichtet werden (Verdichtungsgrad: > 97 % Proctordichte).

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

Der Sohlbereich sollte ingenieurgeologisch abgenommen werden. Hierbei ist die Notwendigkeit des ergänzenden Einbaus einer Stabilisierungsschicht unterhalb der Bettungsschicht zu spezifizieren. Der Aushub sollte mit 'Schneidbestückung' erfolgen, um unnötige Auflockerungen zu vermeiden.

Grundsätzlich sind Aufweichungen, Auffüllungen und potenzielle organische Böden nach Aushub aufzunehmen und gegen Schotter auszutauschen.

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

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

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

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

Bei Unklarheiten hinsichtlich der Wiedereinbaueignung sollte der Bodengutachter hinzugezogen werden.

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

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

Wiedereinbaueignung von Böden: Aushubböden dürfen nur bei physikalischer und chemischer Eignung wieder eingebaut werden. Dies ist nachzuweisen. Es sollten nur chemisch unbedenkliche, volumenkonstante und verdichtungsfähige Böden in lastabtragenden Bereichen wieder eingebaut werden.

Der Geogensand kann aufgrund der nachgewiesenen chemischen Unbedenklichkeit für einen Wiedereinbau vor-Ort vorgesehen werden (siehe Kap. 4). Bei Aufnahme von Sand sollte dieser aufgrund seiner engen Stufung vor Wiedereinbau mit Schotter vermengt oder in sog. 'Sandwich'-Bauweise in Wechsellagerung mit Schotter eingebaut werden. Ziel ist die Herstellung einer ausreichenden Verdichtungseignung.

6.3 Straßenbau

Planung: Es wird eine Wohnstraße innerhalb des Baugebietes zu errichten sein (siehe Anlage 1.1 Lageplan).

Infolge der Rahmenbedingungen (geringer Grundwasser-Flurabstand) erfolgt u.U. eine Geländeaufhöhung gegenüber der aktuellen GOK. Entsprechend muss die OK der Planstraßen angepasst werden.

Zugrundeliegende Richtlinie: 'Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen' - **RStO 12/24** (FGSV - Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Infrastrukturmanagement, Ausgabe 2012, Fassung 2024).

Einstufung Belastungsklasse (Annahme): Angaben zu den Belastungsklassen liegen nicht vor. Nach der RStO 12/24 ist die zu errichtende Straße vermutlich der Belastungsklasse 'Wohnstraße' (**Bk0,3**) zugehörig.

Sollte die Einstufung der Belastungsklasse nicht zutreffen, wird um Rückmeldung zwecks Empfehlungsanpassung gebeten.

Die Oberflächenbefestigung der Fahrstraße wird analog zur derzeitigen Situation in Schwarzdeckenbauweise angenommen. Aufgrund der zahlreichen Höhenzwangspunkte ist der Ausbau +/- höhengleich zum jetzigen Bestand überaus wahrscheinlich.

Bei diesbezüglichen Planungsänderungen wird um Mitteilung gebeten, um die folgenden Hinweisgebungen aktualisieren/anzupassen zu können.

Verhältnisse auf Planum: Das Erdplanum wird von enggestuften Sanden geprägt, die z.T. einen schwachen Feinkornanteil führen sowie im oberen Bereich eine leichte Humifizierung aufweisen. Die geogenen Sande können einheitlich der Frostempfindlichkeitsklasse F 1 (‘nicht frostempfindlich’) zugeordnet werden. Auf Grundlage der Untersuchungsergebnisse und mit der Voraussetzung, dass zu einer eventuellen Geländeanhöhung nachweislich frostsicheres Material Verwendung findet, kann die für den Entfall der Frostschuttschicht geforderte durchgehende Vorlage von F 1 - Boden bis in 1,2 m unter GOK verifiziert werden. Nach der ZTVE-StB sind Frostschutzmaßnahmen somit grundsätzlich nicht erforderlich. **Ausgangswert ist somit eine Stärke des frostsicheren Oberbaus von 34 cm** im Bereich der Fahrstraße.

Mehr-/Minderdicken gem. Tabelle 7 RStO 12/24: Das Areal wird in die Frosteinwirkungszone I gestellt. Es ergibt sich keine Notwendigkeit einer diesbezüglichen ‘Mehrdicke’. Kleinräumige Klimaunterschiede werden nicht berücksichtigt.

Nach den ‘Wasserverhältnissen im Untergrund’ ergibt sich nach der RStO 12/24 eine Notwendigkeit des Zuschlags einer ‘Mehrdicke’ von 5 cm, da ‘Grund- oder Schichtenwasser dauernd oder zeitweise höher als 1,5 m unter Planum’ anzunehmen ist.

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

Angenommen werden bei dem Endausbau Entwässerungseinrichtungen (über Abläufe und Rohrleitungen). Diesbezüglich kann eine Minderdicke geltend gemacht werden.

| Faktor | Mehr-/Minderdicke |
|---|-------------------|
| Frosteinwirkungszone I | +/- 0 cm |
| ´Grund- oder Schichtenwasser dauernd oder zeitweise höher als 1,5 m unter Planum´ | + 5 cm |
| Lage der Gradienten | +/- 0 cm |
| Entwässerungseinrichtungen Abläufe / Rohrleitungen | - 5 cm |
| Summe Mehr-/Minderdicken | +/- 0 cm |

Tabelle 13: Mehr-/Minderdicken nach RStO 12/24

Die Dicke des frostsicheren Straßenaufbaus muss, vorbehaltlich örtlicher Erfahrungswerte, nach der RStO 12/24 folgende Mindeststärke aufweisen, wobei die g.g. Mehr-/Minderdicken bereits eingerechnet sind.

➤ **Fahrstraße Bk0,3: 34 cm**

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

Wasserhaltung: Grundwasser konnte am Untersuchungstag bei i.M. 0,65 m unter örtlicher GOK angetroffen werden. Bei den angetroffenen Feuchtezuständen handelt es sich nicht um Höchststände und es besteht ein Anstiegspotenzial. Aufgrund der Gewässernähe ist eine Grundwasserbeeinflussung des Trassen- / Aushubbereichs dennoch nicht vollkommen auszuschließen.

Bei Verhältnissen wie am Untersuchungstag wird die Vorhaltung bzw. der Einsatz einer ´offenen Wasserhaltung´ ausreichenden sein um ggf. anfallende Niederschlagswässer auffangen und abführen zu können.

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

´Zahnbestückung´ / ´Schneidbestückung´: Die Lösung der hangenden Auffüllungen muss vermutlich mit einem Bagger mit Zahnbestückung erfolgen. Die Herstellung des Feinplanums (bzw. Planum der Untergrundverbesserung, s.u.) sollte mit einem Löffelbagger mit sog. ´Schneidbestückung´ erfolgen, um unnötige Auflockerungen zu vermeiden.

Geotextil/Geogitter: Im gesamten Trassenbereich sollte auf dem Erdplanum zunächst die flächige Auflage eines Geotextils erfolgen wodurch die Verdichtungsfähigkeit des darüber einzubauenden Schotters nachweislich erhöht wird. Auf das Geotextil kann anschließend Schotter zur Untergrundverbesserung aufgebracht werden (Überlappung: 20-30 cm, seitlicher Überstand: 50 cm).

Sinnvoll erscheint der Einbau eines Geotextils der **Geotextilrobustheitsklasse GRK 5** (mechanisch verfestigt, Flächengewicht >150 g/m²; Stempeldurchdrückkraft > 1,5 kN).

Werden beim Aushub auf dem Erdplanum **organische Böden** festgestellt sollte in diesen Bereichen zur Bewehrung des Oberbaus die Auflage eines Geogitters angedacht werden oder gegen verdichtbares, frostsicheres Material ausgetauscht werden. Details hierzu sollten im Zuge einer ingenieurgeologischen Abnahme des Erdplanums festgelegt werden.

Material: Das Mineralgemisch / Material der Untergrundverbesserung ('Schotter') sollte aus einem gütegeprüften Mineralgemisch bestehen. Der Schotter sollte nach den 'Technischen Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau - Ausgabe 2004, Fassung 2023' (TL Gestein-StB 04/23) zertifiziert sein (Mindestgüte Frostschutzschicht).

Dies sollte von der Bauleitung anhand der Lieferscheine kontrolliert werden. Es darf keinesfalls schrumpf- oder quellfähiges Material verwendet werden. Die Schotterverdichtung sollte mit einem Verdichtungsgrad von $D_{Pr} = 100\%$ erfolgen. Es ist auf den Druckausbreitungswinkel zu achten (Schotter: 45°). Die Einbaustärke einzelner Lagen sollte 30 cm nicht überschreiten.

Verdichtungsüberprüfungen und Unterbauverbesserung: Auf dem Erd- und Schotterplanum ist das je nach RStO 12/24-Bauweise geforderten Verformungsmodul durch statische Verdichtungsüberprüfungen (statische Lastplattendruckversuche gem. DIN 18 134) nachzuweisen.

Die RStO 12/24 setzt auf dem Erdplanum ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45$ MPa voraus. Auf den vorliegenden Erdplanumsböden (SE-Sande → 'verdichtungsunwillig') ist davon auszugehen, dass vorgenannter Verformungsmodul weitestgehend vermutlich aufgrund lösungsbedingter Auflockerungen nicht vollflächig erreicht werden kann.

Untergrundverbesserungen sollten daher vorab für 100 % der Gesamttrasse einkalkuliert werden.

Die vorzunehmenden Verbesserungen sind abhängig von den tatsächlichen Verhältnissen auf Erdplanum. Bei gegebenen Verhältnissen wird erfahrungsgemäß eine

Untergrundverbesserung durch den Einbau einer ca. 15-20 cm starken Schotterlage ausreichend sein um o.g. Verformungsmodul auf dem Erdplanum zu erreichen. Die Einzubringende Untergrundverbesserung sollte vor Maßnahmenstart in einem Probefeld / Versuchsfeld konkretisiert werden. Im Zweifel ist der bodengutachter Hinzuzuziehen.

Verformungsmodul auf Schotterplanum: Auf dem Schotterplanum der Fahrstraße wird nach der RStO 12/24 ein Verformungsmodul von mindestens $E_{v2} = 100 \text{ MPa}$ (Belastungsklasse Bk0,3) gefordert. Die Verformungsmodulforderungen der RStO 12/24 sollten mittels statischen Lastplattendruckversuchen (gemäß DIN 18 134:2012-04) flächendeckend auf dem Schotterplanum nachgewiesen werden.

Wiedereinbaufähigkeit der anstehenden Böden: Anfallende geogene Aushubböden (SE-Sande) sind - ohne vorherige Bodenbehandlung - aus bodenmechanischer Sicht nicht in lastabtragenden Bereichen wiedereinbaufähig, da die erforderliche Proctordichte von $d_{pr} \geq 95 \%$ und Verformungsmodule von $E_{v2} \leq 45 \text{ MPa}$ vermutlich nicht erreicht werden können. Demnach werden die Verdichtungsanforderungen nach ZTVE-StB für einen Boden als Planum (für Fahrwege) hier nicht erfüllt.

In Bereichen zukünftiger Straßen-/Wegenutzung sowie setzungsempfindlichen Bereichen sollte daher ein verdichtungsfähiges und nachweislich frostsicheres Mineralgemisch (z.B. HKS 0/45, s.o.) anstelle der g.g. Böden eingebaut werden. Alternativ können die Sande ggf. im sog. 'Sandwichverfahren' (lageweise 'Schotterzwischenschichten') wieder eingebaut werden.

Errichtung / Straßenaufbau:

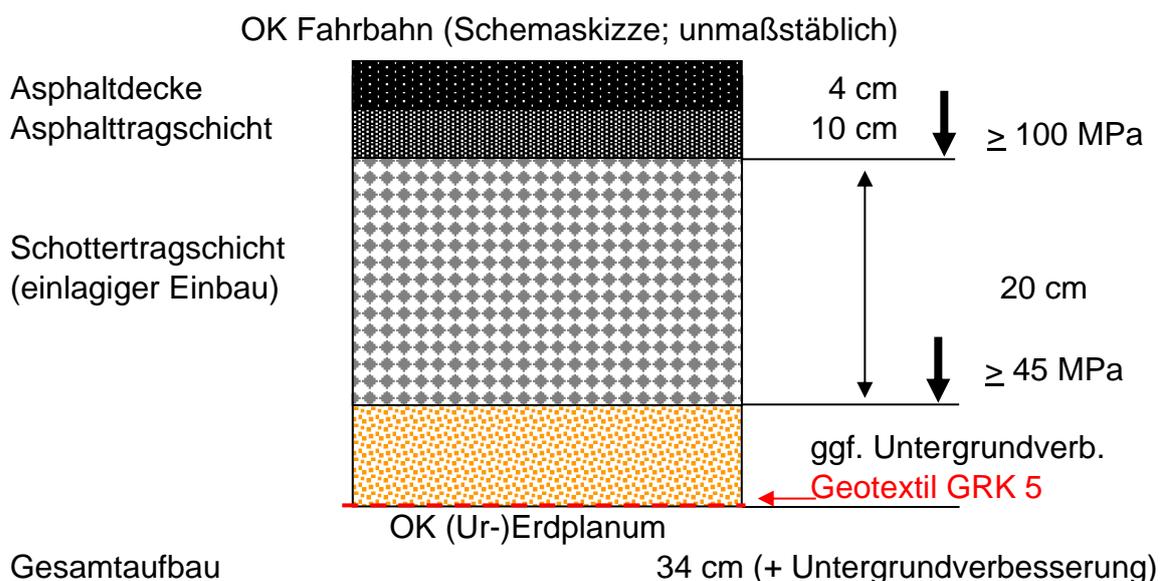
- Zunächst sollte ein Erdplanum bis mind. 0,34 m unter zukünftiger Straßen-Oberkante ausgehoben werden. Anfallende Aushubböden und Versiegelungen sind nach Kapitel 4 zu verwerten bzw. zu entsorgen. Ggf. müssen zusätzliche Mächtigkeiten an Mutterboden und/oder organikhaltigen Böden aufgenommen werden.
- Anschließend ist die Lagerungsdichte auf dem Erdplanums im Rahmen einer ingenieurgeologischen Abnahme zu begutachten bzw. die ggf. notwendige Untergrundverbesserung in einem Probefeld zu konkretisieren.
- Kann auf dem Erdplanum nicht das von der RStO 12/24 geforderte Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MPa}$ erreicht werden, sind die im Probefeld konkretisierten Maßnahmen zur Untergrundverbesserung durchzuführen (→ ggf. Bodenaustausch gegen Güteschotter).

- Vor dem aufbringen von Schotter als Untergrundverbesserung sollte ein Geotextil der GRK 5 auf dem Erdplanum aufgelegt werden.
- Im Bereich von organischen Böden auf dem Erdplanum muss ggf. auch die Auflage eines Geogitters zur Bewehrung des Oberbaus erfolgen.
- Auf dem Erdplanum / Planum der Untergrundverbesserung ist anschließend ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45$ MPa nachzuweisen.
- Folgend kann der frostsichere Straßenunterbau (20 cm Güteschotter) nach den Richtlinien der RStO 12/24 eingebaut werden.
- Auf dem Schotterplanum (Straßenunterbau) ist anschließend ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 100$ MPa nachzuweisen.
- Auf dem ausreichend verdichteten und frostsicheren Straßenunterbau können Asphalttragschicht und Asphaltdeckschicht nach den Richtlinien der RStO 12/24 aufgebaut werden.

Der weitere Oberbau-Aufbau der Verkehrsflächen hat nach der 'Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen' (RStO 12/24) zu erfolgen.

Ausführung des Oberbaus: Ein möglicher Aufbau - ohne konkrete Untergrundverbesserung - ist nachfolgend für die angenommene Belastungsklasse unmaßstäblich skizziert (nach RStO 12/24 Tabelle 8 sowie Tafel 1, Zeile 1 bzw. Bild 4):

Fahrbahn - Belastungsklasse Bk0,3



7. Anlagen

- Anlage 1.1: Lageplan (1:500)
- Anlage 2.1: Schichtendarstellung / Rammdiagramme
- Anlage 3.1: Korngrößenanalysen (Kornsummenkurven)
- Anlage 4.1: Wassergehaltsbestimmungen
- Anlage 5.1: Glühverlustbestimmungen
- Anlage 6.1: Ermittlung der Zustandsgrenzen (Fließ-/Ausrollgrenzen)
- Anlage 7.1: Chemische Analysenergebnisse MP Oberboden (EBV^{ergänzt})
- Anlage 7.2: Chemische Analysenergebnisse MP Auffüllungen (EBV^{ergänzt}/DepV)
- Anlage 7.3: Chemische Analysenergebnisse MP Geogen (EBV^{ergänzt}/DepV)
- Anlage 8.1: Fotodokumentation



Kleegräfe
- Geotechnik GmbH -

Dipl.-Ing. (FH) J. Kleegräfe
(Beratender Geowissenschaftler BDG / Geschäftsführer)



C. Flammang
(M. Sc. Phys. Geographie)



Verteiler: Gemeinde 59519 Lippetal, Bahnhofstraße 7
(z.Hd. Herrn Altemöller), pdf

ANLAGE 1.1

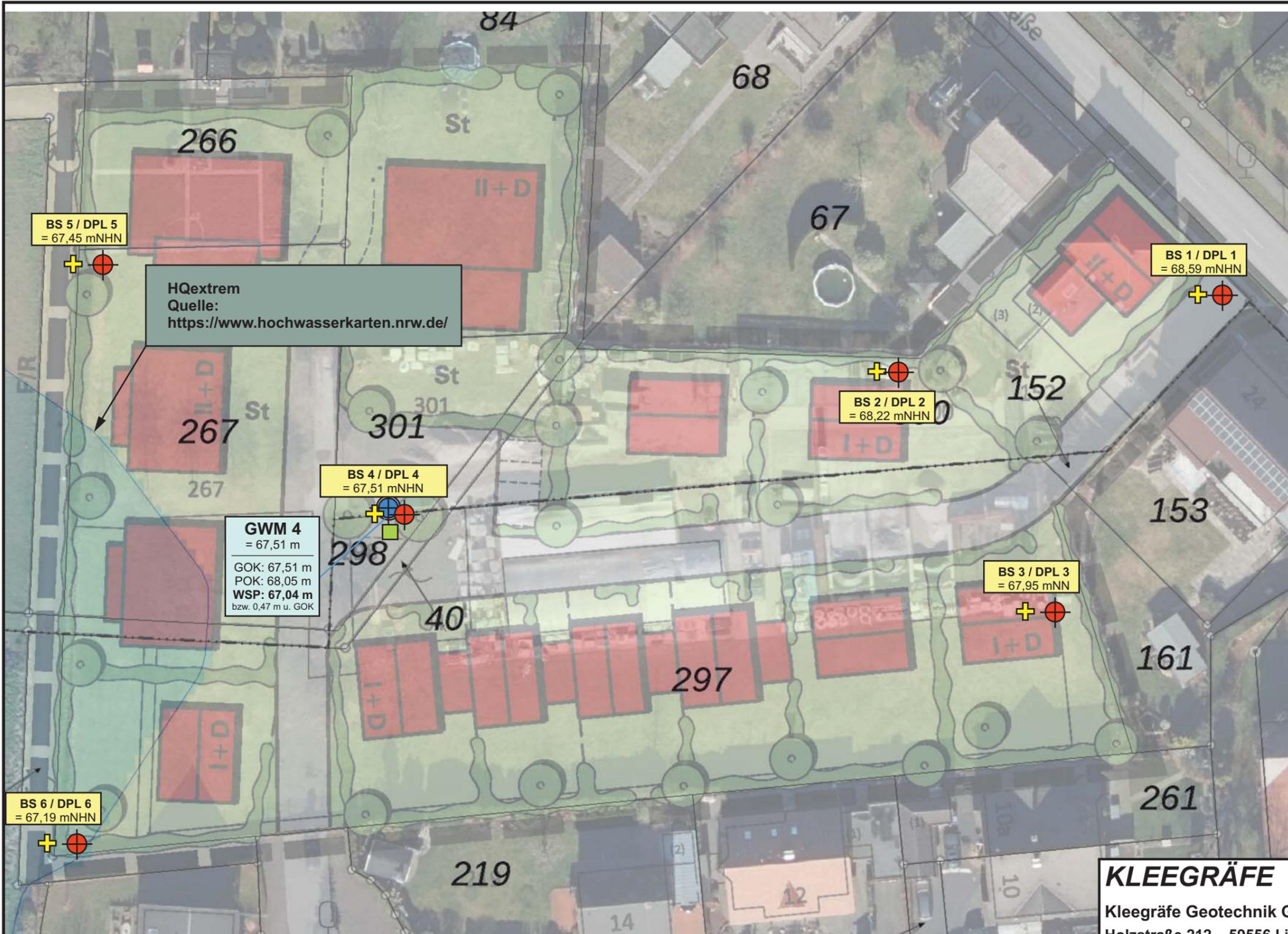
Lageplan (1:500)

Lippetal-Lippborg



Maßstab
1 : 500

5 m



Zeichenerklärung:

-  **BS** Rammkernsondierung gemäß DIN EN ISO 22475-1
-  **DPL** Rammsondierung gemäß DIN EN ISO 22475-1
-  **GWM** Grundwassermessstelle (Ø 2'')

KLEEGRÄFE

Kleegräfe Geotechnik GmbH

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



Kleegräfe Geotechnik GmbH
•Baugrund •Umwelt •Hydrogeologie

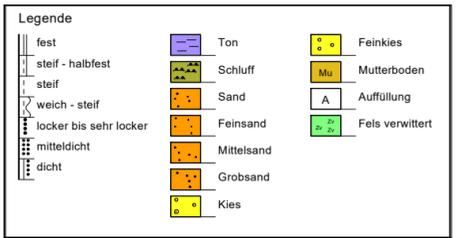
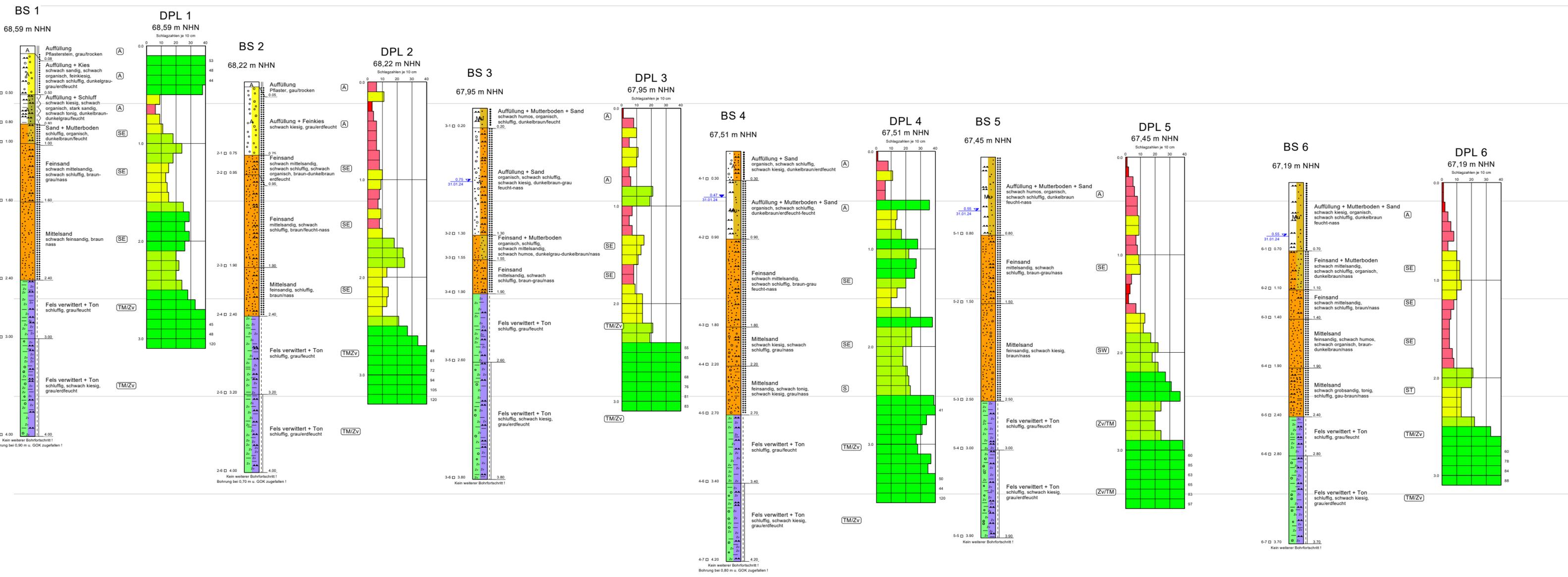
Lageplan

| | |
|---|-----------------------------|
| Maßnahme: Erschließung Baugebiet Hülst in Lippetal-Lippborg | Bearb.-Nr. 231204 |
| | A3 |
| - Baugrunderkundung / Gründungsberatung - | Anlage: 1 |
| | Blatt: 1 |
| Auftraggeber: Gemeinde Lippetal Bahnhofstraße 7 59510 Lippetal | 31.01.2024 |
| | Klee/Fla |
| | M. 1 : 500 |

ANLAGE 2.1

Schichtendarstellung / Rammdiagramme

m NHN
69.00
68.00
67.00
66.00
65.00
64.00



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

Schichtendarstellung

| | |
|--|--------------------|
| Maßnahme: Erschließung Baugelände in Lippetal-Lippborg | Bearb.-Nr.: 231204 |
| | Anlage 2.1 |
| - Baugrunderkundung / Gründungsberatung - | Geologe: Herr Wulf |
| Auftraggeber: Gemeinde Lippetal Bahnhofstraße 7 59510 Lippetal | Datum: 31.01.2024 |

ANLAGE 3.1

Korngrößenanalysen
(Kornsummenkurven)

Körnungslinie

Erschließung BG "Hülst"

in Lippetal-Lippborg

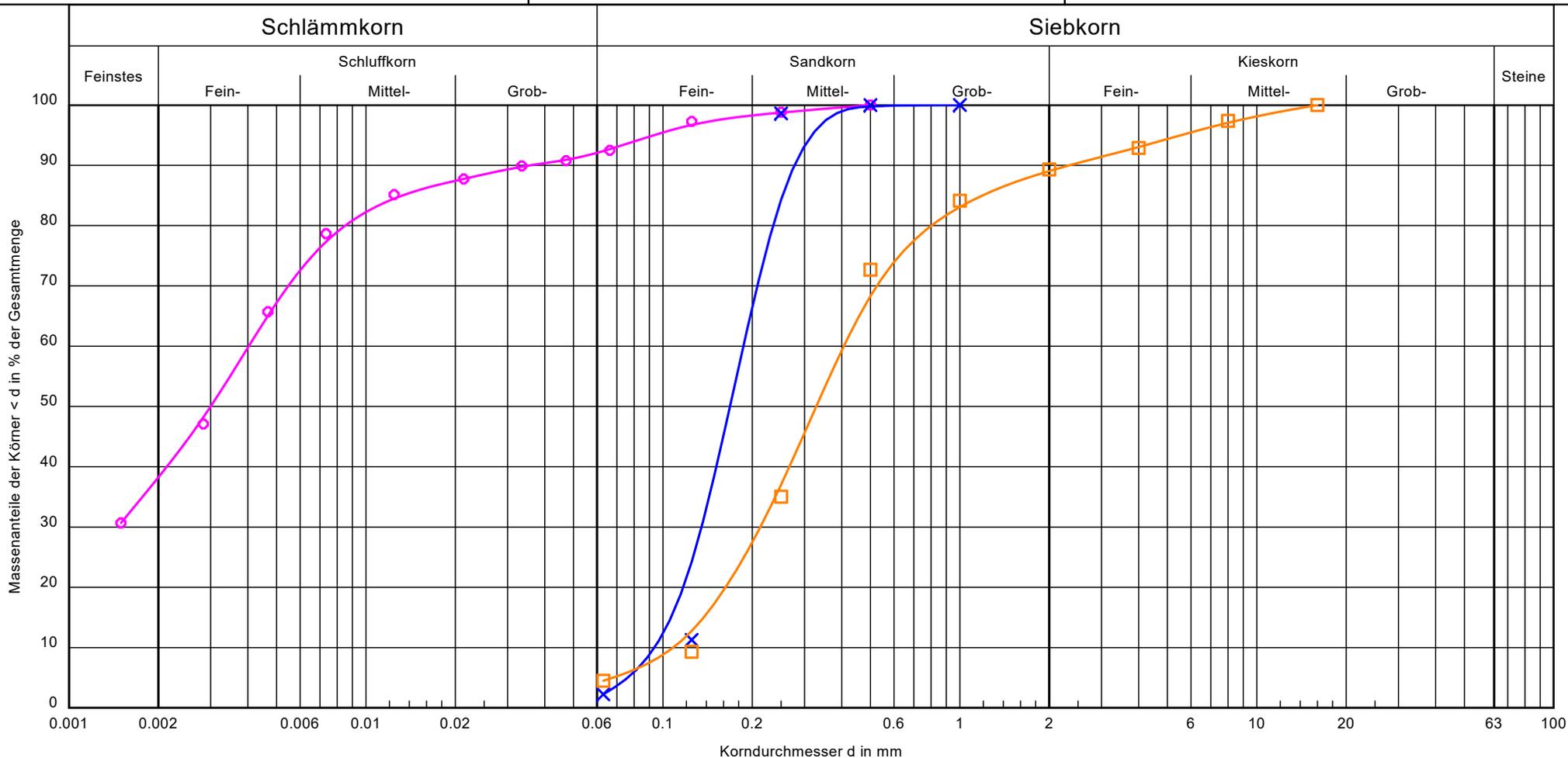
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Prüfungsnummern: 1/6, 3/4, 6/4

Proben entnommen am: 31.01.2024

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-Schlamm-Analysen



| | | | | |
|----------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| Bezeichnung: | Probe 1/6 | Probe 3/4 | Probe 6/4 | Bericht: 231204 Anlage: 3.1 |
| Bodenart: | U, \bar{t} , fs' | fS, mS | mS, fs, gs, fg' | |
| Tiefe [m]: | 2,40-3,00 m | 1,55-1,90 m | 1,40-1,90 m | |
| T/U/S/G [%]: | 38.2/54.1/7.6/- | -/2.3/97.7/- | -/4.5/84.5/11.0 | |
| kf-Wert [m/s]: | $<1,0 \times 10^{-9}$ (M&P) | $\sim 8,7 \times 10^{-5}$ (Beyer) | $\sim 1,0 \times 10^{-4}$ (Beyer) | |
| Cu/Cc: | -/- | 2.0/1.0 | 3.8/1.0 | |
| d10 [mm]: | - | 0.0934 | 0.1080 | |
| d20 [mm]: | - | 0.1169 | 0.1626 | |

Körnungslinie

Erschließung BG "Hülst"

in Lippetal-Lippborg
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Flammang

Datum: 04.06.2024

Prüfungsnummern: 1/6, 3/4, 6/4

Proben entnommen am: 31.01.2024

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-Schlamm-Analysen

Bezeichnung: Probe 1/6
 Bodenart: U, $\bar{\tau}$, fs'
 Tiefe [m]: 2,40-3,00 m
 T/U/S/G [%]: 38.2 / 54.1 / 7.6 / -
 kf-Wert [m/s]: $<1,0 \times 10^{-9}$ (M&P)
 Cu/Cc: -/-
 d10 [mm]: -
 d20 [mm]: -
 d10/d30/d60 [mm]: - / - / 0.004
 Siebanalyse:
 Trockenmasse [g]: 37.16
 Schlämmanalyse:
 Trockenmasse [g]: 36.15
 Korndichte [g/cm³]: 2.650
 Aräometer:
 Bezeichnung: Standard Aräometer
 Volumen Aräometerbirne [cm³]: 67.40
 Abstand 100-ml 1000-ml [mm]: 307.50
 Länge Aräometerbirne [cm]: 160.00
 Abstd. OK Birne - UK Skala [mm]: 9.20
 Meniskuskorrektur C_m / R'₀: 0.50 / 0.70
 d1 = 20.0 d2 = 40.0 d3 = 60.0 d4 = 80.0
 d5 = 100.0 d6 = 120.0 d7 = 140.0 mm

Siebanalyse

| Korngröße [mm] | Rückstand [g] | Rückstand [%] | Siebdurchgänge [%] |
|-------------------|------------------|------------------|--------------------|
| 0.5 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 0.25 | 0.45 | 1.21 | 98.79 |
| 0.125 | 0.56 | 1.51 | 97.28 |
| Schale | 36.15 | 97.28 | - |
| Summe | 37.16 | | |
| Siebverlust | 0.00 | | |

Schlämmanalyse

| Zeit [h] | Zeit [min] | R' _h [-] | R' _h + R ₀ R ₀ =C _m +R' ₀ [-] | Korngröße [mm] | T [°C] | H _r [mm] | η [-] | Durchgang [%] |
|-------------|---------------|------------------------|--|-------------------|-----------|------------------------|----------|------------------|
| 0 | 0.5 | 20.20 | 21.40 | 0.0663 | 19.7 | 116.89 | 1.01281 | 92.49 |
| 0 | 1 | 19.80 | 21.00 | 0.0472 | 19.7 | 118.49 | 1.01281 | 90.76 |
| 0 | 2 | 19.60 | 20.80 | 0.0335 | 19.7 | 119.29 | 1.01281 | 89.90 |
| 0 | 5 | 19.10 | 20.30 | 0.0213 | 19.7 | 121.29 | 1.01281 | 87.74 |
| 0 | 15 | 18.50 | 19.70 | 0.0124 | 19.7 | 123.69 | 1.01281 | 85.14 |
| 0 | 45 | 17.00 | 18.20 | 0.0073 | 19.9 | 129.69 | 1.00787 | 78.66 |
| 2 | 0 | 14.00 | 15.20 | 0.0047 | 20.3 | 141.69 | 0.99810 | 65.69 |
| 6 | 0 | 9.70 | 10.90 | 0.0028 | 21.0 | 158.89 | 0.98136 | 47.11 |
| 24 | 0 | 5.90 | 7.10 | 0.0015 | 20.3 | 174.09 | 0.99810 | 30.69 |

Körnungslinie

Erschließung BG "Hülst"

in Lippetal-Lippborg
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Flammang

Datum: 04.06.2024

Prüfungsnummern: 1/6, 3/4, 6/4

Proben entnommen am: 31.01.2024

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-Schlamm-Analysen

Bezeichnung: Probe 3/4
Bodenart: fS, m \bar{s}
Tiefe [m]: 1,55-1,90 m
T/U/S/G [%]: - / 2.3 / 97.7 / -
kf-Wert [m/s]: $\sim 8,7 \times 10^{-5}$ (Beyer)
Cu/Cc: 2.0/1.0
d₁₀ [mm]: 0.0934
d₂₀ [mm]: 0.1169
d₁₀/d₃₀/d₆₀ [mm]: 0.093 / 0.135 / 0.187
Siebanalyse:
Trockenmasse [g]: 199.82

Siebanalyse

| Korngröße [mm] | Rückstand [g] | Rückstand [%] | Siebdurch- gänge [%] |
|-------------------|------------------|------------------|-------------------------|
| 1.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 0.5 | 0.04 | 0.02 | 99.98 |
| 0.25 | 2.73 | 1.37 | 98.61 |
| 0.125 | 174.51 | 87.33 | 11.28 |
| 0.063 | 18.04 | 9.03 | 2.25 |
| Schale | 4.50 | 2.25 | - |
| Summe | 199.82 | | |
| Siebverlust | 0.00 | | |

Körnungslinie

Erschließung BG "Hülst"

in Lippetal-Lippborg
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Flammang

Datum: 04.06.2024

Prüfungsnummern: 1/6, 3/4, 6/4

Proben entnommen am: 31.01.2024

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-Schlamm-Analysen

Bezeichnung: Probe 6/4
 Bodenart: mS, fs, gs, fg'
 Tiefe [m]: 1,40-1,90 m
 T/U/S/G [%]: - / 4.5 / 84.5 / 11.0
 kf-Wert [m/s]: $\sim 1,0 \times 10^{-4}$ (Beyer)
 Cu/Cc: 3.8/1.0
 d10 [mm]: 0.1080
 d20 [mm]: 0.1626
 d10/d30/d60 [mm]: 0.108 / 0.213 / 0.407
 Siebanalyse:
 Trockenmasse [g]: 257.59

Siebanalyse

| Korngröße [mm] | Rückstand [g] | Rückstand [%] | Siebdurchgänge [%] |
|----------------|---------------|---------------|--------------------|
| 16.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 8.0 | 6.80 | 2.64 | 97.36 |
| 4.0 | 11.55 | 4.48 | 92.88 |
| 2.0 | 9.19 | 3.57 | 89.31 |
| 1.0 | 13.35 | 5.18 | 84.13 |
| 0.5 | 29.47 | 11.44 | 72.69 |
| 0.25 | 96.99 | 37.65 | 35.03 |
| 0.125 | 66.23 | 25.71 | 9.32 |
| 0.063 | 12.44 | 4.83 | 4.49 |
| Schale | 11.57 | 4.49 | - |
| Summe | 257.59 | | |
| Siebverlust | 0.00 | | |

ANLAGE 4.1
Wassergehaltsbestimmungen

Kleegräfe Geotechnik GmbH

Holzstraße 212
59556 Lippstadt

Bericht: 231204

Anlage: 4.1

Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

Erschließung BG "Hülst"

in Lippetal-Lippborg

- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Flammang

Datum: 06.06.2024

Prüfungsnummern: 1/6, 3/4, 6/4

Entnahmestellen: BS 1, 3, 6

Tiefe: 1,40-3,00 m (min.-max.)

Art der Entnahme: gestörte Proben

Proben entnommen am: 31.01.2024

| Probenbezeichnung: | Probe 1/6 | Probe 3/4 | Probe 6/4 | | | |
|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|--|--|--|
| Feuchte Probe + Behälter [g]: | 254.17 | 643.40 | 803.64 | | | |
| Trockene Probe + Behälter [g]: | 249.15 | 599.81 | 720.88 | | | |
| Behälter [g]: | 223.55 | 399.99 | 390.95 | | | |
| Porenwasser [g]: | 5.02 | 43.59 | 82.76 | | | |
| Trockene Probe [g]: | 25.60 | 199.82 | 329.93 | | | |
| Wassergehalt [%] | 19.61 | 21.81 | 25.08 | | | |

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

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

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

ANLAGE 5.1

Glühverlustbestimmungen

Kleegräfe Geotechnik GmbH

Holzstraße 212
59556 Lippstadt

Bericht: 231204

Anlage: 5.1

Glühverlust nach DIN 18 128

Erschließung Baugebiet "Hülst"

in Lippetal-Lippborg

- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Flammang

Datum: 05.06.2024

Prüfungsnummern: 1/3, 3/2, 3/3, 6/2, 6/4

Entnahmestelle: BS 1, BS 3 und BS 6

Tiefe: 0,20-1,90 m (min.-max.)

Art der Entnahme: gestörte Proben

Proben entnommen am: 31.01.2024

| Probenbezeichnung | Probe 1/3 | Probe 1/3 | Probe 1/3 | Probe 3/2 | Probe 3/2 | Probe 3/2 |
|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Ungeglühte Probe + Behälter [g] | 49.18 | 44.95 | 50.02 | 43.85 | 46.29 | 47.24 |
| Geglühte Probe + Behälter [g] | 48.67 | 44.50 | 49.48 | 43.45 | 45.89 | 46.84 |
| Behälter [g] | 28.73 | 26.78 | 28.36 | 26.33 | 27.03 | 27.58 |
| Massenverlust [g] | 0.51 | 0.45 | 0.54 | 0.40 | 0.40 | 0.40 |
| Trockenmasse vor Glühen [g] | 20.45 | 18.17 | 21.66 | 17.52 | 19.26 | 19.66 |
| Glühverlust [-] | 2.49 | 2.48 | 2.49 | 2.28 | 2.08 | 2.03 |

| Probenbezeichnung | Probe 3/3 | Probe 3/3 | Probe 3/3 | Probe 6/2 | Probe 6/2 | Probe 6/2 |
|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Ungeglühte Probe + Behälter [g] | 42.52 | 41.22 | 44.24 | 40.12 | 42.37 | 42.16 |
| Geglühte Probe + Behälter [g] | 42.27 | 41.00 | 43.82 | 39.41 | 41.67 | 41.56 |
| Behälter [g] | 25.83 | 26.09 | 29.35 | 25.30 | 27.26 | 26.50 |
| Massenverlust [g] | 0.25 | 0.22 | 0.42 | 0.71 | 0.70 | 0.60 |
| Trockenmasse vor Glühen [g] | 16.69 | 15.13 | 14.89 | 14.82 | 15.11 | 15.66 |
| Glühverlust [-] | 1.50 | 1.45 | 2.82 | 4.79 | 4.63 | 3.83 |

| Probenbezeichnung | Probe 6/4 | Probe 6/4 | Probe 6/4 | | | |
|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|--|--|--|
| Ungeglühte Probe + Behälter [g] | 43.46 | 41.30 | 43.28 | | | |
| Geglühte Probe + Behälter [g] | 42.99 | 40.83 | 42.81 | | | |
| Behälter [g] | 27.87 | 26.30 | 27.78 | | | |
| Massenverlust [g] | 0.47 | 0.47 | 0.47 | | | |
| Trockenmasse vor Glühen [g] | 15.59 | 15.00 | 15.50 | | | |
| Glühverlust [-] | 3.01 | 3.13 | 3.03 | | | |

| Probenbezeichnung | | | | | | |
|---------------------------------|--|--|--|--|--|--|
| Ungeglühte Probe + Behälter [g] | | | | | | |
| Geglühte Probe + Behälter [g] | | | | | | |
| Behälter [g] | | | | | | |
| Massenverlust [g] | | | | | | |
| Trockenmasse vor Glühen [g] | | | | | | |
| Glühverlust [-] | | | | | | |

ANLAGE 6.1

Ermittlung der Zustandsgrenzen
(Fließ-/Ausrollgrenzen)

Zustandsgrenzen

Erschließung BG "Hülst"

in Lippetal-Lippborg
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Flammang

Datum: 06.06.2024

Prüfungsnummer: Probe 1/6

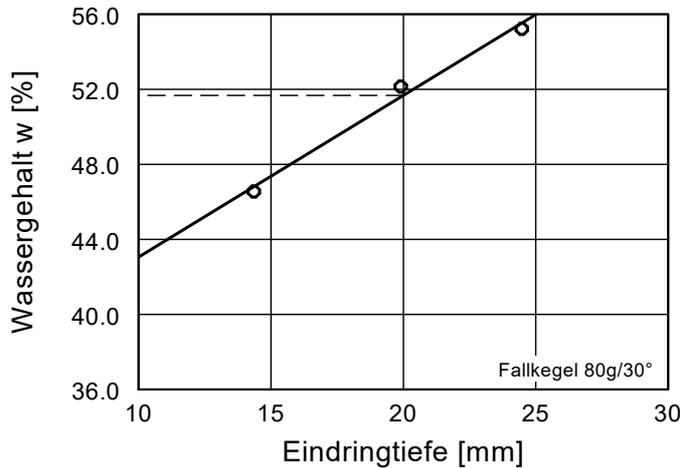
Entnahmestelle: BS 1

Tiefe: 2,40-3,00 m

Art der Entnahme: gestörte Probe

Bodenart: Verwitterungston

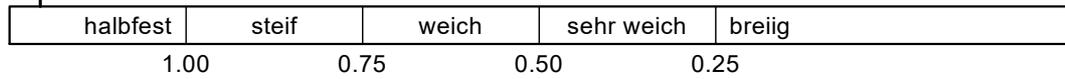
Probe entnommen am: 31.01.2024



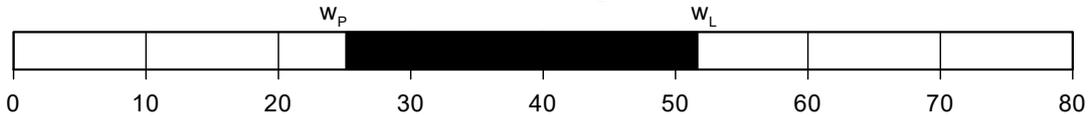
| | |
|--------------------------|--------|
| Wassergehalt $w =$ | 19.6 % |
| Fließgrenze $w_L =$ | 51.7 % |
| Ausrollgrenze $w_P =$ | 25.1 % |
| Plastizitätszahl $I_p =$ | 26.6 % |
| Konsistenzzahl $I_C =$ | 1.21 |

$I_C = 1.21$

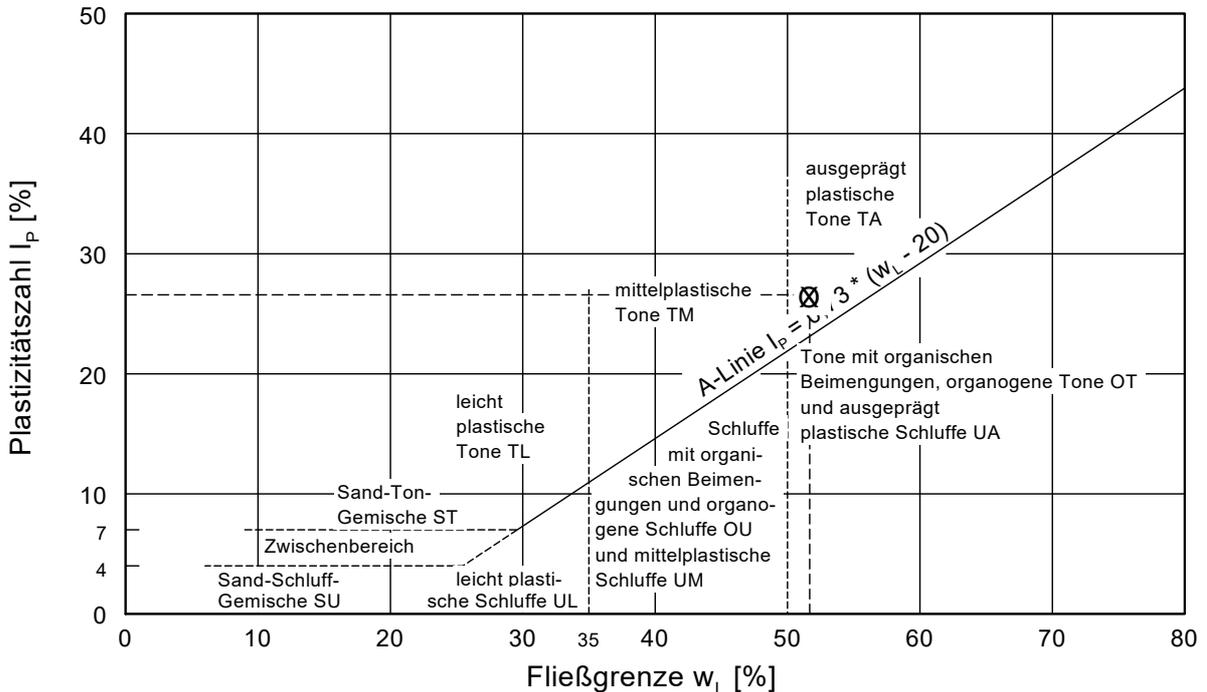
Zustandsform



Plastizitätsbereich (w_L bis w_P) [%]



Plastizitätsdiagramm



A N L A G E 7.1

Chemische Analysenergebnisse
(MP Oberboden)

| | |
|-------------------------------|--|
| Prüfbericht-Nr: | B244071 |
| Auftraggeber | Kleegräfe Geotechnik GmbH Holzstr. 212 59556 Lippstadt |
| Ansprechpartner | Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe |
| Telefon | 02941 / 5404 |
| E-Mail | info@kleegraefe.com |
| Eingangsdatum | 14.02.2024 |
| Probenehmer / -eingang | AG / Nightstar |
| Prüfort | Horn & Co. Analytics GmbH |
| Untersuchungszeitraum | 14.02.2024 - 27.02.2024 |
| Probe-Nr. | P202404874 |
| Probenbezeichnung | MP Oberboden |
| Herkunftsort | Bebauungsplan Nr. 17 "Hülst" in Lippetal |
| Entnahmeort | Bebauungsplan Nr. 17 "Hülst" in Lippetal |
| Untersuchungsauftrag | EBV |

Übersicht der verwendeten Normen / SOP's

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

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich nur auf die angelieferten bzw. auf die von der Horn & Co. Analytics GmbH entnommenen Proben. Fehlerhaft zur Verfügung gestellte Proben können die Prüfergebnisse beeinträchtigen. Die angegebenen Ergebnisse beinhalten Messunsicherheiten, die unter folgendem Link eingesehen werden können: <https://www.horn-co.de/messunsicherheiten>

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

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

Horn & Co. Analytics GmbH

Labor Wenden

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

Labor Siegen · Obere Kaiserstraße, 57078 Siegen · Deutschland

Labor Wetzlar · Dillfeld 40, 35576 Wetzlar · Deutschland

Labor Witten · Auestraße 4, 58452 Witten · Deutschland

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

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

Geschäftsführer: Dr. Lars Füchtjohann, Argjend Kameraj

Volksbank in Südwestfalen eG IBAN: DE46 4476 1534 0804 4067 01 · BIC: GENODEM1NRD
Sparkasse Siegen IBAN: DE60 4605 0001 0000 0502 37 · BIC: WELADED1SIE
Postbank IBAN: DE53 3701 0050 0990 7625 00 · BIC: PBNKDEFFXXX

Prüfbericht-Nr: B244071
Probe-Nr. P202404874
Probenbezeichnung MP Oberboden

Untersuchungsergebnisse

| Parameter | Meßwert | Einheit | Norm | | Ort |
|--|--------------|---------|---------------------------|----|-----|
| Probennahmeprotokoll | n. vorhanden | | | | Wen |
| Mineral. Fremdbest. | <10 | Vol-% | BBodSchV §2 Nr. 8 | 4* | Wen |
| Trockenrückstand (105°C) | 82,5 | % | DIN EN 14346 | 1* | Wen |
| Feuchte (105°C) | 17,5 | % | DIN EN 14346 | 1* | Wen |
| Trockenrückstand (bis 40°C) | 83,2 | % | DIN ISO 11465 | 1* | Wen |
| Feuchte (40°C) | 16,8 | % | DIN ISO 11465 | 1* | Wen |
| > 2,00 mm | 22,2 | % | DIN 66165-2 | 1* | Wen |
| < 2,00 mm | 77,8 | % | DIN 66165-2 | 1* | Wen |
| Ergebnis bez. auf Feinfraktion (< 2,00 mm) | ja | | DIN 19747 | 1* | Wen |
| TOC-400 (TS) | 0,72 | % | DIN 19539 | 1* | Wen |
| EOX (TS) | <1 | mg/kg | DIN 38414-17 | 1* | Wen |
| Kohlenwasserstoff-Index C10 - 22 (TS) | <100 | mg/kg | DIN EN 14039 | 1* | Wen |
| Kohlenwasserstoff-Index (TS) | <100 | mg/kg | DIN EN 14039 | 1* | Wen |
| Benzo(a)pyren (TS) | 0,0844 | mg/kg | DIN ISO 18287 | 1* | Wen |
| Summe PAK n. EPA (TS) | 1,50 | 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 | 2,36 | mg/kg | DIN EN 16170 | 1* | Wen |
| Blei (TS)_EBV | 21,7 | mg/kg | DIN EN 16170 | 1* | Wen |
| Cadmium (TS)_EBV | 0,22 | 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 | 43,4 | mg/kg | DIN EN 16170 | 1* | Wen |
| Elution mit dest. Wasser (2:1 Schüttel) | ja | | DIN 19529 | 1* | Wen |
| pH-Wert (Eluat) | 8,03 | | DIN 38404-5 | 1* | Wen |
| Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat) | 416 | µS/cm | DIN EN 27888 | 1* | Wen |
| Sulfat-IC (Eluat) | 20,0 | mg/L | DIN EN ISO 10304-1 | 1* | Wen |
| Arsen (Eluat) ICP-MS | 2,24 | µg/L | DIN EN ISO 17294-2 | 1* | Wen |
| Blei (Eluat) ICP-MS | <1 | µg/L | DIN EN ISO 17294-2 | 1* | Wen |
| Cadmium (Eluat) ICP-MS | <0,3 | µg/L | DIN EN ISO 17294-2 | 1* | Wen |
| Chrom (Eluat) ICP-MS | <5 | µg/L | DIN EN ISO 17294-2 | 1* | Wen |
| Kupfer (Eluat) ICP-MS | <10 | µg/L | DIN EN ISO 17294-2 | 1* | Wen |
| Nickel (Eluat) ICP-MS | 1,71 | µg/L | DIN EN ISO 17294-2 | 1* | Wen |

Prüfbericht-Nr: B244071

Probe-Nr. P202404874

Probenbezeichnung MP Oberboden

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

Akkreditierte Prüfmethode: 1* = Ja; 2*=Ja, mit Modifikationen; 3* Ja, im Unterauftrag // 4*: Nein; 5*: Fremdvergabe

Ort der Messung: Wen = Wenden, Wtz = Wetzlar, Sie = Siegen, Wit = Witten

Bemerkung GW Gemäß EBV (Ersatzbaustoffverordnung) Anlage 1: Tabelle 1 mit Fußnoten 1 und 2, Tabelle 2 mit Fußnote 1 sowie Tabelle 3 mit Fußnote 4 sind die elektrische Leitfähigkeit und der pH-Wert im Eluat stoffspezifische Orientierungswerte. Bei Abweichungen ist die Ursache zu prüfen.

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, s. Bemerkung

eingehalten, s. Bemerkung

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) | 82,5 | % | | | | |
| Feuchte (105°C) | 17,5 | % | | | | |
| Trockenrückstand (bis 40°C) | 83,2 | % | | | | |
| Feuchte (40°C) | 16,8 | % | | | | |
| > 2,00 mm | 22,2 | % | | | | |
| < 2,00 mm | 77,8 | % | | | | |
| Ergebnis bez. auf Feinfraktion (< 2,00 mm) | ja | | | | | |
| TOC-400 (TS) | 0,72 | % | 1 | 1 | 5 | 5 |

Prüfbericht-Nr: B244071

Probe-Nr. P202404874

Probenbezeichnung MP Oberboden

| Parameter | Meßwert | Einheit | BM-0 Lehm | BM-0* \geq 0,5%TOC | BM-F0* | BM-F1 |
|--|---------|------------|-----------|----------------------|---------|---------|
| EOX (TS) | <1 | mg/kg | 1 | 1 | 3 | 3 |
| Kohlenwasserstoff-Index C10 - 22 (TS) | <100 | mg/kg | | 300 | 300 | 300 |
| Kohlenwasserstoff-Index (TS) | <100 | mg/kg | | 600 | 600 | 600 |
| Benzo(a)pyren (TS) | 0,0844 | mg/kg | 0,3 | | | |
| Summe PAK n. EPA (TS) | 1,50 | 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 | 2,36 | mg/kg | 20 | 20 | 40 | 40 |
| Blei (TS)_EBV | 21,7 | mg/kg | 70 | 140 | 140 | 140 |
| Cadmium (TS)_EBV | 0,22 | 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 | 43,4 | mg/kg | 150 | 300 | 300 | 300 |
| Elution mit dest. Wasser (2:1 Schüttel) | ja | | | | | |
| pH-Wert (Eluat) | 8,03 | | | | 6,5-9,5 | 6,5-9,5 |
| Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat) | 416 | μ S/cm | | 350 | 350 | 500 |
| Sulfat-IC (Eluat) | 20,0 | mg/L | 250 | 250 | 250 | 450 |
| Arsen (Eluat) ICP-MS | 2,24 | μ g/L | | 13 | 12 | 20 |
| Blei (Eluat) ICP-MS | <1 | μ g/L | | 43 | 35 | 90 |
| Cadmium (Eluat) ICP-MS | <0,3 | μ g/L | | 4 | 3 | 3 |
| Chrom (Eluat) ICP-MS | <5 | μ g/L | | 19 | 15 | 150 |
| Kupfer (Eluat) ICP-MS | <10 | μ g/L | | 41 | 30 | 110 |
| Nickel (Eluat) ICP-MS | 1,71 | μ g/L | | 31 | 30 | 30 |
| Thallium (Eluat) ICP-MS | <0,2 | μ g/L | | 0,3 | | |
| Zink (Eluat) ICP-MS | <10 | μ g/L | | 210 | 150 | 160 |
| Quecksilber (Eluat) AAS | <0,0001 | mg/L | | 0,0001 | | |
| Summe 15 PAK (ohne Naphthalin)(Eluat) | <0,1 | μ g/L | | 0,2 | 0,3 | 1,5 |
| 1-Methylnaphthalin (Eluat) | <0,01 | μ g/L | | | | |
| 2-Methylnaphthalin (Eluat) | <0,01 | μ g/L | | | | |
| Naphthalin (Eluat) | <0,01 | μ g/L | | | | |
| Summe Naphthaline (Eluat) | <0,03 | μ g/L | | 2 | | |
| PCB-118 (Eluat)_EBV | <0,001 | μ g/L | | | | |
| Summe 6 PCB (Eluat)_EBV | <0,01 | μ g/L | | | | |
| Summe 7 PCB (Eluat)_EBV | <0,01 | μ g/L | | 0,01 | | |

Prüfbericht-Nr: **B244071**

Probe-Nr. P202404874

Probenbezeichnung MP Oberboden



i.A. Dorothea Egbun
Projektmanagement

Bemerkung MU Bei der Konformitätsbewertung wird die Messunsicherheit nicht berücksichtigt.

| | |
|-------------------------------|--|
| Prüfbericht-Nr: | B244235 |
| Auftraggeber | Kleegräfe Geotechnik GmbH Holzstr. 212 59556 Lippstadt |
| Ansprechpartner | Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe |
| Telefon | 02941 / 5404 |
| E-Mail | info@kleegraefe.com |
| Eingangsdatum | 14.02.2024 |
| Probenehmer / -eingang | AG / Nightstar |
| Prüfort | Horn & Co. Analytics GmbH |
| Untersuchungszeitraum | 14.02.2024 - 28.02.2024 |
| Probe-Nr. | P202404874-1 |
| Probenbezeichnung | MP Oberboden |
| Herkunftsort | Bebauungsplan Nr. 17 "Hülst" in Lippetal |
| Entnahmeort | Bebauungsplan Nr. 17 "Hülst" in Lippetal |
| Untersuchungsauftrag | EBV |

Übersicht der verwendeten Normen / SOP's

| | |
|-----------------------|---------------------------|
| DIN 19529: 2015-12 | DIN 38407-22: 2001-10 |
| DIN 38407-36: 2014-09 | DIN EN ISO 11369: 1997-11 |

s. Fremdprüfbericht

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich nur auf die angelieferten bzw. auf die von der Horn & Co. Analytics GmbH entnommenen Proben. Fehlerhaft zur Verfügung gestellte Proben können die Prüfergebnisse beeinträchtigen. Die angegebenen Ergebnisse beinhalten Messunsicherheiten, die unter folgendem Link eingesehen werden können: <https://www.horn-co.de/messunsicherheiten>
Die zu berücksichtigende Entscheidungsregel im Kontext der Messunsicherheit von Prüfergebnissen ist unter folgendem Link zu finden: <https://www.horn-co.de/horn-co-group/akkreditierung>
Der Prüfbericht darf nur mit Zustimmung der Horn & Co. Analytics GmbH auszugsweise vervielfältigt werden.

Horn & Co. Analytics GmbH

Labor Wenden

Offo-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 Weizlar · Dillfeld 40, 35576 Weizlar · Deutschland

Labor Witten · Auestraße 4, 58452 Witten · Deutschland

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

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

Geschäftsführer: Dr. Lars Füchtjohann, Argjend Kameraj

Volksbank in Südwestfalen eG

Sparkasse Siegen

Postbank

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

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

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

Prüfbericht-Nr: B244235
Probe-Nr. P202404874-1
Probenbezeichnung MP Oberboden

Bemerkung

Untersuchungsergebnisse

| Parameter | Meßwert | Einheit | Norm | | Ort |
|---|---------|---------|---------------------|----|-----|
| Elution mit dest. Wasser (2:1 Schüttel) | ja | | DIN 19529 | 1* | Wen |
| Atrazin (Eluat) | <0,02 | µg/L | DIN EN ISO 11369 | 5* | Wen |
| Bromacil (Eluat) | <0,02 | µg/L | DIN EN ISO 11369 | 5* | Wen |
| Simazin (Eluat) | <0,02 | µg/L | DIN EN ISO 11369 | 5* | Wen |
| Diuron (Eluat) | <0,02 | µg/L | DIN EN ISO 11369 | 5* | Wen |
| Dimefuron (Eluat) | <0,02 | µg/L | DIN EN ISO 11369 | 5* | Wen |
| Ethidimuron (Eluat) | <0,02 | µg/L | DIN EN ISO 11369 | 5* | Wen |
| Flumioxazin (Eluat) | <0,02 | µg/L | DIN EN ISO 11369 | 5* | Wen |
| Flazasulforon | <0,02 | µg/L | s. Fremdprüfbericht | 5* | Wen |
| Glyphosat (Eluat) | <0,05 | µg/L | DIN 38407-22 | 5* | Wen |
| AMPA (Eluat) | <0,05 | µg/L | DIN 38407-22 | 5* | Wen |
| Thiazafluron (Eluat) | <0,02 | µg/L | DIN 38407-36 | 5* | 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

Horn & Co. Analytics GmbH, Wenden 29.02.2024



i.A. Dorothea Egbun
 Projektmanagement

Bemerkung MU Bei der Konformitätsbewertung wird die Messunsicherheit nicht berücksichtigt.

A N L A G E 7.2

Chemische Analysenergebnisse
(MP Auffüllungen)

| | |
|-------------------------------|--|
| Prüfbericht-Nr: | B244072 |
| Auftraggeber | Kleegräfe Geotechnik GmbH Holzstr. 212 59556 Lippstadt |
| Ansprechpartner | Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe |
| Telefon | 02941 / 5404 |
| E-Mail | info@kleegraefe.com |
| Eingangsdatum | 14.02.2024 |
| Probenehmer / -eingang | AG / Nightstar |
| Prüfort | Horn & Co. Analytics GmbH |
| Untersuchungszeitraum | 14.02.2024 - 27.02.2024 |
| Probe-Nr. | P202404875 |
| Probenbezeichnung | MP Auffüllung |
| Herkunftsort | Bebauungsplan Nr. 17 "Hülst" in Lippetal |
| Entnahmeort | Bebauungsplan Nr. 17 "Hülst" in Lippetal |
| Untersuchungsauftrag | EBV |

Übersicht der verwendeten Normen / SOP's

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

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich nur auf die angelieferten bzw. auf die von der Horn & Co. Analytics GmbH entnommenen Proben. Fehlerhaft zur Verfügung gestellte Proben können die Prüfergebnisse beeinträchtigen. Die angegebenen Ergebnisse beinhalten Messunsicherheiten, die unter folgendem Link eingesehen werden können: <https://www.horn-co.de/messunsicherheiten>

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

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

Horn & Co. Analytics GmbH

Labor Wenden

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

Labor Siegen · Obere Kaiserstraße, 57078 Siegen · Deutschland

Labor Wetzlar · Dillfeld 40, 35576 Wetzlar · Deutschland

Labor Witten · Auestraße 4, 58452 Witten · Deutschland

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

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

Geschäftsführer: Dr. Lars Füchtjohann, Argjend Kameraj

Volksbank in Südwestfalen eG IBAN: DE46 4476 1534 0804 4067 01 · BIC: GENODEM1NRD
Sparkasse Siegen IBAN: DE60 4605 0001 0000 0502 37 · BIC: WELADED1SIE
Postbank IBAN: DE53 3701 0050 0990 7625 00 · BIC: PBNKDEFFXXX

Prüfbericht-Nr: B244072
Probe-Nr. P202404875
Probenbezeichnung MP Auffüllung

Untersuchungsergebnisse

| Parameter | Meßwert | Einheit | Norm | | Ort |
|--|--------------|---------|---------------------------|----|-----|
| Probennahmeprotokoll | n. vorhanden | | | | Wen |
| Mineral. Fremdbest. | <10 | Vol-% | BBodSchV §2 Nr. 8 | 4* | Wen |
| Trockenrückstand (105°C) | 93,0 | % | DIN EN 14346 | 1* | Wen |
| Feuchte (105°C) | 6,98 | % | DIN EN 14346 | 1* | Wen |
| Trockenrückstand (bis 40°C) | 92,9 | % | DIN ISO 11465 | 1* | Wen |
| Feuchte (40°C) | 7,1 | % | DIN ISO 11465 | 1* | Wen |
| > 2,00 mm | 80,9 | % | DIN 66165-2 | 1* | Wen |
| < 2,00 mm | 19,1 | % | DIN 66165-2 | 1* | Wen |
| Ergebnis bez. auf Feinfraktion (< 2,00 mm) | ja | | DIN 19747 | 1* | Wen |
| TOC-400 (TS) | 0,75 | % | DIN 19539 | 1* | Wen |
| EOX (TS) | <1 | mg/kg | DIN 38414-17 | 1* | Wen |
| Kohlenwasserstoff-Index C10 - 22 (TS) | <100 | mg/kg | DIN EN 14039 | 1* | Wen |
| Kohlenwasserstoff-Index (TS) | <100 | mg/kg | DIN EN 14039 | 1* | Wen |
| Benzo(a)pyren (TS) | 0,724 | mg/kg | DIN ISO 18287 | 1* | Wen |
| Summe PAK n. EPA (TS) | 9,51 | 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 | 9,37 | mg/kg | DIN EN 16170 | 1* | Wen |
| Blei (TS)_EBV | 18,5 | mg/kg | DIN EN 16170 | 1* | Wen |
| Cadmium (TS)_EBV | 0,15 | mg/kg | DIN EN 16170 | 1* | Wen |
| Chrom (TS)_EBV | <10 | mg/kg | DIN EN 16170 | 1* | Wen |
| Kupfer (TS)_EBV | 16,8 | mg/kg | DIN EN 16170 | 1* | Wen |
| Nickel (TS)_EBV | 10,8 | 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 | 64,4 | mg/kg | DIN EN 16170 | 1* | Wen |
| Elution mit dest. Wasser (2:1 Schüttel) | ja | | DIN 19529 | 1* | Wen |
| pH-Wert (Eluat) | 8,30 | | DIN 38404-5 | 1* | Wen |
| Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat) | 356 | µS/cm | DIN EN 27888 | 1* | Wen |
| Sulfat-IC (Eluat) | 80,6 | mg/L | DIN EN ISO 10304-1 | 1* | Wen |
| Arsen (Eluat) ICP-MS | 4,59 | µg/L | DIN EN ISO 17294-2 | 1* | Wen |
| Blei (Eluat) ICP-MS | <1 | µg/L | DIN EN ISO 17294-2 | 1* | Wen |
| Cadmium (Eluat) ICP-MS | <0,3 | µg/L | DIN EN ISO 17294-2 | 1* | Wen |
| Chrom (Eluat) ICP-MS | <5 | µg/L | DIN EN ISO 17294-2 | 1* | Wen |
| Kupfer (Eluat) ICP-MS | <10 | µg/L | DIN EN ISO 17294-2 | 1* | Wen |
| Nickel (Eluat) ICP-MS | 1,83 | µg/L | DIN EN ISO 17294-2 | 1* | Wen |

Prüfbericht-Nr: B244072
Probe-Nr. P202404875
Probenbezeichnung MP Auffüllung

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

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

Bemerkung GW

Grenzwerteinstufung

Einstufung

| | | |
|--------------------------|---|---------------|
| BM-0 Lehm | EBV - BM-0 Lehm/Schluff - nach Ersatzbaustoffverordnung EBV | überschritten |
| BM-0*>=0,5%TOC | EBV - BM-0* >=0,5% TOC - nach Ersatzbaustoffverordnung EBV | überschritten |
| BM-F2 | EBV - BM-F2 - nach Ersatzbaustoffverordnung EBV | überschritten |
| BM-F3 | EBV - BM-F3 - nach Ersatzbaustoffverordnung EBV | eingehalten |
| Endeinstufung | EBV - BM-F3 | |

Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung

| Parameter | Meßwert | Einheit | BM-0 Lehm | BM-0*>=0,5%TOC | BM-F2 | BM-F3 |
|--|--------------|---------|-----------|----------------|-------|-------|
| Probennahmeprotokoll | n. vorhanden | | | | | |
| Mineral. Fremdbest. | <10 | Vol-% | 10 | 10 | 50 | 50 |
| Trockenrückstand (105°C) | 93,0 | % | | | | |
| Feuchte (105°C) | 6,98 | % | | | | |
| Trockenrückstand (bis 40°C) | 92,9 | % | | | | |
| Feuchte (40°C) | 7,1 | % | | | | |
| > 2,00 mm | 80,9 | % | | | | |
| < 2,00 mm | 19,1 | % | | | | |
| Ergebnis bez. auf Feinfraktion (< 2,00 mm) | ja | | | | | |
| TOC-400 (TS) | 0,75 | % | 1 | 1 | 5 | 5 |
| EOX (TS) | <1 | mg/kg | 1 | 1 | 3 | 10 |
| Kohlenwasserstoff-Index C10 - 22 | <100 | mg/kg | | 300 | 300 | 1000 |

Prüfbericht-Nr: B244072

Probe-Nr. P202404875

Probenbezeichnung MP Auffüllung

| Parameter | Meßwert | Einheit | BM-0 Lehm | BM-0* \geq 0,5%TOC | BM-F2 | BM-F3 |
|--|---------|------------|-----------|----------------------|---------|--------|
| Kohlenwasserstoff-Index (TS) | <100 | mg/kg | | 600 | 600 | 2000 |
| Benzo(a)pyren (TS) | 0,724 | mg/kg | 0,3 | | | |
| Summe PAK n. EPA (TS) | 9,51 | mg/kg | 3 | 6 | 9 | 30 |
| 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 | 0,5 |
| Königswasseraufschluss | ja | | | | | |
| Arsen (TS)_EBV | 9,37 | mg/kg | 20 | 20 | 40 | 150 |
| Blei (TS)_EBV | 18,5 | mg/kg | 70 | 140 | 140 | 700 |
| Cadmium (TS)_EBV | 0,15 | mg/kg | 1 | 1 | 2 | 10 |
| Chrom (TS)_EBV | <10 | mg/kg | 60 | 120 | 120 | 600 |
| Kupfer (TS)_EBV | 16,8 | mg/kg | 40 | 80 | 80 | 320 |
| Nickel (TS)_EBV | 10,8 | mg/kg | 50 | 100 | 100 | 350 |
| Quecksilber (TS) AAS | <0,1 | mg/kg | 0,3 | 0,6 | 0,6 | 5 |
| Thallium (TS)_EBV | <0,1 | mg/kg | 1 | 1 | 2 | 7 |
| Zink (TS)_EBV | 64,4 | mg/kg | 150 | 300 | 300 | 1200 |
| Elution mit dest. Wasser (2:1 Schü) | ja | | | | | |
| pH-Wert (Eluat) | 8,30 | | | | 6,5-9,5 | 5,5-12 |
| Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Elu) | 356 | μ S/cm | | 350 | 500 | 2000 |
| Sulfat-IC (Eluat) | 80,6 | mg/L | 250 | 250 | 450 | 1000 |
| Arsen (Eluat) ICP-MS | 4,59 | μ g/L | | 13 | 85 | 100 |
| Blei (Eluat) ICP-MS | <1 | μ g/L | | 43 | 250 | 470 |
| Cadmium (Eluat) ICP-MS | <0,3 | μ g/L | | 4 | 10 | 15 |
| Chrom (Eluat) ICP-MS | <5 | μ g/L | | 19 | 290 | 530 |
| Kupfer (Eluat) ICP-MS | <10 | μ g/L | | 41 | 170 | 320 |
| Nickel (Eluat) ICP-MS | 1,83 | μ g/L | | 31 | 150 | 280 |
| Thallium (Eluat) ICP-MS | <0,2 | μ g/L | | 0,3 | | |
| Zink (Eluat) ICP-MS | <10 | μ g/L | | 210 | 840 | 1600 |
| Quecksilber (Eluat) AAS | <0,0001 | mg/L | | 0,0001 | | |
| Summe 15 PAK (ohne Naphthalin) | <0,1 | μ g/L | | 0,2 | 3,8 | 20 |
| 1-Methylnaphthalin (Eluat) | <0,01 | μ g/L | | | | |
| 2-Methylnaphthalin (Eluat) | <0,01 | μ g/L | | | | |
| Naphthalin (Eluat) | <0,01 | μ g/L | | | | |
| Summe Naphthaline (Eluat) | <0,03 | μ g/L | | 2 | | |
| PCB-118 (Eluat)_EBV | <0,001 | μ g/L | | | | |
| Summe 6 PCB (Eluat)_EBV | <0,01 | μ g/L | | | | |
| Summe 7 PCB (Eluat)_EBV | <0,01 | μ g/L | | 0,01 | | |

Horn & Co. Analytics GmbH, Wenden 27.02.2024



Prüfbericht-Nr: **B244072**
Probe-Nr. P202404875
Probenbezeichnung MP Auffüllung

i.A. Dorothea Egbun
Projektmanagement

Bemerkung MU Bei der Konformitätsbewertung wird die Messunsicherheit nicht berücksichtigt.

| | |
|-------------------------------|--|
| Prüfbericht-Nr: | B244236 |
| Auftraggeber | Kleegräfe Geotechnik GmbH Holzstr. 212 59556 Lippstadt |
| Ansprechpartner | Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe |
| Telefon | 02941 / 5404 |
| E-Mail | info@kleegraefe.com |
| Eingangsdatum | 14.02.2024 |
| Probenehmer / -eingang | AG / Nightstar |
| Prüfort | Horn & Co. Analytics GmbH |
| Untersuchungszeitraum | 14.02.2024 - 28.02.2024 |
| Probe-Nr. | P202404875-1 |
| Probenbezeichnung | MP Auffüllung |
| Herkunftsort | Bebauungsplan Nr. 17 "Hülst" in Lippetal |
| Entnahmeort | Bebauungsplan Nr. 17 "Hülst" in Lippetal |
| Untersuchungsauftrag | EBV |

Übersicht der verwendeten Normen / SOP's

| | |
|-----------------------|---------------------------|
| DIN 19529: 2015-12 | DIN 38407-22: 2001-10 |
| DIN 38407-36: 2014-09 | DIN EN ISO 11369: 1997-11 |

s. Fremdprüfbericht

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich nur auf die angelieferten bzw. auf die von der Horn & Co. Analytics GmbH entnommenen Proben. Fehlerhaft zur Verfügung gestellte Proben können die Prüfergebnisse beeinträchtigen. Die angegebenen Ergebnisse beinhalten Messunsicherheiten, die unter folgendem Link eingesehen werden können: <https://www.horn-co.de/messunsicherheiten>
Die zu berücksichtigende Entscheidungsregel im Kontext der Messunsicherheit von Prüfergebnissen ist unter folgendem Link zu finden: <https://www.horn-co.de/horn-co-group/akkreditierung>
Der Prüfbericht darf nur mit Zustimmung der Horn & Co. Analytics GmbH auszugsweise vervielfältigt werden.

Horn & Co. Analytics GmbH

Labor Wenden

Offo-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 Weizlar · Dillfeld 40, 35576 Weizlar · Deutschland

Labor Witten · Auestraße 4, 58452 Witten · Deutschland

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

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

Geschäftsführer: Dr. Lars Füchtjohann, Argjend Kameraj

Volksbank in Südwestfalen eG

Sparkasse Siegen

Postbank

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

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

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

Prüfbericht-Nr: B244236
Probe-Nr. P202404875-1
Probenbezeichnung MP Auffüllung

Bemerkung

Untersuchungsergebnisse

| Parameter | Meßwert | Einheit | Norm | | Ort |
|---|---------|---------|---------------------|----|-----|
| Elution mit dest. Wasser (2:1 Schüttel) | ja | | DIN 19529 | 1* | Wen |
| Atrazin (Eluat) | <0,02 | µg/L | DIN EN ISO 11369 | 5* | Wen |
| Bromacil (Eluat) | <0,02 | µg/L | DIN EN ISO 11369 | 5* | Wen |
| Simazin (Eluat) | <0,02 | µg/L | DIN EN ISO 11369 | 5* | Wen |
| Diuron (Eluat) | <0,02 | µg/L | DIN EN ISO 11369 | 5* | Wen |
| Dimefuron (Eluat) | <0,02 | µg/L | DIN EN ISO 11369 | 5* | Wen |
| Ethidimuron (Eluat) | <0,02 | µg/L | DIN EN ISO 11369 | 5* | Wen |
| Flumioxazin (Eluat) | <0,02 | µg/L | DIN EN ISO 11369 | 5* | Wen |
| Flazasulforon | <0,02 | µg/L | s. Fremdprüfbericht | 5* | Wen |
| Glyphosat (Eluat) | <0,05 | µg/L | DIN 38407-22 | 5* | Wen |
| AMPA (Eluat) | <0,05 | µg/L | DIN 38407-22 | 5* | Wen |
| Thiazafluron (Eluat) | <0,02 | µg/L | DIN 38407-36 | 5* | 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

Horn & Co. Analytics GmbH, Wenden 29.02.2024



i.A. Dorothea Egbun
 Projektmanagement

Bemerkung MU Bei der Konformitätsbewertung wird die Messunsicherheit nicht berücksichtigt.

| | |
|-------------------------------|--|
| Prüfbericht-Nr: | B244136 |
| Auftraggeber | Kleegräfe Geotechnik GmbH Holzstr. 212 59556 Lippstadt |
| Ansprechpartner | Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe |
| Telefon | 02941 / 5404 |
| E-Mail | info@kleegraefe.com |
| Eingangsdatum | 14.02.2024 |
| Probenehmer / -eingang | AG / Nightstar |
| Prüfort | Horn & Co. Analytics GmbH |
| Untersuchungszeitraum | 14.02.2024 - 28.02.2024 |
| Probe-Nr. | P202404875-2 |
| Probenbezeichnung | MP Auffüllung |
| Herkunftsort | Bebauungsplan Nr. 17 "Hülst" in Lippetal |
| Entnahmeort | Bebauungsplan Nr. 17 "Hülst" in Lippetal |
| Untersuchungsauftrag | EBV |

Übersicht der verwendeten Normen / SOP's

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

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich nur auf die angelieferten bzw. auf die von der Horn & Co. Analytics GmbH entnommenen Proben. Fehlerhaft zur Verfügung gestellte Proben können die Prüfergebnisse beeinträchtigen. Die angegebenen Ergebnisse beinhalten Messunsicherheiten, die unter folgendem Link eingesehen werden können: <https://www.horn-co.de/messunsicherheiten>

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

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

Horn & Co. Analytics GmbH

Labor Wenden

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

Labor Siegen · Obere Kaiserstraße, 57078 Siegen · Deutschland

Labor Wetzlar · Dillfeld 40, 35576 Wetzlar · Deutschland

Labor Witten · Auestraße 4, 58452 Witten · Deutschland

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

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

Geschäftsführer: Dr. Lars Füchtjohann, Argjend Kameraj

Volksbank in Südwestfalen eG IBAN: DE46 4476 1534 0804 4067 01 · BIC: GENODEM1NRD
Sparkasse Siegen IBAN: DE60 4605 0001 0000 0502 37 · BIC: WELADED1SIE
Postbank IBAN: DE53 3701 0050 0990 7625 00 · BIC: PBNKDEFFXXX

Prüfbericht-Nr: B244136
Probe-Nr. P202404875-2
Probenbezeichnung MP Auffüllung

Untersuchungsergebnisse

| Parameter | Meßwert | Einheit | Norm | | Ort |
|--|--------------|---------|-------------------------|----|-----|
| Probennahmeprotokoll | n. vorhanden | | | | Wen |
| Probenhomogenisierung / -menge | auf 1 kg | | DepV Anhang 4 Nr. 3.1.1 | 4* | Wen |
| Probenvorbereitung | s. Anlage | | DIN 19747 | 1* | Wen |
| Trockenrückstand (105°C) | 93,5 | % | DIN EN 14346 | 1* | Wen |
| Feuchte (105°C) | 6,48 | % | DIN EN 14346 | 1* | Wen |
| Summe BTEX / Styrol / Cumol (TS) | <1 | mg/kg | DIN EN ISO 22155 | 1* | Wen |
| Summe PAK n. EPA (TS) | 7,23 | mg/kg | DIN ISO 18287 | 1* | Wen |
| Summe 7 PCB (TS) | <0,01 | mg/kg | DIN EN 15308 | 1* | Wen |
| Kohlenwasserstoff-Index (TS) | <100 | mg/kg | DIN EN 14039 | 1* | Wen |
| Extrahierbare lipophile Stoffe (TS) | <0,01 | % | LAGA KW/04 | 1* | Wen |
| TOC (TS) | 0,86 | % | DIN 19539 | 1* | Wen |
| Glühverlust (550°C) | 2,96 | % | DIN EN 15169 | 1* | Wen |
| Glührückstand (550°C) | 97,0 | % | DIN EN 15169 | 1* | Wen |
| Elution mit dest. Wasser | ja | | DIN EN 12457-4 | 1* | Wen |
| pH-Wert (Eluat) | 8,81 | | DIN 38404-5 | 1* | Wen |
| Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat) | 79 | µS/cm | DIN EN 27888 | 1* | Wen |
| Wasserlöslicher Anteil | <0,050 | % | DIN 38409-1 | 1* | Wen |
| Gesamtgehalt gelöst. Feststoffe | 39,5 | mg/L | DIN EN 15216 | 1* | Wen |
| Cyanid, l. freisetzbar (Eluat) | <0,005 | mg/L | DIN EN ISO 14403-2 | 1* | Wen |
| Fluorid-IC (Eluat) | 0,37 | mg/L | DIN EN ISO 10304-1 | 1* | Wen |
| Chlorid-IC (Eluat) | 0,36 | mg/L | DIN EN ISO 10304-1 | 1* | Wen |
| Sulfat-IC (Eluat) | 13,7 | mg/L | DIN EN ISO 10304-1 | 1* | Wen |
| Phenolindex (Eluat) | <0,01 | mg/L | DIN EN ISO 14402 | 1* | Wen |
| DOC (Eluat) | 3,76 | mg/L | DIN EN 1484 | 1* | Wen |
| Antimon (Eluat) | <0,005 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen |
| Arsen (Eluat) | <0,01 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen |
| Barium (Eluat) | 0,023 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen |
| Blei (Eluat) | <0,02 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen |
| Cadmium (Eluat) | <0,001 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen |
| Chrom, gesamt (Eluat) | <0,01 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen |
| Kupfer (Eluat) | <0,02 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen |
| Molybdän (Eluat) | <0,01 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen |
| Nickel (Eluat) | <0,01 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen |
| Quecksilber (Eluat) AAS | <0,0001 | mg/L | DIN EN ISO 12846 | 1* | Wen |
| Selen (Eluat) | <0,01 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen |
| Zink (Eluat) | <0,01 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen |

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

Prüfbericht-Nr: **B244136**
Probe-Nr. P202404875-2
Probenbezeichnung MP Auffüllung
Bemerkung GW

Grenzwerteinstufung

Einstufung

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

Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung

| Parameter | Meßwert | Einheit | DK 0 | DK 1 | DK 2 | DK 3 |
|--|--------------|---------|--------|--------|--------|-------|
| Probennahmeprotokoll | n. vorhanden | | | | | |
| Probenhomogenisierung / -menge | auf 1 kg | | | | | |
| Probenvorbereitung | s. Anlage | | | | | |
| Trockenrückstand (105°C) | 93,5 | % | | | | |
| Feuchte (105°C) | 6,48 | % | | | | |
| Summe BTEX / Styrol / Cumol (TS) | <1 | mg/kg | 6 | | | |
| Summe PAK n. EPA (TS) | 7,23 | mg/kg | 30 | | | |
| Summe 7 PCB (TS) | <0,01 | mg/kg | 1 | | | |
| Kohlenwasserstoff-Index (TS) | <100 | mg/kg | 500 | | | |
| Extrahierbare lipophile Stoffe (TS) | <0,01 | % | 0,1 | 0,4 | 0,8 | 4 |
| TOC (TS) | 0,86 | % | 1 | 1 | 3 | 6 |
| Glühverlust (550°C) | 2,96 | % | 3 | 3 | 5 | 10 |
| Glührückstand (550°C) | 97,0 | % | | | | |
| Elution mit dest. Wasser | ja | | | | | |
| pH-Wert (Eluat) | 8,81 | | 5,5-13 | 5,5-13 | 5,5-13 | 4-13 |
| Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat) | 79 | µS/cm | | | | |
| Wasserlöslicher Anteil | <0,050 | % | 0,4 | 3 | 6 | 10 |
| Gesamtgehalt gelöst. Feststoffe | 39,5 | mg/L | 400 | 3000 | 6000 | 10000 |
| Cyanid, l. freisetzbar (Eluat) | <0,005 | mg/L | 0,01 | 0,1 | 0,5 | 1 |
| Fluorid-IC (Eluat) | 0,37 | mg/L | 1 | 5 | 15 | 50 |
| Chlorid-IC (Eluat) | 0,36 | mg/L | 80 | 1500 | 1500 | 2500 |
| Sulfat-IC (Eluat) | 13,7 | mg/L | 100 | 2000 | 2000 | 5000 |
| Phenolindex (Eluat) | <0,01 | mg/L | 0,1 | 0,2 | 50 | 100 |
| DOC (Eluat) | 3,76 | mg/L | 50 | 50 | 80 | 100 |
| Antimon (Eluat) | <0,005 | mg/L | 0,006 | 0,03 | 0,07 | 0,5 |
| Arsen (Eluat) | <0,01 | mg/L | 0,05 | 0,2 | 0,2 | 2,5 |

Prüfbericht-Nr: B244136

Probe-Nr. P202404875-2

Probenbezeichnung MP Auffüllung

| Parameter | Meßwert | Einheit | DK 0 | DK 1 | DK 2 | DK 3 |
|-------------------------|---------|---------|-------|-------|------|------|
| Barium (Eluat) | 0,023 | mg/L | 2 | 5 | 10 | 30 |
| Blei (Eluat) | <0,02 | mg/L | 0,05 | 0,2 | 1 | 5 |
| Cadmium (Eluat) | <0,001 | mg/L | 0,004 | 0,05 | 0,1 | 0,5 |
| Chrom, gesamt (Eluat) | <0,01 | mg/L | 0,05 | 0,3 | 1 | 7 |
| Kupfer (Eluat) | <0,02 | mg/L | 0,2 | 1 | 5 | 10 |
| Molybdän (Eluat) | <0,01 | mg/L | 0,05 | 0,3 | 1 | 3 |
| Nickel (Eluat) | <0,01 | mg/L | 0,04 | 0,2 | 1 | 4 |
| Quecksilber (Eluat) AAS | <0,0001 | mg/L | 0,001 | 0,005 | 0,02 | 0,2 |
| Selen (Eluat) | <0,01 | mg/L | 0,01 | 0,03 | 0,05 | 0,7 |
| Zink (Eluat) | <0,01 | mg/L | 0,4 | 2 | 5 | 20 |

Horn & Co. Analytics GmbH, Wenden 28.02.2024



i.A. Dorothea Egbun
Projektmanagement

Bemerkung MU Bei der Konformitätsbewertung wird die Messunsicherheit nicht berücksichtigt.

ANLAGE 7.3

Chemische Analysenergebnisse
(MP Geogen)

| | |
|-------------------------------|--|
| Prüfbericht-Nr: | B244073 |
| Auftraggeber | Kleegräfe Geotechnik GmbH Holzstr. 212 59556 Lippstadt |
| Ansprechpartner | Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe |
| Telefon | 02941 / 5404 |
| E-Mail | info@kleegraefe.com |
| Eingangsdatum | 14.02.2024 |
| Probenehmer / -eingang | AG / Nightstar |
| Prüfort | Horn & Co. Analytics GmbH |
| Untersuchungszeitraum | 14.02.2024 - 27.02.2024 |
| Probe-Nr. | P202404876 |
| Probenbezeichnung | MP Geogen |
| Herkunftsort | Bebauungsplan Nr. 17 "Hülst" in Lippetal |
| Entnahmeort | Bebauungsplan Nr. 17 "Hülst" in Lippetal |
| Untersuchungsauftrag | EBV |

Übersicht der verwendeten Normen / SOP's

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

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich nur auf die angelieferten bzw. auf die von der Horn & Co. Analytics GmbH entnommenen Proben. Fehlerhaft zur Verfügung gestellte Proben können die Prüfergebnisse beeinträchtigen. Die angegebenen Ergebnisse beinhalten Messunsicherheiten, die unter folgendem Link eingesehen werden können: <https://www.horn-co.de/messunsicherheiten>

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

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

Horn & Co. Analytics GmbH

Labor Wenden

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

Labor Siegen · Obere Kaiserstraße, 57078 Siegen · Deutschland

Labor Wetzlar · Dillfeld 40, 35576 Wetzlar · Deutschland

Labor Witten · Auestraße 4, 58452 Witten · Deutschland

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

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

Geschäftsführer: Dr. Lars Füchtjohann, Argjend Kameraj

Volksbank in Südwestfalen eG

Sparkasse Siegen

Postbank

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

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

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

Prüfbericht-Nr: **B244073**
Probe-Nr. P202404876
Probenbezeichnung MP Geogen

Untersuchungsergebnisse

| Parameter | Meßwert | Einheit | Norm | | Ort |
|--|--------------|---------|---------------------------|----|-----|
| Probennahmeprotokoll | n. vorhanden | | | | Wen |
| Mineral. Fremdbest. | <10 | Vol-% | BBodSchV §2 Nr. 8 | 4* | Wen |
| Trockenrückstand (105°C) | 84,7 | % | DIN EN 14346 | 1* | Wen |
| Feuchte (105°C) | 15,3 | % | DIN EN 14346 | 1* | Wen |
| Trockenrückstand (bis 40°C) | 87,1 | % | DIN ISO 11465 | 1* | Wen |
| Feuchte (40°C) | 12,9 | % | DIN ISO 11465 | 1* | Wen |
| > 2,00 mm | 64 | % | DIN 66165-2 | 1* | Wen |
| < 2,00 mm | 36 | % | DIN 66165-2 | 1* | Wen |
| Ergebnis bez. auf Feinfraktion (< 2,00 mm) | ja | | DIN 19747 | 1* | Wen |
| TOC-400 (TS) | 0,10 | % | DIN 19539 | 1* | Wen |
| EOX (TS) | <1 | mg/kg | DIN 38414-17 | 1* | Wen |
| Kohlenwasserstoff-Index C10 - 22 (TS) | <100 | mg/kg | DIN EN 14039 | 1* | Wen |
| Kohlenwasserstoff-Index (TS) | <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 | 1,57 | 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 | 13,5 | mg/kg | DIN EN 16170 | 1* | Wen |
| Elution mit dest. Wasser (2:1 Schüttel) | ja | | DIN 19529 | 1* | Wen |
| pH-Wert (Eluat) | 8,07 | | DIN 38404-5 | 1* | Wen |
| Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat) | 462 | µS/cm | DIN EN 27888 | 1* | Wen |
| Sulfat-IC (Eluat) | 123 | mg/L | DIN EN ISO 10304-1 | 1* | Wen |
| Arsen (Eluat) ICP-MS | 1,00 | 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 | 1,69 | µg/L | DIN EN ISO 17294-2 | 1* | Wen |

Prüfbericht-Nr: B244073

Probe-Nr. P202404876

Probenbezeichnung MP Geogen

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

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

Bemerkung GW Gemäß EBV (Ersatzbaustoffverordnung) Anlage 1: Tabelle 1 mit Fußnoten 1 und 2, Tabelle 2 mit Fußnote 1 sowie Tabelle 3 mit Fußnote 4 sind die elektrische Leitfähigkeit und der pH-Wert im Eluat stoffspezifische Orientierungswerte. Bei Abweichungen ist die Ursache zu prüfen.

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

Einstufung

eingehalten
 eingehalten, s. Bemerkung
 eingehalten, s. Bemerkung
 eingehalten

Endeinstufung EBV - BM-0 Lehm/Schluff 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) | 84,7 | % | | | | |
| Feuchte (105°C) | 15,3 | % | | | | |
| Trockenrückstand (bis 40°C) | 87,1 | % | | | | |
| Feuchte (40°C) | 12,9 | % | | | | |
| > 2,00 mm | 64 | % | | | | |
| < 2,00 mm | 36 | % | | | | |
| Ergebnis bez. auf Feinfraktion (< 2 | ja | | | | | |
| TOC-400 (TS) | 0,10 | % | 1 | 0,5 | 5 | 5 |

Prüfbericht-Nr: B244073

Probe-Nr. P202404876

Probenbezeichnung MP Geogen

| Parameter | Meßwert | Einheit | BM-0 Lehm | BM-0* <0,5% TOC | BM-F0* | BM-F1 |
|--|---------|---------|-----------|-----------------|---------|---------|
| EOX (TS) | <1 | mg/kg | 1 | 1 | 3 | 3 |
| Kohlenwasserstoff-Index C10 - 22 | <100 | mg/kg | | 300 | 300 | 300 |
| 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 | 1,57 | 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 | 13,5 | mg/kg | 150 | 300 | 300 | 300 |
| Elution mit dest. Wasser (2:1 Schü) | ja | | | | | |
| pH-Wert (Eluat) | 8,07 | | | | 6,5-9,5 | 6,5-9,5 |
| Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Elu) | 462 | µS/cm | | 350 | 350 | 500 |
| Sulfat-IC (Eluat) | 123 | mg/L | 250 | 250 | 250 | 450 |
| Arsen (Eluat) ICP-MS | 1,00 | 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 | 1,69 | µg/L | | 20 | 30 | 30 |
| Thallium (Eluat) ICP-MS | <0,2 | µg/L | | 0,2 | | |
| Zink (Eluat) ICP-MS | <10 | µg/L | | 100 | 150 | 160 |
| Quecksilber (Eluat) AAS | <0,0001 | mg/L | | 0,0001 | | |
| Summe 15 PAK (ohne Naphthalin) | <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 | | |

Prüfbericht-Nr: **B244073**

Probe-Nr. P202404876

Probenbezeichnung MP Geogen



i.A. Dorothea Egbun
Projektmanagement

Bemerkung MU Bei der Konformitätsbewertung wird die Messunsicherheit nicht berücksichtigt.

| | |
|-------------------------------|--|
| Prüfbericht-Nr: | B244237 |
| Auftraggeber | Kleegräfe Geotechnik GmbH Holzstr. 212 59556 Lippstadt |
| Ansprechpartner | Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe |
| Telefon | 02941 / 5404 |
| E-Mail | info@kleegraefe.com |
| Eingangsdatum | 14.02.2024 |
| Probenehmer / -eingang | AG / Nightstar |
| Prüfort | Horn & Co. Analytics GmbH |
| Untersuchungszeitraum | 14.02.2024 - 28.02.2024 |
| Probe-Nr. | P202404876-1 |
| Probenbezeichnung | MP Geogen |
| Herkunftsart | Bebauungsplan Nr. 17 "Hülst" in Lippetal |
| Entnahmeort | Bebauungsplan Nr. 17 "Hülst" in Lippetal |
| Untersuchungsauftrag | EBV |

Übersicht der verwendeten Normen / SOP's

| | |
|-----------------------|---------------------------|
| DIN 19529: 2015-12 | DIN 38407-22: 2001-10 |
| DIN 38407-36: 2014-09 | DIN EN ISO 11369: 1997-11 |

s. Fremdprüfbericht

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich nur auf die angelieferten bzw. auf die von der Horn & Co. Analytics GmbH entnommenen Proben. Fehlerhaft zur Verfügung gestellte Proben können die Prüfergebnisse beeinträchtigen. Die angegebenen Ergebnisse beinhalten Messunsicherheiten, die unter folgendem Link eingesehen werden können: <https://www.horn-co.de/messunsicherheiten>
Die zu berücksichtigende Entscheidungsregel im Kontext der Messunsicherheit von Prüfergebnissen ist unter folgendem Link zu finden: <https://www.horn-co.de/horn-co-group/akkreditierung>
Der Prüfbericht darf nur mit Zustimmung der Horn & Co. Analytics GmbH auszugsweise vervielfältigt werden.

Horn & Co. Analytics GmbH

Labor Wenden

Offo-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 Weizlar · Dillfeld 40, 35576 Weizlar · Deutschland

Labor Witten · Auestraße 4, 58452 Witten · Deutschland

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

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

Geschäftsführer: Dr. Lars Füchtjohann, Argjend Kameraj

Volksbank in Südwestfalen eG

Sparkasse Siegen

Postbank

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

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

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

Prüfbericht-Nr: B244237
Probe-Nr. P202404876-1
Probenbezeichnung MP Geogen

Bemerkung

Untersuchungsergebnisse

| Parameter | Meßwert | Einheit | Norm | | Ort |
|---|---------|---------|---------------------|----|-----|
| Elution mit dest. Wasser (2:1 Schüttel) | ja | | DIN 19529 | 1* | Wen |
| Atrazin (Eluat) | <0,02 | µg/L | DIN EN ISO 11369 | 5* | Wen |
| Bromacil (Eluat) | <0,02 | µg/L | DIN EN ISO 11369 | 5* | Wen |
| Simazin (Eluat) | <0,02 | µg/L | DIN EN ISO 11369 | 5* | Wen |
| Diuron (Eluat) | <0,02 | µg/L | DIN EN ISO 11369 | 5* | Wen |
| Dimefuron (Eluat) | <0,02 | µg/L | DIN EN ISO 11369 | 5* | Wen |
| Ethidimuron (Eluat) | <0,02 | µg/L | DIN EN ISO 11369 | 5* | Wen |
| Flumioxazin (Eluat) | <0,02 | µg/L | DIN EN ISO 11369 | 5* | Wen |
| Flazasulforon | <0,02 | µg/L | s. Fremdprüfbericht | 5* | Wen |
| Glyphosat (Eluat) | <0,05 | µg/L | DIN 38407-22 | 5* | Wen |
| AMPA (Eluat) | <0,05 | µg/L | DIN 38407-22 | 5* | Wen |
| Thiazafluron (Eluat) | <0,02 | µg/L | DIN 38407-36 | 5* | 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

Horn & Co. Analytics GmbH, Wenden 29.02.2024



i.A. Dorothea Egbun
Projektmanagement

Bemerkung MU Bei der Konformitätsbewertung wird die Messunsicherheit nicht berücksichtigt.

| | |
|-------------------------------|--|
| Prüfbericht-Nr: | B244137 |
| Auftraggeber | Kleegräfe Geotechnik GmbH Holzstr. 212 59556 Lippstadt |
| Ansprechpartner | Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe |
| Telefon | 02941 / 5404 |
| E-Mail | info@kleegraefe.com |
| Eingangsdatum | 14.02.2024 |
| Probenehmer / -eingang | AG / Nightstar |
| Prüfort | Horn & Co. Analytics GmbH |
| Untersuchungszeitraum | 14.02.2024 - 28.02.2024 |
| Probe-Nr. | P202404876-2 |
| Probenbezeichnung | MP Geogen |
| Herkunftsort | Bebauungsplan Nr. 17 "Hülst" in Lippetal |
| Entnahmeort | Bebauungsplan Nr. 17 "Hülst" in Lippetal |
| Untersuchungsauftrag | EBV |

Übersicht der verwendeten Normen / SOP's

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

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich nur auf die angelieferten bzw. auf die von der Horn & Co. Analytics GmbH entnommenen Proben. Fehlerhaft zur Verfügung gestellte Proben können die Prüfergebnisse beeinträchtigen. Die angegebenen Ergebnisse beinhalten Messunsicherheiten, die unter folgendem Link eingesehen werden können: <https://www.horn-co.de/messunsicherheiten>

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

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

Horn & Co. Analytics GmbH

Labor Wenden

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

Labor Siegen · Obere Kaiserstraße, 57078 Siegen · Deutschland

Labor Wetzlar · Dillfeld 40, 35576 Wetzlar · Deutschland

Labor Witten · Auestraße 4, 58452 Witten · Deutschland

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

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

Geschäftsführer: Dr. Lars Füchtjohann, Argjend Kameraj

Volksbank in Südwestfalen eG IBAN: DE46 4476 1534 0804 4067 01 · BIC: GENODEM1NRD
Sparkasse Siegen IBAN: DE60 4605 0001 0000 0502 37 · BIC: WELADED1SIE
Postbank IBAN: DE53 3701 0050 0990 7625 00 · BIC: PBNKDEFFXXX

Prüfbericht-Nr: **B244137**
Probe-Nr. P202404876-2
Probenbezeichnung MP Geogen

Untersuchungsergebnisse

| Parameter | Meßwert | Einheit | Norm | | Ort |
|--|--------------|---------|-------------------------|----|-----|
| Probennahmeprotokoll | n. vorhanden | | | | Wen |
| Probenhomogenisierung / -menge | auf 1 kg | | DepV Anhang 4 Nr. 3.1.1 | 4* | Wen |
| Probenvorbereitung | s. Anlage | | DIN 19747 | 1* | Wen |
| Trockenrückstand (105°C) | 85,8 | % | DIN EN 14346 | 1* | Wen |
| Feuchte (105°C) | 14,2 | % | DIN EN 14346 | 1* | Wen |
| Summe BTEX / Styrol / Cumol (TS) | <1 | mg/kg | DIN EN ISO 22155 | 1* | Wen |
| Summe PAK n. EPA (TS) | <1 | mg/kg | DIN ISO 18287 | 1* | Wen |
| Summe 7 PCB (TS) | <0,01 | mg/kg | DIN EN 15308 | 1* | Wen |
| Kohlenwasserstoff-Index (TS) | <100 | mg/kg | DIN EN 14039 | 1* | Wen |
| Extrahierbare lipophile Stoffe (TS) | <0,01 | % | LAGA KW/04 | 1* | Wen |
| TOC (TS) | 0,18 | % | DIN 19539 | 1* | Wen |
| Glühverlust (550°C) | 2,58 | % | DIN EN 15169 | 1* | Wen |
| Glührückstand (550°C) | 97,4 | % | DIN EN 15169 | 1* | Wen |
| Elution mit dest. Wasser | ja | | DIN EN 12457-4 | 1* | Wen |
| pH-Wert (Eluat) | 8,20 | | DIN 38404-5 | 1* | Wen |
| Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat) | 114 | µS/cm | DIN EN 27888 | 1* | Wen |
| Wasserlöslicher Anteil | 0,057 | % | DIN 38409-1 | 1* | Wen |
| Gesamtgehalt gelöst. Feststoffe | 57 | mg/L | DIN EN 15216 | 1* | Wen |
| Cyanid, l. freisetzbar (Eluat) | <0,005 | mg/L | DIN EN ISO 14403-2 | 1* | Wen |
| Fluorid-IC (Eluat) | 0,28 | mg/L | DIN EN ISO 10304-1 | 1* | Wen |
| Chlorid-IC (Eluat) | 0,38 | mg/L | DIN EN ISO 10304-1 | 1* | Wen |
| Sulfat-IC (Eluat) | 15,3 | mg/L | DIN EN ISO 10304-1 | 1* | Wen |
| Phenolindex (Eluat) | <0,01 | mg/L | DIN EN ISO 14402 | 1* | Wen |
| DOC (Eluat) | 1,54 | mg/L | DIN EN 1484 | 1* | Wen |
| Antimon (Eluat) | <0,005 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen |
| Arsen (Eluat) | <0,01 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen |
| Barium (Eluat) | 0,020 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen |
| Blei (Eluat) | <0,02 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen |
| Cadmium (Eluat) | <0,001 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen |
| Chrom, gesamt (Eluat) | <0,01 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen |
| Kupfer (Eluat) | <0,02 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen |
| Molybdän (Eluat) | <0,01 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen |
| Nickel (Eluat) | <0,01 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen |
| Quecksilber (Eluat) AAS | <0,0001 | mg/L | DIN EN ISO 12846 | 1* | Wen |
| Selen (Eluat) | <0,01 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen |
| Zink (Eluat) | <0,01 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen |

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

Prüfbericht-Nr: **B244137**
Probe-Nr. P202404876-2
Probenbezeichnung MP Geogen
Bemerkung GW

Grenzwerteinstufung

Einstufung

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

Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung

| Parameter | Meßwert | Einheit | DK 0 | DK 1 | DK 2 | DK 3 |
|--|--------------|---------|--------|--------|--------|-------|
| Probennahmeprotokoll | n. vorhanden | | | | | |
| Probenhomogenisierung / -menge | auf 1 kg | | | | | |
| Probenvorbereitung | s. Anlage | | | | | |
| Trockenrückstand (105°C) | 85,8 | % | | | | |
| Feuchte (105°C) | 14,2 | % | | | | |
| Summe BTEX / Styrol / Cumol (TS) | <1 | mg/kg | 6 | | | |
| Summe PAK n. EPA (TS) | <1 | mg/kg | 30 | | | |
| Summe 7 PCB (TS) | <0,01 | mg/kg | 1 | | | |
| Kohlenwasserstoff-Index (TS) | <100 | mg/kg | 500 | | | |
| Extrahierbare lipophile Stoffe (TS) | <0,01 | % | 0,1 | 0,4 | 0,8 | 4 |
| TOC (TS) | 0,18 | % | 1 | 1 | 3 | 6 |
| Glühverlust (550°C) | 2,58 | % | 3 | 3 | 5 | 10 |
| Glührückstand (550°C) | 97,4 | % | | | | |
| Elution mit dest. Wasser | ja | | | | | |
| pH-Wert (Eluat) | 8,20 | | 5,5-13 | 5,5-13 | 5,5-13 | 4-13 |
| Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Elu) | 114 | µS/cm | | | | |
| Wasserlöslicher Anteil | 0,057 | % | 0,4 | 3 | 6 | 10 |
| Gesamtgehalt gelöst. Feststoffe | 57 | mg/L | 400 | 3000 | 6000 | 10000 |
| Cyanid, l. freisetzbar (Eluat) | <0,005 | mg/L | 0,01 | 0,1 | 0,5 | 1 |
| Fluorid-IC (Eluat) | 0,28 | mg/L | 1 | 5 | 15 | 50 |
| Chlorid-IC (Eluat) | 0,38 | mg/L | 80 | 1500 | 1500 | 2500 |
| Sulfat-IC (Eluat) | 15,3 | mg/L | 100 | 2000 | 2000 | 5000 |
| Phenolindex (Eluat) | <0,01 | mg/L | 0,1 | 0,2 | 50 | 100 |
| DOC (Eluat) | 1,54 | mg/L | 50 | 50 | 80 | 100 |
| Antimon (Eluat) | <0,005 | mg/L | 0,006 | 0,03 | 0,07 | 0,5 |
| Arsen (Eluat) | <0,01 | mg/L | 0,05 | 0,2 | 0,2 | 2,5 |

Prüfbericht-Nr: B244137

Probe-Nr. P202404876-2

Probenbezeichnung MP Geogen

| Parameter | Meßwert | Einheit | DK 0 | DK 1 | DK 2 | DK 3 |
|-------------------------|---------|---------|-------|-------|------|------|
| Barium (Eluat) | 0,020 | mg/L | 2 | 5 | 10 | 30 |
| Blei (Eluat) | <0,02 | mg/L | 0,05 | 0,2 | 1 | 5 |
| Cadmium (Eluat) | <0,001 | mg/L | 0,004 | 0,05 | 0,1 | 0,5 |
| Chrom, gesamt (Eluat) | <0,01 | mg/L | 0,05 | 0,3 | 1 | 7 |
| Kupfer (Eluat) | <0,02 | mg/L | 0,2 | 1 | 5 | 10 |
| Molybdän (Eluat) | <0,01 | mg/L | 0,05 | 0,3 | 1 | 3 |
| Nickel (Eluat) | <0,01 | mg/L | 0,04 | 0,2 | 1 | 4 |
| Quecksilber (Eluat) AAS | <0,0001 | mg/L | 0,001 | 0,005 | 0,02 | 0,2 |
| Selen (Eluat) | <0,01 | mg/L | 0,01 | 0,03 | 0,05 | 0,7 |
| Zink (Eluat) | <0,01 | mg/L | 0,4 | 2 | 5 | 20 |

Horn & Co. Analytics GmbH, Wenden 28.02.2024



i.A. Dorothea Egbun
Projektmanagement

Bemerkung MU Bei der Konformitätsbewertung wird die Messunsicherheit nicht berücksichtigt.

ANLAGE 8.1

Fotodokumentation

Fotodokumentation

Seite 1

Anlage 8.1

Situation am 31.01.2024



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

Situation am 31.01.2024



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

Fotodokumentation

Seite 2

Anlage 8.1

Situation am 31.01.2024



Foto 3: Blickrichtung ~NO; Bereich der BS 3 (Markierung)

Situation am 31.01.2024



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

Fotodokumentation

Seite 3

Anlage 8.1

Situation am 31.01.2024



Foto 5: Blickrichtung ~N; Bereich der BS 5 (Markierung)

Situation am 31.01.2024



Foto 6: Blickrichtung ~O; Bereich der BS 6 (Markierung)