

GUTACHTEN

Projekt: Delbrück-Schöning
Baugebiet 'Schnittker' inkl. Erweiterungsfläche



Baugrunderkundung / Gründungsberatung

Auftraggeber: Stadt Delbrück, Fachbereich Bauen und Planen
33129 Delbrück, Marktstraße 6

Auftragnehmer: Kleegräfe Geotechnik GmbH
59556 Lippstadt, Holzstraße 212

Projekt-Nr.: 19 09 32

Lippstadt, den 28. Mai 2020

- INHALTSVERZEICHNIS -

| | |
|---|-----------|
| <u>1. VORGANG / AUFGABENSTELLUNG / LAGE</u> | 3 |
| <u>2. UNTERGRUNDERSCHLIEßUNG</u> | 5 |
| 2.1 UNTERGRUNDSCHICHTUNG / GEOLOGIE | 5 |
| 2.2 GRUNDWASSER / HYDROGEOLOGIE | 7 |
| <u>3. ERMITTLUNG UND BEURTEILUNG DES VERSICKERUNGSPOTENZIALS</u> | 11 |
| 3.1 ERMITTLUNG DES VERSICKERUNGSPOTENZIALS (LABORVERSUCHE) | 11 |
| 3.2 ERMITTLUNG DES VERSICKERUNGSPOTENZIALS (GELÄNDEVERSUCHE) | 12 |
| 3.3 BEWERTUNG DES VERSICKERUNGSPOTENZIALS / RAHMENBEDINGUNGEN | 13 |
| 3.4 HINWEISGEBUNG BEZÜGLICH DER NIEDERSCHLAGSWASSERABFÜHRUNG | 14 |
| <u>4. CHEMISCHE UNTERSUCHUNGEN</u> | 19 |
| 4.1 MUTTERBODEN: BEURTEILUNG AUFBRINGUNG AUF LANDWIRTSCHAFT. FLÄCHEN | 19 |
| 4.2 ABFALLWIRTSCHAFTLICHE BEURTEILUNG DES AUSHUBBODENS | 20 |
| <u>5. INGENIEURGEOL. BEURTEILUNG DES BAUGRUNDINVENTARS</u> | 22 |
| 5.1 BODENCHARAKTERISIERENDE LABORVERSUCHE | 22 |
| 5.2 BAUGRUNDBEURTEILENDE GELÄNDEVERSUCHE (DPL-5) | 25 |
| 5.3 BODENMECHANISCHE KENNWERTE / BAUGRUNDBEURTEILUNG | 26 |
| 5.4 BODENKLASSEN / BODENGRUPPEN / FROSTKLASSEN / HOMOGENBEREICHE | 26 |
| <u>6. INGENIEURGEOL. HINWEISGEBUNGEN ZUR BAUDURCHFÜHRUNG</u> | 28 |
| 6.1 WOHNGEBÄUDEBAU | 28 |
| 6.2 KANALBAU | 38 |
| 6.3 STRAßENBAU | 42 |
| <u>7. ANLAGEN</u> | 45 |

1. Vorgang / Aufgabenstellung / Lage

Die Stadt Delbrück beabsichtigt die Erschließung eines Bebauungsplangebietes im OT Schöning südlich der Schöninger Straße für Wohnbebauung (B-Plan 'Schnittker'). Südlich schließt sich eine Erweiterungsfläche an.

Die Beauftragung gliedert sich in folgende Bereiche:

- Baugrund: Aufgabe ist die Durchführung einer ingenieurgeologischen Baugrunderkundung und -beurteilung. Hierauf basierend erfolgt eine orientierende Hinweisgebung hinsichtlich der allgemeinen Bebaubarkeit für die zu errichtenden Wohngebäude, für die Kanäle und die Anliegerstraßen.
- Versickerung: Die für eine potenzielle Versickerung wichtigen Rahmenbedingungen sind zu ermitteln und die relevanten Eckdaten aufzuzeigen und zu bewerten. Bei positiven Rahmenbedingungen sind Beispieldimensionierungen einer geeigneten Versickerungsanlage zu erstellen.
- Abfallwirtschaftliche Klassifizierung Aushubboden: Das potenzielle Boden-Überschusssmaterial wurde hinsichtlich seiner Wiedereinbaueignung / -zulässigkeit chemisch untersucht und klassifiziert (LAGA / DepV). Der Oberboden wurde bezüglich der Zulässigkeit der Aufbringung auf landwirtschaftliche Flächen beurteilt.

Die STADT DELBRÜCK / FACHBEREICH BAUEN UND PLANEN, Marktstraße 6 in 33129 Delbrück, beauftragte das Fachbüro KLEEGRÄFE GEOTECHNIK GMBH, Holzstraße 212 in 59556 Lippstadt, mit den Untersuchungen sowie der gutachterlichen Stellungnahme.

Für die Ausarbeitung steht dem AN der Planentwurf Nr. 120 'Schnittker' (1:1.000, Stand: 20.08.2019) sowie ein Übersichtsplan mit Parzellierungs- und Straßenkennzeichnung des 1.BA zur Verfügung:

Tabelle 1: Untersuchungsumfang (Gelände + Labor)

| | | |
|---|---|----------|
| Gelände (09., 10., 14. Januar 2020) | - Rammkernsondierungen (Ø 50 / 60 mm) | 19 Stück |
| | - Einmessung in Höhe und Lage | 19 Stück |
| | - Leichte Rammsondierungen (DPL-5) | 19 Stück |
| | - Versickerungsversuche im Gelände (Auffüllversuche) | 6 Stück |
| | - Ausbau zu Überflur-Grundwassermessstellen (1½ Zoll) | 6 Stück |
| Boden- mechanisches Labor | - Korngrößenanalysen (DIN EN ISO 17892-4) | 7 Stück |
| | - Wassergehaltsbestimmungen (DIN EN ISO 17892-1) | 7 Stück |
| | - Glühverlustbestimmungen (DIN 18 128) | 3 Stück |
| Chemisches Labor | - Parameterumfang LAGA (TR Boden, 2004) | 4 Stück |
| | - Parameterumfang Deponieverordnung (DepV, 2011) | 4 Stück |
| | - BBodSchV Vorsorgewerte (Aufbringung landwirtsch. Flächen) | 2 Stück |

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

Lage: Das Areal befindet sich im Süden von 33129 Delbrück-Schöning. Südlich des Areals des B-Plangebietes 'Schnittker' schließt sich ein Erweiterungsareal an.

- Grenze Norden (B-Plan 'Schnittker'): Schöninger Straße (K61)
- Grenze Osten: Norden: Kindergarten, Süden: Graben / landwirtschaftliche Fläche
- Grenze Süden (Erweiterungsareal): Graben / landwirtschaftliche Fläche
- Grenze Westen: Norden: Bestandsbebauung, Süden: Straße Eckernkamp

Das Umfeld wird von lockerer Bebauung sowie von landwirtschaftlichen Flächen geprägt. Der Anlage 9.1 ist eine Fotodokumentation zu entnehmen.

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

Morphologie: Das Areal liegt ebenso wie sein Umfeld relativ eben vor. Es wurde eine Höhendifferenz von geringen 1,26 m zwischen den 19 Bohr-Ansatzpunkten innerhalb des Areals ermittelt. Es existiert ein geringer Geländeeinfall in Richtung Süden. **Hinsichtlich der anvisierten Versickerung ist von Relevanz, dass das eigentliche Baugebiet (B-Plan 'Schnittker') i.M. 0,52 m höher liegt als das Erweiterungsareal** (Basis: Mittelwerte der Bohransätze). Die Höhenkote bewegt sich um +81 m NHN (RStO-Frosteinwirkungszone I).

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

Gefährdungspotenziale: Das Online-Fachinformationssystem 'Gefährdungspotenziale des Untergrundes in NRW' des Geologischen Dienstes NRW (www.gd.nrw.de) gibt für das von der Maßnahme betroffene Kilometerquadrat 24785 keine besonderen geogenen Gefährdungspotenziale aufgeführter Bereiche an (• Bergbau, • Methanogasung, • Verkarstung / Auslaugung, • Erdbeben).

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

Der Referenzwert für Radon in Aufenthaltsräumen und an Arbeitsplätzen beträgt demnach 300 Bq/m³. Es sollte im Zuge des weiteren Projektfortschritts eine Klärung über die tatsächliche Radonkonzentration in der Bodenluft herbeigeführt werden und es sollte geprüft werden, in wieweit die aus verschiedenen anderen Gründen auszuführenden Arbeiten am Bauwerk im Sinne 'präventiver Schutzmaßnahmen zum radonsicheren Bauen' zu bewerten sind.

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

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

2. Untergrunderschließung

2.1 Untergrundschichtung / Geologie

Die Bohrungen wurden flächendeckend innerhalb des Areals positioniert. Die BS 1-6 wurden im Bereich des B-Plangebietes 'Schnittker' und die BS 7-19 innerhalb der Erweiterungsfläche angesetzt. Die Schichtenprofile sind in der Anlage 2.1-2.2 dargestellt. Die Bodenansprache erfolgte nach den relevanten DIN-Normen.

Geologie: Bei den relevanten Schichteinheiten (Sande) handelt es sich um fluviale Niederterrassen-Sedimente aus dem pleistozänen Quartär. Das Grundgebirge (Tonmergelstein der *Santon*-Stufe) wurde bis zu den Endteufen nicht erbohrt.

Tabelle 2/a: Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse (09., 10., 14.01.2020)

| Bereich | BS | Ansatz m NHN | Anthr.-Beeinflussung | | Geogenbereich | | Grundwasser* | DPL-5 | Endteufe |
|---------------------|----|-----------------|----------------------|-----------|---------------|----------------------|------------------|-------|----------|
| | | | Mutterboden | Sand | Mutterboden | Sand (Torflinse) | | | |
| B-Plan 'Schnittker' | 1 | +81,64 | 0-0,39 | - | 0,39-0,46 | ab 0,46 4,15-4,22 | 1,74 +79,90 | X | 5,00 |
| | 2 | +81,94 | 0-0,44 | 0,44-0,78 | - | ab 0,78 | 2,00 +79,94 | X | 5,00 |
| | 3 | +81,71 | - | - | 0-0,33 | ab 0,33 | Zusammenfall | X | 5,00 |
| | 4 | +81,51 | 0-0,28 | - | 0,28-0,63 | ab 0,63 | (1,62) +79,89 | X | 5,00 |
| | 5 | +81,59 | 0-0,50 | 0,50-0,75 | 0,75-1,00 | ab 1,00 | (1,61) +79,98 | X | 5,00 |
| | 6 | +81,68 | - | - | 0-0,47 | ab 0,47 | (1,76) +79,92 | X | 5,00 |
| | Ø | +81,68 | | | | ab 0,61 | 1,75 +79,93 | X | 5,00 |

m u.GOK / mNHN, Klammer: Bohrlochzusammenfall (± GW-Spiegelfläche),

blau: Grundwassermessstelle (Pegelausbau), grün: Torf-Zwischenlage (Linse), * Stichtag

Tabelle 2/b: Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse (09., 10., 14.01.2020)

| Be- reich | BS | Ansatz m NHN | Anthr.-Beeinflussung | | Geogenbereich | | Grund- wasser* | DPL-5 | End- teufe |
|--------------------|--------|-----------------|----------------------|-----------|------------------|------------------------|-------------------|-------|---------------|
| | | | Mutter- boden | Sand | Mutter- boden | Sand (Schlufflinse) | | | |
| Erweiterungsfläche | 7 | +81,21 | - | - | 0-0,47 | ab 0,47 | 1,58 +79,63 | X | 5,00 |
| | 8 | +80,97 | 0-0,38 | 0,38-0,95 | - | ab 0,95 | 1,46 +79,51 | X | 5,00 |
| | 9 | +81,01 | - | - | 0-0,40 | ab 0,40 | 1,76 +79,63 | X | 5,00 |
| | 10 | +80,94 | - | - | 0-0,38 | 0,38-0,48 ab 0,48 | (1,56) +79,38 | X | 5,00 |
| | 11 | +81,14 | 0-0,30 | - | 0,30-0,55 | ab 0,55 | (1,11) +80,03 | X | 5,00 |
| | 12 | +81,61 | 0-0,45 | 0,45-1,30 | - | ab 1,30 | (1,70) +79,91 | X | 5,00 |
| | 13 | +81,47 | 0-0,30 | 0,30-0,60 | - | ab 0,60 | 1,61 +79,86 | X | 5,00 |
| | 14 | +81,40 | - | - | 0-0,40 | ab 0,40 | (0,95) +80,45 | X | 5,00 |
| | 15 | +81,11 | - | - | 0-0,42 | ab 0,42 | (1,69) +79,42 | X | 5,00 |
| | 16 | +80,96 | - | - | 0-0,45 | ab 0,45 | 1,50 +79,46 | X | 5,00 |
| | 17 | +81,34 | 0-0,45 | - | 0,45-0,60 | ab 0,60 | 1,51 +79,83 | X | 5,00 |
| | 18 | +81,27 | - | - | 0-0,50 | ab 0,50 | 1,65 +79,62 | X | 5,00 |
| | 19 | +80,68 | - | - | 0-0,25 | ab 0,25 | 1,32 +79,36 | X | 5,00 |
| Ø | +81,16 | | | | ab 0,56 | 1,49 +79,67 | X | 5,00 | |

m u.GOK / mNHN, Klammer: Bohrlochzusammenfall (± GW-Spiegelfläche),

blau: Grundwassermessstelle (Pegelausbau), grün: Schluff-Zwischenlage (Linse), * Stichtag

2.2 Grundwasser / Hydrogeologie

Bei den angetroffenen Feuchteverhältnissen handelt es sich um eine zeitliche Momentaufnahme. Langfristige Messdaten liegen dem AN im eingeschränkten Umfang aus dem Umfeld vor. Aus diesem Grunde kann keine belastbare Angabe über das Schwankungspotenzial des Grundwassers geliefert werden. Ohne eine längerfristige GW-Beobachtung sind keine zuverlässigen Angaben zu machen. Die Geländearbeiten (09., 10. und 14.01.2020) fanden in einer herkömmlichen Niederschlagsperiode statt. Die angetroffenen Grundwasser-Flurabstände stellen keine Hoch- / Maximalstände dar. In niederschlagsergiebigeren Herbst- / Frühjahrsperioden ist von einem Anstiegspotenzial auszugehen.

• **Ausbau zu Grundwassermessstellen:** Nach Bohrbeendigung wurde die sechs Bohrungen BS 1, BS 2, BS 7, BS 9, BS 17 und BS 19 zu 1½ -Zoll Permanent-Grundwassermessstellen ausgebaut (Ausbau: • Spitze, • je 3,0 m Filterrohr, • je 1,0 / 2,5 m Vollrohr, • Sebakappe, • Filterkies 0,75/1,25 mm, • Bentonitabdichtung, • Betonfundament, • Schutzrohr). Nach Pegeleinbau wurden die in der Tabelle 3 aufgeführten GW-Flurabstände gelotet. Am 25.05.2020 erfolgten ergänzende Pegellotungen.

Tabelle 3: Grundwasserstände innerhalb der installierten Grundwassermessstellen

| Bereich | | B-Plan 'Schnittker' | | Erweiterungsfläche | | | |
|----------------------|-------------|---------------------|--------|--------------------|--------|--------|--------|
| Messstelle | | GWM 1 | GWM 2 | GWM 7 | GWM 9 | GWM 17 | GWM 19 |
| 10. / 14. 01.2020 | Einzelwerte | 1,74 | 2,00 | 1,58 | 1,76 | 1,51 | 1,32 |
| | | +79,90 | +79,94 | +79,63 | +79,63 | +79,83 | +79,36 |
| | Mittelwert | 1,87 | | 1,54 | | | |
| | | +79,92 | | +79,61 | | | |
| 25.05. 2020 | Einzelwerte | 1,87 | 2,18 | 1,69 | 1,72 | 1,81 | 1,50 |
| | | +79,77 | +79,76 | +79,52 | +79,29 | +79,53 | +79,18 |
| | Mittelwert | 2,03 | | 1,68 | | | |
| | | +79,77 | | +79,38 | | | |

m u.GOK / mNHN

Der AN empfiehlt die fortgesetzte regelmäßige Messung der installierten Pegel über einen längeren Zeitraum (mind. eine hydrologische Jahresperiode), um das GW-Schwankungspotenzial weiter belastbar zu präzisieren.

Es wird deutlich, dass das i.M. ca. 0,5 m höhergelegene Baugebiet 'Schnittker' (GOK i.M. +81,68 mNHN) einen höheren GW-Flurabstand als die tiefergelegene Erweiterungsfläche aufweist (GOK i.M. +81,16 mNHN).

- **Grundwasser (Bohrlochmessungen):** Bei den Geländearbeiten am 09., 10. und 14.01.2020 wurde zusammenhängendes Grundwasser gelotet. Bei den Bohrungen wurde ein Flurabstand von i.M. 1,75 m / +79,93 mNHN (B-Plan 'Schnittker') bzw. von i.M. 1,49 m / +79,67 mNHN (Erweiterungsfläche) gelotet.

Bei dem geloteten Grundwasser handelt es sich um einen zusammenhängender Lockergesteinsaquifer / Porenwasserleiter.

Es wird deutlich darauf hingewiesen, dass bei den g.g. Wasserständen (Bohrlochmessungen) die Bohrlochzusammenfalle einiger Bohrungen einbezogen sind, was eine gewisse Verfälschung ergibt (geringere Flurabstände). Die o.g. Pegellotungen stellen die exakteren und unverfälschteren Messungen dar und sollten als Datengrundlage herangezogen werden.

- **Messdaten älterer Untersuchungen im Umfeld:** Ca. 300 m nordöstlich des aktuellen Arbeitsgebietes erfolgten in 2011 im Auftrag der Stadt Delbrück Bodenuntersuchungen von der Kleegräfe Geotechnik GmbH für das Bebauungsgebiet 'B-Plan Nr. 27 Schöning' (Gutachtendatum 16.06.2011, Datum Stellungnahme: 22.04.2015). U.a. wurde hierbei mehrere Grundwassermessstellen errichtet.

Die Grundwassermessstellen wurden durch die Stadt Delbrück im Zeitraum von Juni 2011 bis Februar 2015 (letzter übermittelter Datensatz) überwiegend monatlich eingemessen (Unterbrechung von Februar bis August 2013).

Bei einer gewerteten Betrachtung des zur Verfügung gestellten Datenmaterials ergab sich bez. der Maximal-/Hochstände für die durchgängig messbaren GWM 5_{alt} bzw. GWM 6_{alt} bis zum 95%-Quantil ein mittlerer Wasserstand von +80,87 mNHN. Das heißt in 95% aller betrachteten Fälle lagen Grundwasserstände vor, die kleiner oder gleich sind als der o.g. Wert. Die Schwankungsbreite der GW-Stände (Min.-/Max.-Stände) beträgt i.M. 1,32 m (GWM6_{alt}) bzw. 1,65 m (GWM5_{alt}).

- **Behördliche Messdaten aus dem Umfeldbereich:** Ca. 500 m süd-südwestlich des Arbeitsgebietes (B-Plan 'Schnittker') und ca. 350 m süd-südwestlich des Erweiterungsgebietes befand sich im Bereich Alter Postweg ehemals ein behördlicher Pegel / Grundwassermessstelle ('021163406 – OL 26'). Die Kenndaten und Hauptwerte dieser Messstelle wurden vom 'Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen' online gestellt ('NRW Umweltdaten vor Ort').

Betreffende Messstelle (GOK: +81,02 mNHN) war im Zeitraum 07.11.1949 – 21.12.1992 aktiv. Es erfolgten insgesamt 2.251 Messungen mit folgenden Ergebnissen:

| | | |
|----------------------------|-------------|--------------|
| - niedrigster Wasserstand: | +78,54 mNHN | (19.10.1959) |
| - höchster Wasserstand: | +80,79 mNHN | (05.12.1960) |

- durchschnittlicher Wasserstand: +79,63 mNHN
- 95%-Quantil-Wasserstand: +80,24 mNHN

● **Bemessungswasserstand (B-Plangebiet 'Schnittker')**: Es existieren für das Arbeitsgebiet (B-Plan 'Schnittker') keine langfristigen, belastbaren Messdaten. Da die zu untersuchende Fläche jedoch in etwa auf der Streckenhälfte zwischen den beiden o.g. Bereichen (behördlicher Pegel im Südwesten / Altuntersuchungen im Nordosten) liegt, wird der Bemessungswasserstand durch Interpolation der Wasserstände der beiden o.g. Bereiche festgelegt (behördlicher Pegel / Altuntersuchungen).

Aufgrund des Abstandes der o.g. Messstellen / Altuntersuchungen zum Arbeitsgebiet, der nicht vergleichbaren Lage zum Vorfluter und der abweichenden Geländehöhe können die vorgenannten Daten nicht 1:1 auf das Arbeitsgebiet übertragen werden, sondern bedürfen einer Interpolation.

- 95%-Quantil-Hochwasserstand (Altuntersuchungen): +80,87 mNHN
- 95%-Quantil-Hochwasserstand (Behördenpegel): +80,24 mNHN

Unter Zugrundelegung einer linear verlaufenden / geneigten GW-Spiegelfläche wird für das B-Plangebiet 'Schnittker' ein 95%-Quantil-Hochwasserstand von +80,55 mNHN interpoliert / erwartet. **G.g. Höhe von +80,55 mNHN wird für das B-Plangebiet 'Schnittker' als Bemessungswasserstand festgelegt (ohne Extremereignisse).**

Die gemittelte GOK im betreffenden Bereich beträgt aktuell +81,68 mNHN (Basis: gemittelte Ansatzpunkte der dortigen Bohrungen). D.h. der Bemessungswasserstand verläuft 1,13 m u. der gemittelten GOK.

Der Bemessungswasserstand liegt 0,63 m über dem gemittelten GW-Pegelstand am 09./10./14.01.2020 bzw. 0,78 m über dem gemittelten GW-Pegelsand am 25.05.2020.

● **Bemessungswasserstand (Erweiterungsfläche)**: Angeraten wird die fortgesetzte regelmäßige Messung der installierten Pegel über einen längeren Zeitraum (mind. eine hydrologische Jahresperiode), um das GW-Schwankungspotenzial weiter belastbar zu präzisieren und um dann in Abstimmung mit der zuständigen Fachbehörde und ggf. einem erfahrenen Wasserbaubüro einen Bemessungswasserstand für die Erweiterungsfläche angeben zu können. Darauf basierend ist die weitere Planung hinsichtlich einer angedachten Versickerung abzustimmen.

● **Stauäsepotenzial**: Der untergrundprägende Fluvialsand weist kein relevantes Stauäsepotenzial auf.

- **Ausweisung Überschwemmungsgebiet:** Das Arbeitsgebiet ist nicht als 'festgesetztes Überschwemmungsgebiete' ausgewiesen (Quelle: www.ELWAS.nrw.de, Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes NRW).
- **Vorflut:** An der südlichen und östlichen Grenze des Erweiterungsgebietes verläuft ein namenloser Graben mit westlicher Entwässerungsrichtung. Es ist davon auszugehen, dass dieser Graben die Vorflut für die Arbeitsbereiche darstellt.

Fazit: Bei einer Nichtunterkellerung kann eine seltene GW-Beeinflussung der Fundament-Gründungskörper / Frostschutzschürze nicht mit letzter Sicherheit ausgeschlossen werden. Eine GW-Einflussnahme auf die Bodenplatte ist bei einer Nichtunterkellerung bei einer üblichen Heraushebung der OKFF EG über die aktuelle GOK unwahrscheinlich.

Bei einer Unterkellerung unterliegt das KG einer permanenten GW-Beeinflussung ('drückendes Wasser'). Bemessungswasserstand: +80,55 mNHN / 1,13 m u. aktueller gemittelter GOK (ohne Extremereignisse).

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

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

- Fluviatilsand:

Mittelsand-Feinsand-Gemisch, schwach schluffig $10^{-4} - 10^{-5}$

Bewertung der Lockergesteinsdurchlässigkeit mittels Durchlässigkeitsbeiwert
(nach DIN 18 130)

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

3. Ermittlung und Beurteilung des Versickerungspotenzials

Im Rahmen der Erschließung des Areals ist aufgrund des § 51a LWG vorgesehen, das anfallende Niederschlagswasser – bei Eignung der Böden sowie der wasserrechtlichen Bestimmungen – im Untergrund versickern zu lassen. Es ist das Versickerungspotenzial des Untergrundes mittels Versickerungsversuchen (‘Auffüllversuchen’) zu ermitteln und anschließend die relevanten Eckdaten aufzuzeigen. Bei positiven Ergebnissen ist eine Beispieldimensionierung einer geeigneten Versickerungsanlage zu errechnen.

Es handelt sich hierbei nicht um Detailplanungen. Hydrogeologische Geländemodelle wurden nicht erstellt.

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

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

3.1 Ermittlung des Versickerungspotenzials (Laborversuche)

- Korngrößenanalysen (DIN EN ISO 17892-4): Es wurden sieben Korngrößenanalysen durchgeführt (1 x Sieb-/Sedimentationsanalysen, 6 x Siebanalyse), wobei der versickerungsrelevante Fluviatilsand untersucht wurde (Proben siehe Tabelle 7). Die Ergebnisse der Korngrößenanalysen sind in der Tabelle 7 aufgeführt.

Der Untergrund wird von einem schwach verlehmtten Feinsand-Mittelsand-Gemisch überwiegend enger Stufung und überwiegend deutlicher Durchlässigkeit geprägt.

- Durchlässigkeiten (DIN 18 130): Die theoretischen Berechnungen des Durchlässigkeitsbeiwertes (Durchlässigkeitskoeffizient) der untersuchten Bodenproben erfolgten nach BEYER sowie für die enggestuften Böden ergänzend nach Hazen und für die stärker bindigen Böden ergänzend nach MALLETT / PACQUANT. Die Ergebnisse zeigen folgender Größenordnungen für die untersuchten Böden:

- Großteil des Sandes: überw. $k_f = \text{ca. } 2 \cdot 10^{-4} - 4 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ (DIN 18 130: ‘stark durchlässig’ bis ‘durchlässig’), Fazit: sehr geringes / nicht vorhandenes Staunässe- / Rückhaltepotenzial (**‘Nichtstauer’ / ‘Leiter’**).

- Vereinzelt: mäßig verlehmter Sand (Probe 5/3): überw. $k_f = 10^{-5} - 10^{-6}$ m/s (DIN 18 130: ´durchlässig´), Fazit: geringes Staunässe- / Rückhaltepotenzial (**´Nicht-stauer´ / Leiter´**).

Die untersuchten Sande weisen kein relevantes Staunässepotenzial auf und besitzen eine materialspezifische Versickerungseignung.

3.2 Ermittlung des Versickerungspotenzials (Geländeversuche)

Durchführung der Versickerungsversuche (Feldversuche): Die Versickerungsversuche wurden als hydrostatisches Verfahren (Auffüllversuche) mit konstanter Druckhöhe durchgeführt (´open-end-test´). Für die Durchführung der Versuche wurden die sechs zu Grundwassermessstellen ausgebauten Bohrungen BS/GWM 1, 2, 7, 9, 17 und 19 herangezogen. Die Versuche erfolgten innerhalb des Pegels (Schutz vor Bohrlochzusammenfall).

Als erster Schritt der Versickerungsversuche erfolgte eine ausreichende Wässerung des jeweiligen Bohrlochprofils zwecks Sättigung des Bodenaufbaus. Im Anschluss erfolgte eine Wassersäulenfestlegung. Darauf wird die Wasserzugabe pro Zeiteinheit gemessen, welche zur Konstanthaltung dieser o.g. definierten Wassersäulenhöhe benötigt wird.

Die Versickerungsversuche wurden auf der Grundwasseroberfläche durchgeführt, was zulässig ist, solange ausschließlich die Durchlässigkeiten der darüber liegenden Bodenschichten bestimmt werden. Die Ergebnisse der Versickerungsversuche sind in der Anlage 6.1 sowie in der folgenden Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4: Ermittelte Durchlässigkeitsbeiwerte (Geländeversuche)

| Bereich | B-Plan ´Schnittker´ | | Erweiterungsfläche | | | |
|-----------------------------|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Pegel | GWM 1 | GWM 2 | GWM 7 | GWM 9 | GWM 17 | GWM 19 |
| Versickerungs-Medium | Sand | Sand | Sand | Sand | Sand | Sand |
| Grundwasser, m u.GOK | 1,74 | 2,00 | 1,58 | 1,48 | 1,51 | 1,32 |
| Gültigkeitsbereich, m u.GOK | 1,0-1,74 | 1,0-2,0 | 1,0-1,58 | 1,0-1,48 | 1,0-1,51 | 1,0-1,32 |
| Versuch 1 (k_f in m/s) | $2,4 \cdot 10^{-4}$ | $2,2 \cdot 10^{-4}$ | $2,3 \cdot 10^{-4}$ | $2,2 \cdot 10^{-4}$ | $3,7 \cdot 10^{-4}$ | $1,7 \cdot 10^{-4}$ |
| Versuch 2 (k_f in m/s) | $2,0 \cdot 10^{-4}$ | $2,2 \cdot 10^{-4}$ | $2,2 \cdot 10^{-4}$ | $2,2 \cdot 10^{-4}$ | $3,5 \cdot 10^{-4}$ | $1,8 \cdot 10^{-4}$ |
| Bewertung DIN 18 130 | <i>´stark durchlässig´</i> | | | | | |
| MURL Bewertung | Versickerungseignung nach MURL: $k_f > 5 \cdot 10^{-6}$ m/s | | | | | |

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

3.3 Bewertung des Versickerungspotenzials / Rahmenbedingungen

► Materialspezifische Bewertung: Die Versickerungsversuche belegen deutliche Durchlässigkeiten der Fluviatilsande, die sich weitgehend im Bereich von $k_f = 3 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-4}$ m/s bewegen (DIN 18 130: 'stark durchlässig').

Die theoretischen Berechnungen der Wasserdurchlässigkeit anhand der Kornsummenkurven belegen ebenfalls deutliche Durchlässigkeiten der Fluviatilsande, die sich überwiegend im Bereich von $10^{-4} - 10^{-5}$ m/s bewegen (DIN 18 130: 'durchlässig').

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

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

Bei den Geländearbeiten wurde zusammenhängendes Grundwasser ermittelt. Der Bemessungswasserstand wurde auf +80,55 mNHN festgelegt (B-Plan 'Schnittker'). Für die Erweiterungsfläche wurde noch kein Bemessungswasserstand definiert. Dieser ist abhängig von den Ergebnissen der empfohlenen längerfristigen Pegelmessungen.

Demnach darf die UK einer potenz. Versickerungsanlage im B-Plan 'Schnittker' nicht tiefer als +81,55 mNHN in den Untergrund einbinden. Unter der Prämisse der Schaffung 'flacher' Versickerungsmulden mit Auftauhöhen von max. 0,2 m sind Versickerungen ausschl. bei Geländehöhen $\geq +81,75$ mNHN zulässig.

Laut AG soll die OK der Erschließungsstraße ca. 15-20 cm höher als die aktuelle GOK verlaufen. Die jeweilige Parzelle soll um mindestens g.g. Betrag aufgehört werden. Die aktuelle GOK beträgt gemittelt +81,68 mNHN (B-Plan 'Schnittker'). Nach der Aufhöhung aufgrund der Anpassung der Arealhöhen an das Straßenniveau werden sich somit (End-) Geländehöhen von $\geq +81,85$ mNHN ergeben.

Basierend auf g.g. Höhenannahmen sind Versickerungen somit im B-Plan 'Schnittker' zulässig (Forderung: UK Versickerungsanlage $\geq +81,55$ mNHN).

Aussagen zum Erweiterungsgebiet können erst nach Vorlage der Ergebnisse der angeratenen längerfristigen Pegelmessungen getroffen werden.

► Bodengenese: Bei den versickerungsrelevanten Sanden unterhalb der Oberbodenschichten handelt es sich weitgehend um geogene, unauffällige Böden. Punktuell existieren unbedenkliche Anthropogenbeeinflussungen (Pflügung / 'Inertboden'). Schadstoffmobilisierungen sind demnach nicht zu befürchten / zu erwarten.

Fazit: Hydrogeologische / versickerungsrelevante Rahmenbedingungen

- Boden: Der prägende Fluviatilsand ($k_f \geq 1 \cdot 10^{-4}$ m/s) ist 'stark durchlässig'. Der enggestufte Sand weist wasserrechtlich zulässige und bodenphysikalisch ausreichende Durchlässigkeiten auf.
- Grundwasser: Unter Berücksichtigung des Bemessungswasserstandes (+80,55 mNHN, B-Plan 'Schnittker') darf die UK einer potenziellen Versickerungsanlage nicht tiefer als +81,55 mNHN in den Untergrund einbinden. Unter der Prämisse der Schaffung einer Geländeaufhöhung von mind. 0,15 m im Rahmen der Anpassung an die OK Planstraßen sowie ausschließlich 'flacher' Versickerungsmulden mit Auftauhöhen von max. 0,2 m sind Versickerungen bei Geländehöhen $\geq +81,85$ mNHN innerhalb des B-Plangebietes 'Schnittker' zulässig.
- B-Plan 'Schnittker': Aus gutachterlicher Sicht wird dort eine Versickerung der anfallenden Niederschlagswässer mittels 'flacher' Versickerungsmulden mit einem max. Wassereinstau von 0,2 m angeraten. Empfohlen wird eine Abstimmung mit der Fachbehörde.
- Erweiterungsfläche: Dort werden längerfristige Pegelmessungen zur Erlangung eines belastbaren Bemessungswasserstandes angeraten. Erst nach Ermittlung von ausreichend aussagefähigen Daten zum Grundwasserschwankungspotenzial und durch (behördlicherseits / fachplanerischerseits) gestützte Festlegung eines Bemessungswasserstandes können für diesen Bereich endgültige Aussagen zur Versickerungszulässigkeit getroffen werden.

3.4 Hinweisgebung bezüglich der Niederschlagswasserabführung

► Alternative A: Vorflutereinleitung in Graben: Eine Alternative stellt die ortsnahe Einleitung der Niederschlagswässer in den nahegelegenen Graben östlich und südlich des Erweiterungsareals. Der wasserrechtlich relevante RdErl. d. MURL NRW trifft im Abschnitt 2.2.3 folgende Aussage:

*„Die Alternativen der Niederschlagswasserbehandlung Versickern, Verrieseln, ortsnahe Einleitung, sind nach der Gesetzesregulierung grundsätzlich **gleichberechtigt**..“*

Das unmittelbare Einleiten von gesammeltem Niederschlagswasser in einen Graben stellt eine Gewässerbenutzung i.S. des § 3 Abs. 1 Nr. 4 u. 5 WHG dar. Nach § 2 Abs. 1 WHG bedarf die Benutzung der Gewässer (hier: Einleitung) grundsätzlich einer behördlichen Erlaubnis (§ 7 WHG).

Sollte eine Grabeneinleitung angedacht werden, so ist zunächst vorab zu klären, ob der Graben hydraulisch ausreichend aufnahmefähig ist. Ein sog. **hydraulischer Nachweis** wird notwendig. Die weitere diesbezügliche Abstimmung und der entsprechende Nachweis sollte von einem Wasserbau-Ingenieurbüro aufgestellt werden. Die Ausführungsplanung sollte ebenfalls durch ein Wasserbau-Ingenieurbüro erfolgen. Eine Abstimmung mit den Fachbehörden wird angeraten.

► Alternative B: Versickerung im B-Plangebiet 'Schnittker': Die in diesem Abschnitt dargestellten exemplarischen und orientierenden Hinweisgebungen beziehen sich auf die örtliche Herstellung versickerungstechnisch zulässiger Verhältnisse und setzen die wasserrechtliche Zulässigkeit einer Versickerung voraus.

Versickerungen sind bodenphysikalisch im betreffenden Aral möglich. Grundsätzlich sollte vorab eine Abstimmung mit der zuständigen Fachbehörde erfolgen (Kreis Paderborn / Untere Wasserbehörde).

Bei Durchführung von Versickerungen sollten als Versickerungsmedium ausschließlich die Fluviatilsande herangezogen werden. Die Hinweisgebungen berücksichtigen ausschließlich folgende Wässer:

- - Niederschlagswasser der Wohngebäude und Garagen (Dachflächen).
- - Niederschlagswasser der Wohnstraßen/Anliegerstraßen des Wohngebietes.

Hinweise zur Geländeaufhöhung: Eine Versickerung der anfallenden Niederschlagswässer ist erst nach Schaffung zulässiger Rahmenbedingungen möglich. **Die GOK muss auf mind. +81,85 mNHN aufgehört werden.** Da laut AG diese Aufhöhung im Rahmen der Arealanpassung an die OK der Planstraßen erfolgt, handelt es sich nicht um einen Mehraufwand.

Sehr wichtig ist, dass im Bereich der Versickerungsmulde der anstehende 'Mutterboden' sowie alle potenziellen organischen und verlehnten Böden entfernt werden.

Das Aufbauplanum muss im Muldenbereich zzgl. Überstand einen lehmfreien Sand aufzeigen.

Eingebaut werden darf im Versickerungs-/Muldenbereich inklusiv eines Überstandes ausschließlich ein wasserwirtschaftlich unbedenklicher, geogener, lehmfreier und organikfreier Sand (oder Sandkies) in einer ausreichenden Durchlässigkeit. Die Durchlässigkeit des zum Einbau vorgesehenen Materials sollte gutachterlich abgenommen werden. Sollte beim Gebäudebau der anstehende Fluviatilsand (organikfrei, lehmfrei) als Aushub anfallen, so kann dieses zum Geländeaufbau verwendet werden.

Das Aufhöhungsmaterial darf im Versickerungs- / Muldenbereich inklusiv eines Überstandes nicht verdichtet, sondern lediglich mit der Baggerschaufel 'angedrückt' werden.

Qualität der zu versickernden Wässer:

- Dachflächenwässer: Die Wohngebäude-Dachflächenwässer werden nach MURL-Erlass als 'unbelastetes' ('unverschmutztes') Niederschlagswasser eingestuft.
- Fahrflächen / Bewegungsflächen / Zufahrten: Die Wässer dieser Flächen werden als 'schwach belastet' ('gering verschmutzt') eingestuft. Die Wässer der Stellplätze und Anliegerstraßen dürfen aufgrund der Reinigung durch die 'belebte Bodenzone' (s.u.) in eine Muldenversickerungsanlage eingeleitet werden.

Angeschlossene undurchlässige Flächen (A_u): Die Unterzeichner gehen pro Wohnhaus von einer jeweiligen Grundfläche von ca. 140 m² inkl. Garage aus (Schätzung). Die Gebäude-Einzugsgebietsfläche beträgt somit geschätzte $A_E = 140$ m². Des Weiteren wird davon ausgegangen, dass die Gebäude mit ziegelbedeckten Schrägdächern errichtet werden (mittlerer Abflussbeiwert $\psi_m = 0,9$). Hieraus ergibt sich eine 'angeschlossene undurchlässige Fläche' A_u von ca. 126 m² für ein Wohnhaus inkl. Garage.

Anpassungen der Muldendimension aufgrund größerer oder kleinerer Flächen können durch Interpolation angeglichen oder kurzfristig nachgereicht werden.

Vorschlag: Versickerung über Mulde mit 'belebter Bodenzone': Vorgeschlagen wird die Schaffung von **dezentralen Mulden-Versickerungsanlagen mit einer 'belebten Bodenzone' (d = 10 cm) und einer max. zulässigen Wassertiefe von 20 cm**. Tiefreichende Versickerungsanlagen wie Rigolen / Schächte sind unzulässig bzw. werden als nicht sinnvoll beurteilt. Das zu versickernde Wasser durchläuft bei einer Muldenversickerung folgende Reinigungsstufen:

- Mulde, Tiefe: 20 cm (Reinigung über Absatz, Sedimentation)
- 'Belebte Bodenzone', Mindestmächtigkeit: 10 cm (mikrobiologische Reinigung und mechanische Filterwirkung)
- Sickerraum (Reinigung über Filterwirkung)

Entfernung potenzieller Schluffe / Verlehmungen / organischer Böden / Auffüllungen: Ausschließlich der geogene Fluvialsand stellt das geeignete Versickerungsmedium. Der gesamte 'Mutterboden' muss im Muldenbereich plus Überstand abgezogen werden. Ebenfalls müssen potenzielle organische Böden sowie Schluffe, verlehnte Sande und Auffüllungen entfernt werden. Dies sollte durch geeignetes Fachpersonal abgenommen werden. Vorgenannte ungeeignete Böden sind bis auf den geeigneten Geogensand zu entfernen.

Angeraten wird eine ingenieurgeologische Planumabnahme. Erst anschließend kann der Aufbau mit geeignetem Material erfolgen (s.u.). Potenzielle Massendefizite sind mit Geogensand aufzufüllen, welcher im eingebauten Zustand nachweislich eine Durchlässigkeit von $k_f > 1 \cdot 10^{-4}$ m/s aufweist. Der Sand muss locker eingeschoben werden und darf lediglich mit der Baggerschaufel leicht 'angedrückt' werden.

'Belebte Bodenzone': Die Mulden sollten mit einer 0,10 m mächtigen 'belebten Bodenzone' ausgestattet werden. Diese sitzt dem geogenen Fluviatilsand auf. Die 'belebte Bodenzone' muss aus einem gut durchlässigen Sand bestehen. Die Durchlässigkeit dieses humifizierten Sandes muss $k_f \geq 8 \cdot 10^{-5}$ m/s im eingebauten Zustand betragen. Die 'belebte Bodenzone' kann durch Saateinmischung des geogenen Fluviatilsandes hergestellt werden, da dieser ausreichende Durchlässigkeiten aufweist.

Abstände: Es sollte ein Mindestabstand von 3 m zu nichtunterkellerten und von 4 m zu unterkellerten Gebäuden / Bauwerken eingehalten werden. Versickerungsanlagen müssen des Weiteren einen Mindestabstand von 2 m zu Grundstücksgrenzen einhalten.

Positionierung Versickerungsanlage/-n: Die Positionierung sollte unter Berücksichtigung der o.g. Mindestabstände vorgenommen werden. Sinnvoll erscheint eine Positionierung innerhalb der zukünftigen Gartenbereiche.

Durchlässigkeitsbeiwert: Der AN verwendet bei den Dimensionierungsberechnungen aufgrund der Durchströmung der 'belebten Bodenzone' einen Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 8 \cdot 10^{-5}$ m/s, welcher einen Sicherheitsabschlag gegenüber den ermittelten Werten beinhaltet.

Details Mulde: Die Böschungsneigung der Mulde sollte einen Winkel von 26° (1:2) nicht überschreiten. Die Mulde kann hinsichtlich der Formgebung bei Beachtung der notwendigen Versickerungsfläche frei gewählt werden. Hinzuweisen ist auf die Notwendigkeit von Pflegearbeiten hinsichtlich einer Funktions-Aufrechterhaltung:

- Mahd (Intervall: mindestens jährlich sowie bei Bedarf, Entfernung des Mähgutes).
- Regelmäßige Entfernung von Laub und Störstoffen (im Herbst und bei Bedarf).
- Verhinderung von Auskolkungen im Einlaufbereich (Steinschüttung oder Pflasterung oder widerstandsfähige Vegetation).

Die Mulde sollte weder bei der Errichtung noch im späteren Betriebszustand mit schwerem Gerät befahren werden, um schädliche Verdichtungen zu unterbinden.

Die bei der Dimensionierungsberechnung der Mulde angegebene 'verfügbare Versickerungsfläche' (hier: 12,5 m²) betrifft ausschließlich den horizontalen Sohlbereich der Mulde. Die Böschungen zählen nicht hierzu.

Zulauf: Der Zulauf sollte oberirdisch in offenen Zuleitungsrinnen erfolgen, da ansonsten die hydraulische Muldeneinleitung durch unterirdische Rohre bei Beachtung der Frostsicherheit und der notwendigen Sickerraumhöhe nicht möglich wird.

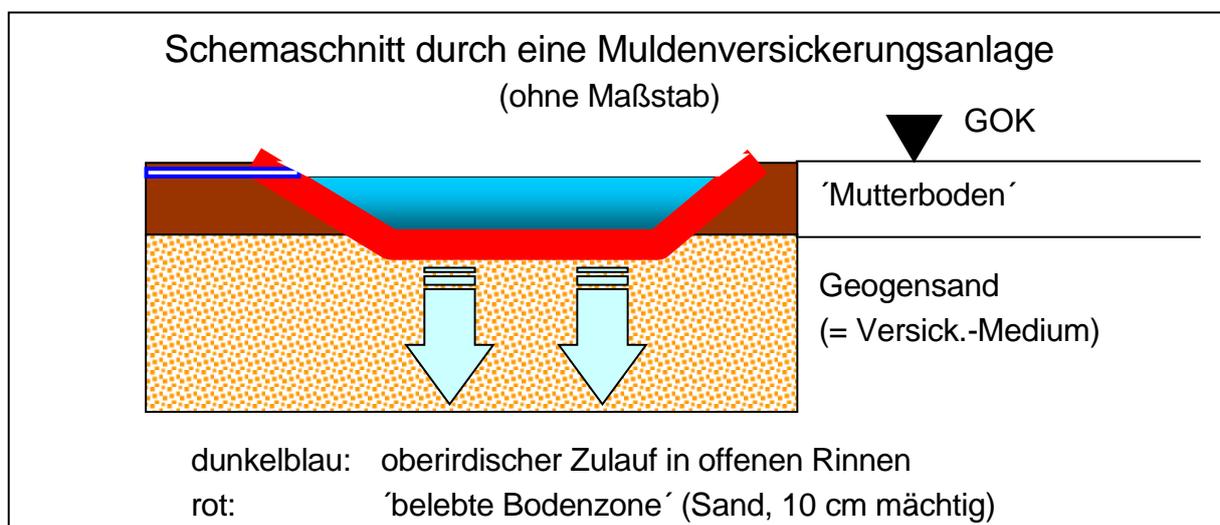
Sicherheitsabschläge: Im Hinblick auf potenzielle Abnahmen der Versickerungsleistung wurden folgende Sicherheitsabschläge berücksichtigt:

- Zugrundelegung von $n = 0,2$ ('5-jähriges Regenereignis').
- Gegenüber den ermittelten Durchlässigkeiten wird bei der Dimensionierung ein abgeminderter Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 8 \cdot 10^{-5}$ m/s angesetzt.
- Es wurde ein Zuschlagsfaktor von $f_z = 1,2$ gewählt (Risikomaß: gering).

Mulden-Dimensionierungsberechnung: In der Anlage 6.2 ist die Dimensionierung einer Mulde nach DWA-A 138 angegeben. Hinsichtlich der Niederschlagsspende wurde das Rasterfeld 'Delbrück NW' (Spalte 23, Zeile 45) herangezogen (KOSTRA-DWD 2010R, Version 3.2.3). Bemessungsergebnisse:

- angeschlossene undurchlässige Fläche A_u : 126 m² (Dachfläche WH + Garage)
- max. zulässige Muldenwassertiefe: 0,20 m
- Versickerungsfläche A_s : 12,5 m²
- mittlere Einstauhöhe z_M : 0,20 m
- Mächtigkeit 'belebte Bodenzone': 0,10 m
- notwendiges Speichervolumen V : 2,50 m³
- rechnerische Entleerungszeit t_e : 0,62 h ($n = 1$)
- rechnerische Entleerungszeit t_e : 1,41 h ($n = 0,2$)

In der folgenden Schemaskizze ist ein Schnitt durch die Muldenversickerung dargestellt.



Hinweise zur Versickerung der Straßenwässer: Es existiert die Möglichkeit der Versickerung der anfallenden Straßenwässer über Straßen-Seitengräben. Es handelt sich um 'schwach belastetes' Niederschlagswasser, was eine Vorreinigung über eine 'belebte Bodenzone' notwendig macht.

Der Straßenseitengraben (Tiefe: 20 cm) sollte eine 'belebte Bodenzone' in einer Mächtigkeit von 10 cm aufweisen. Wie o.g. müssen alle 'Mutterböden' sowie alle potenziellen bindige Böden, organische Böden und Auffüllungen bis auf den geogenen Fluvialsand abgezogen werden.

Potenzielle Aufhöhungen müssen mit geeignetem Geogensand erfolgen. Sinnvoll ist eine ingenieurgeologische Abnahme des Einbaumaterials. Die Mulde sollte horizontal ausgebildet sein und bedarf regelmäßiger Pflegearbeiten (s.o.).

Bei Vorlage exakter Straßenflächengrößen kann ein Mulden-System genauer dimensioniert werden.

Für die Vorplanung sind bei angenommenen Straßenbreiten-Varianten von 4, 5 bzw. 6 m und einer Asphalt-Vollversiegelung (mittlerer Abflussbeiwert $\psi_m = 0,9$) sowie bei einer einseitigen Grabenführung jeweils folgende Graben- (= Mulden-) Breiten einzuplanen (jeweils ca. 10 % der Straßenfläche):

Straßenbreite 4 m: horizontale Graben-/Muldenbreite: ca. 0,40 m

Straßenbreite 5 m: horizontale Graben-/Muldenbreite: ca. 0,50 m

Straßenbreite 6 m: horizontale Graben-/Muldenbreite: ca. 0,60 m

4. Chemische Untersuchungen

4.1 Mutterboden: Beurteilung Aufbringung auf landwirtschaftl. Flächen

Der Oberboden / 'Mutterboden' des B-Plangebietes 'Schnittker' (BS 1-6) sowie der sich südlich anschließenden Erweiterungsfläche (BS 7-19) wurde hinsichtlich der Aufbringung auf landwirtschaftliche Flächen (auf bestehende Oberböden) untersucht und beurteilt.

Methodik / Auffälligkeiten:

Material- und Geruchsauffälligkeiten: Der relevante Oberboden ('Ackerboden') wurde auf umweltgeologisch auffällige Inhaltsstoffe kontrolliert. Auffälligkeiten wie Asche sowie Schwarzdeckenbruch wurden nicht erkannt. Vereinzelt liegt eine geringe Anthropogenbeeinflussung vor (BS 1, 2, 4, 5, 8, 11, 12, 13, 17). Bei dem relevanten Oberboden handelt es sich weitgehend um einen schwach verlehnten Sand mit organischen Anteilen. Geruchliche Auffälligkeiten wurden – abgesehen vom typischen 'Mutterboden'-Geruch – nicht erkannt.

Parameterumfang: Die Analysen erfolgten auf den Parameterumfang gemäß 'Vorsorgewerte' der *Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung* (BBodSchV, Anhang 2, Abs. 4, 'Vorsorgewerte für Metalle' und 'Vorsorgewerte für organische Stoffe').

Mischprobenzusammenstellung: Es wurden hinsichtlich der Flächenabdeckung zwei Mischproben (MP) erstellt:

- **'MP Mutterboden 1':** geogener und anthropogen beeinflusster Oberboden des B-Plangebietes 'Schnittker' (BS 1-6: jeweils die oberflächennahen Bodenprobe, Proben 1/1-6/1 zzgl. 4/2)
- **'MP Mutterboden 2':** geogener und anthropogen beeinflusster Oberboden der Erweiterungsfläche (BS 7-19: jeweils die oberflächennahe Bodenprobe, Proben 7/1-19/1 zzgl. 11/2 und 17/2)

Es handelt sich hierbei weitgehend um einen schwach verlehmtten Sand mit organischen Anteilen.

Die chemischen Analysen der Probe führte die *Horn & Co. Analytics GmbH*, Wenden, durch, welche die entsprechenden Zulassungen besitzt. Die detaillierten Analysenergebnisse sind der Anlage 7.1 zu entnehmen.

Analysenergebnisse (siehe Anlage 7.1): Alle Analysenergebnisse unterschreiten die 'Vorsorgewerte für Metalle' (Bodenart Sand, Lehm/Schluff, Ton) sowie die 'Vorsorgewerte für organische Stoffe' (Böden mit Humusgehalt < 8 %).

Das Auf- und Einbringen von diesem Oberboden auf oder in eine (bestehende) durchwurzelbare Bodenschicht ist somit zulässig.

Empfohlen wird eine Abstimmung mit der zuständigen Fachbehörde.

4.2 Abfallwirtschaftliche Beurteilung des Aushubbodens

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

Methodik / Auffälligkeiten: Die für die Mischprobenerstellung herangezogenen Einzelproben stellen Bohrgutentnahmen der Rammkernsondierungen BS 1-19 dar (Ziel: Flächendeckung). Der Oberboden / 'Mutterboden' wurde im Rahmen dieser Untersuchungen nicht herangezogen (s.o.). Organoleptisch erfolgte eine fachgerechte Bohrgutansprache durch einen erfahrenen Dipl.-Geologen.

Material- und Geruchsauffälligkeiten: Das Bohrgut wurde auf umweltgeologisch auffällige Inhaltsstoffe kontrolliert. Auffälligkeiten wie Asche sowie Schwarzdeckenbruch wurden nicht erkannt.

Bei dem zu lösenden Geogenboden handelt es sich – abgesehen von dem sowieso abzuschiebenden ‘Mutterboden’ – um einen weitgehend schwach verlehmtten Fluvia-tilsand. Geruchliche Auffälligkeiten wurden nicht erkannt. Die untergeordnet vorlie-genden Anthropogenbeeinflussungen (BS 2, 5, 8, 12 und 13) weisen keine Auffällig-keiten auf. Es handelt sich hierbei um sog. ‘Inertmaterial’ (umgelagerter / beeinflusstes Geogenboden).

Untersuchungsumfang: Die Analysen erfolgten auf den Parameterumfang gemäß LAGA_{Boden}, da dieser den vollständigeren Parametersatz beinhaltet. Ergänzend wur-de der Parameterumfang gemäß Deponieverordnung (DepV) untersucht.

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

- ‘MP Kanal’: Geogenboden (Fluv.-Sand, z.T. anthropogen beeinflusst)
BS 3, 4, 5 (~ Kanaltrasse ‘B-Plangebiet ‘Schnittker’)
- ‘MP Gebäude’: Geogenboden (Fluv.-Sand, z.T. anthropogen beeinflusst)
BS 1, 2, 6 (~ Baufeldbereiche B-Plangebiet ‘Schnittker’)
- ‘MP BS 7-12’: Geogenboden (Fluv.-Sand, z.T. anthropogen beeinflusst)
BS 7-12 (Erweiterungsfläche)
- ‘MP BS 13-19’: Geogenboden (Fluv.-Sand, z.T. anthropogen beeinflusst)
BS 13-19 (Erweiterungsfläche)

Tabelle 5: Analysenparameter / Probenauswahl (Mischplan)

| Feststoffanalysen (Boden) | | | |
|---|------------------------|----------------------------|--|
| Parameterumfang LAGA (TR Boden, 2004), Feststoff + Eluat (4 Stück) + Parameterumfang Deponie verordnung DepV (4 Stück) | B-Plan ‘Schnittker’ | MP Kanal (BS 3, 4, 5) | 3/2 + 3/3 + 3/4 + 4/3 + 4/4 + 5/2 + 5/3 + 5/4 |
| | | MP Gebäude (BS 1, 2, 6) | 1/3 + 1/4 + 1/5 + 2/2 + 2/3 + 2/4 + 6/2 + 6/3 + 6/4 |
| | Erweiterungs- areal | <u>MP BS 7-12</u> | 7/2 + 7/3 + 8/2 + 8/3 + 9/2 + 9/3 + 10/2 + 10/3 + 11/3 + 12/2 + 12/3 |
| | | <u>MP BS 13-19</u> | 13/2 + 13/3 + 14/2 + 14/3 + 15/2 + 15/3 + 16/2 + 16/3 + 17/3 + 18/2 + 18/3 + 19/2 + 19/3 |

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 7.2 zu entnehmen.

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

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

Analysenergebnisse / Bewertung: Innerhalb des eigentlichen B-Plangebietes ´Schnittker´ (Kanaltrasse: BS 3, 4, 5; Baufeldbereiche: BS 1, 2, 6) sowie innerhalb der Erweiterungsfläche (BS 7-12 und BS 13-19) wurden keinerlei Auffälligkeiten erkannt. In der folgenden Tabelle 6 erfolgt eine zusammenfassende Darstellung der Bewertung der untersuchten Proben, basierend auf den Analysenergebnissen.

Tabelle 6: LAGA- und DepV-Klassifizierung anhand der Analysenergebnisse

| Bereich | Mischprobe | LAGA-Einstufung | DepV-Einstufung |
|------------------------|--------------------------------|---|-----------------|
| B-Plan ´Schnittker´ | MP Kanal (BS 3, 4, 5) | Z0_{Boden}* (Bodenart Sand + Schluff / Lehm) | DK0 |
| | MP Gebäude (BS 1, 2, 6) | | |
| Erweiterungsfläche | MP 7-12 | | |
| | MP 13-19 | | |

Einbauklasse Z0_{Boden} = Verwendung in bodenähnlichen Anwendungen

* = vorbehaltlich einer bodenmechanischen Eignung

5. Ingenieurgeol. Beurteilung des Baugrundinventars

5.1 Bodencharakterisierende Laborversuche

- Korngrößenanalysen (DIN EN ISO 17892-4): Es wurden sieben Stück Korngrößenanalysen durchgeführt (1 x Sieb-/Sedimentationsanalysen, 6 x Siebanalyse), wobei der gründungs- und versickerungsrelevante Fluvialsand untersucht wurde (Proben siehe Tabelle 7). In den Anlagen 3.1-3.2 sind die ermittelten Kornverteilungen als Kornsummenkurven graphisch dargestellt. Die Ergebnisse der Korngrößenanalysen sind in der Tabelle 7 aufgeführt.

Tabelle 7: Ergebnisse der Korngrößenanalysen und Wassergehaltsbestimmungen

fett = prägend

| Einheit | Fluviatilsand | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------|----------------------|-----------|----------------------|-----------|----------------------|-----------|----------------------|-----------|----------------------|-----------|----------------------|-----------|----------------------|--|
| Probe | 1/6 | | 3/4 | | 5/3 | | 9/4 | | 11/3 | | 14/3 | | 16/3 | | |
| Profil (m u.GOK) | 2,00-2,95 | | 0,72-1,80 | | 0,75-1,00 | | 1,75-2,50 | | 0,55-1,60 | | 1,20-2,40 | | 1,80-2,30 | | |
| Ton (%) | 0 | 0 | n.b. | 3 | 11 | 28 | n.b. | 9 | 0 | 9 | 0 | 2 | 0 | 4 | |
| Schluff (%) | 0 | 0 | (3) | 3 | 17 | 28 | (9) | 9 | (9) | 9 | (2) | 2 | (4) | 4 | |
| Feinsand (%) | 47 | | 22 | | 60 | | 55 | | 66 | | 67 | | 64 | | |
| Mittelsand (%) | 48 | 100 | 70 | 97 | 11 | 72 | 34 | 91 | 24 | 91 | 30 | 98 | 30 | 96 | |
| Grobsand (%) | 5 | | 5 | | 1 | | 2 | | 1 | | 1 | | 2 | | |
| Kies (%) | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | | |
| d ₁₀ (mm) | 0,115 | | 0,128 | | 0,001 | | 0,065 | | 0,063 | | 0,082 | | 0,078 | | |
| U-Wert (d ₆₀ /d ₁₀) | 2,1 | | 2,6 | | 107 | | 2,9 | | 2,6 | | 2,2 | | 2,3 | | |
| k _r -Wert (m/s) | BEYER | 1 * 10 ⁻⁴ | | 2 * 10 ⁻⁴ | | - | | 4 * 10 ⁻⁵ | | 4 * 10 ⁻⁵ | | 7 * 10 ⁻⁵ | | 6 * 10 ⁻⁵ | |
| | HAZEN | 2 * 10 ⁻⁴ | | 2 * 10 ⁻⁴ | | - | | 5 * 10 ⁻⁵ | | 5 * 10 ⁻⁵ | | 8 * 10 ⁻⁵ | | 7 * 10 ⁻⁵ | |
| | MA/PA | - | | - | | 3 * 10 ⁻⁶ | | - | | - | | - | | - | |
| Wassergehalt w | 18,70 % | | 11,77 % | | 13,62 % | | 18,24 % | | 17,42 % | | 16,05 % | | 23,76 % | | |

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

MA/PA = Mallet & Pacquant

Der Untergrund wird von einem z.T. schwach verlehnten Feinsand-Mittelsand-Gemisch in enger Stufung und deutlicher Durchlässigkeit geprägt.

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

Tabelle 8: Klassifizierung der untersuchten Proben nach DIN 4022, DIN 18 196, ZTVE-StB, DIN ZTVA-StB

| Probe | DIN 4022 | DIN 18 196 | ZTVE-StB Frostklasse | ZTVA-StB Verd.-Klasse |
|-------|--|------------|----------------------|-----------------------|
| 1/6 | Mittelsand-Feinsand-Gemisch , schw. grobsandig | SE | F1 | V1 |
| 3 4 | Mittelsand , feinsandig, schwach grobsandig | SE | F1 | V1 |
| 5/3 | Feinsand , schluffig, schw. mittelsandig, schw. tonig | SU* | F3 | V2 |
| 9/4 | Feinsand-Mittelsand-Gemisch , schwach schluffig | SU | F1 | V1 |
| 11/3 | Feinsand , mittelsandig, schwach schluffig | SU | F1 | V1 |
| 14/3 | Feinsand , stark mittelsandig | SE | F1 | V1 |
| 16/3 | Feinsand , stark mittelsandig | SE | F1 | V1 |

Einstufung n. ZTVE-StB: F1 (sehr frostempfindlich) / F2 (gering-mittel frostempfindlich) / F3 (sehr frostempfindlich)

- Frostempfindlichkeit (ZTVE-StB): Der größte Teil der untersuchten Sande ist der Klasse F1 (*‘nicht frostempfindlich’*) zugehörig. Lediglich vereinzelt / punktuell (Probe 5/3) muss der Sand in die Klasse F3 gestellt werden (*‘sehr frostempfindlich’*).

- Wassergehaltsbestimmungen (DIN EN ISO 17892-1, Anlage 4.1): Die ermittelten Wassergehalte der sieben untersuchten Bodenproben (siehe Tabelle 7) von $w = 11,8 / 23,8 \%$ belegen bei den vorhandenen Böden (schwach verlehmtter Sand) einen weitgehend feuchten bis stark feuchten / grundwassergesättigt nassen Zustand.

- Durchlässigkeiten (DIN 18 130): Die theoretischen Berechnungen des Durchlässigkeitsbeiwertes (Durchlässigkeitskoeffizient) der untersuchten Bodenproben erfolgten nach BEYER sowie für die enggestuften Böden ergänzend nach HAZEN und für die stärker bindigen Böden ergänzend nach MALLET / PACQUANT. Die Ergebnisse zeigen folgender Größenordnungen für die untersuchten Böden:

- Großteil des Sandes: überw. $k_f = \text{ca. } 2 \cdot 10^{-4} - 4 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ (DIN 18 130: *‘stark durchlässig’* bis *‘durchlässig’*), Fazit: sehr geringes / nicht vorhandenes Staunässe- / Rückhaltepotenzial (**‘Nichtstauer’ / ‘Leiter’**).
- Vereinzelt: mäßig verlehmtter Sand (Probe 5/3): überw. $k_f = 10^{-5} - 10^{-6} \text{ m/s}$ (DIN 18 130: *‘durchlässig’*), Fazit: geringes Staunässe- / Rückhaltepotenzial (**‘Nichtstauer’ / ‘Leiter’**).

- Glühverlustbestimmung (nach DIN 18 128): Bei der Bodenansprache wurde an einzelnen Proben ein geringer organischer Nebengemenganteil erkannt. Die in der Tabelle 9 aufgeführten drei Bodenproben wurden auf ihren Organikanteil hin untersucht. Die Ergebnisse der Untersuchungen (Glühverlust als Mittelwert von drei Versuchen; siehe Anlage 5.1) sind der folgenden Tabelle 9 zu entnehmen.

Tabelle 9: Ergebnisse der Glühverlustbestimmungen

| Einheit | Probe | Tiefenlage (m u.GOK) | Glühverlust V_{gl} | DIN EN ISO 14688-2 | DIN 1054 |
|---------|-------|----------------------|----------------------|------------------------|------------------------|
| Sand | 1/4 | 0,60-1,05 | 1,80 % | <i>nicht organisch</i> | <i>nicht organisch</i> |
| Sand | 7/3 | 0,80-1,95 | 0,55 % | <i>nicht organisch</i> | <i>nicht organisch</i> |
| Sand | 16/3 | 1,80-2,30 | 0,56 % | <i>nicht organisch</i> | <i>nicht organisch</i> |

DIN 1054-Klassifizierung:
‘nichtorganischer 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 $\leq 2 \text{ mm}$)
‘schwach organisch’ (2-6 % der Trockenmasse $\leq 2 \text{ mm}$)
‘mittel organisch’ (6-20 % der Trockenmasse $\leq 2 \text{ mm}$)
‘stark organisch’ (> 20 % der Trockenmasse $\leq 2 \text{ mm}$)

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.

Die Ergebnisse belegen durchgängig einen geringen Organikanteil, welcher von der DIN 1054 als '*nicht organisch*' und von der DIN EN ISO 14688-2 ebenfalls als '*nicht organisch*' klassifiziert wird.

Ein erhöhtes Setzungspotenzial geht von der nachgewiesenen Größenordnung des Organikanteils nicht aus. Stärkere organische Einschaltungen können jedoch nicht völlig innerhalb / unterhalb der gründungsrelevanten Teufen ausgeschlossen werden. Sehr wichtig ist die sorgfältige Kontrolle der Aushubfläche auf deutliche organische Bestandteile und deren vollständigen Entfernung.

5.2 Baugrundbeurteilende Geländeversuche (DPL-5)

Die Untersuchungen erfolgten in Anlehnung an DIN 4094 sowie EN ISO 22476-2 und wurden mit der sog. Leichten Rammsonde durchgeführt (DPL 5 = 'Dynamic Probing Light' 5). Die 19 Stück Rammsondierungen (DPL) wurden im Nahbereich zu den 19 Bohrungen (BS 1-19) durchgeführt (Beispiel: BS 1 / DPL 1). Die Ergebnisdarstellung erfolgte in der Gegenüberstellung Schlagzahl pro 10 cm Eindringteufe n_{10} gegen Tiefe. Die Rammdiagramme sind in der Anlage 2 grafisch dargestellt.

⇒ Oberer Fluviatilsand (bis ca. 2,0 / 3,0 m u. akt. GOK): Abgesehen von den Oberböden und hangenden Auflockerungen geringer Stärke weisen die hangenden Profilmereiche weitgehend ein mittleres Schlagzahlniveau von überwiegend $n_{10} = \text{ca. } 6-15/20$ auf. Umgerechnet handelt es sich hierbei um eine mitteldichte Lagerung.

Bei einer Nichtunterkellerung besitzen diese Sande weitgehend Gründungsrelevanz. Diese Sande weisen einen mäßigen Verbesserungsbedarf auf (tiefenwirksame Nachverdichtung) und bedürfen geringer gründungsvorbereitender Verbesserungen (verdichtungsfähige Schotterlage).

⇒⇒ Unterer Fluviatilsand (ab ca. 2,0 / 3,0 m u. akt. GOK): Ab genannter Teufe erfolgt eine i.d.R. deutliche Zunahme der Schlagzahlen auf ein hohes Niveau (weitgehend $n_{10} > 15$, überw. > 30). Dies entspricht umgerechnet innerhalb der grundwassererfüllten Bereiche einer dichten Lagerung.

Dieser Sand weist eine gute Baugrundeignung auf, kommt als direktes Gründungsmedium aufgrund seiner Tiefenlage vermutlich jedoch lediglich stellenweise bei einer Unterkellerung zum Tragen.

5.3 Bodenmechanische Kennwerte / Baugrundbeurteilung

Tabelle 10: Charakteristische Bodenkenngrößen der relevanten Bodenarten

| BODENART | γ_k (kN/m ³) | γ'_k (kN/m ³) | ϕ'_k (°) | c'_k (kN/m ²) | $E_{s,k}$ (kN/m ²) |
|--|------------------------------------|-------------------------------------|------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| <u>Einzubauende Schottertragschicht (dicht)</u> | 22,0 | 14,0 | 37,5 | 0 | 80.000 |
| <u>Oberer Fluviatilsand (bis ca. 2,0 / 3,0 m u. akt. GOK): Feinsand- / Mittelsand-Gemisch, schwach schluffig; überw. mitteldicht *</u> | 17,5 - 18,0 | 9,5 - 10,0 | 32,5 | 0 | 20.000 - 30.000 RW 22.000 |
| <u>Unterer Fluviatilsand (ab ca. 2,0 / 3,0 m u. akt. GOK): Feinsand- / Mittelsand-Gemisch, schwach schluffig; überw. dicht *</u> | 19,0 | 11,0 | 35,0 | 0 | 30.000 - 50.000 RW 35.000 |

γ_k = Wichte des erdfeuchten Bodens

γ'_k = Wichte d. Bodens unter Auftrieb

ϕ'_k = Reibungswinkel des drainierten Bodens

RW = Rechenwert

c'_k = Kohäsion des drainierten Bodens

$E_{s,k}$ = Steifeziffer

* = angetroffen

5.4 Bodenklassen / Bodengruppen / Frostklassen / Homogenbereiche

Tabelle 11: Bodenklassen, Bodengruppen, Frostklassen, Homogenbereiche

| Schichtglieder (Grobgliederung) | Bodenklassen (DIN 18 300) | Gruppensymbol (DIN 18 196) | 'Frostklasse' ZTVE-StB | Boden- lösung | Homogen- bereiche |
|------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------------------|---------------------|----------------------|
| beeinfl. 'Mutterboden' | 1 / period. 2 | A (OH-OU) | F2-F3 | 'Löffel- bagger' | - |
| 'Mutterboden' | 1 / period. 2 | OH-OU | F2-F3 | | |
| Sand (prägend) | 3 | SE | F1 | | |
| verlehmter Sand (selten) | 4 | SU-SU* | F2-F3 | | |

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

Bodenlösung / Erdbau (Wohnbebauung / Kanalbau / Straßenbau): Es ist davon auszugehen, dass die Lösung der relevanten Lockergesteinsböden mittels 'normalem' Löffelbagger möglich sein wird (Bodenklassen 1-4).

Erläuterung Tabelle 11

| | | |
|--|--|--|
| nach DIN 18 300 | Bodenklasse 1: Bodenklasse 2: Bodenklasse 3: Bodenklasse 4: | Oberboden (‘Mutterboden’) fließende Bodenarten leicht lösbare Bodenarten mittelschwer lösbare Bodenarten |
| nach DIN 18 196 | A OH OU SE SU/SU* | Auffüllungen grob- bis gemischtkörnige Böden mit Beimengungen humoser Art Schluffe mit organischen Beimengungen enggestufte Sande Sand-Schluff-Gemische |
| ZTVE-StB | F1 F2 F3 | nicht frostempfindlich gering bis mittelfrostempfindlich sehr frostempfindlich |
| Homogenbereiche DIN 18 300: 2019-09 | Nr. 1: | Eigenschaften siehe Tabelle 12 |

Homogenbereiche gem. VOB Teil C: Die Festlegung von Homogenbereichen erfolgt für das Gewerk ‘Erdbau’ gem. DIN 18 300:2019-09 im Hinblick auf die anzusetzende Geotechnische Kategorie GK 1 (‘Kleiner Erdbau’).

Homogenbereich (DIN 18 300: 2019-09): Nr. 1

Tabelle 12: Kennwerte für **Homogenbereich Nr. 1**

| Nr. nach VOB | Kennwert / Eigenschaft | Wertebereich |
|--------------|------------------------------|----------------------------------|
| 2a, 2b | Anteil Steine und Blöcke | ≤ 1 % (Schätzung) |
| 2c | Anteil große Blöcke | 0 % (Schätzung) |
| 6 | undrainierte Scherfestigkeit | ~ 0 – 150 kN/m ² |
| 9 | Konsistenz | ~ 0,30 - 1,40 |
| 12 | Plastizitätszahl | ~ 0,06 – 0,30 |
| 14 | Lagerungsdichte D | ~ 0,25 – 0,65 |
| 20 | Bodengruppen | überw. SE, untergeordnet SU, SU* |
| 21 | Ortsübliche Bezeichnung | Fluviatilsand, z.T. verlehmt |

6. Ingenieurgeol. Hinweisgebungen zur Baudurchführung

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

6.1 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. Bei den vorliegenden Grundwasserverhältnissen macht eine Bauweise mit Unterkellerung einen Mehraufwand gegenüber einer Nichtunterkellerung erforderlich (Gründungsniveau und Kellergeschoss innerhalb des grundwasserbeeinflussten Bereiches \Rightarrow dauerhafter Schutz des KG vor 'drückendem' Wasser, \Rightarrow Notwendigkeit einer bauzeitlichen Grundwasserabsenkung). Bezüglich des Gebäudebaus wird bei einer Unterkellerung von einer Gründungsteufe auf ca. 2,3-2,5 m u. akt. GOK und bei einer Nichtunterkellerung von einer (frostfreien) Fundamentgründungsteufe auf ca. 0,5-1,0 m u. GOK ausgegangen. Ebenso wird von einer deutlichen Heraushebung der OKFF EG über die aktuelle GOK ausgegangen.

Laut AG soll die OK der Erschließungsstraße ca. 0,15-0,20 m höher als die aktuelle GOK verlaufen. Die jeweilige Parzelle soll ebenfalls um mindestens g.g. Betrag aufgehöhht werden. Die OKFF EG verläuft üblicherweise ca. 0,10-0,20 m oberhalb der angrenzenden GOK. Somit verläuft die OKFF EG der Plangebäude ca. 0,30-0,40 m oberhalb der aktuellen GOK (Annahme).

Boden- und Grundwasserverhältnisse: Nach Abtrag des 'Mutterbodens' (d = i.M. ca. 0,4 m) steht ganz überwiegend ein enggestuftes Feinsand- / Mittelsandgemisch an. Die Lagerungsdichten können bis ca. 2,0 / 3,0 m u. akt. GOK mit weitgehend mitteldicht und ab g.g. Teufe mit überwiegend dicht angegeben werden.

Bei einer Nichtunterkellerung kann eine seltene GW-Beeinflussung potenzieller Fundamente / Gründungskörper / Frostschutzschürzen nicht mit letzter Sicherheit ausgeschlossen werden. Eine GW-Einflussnahme auf die Bodenplatte ist bei einer Nichtunterkellerung ausschließlich bei einer Heraushebung der OKFF EG über die aktuelle GOK unwahrscheinlich. Bei einer Unterkellerung unterliegt das KG einer permanenten GW-Beeinflussung ('drückendes Wasser'). Bemessungswasserstand B-Plan 'Schnittker': 1,13 m unter aktueller GOK (ohne Extremereignisse).

Der Bemessungswasserstand für das Erweiterungsareal muss nach Vorlage der Ergebnisse der angeratenen längerfristigen Pegelmessungen festgelegt werden.

Kurzfassung: Der relevante Untergrund weist projektbezogen eine ausreichende Gründungseignung für eine Flachgründung / Fundamentgründung auf. Einschränkendes Kriterium stellen der periodisch geringe Grundwasserflurabstand dar. Es ist bez. des Bemessungswasserstandes von einem Anstieg bis ca. 1,1 m u. aktueller GOK auszugehen (ohne Extremereignisse).

- Nichtunterkellerung: Vorgeschlagen wird ein Lastabtrag über Streifenfundamente bzw. alternativ über eine bewehrte Bodenplatte. Der AN favorisiert eine Platten-gründung. Generell muss die UK der Bodenplatte deutlich oberhalb des Bemessungswasserstandes liegen. Unter Berücksichtigung der Höhenplanung der Erschließungsstraße wird eine Heraushebung der OKFF EG von mindestens 0,40 m oberhalb der aktuellen GOK empfohlen.
- Unterkellerung: Es wird eine Plattengründung und Abdichtung gegen 'drückendes' Wasser angeraten. Es ist bez. des Bemessungswasserstandes von einem Anstieg bis ca. 1,1 m u. akt. GOK auszugehen (ohne Extremereignisse).

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

a) Maßnahmenvorschläge bei Nichtunterkellerung:

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

Unter der Annahme eines Bodenplatten-Gesamtaufbaus von $d = \text{ca. } 0,40$ m sowie der 'Heraushebung' der OKFF EG von mind. $0,40$ m gegenüber der aktuellen GOK existiert aufgrund der Oberbodenstärke ($d = \text{i.M. ca. } 0,4$ m) ein i.M. ca. $0,4$ m starkes Massendefizit zwischen freigelegtem Erdplanum und UK Bodenplatte.

Bauzeitliche Wasserhaltung: Es wird bei den vorgefundenen Grundwasser-
verhältnissen vermutlich eine offene Wasserhaltung ausreichend sein. Nach Nieder-
schlägen ist u.U. bereichsweise Tagwasser / Stauwasser zu erwarten.

Es sollten mindestens ein Pumpenschacht, nach deutlichen Niederschlägen mehrere
tieferreichender Pumpenschächte errichtet werden, welche bis mindestens 0,5 m un-
terhalb der geplanten Gründungssohle reichen. Potenzielles Grundwasser muss
bauzeitlich bis mind. 0,5 m u. Aushubniveau abgesenkt werden.

Sinnvoll ist vor Baubeginn die Aktualisierung des GW-Standes in einem nahegelege-
nen Pegel bzw. in einem anzulegenden Baggerschurf und die Anpassung der Was-
serhaltung an die aktuellen Verhältnisse.

Böschchen/Verbau: Nach DIN 4124 muss ab Baugrubenteufen > 1,25 m ge-
bösch / verbaut werden. Die Böden können - soweit sie in einem nicht wassergesät-
tigten bzw. entwässerten Zustand vorliegen - mit einem max. Böschungswinkel von β
= 45° gebösch werden. Evtl. vorliegende grundwassererfüllte Abschnitte sind nach
DIN 4124 zu sichern.

Bodenplattenbereich: Zunächst sollte das vom Oberboden freigelegte sandige
Erdplanum sorgfältig nachverdichtet werden. Üblicherweise wird die OKFF als
Schutz vor Oberflächenzulauf oberhalb der GOK vorgesehen ('Heraushebung').

Unter Berücksichtigung der Höhenplanung der Erschließungsstraße (lt. AG ca. 0,15-
0,20 m höher als die akt. GOK) wird eine Heraushebung der OKFF EG von mindes-
tens 0,40 m oberhalb der aktuellen GOK empfohlen.

Das Massendefizit sollte mit geeignetem Material lagenweise eingebaut (max. La-
genstärke: 30 cm) und ordnungsgemäß verdichtet werden (100 % Proctordichte).
Vom AN wird die Verwendung von Güteschotter (z.B. 0/45 mm HKS) angeraten.

Unter der Annahme eines Bodenplatten-Gesamtaufbaus von $d = \text{ca. } 0,40 \text{ m}$ wird
aufgrund des Massendefizites nach Entfernung des Oberbodens ($d = \text{i.M. ca. } 0,40 \text{ m}$)
mit einem i.M. $d = \text{ca. } 0,40 \text{ cm}$ starken Unterbau unter UK Bodenplatte gerechnet
(Annahme: Güteschotter). **Grundsätzlich sollte der Schotter-Unterbau nicht we-
niger als $d = 0,30 \text{ m}$ betragen (Mindeststärke).** Der empfohlene Schotterunterbau
stellt somit weitgehend 'Sowieso-Kosten' dar. Auf OK Schotter (Bodenplatte) sollte
ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 60 \text{ MN/m}^2$ nachgewiesen werden (in Abhängigkeit
der statischen Erfordernisse).

Variante 1 Nichtunterkellerung (Gründung über Streifenfundamente): Es
ist ein Lastabtrag über Streifenfundamente möglich. Wichtig ist eine Gründung und
ein Lastabtrag in / auf dem geogenen, organikfreien Sand. Es wird eine Einbindung
von 1,00 m u. OKFF EG vorgeschlagen.

Zum einen handelt es sich um eine frostsichere Tiefe und zum anderen stehen in g.g. Teufe weitgehend keine Sande mit einem relevanten organischen Anteil an. Sollten auf Gründungsniveau dennoch organische oder bindige Böden anstehen, so wird eine ergänzende Fundamenttieferführung bis auf organikfreie Sande oder ein Bodenaustausch der organischen / bindigen Böden und Ersatz gegen Schotter oder Beton notwendig.

Der Sand sollte mittels 'Schneidbestückung' gelöst werden, um unnötige Auflockerungen zu vermeiden. Es wird angeraten, unterhalb der Fundamente sowie im Lastabtragsbereich eine Verdichtungsauflage von d = 0,20 m Schotter einzubauen. Der Sand sollte zuvor tiefenwirksam nachverdichtet werden (wichtig: mind. dreimaliger Übergang). Der Verdichtungsgrad sollte mindestens 100 % der einfachen Proctordichte betragen. Das Wohnhaus sowie eine potenziell anbindende Garage sollten ihre Lasten über eine gleichartige Gründung abtragen.

Bemessungswert des Sohlwiderstandes / Setzung (Streifenfundament): Anhand der in der Tabelle 10 angegebenen Bodenkennwerte lassen sich voraussichtliche Setzungen berechnen (siehe Anlage 8.1). Es wurde das Programmsystem GGU-FOOTING eingesetzt. Es wird bei einer Nichtunterkellerung von einer Einbindung des Streifenfundamentes von 1 m ausgegangen (Annahme). Des Weiteren wird eine größte Länge von 12 m angenommen (übliche Wohnhauslänge). Bei der Berechnung werden die 'schlechteren' Untergrundverhältnisse mit dem größten Abstand zur dichten Lagerung der Sande (3,0 m u. akt. GOK) sowie ein GW-Flurabstand von 1 m u. akt. GOK herangezogen. Der angegebene Bemessungswert des Sohlwiderstandes sollte ohne vertiefende Detailuntersuchungen nicht überschritten werden.

Tabelle 13: Setzungsbeträge, Bodenpressung (Streifenfundamente Nichtunterkellerung)

| Streifenfundamente (a = 12 m), Einbindung: 1 m | | |
|--|--|---------------------|
| Unterbau | Güteschotter (d = 20 cm) | |
| Fundamentbreite b | Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ | Gesamtsetzung S_g |
| b: 0,40 m | $\sigma_{R,d} = 360 \text{ kN/m}^2$ | S_g : ca. 0,7 cm |
| b: 0,50 m | $\sigma_{R,d} = 360 \text{ kN/m}^2$ | S_g : ca. 0,9 cm |
| b: 0,60 m | $\sigma_{R,d} = 360 \text{ kN/m}^2$ | S_g : ca. 1,0 cm |
| b: 0,70 m | $\sigma_{R,d} = 360 \text{ kN/m}^2$ | S_g : ca. 1,1 cm |
| b: 0,80 m | $\sigma_{R,d} = 360 \text{ kN/m}^2$ | S_g : ca. 1,2 cm |

Variante 2 Nichtunterkellerung (Gründung über eine bewehrte Bodenplatte): Alternativ kann die Gründung über eine bewehrte Bodenplatte erfolgen. Unter der Annahme einer 'Heraushebung' der OKFF EG von mindestens 0,40 m gegenüber der aktuellen GOK sowie eines Bodenplatten-Gesamtaufbaus von $d = \text{ca. } 0,40 \text{ m}$ existiert nach Entfernung des Oberbodens ($d = \text{i.M. ca. } 0,40 \text{ m}$) ein Massendefizit von i.M. ca. $d = 0,40 \text{ m}$ zwischen UK Bodenplatte und freigelegtem Planum. **Es wird ein Güteschotterunterbau der Mindeststärke von $d = 0,30 \text{ m}$ empfohlen.** Bei der u.g. Berechnung wird von g.g. Mindest-Schotterunterbau von 0,30 m ausgegangen. Der empfohlene Schotterunterbau stellt weitgehend 'Sowieso-Kosten' dar.

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

Bemessungswert des Sohlwiderstandes / Bettungsmodul (Bodenplatte: Angabe 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 Eingangsparameter (siehe Tab. 10), das relevante Schichtmodell (mind. 0,30 m Güteschotter / dicht über 2,5 m Fluviatilsand / mitteldicht, über Fluviatilsand / dicht) 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 ($12 \times 1,0 \text{ m}$). G.g. Länge von 12 m stellt die vermutlich längste Wandscheibe dar (übliche Wohnhauslänge).

Als Unterbau wird ein Schotterpaket der Stärke von $d = \text{mind. } 0,3 \text{ m}$ angesetzt. Bei der Berechnung werden die 'schlechteren' Untergrundverhältnisse (2,5 m Sand / mitteldicht über Sand / dicht) sowie ein GW-Flurabstand von 1 m u. aktueller GOK herangezogen. Der angegebene Bemessungswert des Sohlwiderstandes sollte hinsichtlich der Einhaltung der Grundbruchsicherheit ohne vertiefende Detailuntersuchungen nicht überschritten werden.

Tabelle 14: Orient. Setzungsberechnungen zw. Erhaltung Eingangs-Bettungsmoduls (Plattengründung NU)

| Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ / Unterbau | ‘Ersatzfläche’ | Setzung s | Bettungsmodul k_s |
|---|----------------|------------|------------------------------|
| $\sigma_{R,d} = 250 \text{ kN/m}^2$ (mind. 0,30 m Schotter) | 1,0 x 12,0 m | ca. 0,9 cm | 18,9 MN/m³ |

Frostschutzmaßnahmen: Es ist bei einer Nichtunterkellerung in frostsicherer Tiefe zu gründen ($t = \text{mind. } 0,8 \text{ m}$ unter zukünftige außenseitiger GOK, Streifenfundamente) bzw. bei einer Plattengründung (Nichtunterkellerung) eine gebäudeumlauende ‘Frostschutzschürze’ aus Beton einzubringen ($t = \text{mind. } 0,8 \text{ m}$ unter zukünftige außenseitiger GOK). Dies gilt auch für Garagenbauten.

Trockenhaltung der Gebäudebauwerke / Betonqualität (Nichtunterkellerung): Bei einer Streifenfundamentgründung kann eine seltene, kurzzeitige Grundwasserbeeinflussung der Fundament-Gründungskörper sowie bei einer Plattengründung potenzielle Beton-Frostschutzschürzen nicht mit letzter Sicherheit ausgeschlossen werden. Die periodische Nässebeeinflussung (Grundwasser) der Streifenfundamente und der Schürzen muss bei der Auswahl der Betonsorte berücksichtigt werden (Stichworte: Expositionsclassen).

Unter der Voraussetzung das die OKFF EG mind. 0,40 m oberhalb der aktuellen GOK vorgesehen wird (Heraushebung) und die Gesamtstärke Bodenplattenaufbau 0,40 m nicht überschreitet wird folgende Wassereinwirkungsklasse angesetzt.

Lastfalleinstufung: DIN 18 533: Lastfall: ‘Wassereinwirkungsklasse W1.1-E’. Sollten die o.g. Annahmen nicht zugrunde liegen, muss die ‘Wassereinwirkungsklasse W2.1-E’ angesetzt werden bzw. werden Detailuntersuchungen notwendig.

b) Maßnahmenvorschläge bei Unterkellerung:

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

Die Verhältnisse zum Zeitpunkt der aktuellen Geländearbeiten (Stichtag: 09./10./14.01.2020) lassen eine Grundwasserabsenkung notwendig werden. Das vorhandene Grundwasser muss bis mindestens 0,5 m unter Aushubniveau bauzeitlich abgesenkt werden.

Es wird von einem notwendigen Aushub von ca. 2,3 / 2,5 m u. aktueller GOK ausgegangen. Die Verhältnisse bei den Geländearbeiten zugrunde gelegt, bedeutet dies eine abzusenkende Wassersäule von i.M. ca. 1,0 / 1,5 m.

Der AN schlägt bei den Bodenverhältnissen (Sand mit hoher / deutlicher Durchlässigkeit) eine bauzeitliche Wasserhaltung mittels umlaufender **Vakuum-Filterlanzen** vor.

Die deutlich vorhandene Gefahr eines 'hydraulischen Grundbruchs' wird ganz erheblich reduziert. Von großer Wichtigkeit ist der Vorlauf dieser Anlage vor Beginn der Auskofferungsarbeiten.

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

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

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

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

zu vermeiden. Angeratene Pumpensümpfe sollten vor Auskoffnung der Baugruben in Baggerschürfen angelegt werden (vorlaufende Absenkung).

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

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

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

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

Gründung: Die KG-Gründung erfolgt laut den Ergebnissen der Untergrundaufschlüsse durchgängig auf einem mitteldicht, z.T. dicht gelagerten Fein- / Mittelsand und auf dem angeratenen 20-25 cm mächtigen Flächenfilter (Schotter). Neben der Funktion als Flächenfilter dient der Schotter als verdichtungsfähige Auflage, um die 'verdichtungsunwilligen' Sande nachzuverdichten. Zwecks Homogenisierung der Lagerungsdichten sollte eine sorgfältige Nachverdichtung der Sande erfolgen (Forderung: mind. 100 % der einfachen Proctordichte). Der Sand sollte mittels 'Schneidbestückung' gelöst werden, um unnötige Auflockerungen zu vermeiden. Vor Schotterauftrag sollte ein Geotextil flächendeckend aufgelegt werden (Güte: GRK 3). Potenzielle Schluffe und / oder organische Bildungen auf Aushubniveau müssen entfernt und durch Schotter ersetzt werden.

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

Die Setzungsberechnungen (s.u.) dienen lediglich der Gewinnung eines Eingangs-Bettungsmoduls und müssen durch die FEM spezifiziert werden. Bei g.g. orientierenden Setzungsberechnungen mit dem Programm GGU-Footing zwecks Erhaltung des Eingangsbettungsmoduls wird eine 1 m breite 'Ersatzfläche' als Ansatz der Einfluss-

breite berücksichtigt (12,0 x 1,0 m). G.g. Länge von 12 m stellt vermutlich die längste Wandscheibe dar (Annahme).

Des Weiteren wird von einer Gründung auf ca. 2,3 m u. akt. GOK auf einer Schottertragschicht ($d = 0,2$ m) über einem Fluviatilsand (mitteldicht, ab 0,5 m u. UK Bodenplatte dicht) ausgegangen.

Der angegebene Bemessungswert des Sohlwiderstandes sollte nicht überschritten werden.

Tab. 15: Orient. Setzungsberechnungen zw. Erhaltung Eingangs-Bettungsmoduls (Plattengründung Unterkeller.)

| Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ | ‘Ersatzfläche’ | Setzung s | Bettungsmodul k_s |
|--|----------------|------------|------------------------------|
| $\sigma_{R,d} = 300 \text{ kN/m}^2$ | 1,0 x 12,0 m | ca. 1,0 cm | 21,2 MN/m³ |

Frostsicherheit: Der unterkellerte Bereich wird in frostsicherer Tiefe gegründet.

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

Lastfalleinstufung: DIN 18 533: **‘Wassereinwirkungsklasse W2.1-E’** (bei einer max. KG-Einbindung (UK Bodenplatte) von 3,0 m unter aktueller GOK, bei tieferreichender Einbindung gesonderte Einzelfallfestlegung). Von Seiten der Statik sollte für das KG die Gefahr von Auftrieb ermittelt und eine ausreichende Auftriebsicherheit berücksichtigt werden.

Allgemeine Hinweisgebung:

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

Geotextil: Bei einer Grundwasserbeeinflussung besteht die Gefahr von Feinkornumlagerungen aus der Tragschicht (Gefahr von Sackungen). Um diese Ausschwemmungen ("Innere Erosion") zu verhindern, sollte bei KG-Errichtung vor Einbringung der Schotterlage ein Geotextil auf den Untergrund überlappend aufgelegt und seitlich bis zur OK Schotter hochgezogen werden (Güte: GRK 3; 180-200 g/m²).

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

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

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

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

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

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

Der organikfreie Fluviatilsand kann bei bindigen Anteilen < 15 % wieder eingebaut werden. Der Sand sollte jedoch nicht als Oberbau für Bewegungs- / Stellflächenbereiche verwendet werden. Da der organikfreie Sand infolge seiner engen Stufung eine 'Verdichtungsunwilligkeit' aufweist, sollte bei Einbau in lastabtragenden Bereichen die Verdichtungseignung/-fähigkeit durch Mischung mit einem Schotter erfolgen um eine breitere Stufung herzustellen (Mischungsverhältnis Schotter-Sand = 1:2). Die einzelnen Lagenmächtigkeiten sollten 0,30 m nicht überschreiten und jeweils ordnungsgemäß verdichtet werden. Überschüssiger organikfreier Sand (bindiger Anteil < 15 %) kann für die vorgesehenen Geländeaufhöhung verwendet werden.

6.2 Kanalbau

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

Boden- / Grundwasserverhältnisse auf verm. Kanal-Gründungsniveau: Weitgehend steht ein Feinsand-/Mittelsand-Gemisch in einer überwiegend mitteldichten, z.T. dichten Lagerung an. Der überwiegende Aushubanteil wird von den Bodenklassen 1 bis 4 gebildet ('Löffelbaggereinsatz').

Der Kanal wird innerhalb grundwassererfüllter Bereiche gegründet, wobei zum Zeitpunkt der Geländeuntersuchungen ein gemittelter Grundwasserflurabstand von 1,75 m u. akt. GOK (B-Plan 'Schnittker') bzw. von 1,49 m u. akt. GOK vorlag (Erweiterungsfläche). Dies entspricht im B-Plan 'Schnittker' einer gemittelten 'drückenden' Wassersäule von ca. 0,25 m (Sohltiefe: 2,0 m u. aktueller GOK) bzw. ca. 0,75 m (Sohltiefe: 2,5 m u. aktueller GOK) und im Erweiterungsareal einer gemittelten 'drückenden' Wassersäule von ca. 0,50 m (Sohltiefe: 2,0 m u. aktueller GOK) bzw. ca. 1,00 m (Sohltiefe: 2,5 m u. aktueller GOK) auf jeweiliger Sohltiefe. Es existiert ein deutliches Anstiegspotenzial (Bemessungswasserstand: 1,1 m unter aktuelle GOK).

Wasserhaltung: Grundsätzlich muss Grundwasser bis mind. 0,5 m unter Aushubsohle abgesenkt werden. Unter Hinzuziehung des Rohraufagers (s.u., Sandbereich: ca. 0,20 m) ergeben sich – die Verhältnisse des Stichtages zugrundegelegt (09./10./14.01.2020) – folgende Absenkhöhen:

- B-Plan 'Schnittker': ca. 0,95 m (Sohltiefe: 2,0 m u. aktueller GOK) bzw. ca. 1,45 m (Sohltiefe: 2,5 m u. aktueller GOK).
- Erweiterungsareal: ca. 1,20 m (Sohltiefe: 2,0 m u. aktueller GOK) bzw. ca. 1,70 m (Sohltiefe: 2,5 m u. aktueller GOK).

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

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

Es empfiehlt sich, vor Beginn der Baumaßnahme den Grundwasser-Flurabstand in anzulegenden Baggerschürfen und / oder in den Pegeln zu aktualisieren, um u.U. die notwendigen Maßnahmen anzupassen.

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

Mit an beiden Trassen-Außenseiten verlegten schmalen Sammelgräben, innerhalb welcher Drainagerohre zu tieferliegenden Pumpensümpfen führen, ist evtl. eine kurzzeitige und lokale Grundwasserabsenkung durchführbar und der Wasserandrang kontrollier- und regulierbar. In den wasserabführenden Gräben sollte ein filterstabiles Schotterbett eingelegt werden, um die Ausschwemmung von bindigen und feinsandigen Anteilen zu vermeiden. Wichtig ist, dass die Pumpensümpfe keinen zu großen Abstand untereinander aufweisen. Auf diese Weise wird – vergleichbar einem Schwerkraftbrunnen – eine zeitweilige Grundwasserabsenkung vorgenommen. Bei Verbleib der Drainagerohre müssen diese fachgerecht mit geeignetem Material verpresst werden.

Sollte eine ‘verstärkte offene’ Wasserhaltung angedacht werden, so muss vor Durchführung der Maßnahme der aktuelle GW-Stand ermittelt werden. Die absenkende Firma hat dafür Sorge zu tragen, dass die GW-Absenkung keine schädigenden Auswirkungen auf Bauwerke ausübt (Stichwort: Setzungsschäden).

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

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

Verbau Trassenbereich: Bei Anwendung eines 'geschlossenen Systems' zur Wasserhaltung (z.B. Vakuum-Filterlanzen) besteht alternativ zur (raumgreifenden) Anlage von Böschungen auch die Möglichkeit eines Verbaus der entwässerten Böden mit herkömmlichen 'Grabenverbauplatten'.

Dies bedingt jedoch bei einer GW-Beeinflussung der relevanten Tiefen die vorlaufende GW-Absenkung bis mindestens 0,5 m unter Aushubniveau. Sinnvoll ist in diesem Fall die Öffnung eines lediglich kurzen Trassenabschnittes.

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

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

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

Als Regelausführung ist darin eine untere Bettungsschicht mit einer Mächtigkeit von mind. 100 mm bei herkömmlichen Bodenverhältnissen erforderlich.

Ergänzend empfiehlt die ATV/DVWK-A 139 zwecks Vermeidung von Setzungen und Rohrschäden, dass die Bettungsschicht in Abhängigkeit vom Rohrdurchmesser grundsätzlich auf $a = 100 \text{ mm} + 1/10 \text{ DN}$ (DN in mm) erhöht wird. In Abhängigkeit vom konkreten DN-Maß erhöht sich somit die Bettungsschichthöhe.

Empfohlen wird vom AN bei den vorgefundenen Bodenverhältnissen (überw. mitteldicht gelagerter, enggestufter Fein-/Mittelsand) für die Gründung auf dem geogenen und organikfreien Sand in Abhängigkeit vom konkreten DN-Maß eine ca. 20 cm

mächtige herkömmliche verdichtungsfähige Bettungsschicht (Rohrauflager). Die Sande sollten zuvor nachverdichtet werden.

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

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 müssen potenzielle bindige und / oder organische Böden im Sohlbereich aufgenommen und durch Schotter ersetzt werden.

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

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

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

Alternativ kann der enggestufte, organikfreie SE-/SU-Sand (Aushubmaterial) bei einem geringen bindigen Anteil (< 15 %) in Mischung mit einem Schotter (Verhältnis Schotter-Sand = 1:2) in Lagen von max. 30 cm eingebaut werden. Stärker bindige Sande dürfen nicht eingebaut werden. Bei Unklarheiten hinsichtlich der Wiedereinbaueignung sollte der Bodengutachter hinzugezogen werden. Als oberste Lage sollte HKS-Schotter verwendet werden.

Organische Böden, bindige Böden sowie Auffüllungen dürfen nicht wieder eingebaut werden.

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

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

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

6.3 Straßenbau

Planung: Es sollen Wohnstraßen innerhalb des Areals errichtet werden.

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

Einstufung Belastungsklasse (Annahme): Angaben zu den Bauklassen liegen dem AN nicht vor. Nach der RStO 12 ('Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen', Ausgabe 2012) sind die zu errichtenden Verkehrs- / Bewegungsflächen vermutlich folgender Verkehrs- / Straßenart zugehörig (Annahme):
Baugebiet / Erschließungsstraße: **Bk0,3 ('Wohnstraße', Straßenkategorie ES V)**

Sollten die vorgenannten (angenommenen) Einstufungen nicht zutreffen, so wird um Benachrichtigung von Seiten der Planung zwecks Anpassung gebeten.

Bodenverhältnisse auf Erdplanum: Das Erdplanum führt nach Abzug der Oberböden weitgehend einen z.T. schwach verlehnten Sand (DIN 18 196: SE-SU), welcher weitgehend der Frostempfindlichkeitsklasse F1 zugehörig ist ('nicht frostempfindlich').

Frostschutzmaßnahmen werden im Sandbereich nicht notwendig. Dies bedingt jedoch die vollständige Entfernung organischer sowie potenzieller bindiger Böden und verlehnter Sande (bindiger Anteil > 15 %) auf Erdplanum und den Ersatz durch Güteschotter (gem. TL Gestein-StB 04). Die abzuziehenden 'Mutterböden' weisen im Mittel eine Mächtigkeit von $d = \text{ca. } 0,40 \text{ m}$ auf.

Errichtung / Straßenaufbau: In einem ersten Schritt sollten die hangenden beeinflussten und geogenen 'Mutterböden' vollständig abgezogen werden. Ergänzend sollten potenzielle Schluffe sowie deutlich verlehnte Sande und organische Böden aufgenommen und durch Schotter ersetzt werden. Potenzielle Massendefizite sind

lagenweise mit Güteschotter aufzubauen und ordnungsgemäß zu verdichten. Der Bagger sollte 'rückschreitend' arbeiten. Das freigelegte Planum sollte vor Andeckungen nicht mit Radfahrzeugen befahren werden. Nach Auskoffnung ist das Erdplanum sorgfältig im Rahmen einer ingenieurgeologischen Abnahme auf relevante organische Anteile zu kontrollieren. Der Sand sollte nachverdichtet werden.

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

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

Material: Das Mineralgemisch / Material der Schottertragschicht sowie der Frostschutzschicht ('Schotter') sollte aus einem gütegeprüften Mineralgemisch bestehen (z.B. 0/45 mm HKS). Der Schotter sollte nach den 'Technischen Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau – Ausgabe 2004' (TL Gestein-StB 04) zertifiziert sein. Dies sollte von der Bauleitung anhand der Lieferscheine kontrolliert werden. Es darf keinesfalls schrumpf- oder quellfähiges Material verwendet werden. Die Schotterverdichtung sollte mit einem Verdichtungsgrad von $D_{Pr} = 100\%$ erfolgen. Es ist auf den Druckausbreitungswinkel zu achten (Schotter: 45°). Die Einbaustärke einzelner Lagen sollte 30 cm nicht überschreiten.

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

Die RStO 12 setzt auf dem Erdplanum ein Verformungsmodul von $E_{V2} \geq 45 \text{ MPa}$ voraus. Auf dem auf Erdplanum anstehenden enggestuftem SE-SU-Sand wird g.g. Verformungsmodul nicht durchgängig möglich sein, so dass vor Auftrag der RStO-Schichtstärken zunächst Schotter aufgebracht und verdichtet werden sollte (Unterbauverbesserung). Aus Erfahrung solle für die Kalkulation eine ca. 0,25 m mächtige Untergrundverbesserung bestehend aus einem Kalksteinschotter eingeplant werden. Die Stärke dieser Untergrundverbesserung sollte in einem Probefeld konkretisiert werden. Die Untergrundverbesserung darf nicht auf die RStO-Oberbaumächtigkeit angerechnet werden.

Verformungsmodul auf Schotterplanum: Sehr wichtig ist der flächendeckende Nachweis eines Verformungsmoduls von $E_{V2} \geq 45 \text{ MPa}$ auf dem (verbesserten) Erdplanum mittels statischen Lastplattendruckversuchen, da ansonsten der von der RStO geforderte Verformungsmodul auf Schotterplanum nicht erreicht werden kann.

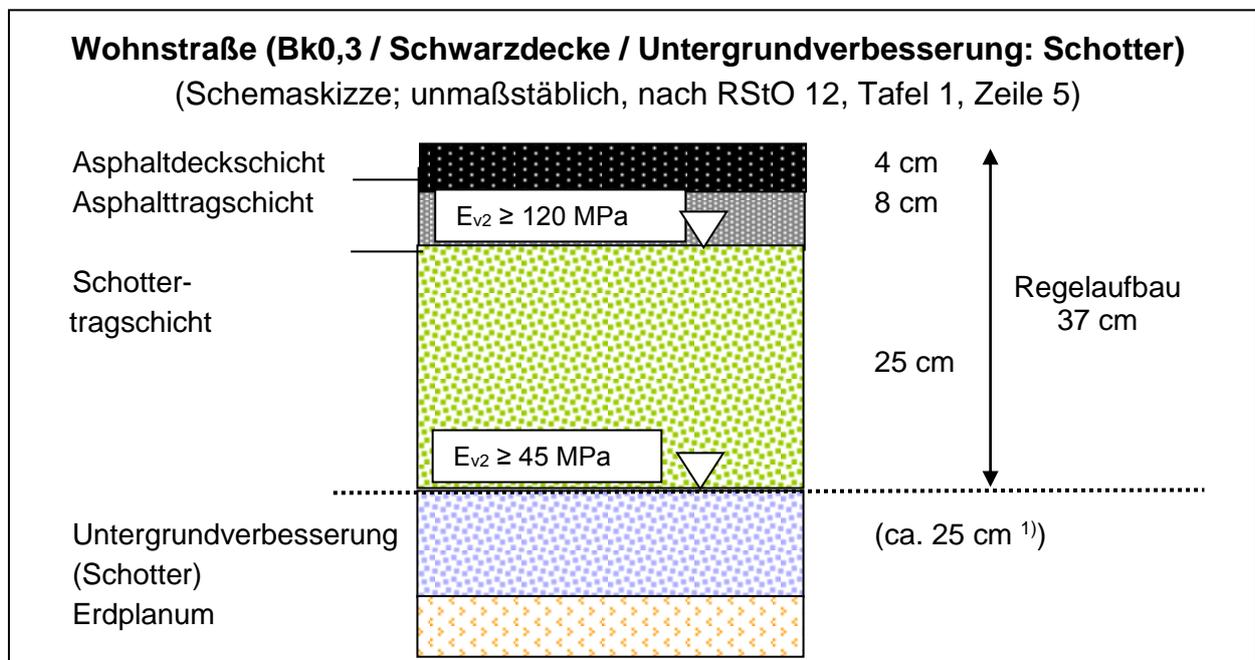
RStO-Forderungen OK Schotterplanum:

- Belastungsklasse Bk0,3 (Wohnstraße / Pkw-Parkplatz): $E_{v2} \geq 120 \text{ MPa}$
- potenzielle Gehwege: $E_{v2} \geq 80 \text{ MPa}$

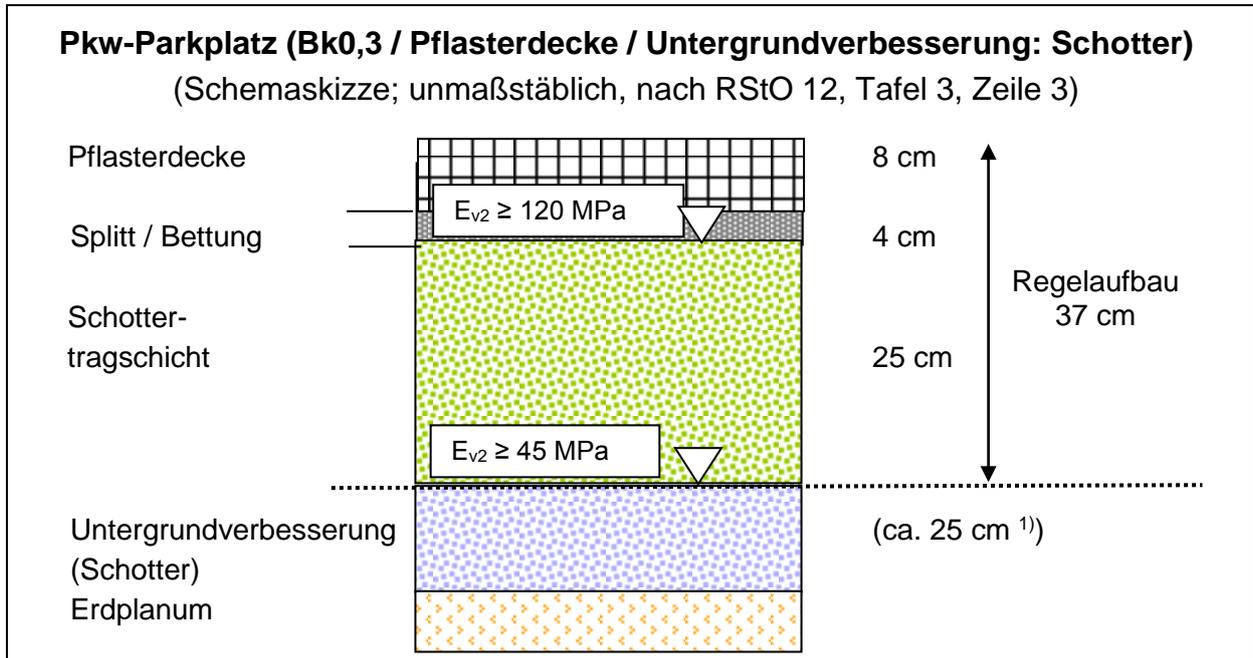
Genannte Forderungen sollten mittels statischen Lastplattendruckversuchen (gem. DIN 18 134) auf dem Schotterplanum nachgewiesen werden.

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

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



¹⁾ in Abhängigkeit von den Ergebnissen der Probefeldanlage



¹⁾ in Abhängigkeit von den Ergebnissen der Probefeldanlage

7. Anlagen

- Anlage 1.1: Lageplan (1:2.000)
- Anlage 2.1-2.2: Schichtenprofile / -verzeichnisse / Rammdiagramme
- Anlage 3.1-3.2: Korngrößenanalysen / Kornsummenkurven
- Anlage 4.1: Wassergehaltsbestimmungen
- Anlage 5.1: Glühverlustbestimmungen
- Anlage 6.1: Versickerungsversuche im Gelände (Auffüllversuche)
- Anlage 6.2: Dimensionierung einer Mulden-Versickerungsanlage (DWA-A 138)
- Anlage 7.1: Chemische Analysen (Oberboden)
- Anlage 7.2: Chemische Analysen (Boden, LAGA und DepV)
- Anlage 8.1: Setzungsberechnung Streifenfundament (Nichtunterkellerung)
- Anlage 9.1: Fotodokumentation


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

Kleegräfe
Geotechnik GmbH

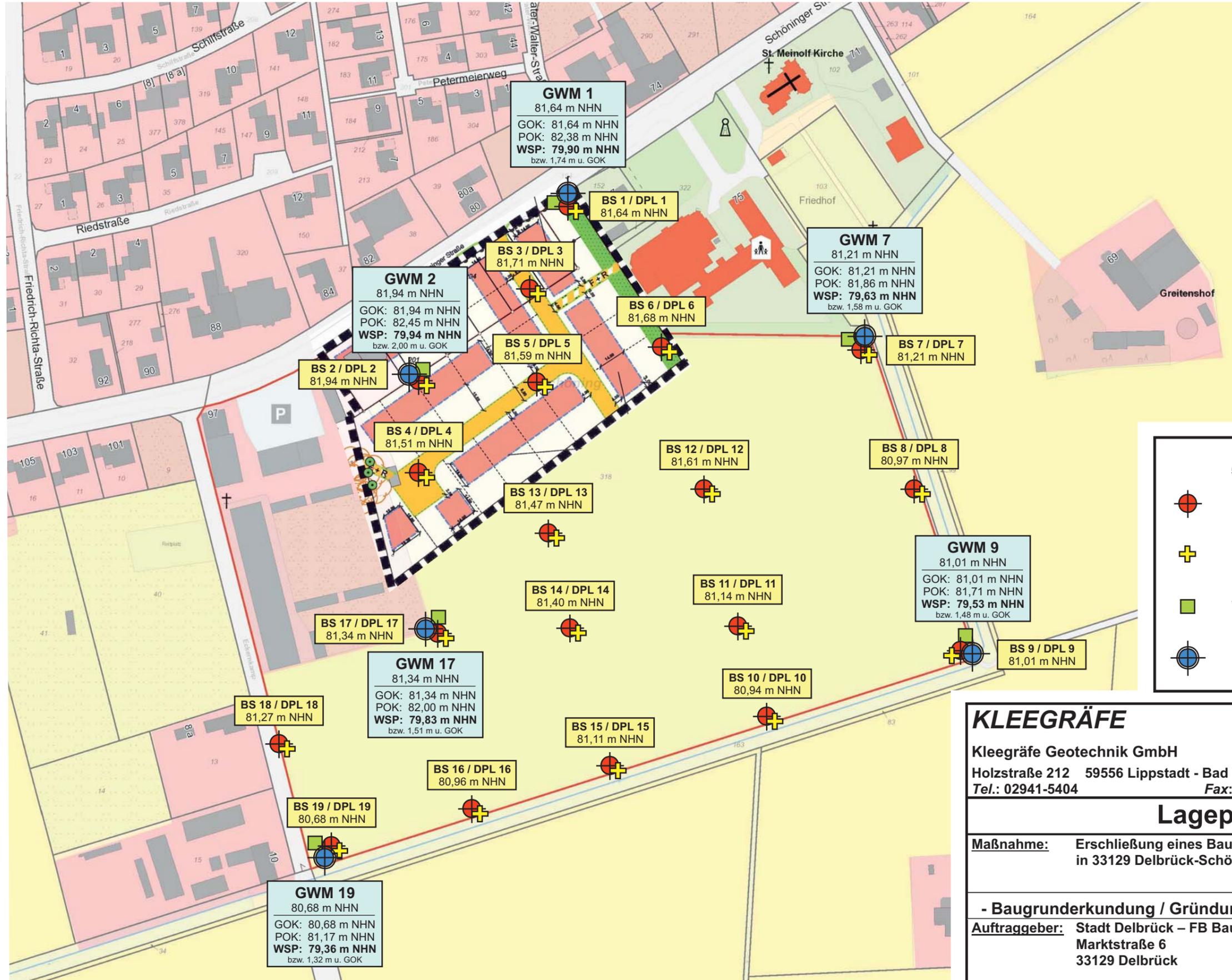
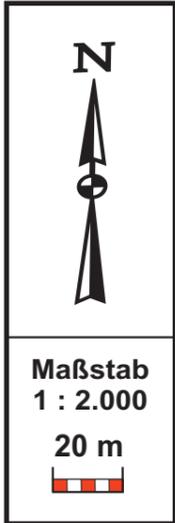
Paul Girhards
- Dipl.-Geologe (BDG) -

Verteiler:

Stadt Delbrück / Fachbereich Bauen und Planen (z.Hd. Herrn André Harbig,
Andre.Harbig@stadt-delbrueck.de),
Marktstraße 6 in 33129 Delbrück, (2 x Druck, pdf)

ANLAGE 1.1
Lageplan (1:2.000)

Delbrück Schöning



Zeichenerklärung:

- BS** Kleinbohrung gemäß DIN 4021
- DPL** Rammsondierung gemäß DIN 4094
- VS** Versickerungsversuch im Gelände
- GWM** Grundwassermessstelle

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

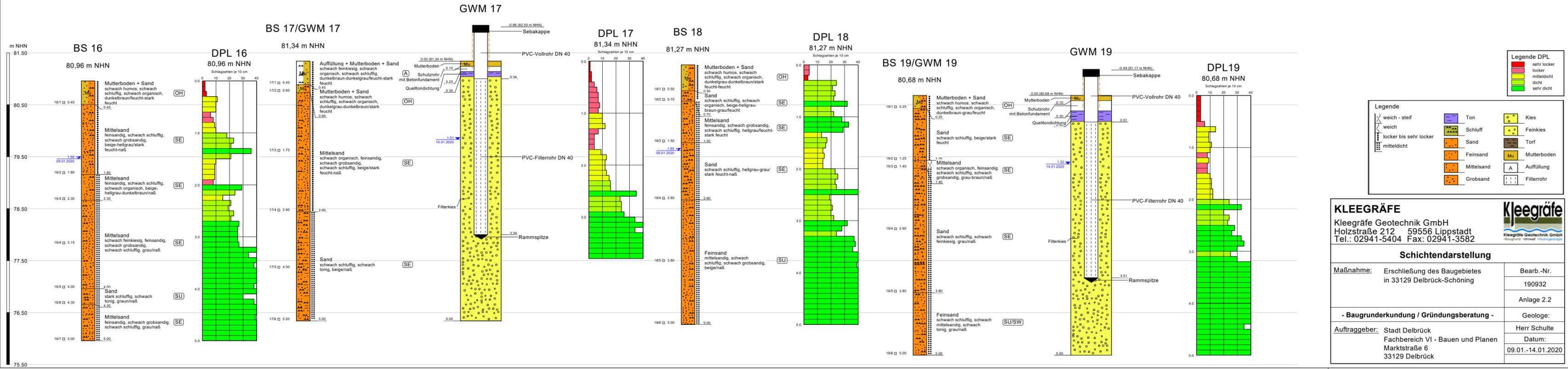
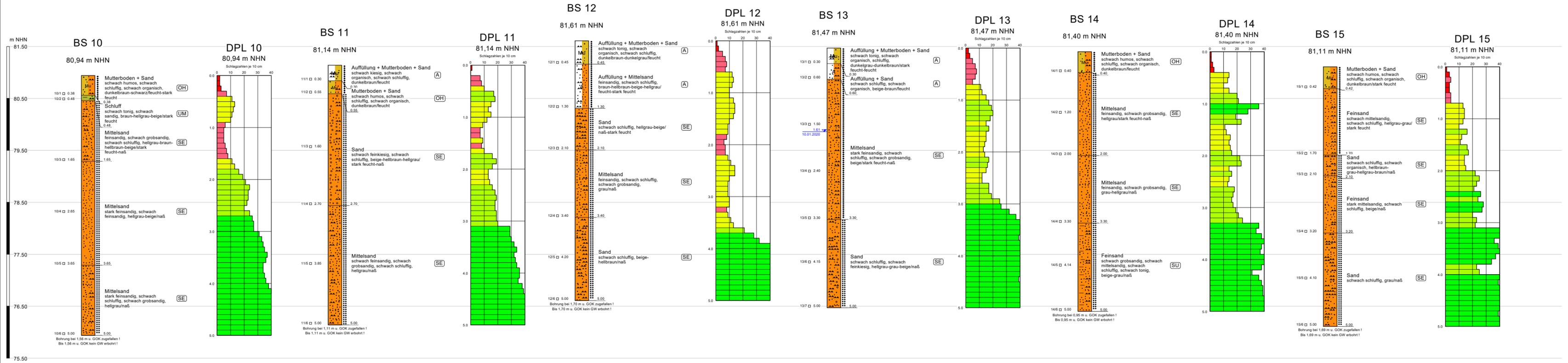
KleeGräfe
 Kleegräfe Geotechnik GmbH
 • Baugrund • Umwelt • Hydrogeologie

Lageplan

| | |
|--|-----------------------------|
| Maßnahme: Erschließung eines Baugebietes in 33129 Delbrück-Schöning | Bearb.-Nr. 190932 |
| | Anlage: 1 |
| - Baugrunderkundung / Gründungsberatung - Auftraggeber: Stadt Delbrück – FB Bauen und Planen Marktstraße 6 33129 Delbrück | Blatt: 1 |
| | April 2020 |
| | Klee/Sobo |
| M. 1 : 2.000 | |

ANLAGE 2.1-2.2

Schichtenverzeichnisse und Schichtenprofile
/ Rammdiagramme



ANLAGE 3.1 – 3.2

Korngrößenanalysen
(Kornsummenkurven)

Körnungslinie

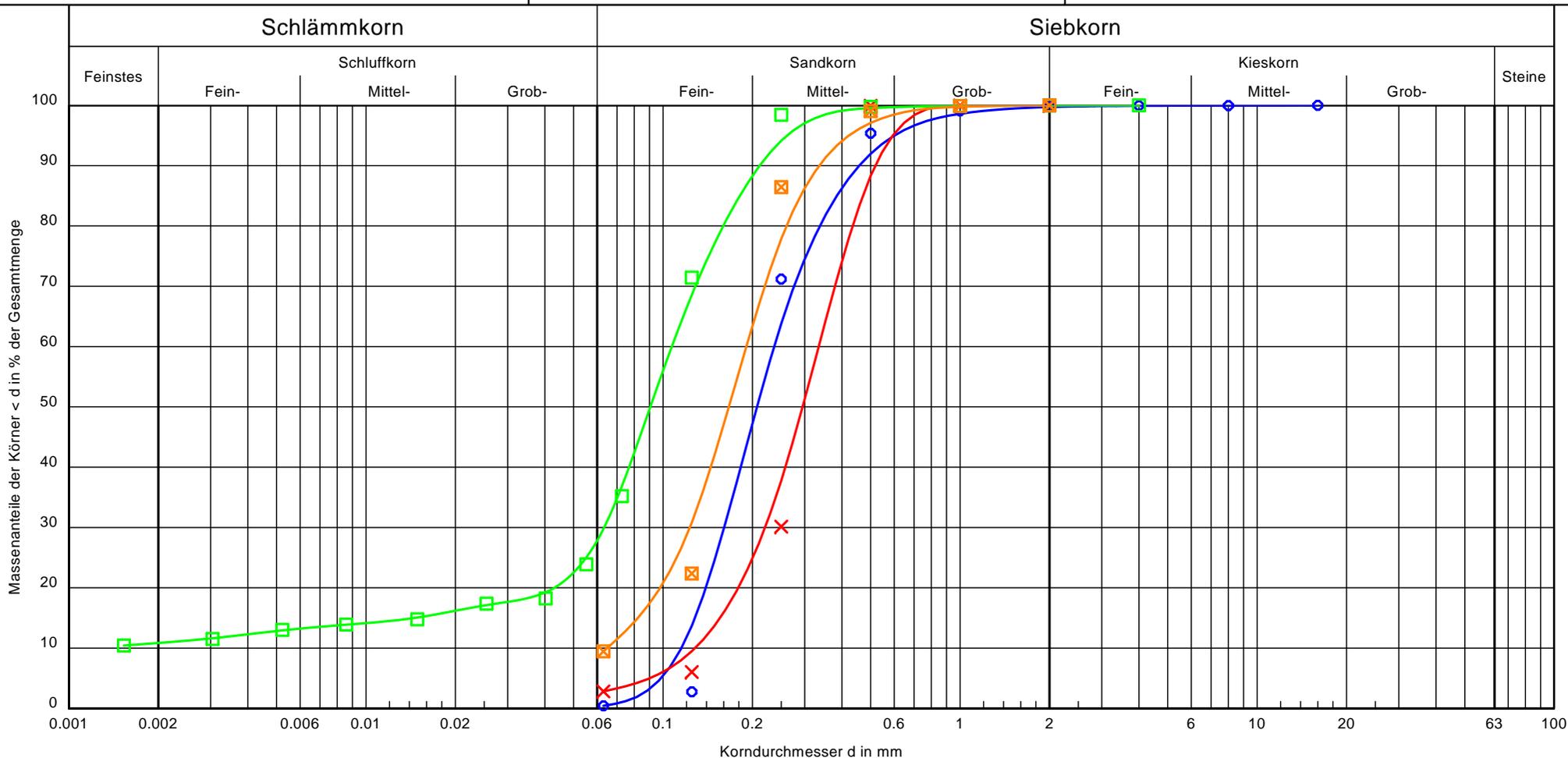
Erschließung eines Baugebietes
in 33129 Delbrück-Schöning
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Prüfungsnummer: Proben 1/6, 3/4, 5/3, 9/4

Probe entnommen am: 09.01.-14.01.2020

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-/Sieb-Schlamm-Analyse



| | | | | |
|------------------|---------------------|---------------------|----------------|---------------------|
| Bezeichnung: | Probe 1/6 | Probe 3/4 | Probe 5/3 | Probe 9/4 |
| Bodenart: | fS, mS | mS, fs | fS, u, t', ms' | fS, mS, u' |
| Tiefe: | 2,00 - 2,95 m | 0,72 - 1,80 m | 0,75 - 1,00 m | 1,75 - 2,50 m |
| k [m/s] (Hazen): | $1.3 \cdot 10^{-4}$ | $1.6 \cdot 10^{-4}$ | - | $4.2 \cdot 10^{-5}$ |
| Entnahmestelle: | BS 1 | BS 3 | BS 5 | BS 9 |
| Cu/Cc | 2.1/0.9 | 2.6/1.1 | -/- | 2.9/1.2 |

Bemerkungen:
 1/6: kf-Wert (Beyer): $\sim 1,3 \times 10^{-4}$ m/s
 3/4: kf-Wert (Beyer): $\sim 1,6 \times 10^{-4}$ m/s
 5/3: kf-Wert (Mallet & Pacquant): $\sim 2,6 \times 10^{-6}$ m/s
 9/4: kf-Wert (Beyer): $\sim 4,2 \times 10^{-5}$ m/s

Bericht: 190932
 Anlage: 3.1

Körnungslinie

Erschließung eines Baugebietes

in 33129 Delbrück-Schöning
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Frau Sobolewski

Datum: 04.05.2020

Prüfungsnummer: Proben 1/6, 3/4, 5/3, 9/4

Probe entnommen am: 09.01.-14.01.2020

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-/Sieb-Schlamm-Analyse

Bezeichnung: Probe 1/6
 Bodenart: fS, mS
 Tiefe: 2,00 - 2,95 m
 k [m/s] (Hazen): 1.327E-4
 Entnahmestelle: BS 1
 Cu/Cc 2.1/0.9
 d₁₀/d₃₀/d₆₀ [mm]: 0.115 / 0.161 / 0.237
 Siebanalyse:
 Trockenmasse [g]: 294.84

Siebanalyse

| Korngröße [mm] | Rückstand [g] | Rückstand [%] | Siebdurch- gänge [%] |
|-------------------|------------------|------------------|-------------------------|
| 16.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 8.0 | 0.12 | 0.04 | 99.96 |
| 4.0 | 0.03 | 0.01 | 99.95 |
| 2.0 | 0.40 | 0.14 | 99.81 |
| 1.0 | 2.12 | 0.72 | 99.09 |
| 0.5 | 10.95 | 3.71 | 95.38 |
| 0.25 | 71.32 | 24.19 | 71.19 |
| 0.125 | 201.76 | 68.43 | 2.76 |
| 0.063 | 6.85 | 2.32 | 0.44 |
| Schale | 1.29 | 0.44 | - |
| Summe | 294.84 | | |
| Siebverlust | 0.00 | | |

Körnungslinie

Erschließung eines Baugebietes

in 33129 Delbrück-Schöning
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Frau Sobolewski

Datum: 04.05.2020

Prüfungsnummer: Proben 1/6, 3/4, 5/3, 9/4

Probe entnommen am: 09.01.-14.01.2020

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-/Sieb-Schlamm-Analyse

Bezeichnung: Probe 3/4
 Bodenart: mS, fs
 Tiefe: 0,72 - 1,80 m
 k [m/s] (Hazen): 1.638E-4
 Entnahmestelle: BS 3
 Cu/Cc 2.6/1.1
 d10/d30/d60 [mm]: 0.128 / 0.220 / 0.334
 Siebanalyse:
 Trockenmasse [g]: 213.17

Siebanalyse

| Korngröße [mm] | Rückstand [g] | Rückstand [%] | Siebdurch- gänge [%] |
|-------------------|------------------|------------------|-------------------------|
| 2.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 1.0 | 0.05 | 0.02 | 99.98 |
| 0.5 | 0.07 | 0.03 | 99.94 |
| 0.25 | 148.80 | 69.80 | 30.14 |
| 0.125 | 51.39 | 24.11 | 6.03 |
| 0.063 | 6.85 | 3.21 | 2.82 |
| Schale | 6.01 | 2.82 | - |
| Summe | 213.17 | | |
| Siebverlust | 0.00 | | |

Körnungslinie

Erschließung eines Baugebietes

in 33129 Delbrück-Schöning
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Frau Sobolewski

Datum: 04.05.2020

Prüfungsnummer: Proben 1/6, 3/4, 5/3, 9/4

Probe entnommen am: 09.01.-14.01.2020

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-/Sieb-Schlamm-Analyse

Bezeichnung: Probe 5/3

Bodenart: fS, u, t', ms'

Tiefe: 0,75 - 1,00 m

k [m/s] (Hazen): -

Entnahmestelle: BS 5

Cu/Cc -/-

d10/d30/d60 [mm]: - / 0.063 / 0.107

Siebanalyse:

Trockenmasse [g]: 73.92

Schlammanalyse:

Trockenmasse [g]: 52.80

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 [%] | Siebdurch- gänge [%] |
|-------------------|------------------|------------------|-------------------------|
| 4.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 2.0 | 0.01 | 0.01 | 99.99 |
| 1.0 | 0.06 | 0.08 | 99.91 |
| 0.5 | 0.12 | 0.16 | 99.74 |
| 0.25 | 0.98 | 1.33 | 98.42 |
| 0.125 | 19.95 | 26.99 | 71.43 |
| Schale | 52.80 | 71.43 | - |
| Summe | 73.92 | | |
| Siebverlust | 0.00 | | |

Schlammanalyse

| Zeit | | R' _h | R' _h + R ₀ | Korngröße | T | H _r | η | Durchgang |
|------|-------|-----------------|--|-----------|------|----------------|---------|-----------|
| [h] | [min] | [-] | R ₀ =C _m +R' ₀ [-] | [mm] | [°C] | [mm] | [-] | [%] |
| 0 | 0.5 | 15.00 | 16.20 | 0.0727 | 18.8 | 137.69 | 1.03550 | 35.20 |
| 0 | 1 | 9.80 | 11.00 | 0.0552 | 18.8 | 158.49 | 1.03550 | 23.90 |
| 0 | 2 | 7.20 | 8.40 | 0.0403 | 18.8 | 168.89 | 1.03550 | 18.25 |
| 0 | 5 | 6.80 | 8.00 | 0.0255 | 19.2 | 170.49 | 1.02532 | 17.38 |
| 0 | 15 | 5.60 | 6.80 | 0.0149 | 19.3 | 175.29 | 1.02280 | 14.77 |
| 0 | 45 | 5.20 | 6.40 | 0.0086 | 19.8 | 176.89 | 1.01033 | 13.91 |
| 2 | 0 | 4.80 | 6.00 | 0.0052 | 20.5 | 178.49 | 0.99328 | 13.04 |
| 6 | 0 | 4.10 | 5.30 | 0.0030 | 20.5 | 181.29 | 0.99328 | 11.52 |
| 24 | 0 | 3.60 | 4.80 | 0.0015 | 20.5 | 183.29 | 0.99328 | 10.43 |

Körnungslinie

Erschließung eines Baugebietes

in 33129 Delbrück-Schöning
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Frau Sobolewski

Datum: 04.05.2020

Prüfungsnummer: Proben 1/6, 3/4, 5/3, 9/4

Probe entnommen am: 09.01.-14.01.2020

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-/Sieb-Schlamm-Analyse

Bezeichnung: Probe 9/4
 Bodenart: fS, m \bar{s} , u'
 Tiefe: 1,75 - 2,50 m
 k [m/s] (Hazen): 4.200E-5
 Entnahmestelle: BS 9
 Cu/Cc 2.9/1.2
 d₁₀/d₃₀/d₆₀ [mm]: 0.065 / 0.123 / 0.191
 Siebanalyse:
 Trockenmasse [g]: 330.07

Siebanalyse

| Korngröße [mm] | Rückstand [g] | Rückstand [%] | Siebdurch- gänge [%] |
|-------------------|------------------|------------------|-------------------------|
| 2.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 1.0 | 0.40 | 0.12 | 99.88 |
| 0.5 | 2.72 | 0.82 | 99.05 |
| 0.25 | 41.65 | 12.62 | 86.44 |
| 0.125 | 211.41 | 64.05 | 22.39 |
| 0.063 | 42.66 | 12.92 | 9.46 |
| Schale | 31.23 | 9.46 | - |
| Summe | 330.07 | | |
| Siebverlust | 0.00 | | |

Körnungslinie

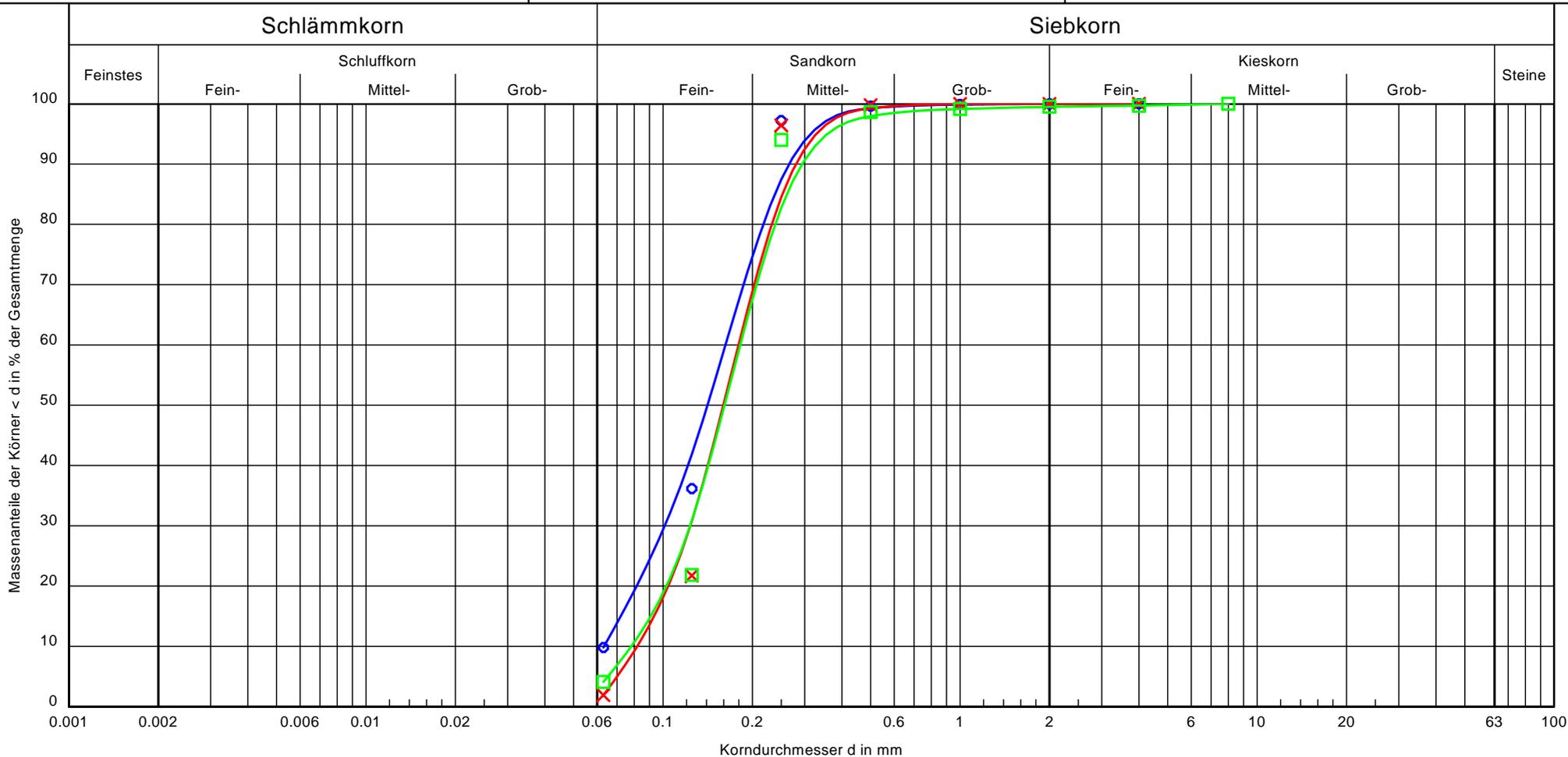
Erschließung eines Baugebietes
in 33129 Delbrück-Schöning
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Prüfungsnummer: Proben 11/3, 14/3, 16/3

Probe entnommen am: 09.01.-14.01.2020

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-Analyse



| | | | |
|------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Bezeichnung: | Probe 11/3 | Probe 14/3 | Probe 16/3 |
| Bodenart: | fS, ms, u' | fS, m \bar{s} | fS, m \bar{s} |
| Tiefe: | 0,55 - 1,60 m | 1,20 - 2,40 m | 1,80 - 2,30 m |
| k [m/s] (Hazen): | $4.0 \cdot 10^{-5}$ | $6.7 \cdot 10^{-5}$ | $6.1 \cdot 10^{-5}$ |
| Entnahmestelle: | BS 11 | BS 14 | BS 16 |
| Cu/Cc | 2.6/1.0 | 2.2/1.0 | 2.3/1.1 |

Bemerkungen:
11/3: kf-Wert (Beyer): $\sim 4,0 \times 10^{-5}$ m/s
14/3: kf-Wert (Beyer): $\sim 6,7 \times 10^{-5}$ m/s
16/3: kf-Wert (Beyer): $\sim 6,1 \times 10^{-5}$ m/s

Bericht:
190932
Anlage:
3.2

Körnungslinie

Erschließung eines Baugebietes

in 33129 Delbrück-Schöning
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Frau Sobolewski

Datum: 04.05.2020

Prüfungsnummer: Proben 11/3, 14/3, 16/3

Probe entnommen am: 09.01.-14.01.2020

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-Analyse

Bezeichnung: Probe 11/3
 Bodenart: fS, ms, u'
 Tiefe: 0,55 - 1,60 m
 k [m/s] (Hazen): 4.008E-5
 Entnahmestelle: BS 11
 Cu/Cc 2.6/1.0
 d₁₀/d₃₀/d₆₀ [mm]: 0.063 / 0.101 / 0.162
 Siebanalyse:
 Trockenmasse [g]: 209.80

Siebanalyse

| Korngröße [mm] | Rückstand [g] | Rückstand [%] | Siebdurch- gänge [%] |
|-------------------|------------------|------------------|-------------------------|
| 4.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 2.0 | 0.05 | 0.02 | 99.98 |
| 1.0 | 0.17 | 0.08 | 99.90 |
| 0.5 | 0.60 | 0.29 | 99.61 |
| 0.25 | 5.03 | 2.40 | 97.21 |
| 0.125 | 128.08 | 61.05 | 36.16 |
| 0.063 | 55.29 | 26.35 | 9.81 |
| Schale | 20.58 | 9.81 | - |
| Summe | 209.80 | | |
| Siebverlust | 0.00 | | |

Körnungslinie

Erschließung eines Baugebietes

in 33129 Delbrück-Schöning
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Frau Sobolewski

Datum: 04.05.2020

Prüfungsnummer: Proben 11/3, 14/3, 16/3

Probe entnommen am: 09.01.-14.01.2020

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-Analyse

Bezeichnung: Probe 14/3
 Bodenart: fS, m \bar{s}
 Tiefe: 1,20 - 2,40 m
 k [m/s] (Hazen): 6.701E-5
 Entnahmestelle: BS 14
 Cu/Cc 2.2/1.0
 d₁₀/d₃₀/d₆₀ [mm]: 0.082 / 0.123 / 0.180
 Siebanalyse:
 Trockenmasse [g]: 188.55

Siebanalyse

| Korngröße [mm] | Rückstand [g] | Rückstand [%] | Siebdurch- gänge [%] |
|-------------------|------------------|------------------|-------------------------|
| 4.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 2.0 | 0.04 | 0.02 | 99.98 |
| 1.0 | 0.01 | 0.01 | 99.97 |
| 0.5 | 0.37 | 0.20 | 99.78 |
| 0.25 | 6.37 | 3.38 | 96.40 |
| 0.125 | 140.78 | 74.66 | 21.73 |
| 0.063 | 37.39 | 19.83 | 1.90 |
| Schale | 3.59 | 1.90 | - |
| Summe | 188.55 | | |
| Siebverlust | 0.00 | | |

Körnungslinie

Erschließung eines Baugebietes

in 33129 Delbrück-Schöning
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Frau Sobolewski

Datum: 04.05.2020

Prüfungsnummer: Proben 11/3, 14/3, 16/3

Probe entnommen am: 09.01.-14.01.2020

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-Analyse

Bezeichnung: Probe 16/3
 Bodenart: fS, m \bar{s}
 Tiefe: 1,80 - 2,30 m
 k [m/s] (Hazen): 6.105E-5
 Entnahmestelle: BS 16
 Cu/Cc 2.3/1.1
 d₁₀/d₃₀/d₆₀ [mm]: 0.078 / 0.123 / 0.182
 Siebanalyse:
 Trockenmasse [g]: 221.98

Siebanalyse

| Korngröße [mm] | Rückstand [g] | Rückstand [%] | Siebdurch- gänge [%] |
|-------------------|------------------|------------------|-------------------------|
| 8.0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 4.0 | 0.73 | 0.33 | 99.67 |
| 2.0 | 0.34 | 0.15 | 99.52 |
| 1.0 | 0.81 | 0.36 | 99.15 |
| 0.5 | 1.16 | 0.52 | 98.63 |
| 0.25 | 10.30 | 4.64 | 93.99 |
| 0.125 | 160.14 | 72.14 | 21.85 |
| 0.063 | 39.37 | 17.74 | 4.11 |
| Schale | 9.13 | 4.11 | - |
| Summe | 221.98 | | |
| Siebverlust | 0.00 | | |

ANLAGE 4.1

Wassergehaltsbestimmungen

KLEEGRÄFE Geotechnik GmbH

Holzstraße 212
59556 Lippstadt

Bericht: 190932

Anlage: 4.1

Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

Erschließung eines Baugebietes
in 33129 Delbrück-Schöning
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Frau Sobolewski

Datum: 04.05.2020

Prüfungsnummer: 1/6, 3/4, 5/3, 9/4, 11/3, 14/3, 16/3

Entnahmestelle: BS 1, 3, 5, 9, 11, 14, 16

Tiefe: 0,55 - 2,95 m (min.-max.)

Bodenart: Fluviatilsand

Art der Entnahme: gestörte Proben

Probe entnommen am: 09.01.-14.01.2020

| Probenbezeichnung: | Probe 1/6 | Probe 3/4 | Probe 5/3 | Probe 9/4 | Probe 11/3 | Probe 14/3 |
|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| Feuchte Probe + Behälter [g]: | 781.19 | 633.92 | 221.75 | 758.05 | 699.49 | 590.18 |
| Trockene Probe + Behälter [g]: | 726.05 | 608.84 | 217.63 | 697.86 | 662.94 | 559.92 |
| Behälter [g]: | 431.21 | 395.67 | 187.39 | 367.79 | 453.14 | 371.37 |
| Porenwasser [g]: | 55.14 | 25.08 | 4.12 | 60.19 | 36.55 | 30.26 |
| Trockene Probe [g]: | 294.84 | 213.17 | 30.24 | 330.07 | 209.80 | 188.55 |
| Wassergehalt [%] | 18.70 | 11.77 | 13.62 | 18.24 | 17.42 | 16.05 |

| Probenbezeichnung: | Probe 16/3 | | | | | |
|--------------------------------|------------|--|--|--|--|--|
| Feuchte Probe + Behälter [g]: | 773.44 | | | | | |
| Trockene Probe + Behälter [g]: | 699.68 | | | | | |
| Behälter [g]: | 389.27 | | | | | |
| Porenwasser [g]: | 73.76 | | | | | |
| Trockene Probe [g]: | 310.41 | | | | | |
| Wassergehalt [%] | 23.76 | | | | | |

| 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

Glühverlust nach DIN 18 128

Erschließung eines Baugebietes

in 33129 Delbrück-Schöning

- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Frau Sobolewski

Datum: 04.05.2020

Prüfungsnummer: Proben 1/4, 7/3, 16/3

Entnahmestelle: BS 1, BS 7, BS 16

Tiefe: 0,60 - 2,30 m (min.-max.)

Art der Entnahme: gestörte Probe

Bodenart: Fluviatilsand

Probe entnommen am: 09.01.-14.01.2020

| Probenbezeichnung | Probe 1/4 | Probe 1/4 | Probe 1/4 | Probe 7/3 | Probe 7/3 | Probe 7/3 |
|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Ungeglühte Probe + Behälter [g] | 55.88 | 54.60 | 55.23 | 62.56 | 58.52 | 61.23 |
| Geglühte Probe + Behälter [g] | 55.35 | 54.09 | 54.75 | 62.46 | 58.40 | 61.11 |
| Behälter [g] | 27.59 | 26.97 | 26.64 | 28.54 | 27.75 | 29.05 |
| Massenverlust [g] | 0.53 | 0.51 | 0.48 | 0.10 | 0.12 | 0.12 |
| Trockenmasse vor Glühen [g] | 28.29 | 27.63 | 28.59 | 34.02 | 30.77 | 32.18 |
| Glühverlust [-] | 1.87 | 1.85 | 1.68 | 0.29 | 0.39 | 0.37 |

| Probenbezeichnung | Probe 16/3 | Probe 16/3 | Probe 16/3 | | | |
|---------------------------------|------------|------------|------------|--|--|--|
| Ungeglühte Probe + Behälter [g] | 57.19 | 60.43 | 55.85 | | | |
| Geglühte Probe + Behälter [g] | 57.02 | 60.25 | 55.70 | | | |
| Behälter [g] | 27.58 | 30.00 | 27.42 | | | |
| Massenverlust [g] | 0.17 | 0.18 | 0.15 | | | |
| Trockenmasse vor Glühen [g] | 29.61 | 30.43 | 28.43 | | | |
| Glühverlust [-] | 0.57 | 0.59 | 0.53 | | | |

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

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

ANLAGE 6.1

Versickerungsversuche im Gelände
(Auffüllversuche)

Anlage: 6.1

Versickerungsversuche im Gelände (Auffüllversuche)



Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes k_f

Maßnahme: Erschließung eines Baugebietes in 33129 Delbrück-Schöning
 Ort: Delbrück-Schöning
 Datum: 09. - 14.01.2020

Versuchsdurchführung mittels 'open-end-test'

| Bohrung | Vers. Nr. | r mm | h m | Zeit min | Wassermenge l | Q m ³ /s | k_f m/s | Bemerkung (Grundwasserstand, Versick.-Medium und Gültigkeitsbereich) |
|---------|-----------|------|-----|----------|---------------|---------------------|-----------------|--|
| BS 1 | 1 | 20 | 0,6 | 3,30 | 3,00 | 1,52E-05 | 2,37E-04 | GW: 1,74 m u. GOK; |
| | 2 | 20 | 0,6 | 4,00 | 3,00 | 1,25E-05 | 1,96E-04 | 1,00-1,74 m (Fluviatilsand) |
| BS 2 | 1 | 20 | 0,5 | 4,23 | 3,00 | 1,18E-05 | 2,15E-04 | GW: 2,00 m u. GOK; |
| | 2 | 20 | 0,5 | 4,20 | 3,00 | 1,19E-05 | 2,16E-04 | 1,00-2,00 m (Fluviatilsand) |
| BS 7 | 1 | 20 | 0,6 | 3,48 | 3,00 | 1,44E-05 | 2,25E-04 | GW: 1,58 m u. GOK; |
| | 2 | 20 | 0,6 | 3,56 | 3,00 | 1,40E-05 | 2,20E-04 | 1,00-1,58 m (Fluviatilsand) |
| BS 9 | 1 | 20 | 0,5 | 4,30 | 3,00 | 1,16E-05 | 2,20E-04 | GW: 1,48 m u. GOK; |
| | 2 | 20 | 0,5 | 4,30 | 3,00 | 1,16E-05 | 2,20E-04 | 1,00-1,48 m (Fluviatilsand) |
| BS 17 | 1 | 20 | 0,5 | 2,42 | 3,00 | 2,07E-05 | 3,68E-04 | GW: 1,51 m u. GOK; |
| | 2 | 20 | 0,5 | 2,58 | 3,00 | 1,94E-05 | 3,45E-04 | 1,00-1,51 m (Fluviatilsand) |
| BS 19 | 1 | 20 | 0,3 | 5,00 | 1,75 | 5,83E-06 | 1,66E-04 | GW: 1,32 m u. GOK; |
| | 2 | 20 | 0,3 | 5,00 | 1,80 | 6,00E-06 | 1,82E-04 | 1,00-1,32 m (Fluviatilsand) |

Erläuterung
 r - Brunnenradius, mm
 h - Wasserstandshöhe über der Grundwasseroberfläche, m
 Q - Wasserzugabe in m³/s (Wasserspiegelkonstanthaltung)
 k_f - Durchlässigkeitsbeiwert, m/s

Durchlässigkeitsbewertung nach DIN 18 130

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

A N L A G E 6.2

Dimensionierung einer Mulden-Versickerungsanlage
(DWA-A 138)



Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e.V.

A138-XP

Version 2006

Dimensionierung von Versickerungsanlagen

Anlage 6.2
Muldenversickerung (AE = 140 m²)

Lizenznr.: 400-0706-0142

Projekt

Bezeichnung: B-Plan 'Schnittker', 33129 Delbrück-Schöning Datum: 25.05.2020
 Bearbeiter: Dipl.-Geol. Paul Girhards
 Bemerkung: Muldenversickerung über 'belebte Bodenzone'

Angeschlossene Flächen

| Nr. | angeschlossene Teilfläche A_E [m ²] | mittlerer Abfluss- beiwert Psi,m [-] | undurchlässige Fläche A_u [m ²] | Beschreibung der Fläche |
|---------------|---|--|---|-------------------------------|
| 1 | 140,00 | 0,90 | 126,00 | Dachflächen Wohnhaus + Garage |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |
| 6 | | | | |
| 7 | | | | |
| 8 | | | | |
| 9 | | | | |
| 10 | | | | |
| 11 | | | | |
| 12 | | | | |
| 13 | | | | |
| 14 | | | | |
| 15 | | | | |
| 16 | | | | |
| 17 | | | | |
| 18 | | | | |
| 19 | | | | |
| 20 | | | | |
| Gesamt | 140,00 | 0,90 | 126,00 | |

Risikomaß

Verwendeter Zuschlagsfaktor f_z 1,2



Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e.V.

A138-XP

Version 2006

Dimensionierung von Versickerungsanlagen

Anlage 6.2
Muldenversickerung (AE = 140 m²)

Lizenznr.: 400-0706-0142

Projekt

| | | |
|--------------|--|-------------------|
| Bezeichnung: | B-Plan 'Schnittker', 33129 Delbrück-Schöning | Datum: 25.05.2020 |
| Bearbeiter: | Dipl.-Geol. Paul Girhards | |
| Bemerkung: | Muldenversickerung über 'belebte Bodenzone' | |

Eingangsdaten

| | | |
|---------------------------------------|----------------|---------------------|
| angeschlossene undurchlässige Fläche | A _u | 126 m ² |
| mittlere Versickerungsfläche | A _S | 12,5 m ² |
| wassergesättigte Bodendurchlässigkeit | k _f | 0,00008 m/s |
| Niederschlagsbelastung | Station | Delbrück_2345 |
| | n | 0.2 1/a |
| Zuschlagsfaktor | f _z | 1,2 |

Bemessung der Versickerungsmulde

| D [min] | r _{D(n)} [l/(s·ha)] | V [m ³] | Erforderliche Größe der Anlage | |
|------------|---------------------------------|------------------------|--|---|
| 5 | 300,0 | 1,3 | <u>erforderliches Speichervolumen</u> V = 2,5 m³ $V = \left[(A_u + A_S) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_S \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_z$ | |
| 10 | 221,7 | 1,9 | | |
| 15 | 181,1 | 2,2 | | |
| 20 | 154,2 | 2,4 | | |
| 30 | 121,1 | 2,5 | | |
| 45 | 92,6 | 2,5 | | |
| 60 | 75,8 | 2,4 | | |
| 90 | 55,0 | 1,7 | | |
| 120 | 43,6 | 0,9 | | |
| 180 | 31,6 | 0,0 | | |
| 240 | 25,1 | 0,0 | <u>mittlere Einstauhöhe</u> z = 0,20 m $z = V / A_S$ | |
| 360 | 18,1 | 0,0 | | |
| 540 | 13,1 | 0,0 | | |
| 720 | 10,4 | 0,0 | | |
| 1080 | 7,6 | 0,0 | | |
| 1440 | 6,0 | 0,0 | | |
| 2880 | 3,7 | 0,0 | | |
| 4320 | 2,8 | 0,0 | | |
| | | | | <u>rechnerische Entleerungszeit</u> t_E = 1,41 h $t_E = 2 \cdot z / k_f$ |
| | | | | <u>Nachweis der Entleerungszeit für n=1/a</u> vorh. t_E = 0,62 h < erf. t_E = 24 h |

ANLAGE 7.1

Chemische Analysen
(Oberboden)

Prüfbericht-Nr: B202182

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

Eingangsdatum 04.02.2020
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202003268
Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfart Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 04.02.2020 - 12.02.2020

| Ansprechpartner | FAX | Telefon |
|--------------------------------|--------------|--------------|
| Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe | 02941 / 3582 | 02941 / 5404 |

Probenbezeichnung MP Oberboden 1
Herkunftsort Delbrück-Schöning, Erschließung Baugebiet
Entnahmeort Delbrück-Schöning, Erschließung Baugebiet

Bemerkung

Untersuchungsergebnisse

| Parameter | Meßwert | Einheit | Norm | | Ort | 2. Norm |
|--|---------|---------|------------------------|----|-----|--------------|
| Trockenrückstand (105°C) | 85,5 | % | DIN EN 14346 | 1* | Wen | |
| Feuchte (105°C) | 14,5 | % | DIN EN 14346 | 1* | Wen | |
| Ergebnis bez. auf Feinfraktion (kleiner 2,00 mm) | ja | | BBodSchV Anh.1 / 3.1.1 | 4* | Wen | |
| Naphthalin (TS) | 0,011 | mg/kg | DIN ISO 18287 | 1* | Wen | DIN EN 15527 |
| Benzo(a)pyren (TS) | 0,031 | mg/kg | DIN ISO 18287 | 1* | Wen | DIN EN 15527 |
| Summe PAK n. EPA (TS) | <1 | mg/kg | DIN ISO 18287 | 1* | Wen | DIN EN 15527 |
| Summe PCB nach DIN (TS) | <0,01 | mg/kg | DIN 38414-20 | 1* | Wen | DIN EN 15308 |
| TOC (TS) | 1,80 | % | DIN EN 13137 | 1* | Wen | DIN 19539 |
| Königswasseraufschluss (TS) | ja | | DIN EN 13346 | 1* | Wen | DIN EN 13657 |
| Blei (TS) | 20,0 | mg/kg | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Cadmium (TS) | 0,12 | mg/kg | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Chrom (TS) | <10 | mg/kg | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Kupfer (TS) | <10 | mg/kg | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Nickel (TS) | <10 | mg/kg | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Quecksilber (TS) AAS | <0,1 | mg/kg | DIN EN ISO 12846 | 2* | Wen | DIN EN 1483 |
| Zink (TS) | 49,5 | mg/kg | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |

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

Ort der Messung: Wen = Wenden, Wtz = Wetzlar

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich nur auf die untersuchten Proben. Fehlerhaft zur Verfügung gestellte Proben können die Prüfergebnisse beeinträchtigen. Die angegebenen Ergebnisse beinhalten Messunsicherheiten, die bei Bedarf angefordert werden können. Der Prüfbericht darf nur mit Zustimmung der Horn & Co. Analytics GmbH auszugsweise vervielfältigt werden.

Übersicht der verwendeten Normen / SOP's

| | | |
|------------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| BBodSchV Anh.1 / 3.1.1: 1999-07-12 | DIN 19539: 2016-12 | DIN 38414-20: 1996-01 |
| DIN EN 13137: 2001-12 | DIN EN 13346: 2001-04 | DIN EN 13657: 2003-01 |
| DIN EN 14346: 2007-03 | DIN EN 1483: 2007-07 | DIN EN 15308: 2008-05 |
| DIN EN 15527: 2008-09 | DIN EN ISO 11885: 2009-09 | DIN EN ISO 12846: 2012-08 |
| DIN ISO 18287: 2006-05 | | |

Prüfbericht-Nr: B202182

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

Eingangsdatum 04.02.2020
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202003268
Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfort Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 04.02.2020 - 12.02.2020

| Ansprechpartner | FAX | Telefon |
|--------------------------------|--------------|--------------|
| Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe | 02941 / 3582 | 02941 / 5404 |

Probenbezeichnung MP Oberboden 1

Herkunftsort Delbrück-Schöning, Erschließung Baugebiet

Entnahmeort Delbrück-Schöning, Erschließung Baugebiet

BBodSchV - Sand BBodSchV - Vorsorgewert Sand eingehalten

BBodSchV - Ton BBodSchV - Vorsorgewert Ton eingehalten

BBodSchV - Lehm BBodSchV - Vorsorgewert Lehm eingehalten

Vorsorge Org. BBodSchV - Vorsorgewert Böden mit weniger als 8 Prozent Humus eingehalten

Endeinstufung BBodSchV - Vorsorgewert Sand, Ton, Lehm und
BBodSchV - Vorsorgewert Böden mit weniger als 8 Prozent Humus eingehalten

Die Angaben hinsichtlich der Endeinstufung erfolgen ohne Gewähr für die inhaltliche Richtigkeit und Vollständigkeit. Die Einstufung ist durch den Auftraggeber zu verifizieren.

Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung

| Parameter | Meßwert | Einheit | BBodSchV - Sand | BBodSchV - Ton | BBodSchV - Lehm | Vorsorge Org. |
|----------------------------------|---------|---------|-----------------|----------------|-----------------|---------------|
| Trockenrückstand (105°C) | 85,5 | % | | | | |
| Feuchte (105°C) | 14,5 | % | | | | |
| Ergebnis bez. auf Feinfraktion (| ja | | | | | |
| Naphthalin (TS) | 0,011 | mg/kg | | | | |
| Benzo(a)pyren (TS) | 0,031 | mg/kg | | | | 0,3 |
| Summe PAK n. EPA (TS) | <1 | mg/kg | | | | 3 |
| Summe PCB nach DIN (TS) | <0,01 | mg/kg | | | | 0,05 |
| TOC (TS) | 1,80 | % | | | | 8 |
| Königswasseraufschluss (TS) | ja | | | | | |
| Blei (TS) | 20,0 | mg/kg | 40 | 100 | 70 | |
| Cadmium (TS) | 0,12 | mg/kg | 0,4 | 1,5 | 1 | |
| Chrom (TS) | <10 | mg/kg | 30 | 100 | 60 | |
| Kupfer (TS) | <10 | mg/kg | 20 | 60 | 40 | |
| Nickel (TS) | <10 | mg/kg | 15 | 70 | 50 | |
| Quecksilber (TS) AAS | <0,1 | mg/kg | 0,1 | 1 | 0,5 | |
| Zink (TS) | 49,5 | mg/kg | 60 | 200 | 150 | |

Horn & Co. Analytics GmbH, Hünsborn 12.02.2020



i.A. Dorothea Egbun
Projektmanagement

Prüfbericht-Nr: B202198

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

Eingangsdatum 04.02.2020
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202003269
Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfort Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 04.02.2020 - 12.02.2020

| Ansprechpartner | FAX | Telefon |
|--------------------------------|--------------|--------------|
| Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe | 02941 / 3582 | 02941 / 5404 |

Probenbezeichnung MP Oberboden 2
Herkunftsort Delbrück-Schöning, Erschließung Baugebiet
Entnahmeort Delbrück-Schöning, Erschließung Baugebiet

Bemerkung

Untersuchungsergebnisse

| Parameter | Meßwert | Einheit | Norm | | Ort | 2. Norm |
|--|---------|---------|------------------------|----|-----|--------------|
| Trockenrückstand (105°C) | 87,5 | % | DIN EN 14346 | 1* | Wen | |
| Feuchte (105°C) | 12,5 | % | DIN EN 14346 | 1* | Wen | |
| Ergebnis bez. auf Feinfraktion (kleiner 2,00 mm) | ja | | BBodSchV Anh.1 / 3.1.1 | 4* | Wen | |
| Naphthalin (TS) | <0,01 | mg/kg | DIN ISO 18287 | 1* | Wen | DIN EN 15527 |
| Benzo(a)pyren (TS) | 0,033 | mg/kg | DIN ISO 18287 | 1* | Wen | DIN EN 15527 |
| Summe PAK n. EPA (TS) | <1 | mg/kg | DIN ISO 18287 | 1* | Wen | DIN EN 15527 |
| Summe PCB nach DIN (TS) | <0,01 | mg/kg | DIN 38414-20 | 1* | Wen | DIN EN 15308 |
| TOC (TS) | 1,33 | % | DIN EN 13137 | 1* | Wen | DIN 19539 |
| Königswasseraufschluss (TS) | ja | | DIN EN 13346 | 1* | Wen | DIN EN 13657 |
| Blei (TS) | 16,2 | mg/kg | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Cadmium (TS) | 0,19 | mg/kg | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Chrom (TS) | 18,9 | mg/kg | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Kupfer (TS) | <10 | mg/kg | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Nickel (TS) | <10 | mg/kg | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Quecksilber (TS) AAS | <0,1 | mg/kg | DIN EN ISO 12846 | 2* | Wen | DIN EN 1483 |
| Zink (TS) | 52,6 | mg/kg | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |

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

Ort der Messung: Wen = Wenden, Wtz = Wetzlar

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich nur auf die untersuchten Proben. Fehlerhaft zur Verfügung gestellte Proben können die Prüfergebnisse beeinträchtigen. Die angegebenen Ergebnisse beinhalten Messunsicherheiten, die bei Bedarf angefordert werden können. Der Prüfbericht darf nur mit Zustimmung der Horn & Co. Analytics GmbH auszugsweise vervielfältigt werden.

Übersicht der verwendeten Normen / SOP's

| | | |
|------------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| BBodSchV Anh.1 / 3.1.1: 1999-07-12 | DIN 19539: 2016-12 | DIN 38414-20: 1996-01 |
| DIN EN 13137: 2001-12 | DIN EN 13346: 2001-04 | DIN EN 13657: 2003-01 |
| DIN EN 14346: 2007-03 | DIN EN 1483: 2007-07 | DIN EN 15308: 2008-05 |
| DIN EN 15527: 2008-09 | DIN EN ISO 11885: 2009-09 | DIN EN ISO 12846: 2012-08 |
| DIN ISO 18287: 2006-05 | | |

Prüfbericht-Nr: B202198

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

Eingangsdatum 04.02.2020
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202003269
Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfort Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 04.02.2020 - 12.02.2020

| Ansprechpartner | FAX | Telefon |
|--------------------------------|--------------|--------------|
| Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe | 02941 / 3582 | 02941 / 5404 |

Probenbezeichnung MP Oberboden 2

Herkunftsort Delbrück-Schöning, Erschließung Baugebiet

Entnahmeort Delbrück-Schöning, Erschließung Baugebiet

BBodSchV - Sand BBodSchV - Vorsorgewert Sand eingehalten

BBodSchV - Ton BBodSchV - Vorsorgewert Ton eingehalten

BBodSchV - Lehm BBodSchV - Vorsorgewert Lehm eingehalten

Vorsorge Org. BBodSchV - Vorsorgewert Böden mit weniger als 8 Prozent Humus eingehalten

Endeinstufung BBodSchV - Vorsorgewert Sand, Ton, Lehm und
 BBodSchV - Vorsorgewert Böden mit weniger als 8 Prozent Humus eingehalten

Die Angaben hinsichtlich der Endeinstufung erfolgen ohne Gewähr für die inhaltliche Richtigkeit und Vollständigkeit. Die Einstufung ist durch den Auftraggeber zu verifizieren.

Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung

| Parameter | Meßwert | Einheit | BBodSchV - Sand | BBodSchV - Ton | BBodSchV - Lehm | Vorsorge Org. |
|------------------------------------|---------|---------|-----------------|----------------|-----------------|---------------|
| Trockenrückstand (105°C) | 87,5 | % | | | | |
| Feuchte (105°C) | 12,5 | % | | | | |
| Ergebnis bez. auf Feinfraktion (k) | ja | | | | | |
| Naphthalin (TS) | <0,01 | mg/kg | | | | |
| Benzo(a)pyren (TS) | 0,033 | mg/kg | | | | 0,3 |
| Summe PAK n. EPA (TS) | <1 | mg/kg | | | | 3 |
| Summe PCB nach DIN (TS) | <0,01 | mg/kg | | | | 0,05 |
| TOC (TS) | 1,33 | % | | | | 8 |
| Königswasseraufschluss (TS) | ja | | | | | |
| Blei (TS) | 16,2 | mg/kg | 40 | 100 | 70 | |
| Cadmium (TS) | 0,19 | mg/kg | 0,4 | 1,5 | 1 | |
| Chrom (TS) | 18,9 | mg/kg | 30 | 100 | 60 | |
| Kupfer (TS) | <10 | mg/kg | 20 | 60 | 40 | |
| Nickel (TS) | <10 | mg/kg | 15 | 70 | 50 | |
| Quecksilber (TS) AAS | <0,1 | mg/kg | 0,1 | 1 | 0,5 | |
| Zink (TS) | 52,6 | mg/kg | 60 | 200 | 150 | |

Horn & Co. Analytics GmbH, Hünsborn 12.02.2020



i.A. Dorothea Egbun
 Projektmanagement

ANLAGE 7.2

Chemische Analysen
(Boden, LAGA und DepV)

Prüfbericht-Nr: B201924

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

Eingangsdatum 04.02.2020
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202003264
Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfart Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 04.02.2020 - 07.02.2020

| Ansprechpartner | FAX | Telefon |
|--------------------------------|--------------|--------------|
| Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe | 02941 / 3582 | 02941 / 5404 |

Probenbezeichnung MP Kanal
Herkunftsort Delbrück-Schöning, Erschließung Baugebiet
Entnahmeort Delbrück-Schöning, Erschließung Baugebiet

Bemerkung

Untersuchungsergebnisse

| Parameter | Meßwert | Einheit | Norm | | Ort | 2. Norm |
|---------------------------------------|--------------|---------|-------------------------|----|-----|------------------|
| Probennahme Boden / Abfall | AG | | i.A. LAGA PN 98 | 1* | Wen | DIN 19698-1 |
| Probennahmeprotokoll | n. vorhanden | | | | Wen | |
| Probenhomogenisierung / -menge | auf 1 kg | | DepV Anhang 4 Nr. 3.1.1 | 4* | Wen | |
| Probenvorbereitung | s. Anlage | | DIN 19747 | 1* | Wen | DIN ISO 11464 |
| Feuchte (105°C) | 12,6 | % | DIN EN 14346 | 1* | Wen | |
| Trockenrückstand (105°C) | 87,4 | % | DIN EN 14346 | 1* | Wen | |
| Glühverlust (550°C) | 0,65 | % | DIN EN 15169 | 1* | Wen | DIN EN 15935 |
| Glührückstand (550°C) | 99,4 | % | DIN EN 15169 | 1* | Wen | DIN EN 15935 |
| TOC (TS) | 0,15 | % | DIN EN 13137 | 1* | Wen | DIN 19539 |
| Extrahierbare lipophile Stoffe (Orig) | <0,01 | % | LAGA KW/04 | 1* | Wen | |
| EOX (TS) | <1 | mg/kg | DIN 38414-17 | 1* | Wen | |
| Kohlenwasserstoff-Index C10 - 22 (TS) | <100 | mg/kg | DIN EN 14039 | 1* | Wen | LAGA KW/04 |
| Kohlenwasserstoff-Index (TS) | <100 | mg/kg | DIN EN 14039 | 1* | Wen | LAGA KW/04 |
| Summe BTEX (TS) | <1 | mg/kg | DIN EN ISO 22155 | 1* | Wen | DIN 38407-9 |
| Summe BTEX / Styrol / Cumol (TS) | <1 | mg/kg | DIN EN ISO 22155 | 1* | Wen | DIN 38407-9 |
| Summe LHKW (TS) | <1 | mg/kg | DIN EN ISO 22155 | 1* | Wen | DIN EN ISO 10301 |
| Naphthalin (TS) | <0,01 | mg/kg | DIN ISO 18287 | 1* | Wen | DIN EN 15527 |
| Benzo(a)pyren (TS) | <0,01 | mg/kg | DIN ISO 18287 | 1* | Wen | DIN EN 15527 |
| Summe PAK n. EPA (TS) | <1 | mg/kg | DIN ISO 18287 | 1* | Wen | DIN EN 15527 |
| Summe PCB nach DIN (TS) | <0,01 | mg/kg | DIN 38414-20 | 1* | Wen | DIN EN 15308 |
| Summe 7 PCB (TS) | <0,01 | mg/kg | DIN 38414-20 | 1* | Wen | DIN EN 15308 |
| Cyanid, gesamt (TS) | <1 | mg/kg | DIN EN ISO 17380 | 1* | Wen | |
| Königswasseraufschluss (TS) | ja | | DIN EN 13346 | 1* | Wen | DIN EN 13657 |
| Arsen (TS) | 1,11 | mg/kg | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Blei (TS) | <10 | mg/kg | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Cadmium (TS) | <0,1 | mg/kg | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Chrom (TS) | <10 | mg/kg | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Kupfer (TS) | <10 | mg/kg | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Nickel (TS) | <10 | mg/kg | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |

Prüfbericht-Nr: B201924

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

Eingangsdatum 04.02.2020
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202003264
Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfart Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 04.02.2020 - 07.02.2020

Ansprechpartner Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe
FAX 02941 / 3582
Telefon 02941 / 5404

Probenbezeichnung MP Kanal
Herkunftsort Delbrück-Schöning, Erschließung Baugebiet
Entnahmeort Delbrück-Schöning, Erschließung Baugebiet

| Parameter | Meßwert | Einheit | Norm | | Ort | 2. Norm |
|--|---------|---------|--------------------|----|-----|----------------|
| Quecksilber (TS) AAS | <0,1 | mg/kg | DIN EN ISO 12846 | 2* | Wen | DIN EN 1483 |
| Thallium (TS) | <0,1 | mg/kg | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Zink (TS) | <10 | mg/kg | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Elution mit dest. Wasser | ja | | DIN 38414-4 | 1* | Wen | DIN EN 12457-4 |
| pH-Wert (Eluat) | 7,30 | | DIN EN ISO 10523 | 1* | Wen | DIN 38404-5 |
| Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat) | 33 | µS/cm | DIN EN 27888 | 1* | Wen | |
| Wasserlöslicher Anteil | <0,05 | % | DIN 38409-1 | 1* | Wen | |
| Gesamtgehalt gelöst. Feststoffe | 16,5 | mg/L | DIN EN 15216 | 1* | Wen | |
| Phenolindex (Eluat) | <0,01 | mg/L | DIN EN ISO 14402 | 1* | Wen | |
| DOC (Eluat) | 5,29 | mg/L | DIN EN 1484 | 1* | Wen | |
| Chlorid-IC (Eluat) | 0,39 | mg/L | DIN EN ISO 10304-1 | 1* | Wen | |
| Cyanid, gesamt (Eluat) | <0,005 | mg/L | DIN EN ISO 14403 | 1* | Wen | |
| Cyanid, I. freisetzbar (Eluat) | <0,005 | mg/L | DIN EN ISO 14403 | 1* | Wen | |
| Fluorid-IC (Eluat) | <0,1 | mg/L | DIN EN ISO 10304-1 | 1* | Wen | |
| Sulfat-IC (Eluat) | 0,97 | mg/L | DIN EN ISO 10304-1 | 1* | Wen | |
| Antimon (Eluat) | <0,005 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Arsen (Eluat) | <0,01 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Barium (Eluat) | <0,01 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Blei (Eluat) | <0,01 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Cadmium (Eluat) | <0,001 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Chrom, gesamt (Eluat) | <0,005 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Molybdän (Eluat) | <0,01 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Kupfer (Eluat) | <0,01 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Nickel (Eluat) | <0,01 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Quecksilber (Eluat) AAS | <0,0001 | mg/L | DIN EN ISO 12846 | 1* | Wen | DIN EN 1483 |
| Selen (Eluat) | <0,01 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Zink (Eluat) | 0,012 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |

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

Ort der Messung: Wen = Wenden, Wtz = Wetzlar

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich nur auf die untersuchten Proben. Fehlerhaft zur Verfügung gestellte Proben können die Prüfergebnisse beeinträchtigen. Die angegebenen Ergebnisse beinhalten Messunsicherheiten, die bei Bedarf angefordert werden können. Der Prüfbericht darf nur mit Zustimmung der Horn & Co. Analytics GmbH auszugsweise vervielfältigt werden.

Übersicht der verwendeten Normen / SOP's

Prüfbericht-Nr: B201924

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

Eingangsdatum 04.02.2020
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202003264
Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfart Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 04.02.2020 - 07.02.2020

| Ansprechpartner | FAX | Telefon |
|--------------------------------|--------------|--------------|
| Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe | 02941 / 3582 | 02941 / 5404 |

Probenbezeichnung MP Kanal

Herkunftsort Delbrück-Schöning, Erschließung Baugebiet

Entnahmeort Delbrück-Schöning, Erschließung Baugebiet

| | | |
|-----------------------------|----------------------------------|---------------------------|
| DIN 19539: 2016-12 | DIN 19698-1: 2014-05 | DIN 19747: 2009-07 |
| DIN 38404-5: 2009-07 | DIN 38407-9: 1991-05 | DIN 38409-1: 1987-01 |
| DIN 38414-17: 2014-04 | DIN 38414-20: 1996-01 | DIN 38414-4: 1984-10 |
| DIN EN 12457-4: 2003-01 | DIN EN 13137: 2001-12 | DIN EN 13346: 2001-04 |
| DIN EN 13657: 2003-01 | DIN EN 14039: 2005-01 | DIN EN 14346: 2007-03 |
| DIN EN 1483: 2007-07 | DIN EN 1484: 1997-08 | DIN EN 15169: 2007-05 |
| DIN EN 15216: 2008-01 | DIN EN 15308: 2008-05 | DIN EN 15527: 2008-09 |
| DIN EN 15935: 2012-11 | DIN EN 27888: 1993-11 | DIN EN ISO 10301: 1997-08 |
| DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 | DIN EN ISO 10523: 2012-04 | DIN EN ISO 11885: 2009-09 |
| DIN EN ISO 12846: 2012-08 | DIN EN ISO 14402: 1999-12 | DIN EN ISO 14403: 2002-07 |
| DIN EN ISO 17380: 2013-10 | DIN EN ISO 22155: 2013-05 | DIN ISO 11464: 2006-12 |
| DIN ISO 18287: 2006-05 | DepV Anhang 4 Nr. 3.1.1: 2009-04 | LAGA KW/04: 2009-12 |
| LAGA PN 98: 2001-12 | | |

Grenzwerteinstufung

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

Endeinstufung LAGA Z0 - Boden (Bodenart Lehm/Schluff) + Deponieklasse 0
 Die Angaben hinsichtlich der Endeinstufung erfolgen ohne Gewähr für die inhaltliche Richtigkeit und Vollständigkeit. Die Einstufung ist durch den Auftraggeber zu verifizieren.

Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung

| Parameter | Meßwert | Einheit | Z0 Boden - L/S | Z1.1 Boden | DK 0 | DK 1 |
|--------------------------------|--------------|---------|----------------|------------|------|------|
| Probennahme Boden / Abfall | AG | | | | | |
| Probennahmeprotokoll | n. vorhanden | | | | | |
| Probenhomogenisierung / -menge | auf 1 kg | | | | | |
| Probenvorbereitung | s. Anlage | | | | | |
| Feuchte (105°C) | 12,6 | % | | | | |
| Trockenrückstand (105°C) | 87,4 | % | | | | |

Prüfbericht-Nr: B201924

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

Eingangsdatum 04.02.2020
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202003264
Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfart Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 04.02.2020 - 07.02.2020

| Ansprechpartner | FAX | Telefon |
|--------------------------------|--------------|--------------|
| Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe | 02941 / 3582 | 02941 / 5404 |

Probenbezeichnung MP Kanal

Herkunftsort Delbrück-Schöning, Erschließung Baugebiet

Entnahmeort Delbrück-Schöning, Erschließung Baugebiet

| Parameter | Meßwert | Einheit | Z0 Boden - L/S | Z1.1 Boden | DK 0 | DK 1 |
|--|---------|---------|----------------|------------|----------|----------|
| Glühverlust (550°C) | 0,65 | % | | | 3 | 3 |
| Glührückstand (550°C) | 99,4 | % | | | | |
| TOC (TS) | 0,15 | % | 0,5 | 1,5 | 1 | 1 |
| Extrahierbare lipophile Stoffe (Orig) | <0,01 | % | | | 0,1 | 0,4 |
| EOX (TS) | <1 | mg/kg | 1 | 3 | | |
| Kohlenwasserstoff-Index C10 - 22 (TS) | <100 | mg/kg | 100 | 300 | | |
| Kohlenwasserstoff-Index (TS) | <100 | mg/kg | 100 | 600 | 500 | |
| Summe BTEX (TS) | <1 | mg/kg | 1 | 1 | | |
| Summe BTEX / Styrol / Cumol (TS) | <1 | mg/kg | | | 6 | |
| Summe LHKW (TS) | <1 | mg/kg | 1 | 1 | | |
| Naphthalin (TS) | <0,01 | mg/kg | | | | |
| Benzo(a)pyren (TS) | <0,01 | mg/kg | 0,3 | 0,9 | | |
| Summe PAK n. EPA (TS) | <1 | mg/kg | 3 | 9 | 30 | |
| Summe PCB nach DIN (TS) | <0,01 | mg/kg | 0,05 | 0,15 | | |
| Summe 7 PCB (TS) | <0,01 | mg/kg | | | 1 | |
| Cyanid, gesamt (TS) | <1 | mg/kg | | 3 | | |
| Königswasseraufschluss (TS) | ja | | | | | |
| Arsen (TS) | 1,11 | mg/kg | 15 | 45 | | |
| Blei (TS) | <10 | mg/kg | 70 | 210 | | |
| Cadmium (TS) | <0,1 | mg/kg | 1 | 3 | | |
| Chrom (TS) | <10 | mg/kg | 60 | 180 | | |
| Kupfer (TS) | <10 | mg/kg | 40 | 120 | | |
| Nickel (TS) | <10 | mg/kg | 50 | 150 | | |
| Quecksilber (TS) AAS | <0,1 | mg/kg | 0,5 | 1,5 | | |
| Thallium (TS) | <0,1 | mg/kg | 0,7 | 2,1 | | |
| Zink (TS) | <10 | mg/kg | 150 | 450 | | |
| Elution mit dest. Wasser | ja | | | | | |
| pH-Wert (Eluat) | 7,30 | | 6,5 - 9,5 | 6,5 - 9,5 | 5,5 - 13 | 5,5 - 13 |
| Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat) | 33 | µS/cm | 250 | 250 | | |
| Wasserlöslicher Anteil | <0,05 | % | | | 0,4 | 3 |
| Gesamtgehalt gelöst. Feststoffe | 16,5 | mg/L | | | 400 | 3000 |
| Phenolindex (Eluat) | <0,01 | mg/L | 0,02 | 0,02 | 0,1 | 0,2 |

Prüfbericht-Nr: B201924

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

Eingangsdatum 04.02.2020
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202003264
Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfort Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 04.02.2020 - 07.02.2020

| Ansprechpartner | FAX | Telefon |
|--------------------------------|--------------|----------------|
| Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe | 02941 / 3582 | 02941 / 5404 |

Probenbezeichnung MP Kanal
Herkunftsort Delbrück-Schöning, Erschließung Baugebiet
Entnahmeort Delbrück-Schöning, Erschließung Baugebiet

| Parameter | Meßwert | Einheit | Z0 Boden - L/S | Z1.1 Boden | DK 0 | DK 1 |
|--------------------------------|---------|---------|----------------|------------|-------|-------|
| DOC (Eluat) | 5,29 | mg/L | | | 50 | 50 |
| Chlorid-IC (Eluat) | 0,39 | mg/L | 30 | 30 | 80 | 1500 |
| Cyanid, gesamt (Eluat) | <0,005 | mg/L | 0,005 | 0,005 | | |
| Cyanid, I. freisetzbar (Eluat) | <0,005 | mg/L | | | 0,01 | 0,1 |
| Fluorid-IC (Eluat) | <0,1 | mg/L | | | 1 | 5 |
| Sulfat-IC (Eluat) | 0,97 | mg/L | 20 | 20 | 100 | 2000 |
| Antimon (Eluat) | <0,005 | mg/L | | | 0,006 | 0,03 |
| Arsen (Eluat) | <0,01 | mg/L | 0,014 | 0,014 | 0,05 | 0,2 |
| Barium (Eluat) | <0,01 | mg/L | | | 2 | 5 |
| Blei (Eluat) | <0,01 | mg/L | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,2 |
| Cadmium (Eluat) | <0,001 | mg/L | 0,0015 | 0,0015 | 0,004 | 0,05 |
| Chrom, gesamt (Eluat) | <0,005 | mg/L | 0,0125 | 0,0125 | 0,05 | 0,3 |
| Molybdän (Eluat) | <0,01 | mg/L | | | 0,05 | 0,3 |
| Kupfer (Eluat) | <0,01 | mg/L | 0,02 | 0,02 | 0,2 | 1 |
| Nickel (Eluat) | <0,01 | mg/L | 0,015 | 0,015 | 0,04 | 0,2 |
| Quecksilber (Eluat) AAS | <0,0001 | mg/L | 0,0005 | 0,0005 | 0,001 | 0,005 |
| Selen (Eluat) | <0,01 | mg/L | | | 0,01 | 0,03 |
| Zink (Eluat) | 0,012 | mg/L | 0,15 | 0,15 | 0,4 | 2 |

Horn & Co. Analytics GmbH, Hünsborn 07.02.2020



i.A. Dorothea Egbun
 Projektmanagement

Formblatt VA-HuK-025-F1

Probenvorbereitungsprotokoll

A. Allgemeine Angaben

Datum 04.02.2020 **Proben-Nr.** P202003264
Auftraggeber Kleegräfe Geotechnik GmbH
Ansprechpartner Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe
Probenkennzeichnung MP Kanal

B. Probenahmeinformationen

Probenahme durch Horn & Co. Analytics GmbH Auftraggeber
PN-Protokoll Nein Ja vorhanden n. vorhanden
Vorbereitung vor Ort Nein Ja bekannt n. bekannt
Probenart Boden
Probenmenge Masse[kg]: 1,7 Volumen[L]:

C. Untersuchungsinformationen

Untersuchung gem. Untersuchungsparameter LAGA Boden LAGA Bauschutt DepV PAK nach RuVA-Stb 01 sonst.:
 physikalisch anorganisch Feststoff anorg. Eluat leichtflüchtig
 biologisch organisch Feststoff organ. Eluat
Bemerkungen

D. Probenvorbereitung (von der Labor- zur Prüfprobe)

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

E. Probenaufbereitung (von der Prüf- zur Messprobe)

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

F. Sonstiges

Bemerkungen
Ort / Datum Wenden / 04.02.2020 **Unterschrift** 
i.A. Dr. Axel Blatt

Prüfbericht-Nr: B201925

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

Eingangsdatum 04.02.2020
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202003265
Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfart Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 04.02.2020 - 07.02.2020

| Ansprechpartner | FAX | Telefon |
|--------------------------------|--------------|--------------|
| Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe | 02941 / 3582 | 02941 / 5404 |

Probenbezeichnung MP Gebäude
Herkunftsort Delbrück-Schöning, Erschließung Baugebiet
Entnahmeort Delbrück-Schöning, Erschließung Baugebiet

Bemerkung

Untersuchungsergebnisse

| Parameter | Meßwert | Einheit | Norm | | Ort | 2. Norm |
|---------------------------------------|--------------|---------|-------------------------|----|-----|------------------|
| Probennahme Boden / Abfall | AG | | i.A. LAGA PN 98 | 1* | Wen | DIN 19698-1 |
| Probennahmeprotokoll | n. vorhanden | | | | Wen | |
| Probenhomogenisierung / -menge | auf 1 kg | | DepV Anhang 4 Nr. 3.1.1 | 4* | Wen | |
| Probenvorbereitung | s. Anlage | | DIN 19747 | 1* | Wen | DIN ISO 11464 |
| Feuchte (105°C) | 9,42 | % | DIN EN 14346 | 1* | Wen | |
| Trockenrückstand (105°C) | 90,6 | % | DIN EN 14346 | 1* | Wen | |
| Glühverlust (550°C) | 0,82 | % | DIN EN 15169 | 1* | Wen | DIN EN 15935 |
| Glührückstand (550°C) | 99,2 | % | DIN EN 15169 | 1* | Wen | DIN EN 15935 |
| TOC (TS) | 0,22 | % | DIN EN 13137 | 1* | Wen | DIN 19539 |
| Extrahierbare lipophile Stoffe (Orig) | <0,01 | % | LAGA KW/04 | 1* | Wen | |
| EOX (TS) | <1 | mg/kg | DIN 38414-17 | 1* | Wen | |
| Kohlenwasserstoff-Index C10 - 22 (TS) | <100 | mg/kg | DIN EN 14039 | 1* | Wen | LAGA KW/04 |
| Kohlenwasserstoff-Index (TS) | <100 | mg/kg | DIN EN 14039 | 1* | Wen | LAGA KW/04 |
| Summe BTEX (TS) | <1 | mg/kg | DIN EN ISO 22155 | 1* | Wen | DIN 38407-9 |
| Summe BTEX / Styrol / Cumol (TS) | <1 | mg/kg | DIN EN ISO 22155 | 1* | Wen | DIN 38407-9 |
| Summe LHKW (TS) | <1 | mg/kg | DIN EN ISO 22155 | 1* | Wen | DIN EN ISO 10301 |
| Naphthalin (TS) | <0,01 | mg/kg | DIN ISO 18287 | 1* | Wen | DIN EN 15527 |
| Benzo(a)pyren (TS) | <0,01 | mg/kg | DIN ISO 18287 | 1* | Wen | DIN EN 15527 |
| Summe PAK n. EPA (TS) | <1 | mg/kg | DIN ISO 18287 | 1* | Wen | DIN EN 15527 |
| Summe PCB nach DIN (TS) | <0,01 | mg/kg | DIN 38414-20 | 1* | Wen | DIN EN 15308 |
| Summe 7 PCB (TS) | <0,01 | mg/kg | DIN 38414-20 | 1* | Wen | DIN EN 15308 |
| Cyanid, gesamt (TS) | <1 | mg/kg | DIN EN ISO 17380 | 1* | Wen | |
| Königswasseraufschluss (TS) | ja | | DIN EN 13346 | 1* | Wen | DIN EN 13657 |
| Arsen (TS) | <1 | mg/kg | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Blei (TS) | <10 | mg/kg | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Cadmium (TS) | <0,1 | mg/kg | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Chrom (TS) | <10 | mg/kg | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Kupfer (TS) | <10 | mg/kg | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Nickel (TS) | <10 | mg/kg | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |

Prüfbericht-Nr: B201925

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

Eingangsdatum 04.02.2020
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202003265
Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfart Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 04.02.2020 - 07.02.2020

| Ansprechpartner | FAX | Telefon |
|--------------------------------|--------------|--------------|
| Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe | 02941 / 3582 | 02941 / 5404 |

Probenbezeichnung MP Gebäude
Herkunftsort Delbrück-Schöning, Erschließung Baugebiet
Entnahmeort Delbrück-Schöning, Erschließung Baugebiet

| Parameter | Meßwert | Einheit | Norm | | Ort | 2. Norm |
|--|---------|---------|--------------------|----|-----|----------------|
| Quecksilber (TS) AAS | <0,1 | mg/kg | DIN EN ISO 12846 | 2* | Wen | DIN EN 1483 |
| Thallium (TS) | <0,1 | mg/kg | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Zink (TS) | <10 | mg/kg | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Elution mit dest. Wasser | ja | | DIN 38414-4 | 1* | Wen | DIN EN 12457-4 |
| pH-Wert (Eluat) | 6,86 | | DIN EN ISO 10523 | 1* | Wen | DIN 38404-5 |
| Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat) | 31 | µS/cm | DIN EN 27888 | 1* | Wen | |
| Wasserlöslicher Anteil | <0,05 | % | DIN 38409-1 | 1* | Wen | |
| Gesamtgehalt gelöst. Feststoffe | 15,5 | mg/L | DIN EN 15216 | 1* | Wen | |
| Phenolindex (Eluat) | <0,01 | mg/L | DIN EN ISO 14402 | 1* | Wen | |
| DOC (Eluat) | 5,60 | mg/L | DIN EN 1484 | 1* | Wen | |
| Chlorid-IC (Eluat) | 1,93 | mg/L | DIN EN ISO 10304-1 | 1* | Wen | |
| Cyanid, gesamt (Eluat) | <0,005 | mg/L | DIN EN ISO 14403 | 1* | Wen | |
| Cyanid, I. freisetzbar (Eluat) | <0,005 | mg/L | DIN EN ISO 14403 | 1* | Wen | |
| Fluorid-IC (Eluat) | <0,1 | mg/L | DIN EN ISO 10304-1 | 1* | Wen | |
| Sulfat-IC (Eluat) | 1,87 | mg/L | DIN EN ISO 10304-1 | 1* | Wen | |
| Antimon (Eluat) | <0,005 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Arsen (Eluat) | <0,01 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Barium (Eluat) | <0,01 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Blei (Eluat) | <0,01 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Cadmium (Eluat) | <0,001 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Chrom, gesamt (Eluat) | <0,005 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Molybdän (Eluat) | <0,01 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Kupfer (Eluat) | <0,01 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Nickel (Eluat) | <0,01 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Quecksilber (Eluat) AAS | <0,0001 | mg/L | DIN EN ISO 12846 | 1* | Wen | DIN EN 1483 |
| Selen (Eluat) | <0,01 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Zink (Eluat) | 0,026 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |

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

Ort der Messung: Wen = Wenden, Wtz = Wetzlar

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich nur auf die untersuchten Proben. Fehlerhaft zur Verfügung gestellte Proben können die Prüfergebnisse beeinträchtigen. Die angegebenen Ergebnisse beinhalten Messunsicherheiten, die bei Bedarf angefordert werden können. Der Prüfbericht darf nur mit Zustimmung der Horn & Co. Analytics GmbH auszugsweise vervielfältigt werden.

Übersicht der verwendeten Normen / SOP's

Prüfbericht-Nr: B201925

| | |
|---------------------------|--|
| Auftraggeber 14491 | Eingangsdatum 04.02.2020 |
| Kleegräfe Geotechnik GmbH | Auftrag-Nr. A190230 |
| Holzstr. 212 | Probe-Nr. P202003265 |
| D-59556 Lippstadt | Probenehmer / -eingang AG / Nightstar |
| | Prüfort Horn & Co. Analytics GmbH |
| | Untersuchungszeitraum 04.02.2020 - 07.02.2020 |

| | | |
|--------------------------------|--------------|----------------|
| Ansprechpartner | FAX | Telefon |
| Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe | 02941 / 3582 | 02941 / 5404 |

Probenbezeichnung MP Gebäude

Herkunftsort Delbrück-Schöning, Erschließung Baugebiet

Entnahmeort Delbrück-Schöning, Erschließung Baugebiet

| | | |
|-----------------------------|----------------------------------|---------------------------|
| DIN 19539: 2016-12 | DIN 19698-1: 2014-05 | DIN 19747: 2009-07 |
| DIN 38404-5: 2009-07 | DIN 38407-9: 1991-05 | DIN 38409-1: 1987-01 |
| DIN 38414-17: 2014-04 | DIN 38414-20: 1996-01 | DIN 38414-4: 1984-10 |
| DIN EN 12457-4: 2003-01 | DIN EN 13137: 2001-12 | DIN EN 13346: 2001-04 |
| DIN EN 13657: 2003-01 | DIN EN 14039: 2005-01 | DIN EN 14346: 2007-03 |
| DIN EN 1483: 2007-07 | DIN EN 1484: 1997-08 | DIN EN 15169: 2007-05 |
| DIN EN 15216: 2008-01 | DIN EN 15308: 2008-05 | DIN EN 15527: 2008-09 |
| DIN EN 15935: 2012-11 | DIN EN 27888: 1993-11 | DIN EN ISO 10301: 1997-08 |
| DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 | DIN EN ISO 10523: 2012-04 | DIN EN ISO 11885: 2009-09 |
| DIN EN ISO 12846: 2012-08 | DIN EN ISO 14402: 1999-12 | DIN EN ISO 14403: 2002-07 |
| DIN EN ISO 17380: 2013-10 | DIN EN ISO 22155: 2013-05 | DIN ISO 11464: 2006-12 |
| DIN ISO 18287: 2006-05 | DepV Anhang 4 Nr. 3.1.1: 2009-04 | LAGA KW/04: 2009-12 |
| LAGA PN 98: 2001-12 | | |

| | |
|---|-------------------|
| Grenzwerteinstufung | Einstufung |
| Z0 Boden - L/S LAGA Z0 - Boden uneingeschränkter Einbau - Bodenart Lehm/Schluff | eingehalten |
| Z1.1 Boden LAGA Z1.1 - Boden - eingeschränkter offener Einbau | eingehalten |
| DK 0 Deponieklasse 0 nach Deponieverordnung (aktuelle Version) | eingehalten |
| DK 1 Deponieklasse 1 nach Deponieverordnung (aktuelle Version) | eingehalten |
| Endeinstufung LAGA Z0 - Boden (Bodenart Lehm/Schluff) + Deponieklasse 0 | |
| Die Angaben hinsichtlich der Endeinstufung erfolgen ohne Gewähr für die inhaltliche Richtigkeit und Vollständigkeit. Die Einstufung ist durch den Auftraggeber zu verifizieren. | |

Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung

| Parameter | Meßwert | Einheit | Z0 Boden - L/S | Z1.1 Boden | DK 0 | DK 1 |
|--------------------------------|--------------|---------|----------------|------------|------|------|
| Probennahme Boden / Abfall | AG | | | | | |
| Probennahmeprotokoll | n. vorhanden | | | | | |
| Probenhomogenisierung / -menge | auf 1 kg | | | | | |
| Probenvorbereitung | s. Anlage | | | | | |
| Feuchte (105°C) | 9,42 | % | | | | |
| Trockenrückstand (105°C) | 90,6 | % | | | | |

Prüfbericht-Nr: B201925

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

Eingangsdatum 04.02.2020
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202003265
Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfort Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 04.02.2020 - 07.02.2020

| Ansprechpartner | FAX | Telefon |
|--------------------------------|--------------|----------------|
| Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe | 02941 / 3582 | 02941 / 5404 |

Probenbezeichnung MP Gebäude

Herkunftsort Delbrück-Schöning, Erschließung Baugebiet

Entnahmeort Delbrück-Schöning, Erschließung Baugebiet

| Parameter | Meßwert | Einheit | Z0 Boden - L/S | Z1.1 Boden | DK 0 | DK 1 |
|--|---------|---------|----------------|------------|----------|----------|
| Glühverlust (550°C) | 0,82 | % | | | 3 | 3 |
| Glührückstand (550°C) | 99,2 | % | | | | |
| TOC (TS) | 0,22 | % | 0,5 | 1,5 | 1 | 1 |
| Extrahierbare lipophile Stoffe (Orig) | <0,01 | % | | | 0,1 | 0,4 |
| EOX (TS) | <1 | mg/kg | 1 | 3 | | |
| Kohlenwasserstoff-Index C10 - 22 (TS) | <100 | mg/kg | 100 | 300 | | |
| Kohlenwasserstoff-Index (TS) | <100 | mg/kg | 100 | 600 | 500 | |
| Summe BTEX (TS) | <1 | mg/kg | 1 | 1 | | |
| Summe BTEX / Styrol / Cumol (TS) | <1 | mg/kg | | | 6 | |
| Summe LHKW (TS) | <1 | mg/kg | 1 | 1 | | |
| Naphthalin (TS) | <0,01 | mg/kg | | | | |
| Benzo(a)pyren (TS) | <0,01 | mg/kg | 0,3 | 0,9 | | |
| Summe PAK n. EPA (TS) | <1 | mg/kg | 3 | 9 | 30 | |
| Summe PCB nach DIN (TS) | <0,01 | mg/kg | 0,05 | 0,15 | | |
| Summe 7 PCB (TS) | <0,01 | mg/kg | | | 1 | |
| Cyanid, gesamt (TS) | <1 | mg/kg | | 3 | | |
| Königswasseraufschluss (TS) | ja | | | | | |
| Arsen (TS) | <1 | mg/kg | 15 | 45 | | |
| Blei (TS) | <10 | mg/kg | 70 | 210 | | |
| Cadmium (TS) | <0,1 | mg/kg | 1 | 3 | | |
| Chrom (TS) | <10 | mg/kg | 60 | 180 | | |
| Kupfer (TS) | <10 | mg/kg | 40 | 120 | | |
| Nickel (TS) | <10 | mg/kg | 50 | 150 | | |
| Quecksilber (TS) AAS | <0,1 | mg/kg | 0,5 | 1,5 | | |
| Thallium (TS) | <0,1 | mg/kg | 0,7 | 2,1 | | |
| Zink (TS) | <10 | mg/kg | 150 | 450 | | |
| Elution mit dest. Wasser | ja | | | | | |
| pH-Wert (Eluat) | 6,86 | | 6,5 - 9,5 | 6,5 - 9,5 | 5,5 - 13 | 5,5 - 13 |
| Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat) | 31 | µS/cm | 250 | 250 | | |
| Wasserlöslicher Anteil | <0,05 | % | | | 0,4 | 3 |
| Gesamtgehalt gelöst. Feststoffe | 15,5 | mg/L | | | 400 | 3000 |
| Phenolindex (Eluat) | <0,01 | mg/L | 0,02 | 0,02 | 0,1 | 0,2 |

Prüfbericht-Nr: B201925

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

Eingangsdatum 04.02.2020
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202003265
Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfart Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 04.02.2020 - 07.02.2020

| Ansprechpartner | FAX | Telefon |
|--------------------------------|--------------|----------------|
| Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe | 02941 / 3582 | 02941 / 5404 |

Probenbezeichnung MP Gebäude

Herkunftsort Delbrück-Schöning, Erschließung Baugebiet

Entnahmeort Delbrück-Schöning, Erschließung Baugebiet

| Parameter | Meßwert | Einheit | Z0 Boden - L/S | Z1.1 Boden | DK 0 | DK 1 |
|--------------------------------|---------|---------|----------------|------------|-------|-------|
| DOC (Eluat) | 5,60 | mg/L | | | 50 | 50 |
| Chlorid-IC (Eluat) | 1,93 | mg/L | 30 | 30 | 80 | 1500 |
| Cyanid, gesamt (Eluat) | <0,005 | mg/L | 0,005 | 0,005 | | |
| Cyanid, l. freisetzbar (Eluat) | <0,005 | mg/L | | | 0,01 | 0,1 |
| Fluorid-IC (Eluat) | <0,1 | mg/L | | | 1 | 5 |
| Sulfat-IC (Eluat) | 1,87 | mg/L | 20 | 20 | 100 | 2000 |
| Antimon (Eluat) | <0,005 | mg/L | | | 0,006 | 0,03 |
| Arsen (Eluat) | <0,01 | mg/L | 0,014 | 0,014 | 0,05 | 0,2 |
| Barium (Eluat) | <0,01 | mg/L | | | 2 | 5 |
| Blei (Eluat) | <0,01 | mg/L | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,2 |
| Cadmium (Eluat) | <0,001 | mg/L | 0,0015 | 0,0015 | 0,004 | 0,05 |
| Chrom, gesamt (Eluat) | <0,005 | mg/L | 0,0125 | 0,0125 | 0,05 | 0,3 |
| Molybdän (Eluat) | <0,01 | mg/L | | | 0,05 | 0,3 |
| Kupfer (Eluat) | <0,01 | mg/L | 0,02 | 0,02 | 0,2 | 1 |
| Nickel (Eluat) | <0,01 | mg/L | 0,015 | 0,015 | 0,04 | 0,2 |
| Quecksilber (Eluat) AAS | <0,0001 | mg/L | 0,0005 | 0,0005 | 0,001 | 0,005 |
| Selen (Eluat) | <0,01 | mg/L | | | 0,01 | 0,03 |
| Zink (Eluat) | 0,026 | mg/L | 0,15 | 0,15 | 0,4 | 2 |

Horn & Co. Analytics GmbH, Hünsborn 07.02.2020



i.A. Dorothea Egbun
 Projektmanagement

Formblatt VA-HuK-025-F1

Probenvorbereitungsprotokoll

A. Allgemeine Angaben

| | | | |
|----------------------------|--------------------------------|-------------------|------------|
| Datum | 04.02.2020 | Proben-Nr. | P202003265 |
| Auftraggeber | Kleegräfe Geotechnik GmbH | | |
| Ansprechpartner | Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe | | |
| Probenkennzeichnung | MP Gebäude | | |

B. Probenahmeinformationen

| | | |
|-----------------------------|--|---|
| Probenahme durch | <input type="checkbox"/> Horn & Co. Analytics GmbH | <input checked="" type="checkbox"/> Auftraggeber |
| PN-Protokoll | <input checked="" type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> vorhanden <input checked="" type="checkbox"/> n. vorhanden |
| Vorbereitung vor Ort | <input checked="" type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> bekannt <input checked="" type="checkbox"/> n. bekannt |
| Probenart | Boden | |
| Probenmenge | <input checked="" type="checkbox"/> Masse[kg]: 1,9 | <input type="checkbox"/> Volumen[L]: |

C. Untersuchungsinformationen

| | |
|---|--|
| Untersuchung gem. Untersuchungsparameter | <input checked="" type="checkbox"/> LAGA Boden <input type="checkbox"/> LAGA Bauschutt <input checked="" type="checkbox"/> DepV <input type="checkbox"/> PAK nach RuVA-Stb 01 <input type="checkbox"/> sonst.: |
| Bemerkungen | <input type="checkbox"/> physikalisch <input checked="" type="checkbox"/> anorganisch Feststoff <input checked="" type="checkbox"/> anorg. Eluat <input checked="" type="checkbox"/> leichtflüchtig |
| | <input type="checkbox"/> biologisch <input checked="" type="checkbox"/> organisch Feststoff <input checked="" type="checkbox"/> organ. Eluat |

D. Probenvorbereitung (von der Labor- zur Prüfprobe)

| | |
|------------------------------|--|
| Sortierung | <input checked="" type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja: |
| Siebung | <input checked="" type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja Siebschnitt [mm] |
| Durchgang [%] | Analytik von <input type="checkbox"/> Durchgang <input type="checkbox"/> Rückstand <input checked="" type="checkbox"/> gesamt |
| Zerkleinerung | <input type="checkbox"/> Nein <input checked="" type="checkbox"/> Ja <input checked="" type="checkbox"/> Brechen <input checked="" type="checkbox"/> Shreddern <input type="checkbox"/> sonstiges: |
| Teilung | <input type="checkbox"/> 1/4-Teilung <input checked="" type="checkbox"/> Riffelteiler <input type="checkbox"/> Rotationsverteiler <input type="checkbox"/> sonstiges: |
| Prüf-/Rückstellproben | Originalsubstanz <input type="checkbox"/> Nein <input checked="" type="checkbox"/> Ja [g]: 500 <input checked="" type="checkbox"/> Rückstellprobe |
| | Trockensubstanz <input type="checkbox"/> Nein <input checked="" type="checkbox"/> Ja [g]: 100 <input type="checkbox"/> Rückstellprobe |
| | Probe für Eluat <input type="checkbox"/> Nein <input checked="" type="checkbox"/> Ja [g]: 100 <input type="checkbox"/> Rückstellprobe |

E. Probenaufbereitung (von der Prüf- zur Messprobe)

| | |
|------------------------------|--|
| Trocknung | <input checked="" type="checkbox"/> bei 105°C <input type="checkbox"/> chemisch <input type="checkbox"/> Lufttrocknung <input type="checkbox"/> sonstiges: |
| Feinzerkleinerung | <input type="checkbox"/> Nein <input checked="" type="checkbox"/> Ja <input checked="" type="checkbox"/> Mahlen <input type="checkbox"/> Schneiden <input type="checkbox"/> sonstiges: |
| Siebung | <input checked="" type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja Endfeinheit [mm] |
| Prüf-/Rückstellproben | Gemahlene TS <input type="checkbox"/> Nein <input checked="" type="checkbox"/> Ja [g]: 50 <input checked="" type="checkbox"/> Rückstellprobe |

F. Sonstiges

| | |
|---------------------|--|
| Bemerkungen | |
| Ort / Datum | Wenden / 04.02.2020 |
| Unterschrift |  i.A. Dr. Axel Blatt |

Prüfbericht-Nr: B201926

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

Eingangsdatum 04.02.2020
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202003266
Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfart Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 04.02.2020 - 07.02.2020

| Ansprechpartner | FAX | Telefon |
|--------------------------------|--------------|--------------|
| Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe | 02941 / 3582 | 02941 / 5404 |

Probenbezeichnung MP BS 7-12

Herkunftsort Delbrück-Schöning, Erschließung Baugebiet

Entnahmeort Delbrück-Schöning, Erschließung Baugebiet

Bemerkung

Untersuchungsergebnisse

| Parameter | Meßwert | Einheit | Norm | | Ort | 2. Norm |
|---------------------------------------|--------------|---------|-------------------------|----|-----|------------------|
| Probennahme Boden / Abfall | AG | | i.A. LAGA PN 98 | 1* | Wen | DIN 19698-1 |
| Probennahmeprotokoll | n. vorhanden | | | | Wen | |
| Probenhomogenisierung / -menge | auf 1 kg | | DepV Anhang 4 Nr. 3.1.1 | 4* | Wen | |
| Probenvorbereitung | s. Anlage | | DIN 19747 | 1* | Wen | DIN ISO 11464 |
| Feuchte (105°C) | 12,6 | % | DIN EN 14346 | 1* | Wen | |
| Trockenrückstand (105°C) | 87,4 | % | DIN EN 14346 | 1* | Wen | |
| Glühverlust (550°C) | 0,54 | % | DIN EN 15169 | 1* | Wen | DIN EN 15935 |
| Glührückstand (550°C) | 99,5 | % | DIN EN 15169 | 1* | Wen | DIN EN 15935 |
| TOC (TS) | 0,11 | % | DIN EN 13137 | 1* | Wen | DIN 19539 |
| Extrahierbare lipophile Stoffe (Orig) | <0,01 | % | LAGA KW/04 | 1* | Wen | |
| EOX (TS) | <1 | mg/kg | DIN 38414-17 | 1* | Wen | |
| Kohlenwasserstoff-Index C10 - 22 (TS) | <100 | mg/kg | DIN EN 14039 | 1* | Wen | LAGA KW/04 |
| Kohlenwasserstoff-Index (TS) | <100 | mg/kg | DIN EN 14039 | 1* | Wen | LAGA KW/04 |
| Summe BTEX (TS) | <1 | mg/kg | DIN EN ISO 22155 | 1* | Wen | DIN 38407-9 |
| Summe BTEX / Styrol / Cumol (TS) | <1 | mg/kg | DIN EN ISO 22155 | 1* | Wen | DIN 38407-9 |
| Summe LHKW (TS) | <1 | mg/kg | DIN EN ISO 22155 | 1* | Wen | DIN EN ISO 10301 |
| Naphthalin (TS) | <0,01 | mg/kg | DIN ISO 18287 | 1* | Wen | DIN EN 15527 |
| Benzo(a)pyren (TS) | <0,01 | mg/kg | DIN ISO 18287 | 1* | Wen | DIN EN 15527 |
| Summe PAK n. EPA (TS) | <1 | mg/kg | DIN ISO 18287 | 1* | Wen | DIN EN 15527 |
| Summe PCB nach DIN (TS) | <0,01 | mg/kg | DIN 38414-20 | 1* | Wen | DIN EN 15308 |
| Summe 7 PCB (TS) | <0,01 | mg/kg | DIN 38414-20 | 1* | Wen | DIN EN 15308 |
| Cyanid, gesamt (TS) | <1 | mg/kg | DIN EN ISO 17380 | 1* | Wen | |
| Königswasseraufschluss (TS) | ja | | DIN EN 13346 | 1* | Wen | DIN EN 13657 |
| Arsen (TS) | 1,48 | mg/kg | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Blei (TS) | <10 | mg/kg | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Cadmium (TS) | 0,11 | mg/kg | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Chrom (TS) | <10 | mg/kg | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Kupfer (TS) | <10 | mg/kg | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Nickel (TS) | <10 | mg/kg | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |

Prüfbericht-Nr: B201926

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

Eingangsdatum 04.02.2020
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202003266
Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfart Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 04.02.2020 - 07.02.2020

| Ansprechpartner | FAX | Telefon |
|--------------------------------|--------------|--------------|
| Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe | 02941 / 3582 | 02941 / 5404 |

Probenbezeichnung MP BS 7-12

Herkunftsort Delbrück-Schöning, Erschließung Baugebiet

Entnahmeort Delbrück-Schöning, Erschließung Baugebiet

| Parameter | Meßwert | Einheit | Norm | | Ort | 2. Norm |
|--|---------|---------|--------------------|----|-----|----------------|
| Quecksilber (TS) AAS | <0,1 | mg/kg | DIN EN ISO 12846 | 2* | Wen | DIN EN 1483 |
| Thallium (TS) | <0,1 | mg/kg | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Zink (TS) | <10 | mg/kg | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Elution mit dest. Wasser | ja | | DIN 38414-4 | 1* | Wen | DIN EN 12457-4 |
| pH-Wert (Eluat) | 6,91 | | DIN EN ISO 10523 | 1* | Wen | DIN 38404-5 |
| Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat) | 37 | µS/cm | DIN EN 27888 | 1* | Wen | |
| Wasserlöslicher Anteil | <0,05 | % | DIN 38409-1 | 1* | Wen | |
| Gesamtgehalt gelöst. Feststoffe | 18,5 | mg/L | DIN EN 15216 | 1* | Wen | |
| Phenolindex (Eluat) | <0,01 | mg/L | DIN EN ISO 14402 | 1* | Wen | |
| DOC (Eluat) | 3,37 | mg/L | DIN EN 1484 | 1* | Wen | |
| Chlorid-IC (Eluat) | 0,44 | mg/L | DIN EN ISO 10304-1 | 1* | Wen | |
| Cyanid, gesamt (Eluat) | <0,005 | mg/L | DIN EN ISO 14403 | 1* | Wen | |
| Cyanid, I. freisetzbar (Eluat) | <0,005 | mg/L | DIN EN ISO 14403 | 1* | Wen | |
| Fluorid-IC (Eluat) | 0,15 | mg/L | DIN EN ISO 10304-1 | 1* | Wen | |
| Sulfat-IC (Eluat) | 3,78 | mg/L | DIN EN ISO 10304-1 | 1* | Wen | |
| Antimon (Eluat) | <0,005 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Arsen (Eluat) | <0,01 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Barium (Eluat) | <0,01 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Blei (Eluat) | <0,01 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Cadmium (Eluat) | <0,001 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Chrom, gesamt (Eluat) | <0,005 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Molybdän (Eluat) | <0,01 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Kupfer (Eluat) | <0,01 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Nickel (Eluat) | <0,01 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Quecksilber (Eluat) AAS | <0,0001 | mg/L | DIN EN ISO 12846 | 1* | Wen | DIN EN 1483 |
| Selen (Eluat) | <0,01 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Zink (Eluat) | 0,090 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |

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

Ort der Messung: Wen = Wenden, Wtz = Wetzlar

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich nur auf die untersuchten Proben. Fehlerhaft zur Verfügung gestellte Proben können die Prüfergebnisse beeinträchtigen. Die angegebenen Ergebnisse beinhalten Messunsicherheiten, die bei Bedarf angefordert werden können. Der Prüfbericht darf nur mit Zustimmung der Horn & Co. Analytics GmbH auszugsweise vervielfältigt werden.

Übersicht der verwendeten Normen / SOP's

Prüfbericht-Nr: B201926

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

Eingangsdatum 04.02.2020
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202003266
Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfart Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 04.02.2020 - 07.02.2020

| Ansprechpartner | FAX | Telefon |
|--------------------------------|--------------|--------------|
| Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe | 02941 / 3582 | 02941 / 5404 |

Probenbezeichnung MP BS 7-12

Herkunftsort Delbrück-Schöning, Erschließung Baugebiet

Entnahmeort Delbrück-Schöning, Erschließung Baugebiet

| | | |
|-----------------------------|----------------------------------|---------------------------|
| DIN 19539: 2016-12 | DIN 19698-1: 2014-05 | DIN 19747: 2009-07 |
| DIN 38404-5: 2009-07 | DIN 38407-9: 1991-05 | DIN 38409-1: 1987-01 |
| DIN 38414-17: 2014-04 | DIN 38414-20: 1996-01 | DIN 38414-4: 1984-10 |
| DIN EN 12457-4: 2003-01 | DIN EN 13137: 2001-12 | DIN EN 13346: 2001-04 |
| DIN EN 13657: 2003-01 | DIN EN 14039: 2005-01 | DIN EN 14346: 2007-03 |
| DIN EN 1483: 2007-07 | DIN EN 1484: 1997-08 | DIN EN 15169: 2007-05 |
| DIN EN 15216: 2008-01 | DIN EN 15308: 2008-05 | DIN EN 15527: 2008-09 |
| DIN EN 15935: 2012-11 | DIN EN 27888: 1993-11 | DIN EN ISO 10301: 1997-08 |
| DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 | DIN EN ISO 10523: 2012-04 | DIN EN ISO 11885: 2009-09 |
| DIN EN ISO 12846: 2012-08 | DIN EN ISO 14402: 1999-12 | DIN EN ISO 14403: 2002-07 |
| DIN EN ISO 17380: 2013-10 | DIN EN ISO 22155: 2013-05 | DIN ISO 11464: 2006-12 |
| DIN ISO 18287: 2006-05 | DepV Anhang 4 Nr. 3.1.1: 2009-04 | LAGA KW/04: 2009-12 |
| LAGA PN 98: 2001-12 | | |

Grenzwerteinstufung

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

Endeinstufung LAGA Z0 - Boden (Bodenart Lehm/Schluff) + Deponieklasse 0

Die Angaben hinsichtlich der Endeinstufung erfolgen ohne Gewähr für die inhaltliche Richtigkeit und Vollständigkeit. Die Einstufung ist durch den Auftraggeber zu verifizieren.

Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung

| Parameter | Meßwert | Einheit | Z0 Boden - L/S | Z1.1 Boden | DK 0 | DK 1 |
|--------------------------------|--------------|---------|----------------|------------|------|------|
| Probennahme Boden / Abfall | AG | | | | | |
| Probennahmeprotokoll | n. vorhanden | | | | | |
| Probenhomogenisierung / -menge | auf 1 kg | | | | | |
| Probenvorbereitung | s. Anlage | | | | | |
| Feuchte (105°C) | 12,6 | % | | | | |
| Trockenrückstand (105°C) | 87,4 | % | | | | |

Prüfbericht-Nr: B201926

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

Eingangsdatum 04.02.2020
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202003266
Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfart Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 04.02.2020 - 07.02.2020

| Ansprechpartner | FAX | Telefon |
|--------------------------------|--------------|--------------|
| Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe | 02941 / 3582 | 02941 / 5404 |

Probenbezeichnung MP BS 7-12

Herkunftsort Delbrück-Schöning, Erschließung Baugebiet

Entnahmeort Delbrück-Schöning, Erschließung Baugebiet

| Parameter | Meßwert | Einheit | Z0 Boden - L/S | Z1.1 Boden | DK 0 | DK 1 |
|--|---------|---------|----------------|------------|----------|----------|
| Glühverlust (550°C) | 0,54 | % | | | 3 | 3 |
| Glührückstand (550°C) | 99,5 | % | | | | |
| TOC (TS) | 0,11 | % | 0,5 | 1,5 | 1 | 1 |
| Extrahierbare lipophile Stoffe (Orig) | <0,01 | % | | | 0,1 | 0,4 |
| EOX (TS) | <1 | mg/kg | 1 | 3 | | |
| Kohlenwasserstoff-Index C10 - 22 (TS) | <100 | mg/kg | 100 | 300 | | |
| Kohlenwasserstoff-Index (TS) | <100 | mg/kg | 100 | 600 | 500 | |
| Summe BTEX (TS) | <1 | mg/kg | 1 | 1 | | |
| Summe BTEX / Styrol / Cumol (TS) | <1 | mg/kg | | | 6 | |
| Summe LHKW (TS) | <1 | mg/kg | 1 | 1 | | |
| Naphthalin (TS) | <0,01 | mg/kg | | | | |
| Benzo(a)pyren (TS) | <0,01 | mg/kg | 0,3 | 0,9 | | |
| Summe PAK n. EPA (TS) | <1 | mg/kg | 3 | 9 | 30 | |
| Summe PCB nach DIN (TS) | <0,01 | mg/kg | 0,05 | 0,15 | | |
| Summe 7 PCB (TS) | <0,01 | mg/kg | | | 1 | |
| Cyanid, gesamt (TS) | <1 | mg/kg | | 3 | | |
| Königswasseraufschluss (TS) | ja | | | | | |
| Arsen (TS) | 1,48 | mg/kg | 15 | 45 | | |
| Blei (TS) | <10 | mg/kg | 70 | 210 | | |
| Cadmium (TS) | 0,11 | mg/kg | 1 | 3 | | |
| Chrom (TS) | <10 | mg/kg | 60 | 180 | | |
| Kupfer (TS) | <10 | mg/kg | 40 | 120 | | |
| Nickel (TS) | <10 | mg/kg | 50 | 150 | | |
| Quecksilber (TS) AAS | <0,1 | mg/kg | 0,5 | 1,5 | | |
| Thallium (TS) | <0,1 | mg/kg | 0,7 | 2,1 | | |
| Zink (TS) | <10 | mg/kg | 150 | 450 | | |
| Elution mit dest. Wasser | ja | | | | | |
| pH-Wert (Eluat) | 6,91 | | 6,5 - 9,5 | 6,5 - 9,5 | 5,5 - 13 | 5,5 - 13 |
| Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat) | 37 | µS/cm | 250 | 250 | | |
| Wasserlöslicher Anteil | <0,05 | % | | | 0,4 | 3 |
| Gesamtgehalt gelöst. Feststoffe | 18,5 | mg/L | | | 400 | 3000 |
| Phenolindex (Eluat) | <0,01 | mg/L | 0,02 | 0,02 | 0,1 | 0,2 |

Prüfbericht-Nr: B201926

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

Eingangsdatum 04.02.2020
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202003266
Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfort Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 04.02.2020 - 07.02.2020

| Ansprechpartner | FAX | Telefon |
|--------------------------------|--------------|--------------|
| Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe | 02941 / 3582 | 02941 / 5404 |

Probenbezeichnung MP BS 7-12

Herkunftsort Delbrück-Schöning, Erschließung Baugebiet

Entnahmeort Delbrück-Schöning, Erschließung Baugebiet

| Parameter | Meßwert | Einheit | Z0 Boden - L/S | Z1.1 Boden | DK 0 | DK 1 |
|--------------------------------|---------|---------|----------------|------------|-------|-------|
| DOC (Eluat) | 3,37 | mg/L | | | 50 | 50 |
| Chlorid-IC (Eluat) | 0,44 | mg/L | 30 | 30 | 80 | 1500 |
| Cyanid, gesamt (Eluat) | <0,005 | mg/L | 0,005 | 0,005 | | |
| Cyanid, I. freisetzbar (Eluat) | <0,005 | mg/L | | | 0,01 | 0,1 |
| Fluorid-IC (Eluat) | 0,15 | mg/L | | | 1 | 5 |
| Sulfat-IC (Eluat) | 3,78 | mg/L | 20 | 20 | 100 | 2000 |
| Antimon (Eluat) | <0,005 | mg/L | | | 0,006 | 0,03 |
| Arsen (Eluat) | <0,01 | mg/L | 0,014 | 0,014 | 0,05 | 0,2 |
| Barium (Eluat) | <0,01 | mg/L | | | 2 | 5 |
| Blei (Eluat) | <0,01 | mg/L | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,2 |
| Cadmium (Eluat) | <0,001 | mg/L | 0,0015 | 0,0015 | 0,004 | 0,05 |
| Chrom, gesamt (Eluat) | <0,005 | mg/L | 0,0125 | 0,0125 | 0,05 | 0,3 |
| Molybdän (Eluat) | <0,01 | mg/L | | | 0,05 | 0,3 |
| Kupfer (Eluat) | <0,01 | mg/L | 0,02 | 0,02 | 0,2 | 1 |
| Nickel (Eluat) | <0,01 | mg/L | 0,015 | 0,015 | 0,04 | 0,2 |
| Quecksilber (Eluat) AAS | <0,0001 | mg/L | 0,0005 | 0,0005 | 0,001 | 0,005 |
| Selen (Eluat) | <0,01 | mg/L | | | 0,01 | 0,03 |
| Zink (Eluat) | 0,090 | mg/L | 0,15 | 0,15 | 0,4 | 2 |

Horn & Co. Analytics GmbH, Hünsborn 07.02.2020



i.A. Dorothea Egbun
Projektmanagement

Formblatt VA-HuK-025-F1

Probenvorbereitungsprotokoll

A. Allgemeine Angaben

Datum 04.02.2020 **Proben-Nr.** P202003266
Auftraggeber Kleegräfe Geotechnik GmbH
Ansprechpartner Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe
Probenkennzeichnung MP BS 7-12

B. Probenahmeinformationen

Probenahme durch Horn & Co. Analytics GmbH Auftraggeber
PN-Protokoll Nein Ja vorhanden n. vorhanden
Vorbereitung vor Ort Nein Ja bekannt n. bekannt
Probenart Boden
Probenmenge Masse[kg]: 2,5 Volumen[L]:

C. Untersuchungsinformationen

Untersuchung gem. Untersuchungsparameter LAGA Boden LAGA Bauschutt DepV PAK nach RuVA-Stb 01 sonst.:
 physikalisch anorganisch Feststoff anorg. Eluat leichtflüchtig
 biologisch organisch Feststoff organ. Eluat
Bemerkungen

D. Probenvorbereitung (von der Labor- zur Prüfprobe)

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

E. Probenaufbereitung (von der Prüf- zur Messprobe)

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

F. Sonstiges

Bemerkungen
Ort / Datum Wenden / 04.02.2020 **Unterschrift** 
i.A. Dr. Axel Blatt

Prüfbericht-Nr: B201927

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

Eingangsdatum 04.02.2020
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202003267
Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfart Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 04.02.2020 - 07.02.2020

| Ansprechpartner | FAX | Telefon |
|--------------------------------|--------------|--------------|
| Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe | 02941 / 3582 | 02941 / 5404 |

Probenbezeichnung MP BS 13-19

Herkunftsort Delbrück-Schöning, Erschließung Baugebiet

Entnahmeort Delbrück-Schöning, Erschließung Baugebiet

Bemerkung

Untersuchungsergebnisse

| Parameter | Meßwert | Einheit | Norm | | Ort | 2. Norm |
|---------------------------------------|--------------|---------|-------------------------|----|-----|------------------|
| Probennahme Boden / Abfall | AG | | i.A. LAGA PN 98 | 1* | Wen | DIN 19698-1 |
| Probennahmeprotokoll | n. vorhanden | | | | Wen | |
| Probenhomogenisierung / -menge | auf 1 kg | | DepV Anhang 4 Nr. 3.1.1 | 4* | Wen | |
| Probenvorbereitung | s. Anlage | | DIN 19747 | 1* | Wen | DIN ISO 11464 |
| Feuchte (105°C) | 12,8 | % | DIN EN 14346 | 1* | Wen | |
| Trockenrückstand (105°C) | 87,2 | % | DIN EN 14346 | 1* | Wen | |
| Glühverlust (550°C) | 0,62 | % | DIN EN 15169 | 1* | Wen | DIN EN 15935 |
| Glührückstand (550°C) | 99,4 | % | DIN EN 15169 | 1* | Wen | DIN EN 15935 |
| TOC (TS) | <0,1 | % | DIN EN 13137 | 1* | Wen | DIN 19539 |
| Extrahierbare lipophile Stoffe (Orig) | <0,01 | % | LAGA KW/04 | 1* | Wen | |
| EOX (TS) | <1 | mg/kg | DIN 38414-17 | 1* | Wen | |
| Kohlenwasserstoff-Index C10 - 22 (TS) | <100 | mg/kg | DIN EN 14039 | 1* | Wen | LAGA KW/04 |
| Kohlenwasserstoff-Index (TS) | <100 | mg/kg | DIN EN 14039 | 1* | Wen | LAGA KW/04 |
| Summe BTEX (TS) | <1 | mg/kg | DIN EN ISO 22155 | 1* | Wen | DIN 38407-9 |
| Summe BTEX / Styrol / Cumol (TS) | <1 | mg/kg | DIN EN ISO 22155 | 1* | Wen | DIN 38407-9 |
| Summe LHKW (TS) | <1 | mg/kg | DIN EN ISO 22155 | 1* | Wen | DIN EN ISO 10301 |
| Naphthalin (TS) | <0,01 | mg/kg | DIN ISO 18287 | 1* | Wen | DIN EN 15527 |
| Benzo(a)pyren (TS) | <0,01 | mg/kg | DIN ISO 18287 | 1* | Wen | DIN EN 15527 |
| Summe PAK n. EPA (TS) | <1 | mg/kg | DIN ISO 18287 | 1* | Wen | DIN EN 15527 |
| Summe PCB nach DIN (TS) | <0,01 | mg/kg | DIN 38414-20 | 1* | Wen | DIN EN 15308 |
| Summe 7 PCB (TS) | <0,01 | mg/kg | DIN 38414-20 | 1* | Wen | DIN EN 15308 |
| Cyanid, gesamt (TS) | <1 | mg/kg | DIN EN ISO 17380 | 1* | Wen | |
| Königswasseraufschluss (TS) | ja | | DIN EN 13346 | 1* | Wen | DIN EN 13657 |
| Arsen (TS) | <1 | mg/kg | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Blei (TS) | <10 | mg/kg | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Cadmium (TS) | 0,10 | mg/kg | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Chrom (TS) | <10 | mg/kg | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Kupfer (TS) | <1 | mg/kg | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Nickel (TS) | <10 | mg/kg | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |

Prüfbericht-Nr: B201927

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

Eingangsdatum 04.02.2020
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202003267
Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfart Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 04.02.2020 - 07.02.2020

| Ansprechpartner | FAX | Telefon |
|--------------------------------|--------------|--------------|
| Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe | 02941 / 3582 | 02941 / 5404 |

Probenbezeichnung MP BS 13-19

Herkunftsort Delbrück-Schöning, Erschließung Baugebiet

Entnahmeort Delbrück-Schöning, Erschließung Baugebiet

| Parameter | Meßwert | Einheit | Norm | | Ort | 2. Norm |
|--|---------|---------|--------------------|----|-----|----------------|
| Quecksilber (TS) AAS | <0,1 | mg/kg | DIN EN ISO 12846 | 2* | Wen | DIN EN 1483 |
| Thallium (TS) | <0,1 | mg/kg | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Zink (TS) | <10 | mg/kg | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Elution mit dest. Wasser | ja | | DIN 38414-4 | 1* | Wen | DIN EN 12457-4 |
| pH-Wert (Eluat) | 6,68 | | DIN EN ISO 10523 | 1* | Wen | DIN 38404-5 |
| Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat) | 24 | µS/cm | DIN EN 27888 | 1* | Wen | |
| Wasserlöslicher Anteil | <0,05 | % | DIN 38409-1 | 1* | Wen | |
| Gesamtgehalt gelöst. Feststoffe | 12 | mg/L | DIN EN 15216 | 1* | Wen | |
| Phenolindex (Eluat) | <0,01 | mg/L | DIN EN ISO 14402 | 1* | Wen | |
| DOC (Eluat) | 2,70 | mg/L | DIN EN 1484 | 1* | Wen | |
| Chlorid-IC (Eluat) | 0,34 | mg/L | DIN EN ISO 10304-1 | 1* | Wen | |
| Cyanid, gesamt (Eluat) | <0,005 | mg/L | DIN EN ISO 14403 | 1* | Wen | |
| Cyanid, I. freisetzbar (Eluat) | <0,005 | mg/L | DIN EN ISO 14403 | 1* | Wen | |
| Fluorid-IC (Eluat) | 0,11 | mg/L | DIN EN ISO 10304-1 | 1* | Wen | |
| Sulfat-IC (Eluat) | 0,96 | mg/L | DIN EN ISO 10304-1 | 1* | Wen | |
| Antimon (Eluat) | <0,005 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Arsen (Eluat) | <0,01 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Barium (Eluat) | <0,01 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Blei (Eluat) | <0,01 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Cadmium (Eluat) | <0,001 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Chrom, gesamt (Eluat) | <0,005 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Molybdän (Eluat) | <0,01 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Kupfer (Eluat) | <0,01 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Nickel (Eluat) | <0,01 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Quecksilber (Eluat) AAS | <0,0001 | mg/L | DIN EN ISO 12846 | 1* | Wen | DIN EN 1483 |
| Selen (Eluat) | <0,01 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |
| Zink (Eluat) | 0,058 | mg/L | DIN EN ISO 11885 | 1* | Wen | |

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

Ort der Messung: Wen = Wenden, Wtz = Wetzlar

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich nur auf die untersuchten Proben. Fehlerhaft zur Verfügung gestellte Proben können die Prüfergebnisse beeinträchtigen. Die angegebenen Ergebnisse beinhalten Messunsicherheiten, die bei Bedarf angefordert werden können. Der Prüfbericht darf nur mit Zustimmung der Horn & Co. Analytics GmbH auszugsweise vervielfältigt werden.

Übersicht der verwendeten Normen / SOP's

Prüfbericht-Nr: B201927

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

Eingangsdatum 04.02.2020
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202003267
Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfart Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 04.02.2020 - 07.02.2020

| Ansprechpartner | FAX | Telefon |
|--------------------------------|--------------|--------------|
| Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe | 02941 / 3582 | 02941 / 5404 |

Probenbezeichnung MP BS 13-19

Herkunftsort Delbrück-Schöning, Erschließung Baugebiet

Entnahmeort Delbrück-Schöning, Erschließung Baugebiet

| | | |
|-----------------------------|----------------------------------|---------------------------|
| DIN 19539: 2016-12 | DIN 19698-1: 2014-05 | DIN 19747: 2009-07 |
| DIN 38404-5: 2009-07 | DIN 38407-9: 1991-05 | DIN 38409-1: 1987-01 |
| DIN 38414-17: 2014-04 | DIN 38414-20: 1996-01 | DIN 38414-4: 1984-10 |
| DIN EN 12457-4: 2003-01 | DIN EN 13137: 2001-12 | DIN EN 13346: 2001-04 |
| DIN EN 13657: 2003-01 | DIN EN 14039: 2005-01 | DIN EN 14346: 2007-03 |
| DIN EN 1483: 2007-07 | DIN EN 1484: 1997-08 | DIN EN 15169: 2007-05 |
| DIN EN 15216: 2008-01 | DIN EN 15308: 2008-05 | DIN EN 15527: 2008-09 |
| DIN EN 15935: 2012-11 | DIN EN 27888: 1993-11 | DIN EN ISO 10301: 1997-08 |
| DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 | DIN EN ISO 10523: 2012-04 | DIN EN ISO 11885: 2009-09 |
| DIN EN ISO 12846: 2012-08 | DIN EN ISO 14402: 1999-12 | DIN EN ISO 14403: 2002-07 |
| DIN EN ISO 17380: 2013-10 | DIN EN ISO 22155: 2013-05 | DIN ISO 11464: 2006-12 |
| DIN ISO 18287: 2006-05 | DepV Anhang 4 Nr. 3.1.1: 2009-04 | LAGA KW/04: 2009-12 |
| LAGA PN 98: 2001-12 | | |

Grenzwerteinstufung

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

Endeinstufung LAGA Z0 - Boden (Bodenart Lehm/Schluff) + Deponieklasse 0

Die Angaben hinsichtlich der Endeinstufung erfolgen ohne Gewähr für die inhaltliche Richtigkeit und Vollständigkeit. Die Einstufung ist durch den Auftraggeber zu verifizieren.

Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung

| Parameter | Meßwert | Einheit | Z0 Boden - L/S | Z1.1 Boden | DK 0 | DK 1 |
|--------------------------------|--------------|---------|----------------|------------|------|------|
| Probennahme Boden / Abfall | AG | | | | | |
| Probennahmeprotokoll | n. vorhanden | | | | | |
| Probenhomogenisierung / -menge | auf 1 kg | | | | | |
| Probenvorbereitung | s. Anlage | | | | | |
| Feuchte (105°C) | 12,8 | % | | | | |
| Trockenrückstand (105°C) | 87,2 | % | | | | |

Prüfbericht-Nr: B201927

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

Eingangsdatum 04.02.2020
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202003267
Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfort Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 04.02.2020 - 07.02.2020

| Ansprechpartner | FAX | Telefon |
|--------------------------------|--------------|--------------|
| Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe | 02941 / 3582 | 02941 / 5404 |

Probenbezeichnung MP BS 13-19

Herkunftsort Delbrück-Schöning, Erschließung Baugebiet

Entnahmeort Delbrück-Schöning, Erschließung Baugebiet

| Parameter | Meßwert | Einheit | Z0 Boden - L/S | Z1.1 Boden | DK 0 | DK 1 |
|--|---------|---------|----------------|------------|----------|----------|
| Glühverlust (550°C) | 0,62 | % | | | 3 | 3 |
| Glührückstand (550°C) | 99,4 | % | | | | |
| TOC (TS) | <0,1 | % | 0,5 | 1,5 | 1 | 1 |
| Extrahierbare lipophile Stoffe (Orig) | <0,01 | % | | | 0,1 | 0,4 |
| EOX (TS) | <1 | mg/kg | 1 | 3 | | |
| Kohlenwasserstoff-Index C10 - 22 (TS) | <100 | mg/kg | 100 | 300 | | |
| Kohlenwasserstoff-Index (TS) | <100 | mg/kg | 100 | 600 | 500 | |
| Summe BTEX (TS) | <1 | mg/kg | 1 | 1 | | |
| Summe BTEX / Styrol / Cumol (TS) | <1 | mg/kg | | | 6 | |
| Summe LHKW (TS) | <1 | mg/kg | 1 | 1 | | |
| Naphthalin (TS) | <0,01 | mg/kg | | | | |
| Benzo(a)pyren (TS) | <0,01 | mg/kg | 0,3 | 0,9 | | |
| Summe PAK n. EPA (TS) | <1 | mg/kg | 3 | 9 | 30 | |
| Summe PCB nach DIN (TS) | <0,01 | mg/kg | 0,05 | 0,15 | | |
| Summe 7 PCB (TS) | <0,01 | mg/kg | | | 1 | |
| Cyanid, gesamt (TS) | <1 | mg/kg | | 3 | | |
| Königswasseraufschluss (TS) | ja | | | | | |
| Arsen (TS) | <1 | mg/kg | 15 | 45 | | |
| Blei (TS) | <10 | mg/kg | 70 | 210 | | |
| Cadmium (TS) | 0,10 | mg/kg | 1 | 3 | | |
| Chrom (TS) | <10 | mg/kg | 60 | 180 | | |
| Kupfer (TS) | <1 | mg/kg | 40 | 120 | | |
| Nickel (TS) | <10 | mg/kg | 50 | 150 | | |
| Quecksilber (TS) AAS | <0,1 | mg/kg | 0,5 | 1,5 | | |
| Thallium (TS) | <0,1 | mg/kg | 0,7 | 2,1 | | |
| Zink (TS) | <10 | mg/kg | 150 | 450 | | |
| Elution mit dest. Wasser | ja | | | | | |
| pH-Wert (Eluat) | 6,68 | | 6,5 - 9,5 | 6,5 - 9,5 | 5,5 - 13 | 5,5 - 13 |
| Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat) | 24 | µS/cm | 250 | 250 | | |
| Wasserlöslicher Anteil | <0,05 | % | | | 0,4 | 3 |
| Gesamtgehalt gelöst. Feststoffe | 12 | mg/L | | | 400 | 3000 |
| Phenolindex (Eluat) | <0,01 | mg/L | 0,02 | 0,02 | 0,1 | 0,2 |

Prüfbericht-Nr: B201927

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

Eingangsdatum 04.02.2020
Auftrag-Nr. A190230
Probe-Nr. P202003267
Probenehmer / -eingang AG / Nightstar
Prüfort Horn & Co. Analytics GmbH
Untersuchungszeitraum 04.02.2020 - 07.02.2020

| Ansprechpartner | FAX | Telefon |
|--------------------------------|--------------|----------------|
| Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe | 02941 / 3582 | 02941 / 5404 |

Probenbezeichnung MP BS 13-19

Herkunftsort Delbrück-Schöning, Erschließung Baugebiet

Entnahmeort Delbrück-Schöning, Erschließung Baugebiet

| Parameter | Meßwert | Einheit | Z0 Boden - L/S | Z1.1 Boden | DK 0 | DK 1 |
|--------------------------------|---------|---------|----------------|------------|-------|-------|
| DOC (Eluat) | 2,70 | mg/L | | | 50 | 50 |
| Chlorid-IC (Eluat) | 0,34 | mg/L | 30 | 30 | 80 | 1500 |
| Cyanid, gesamt (Eluat) | <0,005 | mg/L | 0,005 | 0,005 | | |
| Cyanid, l. freisetzbar (Eluat) | <0,005 | mg/L | | | 0,01 | 0,1 |
| Fluorid-IC (Eluat) | 0,11 | mg/L | | | 1 | 5 |
| Sulfat-IC (Eluat) | 0,96 | mg/L | 20 | 20 | 100 | 2000 |
| Antimon (Eluat) | <0,005 | mg/L | | | 0,006 | 0,03 |
| Arsen (Eluat) | <0,01 | mg/L | 0,014 | 0,014 | 0,05 | 0,2 |
| Barium (Eluat) | <0,01 | mg/L | | | 2 | 5 |
| Blei (Eluat) | <0,01 | mg/L | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,2 |
| Cadmium (Eluat) | <0,001 | mg/L | 0,0015 | 0,0015 | 0,004 | 0,05 |
| Chrom, gesamt (Eluat) | <0,005 | mg/L | 0,0125 | 0,0125 | 0,05 | 0,3 |
| Molybdän (Eluat) | <0,01 | mg/L | | | 0,05 | 0,3 |
| Kupfer (Eluat) | <0,01 | mg/L | 0,02 | 0,02 | 0,2 | 1 |
| Nickel (Eluat) | <0,01 | mg/L | 0,015 | 0,015 | 0,04 | 0,2 |
| Quecksilber (Eluat) AAS | <0,0001 | mg/L | 0,0005 | 0,0005 | 0,001 | 0,005 |
| Selen (Eluat) | <0,01 | mg/L | | | 0,01 | 0,03 |
| Zink (Eluat) | 0,058 | mg/L | 0,15 | 0,15 | 0,4 | 2 |

Horn & Co. Analytics GmbH, Hünsborn 07.02.2020



i.A. Dorothea Egbun
 Projektmanagement

Formblatt VA-HuK-025-F1

Probenvorbereitungsprotokoll

A. Allgemeine Angaben

| | | | |
|----------------------------|--------------------------------|-------------------|------------|
| Datum | 04.02.2020 | Proben-Nr. | P202003267 |
| Auftraggeber | Kleegräfe Geotechnik GmbH | | |
| Ansprechpartner | Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe | | |
| Probenkennzeichnung | MP BS 13-19 | | |

B. Probenahmeinformationen

| | | |
|-----------------------------|--|---|
| Probenahme durch | <input type="checkbox"/> Horn & Co. Analytics GmbH | <input checked="" type="checkbox"/> Auftraggeber |
| PN-Protokoll | <input checked="" type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> vorhanden <input checked="" type="checkbox"/> n. vorhanden |
| Vorbereitung vor Ort | <input checked="" type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> bekannt <input checked="" type="checkbox"/> n. bekannt |
| Probenart | Boden | |
| Probenmenge | <input checked="" type="checkbox"/> Masse[kg]: 3,6 | <input type="checkbox"/> Volumen[L]: |

C. Untersuchungsinformationen

| | |
|---|--|
| Untersuchung gem. Untersuchungsparameter | <input checked="" type="checkbox"/> LAGA Boden <input type="checkbox"/> LAGA Bauschutt <input checked="" type="checkbox"/> DepV <input type="checkbox"/> PAK nach RuVA-Stb 01 <input type="checkbox"/> sonst.: |
| Bemerkungen | <input type="checkbox"/> physikalisch <input checked="" type="checkbox"/> anorganisch Feststoff <input checked="" type="checkbox"/> anorg. Eluat <input checked="" type="checkbox"/> leichtflüchtig |
| | <input type="checkbox"/> biologisch <input checked="" type="checkbox"/> organisch Feststoff <input checked="" type="checkbox"/> organ. Eluat |

D. Probenvorbereitung (von der Labor- zur Prüfprobe)

| | |
|------------------------------|--|
| Sortierung | <input checked="" type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja: |
| Siebung | <input checked="" type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja Siebschnitt [mm] |
| Durchgang [%] | Analytik von <input type="checkbox"/> Durchgang <input type="checkbox"/> Rückstand <input checked="" type="checkbox"/> gesamt |
| Zerkleinerung | <input type="checkbox"/> Nein <input checked="" type="checkbox"/> Ja <input checked="" type="checkbox"/> Brechen <input checked="" type="checkbox"/> Shreddern <input type="checkbox"/> sonstiges: |
| Teilung | <input type="checkbox"/> 1/4-Teilung <input checked="" type="checkbox"/> Riffelteiler <input type="checkbox"/> Rotationsverteiler <input type="checkbox"/> sonstiges: |
| Prüf-/Rückstellproben | Originalsubstanz <input type="checkbox"/> Nein <input checked="" type="checkbox"/> Ja [g]: 500 <input checked="" type="checkbox"/> Rückstellprobe |
| | Trockensubstanz <input type="checkbox"/> Nein <input checked="" type="checkbox"/> Ja [g]: 100 <input type="checkbox"/> Rückstellprobe |
| | Probe für Eluat <input type="checkbox"/> Nein <input checked="" type="checkbox"/> Ja [g]: 100 <input type="checkbox"/> Rückstellprobe |

E. Probenaufbereitung (von der Prüf- zur Messprobe)

| | |
|------------------------------|--|
| Trocknung | <input checked="" type="checkbox"/> bei 105°C <input type="checkbox"/> chemisch <input type="checkbox"/> Lufttrocknung <input type="checkbox"/> sonstiges: |
| Feinzerkleinerung | <input type="checkbox"/> Nein <input checked="" type="checkbox"/> Ja <input checked="" type="checkbox"/> Mahlen <input type="checkbox"/> Schneiden <input type="checkbox"/> sonstiges: |
| Siebung | <input checked="" type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja Endfeinheit [mm] |
| Prüf-/Rückstellproben | Gemahlene TS <input type="checkbox"/> Nein <input checked="" type="checkbox"/> Ja [g]: 50 <input checked="" type="checkbox"/> Rückstellprobe |

F. Sonstiges

| | |
|---------------------|--|
| Bemerkungen | |
| Ort / Datum | Wenden / 04.02.2020 |
| Unterschrift |  i.A. Dr. Axel Blatt |

ANLAGE 8.1

Setzungsberechnung Streifenfundamente
(Nichtunterkellerung)

| Boden | γ [kN/m ³] | γ' [kN/m ³] | φ [°] | c [kN/m ²] | E _s [MN/m ²] | v [-] | Bezeichnung |
|---|----------------------------------|-----------------------------------|------------------|---------------------------|--|----------|-----------------------|
|  | 17.5 | 9.5 | 32.5 | 0.0 | 18.0 | 0.00 | Füllsand, mitteldicht |
|  | 22.0 | 14.0 | 37.5 | 0.0 | 80.0 | 0.00 | Schotter, dicht |
|  | 18.0 | 10.0 | 32.5 | 0.0 | 22.0 | 0.00 | Sand, mitteldicht |
|  | 19.0 | 11.0 | 35.0 | 0.0 | 35.0 | 0.00 | Sand, dicht |

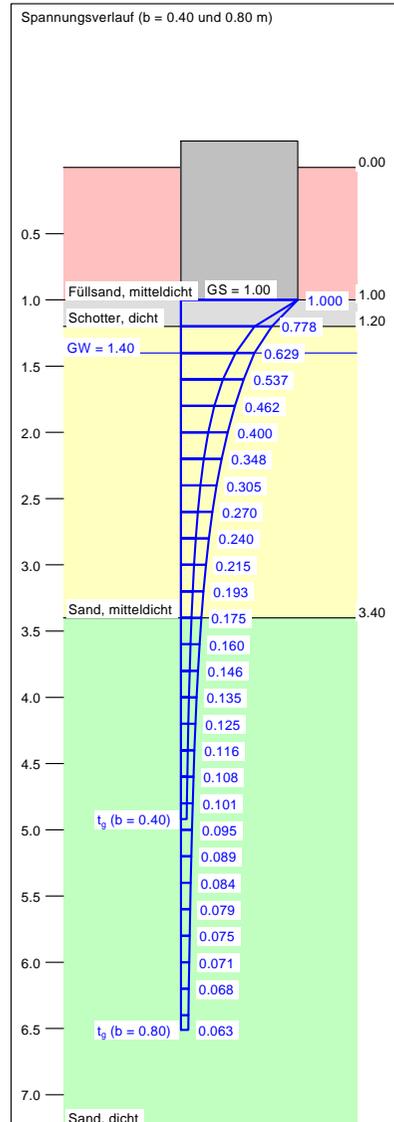
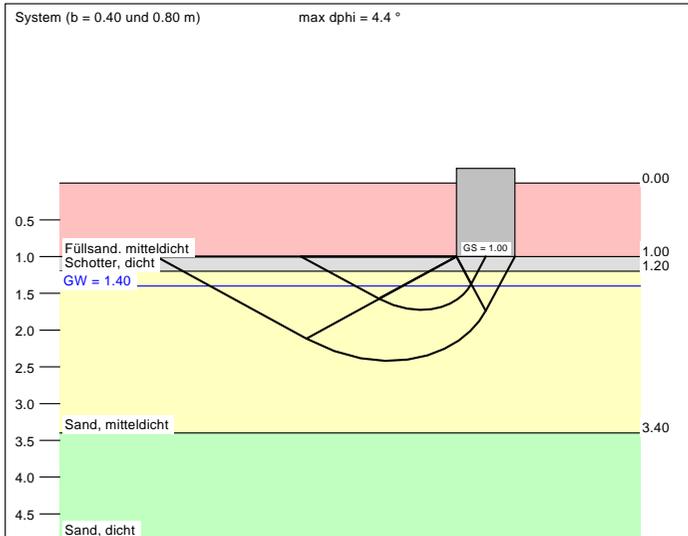
Nichtunterkellerung Gründung über Streifenfundamente

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

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

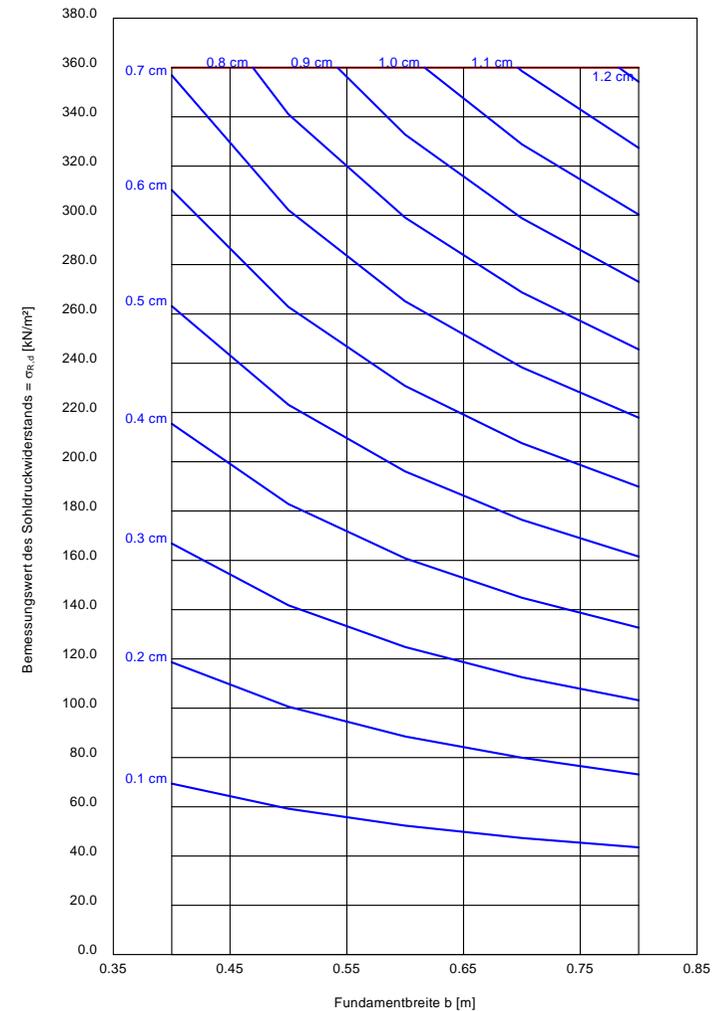
$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 $\sigma_{R,d}$ auf 360.00 kN/m² begrenzt
 Gründungssohle = 1.00 m
 Grundwasser = 1.40 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt

 Sohldruck
 Setzungen



| a [m] | b [m] | $\sigma_{R,d}$ [kN/m ²] | R _{n,d} [kN/m] | $\sigma_{E,k}$ [kN/m ²] | s [cm] | cal φ [°] | cal c [kN/m ²] | γ_z [kN/m ³] | $\sigma_{\dot{u}}$ [kN/m ²] | t _g [m] | UK LS [m] | k _s [MN/m ²] |
|-------|-------|-------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|--------|-------------------|----------------------------|---------------------------------|---|--------------------|-----------|-------------------------------------|
| 12.00 | 0.40 | 360.0 | 144.0 | 252.6 | 0.71 | 33.6 | 0.00 | 17.23 | 17.50 | 4.92 | 1.72 | 35.7 |
| 12.00 | 0.50 | 360.0 | 180.0 | 252.6 | 0.85 | 33.4 | 0.00 | 16.07 | 17.50 | 5.38 | 1.90 | 29.8 |
| 12.00 | 0.60 | 360.0 | 216.0 | 252.6 | 0.98 | 33.3 | 0.00 | 15.22 | 17.50 | 5.79 | 2.07 | 25.7 |
| 12.00 | 0.70 | 360.0 | 252.0 | 252.6 | 1.11 | 33.2 | 0.00 | 14.57 | 17.50 | 6.17 | 2.24 | 22.9 |
| 12.00 | 0.80 | 360.0 | 288.0 | 252.6 | 1.22 | 33.1 | 0.00 | 14.07 | 17.50 | 6.51 | 2.42 | 20.7 |

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



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

ANLAGE 9.1
Fotodokumentation

Situation am 09.01.-14.01.2020



Foto 1: Bereich der Bohrung BS 1/GWM 1; Blickrichtung: ~ NW

Situation am 09.01.-14.01.2020



Foto 2: Bereich der Bohrung BS 2/GWM 2; Blickrichtung: ~ NW

Situation am 09.01.-14.01.2020



Foto 3: Bereich der Bohrung BS 3; Blickrichtung: ~ SW

Situation am 09.01.-14.01.2020



Foto 4: Bereich der Bohrung BS 4; Blickrichtung: ~ NW

Situation am 09.01.-14.01.2020

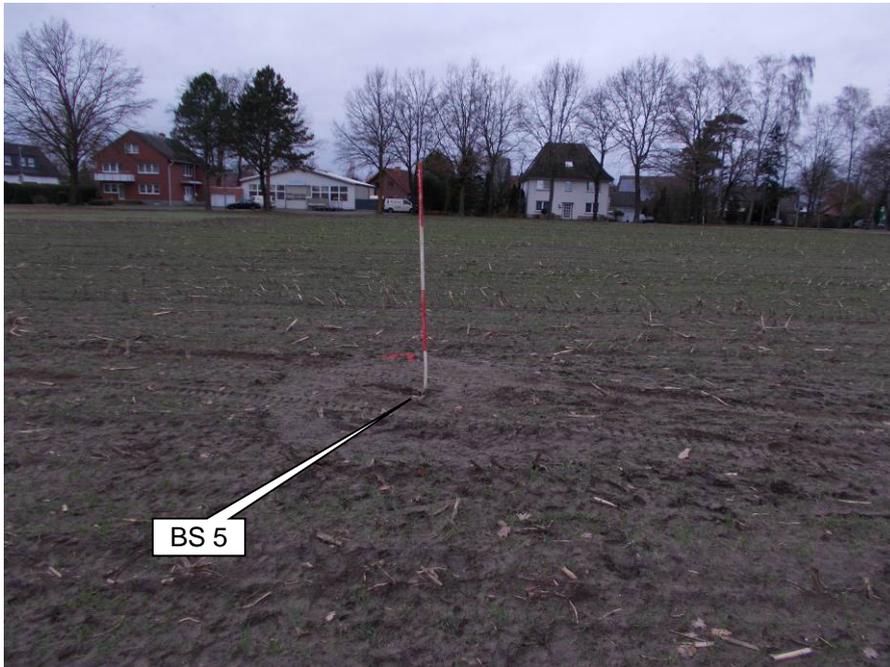


Foto 5: Bereich der Bohrung BS 5; Blickrichtung: ~ NW

Situation am 09.01.-14.01.2020

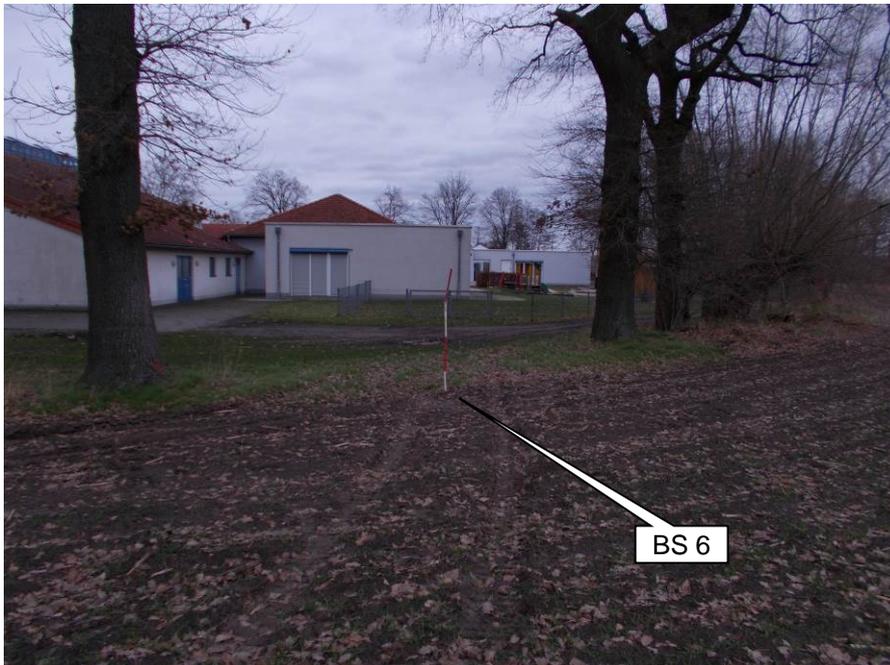


Foto 6: Bereich der Bohrung BS 6; Blickrichtung: ~ NO

Fotodokumentation

Seite 4

Anlage 9.1

Situation am 09.01.-14.01.2020



Foto 7: Bereich der Bohrung BS 7/GWM 7; Blickrichtung: ~ SSO

Situation am 09.01.-14.01.2020

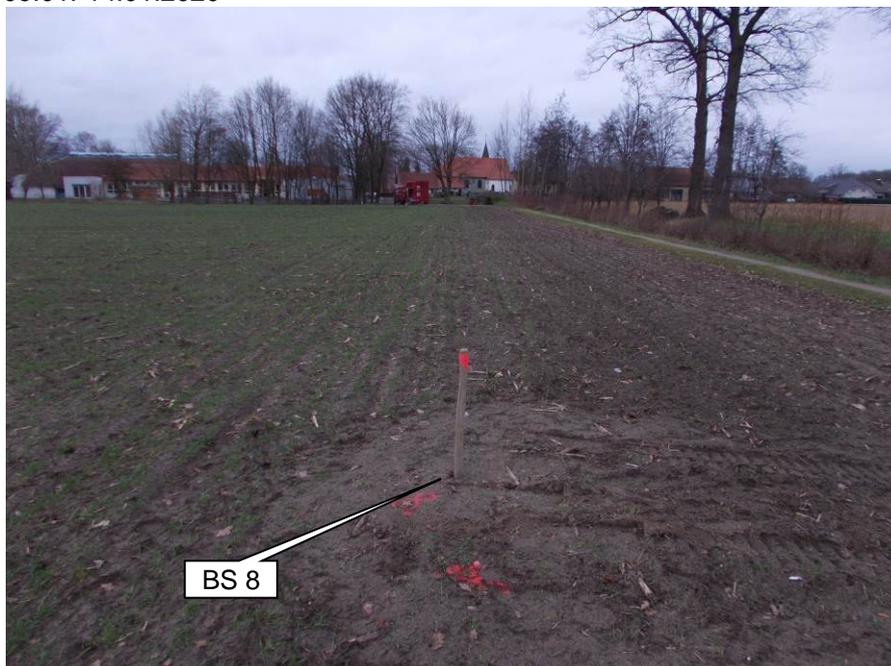


Foto 8: Bereich der Bohrung BS 8; Blickrichtung: ~ NNW

Situation am 09.01.-14.01.2020



Foto 9: Bereich der Bohrung BS 9/GWM 9; Blickrichtung: ~ NNW

Situation am 09.01.-14.01.2020



Foto 10: Bereich der Bohrung BS 10; Blickrichtung: ~ NNW

Fotodokumentation

Seite 6

Anlage 9.1

Situation am 09.01.-14.01.2020

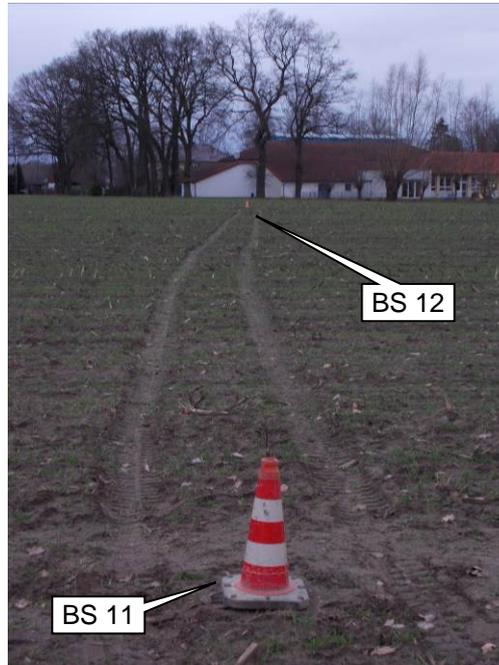


Foto 11: Bereich der Bohrungen BS 11 und BS 12; Blickrichtung: ~ NNW

Situation am 09.01.-14.01.2020

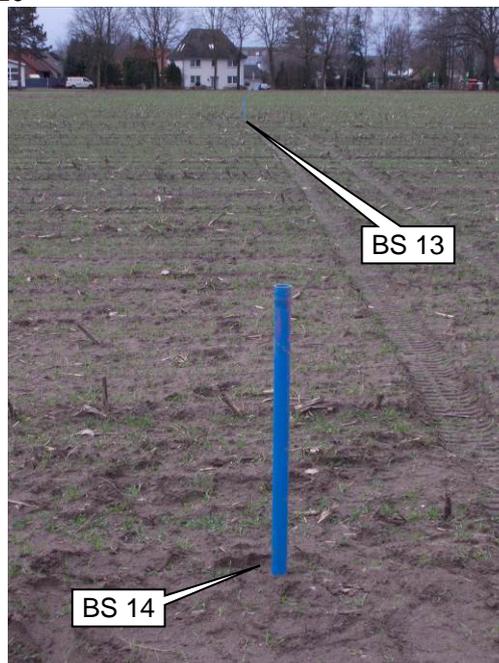


Foto 12: Bereich der Bohrungen BS 13 und BS 14; Blickrichtung: ~ NNW

Fotodokumentation

Seite 7

Anlage 9.1

Situation am 09.01.-14.01.2020



Foto 13: Bereich der Bohrung BS 15; Blickrichtung: ~ NNW

Situation am 09.01.-14.01.2020



Foto 14: Bereich der Bohrung BS 16; Blickrichtung: ~ NNW

Situation am 09.01.-14.01.2020



Foto 15: Bereich der Bohrung BS 17/GWM 17; Blickrichtung: ~ NNW

Situation am 09.01.-14.01.2020



Foto 16: Bereich der Bohrung BS 18; Blickrichtung: ~ NNW

Situation am 09.01.-14.01.2020



Foto 17: Bereich der Bohrung BS 19/GWM 19; Blickrichtung: ~ ONO

Situation am 09.01.-14.01.2020



Foto 18: Übersichtsfoto mit der Bohrung BS 17/GWM 17; Blickrichtung: WSW