

Geotechnischer Bericht / Umweltechnische Stellungnahme

Bauvorhaben: Neubau Klärschlammverbrennungs-
anlage, Imhoffstraße, 94315 Straubing
- Hofstetten

Gegenstand: Baugrunderkundung,
Baugrundgutachten,
Altlastenvoruntersuchung

Auftraggeber: Biomasseverwertung Straubing GmbH
Carl-von-Linde-Str. 38
85716 Unterschleißheim

Projektnummer 19162114 (1. Ausfertigung)

Bearbeiter: Dipl.-Ing. (FH) M. Loibl

Datum: 24.03.2020

Dieser geotechnische Bericht umfasst 36 Seiten und 6 Anlagen.



IMH
Ingenieurgesellschaft für
Bauwesen und Geotechnik mbH
Dipl.-Ing. (FH) S. Müller
Geschäftsführer



Dipl.-Ing. (FH) M. Loibl
Sachbearbeiter

Geschäftsführer:

Dipl.-Ing. (FH) S. Müller
Dipl.-Ing. (FH) C. Hartl

Deggendorfer Straße 40
94491 Hengersberg

Telefon (09901) 94905-0
Telefax (09901) 94905-22

info@imh-baugeo.de
www.imh-baugeo.de

- Baugrunduntersuchung
- Altlastenuntersuchung
- Beweissicherung
- Erschütterungsmessung
- Lärmmessung
- Hydrologie
- Geothermie
- Spezialtiefbau
- Erd-/Grundbaustatik
- Kontrollprüfungen



Sitz der Gesellschaft:
Hengersberg
Registergericht
Deggendorf HRB 2564

Inhaltsverzeichnis:

| | |
|---|-----------|
| 1. BAUVORHABEN UND AUFTRAG | 4 |
| 2. UNTERLAGEN | 4 |
| 3. UNTERSUCHUNGEN | 4 |
| 3.1 FELD- UND LABORUNTERSUCHUNGEN | 4 |
| 3.2 UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE/ SCHICHTENFOLGE | 7 |
| 3.3 WASSERVERHÄLTNISSE | 9 |
| 4. CHARAKTERISTISCHE BODENKENNWERTE, BODENKLASSIFIKATION | 11 |
| 5. FOLGERUNGEN FÜR DIE GRÜNDUNG | 13 |
| 5.1 GRÜNDUNGSEMPFEHLUNG | 13 |
| 5.2 FLACHGRÜNDUNG | 14 |
| 5.2.1 EINZEL-/ STREIFENFUNDAMENTE AUF BODENSCHICHT 2 UND 3 – (GERINGE BAUWERKSLASTEN) UND BODENSCHICHT 4 (HOHE BAUWERKSLASTEN) | 14 |
| 5.2.2 GRÜNDUNGSPLATTE | 17 |
| 5.3 SONDERGRÜNDUNGSMAßNAHMEN | 18 |
| 5.3.1 BODENSTABILISIERUNG DURCH SAND-ZEMENT-SÄULEN (CSV-VERFAHREN) | 18 |
| 5.3.2 RÜTTELSTOPFSÄULEN UNVERMÖRTELT | 19 |
| 5.3.3 BETONRÜTTELSÄULEN | 19 |
| 6. HINWEISE FÜR DIE AUSSCHREIBUNG | 20 |
| 6.1 ALLGEMEINES | 20 |
| 6.2 HOMOGENBEREICHE | 21 |
| 6.3 HOMOGENBEREICHE NACH DIN 18 300 „ERDARBEITEN“ (2019-09) | 22 |
| 6.4 HOMOGENBEREICHE NACH DIN 18 301 (2019-09) „BOHRARBEITEN“ UND DIN 18 304 „RAMM-, RÜTTEL- UND PRESSARBEITEN“ (2019-09) | 23 |
| 7. HINWEISE FÜR DIE BAUAUSFÜHRUNG | 24 |
| 7.1 ALLGEMEINE HINWEISE | 24 |
| 7.2 BAUGRUBENBÖSCHUNG/ WASSERHALTUNG/ VERBAU | 24 |
| 7.3 ERDARBEITEN | 29 |
| 7.4 AUFSCHWIMMEN | 30 |
| 7.5 ABDICHTUNG / DRÄNUNG | 30 |
| 7.6 VERSICKERUNGSMÖGLICHKEIT | 31 |
| 8. ORIENTIERENDE ABFALLTECHNISCHE VORUNTERSUCHUNG | 32 |
| 8.1 PROBENAHMEN/ ANALYTIK | 32 |
| 8.2 BEWERTUNGSGRUNDLAGEN | 32 |
| 8.3 ERGEBNIS, ZUSAMMENFASSUNG, FAZIT | 33 |

| | |
|---|-----------|
| 9. ORIENTIERENDE BODENLUFTUNTERSUCHUNGEN | 34 |
| 9.1 BEWERTUNGSGRUNDLAGEN | 34 |
| 9.2 EINSTUFUNG UND BEWERTUNG DER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE | 35 |
| 10. ERGÄNZENDE HINWEISE UND EMPFEHLUNGEN | 35 |

Tabellenverzeichnis:

| | |
|-----------------|---|
| Tabelle 1: | Ansatzhöhen/Endteufen der Felderkundungen |
| Tabelle 2: | Ausgeführte Laborversuche |
| Tabelle 3: | Wasserstände |
| Tabelle 4a, 4b: | Charakteristische Bodenkennwerte |
| Tabelle 5: | Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands für Streifenfundamente auf Bodenschicht 2 und 3 – bindige Deckschicht und Sande, mind. steife Konsistenzen und mitteldichte Lagerung |
| Tabelle 6: | Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands für Streifenfundamente auf Bodenschicht 4 – Kiese, mind. mitteldichte Lagerung |
| Tabelle 7: | Homogenbereiche Boden B1 bis B4 nach DIN 18 300 „Erdarbeiten“ (2019-09) |
| Tabelle 8: | Homogenbereiche Boden B1 nach DIN 18 301 (2019-09) „Bohrarbeiten“ und DIN 18 304 „Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten“ (2019-09) |
| Tabelle 9: | Charakteristischer Spitzendruck $q_{b,k}$ |
| Tabelle 10: | Charakteristische Mantelreibung $q_{s,k}$ |
| Tabelle 11: | Ergebnisse der Abfalltechnischen Untersuchung |

Anlagenverzeichnis:

| | |
|-----------|---|
| Anlage 1: | Planunterlagen |
| Anlage 2: | Bodenprofile, Rammsondierungen |
| Anlage 3: | Kopfblätter, Schichtenverzeichnisse |
| Anlage 4: | Laboruntersuchungen |
| Anlage 5: | Fotozusammenstellung |
| Anlage 6: | Grundwassermessdaten innerhalb Kläranlage |

1. BAUVORHABEN UND AUFTRAG

Die Biomasseverwertung Straubing GmbH plant in der Imhoffstraße in Straubing den Neubau einer Klärschlammverbrennungsanlage. Der Bauherr erteilte mit Schreiben vom 26.08.2019 den Auftrag an die IMH Ingenieurgesellschaft mbH Baugrunderkundungen durchzuführen und ein Baugrundgutachten zu erstellen. Grundlage der Auftragserteilung ist unser Kostenangebot vom 27.09.2018.

Es ist geplant, eine Klärschlammverbrennungsanlage (Abmessungen ca. 72 x 50 / 28,5 m) zu errichten. Die Gebäudeteile Anliefer- und Stapelbunker sollen großflächig aufliegen. Die UK Bodenplatte des Anlieferbunkers liegt ca. 5 m u. GOK und die UK Bodenplatte des Stapelbunkers ca. 1 m u. GOK. Hier soll ggf. eine Plattengründung erfolgen. Die Gebäude in leichter Stahlbauweise und verfahrenstechnische Anlagen werden eher punktuell gegründet. Ggf. sind Tiefergründungen erforderlich. Die Bauwerke werden bis ca. 30 m hoch, der geplante Schornstein ca. 60 m. Zusätzlich sollen Containerstellplätze und eine Fahrzeugwaage errichtet werden.

Das derzeit auf dem Grundstück befindliche Gebäude soll rückgebaut werden. Zum derzeitigen Planungsstand liegen keine Lastangaben vor.

Das Bauvorhaben ist nach DIN EN 1997-1 (2014-03) der geotechnischen Kategorie 2 zuzuordnen.

Der Standort kann den Lageplänen der Anlage 1 entnommen werden.

2. UNTERLAGEN

U1: Geologische Karte von Bayern M 1 : 500.000

U2: Geologische Karte von Bayern M 1 : 25.000, Donau1 (Straubing, Straßkirchen)

U3: Hydrogeologische Karte von Bayern, M 1 : 100.000, Planungsregion 12, Donau-Wald

U4: Luftbild, Historische Karte, Bayernatlas

U5: Lageplan M 1:500 Rev. 02, Aufstellungsplan Grundriss M 1:100 Rev. 01, Schnitt A-A M 1:100 Rev. 01, 11.01.2018, Pöry Deutschland GmbH, Hamburg

3. UNTERSUCHUNGEN

3.1 Feld- und Laboruntersuchungen

Am 23.10.2019 wurden auftragsgemäß vier Kleinrammbohrungen (BS) und sechs Sondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH – dynamic probing heavy) abgeteuft. Zusätzlich wurden vom 06.-11.02.2020 zwei Rammkernbohrungen DN 178 (B) abgeteuft. Die Ansatzpunkte wurden mittels GPS in Lage und Höhe eingemessen und gehen aus dem Detaillageplan der Anlage 1.3 und den Fotoaufnahmen der Anlage 5 hervor.

Die Kleinrammbohrungen (BS) und Rammkernbohrungen (B) dienen dabei zur Erkundung des Untergrundes unter baugrundtechnischen Aspekten und auch hinsichtlich eventuell vorliegender Altlasten. Die Sondierungen mit der schweren Rammsonde DPH und Bohrlochrammsondierungen BDP wurden zur Feststellung der Lagerungsdichten der Bodenschichten niedergebracht.

Die aufgeschlossenen Bodenprofile wurden durch den Gutachter in Anlehnung an DIN 4023, DIN EN ISO 14688-1, DIN EN ISO 14689-1 und DIN EN ISO 22475-1 dokumentiert und das Bohrgut einer Vor-Ort-Prüfung der sensorischen Merkmale Aussehen und Geruch unterzogen. Es erfolgte eine Bodenansprache nach DIN 18 196.

Die nachfolgenden Ansatzpunkte der Aufschlüsse wurden mittels GPS im Koordinatenreferenzsystem „**ETRS89 / UTM – Zone 33**“ und im Höhen Bezugssystem „**DHHN2016 (NHN)**“ eingemessen.

Tabelle 1: Ansatzhöhen/ Endteufen der Felderkundungen

| Erkundungsart | Rechtswert | Hochwert | Ansatzhöhe [m ü. NHN] | Endteufe | |
|---------------|-------------|--------------|--------------------------|------------|------------|
| | | | | [m u. GOK] | [m ü. NHN] |
| B 1 | 325966.5680 | 5419014.4530 | 315,87 | 12,50 | 303,37 |
| B 2 | 325952.0580 | 5418967.9550 | 315,23 | 12,60 | 302,63 |
| BS 1 | 325910.8489 | 5418986.1095 | 315,60 | 3,00 | 312,60 |
| BS 2 | 325916.1777 | 5418968.8351 | 315,58 | 3,00 | 312,58 |
| BS 3 | 325965.5790 | 5418958.1349 | 315,41 | 7,20 | 308,21 |
| BS 4 | 325966.0679 | 5419022.5345 | 315,90 | 8,00 | 307,90 |
| DPH 1 | 325928.8071 | 5418981.0051 | 315,53 | 10,00 | 305,53 |
| DPH 2 | 325965.2391 | 5418958.3868 | 315,42 | 10,00 | 305,42 |
| DPH 3 | 325964.7674 | 5418974.9932 | 315,45 | 10,00 | 305,45 |
| DPH 4 | 325950.6092 | 5419005.9845 | 316,02 | 10,00 | 306,02 |
| DPH 5 | 325986.5069 | 5419007.7660 | 315,86 | 11,00 | 304,86 |
| DPH 6 | 325965.8354 | 5419022.9395 | 315,92 | 11,00 | 304,92 |

Die Bodenprofile, Rammdiagramme können der Anlage 2 entnommen werden. Die zugehörigen Schichtenverzeichnisse und Kopfblätter nach DIN EN ISO 14688-1, DIN EN ISO 14689-1 und DIN EN ISO 22475-1 sind in der Anlage 3 zusammengestellt.

Zur Überprüfung der augenscheinlichen Ansprache und Ermittlung der Bodengruppen nach DIN 18 196 wurden gestörte Bodenproben im Erdbaulabor der IMH GmbH untersucht. Die Analyse einer Wasserprobe und die Untersuchung der Bodenproben / -mischprobe auf altlastenspezifische Parameter gemäß Leitfaden zur Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen und Untersuchung der Bodenluft-Proben erfolgte im chemischen Labor der Wessling Laboratorien GmbH, Neuried.

Tabelle 2: Ausgeführte Laborversuche

| Entnahmestelle | Tiefe [m u GOK] | Wassergehalt | Siebanalyse | Sieb-/Schlammmanalyse | Fließ- und Ausrollgrenze | Glühverlust | LCPC-Abrasivitätsversuch | Bodengas auf C1 – C5, LHKW, BTEX | Leitfaden zur Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen 2005, Anlage 2 und 3 | Deponieverordnung | Organikparameter TOC und Glühverlust nach DepV | Betonangriff nach DIN 4030-2 bzw. DIN EN 206-1 |
|--|---------------------------------|--------------|-------------|-----------------------|--------------------------|-------------|--------------------------|----------------------------------|--|-------------------|--|--|
| BS2-D2 | 1,0 | x | | | x | | | | | | | |
| BS3-D3 | 2,5 | x | | | x | | | | | | | |
| BS3-D5 | 4,0-6,5 | x | | x | | | | | | | | |
| Mischprobe BS3-D6 BS4-D5 | 7,0 7,0-8,0 | x | x | | | | | | | | | |
| B2-EP12 | 10,5 | x | | | x | | | | | | | |
| B1-EP8 | 6,7 | | | | | | x | | | | | |
| B2-EP10 | 8,0 | | | | | | x | | | | | |
| B1-WP | - | | | | | | | | | | | x |
| BS1-D1 | 0,25 | | | | | | | | x | | | |
| Mischprobe BS1-D2 BS2-D2 BS3-D2/D3 | 1,0 1,0 1,0 / 2,5 | | | | | | | | x | | | |
| Mischprobe BS2-D1 BS3-D1 BS4-D1 | 0,1 0,1 0,1 | | | | | | | | x | | x | |
| Mischprobe BS1-D3/D4 BS2-D3 BS3-D4/D5 | 2,0 / 3,0 2,1-3,0 3,0-6,5 | | | | | | | | x | | | |

| Entnahmestelle | Tiefe [m u GOK] | Wassergehalt | Siebanalyse | Sieb-/Schlämmanalyse | Fließ- und Ausrollgrenze | Glühverlust | LCPC-Abrasiveitätsversuch | Bodengas auf C1 – C5, LHKW, BTEX | Leitfaden zur Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen 2005, Anlage 2 und 3 | Deponieverordnung | Organikparameter TOC und Glühverlust nach DepV | Betonangriff nach DIN 4030-2 bzw. DIN EN 206-1 |
|-------------------------|-----------------|--------------|-------------|----------------------|--------------------------|-------------|---------------------------|----------------------------------|--|-------------------|--|--|
| Mischprobe BS4-D2/D3 | 1,0 / 2,0 | | | | | | | | x | | | |
| BS4-D4 | 3,0-6,0 | | | | | | | | x | | | |
| BS1 | - | | | | | | | x | | | | |
| BS3 | - | | | | | | | x | | | | |

Die Laborprotokolle sind in der Anlage 4 zusammengefasst.

3.2 Untergrundverhältnisse/ Schichtenfolge

Gemäß U2 (vgl. Anlage 1.2a) ist im Untersuchungsgebiet mit älteren Auenablagerungen in Form von sandigen Kiesen, meist unter Auenmergel bis –sand zu rechnen.

Aufgrund der teilweise begrünten Flächen ist mit einer 10 – 40 cm mächtigen Mutterbodenauflage (Homogenbereich O) zu rechnen.

Der bei den Felderkundungen angetroffene Untergrund kann nach derzeitigen Erkenntnissen in folgende Bodenschichten eingeteilt werden (vgl. Anlage 1.3).

Bodenschicht 1 – Auffüllungen

In dieser Bodenschicht wurden bei BS 1 ab Ansatzpunkt bis ca. 0,25 m u. GOK braunrau gefärbte Auffüllungen in Form von schluffigen, tonigen, sandigen Kiesen und Beimengungen von Ziegelresten aufgeschlossen. Die Auffüllungsböden resultieren daraus, dass dieser Bereich immer wieder als Lagerfläche dient. Für diese Böden können lockere bis mitteldichte Lagerungsverhältnisse abgeschätzt werden.

Nach DIN 18 196 können diese Böden überwiegend mit dem Gruppensymbol A[GU*/GT*] gekennzeichnet werden. Nach DIN 18 300 (2012-09) handelt es sich um Böden der Bodenklasse 4. Bei Wasserzutritt und/ oder dynamischer Belastung sowie Entspannung sind je nach Höhe der bindigen Anteile deutliche Verschlechterungen der bodenmechanischen Kennwerte mit Zuordnung zu Bodenklasse 2 möglich.

Die Böden der Bodenschicht 1 können in Anlehnung an die DIN 18300 „Erdarbeiten“ (2019-09) dem Homogenbereich B1 und in Anlehnung an die DIN 18 301 (2019-09) „Bohrarbeiten“ und DIN 18304 „Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten“ (2019-09) dem Homogenbereich B1 zugeordnet werden (siehe Kap. 6.3 und Kap. 6.4).

Bodenschicht 2 – bindige Deckschicht (Tone / Schluffe)

In dieser Bodenschicht wurden unter Bodenschicht 1 bzw. unter dem Mutterboden BS 1 bis ca. 1,2 m u. GOK, bei BS 2, BS 4, B 2 bis ca. 2,0 m u. GOK, bei BS 3, B 1 bis ca. 2,8 u. GOK hellbraun/ grau bis braun gefärbte schluffige Tone und tonige Schluffe mit unterschiedlich hohem Feinsand- und Kiesanteil aufgeschlossen. Nach der örtlichen Bodenansprache und den durchgeführten Laboruntersuchungen besitzen diese Böden steife bis halbfeste Konsistenzen.

Nach DIN 18 196 können diese Böden überwiegend mit dem Gruppensymbol TL/TM/UL/UM gekennzeichnet werden. Nach DIN 18 300 (2012-09) handelt es sich um Böden der Bodenklasse 4. Bei Wasserzutritt und/ oder dynamischer Belastung sowie Entspannung sind deutliche Verschlechterungen der bodenmechanischen Kennwerte mit Zuordnung zu Bodenklasse 2 möglich.

Die Böden der Bodenschicht 2 können in Anlehnung an die DIN 18300 „Erdarbeiten“ (2019-09) dem Homogenbereich B2 und in Anlehnung an die DIN 18 301 (2019-09) „Bohrarbeiten“ und DIN 18304 „Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten“ (2019-09) dem Homogenbereich B1 zugeordnet werden (siehe Kap. 6.3 und Kap. 6.4).

Bodenschicht 3 – Sande

In dieser Bodenschicht wurden unter Bodenschicht 2 bei BS 1, BS 2 bis zum Endteufenbereich von 3,0 m u. GOK, bei BS 3 bis ca. 6,5 u. GOK, bei BS 4, B 2 bis ca. 6,0 m u. GOK, bei B 1 bis ca. 4,75 m u. GOK grau bis gelbgrau/ graubraun gefärbte Sande und Feinsande mit unterschiedlich hohem Schluff-, Ton- und Kiesanteil aufgeschlossen. Bei B 1 wurden bei ca. 4,4 m u. GOK und ca. 4,7 m u. GOK organische Einlagerungen aufgeschlossen. Nach den durchgeführten Rammsondierungen können diesen Böden überwiegend mitteldichte Lagerungsverhältnisse zugeordnet werden.

Nach DIN 18 196 können diese Böden überwiegend mit dem Gruppensymbol SU/ST/SU*/ST* gekennzeichnet werden. Nach DIN 18 300 (2012-09) handelt es sich um Böden der Bodenklasse 3, 4. Bei Wasserzutritt und/ oder dynamischer Belastung sowie Entspannung sind je nach Höhe der bindigen Anteile deutliche Verschlechterungen der bodenmechanischen Kennwerte mit Zuordnung zu Bodenklasse 2 möglich.

Diese Bodenschicht ist grundwasserführend.

Die Böden der Bodenschicht 3 können in Anlehnung an die DIN 18 300 „Erdarbeiten“ (2019-09) dem Homogenbereich B2 und in Anlehnung an die DIN 18 301 (2019-09) „Bohrarbeiten“ und DIN 18304 „Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten“ (2019-09) dem Homogenbereich B1 zugeordnet werden (siehe Kap. 6.3 und Kap. 6.4).

Bodenschicht 4 – Kiese

In dieser Bodenschicht wurden unter Bodenschicht 3 bei BS 3, BS 4 bis zum Endteufenbereich von max. 8,0 m u. GOK, bei B 1, B 2 bis ca. 9,4 m u. GOK grau bis braungrau gefärbte Kiese mit unterschiedlich hohem Sand- und Schluffanteil aufgeschlossen. Nach den durchgeführten Rammsondierungen können diesen Böden überwiegend mitteldichte Lagerungsverhältnisse zugeordnet werden.

Nach DIN 18 196 können diese Böden überwiegend mit dem Gruppensymbol GW/GU/GT gekennzeichnet werden. Nach DIN 18 300 (2012-09) handelt es sich um Böden der Bodenklasse 3.

Diese Bodenschicht ist grundwasserführend.

Die Böden der Bodenschicht 4 können in Anlehnung an die DIN 18 300 „Erdarbeiten“ (2019-09) dem Homogenbereich B3 und in Anlehnung an die DIN 18 301 (2019-09) „Bohrarbeiten“ und DIN 18304 „Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten“ (2019-09) dem Homogenbereich B1 zugeordnet werden (siehe Kap. 6.3 und Kap. 6.4).

Bodenschicht 5 – Tertiäre Tone/ Feinsande

In dieser Bodenschicht wurden unter Bodenschicht 4 bei B 1 und B 2 bis ca. 12,6 u. GOK der tertiäre Wasserstauer in Form von blau gefärbten Tonen und einer Zwischenschicht aus schwach schluffigen, tonigen Feinsanden aufgeschlossen. Nach der örtlichen Bodenansprache und dem Laborergebnis können diesen Böden halbfeste bis feste Konsistenzen zugeordnet werden.

Bei dieser Bodenschicht handelt es sich um die grundwassertragende Schicht.

Nach DIN 18 196 können die aufgeschlossenen Böden mit den Gruppensymbolen TA/ST* gekennzeichnet werden. Nach DIN 18 300 (2012.09) handelt es sich um Böden der Bodenklasse 4, 5. Bei Wasserzutritt und dynamischer Belastung sowie Entspannung ist eine Verschlechterung der bodenmechanischen Kennwerte mit Zuordnung zu Bodenklasse 2 möglich.

Die Böden der Bodenschicht 5 können in Anlehnung an die DIN 18 300 „Erdarbeiten“ (2019-09) dem Homogenbereich B4 und in Anlehnung an die DIN 18 301 (2019-09) „Bohrarbeiten“ und DIN 18 304 „Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten“ (2019-09) dem Homogenbereich B1 zugeordnet werden (siehe Kap. 6.3 und Kap. 6.4).

3.3 Wasserverhältnisse

Mit den durchgeführten Erkundungen wurde gespanntes Grundwasser erkundet. Aufgrund Bohrlocheinsturzes konnte bei BS 1 und BS 3 kein direkter Wasserstand im Bohrloch gemessen werden. Die Beurteilung des Wasserstands erfolgte hier aufgrund Bodenansprache „nass“.

Tabelle 3: Wasserstände

| Aufschluss | Ansatzhöhe [m ü. NHN] | Datum | Ruhewasserstand | |
|------------|--------------------------|------------|--------------------|------------|
| | | | [m u. GOK] | [m ü. NHN] |
| B 1 | 315,87 | 11.02.2020 | 3,00 | 312,87 |
| B 2 | 315,23 | 10.02.2020 | 2,50 | 312,73 |
| BS 1 | 315,60 | 23.10.2019 | 2,70 ¹⁾ | 312,90 |
| BS 3 | 315,41 | 23.10.2019 | 3,00 ¹⁾ | 312,40 |
| BS 4 | 315,90 | 23.10.2019 | 2,60 | 313,30 |

¹⁾ Beurteilung aufgrund Bodenansprache „nass“

Die Geländeoberkannte im Bereich der Baumaßnahme liegt i.M. bei ca. 315,6 m ü. NHN.

Mit den Baugrundaufschlüssen wurde am 23.10.2019 und 10./11.02.2020 ein Grundwasserstand von ca. 2,8 m u. GOK (312,8 m ü. NHN) erkundet.

Das Gelände der Kläranlage ist mit Deichen vor Überflutung geschützt. Das Grundwasser ist gespannt. Gemäß Bohrgenehmigung liegt die maßgebliche Druckhöhe HW100 bei 319,35 m ü. NN.

Gemäß der hydrogeologischen Karte (vgl. Anlage 1.2a) kann ein mittlerer quartärer Grundwasserstand nach Stichtagsmessungen von ca. 314,0 m ü. NN abgeschätzt werden. Der tertiäre Grundwasserstand lässt sich nach der hydrogeologischen Karte bei ca. 319-320 m ü. NN abschätzen.

Nach den vom Eigenbetrieb Straubinger Stadtentwässerung und Straßenreinigung vorliegenden Grundwasserdaten von 2013 bis 2020 (vgl. Anlage 6) ist im Bereich innerhalb der Kläranlage mit einem minimalen Grundwasserstand von ca. 312,7 m ü. NN und einem maximalen Grundwasserstand von ca. 314,9 m ü. NN zu rechnen. Somit ist mit einem Grundwasserstand gering unter GOK zu rechnen.

Die Kläranlage ist mit einem Hochwasserrückhaltedamm umgeben. Die Dammkrone östlich der Baumaßnahme wurde am 23.10.2019 mit ca. 320,23 m ü. NHN eingemessen. Die Dammkrone entspricht dem HW100 + 50 cm. Es wird davon ausgegangen, dass der Damm eine Abdichtung bis zum Grundwasserstauer besitzt.

Es ist mit Grundwasserständen bis GOK zu rechnen. Der Bemessungswasserstand sollte mindestens bei GOK angesetzt werden.

Es ist mit unterschiedlich hohen und schwankenden Grundwasserverhältnissen zu rechnen.

3.4 Beton- und Stahlangriff

Die entnommene Wasserprobe B1-WP wurde auf seinen Angriffsgrad gegenüber Beton nach DIN 4030 T.2 und Stahl nach DIN 50929 T.3 untersucht. Gemäß dem Laborergebnis ist das untersuchte Wasser als nicht betonangreifend zu bewerten. Die Korrosionswahrscheinlichkeit von unlegierten und niedriglegierten Stählen in Wässern ist als sehr gering einzustufen.

4. CHARAKTERISTISCHE BODENKENNWERTE, BODENKLASSIFIKATION

Für erdstatische Berechnungen können die in der nachfolgenden Tabelle 4 aufgeführten charakteristischen Bodenkennwerte angewendet werden. Für die Ausschreibung erdbaulicher Arbeiten sind die Bodenkennwerte nach Kap. 6.3 bzw. Kap. 6.4 (Homogenbereichseinteilung) heranzuziehen.

Sofern in der Tabelle Schwankungsbreiten angegeben werden, darf in der Regel mit Mittelwerten gerechnet werden. In kritischen Bauzuständen oder Einzelabschnitten sollte jedoch der ungünstigere Wert in der Berechnung angesetzt werden. Bei der Anwendung der charakteristischen Werte sind zusätzlich die Hinweise nach Kap. 2.4.5 der DIN EN 1997-1 zu berücksichtigen.

Tabelle 4a: Charakteristische Bodenkennwerte

| Nr. | Bodenschicht 1 | Bodenschicht 2 | Bodenschicht 3 |
|--|---------------------------|---|---------------------------|
| Bezeichnung | Auffüllungen | Bindige Deckschicht (Tone/ Schluffe) | Sande |
| Erkundete UK Bodenschicht [m uGOK] | (siehe Anlage 1.3) | (siehe Anlage 1.3) | (siehe Anlage 1.3) |
| Wichte γ_k [kN/m ³] | 19,5 – 21,5 | 19,5 – 21,0 | 19,0 – 21,0 |
| Wichte unter Auftrieb γ'_k [kN/m ³] | 11,0 – 12,5 | 9,5 – 11,0 | 10,5 – 12,5 |
| Reibungswinkel φ'_k [°] | 22,5 – 27,5 ¹⁾ | 22,5 – 27,5 ¹⁾ | 30,0 – 32,5 ¹⁾ |
| Dränierte Kohäsion c'_k [kN/m ²] | 0 | 5 – 15 ¹⁾ | 0 – 2 ¹⁾ |
| Undräßierte Kohäsion $c_{u,k}$ [kN/m ²] | 0 | 50 – 130 ¹⁾ | 0 – 5 ¹⁾ |
| Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m ²] | 10 – 30 | 8 – 25 ¹⁾ | 20 – 60 |
| Konsistenz (je nach Bodenart) | – | steif bis halbfest | – |
| Lagerungsdichte (je nach Bodenart) | locker bis mitteldicht | – | mitteldicht |
| Bodenklasse DIN 18 300 (2012-09) | 4 / 2 ¹⁾ | 4 / 2 ¹⁾ | 3, 4 / 2 ¹⁾ |
| Bodengruppe DIN 18 196 | A[GU*/GT*] | TL/TM/UL/UM | SU/ST/SU*/ST* |

| Nr. | Bodenschicht 1 | Bodenschicht 2 | Bodenschicht 3 |
|--|-------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| Bezeichnung | Auffüllungen | Bindige Deckschicht (Tone/ Schluffe) | Sande |
| Frostempfindlichkeitsklasse gemäß ZTVE-StB 17 | F3 | F3 | F2/F3 |
| Wasserdurchlässigkeit k_f [m/s] | $1 \cdot 10^{-6} - 1 \cdot 10^{-8}$ | $1 \cdot 10^{-9} - 1 \cdot 10^{-10}$ | $1 \cdot 10^{-6} - 1 \cdot 10^{-9}$ |
| Eignung für gründungstechnische Zwecke nach DIN 18 196 | ungeeignet | brauchbar | brauchbar |
| Verdichtungsfähigkeit nach DIN 18 196 | mäßig | sehr schlecht | mäßig |

¹⁾ Konsistenzabhängig

²⁾ Einlagerungen von Steinen, Blöcken etc.

Tabelle 4b: Charakteristische Bodenkennwerte

| Nr. | Bodenschicht 4 | Bodenschicht 5 |
|--|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Bezeichnung | Kiese | Tertiäre Tone/ Feinsande |
| Erkundete UK Bodenschicht [m uGOK] | (siehe Anlage 1.3) | (siehe Anlage 1.3) |
| Wichte γ_k [kN/m ³] | 19,0 – 22,5 | 20,0 – 22,0 |
| Wichte unter Auftrieb γ'_k [kN/m ³] | 11,0 – 13,0 | 10,0 – 12,0 |
| Reibungswinkel φ'_k [°] | 32,5 – 37,5 | 17,5 – 27,5 ¹⁾ |
| Dränierte Kohäsion c'_k [kN/m ²] | 0 | 15 – 40 ¹⁾ |
| Undräßierte Kohäsion $c_{u,k}$ [kN/m ²] | 0 | 60 – 200 ¹⁾ |
| Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m ²] | 80 – 150 | 10 – 40 ¹⁾ |
| Konsistenz (je nach Bodenart) | – | halbfest bis fest |
| Lagerungsdichte (je nach Bodenart) | mitteldicht | – |
| Bodenklasse DIN 18 300 (2012-09) | 3 / 5, 6 ²⁾ | 4, 5 / 2 ¹⁾ |
| Bodengruppe DIN 18 196 | GW/GU/GT | TA/ST* |
| Frostempfindlichkeitsklasse gemäß ZTVE-StB 17 | F1/F2 | F2/ F3 |
| Wasserdurchlässigkeit k_f [m/s] | $1 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-6}$ | $1 \cdot 10^{-9} - 1 \cdot 10^{-11}$ |
| Eignung für gründungstechnische Zwecke nach DIN 18 196 | gut geeignet | brauchbar |
| Verdichtungsfähigkeit nach DIN 18 196 | gut | sehr schlecht |

¹⁾ Konsistenzabhängig

²⁾ Einlagerungen von Steinen, Blöcken etc.

Die in der Tabelle angegebenen Bodenkennwerte beruhen auf den Erkenntnissen der örtlichen Untersuchungen und stützen sich auf die Empfehlungen des Arbeitsausschusses Ufereinfassungen (EAU) sowie den Empfehlungen der ZTVE-StB 17, den Empfehlungen des Arbeitsausschusses Baugruben (EAB) und darüber hinaus auf die Angaben des Grundbautaschenbuches Teil 1.

5. FOLGERUNGEN FÜR DIE GRÜNDUNG

5.1 Gründungsempfehlung

Nach den derzeitigen Informationen werden die überwiegenden Gebäudeteile mind. ca. 1,0 m u. GOK (Frosteinwirkungszone II) gegründet, wobei die Gründungssohle überwiegend in der bindigen Deckschicht (Tone/ Schluffe – Bodenschicht 2) bzw. ggf. in den Sanden (Bodenschicht 3) zum Liegen kommt. Der südlich geplante Anlieferbunker soll ggf. in einer Tiefe von ca. 5,0 m u. GOK unterhalb dem Grundwasserhorizont gegründet werden, weshalb die Gründungssohle ebenfalls in den Sanden (Bodenschicht 3) bzw. nur mehr geringfügig oberhalb der Kiese der Bodenschicht 4 zum Liegen kommt.

Die bindige Deckschicht (Tone/ Schluffe – Bodenschicht 2) und die Sande (Bodenschicht 3) sind zur Gründung von Bauwerken als brauchbar zu bewerten. Die Kiese der Bodenschicht 4 sind für gründungstechnische Zwecke als gut zu bewerten.

Generell kann eine Flachgründung auf der mäßig tragfähigen bindigen Deckschicht (Tone/ Schluffe – Bodenschicht 2) und den Sanden (Bodenschicht 3) erfolgen. Aufgrund der zu erwartenden hohen Lasten wird eine Gründung auf diesen Böden infolge der geringen Scherfestigkeiten und dem hohen Setzungspotential nicht ausführbar sein.

Um wirtschaftlich zulässige Sohlpressungen unter Berücksichtigung möglichst kleiner Fundamentabmessungen zu erreichen, sind Flächengründungen mit Sonderbauweisen/ Sondergründungsmaßnahmen bis mind. zu den Kiesen (Bodenschicht 4) näher in Betracht zu ziehen. Hierbei können z.B. CSV-Säulen, Rüttelstopfsäulen, zur Untergrundverbesserung sowie Betonrüttelsäulen etc. angewendet werden.

Der tiefer projektierte Anlieferbunker kann ggf. auch flach mittels einem Bodenaustausch (etwa 1,0 bis 1,5 m) mit gut verdichtbaren, nicht bindigen Böden (z.B. Kiese) bis zu den Kiesen (Bodenschicht 4) gegründet werden.

Nachfolgend werden Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands sowie Bettungsmodule für die einzelnen Bodenschichten angegeben. Zusätzlich werden die o.g. Untergrundverbesserungsmaßnahmen und die Tiefgründung näher erläutert.

5.2 Flachgründung

5.2.1 Einzel-/ Streifenfundamente auf Bodenschicht 2 und 3 – (geringe Bauwerkslasten) und Bodenschicht 4 (hohe Bauwerkslasten)

Nach DIN 1054 (2010-12) können für die anstehende bindige Deckschicht und Sande der Bodenschicht 2 und 3 (mind. steife Konsistenzen und mitteldichte Lagerung) die in der nachfolgenden Tabelle 5 und für die Kiese der Bodenschicht 4 die in der nachfolgenden Tabelle 6 enthaltenen Bemessungswerte des Sohlwiderstands für einfache Fälle angesetzt werden. In den Tabellenwerten sind die Bodenfestigkeiten sowie die geologische Vorbelastung bereits eingearbeitet. Zwischenwerte können geradlinig interpoliert werden.

In der Sohlaufstandsfläche ggf. witterungsbedingt anzutreffende aufgeweichte Böden, Auffüllungen etc. sind durch eine Magerbetonauffüllung bzw. einen Bodenaustausch zu ersetzen.

Tabelle 5: Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands für Streifenfundamente auf Bodenschicht 2 und 3 – bindige Deckschicht und Sande, mind. steife Konsistenzen und mitteldichte Lagerung

| Kleinste Einbindetiefe des Fundamentes m | Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands b bzw. b' von 0,5 m bis 2,0 m kN/m ² |
|---|--|
| 0,5 | 170 |
| 1,0 | 200 |
| 1,5 | 220 |
| 2,0 | 250 |

ACHTUNG – Die angegebenen Werte sind Bemessungswerte des Sohlwiderstands, keine aufnehmbaren Sohldrücke nach DIN 1054:2005-01 und keine zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054:1976-11.
(Zum Erreichen des aufnehmbaren Sohldrucks σ_{zul} , nach DIN 1054:2005-01 sind die Tabellenwerte um den Faktor 1,4 zu reduzieren ($\sigma_{zul} \approx \sigma_{R,d} / 1,4$))

Voraussetzung für die Anwendung der Tabellenwerte

- Neigung der charakteristischen bzw. repräsentativen Sohldruckresultierenden
 $\tan \delta = H / V \leq 0,2$
- Keine klaffende Fuge in der Sohlfläche infolge der aus ständigen Einwirkungen resultierenden charakteristischen Beanspruchung. Bei Rechteckfundamenten ist diese Bedingung eingehalten, wenn die Sohldruckresultierende innerhalb der ersten Kernweite liegt.

- Bei außermittiger Lage der Sohldruckresultierenden darf nur derjenige Teil A' der Sohlfläche angesetzt werden, für den die resultierende charakteristische bzw. repräsentative Beanspruchung im Schwerpunkt steht, also bei Rechteckfundamenten mit den Seitenlängen b_L und b_B und zugeordneten Außermittigkeiten e_L und e_B die Fläche:

$$A' = b_L' \cdot b_B' = (b_L - 2 \cdot e_L) \cdot (b_B - 2 \cdot e_B)$$

- Die Anwendung der genannten Werte für den Bemessungswert des Sohlwiderstands kann bei mittig belasteten Fundamenten zu Setzungen in der Größenordnung von 2 bis 4 cm führen.

Erhöhung der Tabellenwerte

- Ist die Einbindetiefe auf allen Seiten des Gründungsköpers $d > 2,00$ m, so darf der Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands um die Spannung erhöht werden, die sich aus der 1,4-fachen Bodenentlastung ergibt, die sich aus der über 2 m hinausgehenden Tiefe ergibt. Dabei darf der Boden weder vorübergehend noch dauernd entfernt werden, solange die maßgebende Beanspruchung vorhanden ist.
- Bei Rechteckfundamenten mit einem Seitenverhältnis $b_L / b_B < 2$ bzw. $b_L' / b_B' < 2$ und bei Kreisfundamenten darf der Tabellenwert um 20 % erhöht werden.

Verminderung der Tabellenwerte

- Bei Fundamentbreiten zwischen 2,00 und 5,00 m muss der in der Tabelle angegebene Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands um 10% je Meter zusätzlicher Fundamentbreite vermindert werden.

Formelzeichen

δ Wand- oder Sohlreibungswinkel [°]

H Horizontallast oder Einwirkungskomponente parallel zur Fundamentsohle [kN]

V Vertikallast oder Komponente der Einwirkungs-Resultierenden normal zur Fundamentsohlfläche [kN]

A' rechnerische Sohlfläche [m²]

b_L' reduzierte Fundamentbreite b_L [m]

b_B' reduzierte Fundamentbreite b_B [m]

b_L längere Fundamentbreite [m]

b_B kürzere Fundamentbreite [m]

e_L Ausmittigkeit der resultierenden charakteristischen bzw. repräsentativen Beanspruchung in der Sohlfläche in Richtung der Fundamentachse x [m]

e_B Ausmittigkeit der resultierenden charakteristischen bzw. repräsentativen Beanspruchung in der Sohlfläche in Richtung der Fundamentachse y [m]

Tabelle 6: Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands für Streifenfundamente auf Bodenschicht 4 – Kiese, mind. mitteldichte Lagerung

| Kleinste Einbindetiefe des Fundamentes m | Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands b bzw. b' kN/m ² | | | | | |
|---|--|------|------|------|------|------|
| | 0,50 | 1,00 | 1,50 | 2,00 | 2,50 | 3,00 |
| 0,50 | 168 | 252 | 336 | 390 | 350 | 310 |
| 1,00 | 228 | 312 | 396 | 430 | 380 | 340 |
| 1,50 | 288 | 372 | 456 | 480 | 410 | 360 |
| 2,00 | 336 | 420 | 504 | 500 | 430 | 390 |

ACHTUNG – Die angegebenen Werte sind Bemessungswerte des Sohlwiderstands, keine aufnehmbaren Sohldrücke nach DIN 1054:2005-01 und keine zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054:1976-11.
(Zum Erreichen des aufnehmbaren Sohldrucks σ_{zul} , nach DIN 1054:2005-01 sind die Tabellenwerte um den Faktor 1,4 zu reduzieren ($\sigma_{zul} \approx \sigma_{R,d} / 1,4$))

Voraussetzung für die Anwendung der Tabellenwerte

- Neigung der charakteristischen bzw. repräsentativen Sohldruckresultierenden
 $\tan \delta = H / V \leq 0,2$
- Eine Mindesteinbindetiefe von 0,8 m ist einzuhalten.
- Keine klaffende Fuge in der Sohlfläche infolge der aus ständigen Einwirkungen resultierenden charakteristischen Beanspruchung. Bei Rechteckfundamenten ist diese Bedingung eingehalten, wenn die Sohldruckresultierende innerhalb der ersten Kernweite liegt.
- Bei außermittiger Lage der Sohldruckresultierenden darf nur derjenige Teil A' der Sohlfläche angesetzt werden, für den die resultierende charakteristische bzw. repräsentative Beanspruchung im Schwerpunkt steht, also bei Rechteckfundamenten mit den Seitenlängen b_L und b_B und zugeordneten Außermittigkeiten e_L und e_B die Fläche:
$$A' = b_L' \cdot b_B' = (b_L - 2 \cdot e_L) \cdot (b_B - 2 \cdot e_B)$$
- Die auf der Grundlage der Tabelle bemessenen Fundamente können sich um ein Maß setzen, das bei Fundamentbreiten bis 1,5 m etwa 1 cm, bei breiteren Fundamenten etwa 2 cm nicht übersteigt.

Erhöhung der Tabellenwerte

- Ist die Einbindetiefe auf allen Seiten des Gründungskörpers $d > 2,00$ m, so darf der Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands um die Spannung erhöht werden, die sich aus der 1,4-fachen Bodenentlastung ergibt, die sich aus der über 2 m hinausgehenden Tiefe ergibt. Dabei darf der Boden weder vorübergehend noch dauernd entfernt werden, solange die maßgebende Beanspruchung vorhanden ist.
- Bei Fundamenten mit mindestens 0,50 m Breite und 0,50 m Einbindetiefe kann bei Rechteckfundamenten mit einem Seitenverhältnis $b_L / b_B < 2$ bzw. $b_L' / b_B' < 2$ und bei Kreisfundamenten der Tabellenwert um 20 % erhöht werden.

Formelzeichen

δ Wand- oder Sohlreibungswinkel [°]

H Horizontallast oder Einwirkungskomponente parallel zur Fundamentsohle [kN]

V Vertikallast oder Komponente der Einwirkungs-Resultierenden normal zur Fundamentsohlfläche [kN]

A' rechnerische Sohlfläche [m²]

b_L' reduzierte Fundamentbreite b_L [m]

b_B' reduzierte Fundamentbreite b_B [m]

b_L längere Fundamentbreite [m]

b_B kürzere Fundamentbreite [m]

e_L Ausmittigkeit der resultierenden charakteristischen bzw. repräsentativen Beanspruchung in der Sohlfläche in Richtung der Fundamentachse x [m]

e_B Ausmittigkeit der resultierenden charakteristischen bzw. repräsentativen Beanspruchung in der Sohlfläche in Richtung der Fundamentachse y [m]

5.2.2 Gründungsplatte

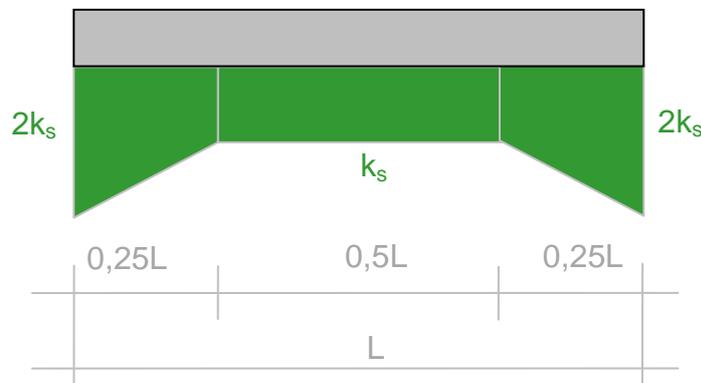
Bei einer Plattengründung kann für die Bemessung einer Bodenplatte nach dem derzeitigen Kenntnisstand auf der bindigen Deckschicht der Bodenschicht 2 und den Sanden der Bodenschicht 3 mit mind. steifen Konsistenzen und mitteldichter Lagerung ein Bettungsmodul $k_s = 2 - 6$ MN/m³ und für die Kiese der Bodenschicht 4 bzw. einem qualifiziert verdichteten Bodenaustausch (z.B. Kiese) bis Bodenschicht 4 ein Bettungsmodul $k_s = 20-50$ MN/m³ (unter Berücksichtigung der geologischen Vorbelastung) abgeschätzt werden.

Unter der Gründungsplatte auf den Böden der Bodenschicht 2 und 3 sollte zusätzlich der Einbau einer unteren Bettungsschicht aus gut verdichtbaren, nicht bindigen Kiesen eingeplant werden.

Da es sich hierbei um eine Kenngröße für die Setzung der Bodenoberfläche unter einer Flächenlast handelt, ist der genaue Bettungsmodul nach Vorlage der Bauwerkslasten und -abmessungen zwingend in einer gesonderten Setzungsberechnung unter Berücksichtigung der Steifemoduln zu ermitteln.

Das klassische Bettungsmodulverfahren (Federkissenmodell) geht davon aus, dass sich die Setzungen proportional zu den Sohlspannungen verhalten und eine Last auf dem Baugrund eine Verformung nur direkt unter der Last selbst hervorruft. Aufgrund der Modellvorstellung von einem Federkissen (diskrete Federn, die keine Verbindung untereinander haben und eine Interaktion nur über generierte Plattenelemente ermöglichen) kann bei diesem Modell keine Setzungsmulde außerhalb der Plattenränder und auf direktem Weg auch keine Schubsteifigkeit des Bodens berücksichtigt werden. Bodenschichtungen und Interaktionen zwischen den Bauwerken können ebenfalls nicht abgebildet werden. Mit dem modifizierten Bettungsmodulverfahren unter Berücksichtigung eines veränderlichen Bettungsmoduls können diese Unzulänglichkeiten näherungsweise erfasst werden. Nach Dörken / Dehne kann dabei der Bettungsmodul von einem konstanten Wert im mittleren Bereich ($= 0,5 \cdot L$) linear auf das Doppelte zum Rand ($= 0,25 \cdot L$) hin ansteigen.

Bild 1: Verteilung des Bettungsmoduls k_s unter der Gründungsplatte



5.3 Sondergründungsmaßnahmen

5.3.1 Bodenstabilisierung durch Sand-Zement-Säulen (CSV-Verfahren)

Bei Gründung des Bauwerkes kann nach derzeitigem Kenntnisstand eine Gründung über Sand-Zement-Säulen bzw. Kalk-Zement-Säulen erfolgen. Die Säulenherstellung ist nach Aushub von Fundamentgräben bzw. rasterartig flächig unter der Bodenplatte von einem befahrbaren Planum, welches aus z.B. ca. 30 cm Recyclingmaterial 0/32 auf einem geotextilen Filtervlies herzustellen ist, möglich. Bei diesem Verfahren fällt kein zusätzlicher Aushub an. Grundwasser unterhalb der Arbeitsebene muss nicht abgesenkt werden.

Das System passt sich den vorgefundenen Bodenverhältnissen bei der Herstellung der Säulen an, so dass lokal vorliegende Schwachstellen, wie z.B. tieferliegende Torflinsen, Feinsandschichten und dergleichen, systembedingt aufgefunden und verbessert werden.

Bei Anwendung des CSV-Verfahrens werden die Säulen in einem bestimmten Raster entsprechend der Belastung unterhalb der Fundamente eingebracht. Aus statischen Gründen ist es nötig, die Fundamente entsprechend der auftretenden Lasten zu bewehren. Behinderungen durch Blöcke, Hölzer etc. sind nicht auszuschließen.

Nach der Stabilisierung und vor Erhärtung der Säulenköpfe sind die Böden und Säulenköpfe statisch abzuwalzen. Zwischen den Säulenköpfen und den Fundamentunterkanten ist eine Ausgleichsschicht in einer Mächtigkeit von 10 cm bis 15 cm anzuordnen. Als Schüttmaterial wird ein Frostschutzkies der Körnung 0/32 empfohlen.

Zur Gründung über Sand-Zement-Säulen (z.B. CSV-Säulen) können Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands von bis zu 350 kN/m² aufgenommen werden.

Die genauen Werte können herstellerbedingt variieren und sind von der ausführenden Spezialtiefbaufirma vorab zu bestätigen.

Zur Vorbemessung und Abschätzung der Säulenzahl darf von einer zulässigen Säulengebrauchslast von ca. 70 kN ausgegangen werden. Je nach Herstellungsverfahren sind auch höhere Säulengebrauchslasten möglich.

Die Dimensionierung und Herstellung der Säulen hat nach dem „Merkblatt für die Herstellung, Bemessung und Qualitätssicherung von Stabilisierungssäulen zur Untergrundverbesserung“ gemäß Arbeitskreis 2.8 DGGT zu erfolgen. Vor Baubeginn und vor Ausführung sind die Berechnungen und Säulanordnungen der ausführenden Spezialtiefbaufirma in jedem Fall mit einem Sachverständigen für Geotechnik bzw. dem Berichtsverfasser abzustimmen. Erst nach Freigabe durch den Baugrundgutachter darf mit der Ausführung begonnen werden. Zum Nachweis der Tragfähigkeit der Säulen sind Probelastungen in Abstimmung mit dem Baugrundsachverständigen durchzuführen.

5.3.2 Rüttelstopfsäulen unvermörtelt

Bei dieser Gründungsvariante werden Löcher mit einem Durchmesser von ca. 300-600 mm und Tiefen, welche ihre Lasten ebenfalls ausschließlich über Mantelreibung abtragen, unterhalb der Fundamentunterkante mit einem Rüttelrohr mit speziell ausgebildetem Kopf eingedrückt. Anschließend wird Schottermaterial eingefüllt und das Rüttelrohr ca. 0,9 m gezogen, wobei Schotter an der Spitze austritt. Durch Wiederabsenken des Rüttelrohrs und Drücken des Kopfes wird das Schottermaterial o. ä. verdichtet und vertikal und seitlich in den anstehenden Boden mit Säulendurchmessern bis ca. 60-80 cm in den anstehenden Boden gedrückt. Dieser Vorgang wiederholt sich pilgerschrittartig.

Die zulässige Tragfähigkeit der einzelnen Säulen wird dabei voraussichtlich im Bereich von ca. 300 bis 350 kN liegen.

Die genaue Dimensionierung der Säulen erfolgt entsprechend dem letztendlich verwendeten Verfahren mit den in diesem geotechnischen Bericht erarbeiteten bodenmechanischen Kenndaten. An einer repräsentativen Stelle im Baufeldbereich ist eine Probelastung einer Schottersäule mit Auswertung durchzuführen. Der Bereich ist vom Sachverständigen für Geotechnik festzulegen.

5.3.3 Betonrüttelsäulen

Die Betonrüttelsäulen werden i. d. R. als unbewehrte Pfähle zur Übertragung von Bauwerkslasten in den tieferen Untergrund eingebracht. Nach DIN EN 12699 kann eine Pfahlkopfbewehrung bzw. eine Bewehrung über die entsprechende Länge in weichen bzw. lockeren Böden erforderlich werden. Dies ist in einer statischen Berechnung zu prüfen.

Die Herstellung der Betonrüttelsäulen erfolgt zweckmäßigerweise von einem befestigten Arbeitsplanum aus, das etwa auf Höhe der Fundamentunterkanten liegt. Ein Stahlrohr mit Aufsatzrüttler wird mäklergeführt in den Boden gerüttelt. Das Rohr ist unten mit einem Verschlussmechanismus oder einer Fußplatte verschlossen. Der Boden wird seitlich verdrängt und dabei soweit als möglich verdichtet.

Nach Erreichen der Absetztiefe beginnt der unter Druck (ca. 2 – 10 bar) ausgeführte Betoniervorgang unter gleichzeitigem langsamen Ziehen des Vortreibrohres, wobei der Beton an der Spitze herausgepresst wird und den Hohlraum sofort verpresst, damit kein Bodenmaterial einbrechen kann und es damit nicht zu Einschnürungen kommt. Danach kann bei Bedarf der Säulenfuß durch mehrere Stopfzyklen, d. h. kurzes Anziehen und Wiederversenken des Vortreibrohres unter gleichzeitigem Pumpen des Betons unter hohem Druck, aufgeweitet und der umgebende Boden weiter verdichtet werden. Je nach anstehendem Boden wird am Fuß eine Bodenkugel ausgebildet.

Die Güte des pumpfähigen Betons wird den statischen Erfordernissen angepasst. Die Herstellung der Betonrüttelsäulen erfolgt mit einem erschütterungs- und geräuscharm arbeitenden hochfrequenten Rüttler.

Durch die volle Bodenverdrängung ist eine Auflockerung des Bodens ausgeschlossen. Beim Gründungsentwurf wird für diese Gründungselemente ein äußeres Tragverhalten angegeben, das sich in Anlehnung an die DIN EN 12699/ DIN EN 1536 und EA-Pfähle aus dem Pfahlwiderstand und der Pfahlkopfschiebung ergibt. Übliche Belastungen sind 400 – 500 kN/Säule.

Die äußere Tragfähigkeit wird bestimmt durch die Beschaffenheit des Aufstandshorizonts. In Fällen, in denen diese Bodenschicht keine ausreichende Tragfähigkeit besitzt, aber aus verdichtungsfähigem Material besteht, kann ihre Belastung durch Einwirkung der Schwingungsenergie des Tiefenrüttlers erheblich gesteigert werden.

6. HINWEISE FÜR DIE AUSSCHREIBUNG

6.1 Allgemeines

Boden und Fels sind entsprechend ihrem Zustand nach DIN 18 300 (2019-09), DIN 18 301 (2019-09) und DIN 18 304 (2019-09) in Homogenbereiche einzuteilen. Der Homogenbereich ist ein begrenzter Bereich, bestehend aus einzelnen oder mehreren Boden- oder Felsschichten, der für z. B. Erdarbeiten, Bohrarbeiten und Ramm-, Rüttel- oder Pressarbeiten vergleichbare Eigenschaften aufweist.

Sind umweltrelevante Inhaltsstoffe zu beachten, so sind diese bei der Einteilung in Homogenbereiche zu berücksichtigen. Die Einteilung in Homogenbereiche ist den nachfolgenden Tabellen zu entnehmen.

6.2 Homogenbereiche

Die nachfolgende Einteilung in Homogenbereiche nach DIN 18300 (2016-09) kann für flächenhaften Aushub Anwendung finden. Bei Lösen von Boden im Bereich von Kanalgräben, wo eine Trennung der einzelnen Bodenschichten nur bedingt möglich ist, sind alle Bodenschichten zu einem Homogenbereich zusammenzufassen. Eine Trennung erfolgt lediglich zwischen Boden (Homogenbereiche B1 bis B4) und z. B. anstehendem Felsgestein (Homogenbereich X1 bis Xx).

Aufgrund der teilweisen Begrünung des Baugeländes ist eine bis ca. 40 cm mächtige Mutterbodenauflage (Homogenbereich O) entsprechend Anlage 1.3 und Anlage 2 vorhanden. Der Mutterboden ist in nutzbarem Zustand zu erhalten und vor Vernichtung und Vergeudung zu schützen (§ 202 BauGB „Schutz des Mutterbodens“).

Für die Korngrößenverteilung werden die Kornkennzahlen im Übergangsbereich zwischen den einzelnen Böden (Massenanteil Ton, A/ Massenanteil Schluff, B/ Massenanteil Sand, C/ Massenanteil Kies, D/ Massenanteil Steine Blöcke große Blöcke, E) als Ober- und Untergrenze angegeben. Die angegebenen Zahlenwerte beschreiben den Massenanteil in Prozent. Auf eine Darstellung der Körnungsbänder wird verzichtet.

Die in den nachfolgenden Tabellen angegebenen Zahlenwerte beziehen sich direkt auf die einzelnen Homogenbereiche/ Böden. Wenn in den Tabellen keine Zahlenwerte angegeben sind, begründet sich dies durch die unterschiedlichen Böden. Hierbei ist zwischen bindigen und gemischt-/ grobkörnigen Böden zu unterscheiden.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die nachfolgenden Kennwerte ausschließlich zur Beschreibung der Eigenschaften der einzelnen Homogenbereiche zu verwenden sind. Für Berechnungen sind die charakteristischen Bodenkennwerte nach Tabelle 4, Kap. 4 heranzuziehen!

Durch die derzeit noch nicht auf die DIN 18 300 (2019-09) überarbeitete DIN 4020 hinsichtlich erforderlicher Beurteilungen und Bauhinweise in einem Geotechnischen Bericht, ist die vorliegende Homogenbereichseinteilung als vorläufig anzusehen.

Vorliegend wurden die Homogenbereiche unter Berücksichtigung der für den gelösten Boden und Fels vorgesehenen Verwendung festgelegt. Sollen verschiedene Böden oder Fels unterschiedlich verwendet werden, sind sie getrennt zu lösen und hierfür jeweils eigene Homogenbereiche zu bilden und entsprechend anzupassen.

6.3 Homogenbereiche nach DIN 18 300 „Erdarbeiten“ (2019-09)**Tabelle 7: Homogenbereiche Boden B1 bis B4 nach DIN 18 300 „Erdarbeiten“ (2019-09)**

| Parameter | Homogenbereich B1 | Homogenbereich B2 | Homogenbereich B3 | Homogenbereich B4 |
|--|--|---|---|--|
| | Bodenschicht 1 | Bodenschicht 2, 3 | Bodenschicht 4 | Bodenschicht 5 |
| ortsübliche Bezeichnung | Auffüllungen | bindige Deckschicht, Sande | Kiese | Tertiäre Tone/ Feinsande |
| Kornkennzahl A; B; C; D; E (untere/ obere) | A (0/10); B (10/30); C (20/60); D (60/0); E (10/0) | A (0/50); B (5/50); C (20/0); D (70/0); E (5/0) | A (0/10); B (0/20); C (10/70); D (75/0); E (15/0) | A (0/50); B (15/50); C (30/0); D (50/0); E (5/0) |
| Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke nach DIN EN ISO 14 688-1 [%] | 0 – 10 | 0 – 5 | 0 – 15 | 0 – 5 |
| Dichte (feucht) nach DIN EN ISO 17 892-2 oder DIN 18 125-2 [g/cm ³] | 1,95 – 2,15 | 1,9 – 2,15 | 1,9 – 2,15 | 2,0 – 2,2 |
| undräßierte Scherfestigkeit nach DIN 4094-4 oder DIN 18 136 oder DIN 18 137-2 [kN/m ²] | 0 – 25 | 5 – 100 | 0 – 10 | 70 – 150 |
| Wassergehalt nach DIN EN ISO 17 892-1 [%] | 5 - 25 | 15 - 35 | 0 - 18 | 10 - 30 |
| Plastizitätszahl nach DIN 18 122-1 [%] | ¹⁾ | 0 – 40 ¹⁾ | ¹⁾ | 0 – 60 ¹⁾ |
| Konsistenzzahl nach DIN 18 122-1 | ¹⁾ | 0,75 – 1,25 ¹⁾ | ¹⁾ | 1,0 – >1,25 ¹⁾ |
| Lagerungsdichte: Definition nach DIN EN ISO 14 688-2, Bestimmung nach DIN 18 126 | 0,15 – 0,5 ²⁾ | 0,3 – 0,5 ²⁾ | 0,3 – 0,75 ²⁾ | 0,5 – >0,75 ²⁾ |
| organischer Anteil nach DIN 18 128 [%] | 0 – 6 | 0 – 4 | 0 – 3 | 0 – 3 |

| Parameter | Homogenbereich B1 | Homogenbereich B2 | Homogenbereich B3 | Homogenbereich B4 |
|--|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| | Bodenschicht 1 | Bodenschicht 2, 3 | Bodenschicht 4 | Bodenschicht 5 |
| Bodengruppe nach DIN 18 196 | A[GU*/GT*] | TL/TM/UL/UM, SU/ST/SU*/ST* | GW/GU/GT | TA/ST* |
| Kohäsion nach DIN 18 137-1 bis -3 [kN/m ²] | 0 – 5 | 0 – 30 | 0 – 5 | 15 – 50 |
| Abrasivität nach NFP 18-579 | schwach abrasiv bis abrasiv | nicht abrasiv bis schwach abrasiv | schwach abrasiv bis stark abrasiv | schwach abrasiv bis stark abrasiv |

¹⁾ Nur bei bindigen Böden

²⁾ Nur bei gemischt- und grobkörnigen Böden

6.4 Homogenbereiche nach DIN 18 301 (2019-09) „Bohrarbeiten“ und DIN 18 304 „Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten“ (2019-09)

Tabelle 8: Homogenbereiche Boden B1 nach DIN 18 301 (2019-09) „Bohrarbeiten“ und DIN 18 304 „Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten“ (2019-09)

| Parameter | Homogenbereich B1 |
|---|---|
| | Bodenschicht 1, 2, 3, 4, 5 |
| ortsübliche Bezeichnung | Auffüllungen, bindige Deckschicht, Sande, Kiese, Tertiäre Tone/ Feinsande |
| Kornkennzahl A; B; C; D; E (untere/ obere) | A (0/50); B (0/50); C (10/0); D (75/0); E (15/0) |
| Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke nach DIN EN ISO 14 688-1 [%] | 0 – 15 |
| Dichte (feucht) nach DIN EN ISO 17 892-2 oder DIN 18 125-2 [g/cm ³] | 1,9 – 2,2 |
| undrännierte Scherfestigkeit nach DIN 4094-4 oder DIN 18 136 oder DIN 18 137-2 [kN/m ²] | 0 – 150 |
| Wassergehalt nach DIN EN ISO 17 892-1 [%] | 0 – 35 |
| Plastizitätszahl nach DIN 18 122-1 [%] | 0 – 60 ¹⁾ |
| Konsistenzzahl nach DIN 18 122-1 | 0,75 – >1,25 ¹⁾ |
| Lagerungsdichte: Definition nach DIN EN ISO 14 688-2, Bestimmung nach DIN 18 126 | 0,15 – >0,75 ²⁾ |
| organischer Anteil nach DIN 18 128 [%] | 0 – 6 |

| Parameter | Homogenbereich B1 |
|--|---|
| | Bodenschicht 1, 2, 3, 4, 5 |
| Bodengruppe nach DIN 18 196 | A[GU*/GT*], TL/TM/UL/UM, SU/ST/SU*/ST*, GW/GU/GT, TA/ST* |
| Kohäsion nach DIN 18 137-1 bis -3 [kN/m ²] | 0 – 50 |
| Abrasivität nach NFP 18-579 | nicht abrasiv bis stark abrasiv |

¹⁾ Nur bei bindigen Böden

²⁾ Nur bei gemischt- und grobkörnigen Böden

7. HINWEISE FÜR DIE BAUAUSFÜHRUNG

7.1 Allgemeine Hinweise

Die nachfolgend dargestellten Hinweise für die Bauausführung sind als Empfehlungen für die Bauausführung nach DIN 4020 anzusehen.

Die Wahl des Bauverfahrens, des Bauablaufes und der Förderwege sowie die Wahl und der Einsatz der Geräte sind nach DIN 18 300 (2019-09) Sache des Auftragnehmers.

7.2 Baugrubenböschung/ Wasserhaltung/ Verbau

Die Geländeoberkannte im Bereich der Baumaßnahme liegt i.M. bei ca. 315,6 m ü. NHN.

Wie bereits in Kap. 3.3 dargestellt, wurde mit den Baugrundaufschlüssen am 23.10.2019 und 10./11.02.2020 ein Grundwasserstand von ca. 2,8 m u. GOK (312,8 m ü. NHN) erkundet.

Gemäß der hydrogeologischen Karte (vgl. Anlage 1.2a) kann ein mittlerer quartärer Grundwasserstand nach Stichtagsmessungen von ca. 314,0 m ü. NN abgeschätzt werden. Jahreszeitlich bedingt ist jedoch mit unterschiedlich stark schwankenden Grundwasserverhältnissen zu rechnen.

Nach den vom Eigenbetrieb Straubinger Stadtentwässerung und Straßenreinigung vorliegenden Grundwasserdaten von 2013 bis 2020 (vgl. Anlage 6) ist im Bereich innerhalb der Kläranlage mit einem minimalen Grundwasserstand von ca. 312,7 m ü. NN und einem maximalen Grundwasserstand von ca. 314,9 m ü. NN zu rechnen. Somit ist mit einem Grundwasserstand gering unter GOK zu rechnen.

Böschungen (Voraushub) für Bauteilgründungen ca. 1,0 m u. GOK

Die überwiegenden Gründungssohlen sind ca. 1,0 m u. GOK geplant, weshalb hier bei Mittelwasserständen nur untergeordnet Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich werden und anfallendes Schichtenwasser, Oberflächenwasser etc. mittels Pumpensämpfe und Dränagen entsorgt werden können.

Nach DIN 4124 dürfen nicht verbaute Baugruben und Gräben mit einer Tiefe $\leq 1,25$ m ohne besondere Sicherung mit senkrechten Wänden hergestellt werden, wenn die anschließende Geländeoberfläche bei nichtbindigen und weichen bindigen Böden nicht steiler als 1:10 oder bei mindestens steifen bindigen Böden nicht steiler als 1:2 ansteigt. Am oberen Rand ist beidseitig ein mindestens 0,60 m breiter Schutzstreifen freizuhalten. Bei Grabentiefen bis 0,80 m darf auf einer Seite auf den Schutzstreifen verzichtet werden. Nicht verbaute Baugruben und Gräben mit einer Tiefe $\leq 1,75$ m können nur unter Einhaltung aller Voraussetzungen gemäß DIN 4124 abgeböschert bzw. gesichert hergestellt werden.

Ohne rechnerischen Nachweis der Standsicherheit dürfen nach DIN 4124 für die Böden der Bodenschicht 1 Böschungswinkel $\beta \leq 60^\circ$ bei Böschungshöhen bis 5,0 m ausgeführt werden. Hierfür ist am oberen Böschungsrand ein mindestens 1,20 m breiter Schutzstreifen freizuhalten.

Für Fahrzeuge, Baumaschinen oder Baugeräte ist gemäß DIN 4124 bei nicht verbauten Baugruben und Gräben mit Böschungen ein Abstand zwischen der Außenkante der Aufstandsfläche und der Böschungskante von mindestens

- $\geq 1,00$ m für Fahrzeuge, die die zul. Achslasten nach StVZO einhalten (z. B. PKW, Omnibusse, übliche Lastzüge) und Baugeräte bis 12 t Gesamtgewicht
- bzw. $\geq 2,00$ m für Fahrzeuge, die die zul. Achslasten nach StVZO überschreiten und Baugeräte bei mehr als 12 t bis 40 t Gesamtgewicht.

Bei höheren Böschungen oder wenn ungünstige Gegebenheiten oder ein ungünstiger Einfluss (z. B. Störungen des Bodengefüges, Verfüllungen oder Aufschüttungen, Grundwasserabsenkungen, Zufluss von Schichtenwasser, anstehendes Grundwasser, starke Erschütterungen, etc.) die Standsicherheit oder bauliche Anlagen o. ä. gefährden, sind Böschungen entsprechend flacher auszubilden und durch eine Böschungsbruchberechnung nachzuweisen und ggf. zu verbauen. Lose Steine/ Blöcke sind abzutragen!

Böschungen mit einer Böschungsneigung im Bereich der maximal zulässigen Neigungen sind vor Witterungseinflüssen zu schützen. Im Allgemeinen reicht hierzu ein Abdecken mit Folien aus. Es ist in jedem Fall auf eine funktionsfähige Windsogsicherung zu achten.

Verbau für Anlieferbunker

Die UK Bodenplatte des Anlieferbunkers soll ca. 5 m u. GOK gegründet werden, wonach die Gründungssohle mind. ca. 3,4 m unter dem Mittelwasserstand liegt.

Offene Wasserhaltungsmaßnahmen mit nicht dichten Verbauarten sind aufgrund der hohen Wasserdurchlässigkeiten der Böden der Bodenschicht 3 und 4 nur bis zu einer max. Absenktiefe von ca. 0,3-0,4 m möglich. Tiefere Absenkungen können aufgrund der weitreichenden Absenktrichter und der damit verbundenen Schädigungen von nachbarschaftlicher Bebauung nicht ausgeführt werden.

Es wird daher bei tieferen Baugruben (z.B. Anlieferbunker) ein dichter Baugrubenverbau mittels z. B. einer Spundwand etc. bis zum Wasserstauer (Bodenschicht 5) mit Restwasserhaltung empfohlen. Um einen ausreichenden Dichtungseffekt zu erreichen, ist die Spundwand mindestens 0,5 bis 1,0 m in den Grundwasserstauer (Bodenschicht 5) einzubinden.

Nach den vorliegenden Erkundungsergebnissen steht die grundwasserstauende Bodenschicht 5 unterhalb von ca. 9,4 m u. GOK (305,8-306,5 m ü. NHN) an.

Um den Dichtungseffekt im Bereich des Grundwasserstauers nicht zu stören, sind die Einbringhilfen höchstens bis 0,5 m über Spundwandfuß vorzunehmen. Aufgrund der Wasserstände ist darauf zu achten, dass eine zusätzliche Schloßabdichtung (z. B. Bitumenverguß) der Spundwanddielen sowie eine Restwasserhaltung einzukalkulieren sind.

Zusätzlich sind aufgrund der Lagerungsdichte der Kiese (mitteldicht bis ggf. dicht) und der halbfesten bis festen Konsistenzen des Wasserstauers Rammbehinderungen gegeben, weshalb Zusatzmaßnahmen wie Vorbohren/ Spülen/ Austauschbohrungen auch hinsichtlich Erschütterungsminimierung notwendig werden.

Spundwände:

Spundwände sind biege- und knicksteife Elemente, welche zur Sicherung eines Geländesprungs, einer Baugrube oder als Abdichtung gegen Wasser oder auch gegen kontaminierte Böden eingesetzt werden.

Bei der Herstellung von Spundwänden werden die einzelnen Profile nacheinander, je nach gewählter Einbringtechnik (Schlagrammen, Vibrieren bzw. Rütteln, Pressen, Einstellen), in den Boden eingebracht und über die sogenannten Schlösser zu durchlaufenden Wänden verbunden. Die Verfahrenswahl wird vor allem durch die Bodenverhältnisse, die Bohlenlänge und das Bohlenprofil (Form und Gewicht), die erforderliche Einbringtiefe, den anstehenden Boden sowie das Baustellenumfeld (Nähe zur angrenzenden Bebauung, vorhandene Leitungen) bestimmt. Während Vibrationsverfahren, als auch Pressverfahren sehr schnell bei sehr festen Tonen und Schluffen, sehr dicht gelagerte Sanden und Kiesen, sowie alle Böden mit Steineinschlüssen an ihre Grenzen kommen ist beim Schlagrammverfahren trotz einer mittleren bis schweren Rammbarkeit dennoch mit einem weiteren Rammfortschritt zu rechnen. Zudem können fünf verschiedene Einbringhilfen zur Anwendung kommen, die, neben der Minimierung von Erschütterungen und Lärm, den Einbringwiderstand soweit herabsetzen können, sodass dieser wieder in den ausführbaren Bereich des gewählten Verfahrens verschoben wird. Neben Niederdruckspülen, Hochdruckspülen und Lockerungsbohrungen, zählen auch Austauschbohrungen und Lockerungssprengen zu den ausführbaren Einbringtechniken. Für weichen Fels gibt es außerdem noch die Möglichkeit die Spundbohlen durch Meißelspitzen bzw. aufgeschweißte Stahllaschen zu verstärken.

Neben U-Spundwandprofilen/-bohlen, bei denen die Spundwandschlösser in der Systemachse liegen, gibt es auch Z-Bohlen, deren Schlösser an den Flanschen angeordnet sind. Schlossverbindungen sind grundsätzlich nicht dicht. Um die Schlösser gegen Wasser abzudichten, müssen diese daher mit einem Dichtungsmittel verfüllt werden. Während Schlossverfüllungen auf bituminöser Basis zumeist für temporäre Zwecke (mehrfach verwendete Spundbohlen) herangezogen werden empfiehlt sich für permanente Abdichtungen eine werkseitige Dichtung der Schlösser aus Polyurethan. Die größte Dichtigkeit wird durch Verschweißen der Spundbohlen erreicht.

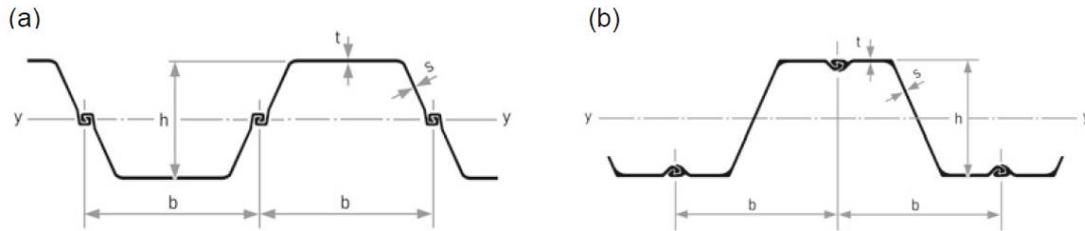


Bild 2: Wellenförmige Spundwände – U-Bohlen (a) und Z-Bohlen (b)

Durch Anker bzw. Steifen, welche über Gurte auf die einzelnen Spundwandbohlen wirken, können diese abgestützt werden. Die Gurte werden zumeist auf angeschweißte Konsolen aufgelegt oder aufgehängt.

In den oberflächennahen Böden ist überwiegend von einer mittleren Rammung auszugehen. Durch ggf. Einlagerungen von Steinen, Blöcken in Auffüllungen und ggf. dichten Lagerungsverhältnissen in den Kiesen (Bodenschicht 4) können Rammbehinderungen nicht ausgeschlossen werden. Die tertiären Tone/ Feinsande der Bodenschicht 5 sind nicht rammbar. Es sind grundsätzlich Einbringhilfen wie z.B. Vorbohren/ Auflockerungsbohrungen/ Austauschbohrungen auch zur Reduzierung von Erschütterungen einzuplanen!

Die entsprechenden Eindringwiderstände und Bodenklassen können den Bodenprofilen der Anlage 2 als auch der Tabelle 4 entnommen werden.

Zur Bemessung der Spundwände dürfen die in Tabelle 9 und 10 aufgeführten Spannen von Erfahrungswerten für Mantelreibung und Spitzendruck gemäß EAB / EA-Pfähle verwendet werden. Die Hinweise der EAB / EA-Pfähle sind zu berücksichtigen. Für die Böden der Bodenschicht 1 können gemäß EAB / EA-Pfähle keine Erfahrungswerte für Mantelreibung angesetzt werden.

Die Tiefe und Schwere der Einbringung der Spundwände ist abhängig von der Größe des Spundwandprofils und der Schwere der Rammgeräte. Es sollte ein möglichst langsam schlagendes Rammgerät (Schlagzahl ≤ 100 Schläge/Minute) eingesetzt werden. Bei geeigneter Wahl des Rammgerätes sollte bei der letzten Hitze (10 Schläge) die Eindringung weniger als 3 cm betragen.

Die Anwendung der in nachstehenden Tabellen aufgeführten Erfahrungswerte für den charakteristischen Spitzendruck $q_{b,k}$ bzw. für die charakteristische Mantelreibung $q_{s,k}$ setzt ein Einrammen der Profile voraus. Es ist Folgendes zu beachten:

- Werden die Spundbohlen eingerüttelt, dann müssen die angegebenen Erfahrungswerte für Mantelreibung und Spitzendruck auf 75 % abgemindert werden.
- Werden die Spundbohlen bis zur vollen Sohlentiefe mit Hilfe von Auflockerungsbohrungen oder Spüllanzen eingebracht, dürfen Spitzendruck und Mantelreibung nur angesetzt werden, wenn diese durch den Fachplaner bzw. Sachverständigen für Geotechnik bestätigt werden.

Tabelle 9: Charakteristischer Spitzendruck $q_{b,k}$

| Bodenschicht-Nr. | Spitzendruck $q_{b,k}$ im Bruchzustand in MN/m ² |
|--|---|
| 4 (quartäre Kiese) | 7,5 – 10,0 |
| 5 (tertiäre Tone/ Feinsande) | 1,0 – 1,5 |
| Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden. | |

Tabelle 10: Charakteristische Mantelreibung $q_{s,k}$

| Bodenschicht-Nr. | Mantelreibung $q_{s,k}$ im Bruchzustand in kN/m ² |
|--|--|
| 2 (bindige Deckschicht) | 10 – 15 |
| 3 (Sande) | 10 – 20 |
| 4 (quartäre Kiese) | 20 – 30 |
| 5 (tertiäre Tone/ Feinsande) | 20 – 25 |
| Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden. | |

Bei Spundwänden ergibt sich die maßgebende Fuß- bzw. Aufstandsfläche aus der vorhandenen Stahlquerschnittsfläche gemäß nachfolgendem Bild (aus EAB, 5. Auflage, Bild EB 85-1 a).

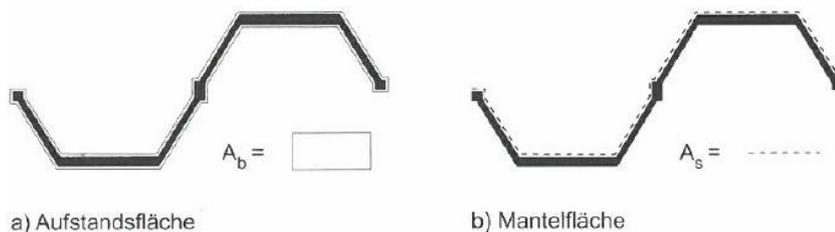


Bild 3: Wirksame Aufstandsfläche und Mantelfläche bei geramten Wellenspundwänden

Der Nachweis der Abtragung der Vertikalkräfte ist zu führen. Geringere Einbindetiefen als $t_g = 3,00$ m bei geramten Spundwänden sind ohne genaueren Nachweis nicht zulässig.

Sofern der Nachweis der genannten Einbindetiefe nicht eingehalten wird, muss der ermittelte Fußwiderstand mit dem Anpassungsfaktor η_t abgemindert werden. Dieser Anpassungsfaktor darf wie folgt ermittelt werden:

$$\eta_t = (t_g - 0,50 \text{ m}) / 2,50 \text{ m} \quad \text{bei gerammten Spundwänden}$$

7.3 Erdarbeiten

für Bauwerkshinterfüllungen

Nach ZTVE-StB 17 sind für Hinterfüllbereiche sowie den Überschüttbereich grobkörnige und gemischtkörnige Böden der Bodengruppen SW/SI/SE/GW/GI/GE/SU/ST/GU/GT nach DIN 18 196 geeignet. In Verbindung mit einer qualifizierten Bodenverbesserung können auch gemischt- und feinkörnige Böden der Gruppen SU*/ST*/GU*/GT*/TL/TM/UM/UL nach DIN 18 196 verwendet werden. Böden und Baustoffe nach den TL BuB E-StB, sofern sie in o. g. grob- und gemischtkörnigen Bodengruppen mit weniger als 15 Gew.-% Korn unter 0,063 mm entsprechen, können ebenfalls eingebaut werden. Bei Straßen der Belastungsklassen \geq Bk10 der RStO 12 sollten vorzugsweise grobkörnige Böden der Gruppe SW, SI, GW, GI zum Einsatz kommen.

Die Böden der Bodenschicht 1, 2, 3 sind als schlecht bis sehr schlecht verdichtbar, die Sande der Bodenschicht 3 als mäßig verdichtbar einzustufen, weshalb diese Böden nur mittels Zusatzmaßnahmen (z.B. Bodenverbesserung) wieder einbaufähig sind. Die Kiese der Bodenschicht 4 sind als gut verdichtbar einzustufen und nach Abtrocknung (bei Grundwasserkontakt) für den Wiedereinbau als gut geeignet zu beurteilen. Es ist deshalb Fremdmaterial einzuplanen.

Die Hinterfüllung ist lagenweise (höchstens 30 cm Dicke) mit einem Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 100 \%$ einzubauen. Beim Verdichten in engeren Arbeitsräumen sowie die unmittelbar an die Wände grenzenden Hinterfüllbereiche und Böschungskegel etc. sind mit leichten Verdichtungsgeräten zu verdichten.

Das Hinterfüllmaterial ist grundsätzlich mit der statischen Erddruckbemessung des Bauwerks abzustimmen.

für Verkehrsflächen

Die Straßen- und Platzbefestigungen sind nach den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 12) bzw. entsprechend den statischen Vorgaben zu planen. Die im Erdplanumsbereich überwiegend anstehenden Böden der Bodenschicht 2 und 3 sind nach ZTVE-StB 17 einer überwiegenden Klassifikation der Frostempfindlichkeit F2/F3 zuzuordnen, weshalb hier für Verkehrsflächen ein Anforderungswert an die Tragfähigkeit von $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ zu erreichen ist.

Dieser Wert wird auf den anstehenden Böden der Bodenschicht 2 (bindige Deckschicht) und Bodenschicht 3 (Sande) nicht erreicht werden können.

Zum Erreichen des Anforderungswerts an die Tragfähigkeit von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ ist ein Bodenaustausch mit gut verdichtbaren, nicht bindigen Kiesen mit einer Mächtigkeit von ca. 50 cm einzuplanen. Zwischen Bodenaustausch und anstehenden bindigen Böden ist eine geotextiles Filtervlies (GRK 3, mechanisch verfestigt) einzubauen. Bei im Untergrund aufgeweichten bindigen Böden (ggf. durch Grundwasser etc.) kann zusätzlich der Einbau einer unteren Schroppenlage erforderlich werden.

Alternativ kann auch eine ca. 40-50 cm mächtige Bodenstabilisierung der anstehenden Böden der Bodenschicht 2 bzw. 3 ausgeführt werden. Hier kann derzeit ohne genauere Versuchserkenntnisse von einer Bodenverbesserung mittels ca. 2-3 Gew.-% Kalk-Zement-Gemisch (1/2 Kalk, 1/2 Zement) ausgegangen werden. Aufgrund der teilweisen halbfesten Konsistenzen ist bei der Bodenverbesserung eine Wasserzugabe einzuplanen.

Welche Tragfähigkeiten auf dem Gründungsplanum des Untergrundes erreicht werden können, ist durch gesonderte Plattendruckversuche vorab in einem Probefeld zu ermitteln. In Abstimmung mit der projektierten maximalen Einzellast soll durch rasterartige Plattendruckversuche die notwendige Bodenaustauschmächtigkeit ermittelt werden.

Für die Anlage von Baustraßen gelten die o.g. Grundsätze gleichermaßen.

7.4 Aufschwimmen

Der Nachweis der Sicherheit gegen Aufschwimmen ist gemäß DIN EN 1997-1 für unterkellerte Gebäude bzw. Bauteile unter Wasser sowohl für den Bauzustand als auch Endzustand zu führen.

Während der Baumaßnahme kann die Sicherheit gegen Aufschwimmen durch entsprechende Wasserhaltungsmaßnahmen, Baugrubenabdichtungen, Verankerungen sowie Flutungsöffnungen gewährleistet werden. Der Bemessungswasserstand ist entsprechend Kap. 3.3 festzulegen.

7.5 Abdichtung / Dränung

Nach derzeitigen Erkenntnissen ist nach DIN 4095, Kap. 3.6b für nicht unterkellerte Bauwerke eine Abdichtung mit Dränung gegen Stau- und Sickerwasser erforderlich.

Nach DIN 4095, Kap. 3.6 c, und den derzeitigen Kenntnissen ist für unterkellerte Gebäudeteile eine Abdichtung ohne Dränung mittels weißer Wanne erforderlich.

Die Hinweise der DIN 18 195 sowie 18 533 für Bauwerksabdichtungen sind zusätzlich zu berücksichtigen.

7.6 Versickerungsmöglichkeit

Nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 kann unbedenkliches und tolerierbares Niederschlagswasser entwässerungstechnisch in einem relevanten Versickerungsbereich mit einem k_f -Wert im Bereich von $1 \cdot 10^{-3}$ bis $1 \cdot 10^{-6}$ m/s versickert werden. Sind die k_f -Werte kleiner als $1 \cdot 10^{-6}$ m/s, stauen die Versickerungsanlagen lange ein, wobei dann anaerobe Verhältnisse in der ungesättigten Zone auftreten können, die das Rückhalte- und Umwandlungsvermögen ungünstig beeinflussen können.

Die gem. DWA-A 138 zugelassenen Verfahren zur Abschätzung des Durchlässigkeitsbeiwertes k_f (Abschätzung nach Bodenansprache, Labormethoden, Feldmethoden) sind in ihrer Anwendung in der Regel auf die Einhaltung bestimmter Randbedingungen eingeschränkt.

So wird gemäß DWA-A 138 beispielsweise bei Anwendung einer Feldmethode in der ungesättigten Zone kaum eine vollständige Sättigung des Bodens oder Untergrundes zu erreichen sein, während die Koeffizienten, die bei der Auswertung von Sieblinien verwendet werden, sich auf einen gesättigten Grundwasserleiter mit horizontaler Strömungsrichtung beziehen.

Damit die Bemessung der Versickerungsanlagen nach gleichen Voraussetzungen erfolgen kann, ist ein sog. Bemessungs- k_f -Wert zugrunde zu legen. Dieser ergibt sich, wenn der methoden-spezifische k_f - oder k -Wert mit einem empirisch ermittelten Korrekturfaktor multipliziert wird. Die Ergebnisse einer Sieblinienauswertung sind dabei besonders stark zu korrigieren.

Die Böden der Bodenschichten 1, 2 und 3 sind aufgrund der sehr geringen Durchlässigkeiten zur Versickerung nicht geeignet.

Die Durchlässigkeit der Kiese der Bodenschicht 4 liegt im Grenzbereich des versickerungsfähigen Bereichs. Nach DWA-A 138 ist die im Labor ermittelte Durchlässigkeit zur Festlegung des Bemessungs- k_f -Wertes für Versickerungen noch mit einem Korrekturfaktor von 0,2 (Labormethoden, Sieblinienauswertung) zu multiplizieren, wonach sich für die Kiese der Bodenschicht 4 Bemessungs- k_f -Werte von $3,4 \cdot 10^{-4}$ m/s bis $4,2 \cdot 10^{-6}$ m/s ergeben.

Mittelwert Bemessungs- k_f -Wert: $k_f = 3 \cdot 10^{-5}$ m/s

Zur Dimensionierung von Versickerungsanlagen etc. kann ggf. der ermittelte mittlere Bemessungs- k_f -Wert zugrunde gelegt werden. Aufgrund der hohen Grundwasserstände sind nur geringe Sickerraten abzuschätzen. Die Versickerung ist vor Ausführung mit dem zuständigen Wasserwirtschaftsamt hinsichtlich Zulässigkeit abzustimmen. Nach DWA-A 138 setzt eine Versickerung einen ausreichenden Abstand (mindestens 1 m) zum höchsten mittleren Grundwasserstand voraus!

8. ORIENTIERENDE ABFALLTECHNISCHE VORUNTERSUCHUNG

8.1 Probenahme/ Analytik

Bei den Aufschlüssen konnten Auffüllungsböden resultierend aus einer Lagerfläche, sowie natürlich anstehende Böden erkundet werden. Im Hinblick auf die Entsorgung des Bodenaushubs wurden daher verschiedene Bodenproben / Bodenmischproben auf die Parameter gemäß Leitfaden zur Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen im akkreditierten und zertifizierten Prüflabor der Wessling GmbH, München-Neuried, untersucht.

8.2 Bewertungsgrundlagen

Für die Beurteilung der Analysenergebnisse der Materialproben aus abfalltechnischer Sicht sind vorrangig die Zuordnungswerte des Leitfadens „Anforderungen an die Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen“ heranzuziehen, welche für die Verwertung von Boden anzuwenden sind (Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (Bay. StMLU) in der Fassung vom 23.12.2019, Anlage 2 und 3, Tab. 1 und 2).

Bei Überschreitungen der Z2 Zuordnungswerte gemäß Leitfaden sind für die Beurteilung der Analysenergebnisse aus abfalltechnischer Sicht (Entsorgung) die Zuordnungswerte gemäß Deponieverordnung (DepV) mit Stand vom 27.04.2009 heranzuziehen.

Für die Beurteilung der möglichen Wiederverwendung von Boden mit den entsprechenden Schadstoffgehalten sind im Merkblatt M20 (1997) der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) Zuordnungswerte definiert.

Hierbei bedeutet im Einzelnen:

- Die Gehalte bis zum Zuordnungswert Z0 kennzeichnen natürlichen Boden. Bei Unterschreitung des Zuordnungswertes Z0 ist im Allgemeinen ein uneingeschränkter Einbau von Boden möglich.
- Die Zuordnungswerte Z1.1 und gegebenenfalls Z1.2 stellen die Obergrenze für den offenen Einbau unter Berücksichtigung bestimmter Nutzungseinschränkungen dar. Maßgebend für die Festlegung der Werte ist in der Regel das Schutzgut Grundwasser. Bei Einhaltung der Z1.1-Werte ist selbst unter ungünstigen hydrogeologischen Voraussetzungen davon auszugehen, dass keine nachteiligen Veränderungen des Grundwassers auftreten. Aufgrund der im Vergleich zu den Zuordnungswerten Z1.1 höheren Gehalte ist bei der Verwertung bis zur Obergrenze Z1.2 ein Erosionsschutz (zum Beispiel geschlossene Vegetationsdecke) erforderlich.
- Für die Verwertung ist zu folgern, dass bei Unterschreitung der Zuordnungswerte Z1 (Z1.1 und gegebenenfalls Z1.2) ein offener Einbau von Boden in Flächen möglich ist, die im Hinblick auf ihre Nutzung als unempfindlich anzunehmen sind. Dies gilt unter anderem für Parkanlagen, sofern diese eine geschlossene Vegetationsdecke haben. In der Regel sollte

der Abstand zwischen der Schüttkörperbasis und dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand mindestens 1 m betragen.

- Die Zuordnungswerte Z2 stellen die Obergrenze für den Einbau von Boden mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen dar. Dadurch soll der Transport von Inhaltsstoffen in den Untergrund und das Grundwasser verhindert werden. Bei der Unterschreitung der Zuordnungswerte Z2 ist ein Einbau von Boden unter definierten technischen Sicherungsmaßnahmen, wie zum Beispiel als Tragschicht unter wasserundurchlässiger Deckschicht (Beton, Asphalt, Pflaster) und gebundenen Tragschichten möglich. Der Abstand zwischen der Schüttkörperbasis und dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand sollte mindestens 1 m betragen.

8.3 Ergebnis, Zusammenfassung, Fazit

Die durchgeführten Laboruntersuchungen ergaben folgende maßgebliche Ergebnisse:

Tabelle 11: Ergebnisse der Abfalltechnischen Untersuchung

| Probenbezeichnung / Entnahmetiefe | maßgebliche Parameter der Untersuchung nach Leitfaden | | | Einstufung gem. Leitfaden | maßgebliche Parameter der Untersuchung der Ergänzungsparameter gemäß DepV* | | | Ein- stufung DepV* |
|--|--|----------------|----------|---------------------------------|--|---------|----------|--------------------------|
| | Parameter | Einheit | Ergebnis | | Parameter | Einheit | Ergebnis | |
| BS1-D1 (t = 0,25m) | ΣPAK Benzo(a)pyren | mg/kg mg/kg | 5 0,5 | Z 1.1 Z 1.2 | nicht nachuntersucht/ Zuordnungswert gem. LVGBT <u>nicht überschritten</u> | | | |
| Mischprobe BS1-D2 BS2-D2 BS3-D2/D3 (t = 1,0-2,5m) | Keine erhöhten Parameter festgestellt | | | Z 0 | nicht nachuntersucht/ Zuordnungswert gem. LVGBT <u>nicht überschritten</u> | | | |
| Mischprobe BS2-D1 BS3-D1 BS4-D1 (t = 0,1m) | Keine erhöhten Parameter festgestellt | | | Z 0 | nicht nachuntersucht/ Zuordnungswert gem. LVGBT <u>nicht überschritten</u> [nur GV (7,12 Gew%) und TOC (2,4 Gew%) nach DepV untersucht] | | | |
| Mischprobe BS1-D3/D4 BS2-D3 BS3-D4/D5 (t = 2,0-6,5m) | Keine erhöhten Parameter festgestellt | | | Z 0 | nicht nachuntersucht/ Zuordnungswert gem. LVGBT <u>nicht überschritten</u> | | | |
| Mischprobe BS4-D2/D3 (t = 1,0-2,0m) | Keine erhöhten Parameter festgestellt | | | Z 0 | nicht nachuntersucht/ Zuordnungswert gem. LVGBT <u>nicht überschritten</u> | | | |

| Probenbezeichnung / Entnahmetiefe | maßgebliche Parameter der Untersuchung nach Leitfaden | | | Einstufung gem. Leitfaden | maßgebliche Parameter der Untersuchung der Ergänzungsparameter gemäß DepV* | | | Ein- stufung DepV* |
|--------------------------------------|--|---------|----------|---------------------------------|---|---------|----------|--------------------------|
| | Parameter | Einheit | Ergebnis | | Parameter | Einheit | Ergebnis | |
| BS4-D4 (t = 3,0-6,0m) | Keine erhöhten Parameter festgestellt | | | Z 0 | nicht nachuntersucht/ Zuordnungswert gem. LVGBT <u>nicht überschritten</u> | | | |

* nur bei > Z2

Verwertung:

Die Bodenprobe „BS1-D1“ (Auffüllung von Lagerplatz) ist aufgrund der erhöhten Parameter ΣPAK und Benzo(a)pyren gemäß Leitfaden zur Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen als Z1.2-Material einzustufen.

Bei den untersuchten Bodenmischproben „BS1-D2, BS2-D2, BS3-D2/D3“, „BS2-D1, BS3-D1, BS4-D1“, „BS1-D3/D4, BS2-D3, BS3-D4/D5“, „BS4-D2/D3“ und der Bodenprobe „BS4-D4“ wurden gemäß Leitfaden zur Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen keine erhöhten Parameter festgestellt. Diese Bodenmischproben und Bodenprobe sind als Z0-Material einzustufen.

Bodenmischprobe „BS2-D1, BS3-D1, BS4-D1“ (Oberboden) wurden zusätzlich die Organikparameter nach Deponieverordnung untersucht. Hier wurde ein Glühverlust von 7,12 Gew% und ein TOC von 2,4 Gew% ermittelt.

Beim Ausbau der Böden ist bereichsweise mit erhöhten Entsorgungskosten zu rechnen.

Es wird eine baubegleitende Aushubüberwachung mit Separierung des Bodenmaterials, Probenahme mit anschließender Laboranalytik und entsprechender Entsorgung empfohlen. Für die Überwachung steht die IMH Ingenieurgesellschaft mbH kurzfristig zur Verfügung.

Wir weisen ausdrücklich darauf hin, dass die hier angeführten Erkenntnisse ausschließlich auf den hier vorliegenden Untersuchungsergebnissen beruhen und keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben.

9. ORIENTIERENDE BODENLUFTUNTERSUCHUNGEN

9.1 Bewertungsgrundlagen

Für die Bewertung von Bodenluftuntersuchungen auf leichtflüchtige organische Kontaminationen wie BTEX und LHKW wird das LfU-Merkblatt Nr. 3.8/1, Anhang 3, Tab. I, herangezogen. Analog zu den Hilfwerten zur Emissionsabschätzung für Bodenmaterial werden auch Hilfwerte zur Emissionsabschätzung bei Bodenluftbelastungen definiert. Danach besteht ein Zusammenhang zwischen Bodenluftkonzentrationen und der Gefahr für das Grundwasser.

Zur Bewertung der Deponiegasuntersuchungen wird zudem die Handlungsempfehlung Deponiegas herangezogen (Landesamt für Umwelt und Naturschutz Baden-Württemberg).

9.2 Einstufung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse

In den entnommenen 2 Bodenluftproben (bei Bohrsondierung BS1 und BS3) waren an keiner der Laborproben erhöhte Gehalte an leichtflüchtigen halogenierten und aromatischen Kohlenwasserstoffen (LHKW und BTEX) nachweisbar. Die Ergebnisse der Proben lagen zum Teil unter der Nachweisgrenze.

Die vor Ort gemessenen Bodenluftwerte in den zwei Bohrsondierungen waren wie folgt. Die Methan (CH₄) - Werte lagen beide bei 0,00 Vol.-%, die Kohlendioxid (CO₂) - Werte lagen im Bereich zwischen 0,6 bis 2,4 Vol.-%. Diese Werte können für diese Parameter als unbedenklich bewertet werden. Der gemessene Sauerstoff (O₂) war mit Werten zwischen 14,6 und 18,9 im Normalbereich.

Ein Hinweis auf leichtflüchtige Schadstoffe bzw. Deponiegasbildung liegt somit nicht vor.

Für den Wirkungspfad Bodenluft-Mensch und Boden-Grundwasser liegen aufgrund der durchgeführten Untersuchungen keine Hinweise auf Gefährdungspotentiale vor.

Wir weisen ausdrücklich darauf hin, dass die hier angeführten Erkenntnisse ausschließlich auf den hier punktuell vorliegenden Untersuchungsergebnissen beruhen und keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben.

10. ERGÄNZENDE HINWEISE UND EMPFEHLUNGEN

Nach DIN 1997 ist spätestens nach dem Aushub der Baugrube von einem Sachverständigen für Geotechnik bzw. dem Berichtverfasser zu prüfen, ob die vorliegend getroffenen Annahmen über die Beschaffenheit und den Verlauf der die Gründung tragenden Schichten in der Gründungssohle zutreffen.

Die im vorliegenden Bericht angegebenen Tragfähigkeits- und Verdichtungsanforderungen sind durch Eigenüberwachungs- und Kontrollprüfungen nachzuweisen.

Da durch Rammarbeiten, Baustellenverkehr, Grundwasserabsenkung etc. Einflüsse auf die Nachbarbebauung und angrenzende Straßen nicht auszuschließen sind, wird eine Beweissicherung des Ist-Zustandes durch einen Sachverständigen für Geotechnik empfohlen.

Bei Rammarbeiten, Verdichtungsarbeiten, vor allem nahe an bestehender Bebauung, sind bauwerksunverträgliche Erschütterungseinwirkungen nicht auszuschließen, weshalb baubegleitende Erschütterungsmessungen empfohlen werden. Hierzu steht die IMH Ingenieurgesellschaft mbH kurzfristig zur Verfügung.

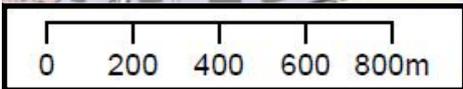
Bei den beauftragten Felduntersuchungen handelt es sich naturgemäß nur um punktuelle Aufschlüsse. Sollten sich während der Ausführung Abweichungen zum vorliegenden Baugrundgutachten als auch planungsbedingte Änderungen ergeben, so ist der Berichtverfasser in Kenntnis zu setzen.

Gegebenenfalls ist unsererseits die kurzfristige Erarbeitung einer ergänzenden Stellungnahme erforderlich.

Durch die derzeit noch nicht auf die DIN 18 300 (2019-09) überarbeitete DIN 4020 hinsichtlich erforderlicher Beurteilungen und Bauhinweise in einem Geotechnischen Bericht, ist die vorliegende Homogenbereichseinteilung als vorläufig anzusehen.

Die Einteilung der Homogenbereiche ist in Zusammenarbeit mit den Fachplanern unter Berücksichtigung der verschiedenen Gewerke, des Bauablaufs und dergleichen abzustimmen. Die endgültige für die Ausschreibung gewählte Einteilung ist abschließend in einem Entwurfsbericht darzustellen.

Anlage 1



**Neubau Klärschlammverbrennungsanlage,
Imhoffstraße, 94315 Straubing - Hofstetten**

Übersichtslageplan

Anlage 1.1a

Datum: 11.09.2019

Maßstab: siehe Balken

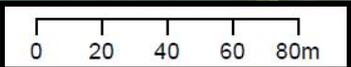
Bearbeiter:

Christoph Eckl





Erkundungsbereich

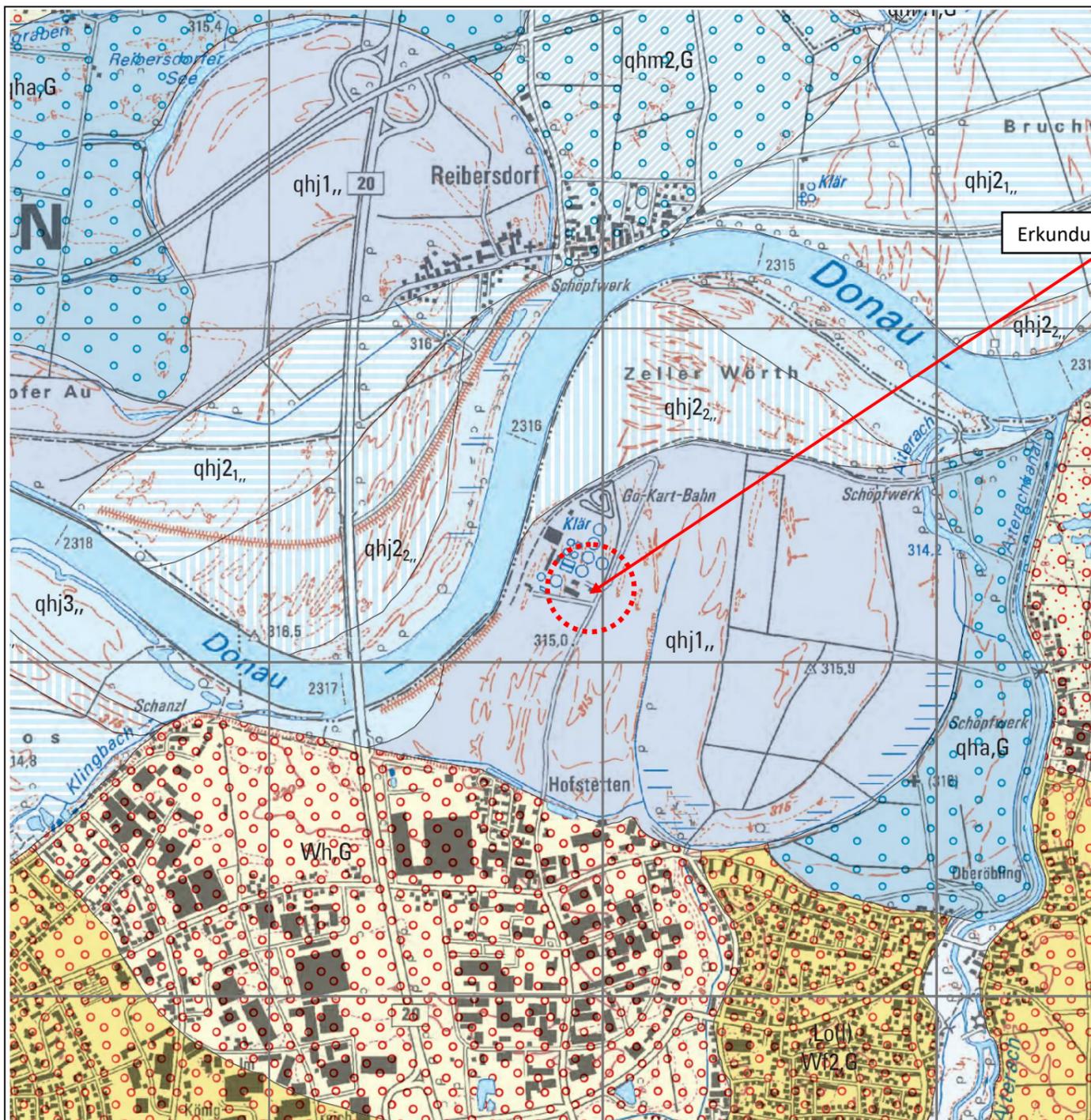


**Neubau Klärschlammverbrennungsanlage,
Imhoffstraße, 94315 Straubing - Hofstetten**

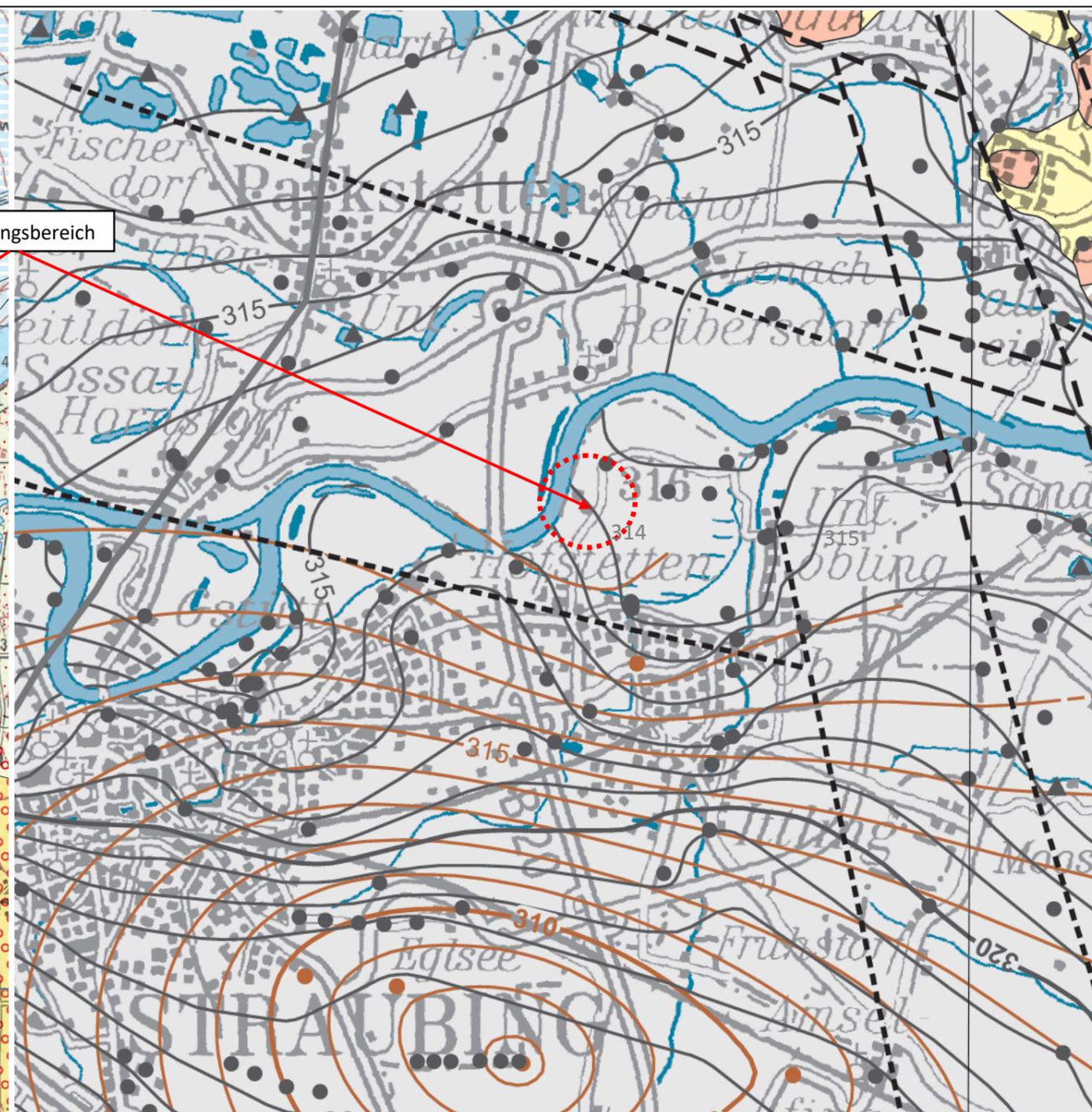
Übersichtsaufnahme

| |
|-------------------------------|
| Anlage 1.1b |
| Datum: 11.09.2019 |
| Maßstab: siehe Balken |
| Bearbeiter: Christoph Eckl |





Geologische Karte von Bayern, Donau1, Straubing, Straßkirchen, M 1 : 25.000



Hydrogeologische Karte von Bayern, Planungsregion 12, Donau-Wald, M 1 : 100.000

Legende Geologie

| | |
|-------------------|--|
| QUARTÄR | Holozän |
| qhj2,, | Jüngere Auenablagerungen (Jüngere Postglazialterrasse 2 ₂) |
| qhj1,, | Ältere Auenablagerungen (Jüngere Postglazialterrasse 1) |
| qha,G | Flussschotter, altholozän (Ältere Postglazialterrasse) |
| Pleistozän | |
| Wh,G | Schmelzwasserschotter, hochwürmzeitlich (Niederterrasse) |

Legende Hydrogeologie

| | | | |
|---|---|---------------|--|
| Grundwasserhöhengleichen | | | |
| Piezometerhöhen in m NN (Isohypsenabstand) | | | |
| —350— | Quartär Donau (10 m, 1 m, 0,5 m), Vils (10 m, 1 m), Inn (10 m, 5 m/2,5 m) | —350— | Tertiär, Ortenburger Schotterabfolge (OBSM) (10 m, 1 m) |
| - - -350- - - | Quartär, vermutet Donau (10 m, 1 m), Vils (10 m, 1 m) | - - -350- - - | Tertiär, Ortenburger Schotterabfolge (OBSM), vermutet (10 m, 1 m) |
| —350— | Tertiär (OSM, OBSM, OMM) (10 m, 5 m) | | Tertiär - Sedimente der Tertiärbuchten und intrakristallines Tertiär |
| - - -350- - - | Tertiär (OSM, OBSM, OMM), vermutet (10 m, 5 m) | | Kristallines Grundgebirge |
| | | | Quartär |

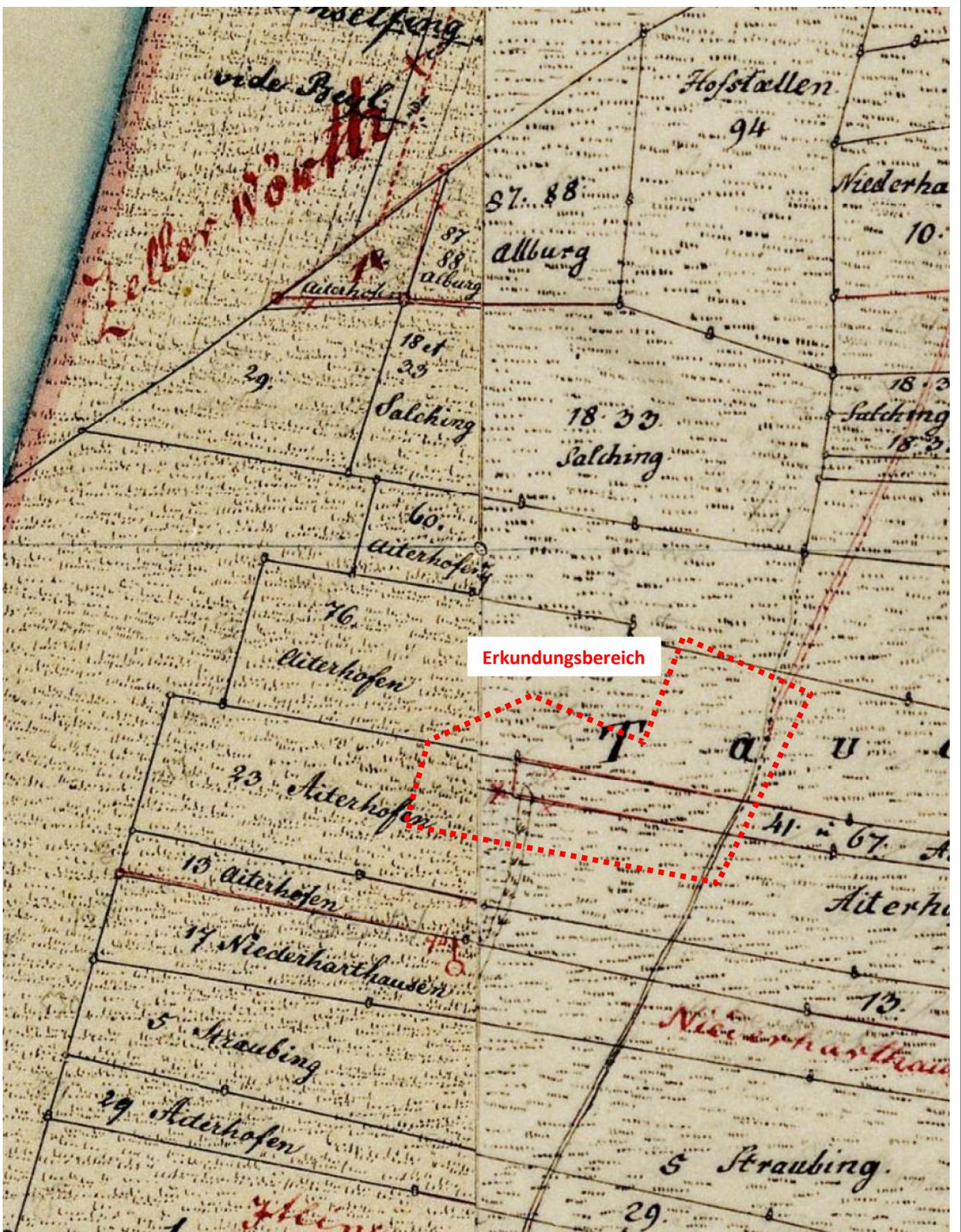


Neubau Klärschlammverbrennungsanlage, Imhoffstraße, 94315 Straubing - Hofstetten

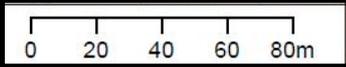
Geologischer/ Hydrogeologischer Übersichtslageplan

Anlage 1.2a
 Datum: 11.09.2019
 Maßstab: ohne
 Bearbeiter:
 Christoph Eckl





Erkundungsbereich

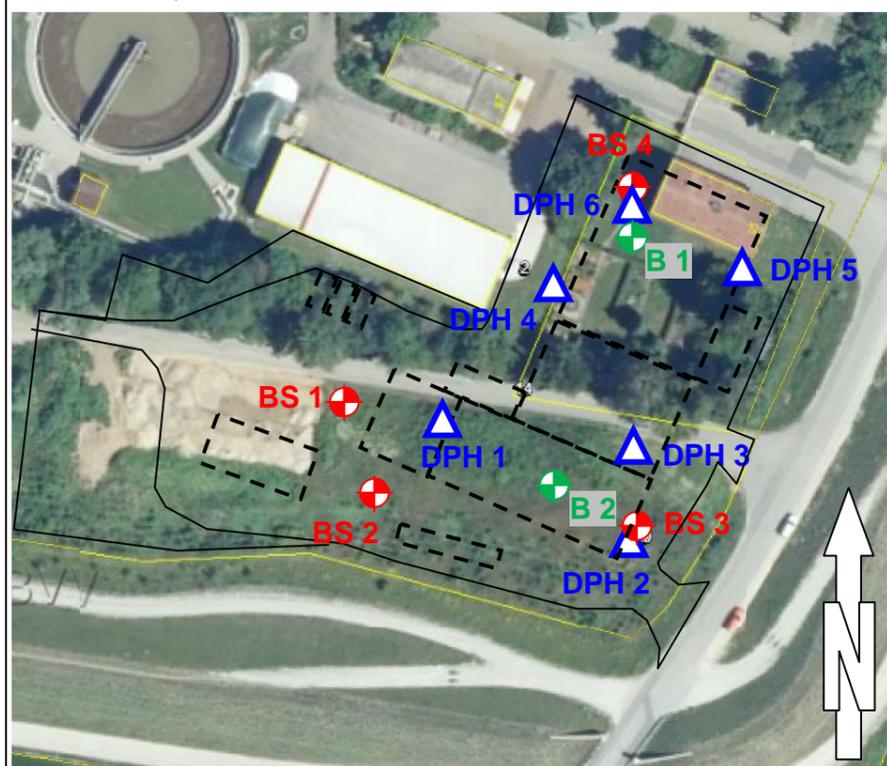
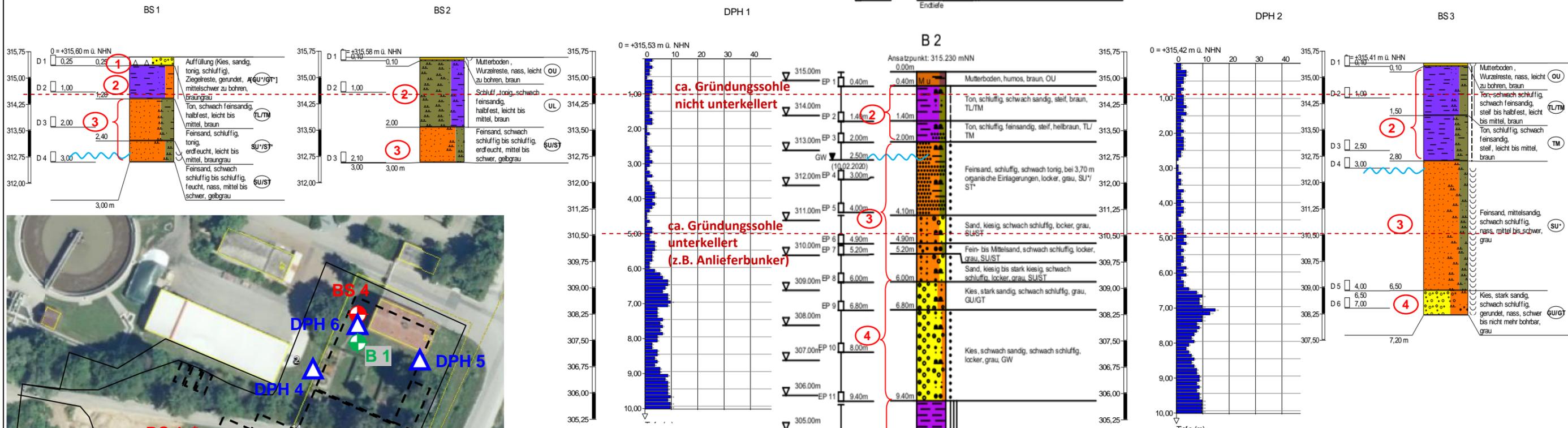
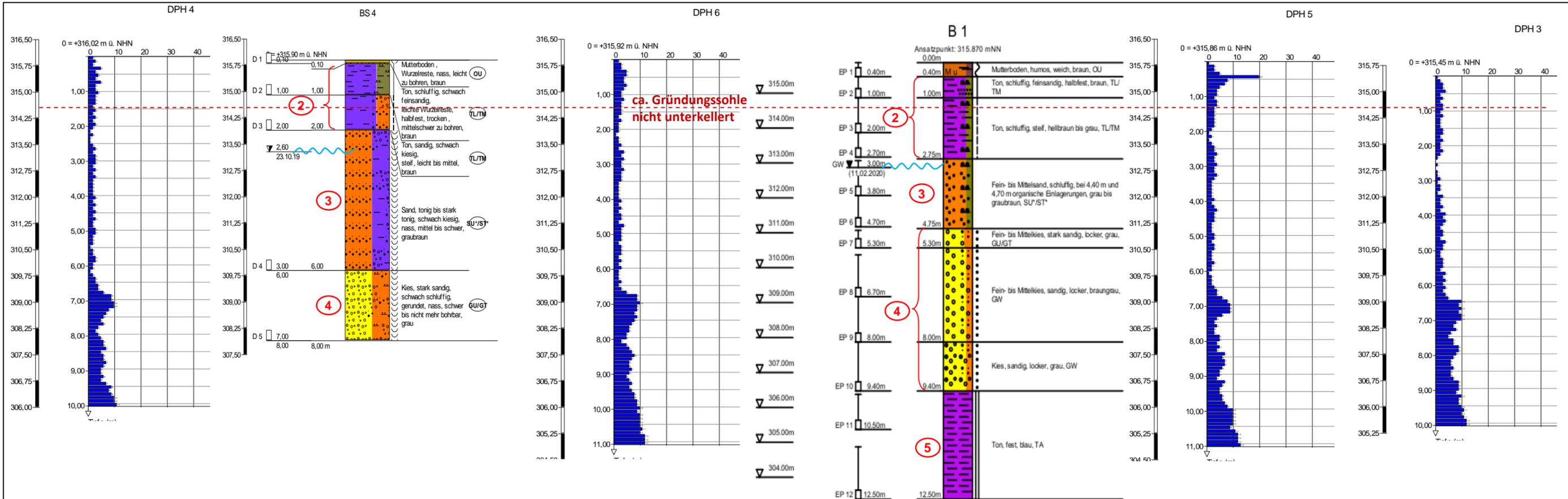


Neubau Klärschlammverbrennungsanlage,
Imhoffstraße, 94315 Straubing - Hofstetten

Historische Karte

Anlage 1.2b
 Datum: 11.09.2019
 Maßstab: siehe Balken
 Bearbeiter:
 Christoph Eckl





Legende:

| | |
|--|----------------------------|
| | Bohrsondierung (BS) |
| | Rammkernbohrung DN 178 (B) |
| | Rammsondierung (DPH) |
| | Bodenschicht Nr. |

Neubau Klärschlammverbrennungsanlage, Imhoffstraße, 94315 Straubing - Hofstetten

Detaillageplan

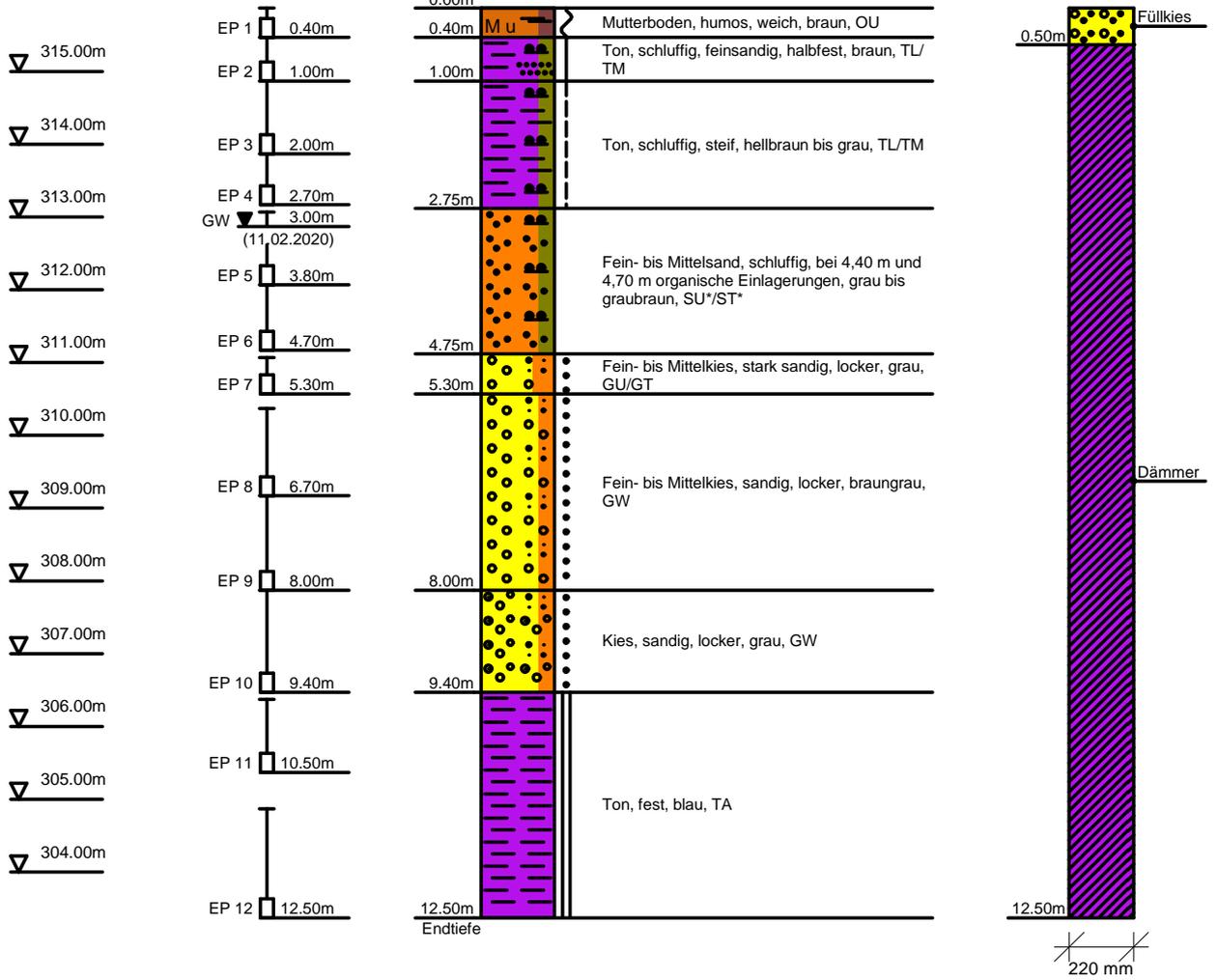
Anlage 1.3
 Datum: 04.03.2020
 Maßstab: ohne
 Bearbeiter:
 Dipl.-Ing. (FH) M. Loibl

Anlage 2

| | |
|------------------------------|---|
| EDER Brunnenbau GmbH | Objekt: NB Klärschlamm-Monoverbrennungsanlage, Imhoffstr. Straubing |
| Kreuzweg 3 | AG: IMH mbH, Hengersberg |
| 84332 Hebertsfelden | Datum: 10. - 11.02.2020 |
| Tel.:08721/508090 Fax:507230 | Maßstab: 1:100 / 25 |
| | Rechtswert: 33U 325966.568 |
| | Hochwert: 5419014.453 |

B 1

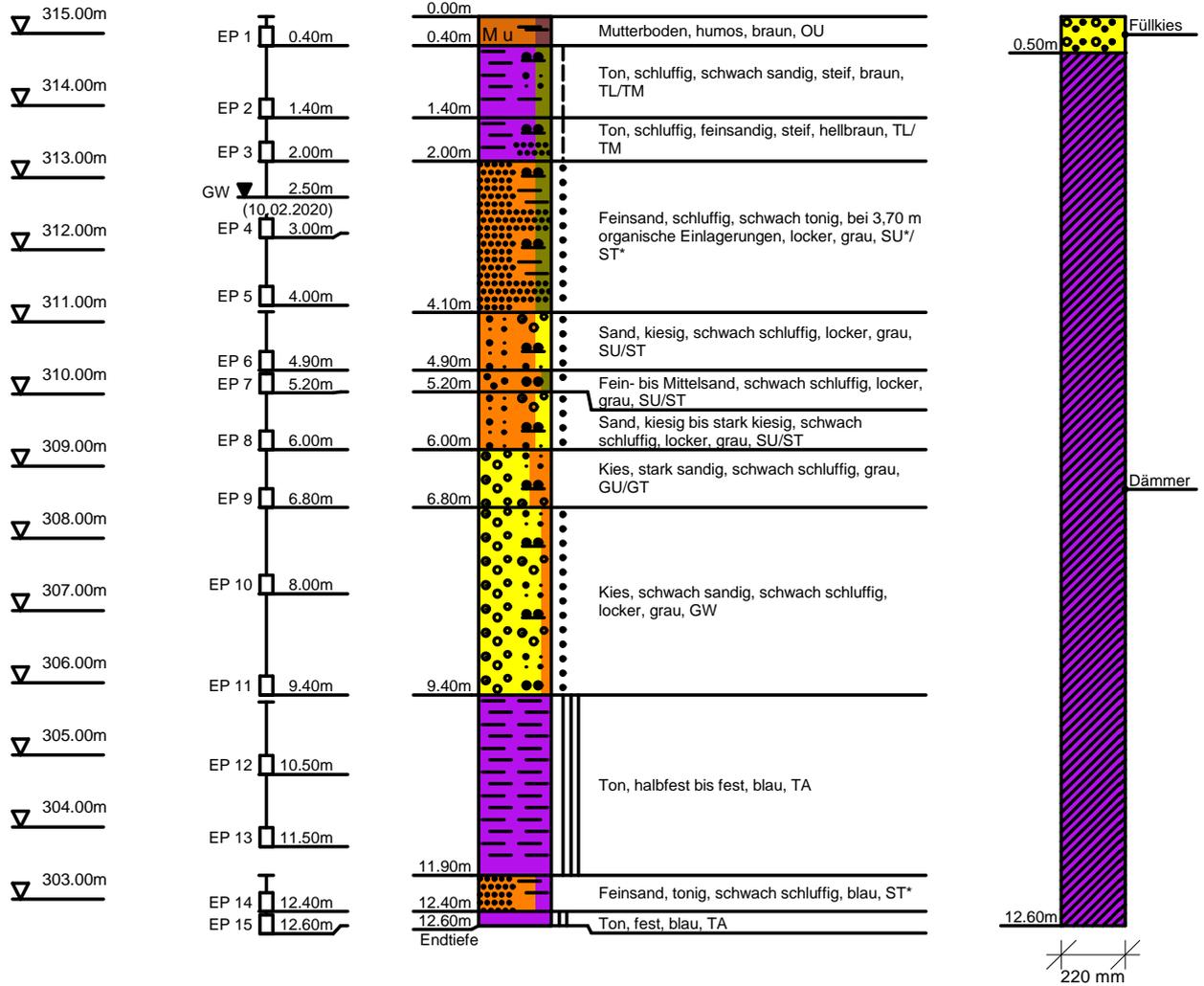
Ansatzpunkt: 315.870 mNN



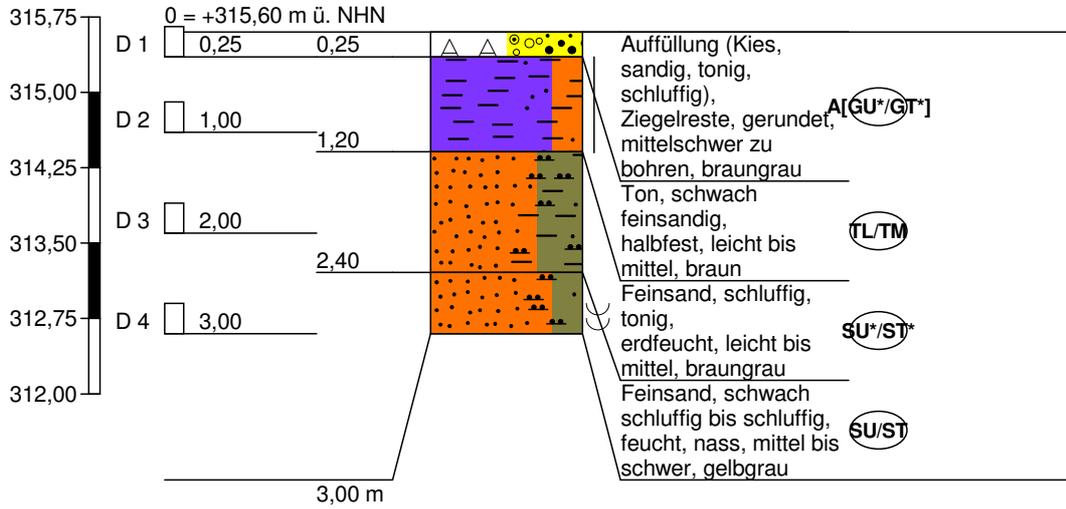
| | |
|------------------------------|---|
| EDER Brunnenbau GmbH | Objekt: NB Klärschlamm-Monoverbrennungsanlage, Imhoffstr. Straubing |
| Kreuzweg 3 | AG: IMH mbH, Hengersberg |
| 84332 Hebertsfelden | Datum: 06. - 10.02.2020 |
| Tel.:08721/508090 Fax:507230 | Maßstab: 1:100 / 25 |
| | Rechtswert: 33U 325952.058 |
| | Hochwert: 5418967.955 |

B 2

Ansatzpunkt: 315.230 mNN

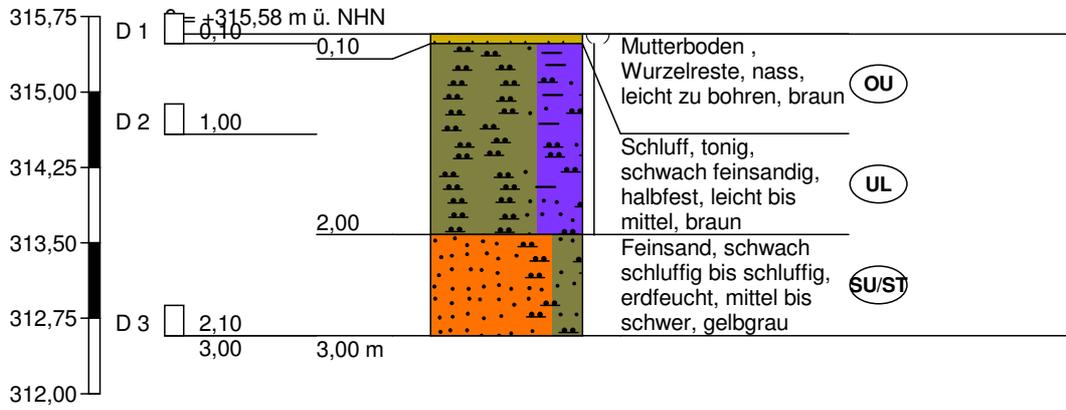


BS 1



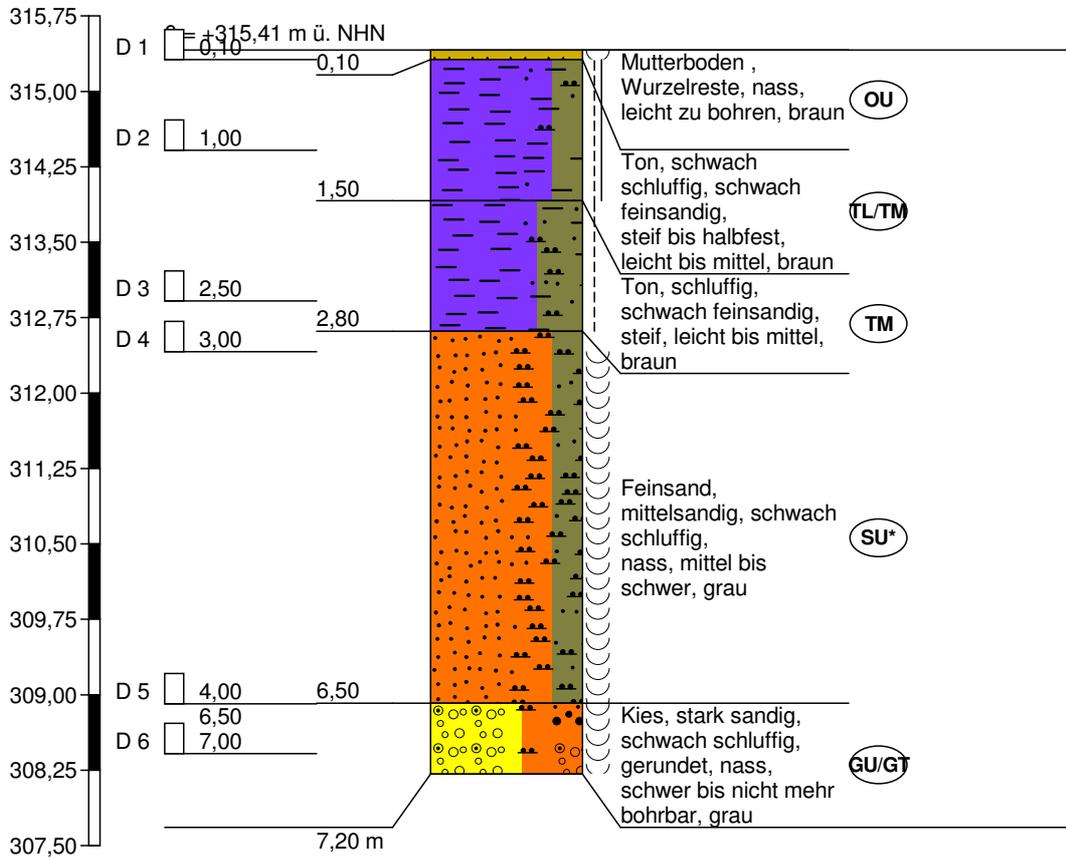
Höhenmaßstab 1:75

BS 2



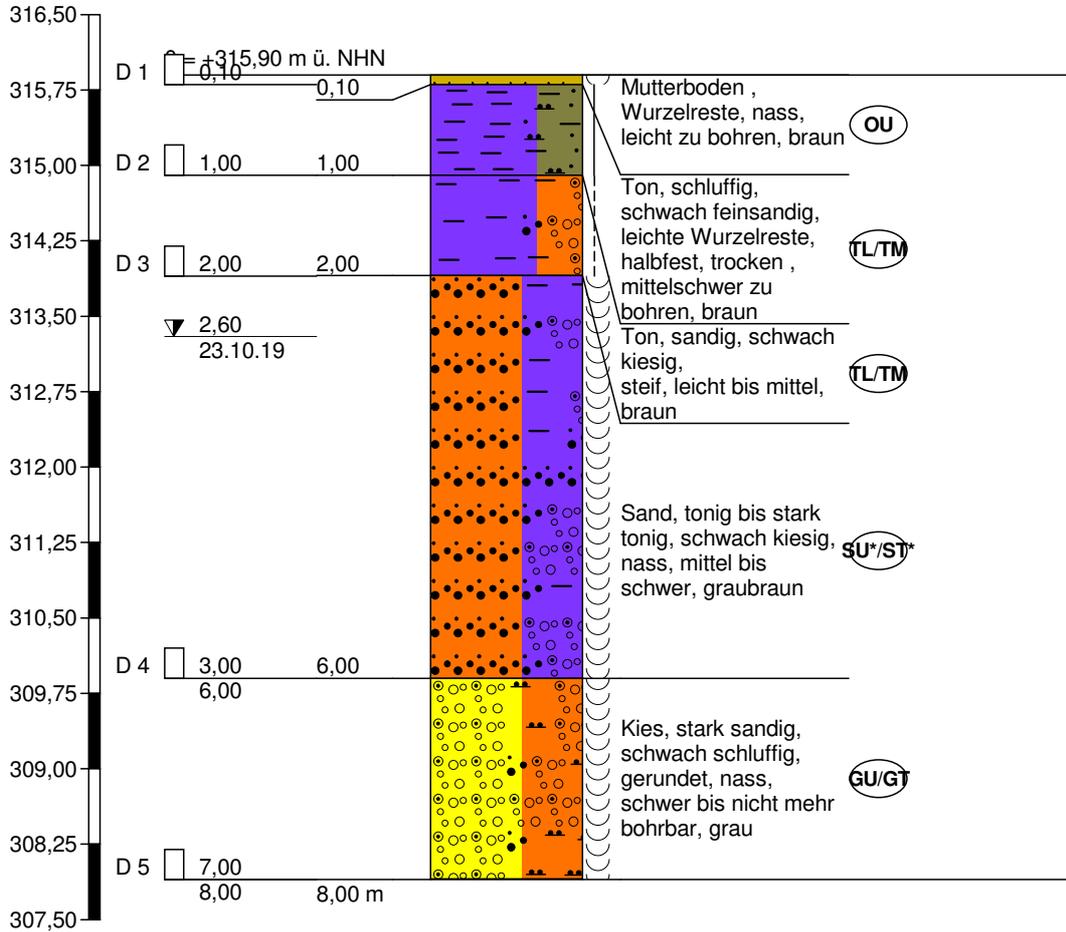
Höhenmaßstab 1:75

BS 3



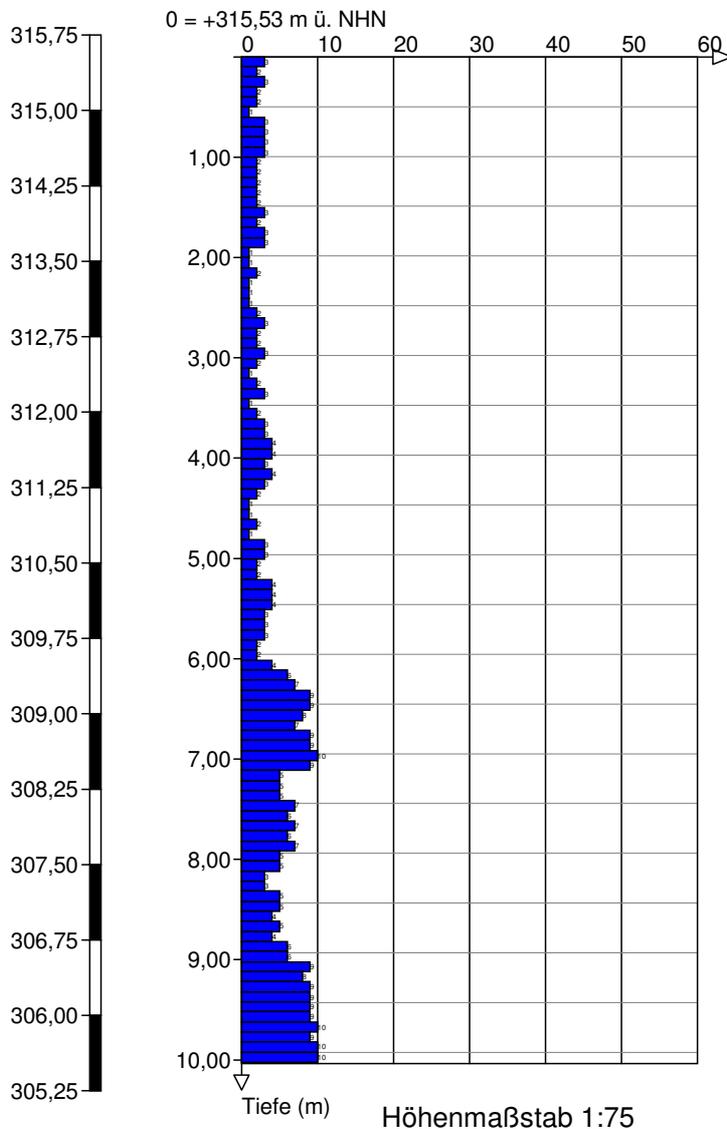
Höhenmaßstab 1:75

BS 4

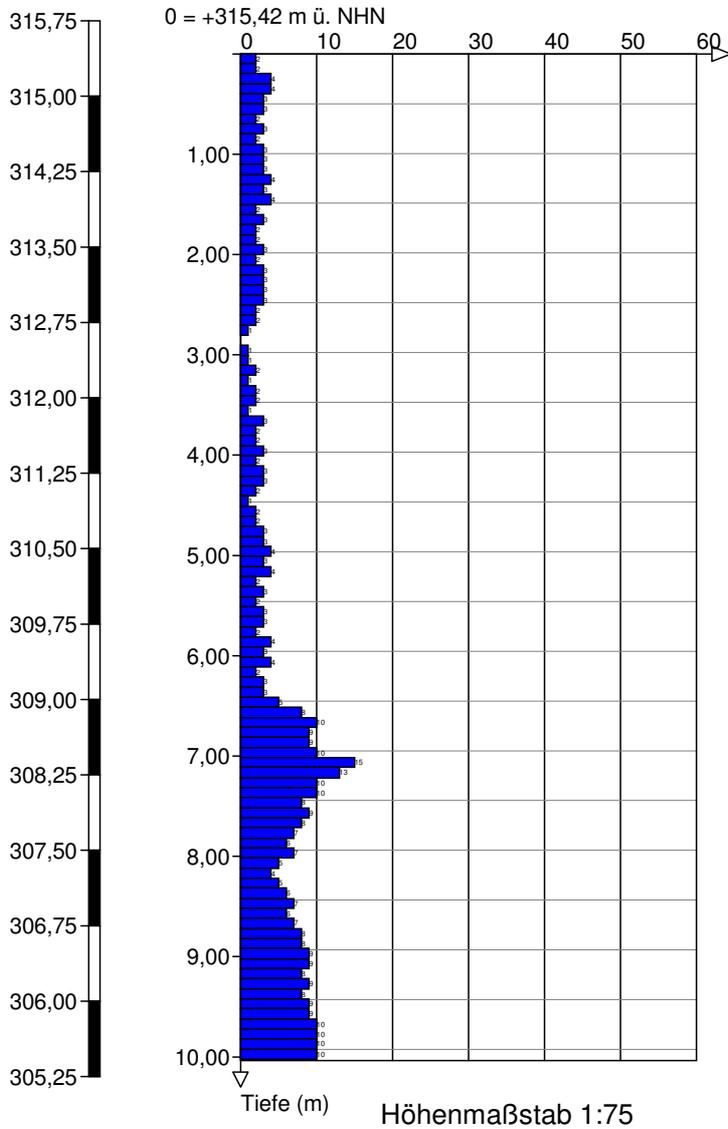


Höhenmaßstab 1:75

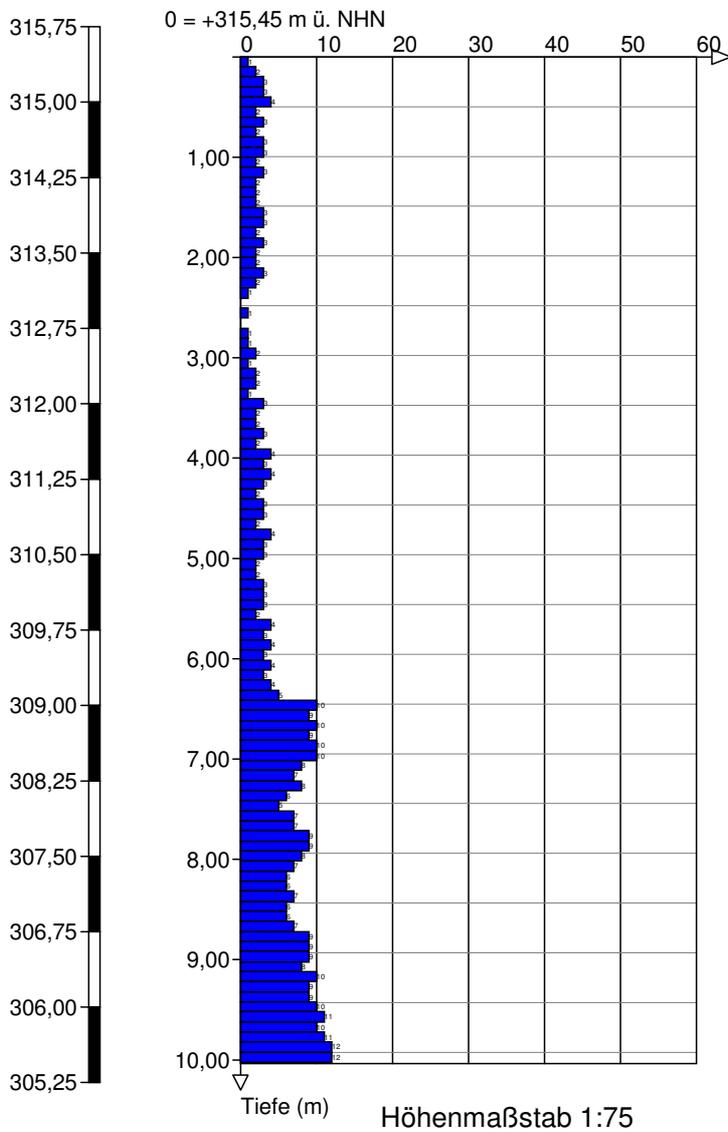
DPH 1



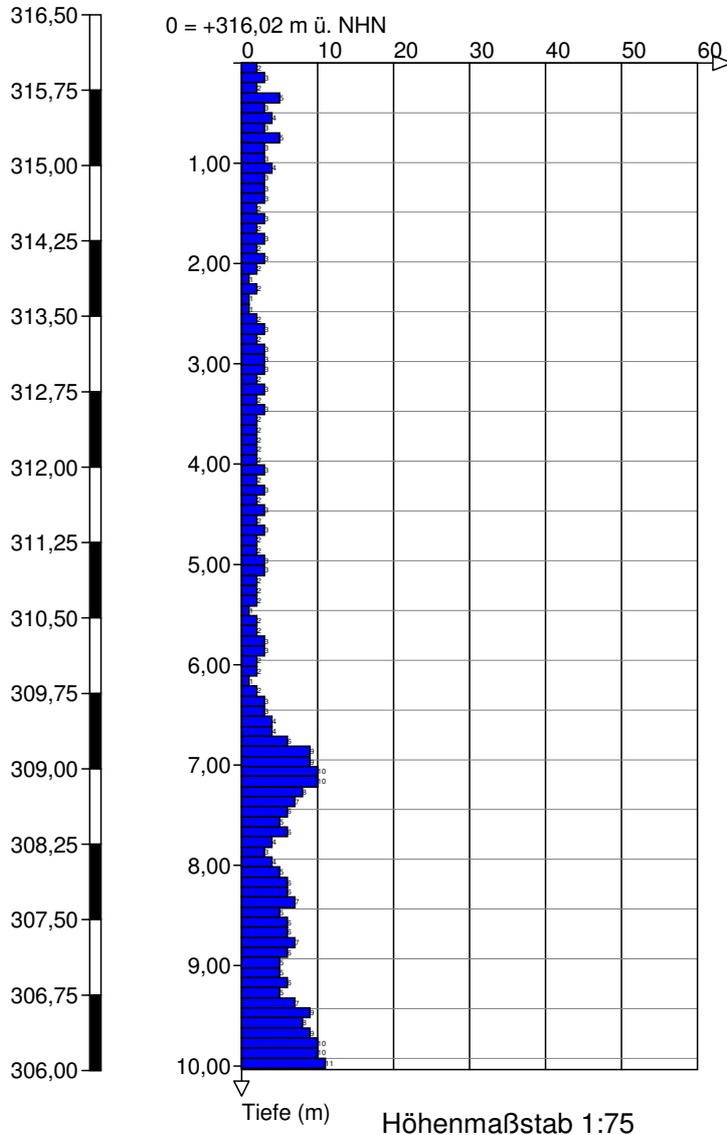
DPH 2



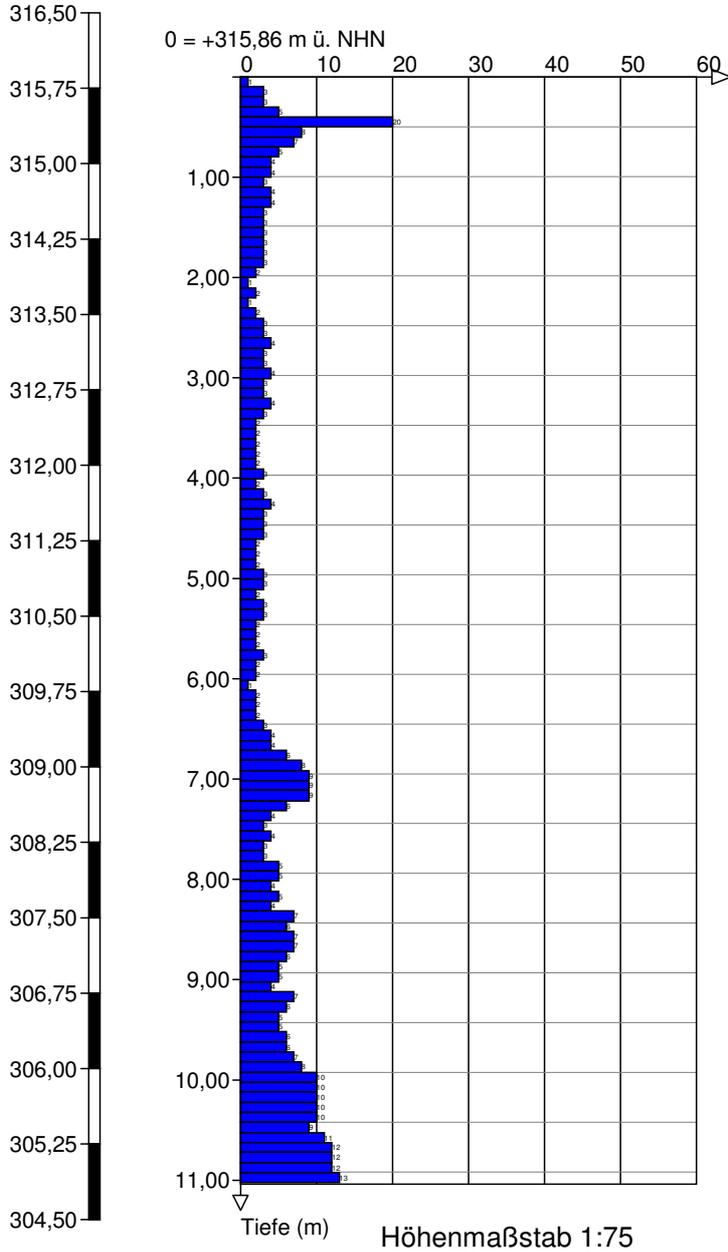
DPH 3



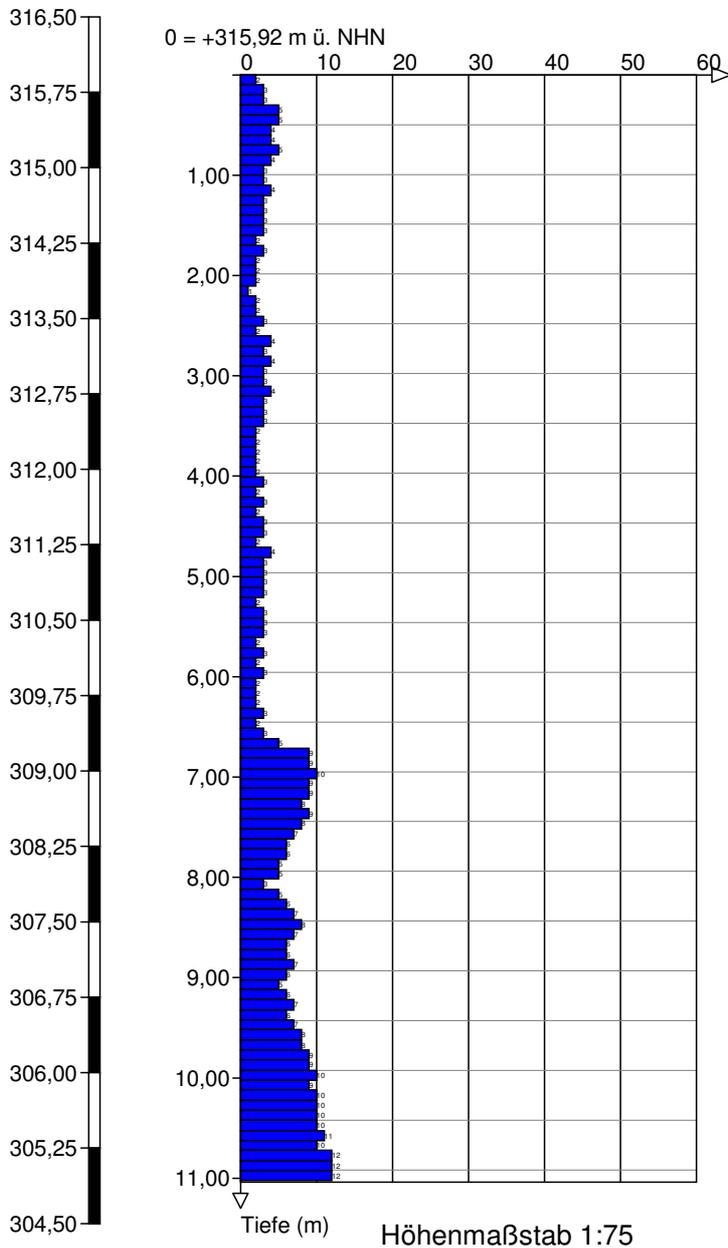
DPH 4



DPH 5



DPH 6



Anlage 3

EDER Brunnenbau GmbH
Kreuzweg 3
84332 Hebertsfelden
Tel.:08721/508090 Fax:507230

Kopfbblatt nach DIN 4022 zum Schichtenverzeichnis
für Bohrungen
Baugrundbohrung

Archiv-Nr:
Aktenzeichen:

Anlage:
Bericht:

1 Objekt **NB Klärschlamm-Monoverbrennungsanlage, Imhoffstr. Straubing** Anzahl der Seiten des Schichtenverzeichnisses: **4**
Anzahl der Testberichte und ähnliches:

2 Bohrung Nr. **B 1** Zweck: **Aufschlussbohrungen**
Ort: **Straubing**
Lage (Topographische Karte M = 1 : 25000):
Rechts:**33U 325966.568** Hoch: **5419014.453** Lotrecht Nr:
Höhe des a) zu NN **315.87** m Richtung:
Ansatzpunktes b) zu m [m] unter Gelände

3 Lageskizze (unmaßstäblich)

Bemerkung:

4 Auftraggeber:**IMH Ingenieurgesellschaft für Bauwesen und Geotechnik mbH, Hengersberg**
Fachaufsicht: **Martin Loibl, Dipl.-Ing. (FH); IMH mbH, Hengersberg**

5 Bohrunternehmen:**EDER BRUNNENBAU in Deutschland GmbH, Hebertsfelden**
gebohrt von: **10.02.2020** bis: **11.02.2020** Tagesbericht-Nr: Projekt-Nr: **2019-146**
Geräteführer:**Orth Vladimir** Qualifikation: **Bohrgeräteführer**
Geräteführer: Qualifikation:
Geräteführer: Qualifikation:

6 Bohrgerät Typ: Baujahr:
Bohrgerät Typ: Baujahr:

7 Messungen und Tests im Bohrloch:

| 8 Probenübersicht: | Art - Behälter | Anzahl | Aufbewahrungsort |
|--------------------|-------------------|-----------|------------------|
| Bohrproben | Kernkisten | | |
| Bohrproben | EP | 12 | |
| Bohrproben | | | |
| Sonderproben | | | |
| Wasserproben | | | |

| | | |
|---|--|--|
| 9 Bohrtechnik | BP = Bohrung mit durchgehender Gewinnung nichtgekernter Proben | BKR= BK mit richtungsorientierter Kernentnahme |
| 9.1 Kurzzeichen | | BKB= BK mit beweglicher Kernumhüllung |
| 9.1.1 Bohrverfahren | | BKF= BK mit fester Kernumhüllung |
| 9.1.1.1 Art: | BuP= Bohrung mit Gewinnung unvollständiger Proben | ... = |
| BK = Bohrung mit durchgehender Gewinnung gekernter Proben | BS = Sondierbohrungen | |
| ... = | ... = | |

| | | |
|-----------------------|------------------|--------------------|
| 9.1.1.2 Lösen: | ram = rammend | schlag = schlagend |
| rot = drehend | druck = drückend | greif = greifend |

| | | | |
|---------------------------|---------------------|--------------------|-------|
| 9.1.2 Bohrwerkzeug | HK = Hohlkrone | Schn = Schnecke | ... = |
| 9.1.2.1 Art: | VK = Vollkrone | Spi = Spirale | ... = |
| EK = Einfachkernrohr | H = Hartmetallkrone | Kis = Kiespumpe | ... = |
| DK = Doppelkernrohr | D = Diamantkrone | Ven = Ventilbohrer | |
| TK = Dreifachkernrohr | Gr = Greifer | Mei = Meißel | |
| S = Seilkernrohr | Schap = Schappe | SN = Sonde | |

| | | |
|-------------------------|--------------|----------------|
| 9.1.2.2 Antrieb: | HA = Hand | DR = Druckluft |
| G = Gestänge | F = Freifall | HY = Hydraulik |
| SE = Seil | V = Vibro | |

| | | |
|---------------------------|------------------|---------------|
| 9.1.2.3 Spülhilfe: | SS = Sole | d = direkt |
| WS= Wasser | DS = Dickspülung | id = indirekt |
| LS = Luft | Sch = Schaum | |

| 9.2 Bohrtechnische Tabellen | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------|---------------|-------|--------------|------|---------|-----------|------------|------------|---------|-------------|
| Tiefe in m | | Bohrverfahren | | Bohrwerkzeug | | | | Verrohrung | | | Bemerkungen |
| Bohrlänge in m von | bis | Art | Lösen | Art | ø mm | Antrieb | Spülhilfe | Außen ø mm | Innen ø mm | Tiefe m | |
| 0,00 | 12,50 | BK | ram | Schap | 180 | | | 220 | | 12,50 | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |

| 9.3 Bohrkronen | | | 9.4 Geräteführer-Wechsel | | | | | |
|-----------------------|-----|------------------|---------------------------------|----------------------|---------|-------|------------------------------|-------|
| Nr | Nr: | ø Außen/Innen: | Nr | Datum Tag/Monat Jahr | Uhrzeit | Tiefe | Name Geräteführer für Ersatz | Grund |
| 1 | Nr: | ø Außen/Innen: / | 1 | | | | | |
| 2 | Nr: | ø Außen/Innen: / | 2 | | | | | |
| 3 | Nr: | ø Außen/Innen: / | 3 | | | | | |
| 4 | Nr: | ø Außen/Innen: / | 4 | | | | | |
| 5 | Nr: | ø Außen/Innen: / | | | | | | |
| 6 | Nr: | ø Außen/Innen: / | | | | | | |

10 Angaben über Grundwasser, Verfüllung und Ausbau

Wasser erstmals angetroffen bei **3.00** m, Anstieg bis _____ m unter Ansatzpunkt

Höchster gemessener Wasserstand **3.00** m unter Ansatzpunkt bei _____ m Bohrtiefe

Verfüllung: **0.00** m bis **0.50** m Art: **Füllkies** von: _____ m bis: _____ m Art:

| Nr | Filterrohr | | | Filterschüttung | | | Körnung mm | Sperrschicht | | | OK Peilrohr m über/unter Ansatzpunkt |
|----|------------|-------|------|-----------------|-------|-------|------------|--------------|--------------|---------------|--------------------------------------|
| | von m | bis m | ø mm | Art | von m | bis m | | von m | bis m | Art | |
| | | | | | | | | 0.50 | 12.50 | Dämmer | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |

11 Sonstige Angaben

Datum: **14.02.2020**

DC

| | |
|---|------------------------------------|
| EDER Brunnenbau GmbH Kreuzweg 3 84332 Hebertsfelden Tel.:08721/508090 Fax:507230 | Anlage Bericht: Az.: |
|---|------------------------------------|

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **NB Klärschlamm-Monoverbrennungsanlage, Imhoffstr. Straubing**

| Bohrung Nr. B 1 | | Blatt 3 | | Datum: 10.02.2020- 11.02.2020 | | | | |
|---|---|------------------------------------|-----------------------|---|---------------------|----|------------------------------|------|
| 1 | 2 | | | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| Bism unter Ansatz- punkt | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen | | | Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges | Entnommene Proben | | | |
| | b) Ergänzende Bemerkungen | | | | Art | Nr | Tiefe in m (Unter- kante) | |
| | c) Beschaffenheit nach Bohrgut | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang | e) Farbe | | | | | |
| | f) Übliche Benennung | g) Geologische Benennung | h) Gruppe | | i) Kalk- gehalt | | | |
| 0.40 | a) Mutterboden, humos | | | Rammkern- bohrung Ø 220 mm erdfeucht | EP | 1 | 0.00 -0.40 | |
| | b) | | | | | | | |
| | c) weich | d) leicht bohrbar | e) braun | | | | | |
| | f) | g) | h) OU | | | | | i) |
| 1.00 | a) Ton, schluffig, feinsandig | | | " | EP | 2 | 0.40 -1.00 | |
| | b) | | | | | | | |
| | c) halbfest | d) leicht bohrbar | e) braun | | | | | |
| | f) | g) | h) TL/ TM | | | | | i) |
| 2.75 | a) Ton, schluffig | | | " | EP | 3 | 1.00 -2.00 | |
| | b) | | | | | | | EP |
| | c) steif | d) leicht bohrbar | e) hellbraun bis grau | | | | | |
| | f) | g) | h) TL/ TM | | i) | | | |
| 4.75 | a) Fein- bis Mittelsand, schluffig | | | Ruhwasser 3.00m u. AP 11.02.2020 Wasser bei 3,00 m angebohrt | EP | 5 | 2.80 -3.80 | |
| | b) bei 4,40 m und 4,70 m organische Einlagerungen | | | | | | | EP |
| | c) | d) leicht bohrbar | e) grau bis graubraun | | | | | |
| | f) | g) | h) SU*/ ST* | i) | " ab 3,00 m nass | | | |
| 5.30 | a) Fein- bis Mittelkies, stark sandig | | | " | EP | 7 | 4.80 -5.30 | |
| | b) | | | | | | | nass |
| | c) locker | d) leicht bohrbar | e) grau | | | | | |
| | f) | g) | h) GU/ GT | | | | | |

EDER Brunnenbau GmbH
 Kreuzweg 3
 84332 Hebertsfelden
 Tel.:08721/508090 Fax:507230

Anlage

Bericht:

Az.:

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **NB Klärschlamm-Monoverbrennungsanlage, Imhoffstr. Straubing**

Bohrung Nr. B 1

Blatt 4

Datum:
10.02.2020-
11.02.2020

| 1 | 2 | | | | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|--|------------------------------------|---------------------|--------------------|---|-------------------|-----------|------------------------------------|
| Bis m unter Ansatz- punkt | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen | | | | Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges | Entnommene Proben | | |
| | b) Ergänzende Bemerkungen | | | | | Art | Nr | Tiefe in m (Unter- kante) |
| | c) Beschaffenheit nach Bohrgut | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang | e) Farbe | | | | | |
| | f) Übliche Benennung | g) Geologische Benennung | h) Gruppe | i) Kalk- gehalt | | | | |
| 8.00 | a) Fein- bis Mittelkies, sandig | | | | " nass | EP | 8 | 5.50 |
| | b) | | | | | EP | 9 | -6.70 |
| | c) locker | d) mittel bohrbar | e) braungrau | | | | | 6.70 |
| | f) | g) | h) GW | i) | | | | -8.00 |
| 9.40 | a) Kies, sandig | | | | " nass | EP | 10 | 8.00 |
| | b) | | | | | | | -9.40 |
| | c) locker | d) mittel bohrbar | e) grau | | | | | |
| | f) | g) | h) GW | i) | | | | |
| 12.50 | a) Ton | | | | " nass | EP | 11 | 9.50 |
| | b) | | | | | EP | 12 | -10.50 |
| | c) fest | d) schwer bohrbar | e) blau | | | | | 11.00 |
| Endtiefe | f) | g) | h) TA | i) | | | | -12.50 |

EDER Brunnenbau GmbH
 Kreuzweg 3
 84332 Hebertsfelden
 Tel.:08721/508090 Fax:507230

Kopfbblatt nach DIN 4022 zum Schichtenverzeichnis
 für Bohrungen
 Baugrundbohrung

Archiv-Nr:
 Aktenzeichen:

Anlage:
 Bericht:

1 Objekt NB Klärschlamm-Monoverbrennungsanlage, Imhoffstr. Straubing Anzahl der Seiten des Schichtenverzeichnisses: **5**
 Anzahl der Testberichte und ähnliches:

2 Bohrung Nr. B 2 Zweck: **Aufschlussbohrungen**

Ort: **Straubing**

Lage (Topographische Karte M = 1 : 25000):

Rechts:**33U 325952.058** Hoch: **5418967.955**

Lotrecht

Nr:

Richtung:

Höhe des a) zu NN **315.23**

m

Ansatzpunktes b) zu

m

[m] unter Gelände

3 Lageskizze (unmaßstäblich)

Bemerkung:

4 Auftraggeber:IMH Ingenieurgesellschaft für Bauwesen und Geotechnik mbH, Hengersberg
 Fachaufsicht: **Martin Loibl, Dipl.-Ing. (FH); IMH mbH, Hengersberg**

5 Bohrunternehmen:**EDER BRUNNENBAU in Deutschland GmbH, Hebertsfelden**

gebohrt von: **06.02.2020** bis: **10.02.2020**

Tagesbericht-Nr:

Projekt-Nr: **2019-146**

Geräteführer:**Orth Vladimir**

Qualifikation: **Bohrgeräteführer**

Geräteführer:

Qualifikation:

Geräteführer:

Qualifikation:

6 Bohrgerät Typ:

Baujahr:

Bohrgerät Typ:

Baujahr:

7 Messungen und Tests im Bohrloch:

| 8 Probenübersicht: | Art - Behälter | Anzahl | Aufbewahrungsort |
|---------------------------|-------------------|-----------|------------------|
| Bohrproben | Kernkisten | | |
| Bohrproben | EP | 15 | |
| Bohrproben | | | |
| Sonderproben | | | |
| Wasserproben | | | |

| | | |
|---|--|--|
| 9 Bohrtechnik | BP = Bohrung mit durchgehender Gewinnung nichtgekernter Proben | BKR= BK mit richtungsorientierter Kernentnahme |
| 9.1 Kurzzeichen | | BKB= BK mit beweglicher Kernumhüllung |
| 9.1.1 Bohrverfahren | | BKF= BK mit fester Kernumhüllung |
| 9.1.1.1 Art: | BuP= Bohrung mit Gewinnung unvollständiger Proben | ... = |
| BK = Bohrung mit durchgehender Gewinnung gekernter Proben | BS = Sondierbohrungen | |
| ... = | ... = | |

| | | |
|-----------------------|------------------|--------------------|
| 9.1.1.2 Lösen: | ram = rammend | schlag = schlagend |
| rot = drehend | druck = drückend | greif = greifend |

| | | | |
|---------------------------|---------------------|--------------------|-------|
| 9.1.2 Bohrwerkzeug | HK = Hohlkrone | Schn = Schnecke | ... = |
| 9.1.2.1 Art: | VK = Vollkrone | Spi = Spirale | ... = |
| EK = Einfachkernrohr | H = Hartmetallkrone | Kis = Kiespumpe | ... = |
| DK = Doppelkernrohr | D = Diamantkrone | Ven = Ventilbohrer | |
| TK = Dreifachkernrohr | Gr = Greifer | Mei = Meißel | |
| S = Seilkernrohr | Schap = Schappe | SN = Sonde | |

| | | |
|-------------------------|--------------|----------------|
| 9.1.2.2 Antrieb: | HA = Hand | DR = Druckluft |
| G = Gestänge | F = Freifall | HY = Hydraulik |
| SE = Seil | V = Vibro | |

| | | |
|---------------------------|------------------|---------------|
| 9.1.2.3 Spülhilfe: | SS = Sole | d = direkt |
| WS= Wasser | DS = Dickspülung | id = indirekt |
| LS = Luft | Sch = Schaum | |

| 9.2 Bohrtechnische Tabellen | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------|---------------|-------|--------------|------|---------|-----------|------------|------------|---------|-------------|
| Tiefe in m | | Bohrverfahren | | Bohrwerkzeug | | | | Verrohrung | | | Bemerkungen |
| Bohrlänge in m von | bis | Art | Lösen | Art | ø mm | Antrieb | Spülhilfe | Außen ø mm | Innen ø mm | Tiefe m | |
| 0,00 | 12,60 | BK | ram | Schap | 180 | | | 220 | | 12,60 | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |

| 9.3 Bohrkronen | | | 9.4 Geräteführer-Wechsel | | | | | |
|-----------------------|-----|------------------|---------------------------------|----------------------|---------|-------|------------------------------|-------|
| Nr | Nr: | ø Außen/Innen: | Nr | Datum Tag/Monat Jahr | Uhrzeit | Tiefe | Name Geräteführer für Ersatz | Grund |
| 1 | Nr: | ø Außen/Innen: / | 1 | | | | | |
| 2 | Nr: | ø Außen/Innen: / | 2 | | | | | |
| 3 | Nr: | ø Außen/Innen: / | 3 | | | | | |
| 4 | Nr: | ø Außen/Innen: / | 4 | | | | | |
| 5 | Nr: | ø Außen/Innen: / | | | | | | |
| 6 | Nr: | ø Außen/Innen: / | | | | | | |

10 Angaben über Grundwasser, Verfüllung und Ausbau

Wasser erstmals angetroffen bei **2.50** m, Anstieg bis _____ m unter Ansatzpunkt

Höchster gemessener Wasserstand **2.50** m unter Ansatzpunkt bei _____ m Bohrtiefe

Verfüllung: **0.00** m bis **0.50** m Art: **Füllkies** von: _____ m bis: _____ m Art:

| Nr | Filterrohr | | | Filterschüttung | | | Körnung mm | Sperrschicht | | | OK Peilrohr m über/unter Ansatzpunkt |
|----|------------|-------|------|-----------------|-------|-------|------------|--------------|--------------|---------------|--------------------------------------|
| | von m | bis m | ø mm | Art | von m | bis m | | von m | bis m | Art | |
| | | | | | | | | 0.50 | 12.60 | Dämmer | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |

11 Sonstige Angaben

Datum: **14.02.2020**

DC

EDER Brunnenbau GmbH
 Kreuzweg 3
 84332 Hebertsfelden
 Tel.:08721/508090 Fax:507230

Anlage

Bericht:

Az.:

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **NB Klärschlamm-Monoverbrennungsanlage, Imhoffstr. Straubing**

Bohrung Nr. B 2

Blatt 3

Datum:
06.02.2020-
10.02.2020

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|--|-------------------|--------|--------------------------------|
| Bism unter Ansatz- punkt | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkungen c) Beschaffenheit nach Bohrgut d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang e) Farbe f) Übliche Benennung g) Geologische Benennung h) Gruppe i) Kalkgehalt | Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges | Entnommene Proben | | |
| | | | Art | Nr | Tiefe in m (Unter- kante) |
| 0.40 | a) Mutterboden, humos b) c) d) leicht bohrbar e) braun f) g) h) OU i) | Rammkern- bohrung Ø 220 mm erdfeucht | EP | 1 | 0.00 -0.40 |
| 1.40 | a) Ton, schluffig, schwach sandig b) c) steif d) leicht bohrbar e) braun f) g) h) TL/ TM i) | " | EP | 2 | 0.40 -1.40 |
| 2.00 | a) Ton, schluffig, feinsandig b) c) steif d) leicht bohrbar e) hellbraun f) g) h) TL/ TM i) | " | EP | 3 | 1.40 -2.00 |
| 4.10 | a) Feinsand, schluffig, schwach tonig b) bei 3,70 m organische Einlagerungen c) locker d) leicht bohrbar e) grau f) g) h) SU*/ ST* i) | Ruhwasser 2.50m u. AP 10.02.2020 Wasser bei 2,50 m angebohrt " ab 2,50 m nass | EP EP | 4 5 | 2.00 -3.00 3.00 -4.00 |
| 4.90 | a) Sand, kiesig, schwach schluffig b) c) locker d) leicht bohrbar e) grau f) g) h) SU/ ST i) | " nass | EP | 6 | 4.10 -4.90 |

| | |
|---|------------------------------------|
| EDER Brunnenbau GmbH Kreuzweg 3 84332 Hebertsfelden Tel.:08721/508090 Fax:507230 | Anlage Bericht: Az.: |
|---|------------------------------------|

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **NB Klärschlamm-Monoverbrennungsanlage, Imhoffstr. Straubing**

| Bohrung Nr. B 2 | | Blatt 4 | | Datum: 06.02.2020- 10.02.2020 | | | |
|---|--|------------------------------------|---------------------------------|---|-------------------|----------|-----------------------------------|
| 1 | 2 | | | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Bism unter Ansatz- punkt | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen | | | Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges | Entnommene Proben | | |
| | b) Ergänzende Bemerkungen | | | | Art | Nr | Tiefe in m (Unter- kante) |
| | c) Beschaffenheit nach Bohrgut | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang | e) Farbe | | | | |
| | f) Übliche Benennung | g) Geologische Benennung | h) Gruppe i) Kalk- gehalt | | | | |
| 5.20 | a) Fein- bis Mittelsand, schwach schluffig | | | "nass | EP | 7 | 4.90 -5.20 |
| | b) | | | | | | |
| | c) locker | d) mittel bohrbar | e) grau | | | | |
| | f) | g) | h) SU/ ST i) | | | | |
| 6.00 | a) Sand, kiesig bis stark kiesig, schwach schluffig | | | "nass | EP | 8 | 5.20 -6.00 |
| | b) | | | | | | |
| | c) locker | d) mittel bohrbar | e) grau | | | | |
| | f) | g) | h) SU/ ST i) | | | | |
| 6.80 | a) Kies, stark sandig, schwach schluffig | | | "nass | EP | 9 | 6.00 -6.80 |
| | b) | | | | | | |
| | c) | d) mittel bohrbar | e) grau | | | | |
| | f) | g) | h) GU/ GT i) | | | | |
| 9.40 | a) Kies, schwach sandig, schwach schluffig | | | "nass | EP EP | 10 11 | 6.80 -8.00 8.00 -9.40 |
| | b) | | | | | | |
| | c) locker | d) mittel bohrbar | e) grau | | | | |
| | f) | g) | h) GW i) | | | | |
| 11.90 | a) Ton | | | "nass | EP EP | 12 13 | 9.50 -10.50 10.50 -11.50 |
| | b) | | | | | | |
| | c) halbfest bis fest | d) schwer bohrbar | e) blau | | | | |
| | f) | g) | h) TA i) | | | | |

| | |
|---|------------------------------------|
| EDER Brunnenbau GmbH Kreuzweg 3 84332 Hebertsfelden Tel.:08721/508090 Fax:507230 | Anlage Bericht: Az.: |
|---|------------------------------------|

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **NB Klärschlamm-Monoverbrennungsanlage, Imhoffstr. Straubing**

| Bohrung Nr. B 2 | | | | Blatt 5 | | Datum: 06.02.2020- 10.02.2020 | |
|---|--|------------------------------------|---------------------------------|---|-------------------|-------------------------------------|------------------------------|
| 1 | 2 | | | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Bis m unter Ansatz- punkt | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen | | | Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges | Entnommene Proben | | |
| | b) Ergänzende Bemerkungen | | | | Art | Nr | Tiefe in m (Unter- kante) |
| | c) Beschaffenheit nach Bohrgut | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang | e) Farbe | | | | |
| | f) Übliche Benennung | g) Geologische Benennung | h) Gruppe i) Kalk- gehalt | | | | |
| 12.40 | a) Feinsand, tonig, schwach schluffig | | | " erdfeucht | EP | 14 | 11.90 -12.40 |
| | b) | | | | | | |
| | c) | d) schwer bohrbar | e) blau | | | | |
| | f) | g) | h) ST* i) | | | | |
| 12.60 Endtiefe | a) Ton | | | " erdfeucht | EP | 15 | 12.40 -12.60 |
| | b) | | | | | | |
| | c) fest | d) schwer bohrbar | e) blau | | | | |
| | f) | g) | h) TA i) | | | | |



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Anlage 3

Bericht: 19162114

Az.: 19162114

Bauvorhaben: Straubing, Klärschlammverbrennungsanlage

Bohrung Nr BS 1 /Blatt 1

Datum:

23.10.19

| 1 | 2 | | | | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|--|--|-------------------------|--------------------|--|-------------------|-----|------------------------------------|
| Bis ... m unter Ansatz- punkt | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen | | | | Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges | Entnommene Proben | | |
| | b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾ | | | | | Art | Nr. | Tiefe in m (Unter- kante) |
| | c) Beschaffenheit nach Bohrgut | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang | e) Farbe | | | | | |
| | f) Übliche Benennung | g) Geologische ¹⁾ Benennung | h) ¹⁾ Gruppe | i) Kalk- gehalt | | | | |
| 0,25 | a) Auffüllung (Kies, sandig, tonig, schluffig) | | | | Loch zu bei 2,5m | | D 1 | 0,25 |
| | b) Ziegelreste | | | | | | | |
| | c) gerundet | d) mittelschwer zu bohren | e) braungrau | | | | | |
| | | g) | h) A[G U*/ | i) | | | | |
| 1,20 | a) Ton, schwach feinsandig | | | | | | D 2 | 1,00 |
| | b) | | | | | | | |
| | c) halbfest | d) leicht bis mittel | e) braun | | | | | |
| | | g) | h) TL/ TM | i) | | | | |
| 2,40 | a) Feinsand, schluffig, tonig | | | | | | D 3 | 2,00 |
| | b) | | | | | | | |
| | c) erdfeucht | d) leicht bis mittel | e) braungrau | | | | | |
| | | g) | h) SU* /ST* | i) | | | | |
| 3,00 | a) Feinsand, schwach schluffig bis schluffig | | | | ab 2,7m nass | | D 4 | 3,00 |
| | b) | | | | | | | |
| | c) feucht, nass | d) mittel bis schwer | e) gelbgrau | | | | | |
| | | g) | h) SU/ ST | i) | | | | |
| | a) | | | | | | | |
| | b) | | | | | | | |
| | | d) | e) | | | | | |
| | | g) | h) | i) | | | | |

¹⁾ Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Anlage 3

Bericht: 19162114

Az.: 19162114

Bauvorhaben: Straubing, Klärschlammverbrennungsanlage

Bohrung Nr BS 2 /Blatt 1

Datum:

23.10.19

| 1 | 2 | | | | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--|---|---|---|--------------------|--|----------------------|------|------------------------------------|
| Bis ... m unter Ansatz- punkt | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen | | b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾ | | Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges | Entnommene Proben | | |
| | c) Beschaffenheit nach Bohrgut | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang | e) Farbe | | | Art | Nr. | Tiefe in m (Unter- kante) |
| | f) Übliche Benennung | g) Geologische ¹⁾ Benennung | h) ¹⁾ Gruppe | i) Kalk- gehalt | | | | |
| 0,10 | a) Mutterboden | | b) Wurzelreste | | Loch zu bei 2,7m | | D 1 | 0,10 |
| | c) nass | d) leicht zu bohren | e) braun | | | | | |
| | f) | g) | h) OU | i) | | | | |
| | a) Schluff, tonig, schwach feinsandig | | b) | | | | | |
| c) halbfest | d) leicht bis mittel | e) braun | | | | | | |
| f) | g) | h) UL | i) | | | | | |
| a) Feinsand, schwach schluffig bis schluffig | | b) | | | | D 3 | 3,00 | |
| c) erdfeucht | d) mittel bis schwer | e) gelbgrau | | | | | | |
| f) | g) | h) SU/ ST | i) | | | | | |
| a) | | b) | | | | | | |
| c) | d) | e) | | | | | | |
| f) | g) | h) | i) | | | | | |
| a) | | b) | | | | | | |
| c) | d) | e) | | | | | | |
| f) | g) | h) | i) | | | | | |

¹⁾ Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Anlage 3

Bericht: 19162114

Az.: 19162114

Bauvorhaben: Straubing, Klärschlammverbrennungsanlage

Bohrung Nr BS 3 /Blatt 1

Datum:

23.10.19

| 1 | 2 | | | | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|--------------------|--|-----------------------------------|------------|------------------------------------|
| Bis ... m unter Ansatz- punkt | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen | | b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾ | | Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges | Entnommene Proben | | |
| | c) Beschaffenheit nach Bohrgut | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang | e) Farbe | | | Art | Nr. | Tiefe in m (Unter- kante) |
| | f) Übliche Benennung | g) Geologische ¹⁾ Benennung | h) ¹⁾ Gruppe | i) Kalk- gehalt | | | | |
| 0,10 | a) Mutterboden | | b) Wurzelreste | | Loch zu bei 2,6m | | D 1 | 0,10 |
| | c) nass | d) leicht zu bohren | e) braun | | | | | |
| | f) | g) | h) OU | i) | | | | |
| | a) Ton, schwach schluffig, schwach feinsandig | | b) | | | | | |
| c) steif bis halbfest | d) leicht bis mittel | e) braun | | | | | | |
| f) | g) | h) TL/ TM | i) | | | | | |
| a) Ton, schluffig, schwach feinsandig | | b) | | D 3 | 2,50 | | | |
| c) steif | d) leicht bis mittel | e) braun | | | | | | |
| f) | g) | h) TM | i) | | | | | |
| 6,50 | a) Feinsand, mittelsandig, schwach schluffig | | b) | | | ab 3m nass; 50% Kernverlust | D 4 D 5 | 3,00 6,50 |
| | c) nass | d) mittel bis schwer | e) grau | | | | | |
| | f) | g) | h) SU* | i) | | | | |
| | a) Kies, stark sandig, schwach schluffig | | b) | | Gewicht springt zurück, leichter Kernverlust | | | |
| c) gerundet, nass | d) schwer bis nicht mehr bohrbar | e) grau | | | | | | |
| f) | g) | h) GU/ GT | i) | | | | | |

¹⁾ Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Anlage 3

Bericht: 19162114

Az.: 19162114

Bauvorhaben: Straubing, Klärschlammverbrennungsanlage

Bohrung Nr BS 4 /Blatt 1

Datum:

23.10.19

| 1 | 2 | | | | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|--|---|---|--------------------|--|----------------------|-----|------------------------------------|
| Bis ... m unter Ansatz- punkt | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen | | b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾ | | Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges | Entnommene Proben | | |
| | c) Beschaffenheit nach Bohrgut | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang | e) Farbe | | | Art | Nr. | Tiefe in m (Unter- kante) |
| | f) Übliche Benennung | g) Geologische ¹⁾ Benennung | h) ¹⁾ Gruppe | i) Kalk- gehalt | | | | |
| 0,10 | a) Mutterboden | | | | | | D 1 | 0,10 |
| | b) Wurzelreste | | | | | | | |
| | c) nass | d) leicht zu bohren | e) braun | | | | | |
| | f) | g) | h) OU | i) | | | | |
| 1,00 | a) Ton, schluffig, schwach feinsandig | | | | | | D 2 | 1,00 |
| | b) leichte Wurzelreste | | | | | | | |
| | c) halbfest, trocken | d) mittelschwer zu bohren | e) braun | | | | | |
| | f) | g) | h) TL/ TM | i) | | | | |
| 2,00 | a) Ton, sandig, schwach kiesig | | | | | | D 3 | 2,00 |
| | b) | | | | | | | |
| | c) steif | d) leicht bis mittel | e) braun | | | | | |
| | f) | g) | h) TL/ TM | i) | | | | |
| 6,00 | a) Sand, tonig bis stark tonig, schwach kiesig | | | | 80% Kernverlust; Wasser bei 2,6m | | D 4 | 6,00 |
| | b) | | | | | | | |
| | c) nass | d) mittel bis schwer | e) graubraun | | | | | |
| | f) | g) | h) SU* /ST* | i) | | | | |
| 8,00 | a) Kies, stark sandig, schwach schluffig | | | | 80% Kernverlust; Gewicht springt zurück | | D 5 | 8,00 |
| | b) | | | | | | | |
| | c) gerundet, nass | d) schwer bis nicht mehr bohrbar | e) grau | | | | | |
| | f) | g) | h) GU/ GT | i) | | | | |

¹⁾ Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

Anlage 4



Deggendorfer Str.40
94491 Hengersberg
Telefon : 09901 / 94905-0
Fax : 09901 / 94905-22

Prüfungs-Nr. : L19162114-ATT 01
Anlage : 4
zu : 19162114

Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze nach DIN 18122 - S

Prüfungs-Nr. : L19162114-ATT 01
Bauvorhaben : Klärschlammverbrennungsanlage
Straubing
Ausgeführt durch : MO
am : 15.01.2020
Bemerkung : Wurzelreste
Probe: 200023

Entnahmestelle : BS2 - D2
Entnahmetiefe : 1,0 m unter GOK
Bodenart : Schluff, tonig, schwach sandig (gem. BA)
Art der Entnahme : gestört
Entnahme am : 23.10.2019 durch :

Fließgrenze

| | | | | | |
|---|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--|
| Behälter Nr. : | 124 | 125 | 132 | 134 | |
| Zahl der Schläge : | 40 | 29 | 22 | 18 | |
| Feuchte Probe + Behälter $m+m_B$ [g] : | 88,74 | 92,03 | 87,98 | 86,26 | |
| Trockene Probe + Behälter m_d+m_B [g] : | 79,65 | 82,35 | 78,12 | 75,90 | |
| Behälter m_B [g] : | 47,75 | 50,33 | 47,41 | 43,81 | |
| Wasser $m - m_d = m_w$ [g] : | 9,09 | 9,68 | 9,86 | 10,36 | |
| Trockene Probe m_d [g] : | 31,90 | 32,02 | 30,71 | 32,09 | |
| Wassergehalt $m_w / m_d * 100$ [%] : | 28,50 | 30,23 | 32,11 | 32,28 | |
| Wert übernehmen | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | |

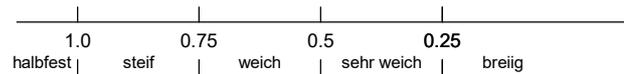
Ausrollgrenze

| | | | |
|-------|-------|-------|--|
| 44 | 65 | 133 | |
| 41,63 | 52,72 | 51,62 | |
| 40,84 | 51,84 | 50,82 | |
| 37,48 | 48,33 | 47,62 | |
| 0,79 | 0,88 | 0,80 | |
| 3,36 | 3,51 | 3,20 | |
| 23,51 | 25,07 | 25,00 | |

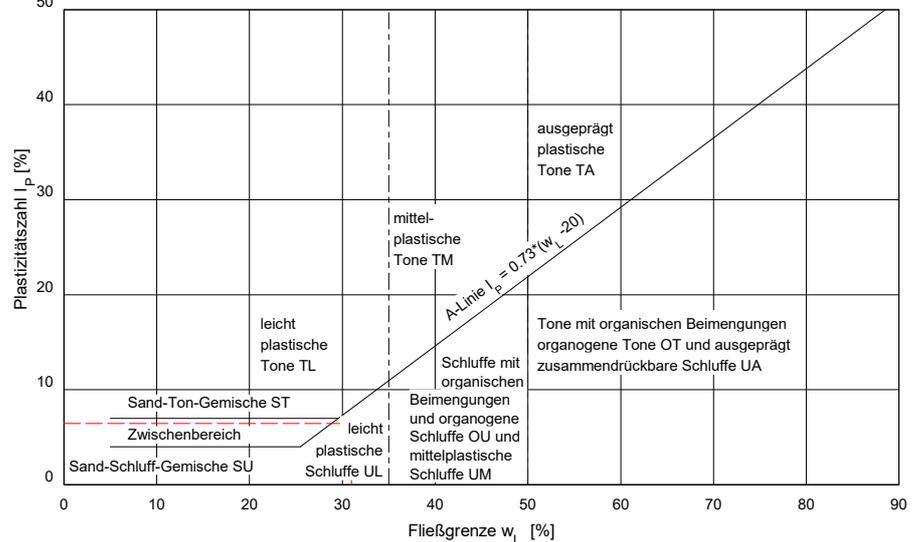
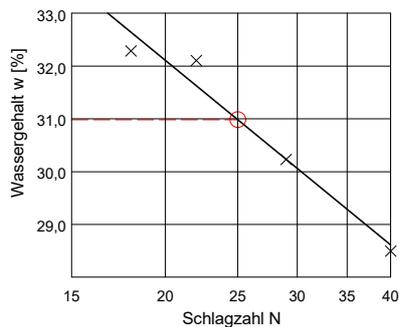
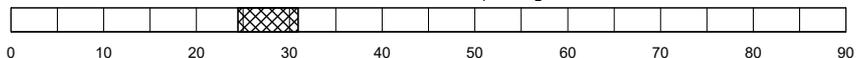
Natürlicher Wassergehalt : $w = 21,05$ %
 Größtkorn : mm
 Masse des Überkorns : g
 Trockenmasse der Probe : g
 Überkornanteil : $\ddot{u} = 0,00$ %
 Anteil ≤ 0.4 mm : $m_d / m = 100,00$ %
 Anteil ≤ 0.002 mm : $m_T / m =$ %
 Wassergehalt (Überkorn) $w_{\ddot{u}} = 0,00$ %
 korr. Wassergehalt : $w_K = \frac{w - w_{\ddot{u}} * \ddot{u}}{1.0 - \ddot{u}} = 21,05$ %

Bodengruppe = UL
 Fließgrenze $w_L = 30,98$ %
 Ausrollgrenze $w_P = 24,53$ %
 Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P = 6,46$ %
 Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_K}{w_L - w_P} = 1,54 \triangleq$ halbfest
 Liquiditätszahl $I_L = 1 - I_C = -0,54$
 Aktivitätszahl $I_A = \frac{I_P}{m_T / m_d} =$

Zustandsform



Bildsammelbereich (w_P bis w_L)





Deggendorfer Str.40
94491 Hengersberg
Telefon : 09901 / 94905-0
Fax : 09901 / 94905-22

Prüfungs-Nr. : L19162114-W 01
Anlage : 4
zu : 19162114

**Bestimmung des Wassergehaltes
durch Ofentrocknung
nach DIN 18126**

Prüfungs-Nr. : L19162114-W 01
Bauvorhaben : Klärschlammverbrennungsanlage
Straubing
Ausgeführt durch : MO
am : 15.01.2020
Bemerkung : Wurzelreste
Probe: 200023

Entnahmestelle : BS2 - D2
Entnahmetiefe : 1,0 m unter GOK
Bodenart : Schluff, schwach sandig
(gem. BA)
Art der Entnahme : gestört
Entnahme am : 23.10.2019 durch :

| Nr. des Versuchs | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Mittelwert |
|---|--------------|--------------|--------------|---|---|--------------|
| Bestimmung des Wassergehaltes w | | | | | | |
| Bezeichnung der Probe | 90 | 91 | 92 | | | |
| Masse Feuchtprobe + Behälter $m + m_B$ [g] | 294,60 | 319,94 | 309,09 | | | |
| Masse trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g] | 259,44 | 278,90 | 270,41 | | | |
| Masse des Behälters m_B [g] | 89,40 | 86,21 | 87,74 | | | |
| Masse des Porenwassers m_w [g] | 35,16 | 41,04 | 38,68 | | | |
| Masse der trockenen Probe m_d [g] | 170,04 | 192,69 | 182,67 | | | |
| Wassergehalt $m_w / m_d = w$ [%] | 20,68 | 21,30 | 21,17 | | | 21,05 |

Bemerkungen :

Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze nach DIN 18122 - S

Prüfungs-Nr. : L19162114-ATT 02
Bauvorhaben : Klärschlammverbrennungsanlage
Straubing
Ausgeführt durch : MO
am : 15.01.2020
Bemerkung :
Probe: 200024

Entnahmestelle : BS3 - D3
Entnahmetiefe : 2,5 m unter GOK
Bodenart : Ton, schluffig (gem. BA)
Art der Entnahme : gestört
Entnahme am : 23.10.2019 durch :

Fließgrenze

Ausrollgrenze

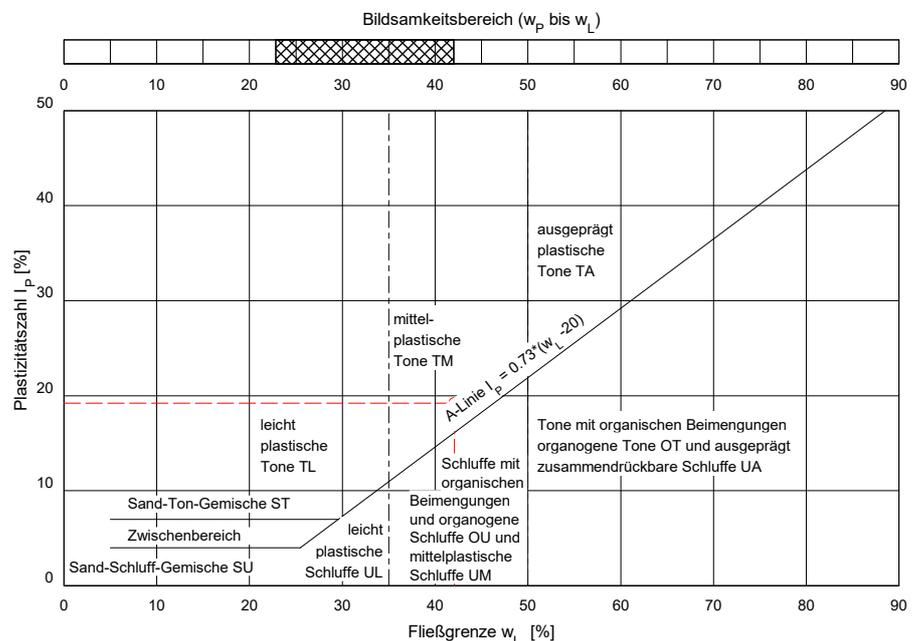
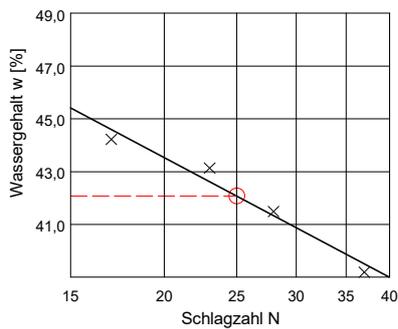
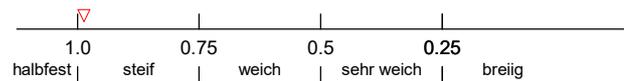
| | | | | | |
|---|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--|
| Behälter Nr. : | 39 | 135 | 136 | 137 | |
| Zahl der Schläge : | 37 | 28 | 23 | 17 | |
| Feuchte Probe + Behälter $m+m_B$ [g] : | 84,25 | 89,87 | 91,74 | 94,05 | |
| Trockene Probe + Behälter m_d+m_B [g] : | 72,95 | 77,97 | 79,17 | 81,39 | |
| Behälter m_B [g] : | 44,12 | 49,29 | 50,03 | 52,76 | |
| Wasser $m - m_d = m_w$ [g] : | 11,30 | 11,90 | 12,57 | 12,66 | |
| Trockene Probe m_d [g] : | 28,83 | 28,68 | 29,14 | 28,63 | |
| Wassergehalt $m_w / m_d * 100$ [%] : | 39,20 | 41,49 | 43,14 | 44,22 | |
| Wert übernehmen | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | |

| | | | | |
|--|-------|-------|-------|--|
| | 42 | 46 | 48 | |
| | | | | |
| | 40,87 | 41,09 | 54,11 | |
| | 40,11 | 40,33 | 53,36 | |
| | 36,79 | 37,00 | 50,07 | |
| | 0,76 | 0,76 | 0,75 | |
| | 3,32 | 3,33 | 3,29 | |
| | 22,89 | 22,82 | 22,80 | |

Natürlicher Wassergehalt : $w = 23,09$ %
 Größtkorn : mm
 Masse des Überkorns : g
 Trockenmasse der Probe : g
 Überkornanteil : $\bar{u} = 0,00$ %
 Anteil ≤ 0.4 mm : $m_d / m = 100,00$ %
 Anteil ≤ 0.002 mm : $m_T / m =$ %
 Wassergehalt (Überkorn) $w_{\bar{u}} = 0,00$ %
 korr. Wassergehalt : $w_K = \frac{w - w_{\bar{u}} * \bar{u}}{1.0 - \bar{u}} = 23,09$ %

Bodengruppe = TM
 Fließgrenze $w_L = 42,07$ %
 Ausrollgrenze $w_P = 22,84$ %
 Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P = 19,23$ %
 Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_K}{w_L - w_P} = 0,99 \triangleq$ steif
 Liquiditätszahl $I_L = 1 - I_C = 0,01$
 Aktivitätszahl $I_A = \frac{I_P}{m_T / m} =$

Zustandsform





Deggendorfer Str.40
 94491 Hengersberg
 Telefon : 09901 / 94905-0
 Fax : 09901 / 94905-22

Prüfungs-Nr. : L19162114-W 02
 Anlage : 4
 zu : 19162114

**Bestimmung des Wassergehaltes
 durch Ofentrocknung
 nach DIN 18126**

Prüfungs-Nr. : L19162114-W 02
 Bauvorhaben : Klärschlammverbrennungsanlage
 Straubing
 Ausgeführt durch : MO
 am : 15.01.2020
 Bemerkung :
 Probe: 200024

Entnahmestelle : BS3 - D3
 Entnahmetiefe : 2,5 m unter GOK
 Bodenart : Ton, schluffig
 (gem. BA)
 Art der Entnahme : gestört
 Entnahme am : 23.10.2019 durch :

| | | | | | | |
|------------------|---|---|---|---|---|------------|
| Nr. des Versuchs | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Mittelwert |
|------------------|---|---|---|---|---|------------|

Bestimmung des Wassergehaltes w

| Bezeichnung der Probe | 93 | 94 | 95 | | | |
|---|--------------|--------------|--------------|--|--|--------------|
| Masse Feuchtprobe + Behälter $m + m_B$ [g] | 256,68 | 274,46 | 311,40 | | | |
| Masse trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g] | 223,05 | 240,36 | 271,46 | | | |
| Masse des Behälters m_B [g] | 84,81 | 90,23 | 91,89 | | | |
| Masse des Porenwassers m_w [g] | 33,63 | 34,10 | 39,94 | | | |
| Masse der trockenen Probe m_d [g] | 138,24 | 150,13 | 179,57 | | | |
| Wassergehalt $m_w / m_d = w$ [%] | 24,33 | 22,71 | 22,24 | | | 23,09 |

Bemerkungen :



Deggendorfer Str.40
94491 Hengersberg
Telefon : 09901 / 94905-0
Fax : 09901 / 94905-22

Prüfungs-Nr. : L19162114-KGS 01
Anlage : 4
zu : 19162114

Bestimmung der Korngrößenverteilung
Naß-/Trockensiebung
nach DIN EN ISO 17892-4

Prüfungs-Nr. : L19162114-KGS 01
Bauvorhaben : Klärschlammverbrennungsanlage
Straubing
Ausgeführt durch : DD
am : 20.01.2020
Bemerkung : Wn[%] = 29,09
Probe: 200025

Entnahmestelle : BS3 - D5
Entnahmetiefe : 4,0 - 6,5 m unter GOK
Bodenart : Feinsand, mittelsandig,
schwach schluffig (gem. BA)
Art der Entnahme : gestört
Entnahme am : 23.10.2019 durch :

Siebanalyse :

Einwaage Siebanalyse me : 948,30 g %-Anteil der Siebeinwaage me' = 100 - ma' me' : 84,66
Anteil < 0,063 mm ma : 171,80 g %-Anteil < 0,063 mm ma' = 100 - me' ma' : 15,34
Gesamtgewicht der Probe mt : 1120,10 g

| | Siebdurchmesser [mm] | Rückstand [gramm] | Rückstand [%] | Durchgang [%] |
|----|----------------------|-------------------|---------------|---------------|
| 1 | 63,000 | 0,00 | 0,00 | 100,0 |
| 2 | 31,500 | 0,00 | 0,00 | 100,0 |
| 3 | 16,000 | 0,00 | 0,00 | 100,0 |
| 4 | 8,000 | 2,10 | 0,19 | 99,8 |
| 5 | 4,000 | 7,60 | 0,68 | 99,1 |
| 6 | 2,000 | 7,60 | 0,68 | 98,5 |
| 7 | 1,000 | 7,10 | 0,63 | 97,8 |
| 8 | 0,500 | 16,00 | 1,43 | 96,4 |
| 9 | 0,250 | 100,40 | 8,96 | 87,4 |
| 10 | 0,125 | 648,00 | 57,85 | 29,6 |
| 11 | 0,063 | 155,20 | 13,86 | 15,7 |
| | Schale | 3,60 | 0,32 | 15,4 |

Summe aller Siebrückstände : S = 947,60 g Größtkorn [mm] : 10,40
Siebverlust : SV = me - S = 0,70 g
SV' = (me - S) / me * 100 = 0,06 %

| Fraktionsanteil | Prozentanteil |
|-----------------|---------------|
| Ton | 2,54 |
| Schluff | 13,16 |
| Sandkorn | 82,80 |
| Feinsand | 59,86 |
| Mittelsand | 21,37 |
| Grobsand | 1,57 |
| Kieskorn | 1,50 |
| Feinkies | 1,04 |
| Mittelkies | 0,46 |
| Grobkies | 0,00 |
| Steine | 0,00 |

| Durchgang [%] | Siebdurchmesser [mm] |
|---------------|----------------------|
| 10,0 | 0,019 |
| 20,0 | 0,080 |
| 30,0 | 0,127 |
| 40,0 | 0,151 |
| 50,0 | 0,166 |
| 60,0 | 0,177 |
| 70,0 | 0,190 |
| 80,0 | 0,211 |
| 90,0 | 0,285 |
| 100,0 | 10,394 |



Deggendorfer Str.40
94491 Hengersberg
Telefon : 09901 / 94905-0
Fax : 09901 / 94905-22

Prüfungs-Nr. : L19162114-KGS 01
Anlage : 4
zu : 19162114

Bestimmung der Korngrößenverteilung
Naß-/Trockensiebung
nach DIN EN ISO 17892-4

Prüfungs-Nr. : L19162114-KGS 01
Bauvorhaben : Klärschlammverbrennungsanlage
Straubing
Ausgeführt durch : DD
am : 20.01.2020
Bemerkung : Wn[%] = 29,09
Probe: 200025

Entnahmestelle : BS3 - D5
Entnahmetiefe : 4,0 - 6,5 m unter GOK
Bodenart : Feinsand, mittelsandig,
schwach schluffig (gem. BA)
Art der Entnahme : gestört
Entnahme am : 23.10.2019 durch :

Aräometer Nr. : 1
Meniskuskorrektur mit Dispergierungsmittel: Cm = 0,9000 Dest. Wasser

Ermittlung der Trockenmasse
Durch Trocknen (nach der Schlämmanalyse)

Behälter Nr.: Z1
Korndichte ρ_S : 2,690 g/cm³
 $a = 100 / \mu * (R + C_\theta) = 3,24 * (R + C_\theta) \% \text{ von } m_d$

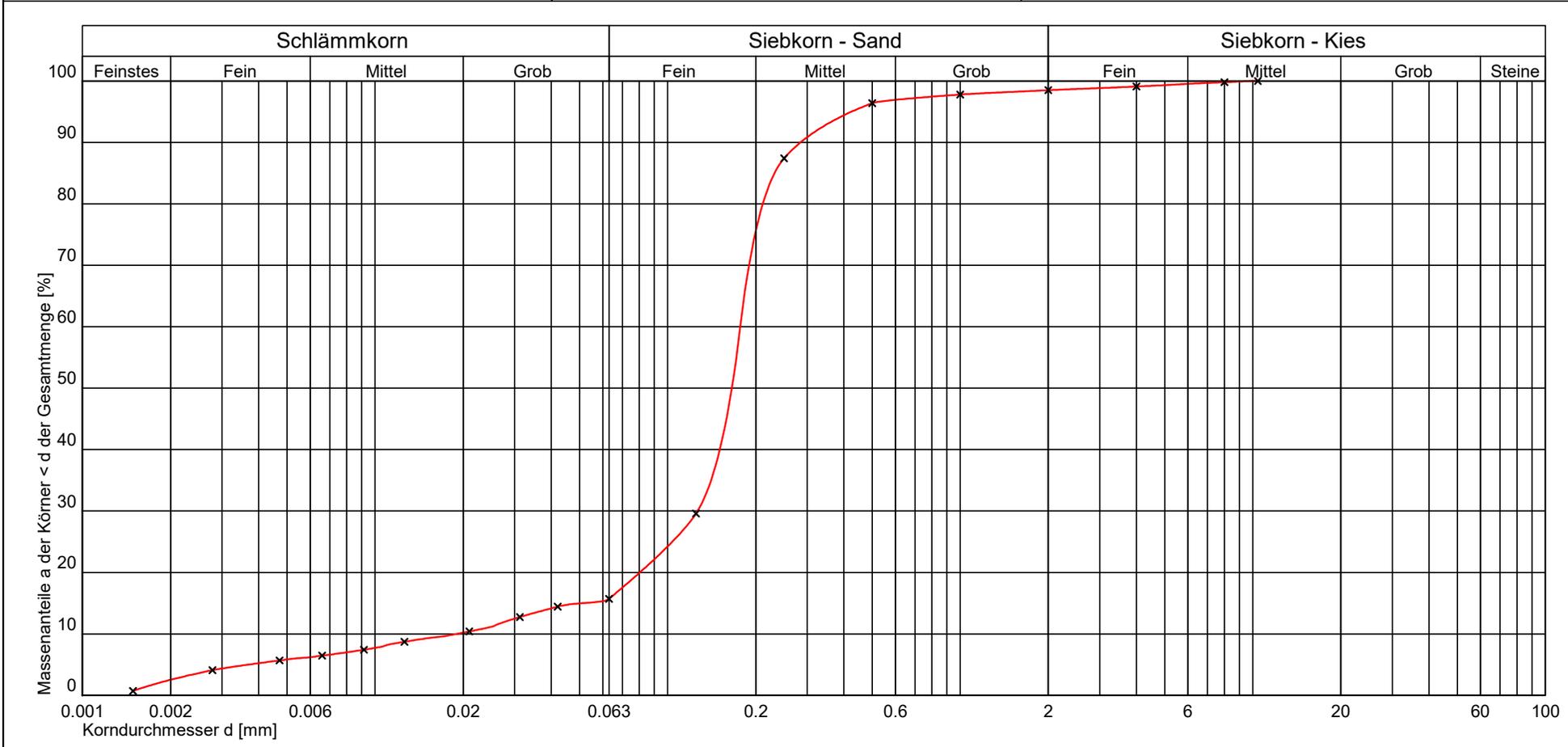
| | |
|--|----------|
| Trockene Probe + Behälter md + mB | 467,30 g |
| Behälter mB | 418,10 g |
| <hr/> | |
| Trockene Probe md | 49,20 g |
| $\mu = m_d * (\rho_S - 1) / \rho_S = 100\% \text{ der Lesung}$ | 30,91 g |

| Uhrzeit Vorgabe: | Abgelaufene Zeit s/m/h/d | Aräometer- lesung $R'=(\rho'-1)*10^3$ | Lesung + Meniskuskorr. $R=R'+C_m$ | Korndurch- messer d [mm] | Temperatur θ [°C] | Temp. korr. C_θ | Korr.Lesung $R+C_\theta$ | Schlamm- probe a [%] | Gesamt- probe a_{tot} [%] |
|---------------------|--------------------------------|---|---|--------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| 10:00:00 | | | | | | | | | |
| 10:00:30 | 30 s | 27,70 | 28,60 | 0,0572 | 20,7 | 0,13 | 28,73 | 92,94 | 15,70 |
| 10:01:00 | 1 m | 25,40 | 26,30 | 0,0421 | 20,7 | 0,13 | 26,43 | 85,50 | 14,44 |
| 10:02:00 | 2 m | 22,30 | 23,20 | 0,0313 | 20,7 | 0,13 | 23,33 | 75,47 | 12,75 |
| 10:05:00 | 5 m | 18,00 | 18,90 | 0,0210 | 20,7 | 0,13 | 19,03 | 61,56 | 10,40 |
| 10:15:00 | 15 m | 14,90 | 15,80 | 0,0126 | 20,9 | 0,16 | 15,96 | 51,65 | 8,73 |
| 10:30:00 | 30 m | 12,50 | 13,40 | 0,0092 | 21,0 | 0,18 | 13,58 | 43,95 | 7,42 |
| 11:00:00 | 1 h | 10,70 | 11,60 | 0,0066 | 21,2 | 0,22 | 11,82 | 38,25 | 6,46 |
| 12:00:00 | 2 h | 9,20 | 10,10 | 0,0047 | 21,6 | 0,30 | 10,40 | 33,64 | 5,68 |
| 16:00:00 | 6 h | 6,10 | 7,00 | 0,0028 | 22,6 | 0,50 | 7,50 | 24,26 | 4,10 |
| 10:00:00 | 1 d | 0,00 | 0,90 | 0,0015 | 22,0 | 0,38 | 1,28 | 4,13 | 0,70 |

Prüfungs-Nr. : L19162114-KGS 01
 Bauvorhaben : Klärschlammverbrennungsanlage
 Straubing
 Ausgeführt durch : DD
 am : 20.01.2020
 Bemerkung : Wn[%] = 29,09
 Probe: 200025

Bestimmung der Korngrößenverteilung
Naß-/Trockensiebung
 nach DIN EN ISO 17892-4

Entnahmestelle : BS3 - D5
 Entnahmetiefe : 4,0 - 6,5 m unter GOK
 Bodenart : Feinsand, mittelsandig,
 schwach schluffig (gem. BA)
 Art der Entnahme : gestört
 Entnahme am : 23.10.2019 durch :



Deggendorfer Str.40
 94491 Hengersberg
 Telefon : 09901 / 94905-0
 Fax : 09901 / 94905-22

Prüfungs-Nr. : L19162114-KGS 01
 Anlage : 4
 zu : 19162114

| | | | | |
|---------------------------------------|---|----------|--|-------------|
| Kurve Nr.: | | | | Bemerkungen |
| Arbeitsweise | | | | |
| U = d60/d10 / C _C / Median | 9,30 | 4,75 | | |
| Bodengruppe (DIN 18196) | SU* | | | |
| Geologische Bezeichnung | | | | |
| kf-Wert | 2,755 * 10 ⁻⁶ [m/s] nach Beyer | | | |
| Kornkennziffer: | 0 2 8 0 0 | fS,ms,u' | | |



Deggendorferstr. 40
94491 Hengersberg
Telefon : 09901 / 94905-0
Fax : 09901 / 94905-22

Prüfungs-Nr. : L19162114-W 04
Anlage : 4
zu : 19162114

Bestimmung des Wassergehaltes durch Ofentrocknung nach DIN 18126

Prüfungs-Nr. : L19162114-W 04
Bauvorhaben : Klärschlammverbrennungsanlage
Straubing
Ausgeführt durch : MO
am : 15.01.2020
Bemerkung :
Probe: 200025

Entnahmestelle : BS3 - D5
Entnahmetiefe : 4,0 - 6,5 m unter GOK
Bodenart : Feinsand, mittelsandig,
schwach schluffig (gem. BA)
Art der Entnahme : gestört
Entnahme am : 23.10.2019 durch :

| | | | | | | |
|------------------|---|---|---|---|---|------------|
| Nr. des Versuchs | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Mittelwert |
|------------------|---|---|---|---|---|------------|

Bestimmung des Wassergehaltes w

| Bezeichnung der Probe | 143 | 144 | 165 | | | |
|---|--------------|--------------|--------------|--|--|--------------|
| Masse Feuchtprobe + Behälter $m + m_B$ [g] | 355,20 | 388,30 | 377,00 | | | |
| Masse trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g] | 298,70 | 319,80 | 321,40 | | | |
| Masse des Behälters m_B [g] | 92,10 | 93,30 | 134,00 | | | |
| Masse des Porenwassers m_w [g] | 56,50 | 68,50 | 55,60 | | | |
| Masse der trockenen Probe m_d [g] | 206,60 | 226,50 | 187,40 | | | |
| Wassergehalt $m_w / m_d = w$ [%] | 27,35 | 30,24 | 29,67 | | | 29,09 |

Bemerkungen :



Deggendorferstr. 40
94491 Hengersberg
Telefon : 09901 / 94905-0
Fax : 09901 / 94905-22

Prüfungs-Nr. : L19162114-KGV 01
Anlage : 4
zu : 19162114

Bestimmung der Korngrößenverteilung
Naß-/Trockensiebung
nach DIN EN ISO 17892-4

Prüfungs-Nr. : L19162114-KGV 01
Bauvorhaben : Straubing, Klärschlammverbrennungsanlage

Ausgeführt durch : MO/DD
am : 20.01.2020
Bemerkung : Wn[%] = 11,50
Probe: 200026, 200027

Entnahmestelle : BS3-D6, BS4 - D5
Mischprobe
Entnahmetiefe : 7,0 - 8,0 m unter GOK
Bodenart : Kies-Sand, schwach schluffig
(gem.BA)
Art der Entnahme : gestört
Entnahme am : 23.10.2019 durch :

Anteil < 0.063 mm

| | | Teilprobe 1 | Teilprobe 2 |
|----------------------------------|------|----------------------------------|-------------|
| Abtrennen der Feinteile | vor | Behälter und Probe m1 [g] | 1420,10 |
| | | Behälter m2 [g] | 438,70 |
| | | Probe m1 -m2 = mu1 [g] | 981,40 |
| | nach | Behälter und Probe m3 [g] | 1355,10 |
| | | Probe m1 -m3 = mu2 [g] | 65,00 |
| | | < 0.063 mm: mu2 / mu1 * 100 = ma | 6,62 |
| Mittelwert bei Doppelbest. = ma' | | 6,62 | |

Siebanalyse :

Einwaage Siebanalyse me : 916,40 g %-Anteil der Siebeinwaage me' = 100 - ma' me' : 93,38
Anteil < 0,063 mm ma : 65,00 g %-Anteil < 0,063 mm ma' = 100 - me' ma' : 6,62
Gesamtgewicht der Probe mt : 981,40 g

| | Siebdurchmesser [mm] | Rückstand [gramm] | Rückstand [%] | Durchgang [%] |
|----|----------------------|-------------------|---------------|---------------|
| 1 | 63,000 | 0,00 | 0,00 | 100,0 |
| 2 | 31,500 | 0,00 | 0,00 | 100,0 |
| 3 | 16,000 | 43,20 | 4,40 | 95,6 |
| 4 | 8,000 | 104,40 | 10,64 | 85,0 |
| 5 | 4,000 | 178,30 | 18,17 | 66,8 |
| 6 | 2,000 | 129,60 | 13,21 | 53,6 |
| 7 | 1,000 | 88,60 | 9,03 | 44,6 |
| 8 | 0,500 | 83,50 | 8,51 | 36,1 |
| 9 | 0,250 | 144,10 | 14,68 | 21,4 |
| 10 | 0,125 | 105,70 | 10,77 | 10,6 |
| 11 | 0,063 | 38,00 | 3,87 | 6,7 |
| | Schale | 0,40 | 0,04 | 6,7 |

Summe aller Siebrückstände : S = 915,80 g Größtkorn [mm] : 18,62
Siebverlust : SV = me - S = 0,60 g
SV' = (me - S) / me * 100 = 0,06 %

| Fraktionsanteil | Prozentanteil |
|-----------------|---------------|
| Ton | |
| Schluff | 6,70 |
| Sandkorn | 46,90 |
| Feinsand | 10,81 |
| Mittelsand | 21,50 |
| Grobsand | 14,60 |
| Kieskorn | 46,40 |
| Feinkies | 25,25 |
| Mittelkies | 21,15 |
| Grobkies | 0,00 |
| Steine | 0,00 |

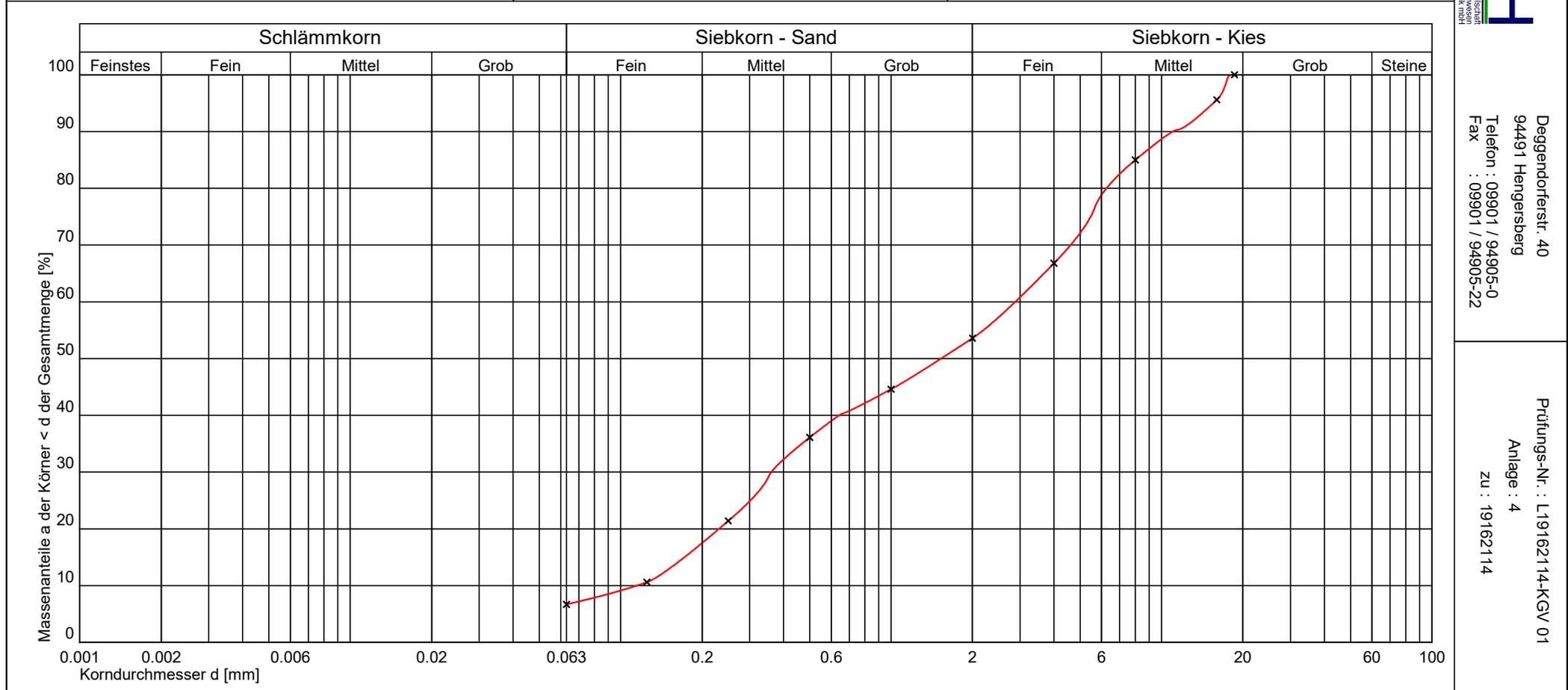
| Durchgang [%] | Siebdurchmesser [mm] |
|---------------|----------------------|
| 10,0 | 0,115 |
| 20,0 | 0,231 |
| 30,0 | 0,361 |
| 40,0 | 0,642 |
| 50,0 | 1,530 |
| 60,0 | 2,877 |
| 70,0 | 4,607 |
| 80,0 | 6,253 |
| 90,0 | 11,003 |
| 100,0 | 18,600 |

| | | |
|--|---|---|
| Prüfungs-Nr. : L19162114-KGV 01 Bauvorhaben : Straubing, Klärschlammverbrennungsanlage Ausgeführt durch : MO/DD am : 20.01.2020 Bemerkung : Wn[%] = 11,50 Probe: 200026, 200027 | Bestimmung der Korngrößenverteilung Naß-/Trockensiebung nach DIN EN ISO 17892-4 | Entnahmestelle : BS3-D6, BS4 - D5 Mischprobe Entnahmetiefe : 7,0 - 8,0 m unter GOK Bodenart : Kies-Sand, schwach schluffig (gem.BA) Art der Entnahme : gestört Entnahme am : 23.10.2019 durch : |
|--|---|---|



Deggendorferstr. 40
 94491 Hengersberg
 Telefon : 09901 / 94905-0
 Fax : 09901 / 94905-22

Prüfungs-Nr. : L19162114-KGV 01
 Anlage : 4
 zu : 19162114



| | | |
|---------------------------------------|---|-------------|
| Kurve Nr.: | | Bemerkungen |
| Arbeitsweise | | |
| U = d60/d10 / C _C / Median | 25,09 0,39 | |
| Bodengruppe (DIN 18196) | GU/GT | |
| Geologische Bezeichnung | | |
| kf-Wert | 9,096 * 10 ⁻⁵ [m/s] nach Seiler | |
| Kornkennziffer: | 0 1 5 4 0 mS-gS.fs'.fg.mg.u' | |



Deggendorferstr. 40
 94491 Hengersberg
 Telefon : 09901 / 94905-0
 Fax : 09901 / 94905-22

Prüfungs-Nr. : L19162114-W 03
 Anlage : 4
 zu : 19162114

Bestimmung des Wassergehaltes durch Ofentrocknung nach DIN 18126

Prüfungs-Nr. : L19162114-W 03
 Bauvorhaben : Klärschlammverbrennungsanlage
 Straubing
 Ausgeführt durch : MO
 am : 15.01.2020
 Bemerkung :
 Probe: 200026 - 200027

Entnahmestelle : BS3/BS4 - D6/D5
 Mischprobe
 Entnahmetiefe : 7,0 - 8,0 m unter GOK
 Bodenart : Kies-Sand Gemisch, schwach schluffig
 (gem. BA)
 Art der Entnahme : gestört
 Entnahme am : 23.10.2019 durch :

| | | | | | | |
|------------------|---|---|---|---|---|------------|
| Nr. des Versuchs | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Mittelwert |
|------------------|---|---|---|---|---|------------|

Bestimmung des Wassergehaltes w

| Bezeichnung der Probe | 141 | 142 | 158 | | | |
|---|--------------|--------------|--------------|--|--|--------------|
| Masse Feuchtprobe + Behälter $m + m_B$ [g] | 370,70 | 384,80 | 1533,70 | | | |
| Masse trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g] | 342,50 | 354,00 | 1420,10 | | | |
| Masse des Behälters m_B [g] | 92,00 | 90,00 | 438,70 | | | |
| Masse des Porenwassers m_w [g] | 28,20 | 30,80 | 113,60 | | | |
| Masse der trockenen Probe m_d [g] | 250,50 | 264,00 | 981,40 | | | |
| Wassergehalt $m_w / m_d = w$ [%] | 11,26 | 11,67 | 11,58 | | | 11,50 |

Bemerkungen :

Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze nach DIN 18122 - S

Prüfungs-Nr. : L19162114-ATT 03
Bauvorhaben : Klärschlammverbrennungsanlage
Straubing
Ausgeführt durch : MO/RP
am : 21.02.2020
Bemerkung :
Probe: 200265

Entnahmestelle : B2 - EP12
Entnahmetiefe : 10,5 m unter GOK
Bodenart : Ton (gem. BA)
Art der Entnahme : gestört
Entnahme am : 11.02.2020 durch :

Fließgrenze

Ausrollgrenze

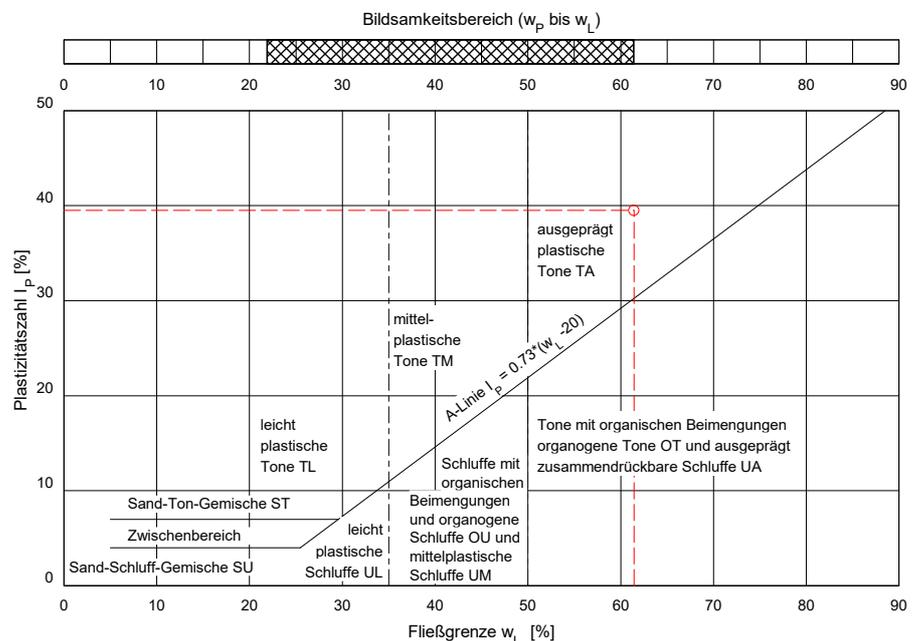
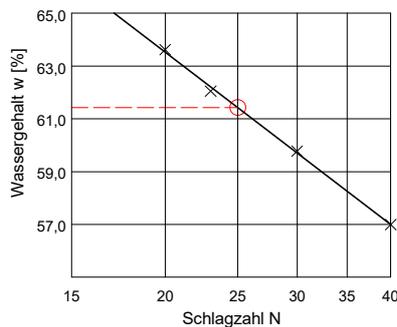
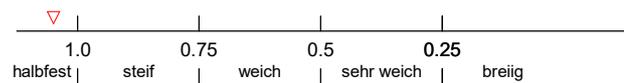
| | | | | |
|---|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Behälter Nr. : | 41 | 39 | 50 | 138 |
| Zahl der Schläge : | 40 | 30 | 23 | 20 |
| Feuchte Probe + Behälter $m+m_B$ [g] : | 89,97 | 86,79 | 86,33 | 89,85 |
| Trockene Probe + Behälter m_d+m_B [g] : | 75,31 | 70,83 | 70,85 | 74,18 |
| Behälter m_B [g] : | 49,59 | 44,13 | 45,90 | 49,55 |
| Wasser $m - m_d = m_w$ [g] : | 14,66 | 15,96 | 15,48 | 15,67 |
| Trockene Probe m_d [g] : | 25,72 | 26,70 | 24,95 | 24,63 |
| Wassergehalt $m_w / m_d * 100$ [%] : | 57,00 | 59,78 | 62,04 | 63,62 |
| Wert übernehmen | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

| | | |
|-------|-------|-------|
| 1 | 2 | 6 |
| 42,12 | 41,06 | 52,81 |
| 41,34 | 40,30 | 51,99 |
| 37,81 | 36,82 | 48,23 |
| 0,78 | 0,76 | 0,82 |
| 3,53 | 3,48 | 3,76 |
| 22,10 | 21,84 | 21,81 |

Natürlicher Wassergehalt : $w = 19,97$ %
Größtkorn : mm
Masse des Überkorns : g
Trockenmasse der Probe : g
Überkornanteil : $\ddot{u} = 0,00$ %
Anteil ≤ 0.4 mm : $m_d / m = 100,00$ %
Anteil ≤ 0.002 mm : $m_T / m =$ %
Wassergehalt (Überkorn) $w_{\ddot{u}} = 0,00$ %
korr. Wassergehalt : $w_K = \frac{w - w_{\ddot{u}} * \ddot{u}}{1.0 - \ddot{u}} = 19,97$ %

Bodengruppe = TA
Fließgrenze $w_L = 61,42$ %
Ausrollgrenze $w_P = 21,91$ %
Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P = 39,51$ %
Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_K}{w_L - w_P} = 1,05 \triangleq$ halbfest
Liquiditätszahl $I_L = 1 - I_C = -0,05$
Aktivitätszahl $I_A = \frac{I_P}{m_T / m} =$

Zustandsform





Deggendorferstr. 40
 94491 Hengersberg
 Telefon : 09901 / 94905-0
 Fax : 09901 / 94905-22

Prüfungs-Nr. : L19162114-W 05
 Anlage : 4
 zu : 19162114

**Bestimmung des Wassergehaltes
 durch Ofentrocknung
 nach DIN 18126**

Prüfungs-Nr. : L19162114-W 05
 Bauvorhaben : Klärschlammverbrennungsanlage
 Straubing
 Ausgeführt durch : MO
 am : 21.02.2020
 Bemerkung :
 Probe: 200265

Entnahmestelle : B2 - EP12
 Entnahmetiefe : 10,5 m unter GOK
 Bodenart : Ton (gem. BA)
 Art der Entnahme : gestört
 Entnahme am : 11.02.2020 durch :

| | | | | | | |
|------------------|---|---|---|---|---|------------|
| Nr. des Versuchs | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Mittelwert |
|------------------|---|---|---|---|---|------------|

Bestimmung des Wassergehaltes w

| Bezeichnung der Probe | 91 | 94 | 95 | | | |
|---|--------------|--------------|--------------|--|--|--------------|
| Masse Feuchtprobe + Behälter $m + m_B$ [g] | 331,59 | 320,35 | 301,00 | | | |
| Masse trockene Probe + Behälter $m_d + m_B$ [g] | 290,96 | 281,65 | 266,38 | | | |
| Masse des Behälters m_B [g] | 86,22 | 90,23 | 91,90 | | | |
| Masse des Porenwassers m_w [g] | 40,63 | 38,70 | 34,62 | | | |
| Masse der trockenen Probe m_d [g] | 204,74 | 191,42 | 174,48 | | | |
| Wassergehalt $m_w / m_d = w$ [%] | 19,84 | 20,22 | 19,84 | | | 19,97 |

Bemerkungen :



Deggendorferstr. 40
94491 Hengersberg
Telefon : 09901 / 94905-0
Fax : 09901 / 94905-22

Prüfungs-Nr. : L19162114-KGV LCPC 01
Anlage : 4
zu : 19162114

Bestimmung der Korngrößenverteilung
Naß-/Trockensiebung
nach DIN EN ISO 17892-4

Prüfungs-Nr. : L19162114-KGV LCPC 01
Bauvorhaben : Klärschlammverbrennungsanlage
Straubing
Ausgeführt durch : MO
am : 24.02.2020
Bemerkung : Wn[%] = 6,68
Probe: 200263

Entnahmestelle : B1 - EP8
Entnahmetiefe : 6,7 m unter GOK
Bodenart : Kies stark sandig (gem. BA)
Art der Entnahme : gestört
Entnahme am : 11.02.2020 durch :

Anteil < 0.063 mm

| | | Teilprobe 1 | Teilprobe 2 |
|----------------------------------|------|----------------------------------|-------------|
| Abtrennen der Feinteile | vor | Behälter und Probe m1 [g] | 4934,50 |
| | | Behälter m2 [g] | 843,30 |
| | | Probe m1 -m2 = mu1 [g] | 4091,20 |
| | nach | Behälter und Probe m3 [g] | 4889,50 |
| | | Probe m1 -m3 = mu2 [g] | 45,00 |
| | | < 0.063 mm: mu2 / mu1 * 100 = ma | 1,10 |
| Mittelwert bei Doppelbest. = ma' | | 1,10 | |

Siebanalyse :

Einwaage Siebanalyse me : 4046,20 g %-Anteil der Siebeinwaage me' = 100 - ma' me' : 98,90
Anteil < 0,063 mm ma : 45,00 g %-Anteil < 0,063 mm ma' = 100 - me' ma' : 1,10
Gesamtgewicht der Probe mt : 4091,20 g

| | Siebdurchmesser [mm] | Rückstand [gramm] | Rückstand [%] | Durchgang [%] |
|----|----------------------|-------------------|---------------|---------------|
| 1 | 63,000 | 0,00 | 0,00 | 100,0 |
| 2 | 31,500 | 0,00 | 0,00 | 100,0 |
| 3 | 16,000 | 7,10 | 0,17 | 99,8 |
| 4 | 8,000 | 488,60 | 11,94 | 87,9 |
| 5 | 6,300 | 346,30 | 8,46 | 79,4 |
| 6 | 4,000 | 762,70 | 18,64 | 60,8 |
| 7 | 2,000 | 888,00 | 21,71 | 39,1 |
| 8 | 1,000 | 604,30 | 14,77 | 24,3 |
| 9 | 0,500 | 414,50 | 10,13 | 14,2 |
| 10 | 0,250 | 282,90 | 6,91 | 7,3 |
| 11 | 0,125 | 194,40 | 4,75 | 2,5 |
| 12 | 0,063 | 53,20 | 1,30 | 1,2 |
| | Schale | 2,90 | 0,07 | 1,1 |

Summe aller Siebrückstände : S = 4044,90 g Größtkorn [mm] : 17,92
Sieverlust : SV = me - S = 1,30 g
SV' = (me - S) / me * 100 = 0,03 %

| Fraktionsanteil | Prozentanteil |
|-----------------|---------------|
| Ton | |
| Schluff | 1,20 |
| Sandkorn | 37,90 |
| Feinsand | 4,33 |
| Mittelsand | 10,95 |
| Grobsand | 22,61 |
| Kieskorn | 60,90 |
| Feinkies | 38,39 |
| Mittelkies | 22,51 |
| Grobkies | 0,00 |
| Steine | 0,00 |

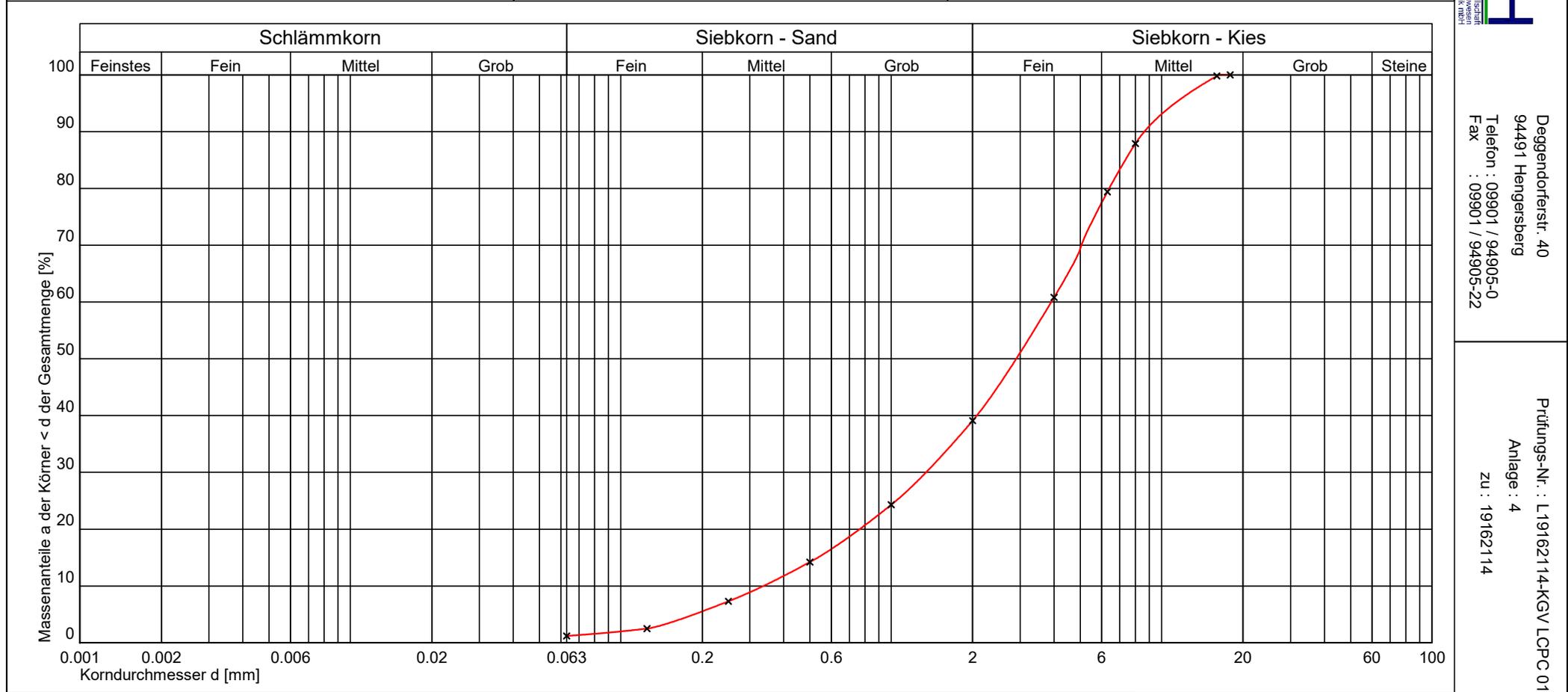
| Durchgang [%] | Siebdurchmesser [mm] |
|---------------|----------------------|
| 10,0 | 0,337 |
| 20,0 | 0,764 |
| 30,0 | 1,345 |
| 40,0 | 2,073 |
| 50,0 | 2,899 |
| 60,0 | 3,908 |
| 70,0 | 5,048 |
| 80,0 | 6,399 |
| 90,0 | 8,625 |
| 100,0 | 17,885 |

| | | |
|---|---|--|
| Prüfungs-Nr. : L19162114-KGV LCPC 01 Bauvorhaben : Klärschlammverbrennungsanlage Straubing Ausgeführt durch : MO am : 24.02.2020 Bemerkung : Wn[%] = 6,68 Probe: 200263 | Bestimmung der Korngrößenverteilung Naß-/Trockensiebung nach DIN EN ISO 17892-4 | Entnahmestelle : B1 - EP8 Entnahmetiefe : 6,7 m unter GOK Bodenart : Kies stark sandig (gem. BA) Art der Entnahme : gestört Entnahme am : 11.02.2020 durch : |
|---|---|--|



Deggendorferstr. 40
 94491 Hengersberg
 Telefon : 09901 / 94905-0
 Fax : 09901 / 94905-22

Prüfungs-Nr. : L19162114-KGV LCPC 01
 Anlage : 4
 zu : 19162114



| | | |
|---------------------------------------|---|-------------|
| Kurve Nr.: | | Bemerkungen |
| Arbeitsweise | | |
| U = d60/d10 / C _C / Median | 11,60 1,37 | |
| Bodengruppe (DIN 18196) | GW | |
| Geologische Bezeichnung | | |
| kf-Wert | 8,266 * 10 ⁻⁴ [m/s] nach Beyer | |
| Kornkennziffer: | 0 1 5 4 0 fG,mg,gs,ms' | |



Deggendorfer Str. 40
94491 Hengersberg
Telefon: 09901/94905-0
Fax: 09901/94905-22

Prüfungs-Nr.: L19162114-LCPC 01
Anlage: 4
zu: 19162114

Bestimmung der Abrasivität von Lockergesteinen
LCPC-Versuch
in Anlehnung an NF P18-579

Prüfungs-Nr.: L19162114-LCPC 01
Bauvorhaben: Klärschlammverbrennungsanlage
Straubing

Ausgeführt durch: MO
am: 24.02.2020
Bemerkung: $W_n[\%] = 6,68$
Probe: 200263

Meßstelle: B1 - EP8

Entnahmetiefe: 6,7 m unter GOK

Gesteinsart: Kies, stark sandig
(gem. BA)

Art der Entnahme: gestört
Entnahme am: 11.02.20 durch:

Hinweise:

Mittlerer Korndurchmesser D_{50} [mm]: 2,899
Einwaage m [g]: 501,8 entspricht in [t]: 5E-04
Anteil Bruchkorn (>6,3mm) [%]: 0,0 entspricht in [g]: 0

Me ß e r g e b n i s s e

Abrieb

| | | |
|-----------------------------------|-----|-------|
| Metallflügel vor Versuch m_{f0} | [g] | 46,82 |
| Metallflügel nach Versuch m_f | [g] | 46,22 |
| Abrieb Δm | [g] | 0,60 |

Abrasivitätskoeffizient LAK

LAK : 1196 [g/t]
stark abrasiv

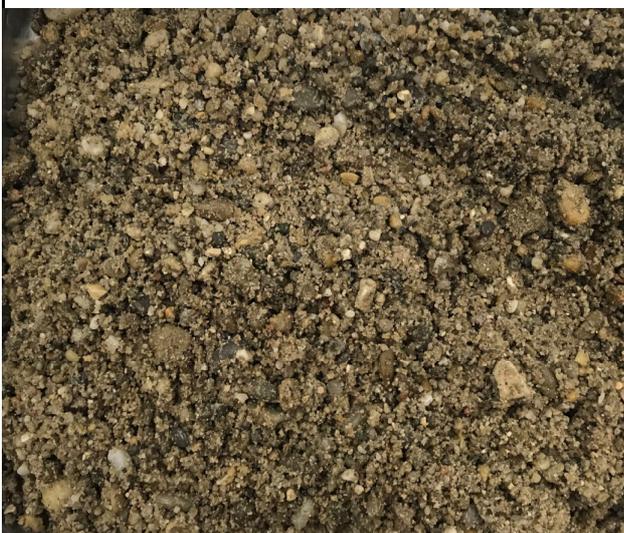
Brechbarkeit

| | | |
|-------------------------------|-----|--------|
| Masse Rückstand $\geq 1,6$ mm | [g] | 306,00 |
|-------------------------------|-----|--------|

Brechbarkeitskoeffizient LBR

LBR : 39 [%]

Probe vor Versuch



Metallplättchen
vor Versuch



nach Versuch





Deggendorferstr. 40
94491 Hengersberg
Telefon : 09901 / 94905-0
Fax : 09901 / 94905-22

Prüfungs-Nr. : L19162114-KGV LCPC 02
Anlage : 4
zu : 19162114

Bestimmung der Korngrößenverteilung
Naß-/Trockensiebung
nach DIN EN ISO 17892-4

Prüfungs-Nr. : L19162114-KGV LCPC 02
Bauvorhaben : Klärschlammverbrennungsanlage
Straubing
Ausgeführt durch : MO
am : 24.02.2020
Bemerkung : Wn[%] = 3,99
Probe: 200264

Entnahmestelle : B2 - EP10
Entnahmetiefe : 8,0 m unter GOK
Bodenart : Kies, sandig (gem. BA)
Art der Entnahme : gestört
Entnahme am : 11.02.2020 durch :

Anteil < 0.063 mm

| | | Teilprobe 1 | Teilprobe 2 |
|----------------------------------|------|----------------------------------|-------------|
| Abtrennen der Feinteile | vor | Behälter und Probe m1 [g] | 5296,60 |
| | | Behälter m2 [g] | 849,90 |
| | | Probe m1 -m2 = mu1 [g] | 4446,70 |
| | nach | Behälter und Probe m3 [g] | 5204,40 |
| | | Probe m1 -m3 = mu2 [g] | 92,20 |
| | | < 0.063 mm: mu2 / mu1 * 100 = ma | 2,07 |
| Mittelwert bei Doppelbest. = ma' | | 2,07 | |

Siebanalyse :

Einwaage Siebanalyse me : 4354,50 g %-Anteil der Siebeinwaage me' = 100 - ma' me' : 97,93
Anteil < 0,063 mm ma : 92,20 g %-Anteil < 0,063 mm ma' = 100 - me' ma' : 2,07
Gesamtgewicht der Probe mt : 4446,70 g

| | Siebdurchmesser [mm] | Rückstand [gramm] | Rückstand [%] | Durchgang [%] |
|----|----------------------|-------------------|---------------|---------------|
| 1 | 63,000 | 0,00 | 0,00 | 100,0 |
| 2 | 31,500 | 105,10 | 2,36 | 97,6 |
| 3 | 16,000 | 638,70 | 14,36 | 83,3 |
| 4 | 8,000 | 1169,40 | 26,30 | 57,0 |
| 5 | 6,300 | 383,60 | 8,63 | 48,3 |
| 6 | 4,000 | 562,90 | 12,66 | 35,7 |
| 7 | 2,000 | 540,10 | 12,15 | 23,5 |
| 8 | 1,000 | 318,80 | 7,17 | 16,4 |
| 9 | 0,500 | 285,30 | 6,42 | 10,0 |
| 10 | 0,250 | 233,70 | 5,26 | 4,7 |
| 11 | 0,125 | 79,10 | 1,78 | 2,9 |
| 12 | 0,063 | 35,00 | 0,79 | 2,1 |
| | Schale | 1,40 | 0,03 | 2,1 |

Summe aller Siebrückstände : S = 4353,10 g Größtkorn [mm] : 40,61
Sieverlust : SV = me - S = 1,40 g
SV' = (me - S) / me * 100 = 0,03 %

| Fraktionsanteil | Prozentanteil |
|-----------------|---------------|
| Ton | |
| Schluff | 2,10 |
| Sandkorn | 21,40 |
| Feinsand | 1,87 |
| Mittelsand | 7,63 |
| Grobsand | 11,90 |
| Kieskorn | 76,50 |
| Feinkies | 23,31 |
| Mittelkies | 41,33 |
| Grobkies | 11,86 |
| Steine | 0,00 |

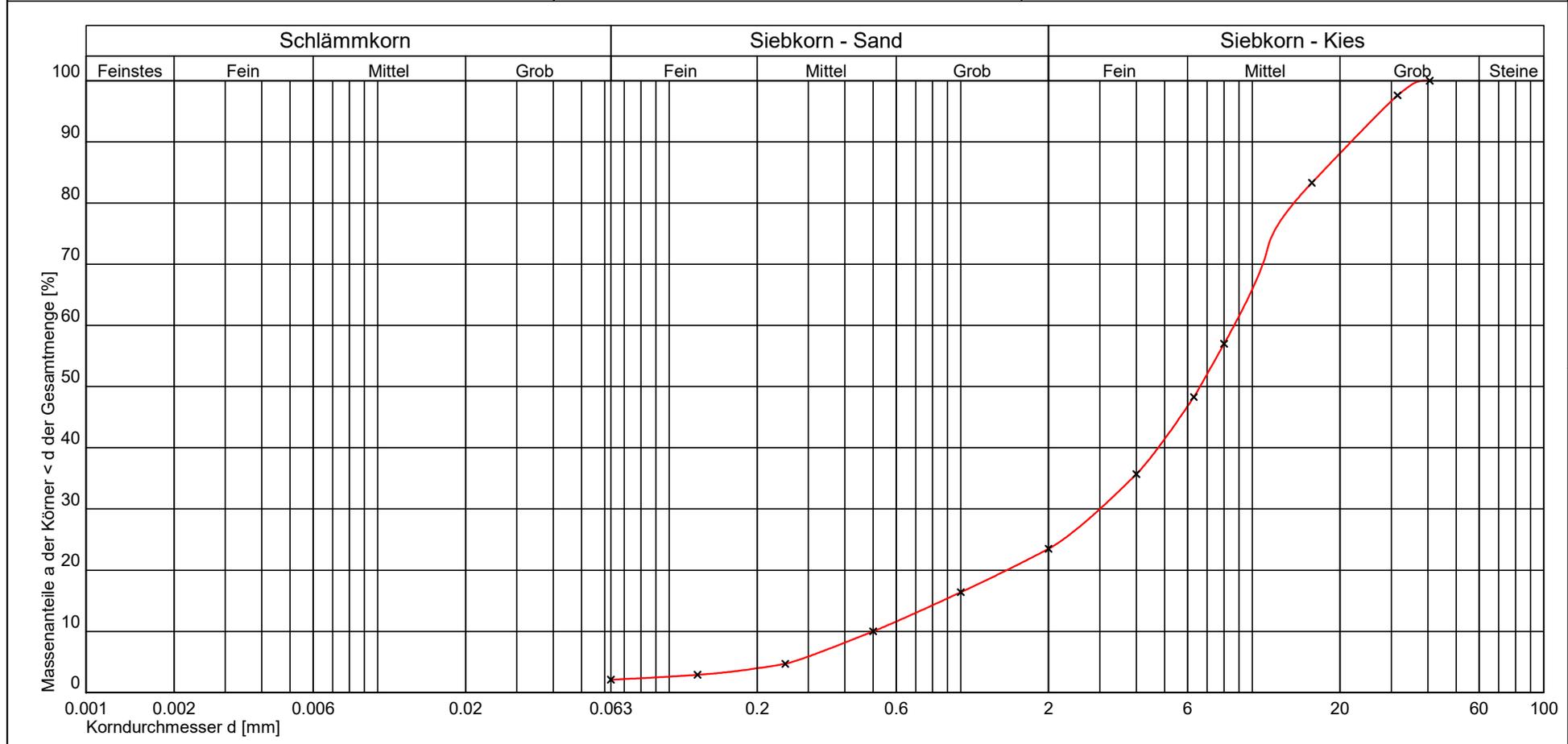
| Durchgang [%] | Siebdurchmesser [mm] |
|---------------|----------------------|
| 10,0 | 0,500 |
| 20,0 | 1,438 |
| 30,0 | 3,000 |
| 40,0 | 4,753 |
| 50,0 | 6,614 |
| 60,0 | 8,659 |
| 70,0 | 10,857 |
| 80,0 | 13,879 |
| 90,0 | 21,803 |
| 100,0 | 40,552 |

| | | |
|---|---|--|
| Prüfungs-Nr. : L19162114-KGV LCPC 02 Bauvorhaben : Klärschlammverbrennungsanlage Straubing Ausgeführt durch : MO am : 24.02.2020 Bemerkung : Wn[%] = 3,99 Probe: 200264 | Bestimmung der Korngrößenverteilung Naß-/Trockensiebung nach DIN EN ISO 17892-4 | Entnahmestelle : B2 - EP10 Entnahmetiefe : 8,0 m unter GOK Bodenart : Kies, sandig (gem. BA) Art der Entnahme : gestört Entnahme am : 11.02.2020 durch : |
|---|---|--|



Deggendorferstr. 40
 94491 Hengersberg
 Telefon : 09901 / 94905-0
 Fax : 09901 / 94905-22

Prüfungs-Nr. : L19162114-KGV LCPC 02
 Anlage : 4
 zu : 19162114



| | | |
|---------------------------------------|--|-------------|
| Kurve Nr.: | | Bemerkungen |
| Arbeitsweise | | |
| U = d60/d10 / C _C / Median | 17,32 2,08 | |
| Bodengruppe (DIN 18196) | GW | |
| Geologische Bezeichnung | | |
| kf-Wert | 1,698 * 10 ⁻³ [m/s] nach Beyer | |
| Kornkennziffer: | 0 0 4 6 0 mG,fg,gg',gs',ms' | |



Deggendorfer Str. 40
94491 Hengersberg
Telefon: 09901/94905-0
Fax: 09901/94905-22

Prüfungs-Nr.: L19162114-LCPC 02
Anlage: 4
zu: 19162114

Bestimmung der Abrasivität von Lockergesteinen
LCPC-Versuch
in Anlehnung an NF P18-579

Prüfungs-Nr.: L19162114-LCPC 02
Bauvorhaben: Klärschlammverbrennungsanlage
Straubing

Ausgeführt durch: MO
am: 24.02.2020
Bemerkung: $W_n[\%] = 3,99$
Probe: 200264

Meßstelle: B2 - EP10

Entnahmetiefe: 8,0 m unter GOK

Gesteinsart: Kies, sandig
(gem. BA)

Art der Entnahme: gestört
Entnahme am: 11.02.2020 durch:

Hinweise:

Mittlerer Korndurchmesser D_{50} [mm]: 6,614
Einwaage m [g]: 501 entspricht in [t]: 5E-04
Anteil Bruchkorn (>6,3mm) [%]: 0,0 entspricht in [g]: 0

Me ß e r g e b n i s s e

Abrieb

| | | |
|-----------------------------------|-----|-------|
| Metallflügel vor Versuch m_{f0} | [g] | 46,76 |
| Metallflügel nach Versuch m_f | [g] | 46,28 |
| Abrieb Δm | [g] | 0,48 |

Abrasivitätskoeffizient LAK

LAK : 958 [g/t]
stark abrasiv

Brechbarkeit

| | | |
|-------------------------------|-----|--------|
| Masse Rückstand $\geq 1,6$ mm | [g] | 325,10 |
|-------------------------------|-----|--------|

Brechbarkeitskoeffizient LBR

LBR : 35 [%]

Probe vor Versuch



Metallplättchen
vor Versuch



nach Versuch



WESSLING GmbH, Forstenrieder Straße 8-14, 82061 Neuried

IMH
 Ingenieurgesellschaft für
 Bauwesen und Geotechnik mbH
 Martin Loibl
 Deggendorfer Straße 40
 94491 Hengersberg

Geschäftsfeld: Umwelt
 Ansprechpartner: T. Schröder
 Durchwahl: +49 89 829969 17
 Fax: +49 89 829969 22
 E-Mail: Thorsten.Schroeder@wessling.de

Prüfbericht

Straubing, Klärschlammverbrennungsanlage (MLO)

| | | | | | |
|---------------------|--|-------------|---------------------|-------|-------------------|
| Prüfbericht Nr. | CMU20-002333-1 | Auftrag Nr. | CMU-00661-20 | Datum | 20.02.2020 |
| Probe Nr. | 20-024231-01 | | | | |
| Eingangsdatum | 13.02.2020 | | | | |
| Bezeichnung | B1 - WP | | | | |
| Probenart | Grundwasser | | | | |
| Probenahme | 11.02.2020 | | | | |
| Probenahme durch | Auftraggeber | | | | |
| Probengefäß | 2x 250ml Schliff 1x 250ml PE 5x 100ml PE | | | | |
| Anzahl Gefäße | 8 | | | | |
| Untersuchungsbeginn | 13.02.2020 | | | | |
| Untersuchungsende | 20.02.2020 | | | | |

Wasser nach Beton/Stahlaggressivität

| | | | | |
|-------------------------------|--------|----|-------------|--------------------------------------|
| Probe Nr. | | | | 20-024231-01 |
| Bezeichnung | | | | B1 - WP |
| Aussehen | WE | | | Farblos, Klar, Kein Bodensatz |
| Geruch | WE | | | geruchlos |
| Geruch nach Ansäuern | WE | | | n. a. |
| pH-Wert | WE | | | 7,9 |
| Messtemperatur pH-Wert | °C | WE | 21 | |
| Permanganat-Verbrauch | mg/l | WE | 17,0 | |
| Säurekapazität, pH 4,3 | mmol/l | WE | 7,14 | |
| Gesamthärte | mg/l | WE | 237 | |
| Härtehydrogencarbonat | mg/l | WE | 200 | |
| Nichtcarbonathärte | mg/l | WE | 37 | |
| Ammonium (NH4) | mg/l | WE | 0,36 | |
| Sulfat (SO4) | mg/l | WE | 90,9 | |
| Chlorid (Cl) | mg/l | WE | 72,2 | |

| Prüfbericht Nr. | CMU20-002333-1 | Auftrag Nr. | CMU-00661-20 | Datum | 20.02.2020 |
|---|--------------------|-------------|-----------------|-------|--------------|
| Probe Nr. | | | | | 20-024231-01 |
| Kohlensäure (CO₂), aggressive | mg/l | W/E | -33,7 | | |
| Sulfid (S), gelöst | mg/l | W/E | <0,04 | | |
| Chlorid (Cl) | mol/m ³ | W/E | 2,04 | | |
| Sulfat (SO₄) | mol/m ³ | W/E | 0,946 | | |
| Calcium (Ca) | mol/m ³ | W/E | 3,24 | | |
| Redoxpotential vs. NHE | V | W/E | -0,049 | | |
| Calcium (Ca) | mg/l | W/E | 130 | | |
| Magnesium (Mg) | mg/l | W/E | 24 | | |

 Prüfbericht Nr. **CMU20-002333-1** Auftrag Nr. **CMU-00661-20** Datum **20.02.2020**

20-024231-01

Kommentare der Ergebnisse:

Geruch nach Ansäuern, Geruch nach Ansäuern: Eine sensorische Prüfung der Probe nach Ansäuern kann aus Sicherheitsgründen nicht durchgeführt werden.

Abkürzungen und Methoden

| | | ausführender Standort |
|--|---|------------------------------|
| Aussehen | WES 088 (2007-12) | Umweltanalytik München |
| Geruch/Geschmack von Wasser/Eluat | DEV B1/2 (1971) ^A | Umweltanalytik München |
| Geruch nach Ansäuern | WES 089 (2008-02) | Umweltanalytik München |
| pH-Wert in Wasser/Eluat | DIN 38404-5 (2009-07) ^A | Umweltanalytik München |
| Permanganat-Verbrauch in Wasser | DIN 4030 Teil 2 (2008-06) ^A | Umweltanalytik München |
| Säure- und Basekapazität in Wasser/Eluat | DIN 38409 H7 (2005-12) ^A | Umweltanalytik München |
| Gesamthärte in Wasser/Eluat | DIN 38409-6 mod. (1986-01) ^A | Umweltanalytik München |
| Härtehydrogencarbonat in Wasser/Eluat | DIN 38405 D8 (1971) ^A | Umweltanalytik München |
| Metalle/Elemente in Wasser/Eluat | DIN EN ISO 11885 (2009-09) ^A | Umweltanalytik München |
| Calcium (Ca) (berechnet) | DIN EN ISO 11885 (2009-09) ^A | Umweltanalytik München |
| Ammonium in Wasser/ Eluat | DIN 38406 E5-1 (1983-10) ^A | Umweltanalytik München |
| Gelöste Anionen, Sulfat in Wasser/Eluat | DIN EN ISO 10304-1 (2009-07) ^A | Umweltanalytik München |
| Sulfat, berechnet | DIN EN ISO 10304-1 (2009-07) ^A | Umweltanalytik München |
| Gelöste Anionen, Chlorid in Wasser/Eluat | DIN EN ISO 10304-1 (2009-07) ^A | Umweltanalytik München |
| Chlorid, berechnet | DIN EN ISO 10304-1 (2009-07) ^A | Umweltanalytik München |
| Kohlensäure aggressive in Wasser/Eluat | DIN 38404-10-M4 (1995-04) ^A | Umweltanalytik München |
| Sulfid gelöst in Wasser/Eluat | DIN 38405 D26 (1989-04) ^A | Umweltanalytik Hannover |
| Redoxpotenzial | DIN 38404 C6 (1984-05) ^A | Umweltanalytik München |
| W/E | Wasser/Eluat | |

Norm

DIN 38409-6 mod. (1986-01)

Modifikation

Modifikation: Bestimmung des Calcium- und Magnesium-Gehaltes mit der ICP-OES oder ICP-MS



Thorsten Schröder
 Dipl.-Ing. Umweltsicherung
 Sachverständiger Umwelt

| Anlage: Bewertung der Stahlaggressivität von Wässern | | | | | |
|---|--|---------------|---|-----------|----------------------------|
| nach DIN 50929 Teil 3: Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe bei äußerer Korrosionsbelastung (Rohrleitungen und Bauteile in Böden und Wässern) | | | | | |
| Labornummer: | 20-024231-01 | | | | |
| Merkmal und Dimension | Einheit | Analyse | unlegierte Eisen | | verzinkter Stahl |
| (1) Wasserart | | | N ₁ = | 0 | M ₁ = -2 |
| a) fließende Gewässer | | x | | | |
| b) stehende Gewässer | | | | | |
| c) Küste von Binnenseen | | | | | |
| d) anaerobe Moor, Meeresküste | | | | | |
| (2) Lage des Objektes | | | N ₂ = | 0 | M ₂ = 0 |
| a) Unterwasserbereich | | x | | | |
| b) Wasser-/Luftbereich | | | | | |
| c) Spritzwasserbereich | | | | | |
| (3) c(Cl⁻) + 2c (SO₄²⁻) | | 3,932 | | | |
| mit Chlorid (Cl ⁻) | mol/m ³ | 2,04 | | | |
| mit Sulfat (SO ₄ ²⁻) | mol/m ³ | 0,946 | N ₃ = | -2 | M ₃ = 0 |
| (4) Säurekapazität bis pH 4,3 | mol/m ³ | 7,14 | N ₄ = | 5 | M ₄ = -1 |
| (5) Ca²⁺ | mol/m ³ | 3,24 | N ₅ = | 1 | M ₅ = 3 |
| (6) pH-Wert | - | 7,9 | N ₆ = | 1 | M ₆ = 1 |
| (7) Objekt/Wasser-Potential | V | -0,049 | N ₇ = | -5 | |
| (Zur Feststellung der Fremdkathoden) | | | | | |
| Bewertungszahlsumme W ₀ | | 4,60 | | | |
| Bewertungszahlsumme W ₁ | | 4,60 | | | |
| Bewertungszahlsumme W _D | | 1 | Bewertungszahlsumme W _L = | | 1 |
| Beurteilung: | | | | | |
| Die Korrosionswahrscheinlichkeit von unlegierten und niedriglegierten Stählen in Wässern ist im Unterwasserbereich | | | | | |
| sehr gering | bezüglich Mulden und Lochkorrosion und | | | | |
| sehr gering | bezüglich der Flächenkorrosion. | | | | |
| Die Korrosionswahrscheinlichkeit von unlegierten und niedriglegierten Stählen in Wässern ist an der Wasser/Luft-Grenze | | | | | |
| sehr gering | bezüglich Mulden und Lochkorrosion und | | | | |
| sehr gering | bezüglich der Flächenkorrosion. | | | | |
| Die Güte der Deckschichten auf feuerverzinkten Stählen ist | | | sehr gut. | | |
| Bemerkung: | | | | | |
| Bewertung für fließendes Gewässer im Unterwasserbereich | | | WESSLING GmbH, Forstenrieder Straße 8-14, 82061 Neuried | | |
| Neuried, den 20.02.2020 | | | T. Schröder Sachbearbeiter | | |

WESSLING GmbH, Forstenrieder Straße 8-14, 82061 Neuried

IMH
 Ingenieurgesellschaft für
 Bauwesen und Geotechnik mbH
 Martin Loibl
 Deggendorfer Straße 40
 94491 Hengersberg

Geschäftsfeld: Umwelt
 Ansprechpartner: T. Schröder
 Durchwahl: +49 89 829969 17
 Fax: +49 89 829969 22
 E-Mail: Thorsten.Schroeder@wessling.de

Prüfbericht

Straubing, Klärschlammverbrennungsanlage

| | | | | | |
|---------------------|-----------------------|-------------|---------------------|-------|-------------------|
| Prüfbericht Nr. | CMU20-000719-1 | Auftrag Nr. | CMU-00107-20 | Datum | 23.01.2020 |
| Probe Nr. | 20-006314-01 | | | | |
| Eingangsdatum | 15.01.2020 | | | | |
| Bezeichnung | BS1-D1 | | | | |
| Probenart | Boden | | | | |
| Probenahme | 23.10.2019 | | | | |
| Probenahme durch | Auftraggeber | | | | |
| Probengefäß | 1x5l Eimer | | | | |
| Anzahl Gefäße | 1 | | | | |
| Untersuchungsbeginn | 15.01.2020 | | | | |
| Untersuchungsende | 22.01.2020 | | | | |

Probenvorbereitung

| | | | | |
|--------------------------------------|------|-------|-------------------|--------------|
| Probe Nr. | | | | 20-006314-01 |
| Bezeichnung | | | | BS1-D1 |
| Volumen des Auslaugungsmittel | ml | OS | 900 | |
| Frischmasse der Messprobe | g | OS | 99,0 | |
| Königswasser-Extrakt | | TS <2 | 16.01.2020 | |
| Feinanteil < 2mm | Gew% | TS | 55 | |
| Grobanteil > 2mm | Gew% | TS | 45 | |
| Feuchtegehalt | % | TS | 8,8 | |

Physikalische Untersuchung

| | | | | |
|-------------------------|------|-------|-------------|--------------|
| Probe Nr. | | | | 20-006314-01 |
| Bezeichnung | | | | BS1-D1 |
| Trockenrückstand | Gew% | OS <2 | 93,8 | |

Prüfbericht Nr. **CMU20-000719-1** Auftrag Nr. **CMU-00107-20** Datum **23.01.2020**
Summenparameter

| | | | |
|--------------------------------|--------------|-------|----------------|
| Probe Nr. | 20-006314-01 | | |
| Bezeichnung | BS1-D1 | | |
| Cyanid (CN), ges. | mg/kg | TS <2 | <0,1 |
| EOX | mg/kg | TS <2 | <0,5 |
| Kohlenwasserstoff-Index | mg/kg | TS <2 | 43 |

Polychlorierte Biphenyle (PCB)

| | | | |
|------------------------|--------------|-------|-----------------|
| Probe Nr. | 20-006314-01 | | |
| Bezeichnung | BS1-D1 | | |
| PCB Nr. 28 | mg/kg | TS <2 | <0,01 |
| PCB Nr. 52 | mg/kg | TS <2 | <0,01 |
| PCB Nr. 101 | mg/kg | TS <2 | <0,01 |
| PCB Nr. 118 | mg/kg | TS <2 | <0,01 |
| PCB Nr. 138 | mg/kg | TS <2 | <0,01 |
| PCB Nr. 153 | mg/kg | TS <2 | <0,01 |
| PCB Nr. 180 | mg/kg | TS <2 | <0,01 |
| Summe der 6 PCB | mg/kg | TS <2 | -/- |
| Summe der 7 PCB | mg/kg | TS <2 | -/- |

Im Königswasser-Extrakt**Elemente**

| | | | |
|-------------------------|--------------|-------|----------------|
| Probe Nr. | 20-006314-01 | | |
| Bezeichnung | BS1-D1 | | |
| Arsen (As) | mg/kg | TS <2 | 5,0 |
| Blei (Pb) | mg/kg | TS <2 | 15 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg | TS <2 | <0,3 |
| Chrom (Cr) | mg/kg | TS <2 | 16 |
| Kupfer (Cu) | mg/kg | TS <2 | 11 |
| Nickel (Ni) | mg/kg | TS <2 | 12 |
| Zink (Zn) | mg/kg | TS <2 | 50 |
| Quecksilber (Hg) | mg/kg | TS <2 | <0,1 |

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

| | | | |
|---------------------------|--------------|-------|-----------------|
| Probe Nr. | 20-006314-01 | | |
| Bezeichnung | BS1-D1 | | |
| Naphthalin | mg/kg | TS <2 | <0,02 |
| 1-Methylnaphthalin | mg/kg | TS <2 | <0,02 |
| 2-Methylnaphthalin | mg/kg | TS <2 | <0,02 |
| Acenaphthylen | mg/kg | TS <2 | <0,1 |
| Acenaphthen | mg/kg | TS <2 | 0,03 |
| Fluoren | mg/kg | TS <2 | 0,06 |
| Phenanthren | mg/kg | TS <2 | 0,36 |
| Anthracen | mg/kg | TS <2 | 0,14 |

| Prüfbericht Nr. | CMU20-000719-1 | Auftrag Nr. | CMU-00107-20 | Datum | 23.01.2020 |
|-------------------------------------|----------------|-------------|--------------|-------|------------|
| Probe Nr. | 20-006314-01 | | | | |
| Fluoranthren | mg/kg | TS <2 | 0,76 | | |
| Pyren | mg/kg | TS <2 | 0,61 | | |
| Benzo(a)anthracen | mg/kg | TS <2 | 0,34 | | |
| Chrysen | mg/kg | TS <2 | 0,38 | | |
| Benzo(b)fluoranthren | mg/kg | TS <2 | 0,42 | | |
| Benzo(k)fluoranthren | mg/kg | TS <2 | 0,22 | | |
| Benzo(a)pyren | mg/kg | TS <2 | 0,49 | | |
| Dibenz(ah)anthracen | mg/kg | TS <2 | 0,12 | | |
| Benzo(ghi)perylen | mg/kg | TS <2 | 0,37 | | |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren | mg/kg | TS <2 | 0,34 | | |
| Summe nachgewiesener PAK | mg/kg | TS <2 | 4,6 | | |
| Summe PAK nach EPA ohne Naphthaline | mg/kg | TS <2 | 4,6 | | |
| Summe Naphthaline | mg/kg | TS <2 | -/- | | |

Im Eluat**Physikalische Untersuchung**

| | | | |
|-----------------------------------|--------------|-----|------|
| Probe Nr. | 20-006314-01 | | |
| Bezeichnung | BS1-D1 | | |
| pH-Wert | WE | 9,0 | |
| Leitfähigkeit [25°C], elektrische | µS/cm | WE | 62,0 |

Kationen, Anionen und Nichtmetalle

| | | | |
|---------------------------|--------------|----|--------|
| Probe Nr. | 20-006314-01 | | |
| Bezeichnung | BS1-D1 | | |
| Chlorid (Cl) | mg/l | WE | 2,3 |
| Cyanid (CN), ges. | mg/l | WE | <0,005 |
| Sulfat (SO ₄) | mg/l | WE | 3,6 |

Elemente

| | | | |
|------------------|--------------|----|------|
| Probe Nr. | 20-006314-01 | | |
| Bezeichnung | BS1-D1 | | |
| Arsen (As) | µg/l | WE | <5,0 |
| Blei (Pb) | µg/l | WE | <3,0 |
| Cadmium (Cd) | µg/l | WE | <0,5 |
| Chrom (Cr) | µg/l | WE | <3,0 |
| Kupfer (Cu) | µg/l | WE | <3,0 |
| Nickel (Ni) | µg/l | WE | <3,0 |
| Quecksilber (Hg) | µg/l | WE | <0,2 |
| Zink (Zn) | µg/l | WE | <5,0 |

Prüfbericht Nr. **CMU20-000719-1** Auftrag Nr. **CMU-00107-20** Datum **23.01.2020**

Summenparameter

| | | | |
|---------------------------------------|--------------|-----|-----------------|
| Probe Nr. | 20-006314-01 | | |
| Bezeichnung | BS1-D1 | | |
| Phenol-Index nach Destillation | mg/l | W/E | <0,01 |

Gegenüberstellung von Messwerten und Zuordnungswerten gemäß

Leitfaden zur Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen [LVGBT]

(Stand 09.12.2005)

Anhang zum Prüfbericht: **CMU20-000719-1**

Proben-Nr.: **20-006314-01**

Probenbezeichnung: **BS1-D1**

Bodenart gemäß Probenahmeprotokoll bzw. Kundenangabe: **k.A.**

Zuordnungswerte Eluat für Boden (Anlage 2, Tabelle 1), Stand 11.05.2018, gem. StMUV Zeichen 57d-U4449.3-2015/6-59

| Parameter | Dimension | Analysenwert* | Zuordnungswerte | | | | Zuordnung |
|---------------------------------|-----------|---------------|-----------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------|
| | | | Z 0 | Z 1.1 | Z 1.2 | Z 2 | |
| pH-Wert ¹⁾ | | 9,0 | 6,5-9,0 | 6,5-9,0 | 6,0-12 | 5,5-12 | Z 0 |
| el. Leitfähigkeit ¹⁾ | µS/cm | 62 | 500 | 500/2.000 ²⁾ | 1.000/2.500 ²⁾ | 1.500/3.000 ²⁾ | Z 0 |
| Chlorid | mg/l | 2,3 | 250 | 250 | 250 | 250 | Z 0 |
| Sulfat | mg/l | 3,6 | 250 | 250 | 250/300 ²⁾ | 250/600 ²⁾ | Z 0 |
| Cyanid, gesamt | µg/l | < 5,0 | 10 | 10 | 50 | 100 ³⁾ | Z 0 |
| Phenolindex ⁴⁾ | µg/l | < 10 | 10 | 10 | 50 | 100 | Z 0 |
| Arsen | µg/l | < 5,0 | 10 | 10 | 40 | 60 | Z 0 |
| Blei | µg/l | < 3,0 | 20 | 25 | 100 | 200 | Z 0 |
| Cadmium | µg/l | < 0,5 | 2,0 | 2,0 | 5,0 | 10 | Z 0 |
| Chrom, gesamt | µg/l | < 3,0 | 15 | 30/50 ²⁾⁵⁾ | 75 | 150 | Z 0 |
| Kupfer | µg/l | < 3,0 | 50 | 50 | 150 | 300 | Z 0 |
| Nickel | µg/l | < 3,0 | 40 | 50 | 150 | 200 | Z 0 |
| Quecksilber ⁶⁾ | µg/l | < 0,20 | 0,20 | 0,20/0,50 ²⁾ | 1,0 | 2,0 | Z 0 |
| Zink | µg/l | < 5,0 | 100 | 100 | 300 | 600 | Z 0 |

1) Abweichungen von den Bereichen der Zuordnungswerte für den pH-Wert oder die Überschreitung der el. Leitfähigkeit im Eluat stellen allein kein Ausschlusskriterium dar, die Ursache ist im Einzelfall zu prüfen und zu dokumentieren.

2) Im Rahmen der erlaubten Verfüllung mit Bauschutt (vgl. Abschnitt A-5) ist eine Überschreitung der Zuordnungswerte für Sulfat, die elektrische Leitfähigkeit, Chrom (ges.) und Quecksilber bis zu den jeweils höheren Werten zulässig. Für die genannten Parameter dürfen die erhöhten Werte auch gleichzeitig bei allen dieser Parameter auftreten. Die höheren Werte beziehen sich ausschließlich auf den erlaubten Bauschuttanteil und haben keine Gültigkeit für den mitverfüllten Boden. Bei Untersuchung von Bodenaushub- und Bauschuttgemenge im Rahmen der Fremdüberwachung gelten die für die erlaubte Verfüllung zulässigen höheren Werte.

3) Verwertung für Z 2 > 100 µg/l ist zulässig, wenn Z 2 Cyanid (leicht freisetzbar) < 50 µg/l

4) Bei Überschreitungen ist die Ursache zu prüfen. Höhere Gehalte, die auf Huminstoffe zurückzuführen sind, stellen kein Ausschlusskriterium dar.

5) Bei Überschreitung des Z 1.1 - Wertes für Chrom (ges.) von 30 µg/l ist der Anteil an Cr(VI) (Chromat) zu bestimmen. Der Cr (VI) - Gehalt darf für eine Z 1.1 - Einstufung 8 µg/l nicht überschreiten. Diese Regel gilt bis zu einem maximalen Chrom (ges.) - Wert von 50 µg/l. Überschreitet das Material den Cr (VI)-Wert von 8 µg/l, ist das Material als Z 1.2 einzustufen. Für Material der Klasse Z 1.2 und Z 2 ist eine Bewertung des Cr (VI) - Eluatwertes nicht vorgesehen und nicht einstufigsrelevant, es genügt die Bestimmung von Chrom (ges.).

6) Bezogen auf anorganisches Quecksilber. Organisches Quecksilber (Methyl-Hg) darf nicht enthalten sein (Nachweis).

Zuordnungswerte Feststoff für Boden (Anlage 3, Tabelle 2)

| Parameter | Dimension | Analysenwert* | Zuordnungswerte | | | | | Zuordnung | |
|----------------------------------|-----------|---------------|---------------------|-------------------|-------------------|-----------------|------------------|------------------|--------------|
| | | | Z 0 ¹⁾²⁾ | | | Z 1.1 | Z 1.2 | | Z 2 |
| | | | Sand | Lehm / Schluff | Ton | | | | |
| EOX | mg/kg | < 0,5 | 1 | 1 | 1 | 3 | 10 | 15 | Z 0 |
| Mineralölkohlenwasserstoffe | mg/kg | 43 | 100 | 100 | 100 | 300 | 500 | 1000 | Z 0 |
| ΣPAK n. EPA | mg/kg | 5 | 3 ³⁾ | 3 ³⁾ | 3 ³⁾ | 5 ³⁾ | 15 ⁴⁾ | 20 ⁴⁾ | Z 1.1 |
| Benzo-[a]-Pyren | mg/kg | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 1,0 | 1,0 | Z 1.2 |
| ΣPCB (Kongenerer nach DIN 51527) | mg/kg | -/- | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,1 | 0,5 | 1 | (Z 0) |
| Arsen | mg/kg | 5,0 | 20 | 20 | 20 | 30 | 50 | 150 | Z 0 |
| Blei | mg/kg | 15 | 40 | 70 ⁵⁾ | 100 ⁵⁾ | 140 | 300 | 1000 | Z 0 |
| Cadmium | mg/kg | < 0,3 | 0,4 | 1 ⁵⁾ | 1,5 ⁵⁾ | 2 | 3 | 10 | Z 0 |
| Chrom (ges.) | mg/kg | 16 | 30 | 60 | 100 | 120 | 200 | 600 | Z 0 |
| Kupfer | mg/kg | 11 | 20 | 40 | 60 | 80 | 200 | 600 | Z 0 |
| Nickel | mg/kg | 12 | 15 | 50 ⁵⁾ | 70 ⁵⁾ | 100 | 200 | 600 | Z 0 |
| Quecksilber | mg/kg | < 0,1 | 0,1 | 0,5 | 1 | 1 | 3 | 10 | Z 0 |
| Zink | mg/kg | 50 | 60 | 150 ⁵⁾ | 200 ⁵⁾ | 300 | 500 | 1500 | Z 0 |
| Cyanide (ges.) | mg/kg | < 0,1 | 1 | 1 | 1 | 10 | 30 | 100 | Z 0 |

n.n. = nicht nachgewiesen n.b. = nicht bestimmbar n.a. = nicht analysiert k.A. = keine Angabe -/- = alle Einzelmesswerte < Bestimmungsgrenze
fett/rot = ranghöchste Zuordnung

1) Ist bei Trockenverfüllungen eine Zuordnung zu einer der in Anhang 2 Nr. 4 BBodSchV genannten Bodenarten möglich, gelten die entsprechenden Kategorien. Ist eine Zuordnung nicht möglich (z.B. Verfüllung mit Material unterschiedlicher Herkunftsorte) gilt die Kategorie Lehm/Schluff.

2) Für Nassverfüllungen gelten hilfsweise die Z-0-Werte wie für Sand aus Spalte 1, bzw. abhängig von der zu verfüllenden Bodenart maximal bis Spalte 2, also wie für Lehm und Schluff

3) Einzelwert für Benzo-[a]-Pyren jeweils kleiner 0,3

4) Einzelwerte Benzo-[a]-Pyren jeweils kleiner 1,0

5) Bei pH-Werten < 6,0 gelten für Cd, Ni, und Zn und bei pH-Werten < 5,0 für Pb jeweils die Werte der nächst niedrigeren Kategorie

* Die o.g. Analysenwerte sind zwecks Vergleichbarkeit bezüglich der Einheit und Stellenanzahl gemäß Nummer 4.5.1 der DIN 1333 (Ausgabe Februar 1992) auf die durch den Zuordnungswert vorgegebene letzte signifikante Stelle gerundet. Dies führt ggf. zu einer vom Prüfbericht abweichenden Darstellung der Analysenwerte.

(Z0) = Zuordnung von Σ Parametern mit dem Analysenwert "-/-" zu Z 0 nach Substitution von "-/-" durch den numerischen Wert 0. Es wird darauf hingewiesen, dass die Wahl anderer Substitutionsverfahren gutachterlich zu erwägen ist und zu abweichenden Zuordnungen führen kann.

Hinweis:

Klassifizierungen / Zuordnungen erfolgen ausschließlich informativ und sind nicht Gegenstand der akkreditierten Leistung. Sie ersetzen keine Gutachterleistung unter Berücksichtigung aller Rahmenbedingungen. Aus diesem Grund erfolgt keine Gesamteinstufung des untersuchten Materials. Für die erfolgte Klassifizierung / Zuordnung übernehmen wir keine Haftung.

WESSLING GmbH, Forstenrieder Straße 8-14, 82061 Neuried

IMH
 Ingenieurgesellschaft für
 Bauwesen und Geotechnik mbH
 Martin Loibl
 Deggendorfer Straße 40
 94491 Hengersberg

Geschäftsfeld: Umwelt
 Ansprechpartner: T. Schröder
 Durchwahl: +49 89 829969 17
 Fax: +49 89 829969 22
 E-Mail: Thorsten.Schroeder@wessling.de

Prüfbericht

Straubing, Klärschlammverbrennungsanlage

| | | | | | |
|---------------------|--------------------------------------|-------------|---------------------|-------|-------------------|
| Prüfbericht Nr. | CMU20-000720-1 | Auftrag Nr. | CMU-00107-20 | Datum | 23.01.2020 |
| Probe Nr. | 20-006314-02 | | | | |
| Eingangsdatum | 15.01.2020 | | | | |
| Bezeichnung | Mischprobe BS1-D2, BS2-D2, BS3-D2/D3 | | | | |
| Probenart | Boden | | | | |
| Probenahme | 23.10.2019 | | | | |
| Probenahme durch | Auftraggeber | | | | |
| Probengefäß | 1x5l Eimer | | | | |
| Anzahl Gefäße | 1 | | | | |
| Untersuchungsbeginn | 15.01.2020 | | | | |
| Untersuchungsende | 22.01.2020 | | | | |

Probenvorbereitung

| | | | | |
|--------------------------------------|------|-------|-------------------|--------------------------------------|
| Probe Nr. | | | | 20-006314-02 |
| Bezeichnung | | | | Mischprobe BS1-D2, BS2-D2, BS3-D2/D3 |
| Volumen des Auslaugungsmittel | ml | OS | 900 | |
| Frischmasse der Messprobe | g | OS | 110,0 | |
| Königswasser-Extrakt | | TS <2 | 16.01.2020 | |
| Feinanteil < 2mm | Gew% | TS | 92 | |
| Grobanteil > 2mm | Gew% | TS | 8 | |
| Feuchtegehalt | % | TS | 19,9 | |

Physikalische Untersuchung

| | | | | |
|-------------------------|------|-------|-------------|--------------------------------------|
| Probe Nr. | | | | 20-006314-02 |
| Bezeichnung | | | | Mischprobe BS1-D2, BS2-D2, BS3-D2/D3 |
| Trockenrückstand | Gew% | OS <2 | 84,1 | |

Prüfbericht Nr. **CMU20-000720-1** Auftrag Nr. **CMU-00107-20** Datum **23.01.2020**
Summenparameter

| | | | |
|--------------------------------|--------------------------------------|-------|----------------|
| Probe Nr. | 20-006314-02 | | |
| Bezeichnung | Mischprobe BS1-D2, BS2-D2, BS3-D2/D3 | | |
| Cyanid (CN), ges. | mg/kg | TS <2 | <0,1 |
| EOX | mg/kg | TS <2 | <0,5 |
| Kohlenwasserstoff-Index | mg/kg | TS <2 | <10 |

Polychlorierte Biphenyle (PCB)

| | | | |
|------------------------|--------------------------------------|-------|-----------------|
| Probe Nr. | 20-006314-02 | | |
| Bezeichnung | Mischprobe BS1-D2, BS2-D2, BS3-D2/D3 | | |
| PCB Nr. 28 | mg/kg | TS <2 | <0,01 |
| PCB Nr. 52 | mg/kg | TS <2 | <0,01 |
| PCB Nr. 101 | mg/kg | TS <2 | <0,01 |
| PCB Nr. 118 | mg/kg | TS <2 | <0,01 |
| PCB Nr. 138 | mg/kg | TS <2 | <0,01 |
| PCB Nr. 153 | mg/kg | TS <2 | <0,01 |
| PCB Nr. 180 | mg/kg | TS <2 | <0,01 |
| Summe der 6 PCB | mg/kg | TS <2 | -/- |
| Summe der 7 PCB | mg/kg | TS <2 | -/- |

Im Königswasser-Extrakt**Elemente**

| | | | |
|-------------------------|--------------------------------------|-------|----------------|
| Probe Nr. | 20-006314-02 | | |
| Bezeichnung | Mischprobe BS1-D2, BS2-D2, BS3-D2/D3 | | |
| Arsen (As) | mg/kg | TS <2 | 6,1 |
| Blei (Pb) | mg/kg | TS <2 | 8,1 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg | TS <2 | <0,3 |
| Chrom (Cr) | mg/kg | TS <2 | 16 |
| Kupfer (Cu) | mg/kg | TS <2 | 11 |
| Nickel (Ni) | mg/kg | TS <2 | 16 |
| Zink (Zn) | mg/kg | TS <2 | 32 |
| Quecksilber (Hg) | mg/kg | TS <2 | <0,1 |

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

| | | | |
|---------------------------|--------------------------------------|-------|-----------------|
| Probe Nr. | 20-006314-02 | | |
| Bezeichnung | Mischprobe BS1-D2, BS2-D2, BS3-D2/D3 | | |
| Naphthalin | mg/kg | TS <2 | <0,02 |
| 1-Methylnaphthalin | mg/kg | TS <2 | <0,02 |
| 2-Methylnaphthalin | mg/kg | TS <2 | <0,02 |
| Acenaphthylen | mg/kg | TS <2 | <0,1 |
| Acenaphthen | mg/kg | TS <2 | <0,02 |
| Fluoren | mg/kg | TS <2 | <0,02 |

| Prüfbericht Nr. | CMU20-000720-1 | Auftrag Nr. | CMU-00107-20 | Datum | 23.01.2020 |
|-------------------------------------|----------------|-------------|--------------|-------|------------|
| Probe Nr. | 20-006314-02 | | | | |
| Phenanthren | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Anthracen | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Fluoranthren | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Pyren | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Benzo(a)anthracen | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Chrysen | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Benzo(b)fluoranthren | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Benzo(k)fluoranthren | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Benzo(a)pyren | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Dibenz(ah)anthracen | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Benzo(ghi)perylene | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Summe nachgewiesener PAK | mg/kg | TS <2 | -/- | | |
| Summe PAK nach EPA ohne Naphthaline | mg/kg | TS <2 | -/- | | |
| Summe Naphthaline | mg/kg | TS <2 | -/- | | |

Im Eluat**Physikalische Untersuchung**

| | | | | | |
|-----------------------------------|--------------------------------------|----|------|--|--|
| Probe Nr. | 20-006314-02 | | | | |
| Bezeichnung | Mischprobe BS1-D2, BS2-D2, BS3-D2/D3 | | | | |
| pH-Wert | | WE | 8,7 | | |
| Leitfähigkeit [25°C], elektrische | µS/cm | WE | 53,0 | | |

Kationen, Anionen und Nichtmetalle

| | | | | | |
|-------------------|--------------------------------------|----|--------|--|--|
| Probe Nr. | 20-006314-02 | | | | |
| Bezeichnung | Mischprobe BS1-D2, BS2-D2, BS3-D2/D3 | | | | |
| Chlorid (Cl) | mg/l | WE | <1,0 | | |
| Cyanid (CN), ges. | mg/l | WE | <0,005 | | |
| Sulfat (SO4) | mg/l | WE | 1,2 | | |

Elemente

| | | | | | |
|------------------|--------------------------------------|----|------|--|--|
| Probe Nr. | 20-006314-02 | | | | |
| Bezeichnung | Mischprobe BS1-D2, BS2-D2, BS3-D2/D3 | | | | |
| Arsen (As) | µg/l | WE | <5,0 | | |
| Blei (Pb) | µg/l | WE | <3,0 | | |
| Cadmium (Cd) | µg/l | WE | <0,5 | | |
| Chrom (Cr) | µg/l | WE | <3,0 | | |
| Kupfer (Cu) | µg/l | WE | <3,0 | | |
| Nickel (Ni) | µg/l | WE | <3,0 | | |
| Quecksilber (Hg) | µg/l | WE | <0,2 | | |
| Zink (Zn) | µg/l | WE | <5,0 | | |

Prüfbericht Nr. **CMU20-000720-1** Auftrag Nr. **CMU-00107-20** Datum **23.01.2020**

Summenparameter

| | | | |
|---------------------------------------|------|-----|--------------------------------------|
| Probe Nr. | | | 20-006314-02 |
| Bezeichnung | | | Mischprobe BS1-D2, BS2-D2, BS3-D2/D3 |
| Phenol-Index nach Destillation | mg/l | W/E | <0,01 |

Prüfbericht Nr. **CMU20-000720-1** Auftrag Nr. **CMU-00107-20** Datum **23.01.2020**

Abkürzungen und Methoden

Siebung von Feststoffen
Trockenrückstand/Wassergehalt in Abfällen
Auslaugung, Schüttelverfahren W/F-10 l/kg
Feuchtegehalt
pH-Wert im Wasser/Eluat
Leitfähigkeit, elektrisch
Gelöste Anionen, Chlorid in Wasser/Eluat
Gelöste Anionen, Sulfat in Wasser/Eluat
Cyanide gesamt
Phenol-Index in Wasser/Eluat
Metalle/Elemente in Wasser/Eluat
Quecksilber (AAS), in Wasser/Eluat
Extrahierbare organische Halogenverbindungen (EOX)
Kohlenwasserstoffe in Feststoff (GC)
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)
Polychlorierte Biphenyle (PCB)
Königswasser-Extrakt vom Feststoff (Abfälle)
Metalle/Elemente in Feststoff
Quecksilber (AAS) in Feststoff
Cyanide gesamt und leichtfreisetzbar im Boden (CFA)

DIN 19747 (2009-07)^A
DIN EN 14346 Verf. A (2007-03)^A
DIN EN 12457-4 (2003-01)^A
DIN EN 12457-4 (2003-01)^A
DIN EN ISO 10523 (2012-04)^A
DIN EN 27888 (1993-11)^A
DIN EN ISO 10304-1 (2009-07)^A
DIN EN ISO 10304-1 (2009-07)^A
DIN EN ISO 14403-2 (2012-10)^A
DIN EN ISO 14402 (1999-12)^A
DIN EN ISO 11885 (2009-09)^A
DIN EN ISO 12846 (2012-08)^A
DIN 38414 S17 (2017-01)^A
DIN EN ISO 16703 (2011-09)^A
LUA Merkblatt Nr.1 (1994-04)^A
DIN ISO 10382 (2003-05)^A
DIN EN 13657 (2003-01)^A
DIN EN ISO 11885 (2009-09)^A
DIN EN ISO 12846 (2012-08)^A
DIN ISO 17380 (2013-10)^A

ausführender Standort

Umweltanalytik München
Umweltanalytik München

OS Originalsubstanz
OS <2 Originalsubstanz der Teilfraktion <2 mm
TS Trockensubstanz
TS <2 Trockensubstanz der Teilfraktion <2mm
W/E Wasser/Eluat

i.A. 

Dr. Nils Kunze
Diplom-Geologe
Leitender Sachverständiger Umwelt



Gegenüberstellung von Messwerten und Zuordnungswerten gemäß

Leitfaden zur Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen [LVGBT]

(Stand 09.12.2005)

Anhang zum Prüfbericht: **CMU20-000720-1**

Proben-Nr.: **20-006314-02**

Probenbezeichnung: **Mischprobe BS1-D2, BS2-D2, BS3-D2/D3**

Bodenart gemäß Probenahmeprotokoll bzw. Kundenangabe: **k.A.**

Zuordnungswerte Eluat für Boden (Anlage 2, Tabelle 1), Stand 11.05.2018, gem. StMUV Zeichen 57d-U4449.3-2015/6-59

| Parameter | Dimension | Analysenwert* | Zuordnungswerte | | | | Zuordnung |
|---------------------------------|-----------|---------------|-----------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------|
| | | | Z 0 | Z 1.1 | Z 1.2 | Z 2 | |
| pH-Wert ¹⁾ | | 8,7 | 6,5-9,0 | 6,5-9,0 | 6,0-12 | 5,5-12 | Z 0 |
| el. Leitfähigkeit ¹⁾ | µS/cm | 53 | 500 | 500/2.000 ²⁾ | 1.000/2.500 ²⁾ | 1.500/3.000 ²⁾ | Z 0 |
| Chlorid | mg/l | < 1,0 | 250 | 250 | 250 | 250 | Z 0 |
| Sulfat | mg/l | 1,2 | 250 | 250 | 250/300 ²⁾ | 250/600 ²⁾ | Z 0 |
| Cyanid, gesamt | µg/l | < 5,0 | 10 | 10 | 50 | 100 ³⁾ | Z 0 |
| Phenolindex ⁴⁾ | µg/l | < 10 | 10 | 10 | 50 | 100 | Z 0 |
| Arsen | µg/l | < 5,0 | 10 | 10 | 40 | 60 | Z 0 |
| Blei | µg/l | < 3,0 | 20 | 25 | 100 | 200 | Z 0 |
| Cadmium | µg/l | < 0,5 | 2,0 | 2,0 | 5,0 | 10 | Z 0 |
| Chrom, gesamt | µg/l | < 3,0 | 15 | 30/50 ²⁾⁵⁾ | 75 | 150 | Z 0 |
| Kupfer | µg/l | < 3,0 | 50 | 50 | 150 | 300 | Z 0 |
| Nickel | µg/l | < 3,0 | 40 | 50 | 150 | 200 | Z 0 |
| Quecksilber ⁶⁾ | µg/l | < 0,20 | 0,20 | 0,20/0,50 ²⁾ | 1,0 | 2,0 | Z 0 |
| Zink | µg/l | < 5,0 | 100 | 100 | 300 | 600 | Z 0 |

1) Abweichungen von den Bereichen der Zuordnungswerte für den pH-Wert oder die Überschreitung der el. Leitfähigkeit im Eluat stellen allein kein Ausschlusskriterium dar, die Ursache ist im Einzelfall zu prüfen und zu dokumentieren.

2) Im Rahmen der erlaubten Verfüllung mit Bauschutt (vgl. Abschnitt A-5) ist eine Überschreitung der Zuordnungswerte für Sulfat, die elektrische Leitfähigkeit, Chrom (ges.) und Quecksilber bis zu den jeweils höheren Werten zulässig. Für die genannten Parameter dürfen die erhöhten Werte auch gleichzeitig bei allen dieser Parameter auftreten. Die höheren Werte beziehen sich ausschließlich auf den erlaubten Bauschuttanteil und haben keine Gültigkeit für den mitverfüllten Boden. Bei Untersuchung von Bodenaushub- und Bauschuttgemenge im Rahmen der Fremdüberwachung gelten die für die erlaubte Verfüllung zulässigen höheren Werte.

3) Verwertung für Z 2 > 100 µg/l ist zulässig, wenn Z 2 Cyanid (leicht freisetzbar) < 50 µg/l

4) Bei Überschreitungen ist die Ursache zu prüfen. Höhere Gehalte, die auf Huminstoffe zurückzuführen sind, stellen kein Ausschlusskriterium dar.

5) Bei Überschreitung des Z 1.1 - Wertes für Chrom (ges.) von 30 µg/l ist der Anteil an Cr(VI) (Chromat) zu bestimmen. Der Cr (VI) - Gehalt darf für eine Z 1.1 - Einstufung 8 µg/l nicht überschreiten. Diese Regel gilt bis zu einem maximalen Chrom (ges.) - Wert von 50 µg/l. Überschreitet das Material den Cr (VI)-Wert von 8 µg/l, ist das Material als Z 1.2 einzustufen. Für Material der Klasse Z 1.2 und Z 2 ist eine Bewertung des Cr (VI) - Eluatwertes nicht vorgesehen und nicht einstufigsrelevant, es genügt die Bestimmung von Chrom (ges.).

6) Bezogen auf anorganisches Quecksilber. Organisches Quecksilber (Methyl-Hg) darf nicht enthalten sein (Nachweis).

Zuordnungswerte Feststoff für Boden (Anlage 3, Tabelle 2)

| Parameter | Dimension | Analysenwert* | Zuordnungswerte | | | | | | Zuordnung |
|---------------------------------|-----------|---------------|---------------------|-------------------|-------------------|-----------------|------------------|------------------|-----------|
| | | | Z 0 ¹⁾²⁾ | | | Z 1.1 | Z 1.2 | Z 2 | |
| | | | Sand | Lehm / Schluff | Ton | | | | |
| EOX | mg/kg | < 0,5 | 1 | 1 | 1 | 3 | 10 | 15 | Z 0 |
| Mineralölkohlenwasserstoffe | mg/kg | < 10 | 100 | 100 | 100 | 300 | 500 | 1000 | Z 0 |
| ΣPAK n. EPA | mg/kg | -/- | 3 ³⁾ | 3 ³⁾ | 3 ³⁾ | 5 ³⁾ | 15 ⁴⁾ | 20 ⁴⁾ | (Z 0) |
| Benzo-[a]-Pyren | mg/kg | < 0,02 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 1,0 | 1,0 | Z 0 |
| ΣPCB (Kongenere nach DIN 51527) | mg/kg | -/- | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,1 | 0,5 | 1 | (Z 0) |
| Arsen | mg/kg | 6,1 | 20 | 20 | 20 | 30 | 50 | 150 | Z 0 |
| Blei | mg/kg | 8,1 | 40 | 70 ⁵⁾ | 100 ⁵⁾ | 140 | 300 | 1000 | Z 0 |
| Cadmium | mg/kg | < 0,3 | 0,4 | 1 ⁵⁾ | 1,5 ⁵⁾ | 2 | 3 | 10 | Z 0 |
| Chrom (ges.) | mg/kg | 16 | 30 | 60 | 100 | 120 | 200 | 600 | Z 0 |
| Kupfer | mg/kg | 11 | 20 | 40 | 60 | 80 | 200 | 600 | Z 0 |
| Nickel | mg/kg | 16 | 15 | 50 ⁵⁾ | 70 ⁵⁾ | 100 | 200 | 600 | Z 0 |
| Quecksilber | mg/kg | < 0,1 | 0,1 | 0,5 | 1 | 1 | 3 | 10 | Z 0 |
| Zink | mg/kg | 32 | 60 | 150 ⁵⁾ | 200 ⁵⁾ | 300 | 500 | 1500 | Z 0 |
| Cyanide (ges.) | mg/kg | < 0,1 | 1 | 1 | 1 | 10 | 30 | 100 | Z 0 |

n.n. = nicht nachgewiesen n.b. = nicht bestimmbar n.a. = nicht analysiert k.A. = keine Angabe -/- = alle Einzelmesswerte < Bestimmungsgrenze
fett/rot = ranghöchste Zuordnung

1) Ist bei Trockenverfüllungen eine Zuordnung zu einer der in Anhang 2 Nr. 4 BBodSchV genannten Bodenarten möglich, gelten die entsprechenden Kategorien. Ist eine Zuordnung nicht möglich (z.B. Verfüllung mit Material unterschiedlicher Herkunftsorte) gilt die Kategorie Lehm/Schluff.

2) Für Nassverfüllungen gelten hilfsweise die Z-0-Werte wie für Sand aus Spalte 1, bzw. abhängig von der zu verfüllenden Bodenart maximal bis Spalte 2, also wie für Lehm und Schluff

3) Einzelwert für Benzo-[a]-Pyren jeweils kleiner 0,3

4) Einzelwerte Benzo-[a]-Pyren jeweils kleiner 1,0

5) Bei pH-Werten < 6,0 gelten für Cd, Ni, und Zn und bei pH-Werten < 5,0 für Pb jeweils die Werte der nächst niedrigeren Kategorie

* Die o.g. Analysenwerte sind zwecks Vergleichbarkeit bezüglich der Einheit und Stellenanzahl gemäß Nummer 4.5.1 der DIN 1333 (Ausgabe Februar 1992) auf die durch den Zuordnungswert vorgegebene letzte signifikante Stelle gerundet. Dies führt ggf. zu einer vom Prüfbericht abweichenden Darstellung der Analysenwerte.

(Z0) = Zuordnung von Σ Parametern mit dem Analysenwert "-/-" zu Z 0 nach Substitution von "-/-" durch den numerischen Wert 0. Es wird darauf hingewiesen, dass die Wahl anderer Substitutionsverfahren gutachterlich zu erwägen ist und zu abweichenden Zuordnungen führen kann.

Hinweis:

Klassifizierungen / Zuordnungen erfolgen ausschließlich informativ und sind nicht Gegenstand der akkreditierten Leistung. Sie ersetzen keine Gutachterleistung unter Berücksichtigung aller Rahmenbedingungen. Aus diesem Grund erfolgt keine Gesamteinstufung des untersuchten Materials. Für die erfolgte Klassifizierung / Zuordnung übernehmen wir keine Haftung.

WESSLING GmbH, Forstenrieder Straße 8-14, 82061 Neuried

IMH
Ingenieurgesellschaft für
Bauwesen und Geotechnik mbH
Martin Loibl
Deggendorfer Straße 40
94491 Hengersberg

Geschäftsfeld: Umwelt
Ansprechpartner: T. Schröder
Durchwahl: +49 89 829969 17
Fax: +49 89 829969 22
E-Mail: Thorsten.Schroeder@wessling.de

Prüfbericht

Straubing, Klärschlammverbrennungsanlage

| | | | | | |
|---------------------|-----------------------------------|-------------|---------------------|-------|-------------------|
| Prüfbericht Nr. | CMU20-000721-1 | Auftrag Nr. | CMU-00107-20 | Datum | 23.01.2020 |
| Probe Nr. | 20-006314-03 | | | | |
| Eingangsdatum | 15.01.2020 | | | | |
| Bezeichnung | Mischprobe BS2-D1, BS3-D1, BS4-D1 | | | | |
| Probenart | Boden | | | | |
| Probenahme | 23.10.2019 | | | | |
| Probenahme durch | Auftraggeber | | | | |
| Probengefäß | 1x5l Eimer | | | | |
| Anzahl Gefäße | 1 | | | | |
| Untersuchungsbeginn | 15.01.2020 | | | | |
| Untersuchungsende | 22.01.2020 | | | | |

Probenvorbereitung

| | | | |
|--------------------------------------|-----------------------------------|-------|-------------------|
| Probe Nr. | 20-006314-03 | | |
| Bezeichnung | Mischprobe BS2-D1, BS3-D1, BS4-D1 | | |
| Volumen des Auslaugungsmittel | ml | OS | 900 |
| Frischmasse der Messprobe | g | OS | 115,0 |
| Königswasser-Extrakt | | TS <2 | 16.01.2020 |
| Feinanteil < 2mm | Gew% | TS | 93 |
| Grobanteil > 2mm | Gew% | TS | 7 |
| Feuchtegehalt | % | TS | 24,5 |

Physikalische Untersuchung

| | | | |
|----------------------------|-----------------------------------|-------|-------------|
| Probe Nr. | 20-006314-03 | | |
| Bezeichnung | Mischprobe BS2-D1, BS3-D1, BS4-D1 | | |
| Trockenrückstand | Gew% | OS <2 | 79,4 |
| Glühverlust (550°C) | Gew% | TS | 7,12 |

Prüfbericht Nr. **CMU20-000721-1** Auftrag Nr. **CMU-00107-20** Datum **23.01.2020**
Summenparameter

| | | | |
|--------------------------------|-----------------------------------|-------|----------------|
| Probe Nr. | 20-006314-03 | | |
| Bezeichnung | Mischprobe BS2-D1, BS3-D1, BS4-D1 | | |
| Cyanid (CN), ges. | mg/kg | TS <2 | <0,1 |
| EOX | mg/kg | TS <2 | <0,5 |
| Kohlenwasserstoff-Index | mg/kg | TS <2 | <10 |
| TOC | Gew% | TS | 2,4 |

Polychlorierte Biphenyle (PCB)

| | | | |
|------------------------|-----------------------------------|-------|-----------------|
| Probe Nr. | 20-006314-03 | | |
| Bezeichnung | Mischprobe BS2-D1, BS3-D1, BS4-D1 | | |
| PCB Nr. 28 | mg/kg | TS <2 | <0,01 |
| PCB Nr. 52 | mg/kg | TS <2 | <0,01 |
| PCB Nr. 101 | mg/kg | TS <2 | <0,01 |
| PCB Nr. 118 | mg/kg | TS <2 | <0,01 |
| PCB Nr. 138 | mg/kg | TS <2 | <0,01 |
| PCB Nr. 153 | mg/kg | TS <2 | <0,01 |
| PCB Nr. 180 | mg/kg | TS <2 | <0,01 |
| Summe der 6 PCB | mg/kg | TS <2 | -/- |
| Summe der 7 PCB | mg/kg | TS <2 | -/- |

Im Königswasser-Extrakt**Elemente**

| | | | |
|-------------------------|-----------------------------------|-------|----------------|
| Probe Nr. | 20-006314-03 | | |
| Bezeichnung | Mischprobe BS2-D1, BS3-D1, BS4-D1 | | |
| Arsen (As) | mg/kg | TS <2 | 6,3 |
| Blei (Pb) | mg/kg | TS <2 | 13 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg | TS <2 | <0,3 |
| Chrom (Cr) | mg/kg | TS <2 | 21 |
| Kupfer (Cu) | mg/kg | TS <2 | 13 |
| Nickel (Ni) | mg/kg | TS <2 | 17 |
| Zink (Zn) | mg/kg | TS <2 | 44 |
| Quecksilber (Hg) | mg/kg | TS <2 | <0,1 |

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

| | | | |
|---------------------------|-----------------------------------|-------|-----------------|
| Probe Nr. | 20-006314-03 | | |
| Bezeichnung | Mischprobe BS2-D1, BS3-D1, BS4-D1 | | |
| Naphthalin | mg/kg | TS <2 | <0,02 |
| 1-Methylnaphthalin | mg/kg | TS <2 | <0,02 |
| 2-Methylnaphthalin | mg/kg | TS <2 | <0,02 |
| Acenaphthylen | mg/kg | TS <2 | <0,1 |
| Acenaphthen | mg/kg | TS <2 | <0,02 |

| Prüfbericht Nr. | CMU20-000721-1 | Auftrag Nr. | CMU-00107-20 | Datum | 23.01.2020 |
|-------------------------------------|----------------|-------------|--------------|-------|------------|
| Probe Nr. | 20-006314-03 | | | | |
| Fluoren | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Phenanthren | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Anthracen | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Fluoranthren | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Pyren | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Benzo(a)anthracen | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Chrysen | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Benzo(b)fluoranthren | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Benzo(k)fluoranthren | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Benzo(a)pyren | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Dibenz(ah)anthracen | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Benzo(ghi)perylene | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Summe nachgewiesener PAK | mg/kg | TS <2 | -/- | | |
| Summe PAK nach EPA ohne Naphthaline | mg/kg | TS <2 | -/- | | |
| Summe Naphthaline | mg/kg | TS <2 | -/- | | |

Im Eluat

Physikalische Untersuchung

| | | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-----|------|
| Probe Nr. | 20-006314-03 | | |
| Bezeichnung | Mischprobe BS2-D1, BS3-D1, BS4-D1 | | |
| pH-Wert | W/E | 8,2 | |
| Leitfähigkeit [25°C], elektrische | µS/cm | W/E | 74,0 |

Kationen, Anionen und Nichtmetalle

| | | | |
|-------------------|-----------------------------------|-----|--------|
| Probe Nr. | 20-006314-03 | | |
| Bezeichnung | Mischprobe BS2-D1, BS3-D1, BS4-D1 | | |
| Chlorid (Cl) | mg/l | W/E | <1,0 |
| Cyanid (CN), ges. | mg/l | W/E | <0,005 |
| Sulfat (SO4) | mg/l | W/E | 1,4 |

Elemente

| | | | |
|------------------|-----------------------------------|-----|------|
| Probe Nr. | 20-006314-03 | | |
| Bezeichnung | Mischprobe BS2-D1, BS3-D1, BS4-D1 | | |
| Arsen (As) | µg/l | W/E | <5,0 |
| Blei (Pb) | µg/l | W/E | <3,0 |
| Cadmium (Cd) | µg/l | W/E | <0,5 |
| Chrom (Cr) | µg/l | W/E | <3,0 |
| Kupfer (Cu) | µg/l | W/E | <3,0 |
| Nickel (Ni) | µg/l | W/E | <3,0 |
| Quecksilber (Hg) | µg/l | W/E | <0,2 |

| | | | | | |
|---------------------------------------|-----------------------|-------------|---------------------|-----------------|-----------------------------------|
| Prüfbericht Nr. | CMU20-000721-1 | Auftrag Nr. | CMU-00107-20 | Datum | 23.01.2020 |
| Probe Nr. | | | | | 20-006314-03 |
| Zink (Zn) | | µg/l | W/E | <5,0 | |
| Summenparameter | | | | | |
| Probe Nr. | | | | | 20-006314-03 |
| Bezeichnung | | | | | Mischprobe BS2-D1, BS3-D1, BS4-D1 |
| Phenol-Index nach Destillation | | mg/l | W/E | <0,01 | |

Prüfbericht Nr. **CMU20-000721-1** Auftrag Nr. **CMU-00107-20** Datum **23.01.2020**

Abkürzungen und Methoden

Siebung von Feststoffen
Trockenrückstand/Wassergehalt in Abfällen
Auslaugung, Schüttelverfahren W/F-10 l/kg
Feuchtegehalt
pH-Wert im Wasser/Eluat
Leitfähigkeit, elektrisch
Gelöste Anionen, Chlorid in Wasser/Eluat
Gelöste Anionen, Sulfat in Wasser/Eluat
Cyanide gesamt
Phenol-Index in Wasser/Eluat
Metalle/Elemente in Wasser/Eluat
Quecksilber (AAS), in Wasser/Eluat
Extrahierbare organische Halogenverbindungen (EOX)
Kohlenwasserstoffe in Feststoff (GC)
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)
Polychlorierte Biphenyle (PCB)
Königswasser-Extrakt vom Feststoff (Abfälle)
Metalle/Elemente in Feststoff
Quecksilber (AAS) in Feststoff
Cyanide gesamt und leichtfreisetzbar im Boden (CFA)
Glühverlust von Abfall
Gesamter organischer Kohlenstoff (TOC) in Abfall

OS
OS <2
TS
TS <2
W/E

DIN 19747 (2009-07)^A
DIN EN 14346 Verf. A (2007-03)^A
DIN EN 12457-4 (2003-01)^A
DIN EN 12457-4 (2003-01)^A
DIN EN ISO 10523 (2012-04)^A
DIN EN 27888 (1993-11)^A
DIN EN ISO 10304-1 (2009-07)^A
DIN EN ISO 10304-1 (2009-07)^A
DIN EN ISO 14403-2 (2012-10)^A
DIN EN ISO 14402 (1999-12)^A
DIN EN ISO 11885 (2009-09)^A
DIN EN ISO 12846 (2012-08)^A
DIN 38414 S17 (2017-01)^A
DIN EN ISO 16703 (2011-09)^A
LUA Merkblatt Nr.1 (1994-04)^A
DIN ISO 10382 (2003-05)^A
DIN EN 13657 (2003-01)^A
DIN EN ISO 11885 (2009-09)^A
DIN EN ISO 12846 (2012-08)^A
DIN ISO 17380 (2013-10)^A
DIN EN 15169 (2007-05)^A
DIN EN 13137 (2001-12)^A

Originalsubstanz
Originalsubstanz der Teilfraktion <2 mm
Trockensubstanz
Trockensubstanz der Teilfraktion <2mm
Wasser/Eluat

ausführender Standort

Umweltanalytik München
Umweltanalytik Walldorf

i.A. 

Dr. Nils Kunze
Diplom-Geologe
Leitender Sachverständiger Umwelt

Gegenüberstellung von Messwerten und Zuordnungswerten gemäß

Leitfaden zur Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen [LVGBT]

(Stand 09.12.2005)

Anhang zum Prüfbericht: **CMU20-000721-1**

Proben-Nr.: **20-006314-03**

Probenbezeichnung: **Mischprobe BS2-D1, BS3-D1, BS4-D1**

Bodenart gemäß Probenahmeprotokoll bzw. Kundenangabe: **k.A.**

Zuordnungswerte Eluat für Boden (Anlage 2, Tabelle 1), Stand 11.05.2018, gem. StMUV Zeichen 57d-U4449.3-2015/6-59

| Parameter | Dimension | Analysenwert* | Zuordnungswerte | | | | Zuordnung |
|---------------------------------|-----------|---------------|-----------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------|
| | | | Z 0 | Z 1.1 | Z 1.2 | Z 2 | |
| pH-Wert ¹⁾ | | 8,2 | 6,5-9,0 | 6,5-9,0 | 6,0-12 | 5,5-12 | Z 0 |
| el. Leitfähigkeit ¹⁾ | µS/cm | 74 | 500 | 500/2.000 ²⁾ | 1.000/2.500 ²⁾ | 1.500/3.000 ²⁾ | Z 0 |
| Chlorid | mg/l | < 1,0 | 250 | 250 | 250 | 250 | Z 0 |
| Sulfat | mg/l | 1,4 | 250 | 250 | 250/300 ²⁾ | 250/600 ²⁾ | Z 0 |
| Cyanid, gesamt | µg/l | < 5,0 | 10 | 10 | 50 | 100 ³⁾ | Z 0 |
| Phenolindex ⁴⁾ | µg/l | < 10 | 10 | 10 | 50 | 100 | Z 0 |
| Arsen | µg/l | < 5,0 | 10 | 10 | 40 | 60 | Z 0 |
| Blei | µg/l | < 3,0 | 20 | 25 | 100 | 200 | Z 0 |
| Cadmium | µg/l | < 0,5 | 2,0 | 2,0 | 5,0 | 10 | Z 0 |
| Chrom, gesamt | µg/l | < 3,0 | 15 | 30/50 ²⁾⁵⁾ | 75 | 150 | Z 0 |
| Kupfer | µg/l | < 3,0 | 50 | 50 | 150 | 300 | Z 0 |
| Nickel | µg/l | < 3,0 | 40 | 50 | 150 | 200 | Z 0 |
| Quecksilber ⁶⁾ | µg/l | < 0,20 | 0,20 | 0,20/0,50 ²⁾ | 1,0 | 2,0 | Z 0 |
| Zink | µg/l | < 5,0 | 100 | 100 | 300 | 600 | Z 0 |

1) Abweichungen von den Bereichen der Zuordnungswerte für den pH-Wert oder die Überschreitung der el. Leitfähigkeit im Eluat stellen allein kein Ausschlusskriterium dar, die Ursache ist im Einzelfall zu prüfen und zu dokumentieren.

2) Im Rahmen der erlaubten Verfüllung mit Bauschutt (vgl. Abschnitt A-5) ist eine Überschreitung der Zuordnungswerte für Sulfat, die elektrische Leitfähigkeit, Chrom (ges.) und Quecksilber bis zu den jeweils höheren Werten zulässig. Für die genannten Parameter dürfen die erhöhten Werte auch gleichzeitig bei allen dieser Parameter auftreten. Die höheren Werte beziehen sich ausschließlich auf den erlaubten Bauschuttanteil und haben keine Gültigkeit für den mitverfüllten Boden. Bei Untersuchung von Bodenaushub- und Bauschuttgemenge im Rahmen der Fremdüberwachung gelten die für die erlaubte Verfüllung zulässigen höheren Werte.

3) Verwertung für Z 2 > 100 µg/l ist zulässig, wenn Z 2 Cyanid (leicht freisetzbar) < 50 µg/l

4) Bei Überschreitungen ist die Ursache zu prüfen. Höhere Gehalte, die auf Huminstoffe zurückzuführen sind, stellen kein Ausschlusskriterium dar.

5) Bei Überschreitung des Z 1.1 - Wertes für Chrom (ges.) von 30 µg/l ist der Anteil an Cr(VI) (Chromat) zu bestimmen. Der Cr (VI) - Gehalt darf für eine Z 1.1 - Einstufung 8 µg/l nicht überschreiten. Diese Regel gilt bis zu einem maximalen Chrom (ges.) - Wert von 50 µg/l. Überschreitet das Material den Cr (VI) - Wert von 8 µg/l, ist das Material als Z 1.2 einzustufen. Für Material der Klasse Z 1.2 und Z 2 ist eine Bewertung des Cr (VI) - Eluatwertes nicht vorgesehen und nicht einstufigsrelevant, es genügt die Bestimmung von Chrom (ges.).

6) Bezogen auf anorganisches Quecksilber. Organisches Quecksilber (Methyl-Hg) darf nicht enthalten sein (Nachweis).

Zuordnungswerte Feststoff für Boden (Anlage 3, Tabelle 2)

| Parameter | Dimension | Analysenwert* | Zuordnungswerte | | | | Zuordnung | | |
|---------------------------------|-----------|---------------|---------------------|-------------------|-------------------|-----------------|------------------|------------------|-------|
| | | | Z 0 ¹⁾²⁾ | | | Z 1.1 | | Z 1.2 | Z 2 |
| | | | Sand | Lehm / Schluff | Ton | | | | |
| EOX | mg/kg | < 0,5 | 1 | 1 | 1 | 3 | 10 | 15 | Z 0 |
| Mineralölkohlenwasserstoffe | mg/kg | < 10 | 100 | 100 | 100 | 300 | 500 | 1000 | Z 0 |
| ΣPAK n. EPA | mg/kg | -/- | 3 ³⁾ | 3 ³⁾ | 3 ³⁾ | 5 ³⁾ | 15 ⁴⁾ | 20 ⁴⁾ | (Z 0) |
| Benzo-[a]-Pyren | mg/kg | < 0,02 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 1,0 | 1,0 | Z 0 |
| ΣPCB (Kongenere nach DIN 51527) | mg/kg | -/- | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,1 | 0,5 | 1 | (Z 0) |
| Arsen | mg/kg | 6,3 | 20 | 20 | 20 | 30 | 50 | 150 | Z 0 |
| Blei | mg/kg | 13 | 40 | 70 ⁵⁾ | 100 ⁵⁾ | 140 | 300 | 1000 | Z 0 |
| Cadmium | mg/kg | < 0,3 | 0,4 | 1 ⁵⁾ | 1,5 ⁵⁾ | 2 | 3 | 10 | Z 0 |
| Chrom (ges.) | mg/kg | 21 | 30 | 60 | 100 | 120 | 200 | 600 | Z 0 |
| Kupfer | mg/kg | 13 | 20 | 40 | 60 | 80 | 200 | 600 | Z 0 |
| Nickel | mg/kg | 17 | 15 | 50 ⁵⁾ | 70 ⁵⁾ | 100 | 200 | 600 | Z 0 |
| Quecksilber | mg/kg | < 0,1 | 0,1 | 0,5 | 1 | 1 | 3 | 10 | Z 0 |
| Zink | mg/kg | 44 | 60 | 150 ⁵⁾ | 200 ⁵⁾ | 300 | 500 | 1500 | Z 0 |
| Cyanide (ges.) | mg/kg | < 0,1 | 1 | 1 | 1 | 10 | 30 | 100 | Z 0 |

n.n. = nicht nachgewiesen n.b. = nicht bestimmbar n.a. = nicht analysiert k.A. = keine Angabe -/- = alle Einzelmesswerte < Bestimmungsgrenze
fett/rot = ranghöchste Zuordnung

1) Ist bei Trockenverfüllungen eine Zuordnung zu einer der in Anhang 2 Nr. 4 BBodSchV genannten Bodenarten möglich, gelten die entsprechenden Kategorien. Ist eine Zuordnung nicht möglich (z.B. Verfüllung mit Material unterschiedlicher Herkunftsorte) gilt die Kategorie Lehm/Schluff.

2) Für Nassverfüllungen gelten hilfsweise die Z-0-Werte wie für Sand aus Spalte 1, bzw. abhängig von der zu verfüllenden Bodenart maximal bis Spalte 2, also wie für Lehm und Schluff

3) Einzelwert für Benzo-[a]-Pyren jeweils kleiner 0,3

4) Einzelwerte Benzo-[a]-Pyren jeweils kleiner 1,0

5) Bei pH-Werten < 6,0 gelten für Cd, Ni, und Zn und bei pH-Werten < 5,0 für Pb jeweils die Werte der nächst niedrigeren Kategorie

* Die o.g. Analysenwerte sind zwecks Vergleichbarkeit bezüglich der Einheit und Stellenanzahl gemäß Nummer 4.5.1 der DIN 1333 (Ausgabe Februar 1992) auf die durch den Zuordnungswert vorgegebene letzte signifikante Stelle gerundet. Dies führt ggf. zu einer vom Prüfbericht abweichenden Darstellung der Analysenwerte.

(Z0) = Zuordnung von Σ Parametern mit dem Analysenwert "-/-" zu Z 0 nach Substitution von "-/-" durch den numerischen Wert 0. Es wird darauf hingewiesen, dass die Wahl anderer Substitutionsverfahren gutachterlich zu erwägen ist und zu abweichenden Zuordnungen führen kann.

Hinweis:

Klassifizierungen / Zuordnungen erfolgen ausschließlich informativ und sind nicht Gegenstand der akkreditierten Leistung. Sie ersetzen keine Gutachterleistung unter Berücksichtigung aller Rahmenbedingungen. Aus diesem Grund erfolgt keine Gesamteinstufung des untersuchten Materials. Für die erfolgte Klassifizierung / Zuordnung übernehmen wir keine Haftung.

WESSLING GmbH, Forstenrieder Straße 8-14, 82061 Neuried

 IMH
 Ingenieurgesellschaft für
 Bauwesen und Geotechnik mbH
 Martin Loibl
 Deggendorfer Straße 40
 94491 Hengersberg

 Geschäftsfeld: Umwelt
 Ansprechpartner: T. Schröder
 Durchwahl: +49 89 829969 17
 Fax: +49 89 829969 22
 E-Mail: Thorsten.Schroeder
 @wessling.de

Prüfbericht

Straubing, Klärschlammverbrennungsanlage

| Prüfbericht Nr. | CMU20-000722-1 | Auftrag Nr. | CMU-00107-20 | Datum | 23.01.2020 |
|---------------------|---|-------------|--------------|-------|------------|
| Probe Nr. | 20-006314-04 | | | | |
| Eingangsdatum | 15.01.2020 | | | | |
| Bezeichnung | Mischprobe BS1-D3/D4, BS2-D3, BS3-D4/D5 | | | | |
| Probenart | Boden | | | | |
| Probenahme | 23.10.2019 | | | | |
| Probenahme durch | Auftraggeber | | | | |
| Probengefäß | 1x5l Eimer | | | | |
| Anzahl Gefäße | 1 | | | | |
| Untersuchungsbeginn | 15.01.2020 | | | | |
| Untersuchungsende | 22.01.2020 | | | | |

Probenvorbereitung

| | | | |
|--------------------------------------|---|-------|-------------------|
| Probe Nr. | 20-006314-04 | | |
| Bezeichnung | Mischprobe BS1-D3/D4, BS2-D3, BS3-D4/D5 | | |
| Volumen des Auslaugungsmittel | ml | OS | 900 |
| Frischmasse der Messprobe | g | OS | 109,0 |
| Königswasser-Extrakt | | TS <2 | 16.01.2020 |
| Feinanteil < 2mm | Gew% | TS | 100 |
| Grobanteil > 2mm | Gew% | TS | 0 |
| Feuchtegehalt | % | TS | 18,9 |

Physikalische Untersuchung

| | | | |
|-------------------------|---|-------|-------------|
| Probe Nr. | 20-006314-04 | | |
| Bezeichnung | Mischprobe BS1-D3/D4, BS2-D3, BS3-D4/D5 | | |
| Trockenrückstand | Gew% | OS <2 | 84,7 |

Prüfbericht Nr. **CMU20-000722-1** Auftrag Nr. **CMU-00107-20** Datum **23.01.2020**
Summenparameter

| | | | |
|--------------------------------|---|-------|----------------|
| Probe Nr. | 20-006314-04 | | |
| Bezeichnung | Mischprobe BS1-D3/D4, BS2-D3, BS3-D4/D5 | | |
| Cyanid (CN), ges. | mg/kg | TS <2 | <0,1 |
| EOX | mg/kg | TS <2 | <0,5 |
| Kohlenwasserstoff-Index | mg/kg | TS <2 | <10 |

Polychlorierte Biphenyle (PCB)

| | | | |
|------------------------|---|-------|-----------------|
| Probe Nr. | 20-006314-04 | | |
| Bezeichnung | Mischprobe BS1-D3/D4, BS2-D3, BS3-D4/D5 | | |
| PCB Nr. 28 | mg/kg | TS <2 | <0,01 |
| PCB Nr. 52 | mg/kg | TS <2 | <0,01 |
| PCB Nr. 101 | mg/kg | TS <2 | <0,01 |
| PCB Nr. 118 | mg/kg | TS <2 | <0,01 |
| PCB Nr. 138 | mg/kg | TS <2 | <0,01 |
| PCB Nr. 153 | mg/kg | TS <2 | <0,01 |
| PCB Nr. 180 | mg/kg | TS <2 | <0,01 |
| Summe der 6 PCB | mg/kg | TS <2 | -/- |
| Summe der 7 PCB | mg/kg | TS <2 | -/- |

Im Königswasser-Extrakt**Elemente**

| | | | |
|-------------------------|---|-------|----------------|
| Probe Nr. | 20-006314-04 | | |
| Bezeichnung | Mischprobe BS1-D3/D4, BS2-D3, BS3-D4/D5 | | |
| Arsen (As) | mg/kg | TS <2 | 3,1 |
| Blei (Pb) | mg/kg | TS <2 | 3,2 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg | TS <2 | <0,3 |
| Chrom (Cr) | mg/kg | TS <2 | 7,5 |
| Kupfer (Cu) | mg/kg | TS <2 | 4,7 |
| Nickel (Ni) | mg/kg | TS <2 | 8,0 |
| Zink (Zn) | mg/kg | TS <2 | 15 |
| Quecksilber (Hg) | mg/kg | TS <2 | <0,1 |

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

| | | | |
|---------------------------|---|-------|-----------------|
| Probe Nr. | 20-006314-04 | | |
| Bezeichnung | Mischprobe BS1-D3/D4, BS2-D3, BS3-D4/D5 | | |
| Naphthalin | mg/kg | TS <2 | <0,02 |
| 1-Methylnaphthalin | mg/kg | TS <2 | <0,02 |
| 2-Methylnaphthalin | mg/kg | TS <2 | <0,02 |
| Acenaphthylen | mg/kg | TS <2 | <0,1 |
| Acenaphthen | mg/kg | TS <2 | <0,02 |
| Fluoren | mg/kg | TS <2 | <0,02 |

| Prüfbericht Nr. | CMU20-000722-1 | Auftrag Nr. | CMU-00107-20 | Datum | 23.01.2020 |
|-------------------------------------|----------------|-------------|--------------|-------|------------|
| Probe Nr. | 20-006314-04 | | | | |
| Phenanthren | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Anthracen | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Fluoranthren | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Pyren | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Benzo(a)anthracen | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Chrysen | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Benzo(b)fluoranthren | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Benzo(k)fluoranthren | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Benzo(a)pyren | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Dibenz(ah)anthracen | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Benzo(ghi)perylene | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Summe nachgewiesener PAK | mg/kg | TS <2 | -/- | | |
| Summe PAK nach EPA ohne Naphthaline | mg/kg | TS <2 | -/- | | |
| Summe Naphthaline | mg/kg | TS <2 | -/- | | |

Im Eluat**Physikalische Untersuchung**

| | | | | | |
|-----------------------------------|---|----|------|--|--|
| Probe Nr. | 20-006314-04 | | | | |
| Bezeichnung | Mischprobe BS1-D3/D4, BS2-D3, BS3-D4/D5 | | | | |
| pH-Wert | | WE | 8,2 | | |
| Leitfähigkeit [25°C], elektrische | µS/cm | WE | 95,0 | | |

Kationen, Anionen und Nichtmetalle

| | | | | | |
|-------------------|---|----|--------|--|--|
| Probe Nr. | 20-006314-04 | | | | |
| Bezeichnung | Mischprobe BS1-D3/D4, BS2-D3, BS3-D4/D5 | | | | |
| Chlorid (Cl) | mg/l | WE | <1,0 | | |
| Cyanid (CN), ges. | mg/l | WE | <0,005 | | |
| Sulfat (SO4) | mg/l | WE | 3,9 | | |

Elemente

| | | | | | |
|------------------|---|----|------|--|--|
| Probe Nr. | 20-006314-04 | | | | |
| Bezeichnung | Mischprobe BS1-D3/D4, BS2-D3, BS3-D4/D5 | | | | |
| Arsen (As) | µg/l | WE | <5,0 | | |
| Blei (Pb) | µg/l | WE | <3,0 | | |
| Cadmium (Cd) | µg/l | WE | <0,5 | | |
| Chrom (Cr) | µg/l | WE | <3,0 | | |
| Kupfer (Cu) | µg/l | WE | <3,0 | | |
| Nickel (Ni) | µg/l | WE | <3,0 | | |
| Quecksilber (Hg) | µg/l | WE | <0,2 | | |
| Zink (Zn) | µg/l | WE | <5,0 | | |

Prüfbericht Nr. **CMU20-000722-1** Auftrag Nr. **CMU-00107-20** Datum **23.01.2020**

Summenparameter

| | | | |
|---------------------------------------|------|-----|---|
| Probe Nr. | | | 20-006314-04 |
| Bezeichnung | | | Mischprobe BS1-D3/D4, BS2-D3, BS3-D4/D5 |
| Phenol-Index nach Destillation | mg/l | W/E | <0,01 |

Prüfbericht Nr. **CMU20-000722-1** Auftrag Nr. **CMU-00107-20** Datum **23.01.2020**

Abkürzungen und Methoden

Siebung von Feststoffen
Trockenrückstand/Wassergehalt in Abfällen
Auslaugung, Schüttelverfahren W/F-10 l/kg
Feuchtegehalt
pH-Wert im Wasser/Eluat
Leitfähigkeit, elektrisch
Gelöste Anionen, Chlorid in Wasser/Eluat
Gelöste Anionen, Sulfat in Wasser/Eluat
Cyanide gesamt
Phenol-Index in Wasser/Eluat
Metalle/Elemente in Wasser/Eluat
Quecksilber (AAS), in Wasser/Eluat
Extrahierbare organische Halogenverbindungen (EOX)
Kohlenwasserstoffe in Feststoff (GC)
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)
Polychlorierte Biphenyle (PCB)
Königswasser-Extrakt vom Feststoff (Abfälle)
Metalle/Elemente in Feststoff
Quecksilber (AAS) in Feststoff
Cyanide gesamt und leichtfreisetzbar im Boden (CFA)

DIN 19747 (2009-07)^A
DIN EN 14346 Verf. A (2007-03)^A
DIN EN 12457-4 (2003-01)^A
DIN EN 12457-4 (2003-01)^A
DIN EN ISO 10523 (2012-04)^A
DIN EN 27888 (1993-11)^A
DIN EN ISO 10304-1 (2009-07)^A
DIN EN ISO 10304-1 (2009-07)^A
DIN EN ISO 14403-2 (2012-10)^A
DIN EN ISO 14402 (1999-12)^A
DIN EN ISO 11885 (2009-09)^A
DIN EN ISO 12846 (2012-08)^A
DIN 38414 S17 (2017-01)^A
DIN EN ISO 16703 (2011-09)^A
LUA Merkblatt Nr.1 (1994-04)^A
DIN ISO 10382 (2003-05)^A
DIN EN 13657 (2003-01)^A
DIN EN ISO 11885 (2009-09)^A
DIN EN ISO 12846 (2012-08)^A
DIN ISO 17380 (2013-10)^A

ausführender Standort

Umweltanalytik München
Umweltanalytik München

OS Originalsubstanz
OS <2 Originalsubstanz der Teilfraktion <2 mm
TS Trockensubstanz
TS <2 Trockensubstanz der Teilfraktion <2mm
W/E Wasser/Eluat

i.A. 

Dr. Nils Kunze
Diplom-Geologe
Leitender Sachverständiger Umwelt



Gegenüberstellung von Messwerten und Zuordnungswerten gemäß

Leitfaden zur Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen [LVGBT]

(Stand 09.12.2005)

Anhang zum Prüfbericht: **CMU20-000722-1**

Proben-Nr.: **20-006314-04**

Probenbezeichnung: **Mischprobe BS1-D3/D4, BS2-D3, BS3-D4/D5**

Bodenart gemäß Probenahmeprotokoll bzw. Kundenangabe: **k.A.**

Zuordnungswerte Eluat für Boden (Anlage 2, Tabelle 1), Stand 11.05.2018, gem. StMUV Zeichen 57d-U4449.3-2015/6-59

| Parameter | Dimension | Analysenwert* | Zuordnungswerte | | | | Zuordnung |
|---------------------------------|-----------|---------------|-----------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------|
| | | | Z 0 | Z 1.1 | Z 1.2 | Z 2 | |
| pH-Wert ¹⁾ | | 8,2 | 6,5-9,0 | 6,5-9,0 | 6,0-12 | 5,5-12 | Z 0 |
| el. Leitfähigkeit ¹⁾ | µS/cm | 95 | 500 | 500/2.000 ²⁾ | 1.000/2.500 ²⁾ | 1.500/3.000 ²⁾ | Z 0 |
| Chlorid | mg/l | < 1,0 | 250 | 250 | 250 | 250 | Z 0 |
| Sulfat | mg/l | 3,9 | 250 | 250 | 250/300 ²⁾ | 250/600 ²⁾ | Z 0 |
| Cyanid, gesamt | µg/l | < 5,0 | 10 | 10 | 50 | 100 ³⁾ | Z 0 |
| Phenolindex ⁴⁾ | µg/l | < 10 | 10 | 10 | 50 | 100 | Z 0 |
| Arsen | µg/l | < 5,0 | 10 | 10 | 40 | 60 | Z 0 |
| Blei | µg/l | < 3,0 | 20 | 25 | 100 | 200 | Z 0 |
| Cadmium | µg/l | < 0,5 | 2,0 | 2,0 | 5,0 | 10 | Z 0 |
| Chrom, gesamt | µg/l | < 3,0 | 15 | 30/50 ²⁾⁵⁾ | 75 | 150 | Z 0 |
| Kupfer | µg/l | < 3,0 | 50 | 50 | 150 | 300 | Z 0 |
| Nickel | µg/l | < 3,0 | 40 | 50 | 150 | 200 | Z 0 |
| Quecksilber ⁶⁾ | µg/l | < 0,20 | 0,20 | 0,20/0,50 ²⁾ | 1,0 | 2,0 | Z 0 |
| Zink | µg/l | < 5,0 | 100 | 100 | 300 | 600 | Z 0 |

1) Abweichungen von den Bereichen der Zuordnungswerte für den pH-Wert oder die Überschreitung der el. Leitfähigkeit im Eluat stellen allein kein Ausschlusskriterium dar, die Ursache ist im Einzelfall zu prüfen und zu dokumentieren.

2) Im Rahmen der erlaubten Verfüllung mit Bauschutt (vgl. Abschnitt A-5) ist eine Überschreitung der Zuordnungswerte für Sulfat, die elektrische Leitfähigkeit, Chrom (ges.) und Quecksilber bis zu den jeweils höheren Werten zulässig. Für die genannten Parameter dürfen die erhöhten Werte auch gleichzeitig bei allen dieser Parameter auftreten. Die höheren Werte beziehen sich ausschließlich auf den erlaubten Bauschuttanteil und haben keine Gültigkeit für den mitverfüllten Boden. Bei Untersuchung von Bodenaushub- und Bauschuttgemenge im Rahmen der Fremdüberwachung gelten die für die erlaubte Verfüllung zulässigen höheren Werte.

3) Verwertung für Z 2 > 100 µg/l ist zulässig, wenn Z 2 Cyanid (leicht freisetzbar) < 50 µg/l

4) Bei Überschreitungen ist die Ursache zu prüfen. Höhere Gehalte, die auf Huminstoffe zurückzuführen sind, stellen kein Ausschlusskriterium dar.

5) Bei Überschreitung des Z 1.1 - Wertes für Chrom (ges.) von 30 µg/l ist der Anteil an Cr(VI) (Chromat) zu bestimmen. Der Cr (VI) - Gehalt darf für eine Z 1.1 - Einstufung 8 µg/l nicht überschreiten. Diese Regel gilt bis zu einem maximalen Chrom (ges.) - Wert von 50 µg/l. Überschreitet das Material den Cr (VI) - Wert von 8 µg/l, ist das Material als Z 1.2 einzustufen. Für Material der Klasse Z 1.2 und Z 2 ist eine Bewertung des Cr (VI) - Eluatwertes nicht vorgesehen und nicht einstufigsrelevant, es genügt die Bestimmung von Chrom (ges.).

6) Bezogen auf anorganisches Quecksilber. Organisches Quecksilber (Methyl-Hg) darf nicht enthalten sein (Nachweis).

Zuordnungswerte Feststoff für Boden (Anlage 3, Tabelle 2)

| Parameter | Dimension | Analysenwert* | Zuordnungswerte | | | | | Zuordnung | |
|----------------------------------|-----------|---------------|---------------------|-------------------|-------------------|-----------------|------------------|------------------|-------|
| | | | Z 0 ¹⁾²⁾ | | | Z 1.1 | Z 1.2 | | Z 2 |
| | | | Sand | Lehm / Schluff | Ton | | | | |
| EOX | mg/kg | < 0,5 | 1 | 1 | 1 | 3 | 10 | 15 | Z 0 |
| Mineralölkohlenwasserstoffe | mg/kg | < 10 | 100 | 100 | 100 | 300 | 500 | 1000 | Z 0 |
| ΣPAK n. EPA | mg/kg | -/- | 3 ³⁾ | 3 ³⁾ | 3 ³⁾ | 5 ³⁾ | 15 ⁴⁾ | 20 ⁴⁾ | (Z 0) |
| Benzo-[a]-Pyren | mg/kg | < 0,02 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 1,0 | 1,0 | Z 0 |
| ΣPCB (Kongenerer nach DIN 51527) | mg/kg | -/- | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,1 | 0,5 | 1 | (Z 0) |
| Arsen | mg/kg | 3,1 | 20 | 20 | 20 | 30 | 50 | 150 | Z 0 |
| Blei | mg/kg | 3,2 | 40 | 70 ⁵⁾ | 100 ⁵⁾ | 140 | 300 | 1000 | Z 0 |
| Cadmium | mg/kg | < 0,3 | 0,4 | 1 ⁵⁾ | 1,5 ⁵⁾ | 2 | 3 | 10 | Z 0 |
| Chrom (ges.) | mg/kg | 7,5 | 30 | 60 | 100 | 120 | 200 | 600 | Z 0 |
| Kupfer | mg/kg | 4,7 | 20 | 40 | 60 | 80 | 200 | 600 | Z 0 |
| Nickel | mg/kg | 8,0 | 15 | 50 ⁵⁾ | 70 ⁵⁾ | 100 | 200 | 600 | Z 0 |
| Quecksilber | mg/kg | < 0,1 | 0,1 | 0,5 | 1 | 1 | 3 | 10 | Z 0 |
| Zink | mg/kg | 15 | 60 | 150 ⁵⁾ | 200 ⁵⁾ | 300 | 500 | 1500 | Z 0 |
| Cyanide (ges.) | mg/kg | < 0,1 | 1 | 1 | 1 | 10 | 30 | 100 | Z 0 |

n.n. = nicht nachgewiesen n.b. = nicht bestimmbar n.a. = nicht analysiert k.A. = keine Angabe -/- = alle Einzelmesswerte < Bestimmungsgrenze
fett/rot = ranghöchste Zuordnung

1) Ist bei Trockenverfüllungen eine Zuordnung zu einer der in Anhang 2 Nr. 4 BBodSchV genannten Bodenarten möglich, gelten die entsprechenden Kategorien. Ist eine Zuordnung nicht möglich (z.B. Verfüllung mit Material unterschiedlicher Herkunftsorte) gilt die Kategorie Lehm/Schluff.

2) Für Nassverfüllungen gelten hilfsweise die Z-0-Werte wie für Sand aus Spalte 1, bzw. abhängig von der zu verfüllenden Bodenart maximal bis Spalte 2, also wie für Lehm und Schluff

3) Einzelwert für Benzo-[a]-Pyren jeweils kleiner 0,3

4) Einzelwerte Benzo-[a]-Pyren jeweils kleiner 1,0

5) Bei pH-Werten < 6,0 gelten für Cd, Ni, und Zn und bei pH-Werten < 5,0 für Pb jeweils die Werte der nächst niedrigeren Kategorie

* Die o.g. Analysenwerte sind zwecks Vergleichbarkeit bezüglich der Einheit und Stellenanzahl gemäß Nummer 4.5.1 der DIN 1333 (Ausgabe Februar 1992) auf die durch den Zuordnungswert vorgegebene letzte signifikante Stelle gerundet. Dies führt ggf. zu einer vom Prüfbericht abweichenden Darstellung der Analysenwerte.

(Z0) = Zuordnung von Σ Parametern mit dem Analysenwert "-/-" zu Z 0 nach Substitution von "-/-" durch den numerischen Wert 0. Es wird darauf hingewiesen, dass die Wahl anderer Substitutionsverfahren gutachterlich zu erwägen ist und zu abweichenden Zuordnungen führen kann.

Hinweis:

Klassifizierungen / Zuordnungen erfolgen ausschließlich informativ und sind nicht Gegenstand der akkreditierten Leistung. Sie ersetzen keine Gutachterleistung unter Berücksichtigung aller Rahmenbedingungen. Aus diesem Grund erfolgt keine Gesamteinstufung des untersuchten Materials. Für die erfolgte Klassifizierung / Zuordnung übernehmen wir keine Haftung.

WESSLING GmbH, Forstenrieder Straße 8-14, 82061 Neuried

IMH
Ingenieurgesellschaft für
Bauwesen und Geotechnik mbH
Martin Loibl
Deggendorfer Straße 40
94491 Hengersberg

Geschäftsfeld: Umwelt
Ansprechpartner: T. Schröder
Durchwahl: +49 89 829969 17
Fax: +49 89 829969 22
E-Mail: Thorsten.Schroeder@wessling.de

Prüfbericht

Straubing, Klärschlammverbrennungsanlage

| | | | | | |
|---------------------|-----------------------|-------------|---------------------|-------|-------------------|
| Prüfbericht Nr. | CMU20-000723-1 | Auftrag Nr. | CMU-00107-20 | Datum | 23.01.2020 |
| Probe Nr. | 20-006314-05 | | | | |
| Eingangsdatum | 15.01.2020 | | | | |
| Bezeichnung | Mischprobe BS4-D2/D3 | | | | |
| Probenart | Boden | | | | |
| Probenahme | 23.10.2019 | | | | |
| Probenahme durch | Auftraggeber | | | | |
| Probengefäß | 1x5l Eimer | | | | |
| Anzahl Gefäße | 1 | | | | |
| Untersuchungsbeginn | 15.01.2020 | | | | |
| Untersuchungsende | 22.01.2020 | | | | |

Probenvorbereitung

| | | | | |
|--------------------------------------|------|-------|-------------------|----------------------|
| Probe Nr. | | | | 20-006314-05 |
| Bezeichnung | | | | Mischprobe BS4-D2/D3 |
| Volumen des Auslaugungsmittel | ml | OS | 900 | |
| Frischmasse der Messprobe | g | OS | 106,0 | |
| Königswasser-Extrakt | | TS <2 | 16.01.2020 | |
| Feinanteil < 2mm | Gew% | TS | 62 | |
| Grobanteil > 2mm | Gew% | TS | 38 | |
| Feuchtegehalt | % | TS | 15,7 | |

Physikalische Untersuchung

| | | | | |
|-------------------------|------|-------|-------------|----------------------|
| Probe Nr. | | | | 20-006314-05 |
| Bezeichnung | | | | Mischprobe BS4-D2/D3 |
| Trockenrückstand | Gew% | OS <2 | 85,7 | |

Prüfbericht Nr. **CMU20-000723-1** Auftrag Nr. **CMU-00107-20** Datum **23.01.2020**
Summenparameter

| | | | |
|--------------------------------|----------------------|-------|----------------|
| Probe Nr. | 20-006314-05 | | |
| Bezeichnung | Mischprobe BS4-D2/D3 | | |
| Cyanid (CN), ges. | mg/kg | TS <2 | <0,1 |
| EOX | mg/kg | TS <2 | <0,5 |
| Kohlenwasserstoff-Index | mg/kg | TS <2 | <10 |

Polychlorierte Biphenyle (PCB)

| | | | |
|------------------------|----------------------|-------|-----------------|
| Probe Nr. | 20-006314-05 | | |
| Bezeichnung | Mischprobe BS4-D2/D3 | | |
| PCB Nr. 28 | mg/kg | TS <2 | <0,01 |
| PCB Nr. 52 | mg/kg | TS <2 | <0,01 |
| PCB Nr. 101 | mg/kg | TS <2 | <0,01 |
| PCB Nr. 118 | mg/kg | TS <2 | <0,01 |
| PCB Nr. 138 | mg/kg | TS <2 | <0,01 |
| PCB Nr. 153 | mg/kg | TS <2 | <0,01 |
| PCB Nr. 180 | mg/kg | TS <2 | <0,01 |
| Summe der 6 PCB | mg/kg | TS <2 | -/- |
| Summe der 7 PCB | mg/kg | TS <2 | -/- |

Im Königswasser-Extrakt**Elemente**

| | | | |
|-------------------------|----------------------|-------|----------------|
| Probe Nr. | 20-006314-05 | | |
| Bezeichnung | Mischprobe BS4-D2/D3 | | |
| Arsen (As) | mg/kg | TS <2 | 4,2 |
| Blei (Pb) | mg/kg | TS <2 | 8,4 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg | TS <2 | <0,3 |
| Chrom (Cr) | mg/kg | TS <2 | 15 |
| Kupfer (Cu) | mg/kg | TS <2 | 10 |
| Nickel (Ni) | mg/kg | TS <2 | 15 |
| Zink (Zn) | mg/kg | TS <2 | 30 |
| Quecksilber (Hg) | mg/kg | TS <2 | <0,1 |

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

| | | | |
|---------------------------|----------------------|-------|-----------------|
| Probe Nr. | 20-006314-05 | | |
| Bezeichnung | Mischprobe BS4-D2/D3 | | |
| Naphthalin | mg/kg | TS <2 | <0,02 |
| 1-Methylnaphthalin | mg/kg | TS <2 | <0,02 |
| 2-Methylnaphthalin | mg/kg | TS <2 | <0,02 |
| Acenaphthylen | mg/kg | TS <2 | <0,1 |
| Acenaphthen | mg/kg | TS <2 | <0,02 |
| Fluoren | mg/kg | TS <2 | <0,02 |
| Phenanthren | mg/kg | TS <2 | <0,02 |
| Anthracen | mg/kg | TS <2 | <0,02 |

| Prüfbericht Nr. | CMU20-000723-1 | Auftrag Nr. | CMU-00107-20 | Datum | 23.01.2020 |
|-------------------------------------|----------------|-------------|--------------|-------|------------|
| Probe Nr. | 20-006314-05 | | | | |
| Fluoranthren | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Pyren | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Benzo(a)anthracen | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Chrysen | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Benzo(b)fluoranthren | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Benzo(k)fluoranthren | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Benzo(a)pyren | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Dibenz(ah)anthracen | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Benzo(ghi)perylene | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Summe nachgewiesener PAK | mg/kg | TS <2 | -/- | | |
| Summe PAK nach EPA ohne Naphthaline | mg/kg | TS <2 | -/- | | |
| Summe Naphthaline | mg/kg | TS <2 | -/- | | |

Im Eluat**Physikalische Untersuchung**

| | | | |
|-----------------------------------|----------------------|-----|------|
| Probe Nr. | 20-006314-05 | | |
| Bezeichnung | Mischprobe BS4-D2/D3 | | |
| pH-Wert | WE | 8,6 | |
| Leitfähigkeit [25°C], elektrische | µS/cm | WE | 72,0 |

Kationen, Anionen und Nichtmetalle

| | | | |
|-------------------|----------------------|----|--------|
| Probe Nr. | 20-006314-05 | | |
| Bezeichnung | Mischprobe BS4-D2/D3 | | |
| Chlorid (Cl) | mg/l | WE | <1,0 |
| Cyanid (CN), ges. | mg/l | WE | <0,005 |
| Sulfat (SO4) | mg/l | WE | 2,8 |

Elemente

| | | | |
|------------------|----------------------|----|------|
| Probe Nr. | 20-006314-05 | | |
| Bezeichnung | Mischprobe BS4-D2/D3 | | |
| Arsen (As) | µg/l | WE | <5,0 |
| Blei (Pb) | µg/l | WE | <3,0 |
| Cadmium (Cd) | µg/l | WE | <0,5 |
| Chrom (Cr) | µg/l | WE | <3,0 |
| Kupfer (Cu) | µg/l | WE | <3,0 |
| Nickel (Ni) | µg/l | WE | <3,0 |
| Quecksilber (Hg) | µg/l | WE | <0,2 |
| Zink (Zn) | µg/l | WE | <5,0 |

Prüfbericht Nr. **CMU20-000723-1** Auftrag Nr. **CMU-00107-20** Datum **23.01.2020**

Summenparameter

| | | | |
|---------------------------------------|----------------------|-----|-----------------|
| Probe Nr. | 20-006314-05 | | |
| Bezeichnung | Mischprobe BS4-D2/D3 | | |
| Phenol-Index nach Destillation | mg/l | W/E | <0,01 |

Prüfbericht Nr. **CMU20-000723-1** Auftrag Nr. **CMU-00107-20** Datum **23.01.2020**

Abkürzungen und Methoden

Siebung von Feststoffen
Trockenrückstand/Wassergehalt in Abfällen
Auslaugung, Schüttelverfahren W/F-10 l/kg
Feuchtegehalt
pH-Wert im Wasser/Eluat
Leitfähigkeit, elektrisch
Gelöste Anionen, Chlorid in Wasser/Eluat
Gelöste Anionen, Sulfat in Wasser/Eluat
Cyanide gesamt
Phenol-Index in Wasser/Eluat
Metalle/Elemente in Wasser/Eluat
Quecksilber (AAS), in Wasser/Eluat
Extrahierbare organische Halogenverbindungen (EOX)
Kohlenwasserstoffe in Feststoff (GC)
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)
Polychlorierte Biphenyle (PCB)
Königswasser-Extrakt vom Feststoff (Abfälle)
Metalle/Elemente in Feststoff
Quecksilber (AAS) in Feststoff
Cyanide gesamt und leichtfreisetzbar im Boden (CFA)

DIN 19747 (2009-07)^A
DIN EN 14346 Verf. A (2007-03)^A
DIN EN 12457-4 (2003-01)^A
DIN EN 12457-4 (2003-01)^A
DIN EN ISO 10523 (2012-04)^A
DIN EN 27888 (1993-11)^A
DIN EN ISO 10304-1 (2009-07)^A
DIN EN ISO 10304-1 (2009-07)^A
DIN EN ISO 14403-2 (2012-10)^A
DIN EN ISO 14402 (1999-12)^A
DIN EN ISO 11885 (2009-09)^A
DIN EN ISO 12846 (2012-08)^A
DIN 38414 S17 (2017-01)^A
DIN EN ISO 16703 (2011-09)^A
LUA Merkblatt Nr.1 (1994-04)^A
DIN ISO 10382 (2003-05)^A
DIN EN 13657 (2003-01)^A
DIN EN ISO 11885 (2009-09)^A
DIN EN ISO 12846 (2012-08)^A
DIN ISO 17380 (2013-10)^A

ausführender Standort

Umweltanalytik München
Umweltanalytik München

OS Originalsubstanz
OS <2 Originalsubstanz der Teilfraktion <2 mm
TS Trockensubstanz
TS <2 Trockensubstanz der Teilfraktion <2mm
W/E Wasser/Eluat

i.A. 

Dr. Nils Kunze
Diplom-Geologe
Leitender Sachverständiger Umwelt

Gegenüberstellung von Messwerten und Zuordnungswerten gemäß

Leitfaden zur Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen [LVGBT]

(Stand 09.12.2005)

Anhang zum Prüfbericht: **CMU20-000723-1**

Proben-Nr.: **20-006314-05**

Probenbezeichnung: **Mischprobe BS4-D2/D3**

Bodenart gemäß Probenahmeprotokoll bzw. Kundenangabe: **k.A.**

Zuordnungswerte Eluat für Boden (Anlage 2, Tabelle 1), Stand 11.05.2018, gem. StMUV Zeichen 57d-U4449.3-2015/6-59

| Parameter | Dimension | Analysenwert* | Zuordnungswerte | | | | Zuordnung |
|---------------------------------|-----------|---------------|-----------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------|
| | | | Z 0 | Z 1.1 | Z 1.2 | Z 2 | |
| pH-Wert ¹⁾ | | 8,6 | 6,5-9,0 | 6,5-9,0 | 6,0-12 | 5,5-12 | Z 0 |
| el. Leitfähigkeit ¹⁾ | µS/cm | 72 | 500 | 500/2.000 ²⁾ | 1.000/2.500 ²⁾ | 1.500/3.000 ²⁾ | Z 0 |
| Chlorid | mg/l | < 1,0 | 250 | 250 | 250 | 250 | Z 0 |
| Sulfat | mg/l | 2,8 | 250 | 250 | 250/300 ²⁾ | 250/600 ²⁾ | Z 0 |
| Cyanid, gesamt | µg/l | < 5,0 | 10 | 10 | 50 | 100 ³⁾ | Z 0 |
| Phenolindex ⁴⁾ | µg/l | < 10 | 10 | 10 | 50 | 100 | Z 0 |
| Arsen | µg/l | < 5,0 | 10 | 10 | 40 | 60 | Z 0 |
| Blei | µg/l | < 3,0 | 20 | 25 | 100 | 200 | Z 0 |
| Cadmium | µg/l | < 0,5 | 2,0 | 2,0 | 5,0 | 10 | Z 0 |
| Chrom, gesamt | µg/l | < 3,0 | 15 | 30/50 ²⁾⁵⁾ | 75 | 150 | Z 0 |
| Kupfer | µg/l | < 3,0 | 50 | 50 | 150 | 300 | Z 0 |
| Nickel | µg/l | < 3,0 | 40 | 50 | 150 | 200 | Z 0 |
| Quecksilber ⁶⁾ | µg/l | < 0,20 | 0,20 | 0,20/0,50 ²⁾ | 1,0 | 2,0 | Z 0 |
| Zink | µg/l | < 5,0 | 100 | 100 | 300 | 600 | Z 0 |

- 1) Abweichungen von den Bereichen der Zuordnungswerte für den pH-Wert oder die Überschreitung der el. Leitfähigkeit im Eluat stellen allein kein Ausschlusskriterium dar, die Ursache ist im Einzelfall zu prüfen und zu dokumentieren.
- 2) Im Rahmen der erlaubten Verfüllung mit Bauschutt (vgl. Abschnitt A-5) ist eine Überschreitung der Zuordnungswerte für Sulfat, die elektrische Leitfähigkeit, Chrom (ges.) und Quecksilber bis zu den jeweils höheren Werten zulässig. Für die genannten Parameter dürfen die erhöhten Werte auch gleichzeitig bei allen dieser Parameter auftreten. Die höheren Werte beziehen sich ausschließlich auf den erlaubten Bauschuttanteil und haben keine Gültigkeit für den mitverfüllten Boden. Bei Untersuchung von Bodenaushub- und Bauschuttgemenge im Rahmen der Fremdüberwachung gelten die für die erlaubte Verfüllung zulässigen höheren Werte.
- 3) Verwertung für Z 2 > 100 µg/l ist zulässig, wenn Z 2 Cyanid (leicht freisetzbar) < 50 µg/l
- 4) Bei Überschreitungen ist die Ursache zu prüfen. Höhere Gehalte, die auf Huminstoffe zurückzuführen sind, stellen kein Ausschlusskriterium dar.
- 5) Bei Überschreitung des Z 1.1 - Wertes für Chrom (ges.) von 30 µg/l ist der Anteil an Cr(VI) (Chromat) zu bestimmen. Der Cr (VI) - Gehalt darf für eine Z 1.1 - Einstufung 8 µg/l nicht überschreiten. Diese Regel gilt bis zu einem maximalen Chrom (ges.) - Wert von 50 µg/l. Überschreitet das Material den Cr (VI)-Wert von 8 µg/l, ist das Material als Z 1.2 einzustufen. Für Material der Klasse Z 1.2 und Z 2 ist eine Bewertung des Cr (VI) - Eluatwertes nicht vorgesehen und nicht einstufigsrelevant, es genügt die Bestimmung von Chrom (ges.).
- 6) Bezogen auf anorganisches Quecksilber. Organisches Quecksilber (Methyl-Hg) darf nicht enthalten sein (Nachweis).

Zuordnungswerte Feststoff für Boden (Anlage 3, Tabelle 2)

| Parameter | Dimension | Analysenwert* | Zuordnungswerte | | | | | Zuordnung | |
|----------------------------------|-----------|---------------|---------------------|-------------------|-------------------|-----------------|------------------|------------------|-------|
| | | | Z 0 ¹⁾²⁾ | | | Z 1.1 | Z 1.2 | | Z 2 |
| | | | Sand | Lehm / Schluff | Ton | | | | |
| EOX | mg/kg | < 0,5 | 1 | 1 | 1 | 3 | 10 | 15 | Z 0 |
| Mineralölkohlenwasserstoffe | mg/kg | < 10 | 100 | 100 | 100 | 300 | 500 | 1000 | Z 0 |
| ΣPAK n. EPA | mg/kg | -/- | 3 ³⁾ | 3 ³⁾ | 3 ³⁾ | 5 ³⁾ | 15 ⁴⁾ | 20 ⁴⁾ | (Z 0) |
| Benzo-[a]-Pyren | mg/kg | < 0,02 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 1,0 | 1,0 | Z 0 |
| ΣPCB (Kongenerer nach DIN 51527) | mg/kg | -/- | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,1 | 0,5 | 1 | (Z 0) |
| Arsen | mg/kg | 4,2 | 20 | 20 | 20 | 30 | 50 | 150 | Z 0 |
| Blei | mg/kg | 8,4 | 40 | 70 ⁵⁾ | 100 ⁵⁾ | 140 | 300 | 1000 | Z 0 |
| Cadmium | mg/kg | < 0,3 | 0,4 | 1 ⁵⁾ | 1,5 ⁵⁾ | 2 | 3 | 10 | Z 0 |
| Chrom (ges.) | mg/kg | 15 | 30 | 60 | 100 | 120 | 200 | 600 | Z 0 |
| Kupfer | mg/kg | 10 | 20 | 40 | 60 | 80 | 200 | 600 | Z 0 |
| Nickel | mg/kg | 15 | 15 | 50 ⁵⁾ | 70 ⁵⁾ | 100 | 200 | 600 | Z 0 |
| Quecksilber | mg/kg | < 0,1 | 0,1 | 0,5 | 1 | 1 | 3 | 10 | Z 0 |
| Zink | mg/kg | 30 | 60 | 150 ⁵⁾ | 200 ⁵⁾ | 300 | 500 | 1500 | Z 0 |
| Cyanide (ges.) | mg/kg | < 0,1 | 1 | 1 | 1 | 10 | 30 | 100 | Z 0 |

n.n. = nicht nachgewiesen n.b. = nicht bestimmbar n.a. = nicht analysiert k.A. = keine Angabe -/- = alle Einzelmesswerte < Bestimmungsgrenze
fett/rot = ranghöchste Zuordnung

- 1) Ist bei Trockenverfüllungen eine Zuordnung zu einer der in Anhang 2 Nr. 4 BBodSchV genannten Bodenarten möglich, gelten die entsprechenden Kategorien. Ist eine Zuordnung nicht möglich (z.B. Verfüllung mit Material unterschiedlicher Herkunftsorte) gilt die Kategorie Lehm/Schluff.
- 2) Für Nassverfüllungen gelten hilfsweise die Z-0-Werte wie für Sand aus Spalte 1, bzw. abhängig von der zu verfüllenden Bodenart maximal bis Spalte 2, also wie für Lehm und Schluff
- 3) Einzelwert für Benzo-[a]-Pyren jeweils kleiner 0,3
- 4) Einzelwerte Benzo-[a]-Pyren jeweils kleiner 1,0
- 5) Bei pH-Werten < 6,0 gelten für Cd, Ni, und Zn und bei pH-Werten < 5,0 für Pb jeweils die Werte der nächst niedrigeren Kategorie

* Die o.g. Analysenwerte sind zwecks Vergleichbarkeit bezüglich der Einheit und Stellenanzahl gemäß Nummer 4.5.1 der DIN 1333 (Ausgabe Februar 1992) auf die durch den Zuordnungswert vorgegebene letzte signifikante Stelle gerundet. Dies führt ggf. zu einer vom Prüfbericht abweichenden Darstellung der Analysenwerte.

(Z0) = Zuordnung von Σ Parametern mit dem Analysenwert "-/-" zu Z 0 nach Substitution von "-/-" durch den numerischen Wert 0. Es wird darauf hingewiesen, dass die Wahl anderer Substitutionsverfahren gutachterlich zu erwägen ist und zu abweichenden Zuordnungen führen kann.

Hinweis:

Klassifizierungen / Zuordnungen erfolgen ausschließlich informativ und sind nicht Gegenstand der akkreditierten Leistung. Sie ersetzen keine Gutachterleistung unter Berücksichtigung aller Rahmenbedingungen. Aus diesem Grund erfolgt keine Gesamteinstufung des untersuchten Materials. Für die erfolgte Klassifizierung / Zuordnung übernehmen wir keine Haftung.

WESSLING GmbH, Forstenrieder Straße 8-14, 82061 Neuried

IMH
 Ingenieurgesellschaft für
 Bauwesen und Geotechnik mbH
 Martin Loibl
 Deggendorfer Straße 40
 94491 Hengersberg

Geschäftsfeld: Umwelt
 Ansprechpartner: T. Schröder
 Durchwahl: +49 89 829969 17
 Fax: +49 89 829969 22
 E-Mail: Thorsten.Schroeder@wessling.de

Prüfbericht

Straubing, Klärschlammverbrennungsanlage

| | | | | | |
|---------------------|-----------------------|-------------|---------------------|-------|-------------------|
| Prüfbericht Nr. | CMU20-000724-1 | Auftrag Nr. | CMU-00107-20 | Datum | 23.01.2020 |
| Probe Nr. | 20-006314-06 | | | | |
| Eingangsdatum | 15.01.2020 | | | | |
| Bezeichnung | BS4-D4 | | | | |
| Probenart | Boden | | | | |
| Probenahme | 23.10.2019 | | | | |
| Probenahme durch | Auftraggeber | | | | |
| Probengefäß | 1x5l Eimer | | | | |
| Anzahl Gefäße | 1 | | | | |
| Untersuchungsbeginn | 15.01.2020 | | | | |
| Untersuchungsende | 22.01.2020 | | | | |

Probenvorbereitung

| | | | | |
|--------------------------------------|-------|----|-------------------|--------------|
| Probe Nr. | | | | 20-006314-06 |
| Bezeichnung | | | | BS4-D4 |
| Volumen des Auslaugungsmittel | ml | OS | 900 | |
| Frischmasse der Messprobe | g | OS | 107,0 | |
| Königswasser-Extrakt | TS <2 | | 16.01.2020 | |
| Feinanteil < 2mm | Gew% | TS | 68 | |
| Grobanteil > 2mm | Gew% | TS | 32 | |
| Feuchtegehalt | % | TS | 16,8 | |

Physikalische Untersuchung

| | | | | |
|-------------------------|------|-------|-------------|--------------|
| Probe Nr. | | | | 20-006314-06 |
| Bezeichnung | | | | BS4-D4 |
| Trockenrückstand | Gew% | OS <2 | 85,8 | |

Prüfbericht Nr. **CMU20-000724-1** Auftrag Nr. **CMU-00107-20** Datum **23.01.2020**
Summenparameter

| | | | |
|--------------------------------|--------------|-------|----------------|
| Probe Nr. | 20-006314-06 | | |
| Bezeichnung | BS4-D4 | | |
| Cyanid (CN), ges. | mg/kg | TS <2 | <0,1 |
| EOX | mg/kg | TS <2 | <0,5 |
| Kohlenwasserstoff-Index | mg/kg | TS <2 | <10 |

Polychlorierte Biphenyle (PCB)

| | | | |
|------------------------|--------------|-------|-----------------|
| Probe Nr. | 20-006314-06 | | |
| Bezeichnung | BS4-D4 | | |
| PCB Nr. 28 | mg/kg | TS <2 | <0,01 |
| PCB Nr. 52 | mg/kg | TS <2 | <0,01 |
| PCB Nr. 101 | mg/kg | TS <2 | <0,01 |
| PCB Nr. 118 | mg/kg | TS <2 | <0,01 |
| PCB Nr. 138 | mg/kg | TS <2 | <0,01 |
| PCB Nr. 153 | mg/kg | TS <2 | <0,01 |
| PCB Nr. 180 | mg/kg | TS <2 | <0,01 |
| Summe der 6 PCB | mg/kg | TS <2 | -/- |
| Summe der 7 PCB | mg/kg | TS <2 | -/- |

Im Königswasser-Extrakt**Elemente**

| | | | |
|-------------------------|--------------|-------|----------------|
| Probe Nr. | 20-006314-06 | | |
| Bezeichnung | BS4-D4 | | |
| Arsen (As) | mg/kg | TS <2 | 3,6 |
| Blei (Pb) | mg/kg | TS <2 | 4,1 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg | TS <2 | <0,3 |
| Chrom (Cr) | mg/kg | TS <2 | 7,6 |
| Kupfer (Cu) | mg/kg | TS <2 | 4,5 |
| Nickel (Ni) | mg/kg | TS <2 | 8,2 |
| Zink (Zn) | mg/kg | TS <2 | 16 |
| Quecksilber (Hg) | mg/kg | TS <2 | <0,1 |

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

| | | | |
|---------------------------|--------------|-------|-----------------|
| Probe Nr. | 20-006314-06 | | |
| Bezeichnung | BS4-D4 | | |
| Naphthalin | mg/kg | TS <2 | <0,02 |
| 1-Methylnaphthalin | mg/kg | TS <2 | <0,02 |
| 2-Methylnaphthalin | mg/kg | TS <2 | <0,02 |
| Acenaphthylen | mg/kg | TS <2 | <0,1 |
| Acenaphthen | mg/kg | TS <2 | <0,02 |
| Fluoren | mg/kg | TS <2 | <0,02 |
| Phenanthren | mg/kg | TS <2 | <0,02 |
| Anthracen | mg/kg | TS <2 | <0,02 |

| Prüfbericht Nr. | CMU20-000724-1 | Auftrag Nr. | CMU-00107-20 | Datum | 23.01.2020 |
|-------------------------------------|----------------|-------------|--------------|-------|------------|
| Probe Nr. | 20-006314-06 | | | | |
| Fluoranthren | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Pyren | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Benzo(a)anthracen | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Chrysen | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Benzo(b)fluoranthren | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Benzo(k)fluoranthren | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Benzo(a)pyren | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Dibenz(ah)anthracen | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Benzo(ghi)perylene | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren | mg/kg | TS <2 | <0,02 | | |
| Summe nachgewiesener PAK | mg/kg | TS <2 | -/- | | |
| Summe PAK nach EPA ohne Naphthaline | mg/kg | TS <2 | -/- | | |
| Summe Naphthaline | mg/kg | TS <2 | -/- | | |

Im Eluat

Physikalische Untersuchung

| | | | |
|-----------------------------------|--------------|-----|------|
| Probe Nr. | 20-006314-06 | | |
| Bezeichnung | BS4-D4 | | |
| pH-Wert | WE | 8,8 | |
| Leitfähigkeit [25°C], elektrische | µS/cm | WE | 66,0 |

Kationen, Anionen und Nichtmetalle

| | | | |
|-------------------|--------------|----|--------|
| Probe Nr. | 20-006314-06 | | |
| Bezeichnung | BS4-D4 | | |
| Chlorid (Cl) | mg/l | WE | <1,0 |
| Cyanid (CN), ges. | mg/l | WE | <0,005 |
| Sulfat (SO4) | mg/l | WE | 5,9 |

Elemente

| | | | |
|------------------|--------------|----|------|
| Probe Nr. | 20-006314-06 | | |
| Bezeichnung | BS4-D4 | | |
| Arsen (As) | µg/l | WE | <5,0 |
| Blei (Pb) | µg/l | WE | <3,0 |
| Cadmium (Cd) | µg/l | WE | <0,5 |
| Chrom (Cr) | µg/l | WE | <3,0 |
| Kupfer (Cu) | µg/l | WE | <3,0 |
| Nickel (Ni) | µg/l | WE | <3,0 |
| Quecksilber (Hg) | µg/l | WE | <0,2 |
| Zink (Zn) | µg/l | WE | <5,0 |

Prüfbericht Nr. **CMU20-000724-1** Auftrag Nr. **CMU-00107-20** Datum **23.01.2020**

Summenparameter

| | | | |
|---------------------------------------|--------------|-----|-----------------|
| Probe Nr. | 20-006314-06 | | |
| Bezeichnung | BS4-D4 | | |
| Phenol-Index nach Destillation | mg/l | W/E | <0,01 |

| | | |
|---------------------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| Prüfbericht Nr. CMU20-000724-1 | Auftrag Nr. CMU-00107-20 | Datum 23.01.2020 |
|---------------------------------------|---------------------------------|-------------------------|

Abkürzungen und Methoden

| | |
|---|---|
| Siebung von Feststoffen | DIN 19747 (2009-07) ^A |
| Trockenrückstand/Wassergehalt in Abfällen | DIN EN 14346 Verf. A (2007-03) ^A |
| Auslaugung, Schüttelverfahren W/F-10 l/kg | DIN EN 12457-4 (2003-01) ^A |
| Feuchtegehalt | DIN EN 12457-4 (2003-01) ^A |
| pH-Wert im Wasser/Eluat | DIN EN ISO 10523 (2012-04) ^A |
| Leitfähigkeit, elektrisch | DIN EN 27888 (1993-11) ^A |
| Gelöste Anionen, Chlorid in Wasser/Eluat | DIN EN ISO 10304-1 (2009-07) ^A |
| Gelöste Anionen, Sulfat in Wasser/Eluat | DIN EN ISO 10304-1 (2009-07) ^A |
| Cyanide gesamt | DIN EN ISO 14403-2 (2012-10) ^A |
| Phenol-Index in Wasser/Eluat | DIN EN ISO 14402 (1999-12) ^A |
| Metalle/Elemente in Wasser/Eluat | DIN EN ISO 11885 (2009-09) ^A |
| Quecksilber (AAS), in Wasser/Eluat | DIN EN ISO 12846 (2012-08) ^A |
| Extrahierbare organische Halogenverbindungen (EOX) | DIN 38414 S17 (2017-01) ^A |
| Kohlenwasserstoffe in Feststoff (GC) | DIN EN ISO 16703 (2011-09) ^A |
| Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) | LUA Merkblatt Nr.1 (1994-04) ^A |
| Polychlorierte Biphenyle (PCB) | DIN ISO 10382 (2003-05) ^A |
| Königswasser-Extrakt vom Feststoff (Abfälle) | DIN EN 13657 (2003-01) ^A |
| Metalle/Elemente in Feststoff | DIN EN ISO 11885 (2009-09) ^A |
| Quecksilber (AAS) in Feststoff | DIN EN ISO 12846 (2012-08) ^A |
| Cyanide gesamt und leichtfreisetzbar im Boden (CFA) | DIN ISO 17380 (2013-10) ^A |
| OS | Originalsubstanz |
| OS <2 | Originalsubstanz der Teilfraktion <2 mm |
| TS | Trockensubstanz |
| TS <2 | Trockensubstanz der Teilfraktion <2mm |
| W/E | Wasser/Eluat |

ausführender Standort

Umweltanalytik München
Umweltanalytik München

i.A. 

Dr. Nils Kunze
Diplom-Geologe
Leitender Sachverständiger Umwelt

Gegenüberstellung von Messwerten und Zuordnungswerten gemäß

Leitfaden zur Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen [LVGBT]

(Stand 09.12.2005)

Anhang zum Prüfbericht: **CMU20-000724-1**

Proben-Nr.: **20-006314-06**

Probenbezeichnung: **BS4-D4**

Bodenart gemäß Probenahmeprotokoll bzw. Kundenangabe: **k.A.**

Zuordnungswerte Eluat für Boden (Anlage 2, Tabelle 1), Stand 11.05.2018, gem. StMUV Zeichen 57d-U4449.3-2015/6-59

| Parameter | Dimension | Analysenwert* | Zuordnungswerte | | | | Zuordnung |
|---------------------------------|-----------|---------------|-----------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------|
| | | | Z 0 | Z 1.1 | Z 1.2 | Z 2 | |
| pH-Wert ¹⁾ | | 8,8 | 6,5-9,0 | 6,5-9,0 | 6,0-12 | 5,5-12 | Z 0 |
| el. Leitfähigkeit ¹⁾ | µS/cm | 66 | 500 | 500/2.000 ²⁾ | 1.000/2.500 ²⁾ | 1.500/3.000 ²⁾ | Z 0 |
| Chlorid | mg/l | < 1,0 | 250 | 250 | 250 | 250 | Z 0 |
| Sulfat | mg/l | 5,9 | 250 | 250 | 250/300 ²⁾ | 250/600 ²⁾ | Z 0 |
| Cyanid, gesamt | µg/l | < 5,0 | 10 | 10 | 50 | 100 ³⁾ | Z 0 |
| Phenolindex ⁴⁾ | µg/l | < 10 | 10 | 10 | 50 | 100 | Z 0 |
| Arsen | µg/l | < 5,0 | 10 | 10 | 40 | 60 | Z 0 |
| Blei | µg/l | < 3,0 | 20 | 25 | 100 | 200 | Z 0 |
| Cadmium | µg/l | < 0,5 | 2,0 | 2,0 | 5,0 | 10 | Z 0 |
| Chrom, gesamt | µg/l | < 3,0 | 15 | 30/50 ²⁾⁵⁾ | 75 | 150 | Z 0 |
| Kupfer | µg/l | < 3,0 | 50 | 50 | 150 | 300 | Z 0 |
| Nickel | µg/l | < 3,0 | 40 | 50 | 150 | 200 | Z 0 |
| Quecksilber ⁶⁾ | µg/l | < 0,20 | 0,20 | 0,20/0,50 ²⁾ | 1,0 | 2,0 | Z 0 |
| Zink | µg/l | < 5,0 | 100 | 100 | 300 | 600 | Z 0 |

1) Abweichungen von den Bereichen der Zuordnungswerte für den pH-Wert oder die Überschreitung der el. Leitfähigkeit im Eluat stellen allein kein Ausschlusskriterium dar, die Ursache ist im Einzelfall zu prüfen und zu dokumentieren.

2) Im Rahmen der erlaubten Verfüllung mit Bauschutt (vgl. Abschnitt A-5) ist eine Überschreitung der Zuordnungswerte für Sulfat, die elektrische Leitfähigkeit, Chrom (ges.) und Quecksilber bis zu den jeweils höheren Werten zulässig. Für die genannten Parameter dürfen die erhöhten Werte auch gleichzeitig bei allen dieser Parameter auftreten. Die höheren Werte beziehen sich ausschließlich auf den erlaubten Bauschuttanteil und haben keine Gültigkeit für den mitverfüllten Boden. Bei Untersuchung von Bodenaushub- und Bauschuttgemenge im Rahmen der Fremdüberwachung gelten die für die erlaubte Verfüllung zulässigen höheren Werte.

3) Verwertung für Z 2 > 100 µg/l ist zulässig, wenn Z 2 Cyanid (leicht freisetzbar) < 50 µg/l

4) Bei Überschreitungen ist die Ursache zu prüfen. Höhere Gehalte, die auf Huminstoffe zurückzuführen sind, stellen kein Ausschlusskriterium dar.

5) Bei Überschreitung des Z 1.1 - Wertes für Chrom (ges.) von 30 µg/l ist der Anteil an Cr(VI) (Chromat) zu bestimmen. Der Cr (VI) - Gehalt darf für eine Z 1.1 - Einstufung 8 µg/l nicht überschreiten. Diese Regel gilt bis zu einem maximalen Chrom (ges.) - Wert von 50 µg/l. Überschreitet das Material den Cr (VI)-Wert von 8 µg/l, ist das Material als Z 1.2 einzustufen. Für Material der Klasse Z 1.2 und Z 2 ist eine Bewertung des Cr (VI) - Eluatwertes nicht vorgesehen und nicht einstufigsrelevant, es genügt die Bestimmung von Chrom (ges.).

6) Bezogen auf anorganisches Quecksilber. Organisches Quecksilber (Methyl-Hg) darf nicht enthalten sein (Nachweis).

Zuordnungswerte Feststoff für Boden (Anlage 3, Tabelle 2)

| Parameter | Dimension | Analysenwert* | Zuordnungswerte | | | | | | Zuordnung |
|---------------------------------|-----------|---------------|---------------------|-------------------|-------------------|-----------------|------------------|------------------|-----------|
| | | | Z 0 ¹⁾²⁾ | | | Z 1.1 | Z 1.2 | Z 2 | |
| | | | Sand | Lehm / Schluff | Ton | | | | |
| EOX | mg/kg | < 0,5 | 1 | 1 | 1 | 3 | 10 | 15 | Z 0 |
| Mineralölkohlenwasserstoffe | mg/kg | < 10 | 100 | 100 | 100 | 300 | 500 | 1000 | Z 0 |
| ΣPAK n. EPA | mg/kg | -/- | 3 ³⁾ | 3 ³⁾ | 3 ³⁾ | 5 ³⁾ | 15 ⁴⁾ | 20 ⁴⁾ | (Z 0) |
| Benzo-[a]-Pyren | mg/kg | < 0,02 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 1,0 | 1,0 | Z 0 |
| ΣPCB (Kongenere nach DIN 51527) | mg/kg | -/- | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,1 | 0,5 | 1 | (Z 0) |
| Arsen | mg/kg | 3,6 | 20 | 20 | 20 | 30 | 50 | 150 | Z 0 |
| Blei | mg/kg | 4,1 | 40 | 70 ⁵⁾ | 100 ⁵⁾ | 140 | 300 | 1000 | Z 0 |
| Cadmium | mg/kg | < 0,3 | 0,4 | 1 ⁵⁾ | 1,5 ⁵⁾ | 2 | 3 | 10 | Z 0 |
| Chrom (ges.) | mg/kg | 7,6 | 30 | 60 | 100 | 120 | 200 | 600 | Z 0 |
| Kupfer | mg/kg | 4,5 | 20 | 40 | 60 | 80 | 200 | 600 | Z 0 |
| Nickel | mg/kg | 8,2 | 15 | 50 ⁵⁾ | 70 ⁵⁾ | 100 | 200 | 600 | Z 0 |
| Quecksilber | mg/kg | < 0,1 | 0,1 | 0,5 | 1 | 1 | 3 | 10 | Z 0 |
| Zink | mg/kg | 16 | 60 | 150 ⁵⁾ | 200 ⁵⁾ | 300 | 500 | 1500 | Z 0 |
| Cyanide (ges.) | mg/kg | < 0,1 | 1 | 1 | 1 | 10 | 30 | 100 | Z 0 |

n.n. = nicht nachgewiesen n.b. = nicht bestimmbar n.a. = nicht analysiert k.A. = keine Angabe -/- = alle Einzelmesswerte < Bestimmungsgrenze
fett/rot = ranghöchste Zuordnung

1) Ist bei Trockenverfüllungen eine Zuordnung zu einer der in Anhang 2 Nr. 4 BBodSchV genannten Bodenarten möglich, gelten die entsprechenden Kategorien. Ist eine Zuordnung nicht möglich (z.B. Verfüllung mit Material unterschiedlicher Herkunftsorte) gilt die Kategorie Lehm/Schluff.

2) Für Nassverfüllungen gelten hilfsweise die Z-0-Werte wie für Sand aus Spalte 1, bzw. abhängig von der zu verfüllenden Bodenart maximal bis Spalte 2, also wie für Lehm und Schluff

3) Einzelwert für Benzo-[a]-Pyren jeweils kleiner 0,3

4) Einzelwerte Benzo-[a]-Pyren jeweils kleiner 1,0

5) Bei pH-Werten < 6,0 gelten für Cd, Ni, und Zn und bei pH-Werten < 5,0 für Pb jeweils die Werte der nächst niedrigeren Kategorie

* Die o.g. Analysenwerte sind zwecks Vergleichbarkeit bezüglich der Einheit und Stellenanzahl gemäß Nummer 4.5.1 der DIN 1333 (Ausgabe Februar 1992) auf die durch den Zuordnungswert vorgegebene letzte signifikante Stelle gerundet. Dies führt ggf. zu einer vom Prüfbericht abweichenden Darstellung der Analysenwerte.

(Z0) = Zuordnung von Σ Parametern mit dem Analysenwert "-/-" zu Z 0 nach Substitution von "-/-" durch den numerischen Wert 0. Es wird darauf hingewiesen, dass die Wahl anderer Substitutionsverfahren gutachterlich zu erwägen ist und zu abweichenden Zuordnungen führen kann.

Hinweis:

Klassifizierungen / Zuordnungen erfolgen ausschließlich informativ und sind nicht Gegenstand der akkreditierten Leistung. Sie ersetzen keine Gutachterleistung unter Berücksichtigung aller Rahmenbedingungen. Aus diesem Grund erfolgt keine Gesamteinstufung des untersuchten Materials. Für die erfolgte Klassifizierung / Zuordnung übernehmen wir keine Haftung.

WESSLING GmbH, Forstenrieder Straße 8-14, 82061 Neuried

IMH
Ingenieurgesellschaft für
Bauwesen und Geotechnik mbH
Herr Martin Loibl
Deggendorfer Straße 40
94491 Hengersberg

Geschäftsfeld: Umwelt
Ansprechpartner: T. Schröder
Durchwahl: +49 89 829969 17
Fax: +49 89 829969 22
E-Mail: Thorsten.Schroeder@wessling.de

Prüfbericht

Straubing, Klärschlammverbrennungsanlage

| | | | | | |
|---------------------|-----------------------|-------------|---------------------|-------|-------------------|
| Prüfbericht Nr. | CMU19-022556-1 | Auftrag Nr. | CMU-06076-19 | Datum | 29.10.2019 |
| Probe Nr. | 19-177836-01 | | | | |
| Eingangsdatum | 24.10.2019 | | | | |
| Bezeichnung | Bohrloch BS1 | | | | |
| Probenart | Bodenluft | | | | |
| Probenahme durch | Auftraggeber | | | | |
| Probengefäß | 6xHS | | | | |
| Anzahl Gefäße | 6 | | | | |
| Untersuchungsbeginn | 24.10.2019 | | | | |
| Untersuchungsende | 29.10.2019 | | | | |

Alkane

| | | | | |
|---------------------|-------|---|-----------------|--------------|
| Probe Nr. | | | | 19-177836-01 |
| Bezeichnung | | | | Bohrloch BS1 |
| n-Pentan | µg/m³ | G | <500 | |
| Methan (CH4) | mg/m³ | G | 23,0 | |
| Ethan | mg/m³ | G | <5,00 | |
| Ethen | mg/m³ | G | <5,00 | |
| Propan | mg/m³ | G | <5,00 | |
| Propen | mg/m³ | G | <5,00 | |
| iso-Butan | mg/m³ | G | <5,00 | |
| n-Butan | mg/m³ | G | <5,00 | |

Leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX)

| | | | | |
|--------------------|-------|---|----------------|--------------|
| Probe Nr. | | | | 19-177836-01 |
| Bezeichnung | | | | Bohrloch BS1 |
| Benzol | mg/m³ | G | <0,1 | |
| Toluol | mg/m³ | G | 1,4 | |
| Ethylbenzol | mg/m³ | G | <0,1 | |
| m-, p-Xylol | mg/m³ | G | <0,2 | |

| Prüfbericht Nr. | CMU19-022556-1 | Auftrag Nr. | CMU-06076-19 | Datum | 29.10.2019 |
|---|-------------------|-------------|----------------|-------|--------------|
| Probe Nr. | | | | | 19-177836-01 |
| o-Xylol | mg/m ³ | G | <0,1 | | |
| Cumol | mg/m ³ | G | <0,1 | | |
| Summe nachgewiesener BTEX | mg/m ³ | G | 1,4 | | |
| Styrol | mg/m ³ | G | <0,1 | | |
| Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW) | | | | | |
| Probe Nr. | | | | | 19-177836-01 |
| Bezeichnung | | | | | Bohrloch BS1 |
| Vinylchlorid | mg/m ³ | G | <0,1 | | |
| Dichlormethan | mg/m ³ | G | <0,1 | | |
| cis-1,2-Dichlorethen | mg/m ³ | G | <0,1 | | |
| Trichlormethan | mg/m ³ | G | <0,1 | | |
| 1,1,1-Trichlorethan | mg/m ³ | G | <0,1 | | |
| Tetrachlormethan | mg/m ³ | G | <0,1 | | |
| 1,2-Dichlorethan | mg/m ³ | G | <0,1 | | |
| Trichlorethen | mg/m ³ | G | <0,1 | | |
| Tetrachlorethen | mg/m ³ | G | <0,1 | | |
| Summe kanz. LHKW (VC, CCl₄, 1,2-DCE) | mg/m ³ | G | -/- | | |
| Summe nachgewiesener LHKW | mg/m ³ | G | -/- | | |

| | | | | | |
|---------------------|-----------------------|-------------|---------------------|-------|-------------------|
| Prüfbericht Nr. | CMU19-022556-1 | Auftrag Nr. | CMU-06076-19 | Datum | 29.10.2019 |
| Probe Nr. | 19-177836-02 | | | | |
| Eingangsdatum | 24.10.2019 | | | | |
| Bezeichnung | Bohrloch BS3 | | | | |
| Probenart | Bodenluft | | | | |
| Probenahme durch | Auftraggeber | | | | |
| Probengefäß | 6xHS | | | | |
| Anzahl Gefäße | 6 | | | | |
| Untersuchungsbeginn | 24.10.2019 | | | | |
| Untersuchungsende | 29.10.2019 | | | | |

Alkane

| | | | | | |
|---------------------|--------------|---|-----------------|--|--|
| Probe Nr. | 19-177836-02 | | | | |
| Bezeichnung | Bohrloch BS3 | | | | |
| n-Pentan | µg/m³ | G | <500 | | |
| Methan (CH4) | mg/m³ | G | <5,00 | | |
| Ethan | mg/m³ | G | <5,00 | | |
| Ethen | mg/m³ | G | <5,00 | | |
| Propan | mg/m³ | G | <5,00 | | |
| Propen | mg/m³ | G | <5,00 | | |
| iso-Butan | mg/m³ | G | <5,00 | | |
| n-Butan | mg/m³ | G | <5,00 | | |

Leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX)

| | | | | | |
|----------------------------------|--------------|---|----------------|--|--|
| Probe Nr. | 19-177836-02 | | | | |
| Bezeichnung | Bohrloch BS3 | | | | |
| Benzol | mg/m³ | G | <0,1 | | |
| Toluol | mg/m³ | G | <0,1 | | |
| Ethylbenzol | mg/m³ | G | 0,1 | | |
| m-, p-Xylol | mg/m³ | G | 0,4 | | |
| o-Xylol | mg/m³ | G | <0,1 | | |
| Cumol | mg/m³ | G | <0,1 | | |
| Summe nachgewiesener BTEX | mg/m³ | G | 0,5 | | |
| Styrol | mg/m³ | G | <0,1 | | |

Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW)

| | | | | | |
|-----------------------------|--------------|---|----------------|--|--|
| Probe Nr. | 19-177836-02 | | | | |
| Bezeichnung | Bohrloch BS3 | | | | |
| Vinylchlorid | mg/m³ | G | <0,1 | | |
| Dichlormethan | mg/m³ | G | <0,1 | | |
| cis-1,2-Dichlorethen | mg/m³ | G | <0,1 | | |
| Trichlormethan | mg/m³ | G | <0,1 | | |
| 1,1,1-Trichlorethan | mg/m³ | G | <0,1 | | |

| | | | | | |
|---|-----------------------|-------------|---------------------|-------|-------------------|
| Prüfbericht Nr. | CMU19-022556-1 | Auftrag Nr. | CMU-06076-19 | Datum | 29.10.2019 |
| Probe Nr. | | | | | 19-177836-02 |
| Tetrachlormethan | mg/m ³ | G | <0,1 | | |
| 1,2-Dichlorethan | mg/m ³ | G | <0,1 | | |
| Trichlorethen | mg/m ³ | G | <0,1 | | |
| Tetrachlorethen | mg/m ³ | G | <0,1 | | |
| Summe kanz. LHKW (VC, CCl4, 1,2-DCE) | mg/m ³ | G | -/- | | |
| Summe nachgewiesener LHKW | mg/m ³ | G | -/- | | |

 Prüfbericht Nr. **CMU19-022556-1** Auftrag Nr. **CMU-06076-19** Datum **29.10.2019**

19-177836-01

Kommentare der Ergebnisse:

n-Alkane C5 - C10 G, n-Pentan: Die Probe musste in ein anderes Gefäß überführt werden. Minderbefunde sind in der Folge nicht auszuschließen.

19-177836-02

Kommentare der Ergebnisse:

n-Alkane C5 - C10 G, n-Pentan: Die Probe musste in ein anderes Gefäß überführt werden. Minderbefunde sind in der Folge nicht auszuschließen.

Abkürzungen und Methoden

| | |
|--|---------------------------------------|
| Alkane in Gas | WES 326 (2007-12) |
| Alkane, Alkene u. Alkine in Gas (C1-C4) | WES 244 (2008-08) |
| BTEX (leichtfl. arom. Kohlenwasserst.) (Gas/Septum) | VDI 3865 Bl. 4 (2000-12) ^A |
| LHKW (leichtfl. halogen. Kohlenwasserst.) (Bodenluft/Gas) Septum | VDI 3865 Bl. 4 (2000-12) ^A |
| G | Gas |

ausführender Standort

| |
|---------------------------|
| Umweltanalytik Rhein-Main |
| Umweltanalytik Altenberge |
| Umweltanalytik Altenberge |
| Umweltanalytik Altenberge |



Thorsten Schröder
 Dipl.-Ing. Umweltsicherung
 Sachverständiger Umwelt

Anlage 5

BV: Neubau Klärschlammverbrennungsanlage, Imhoffstraße, 94315 Straubing - Hofstetten

Fotoaufnahmen 10.09.2019









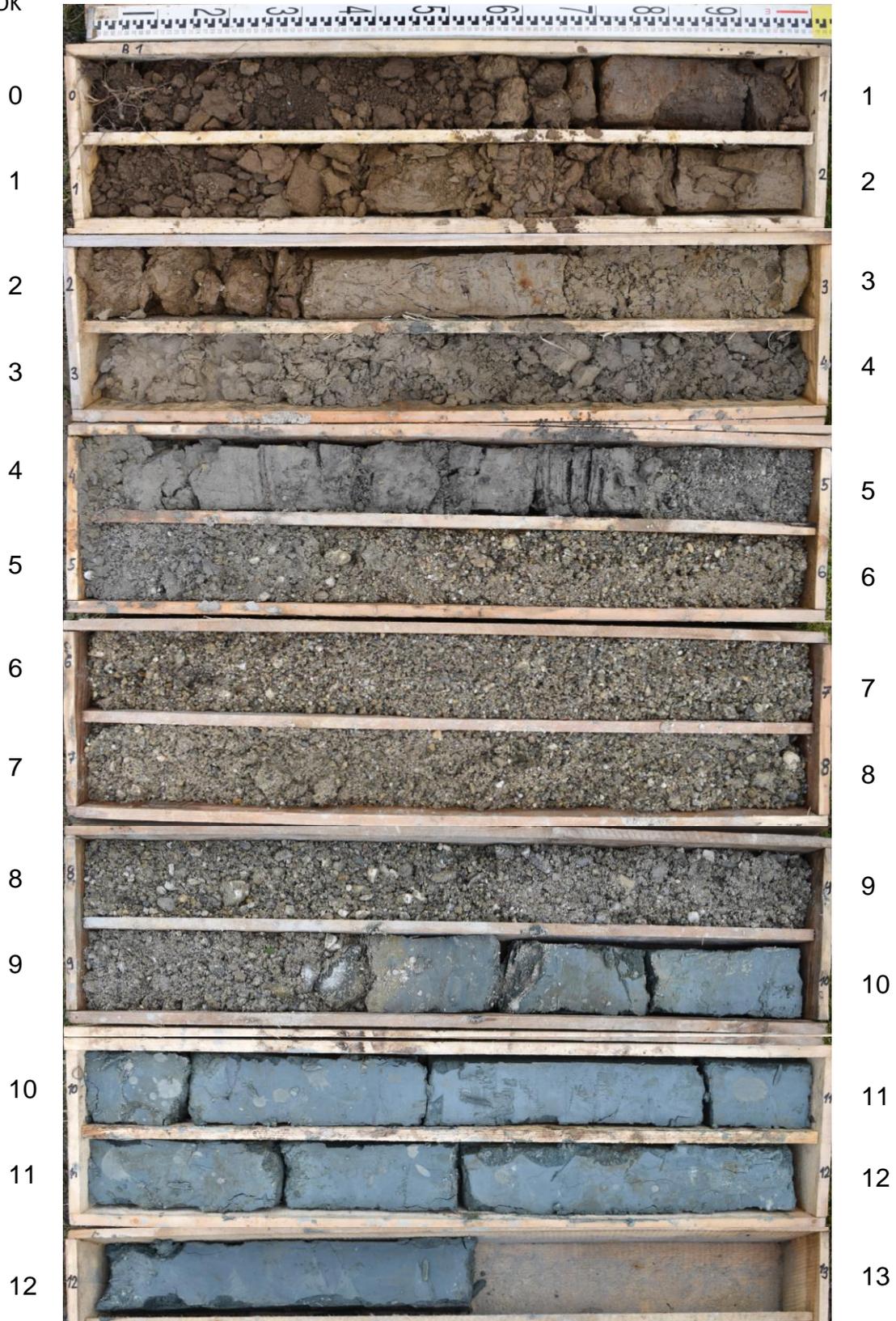
Fotoaufnahmen 10.09.2019





B 1

m u GOK



B 2

m u GOK



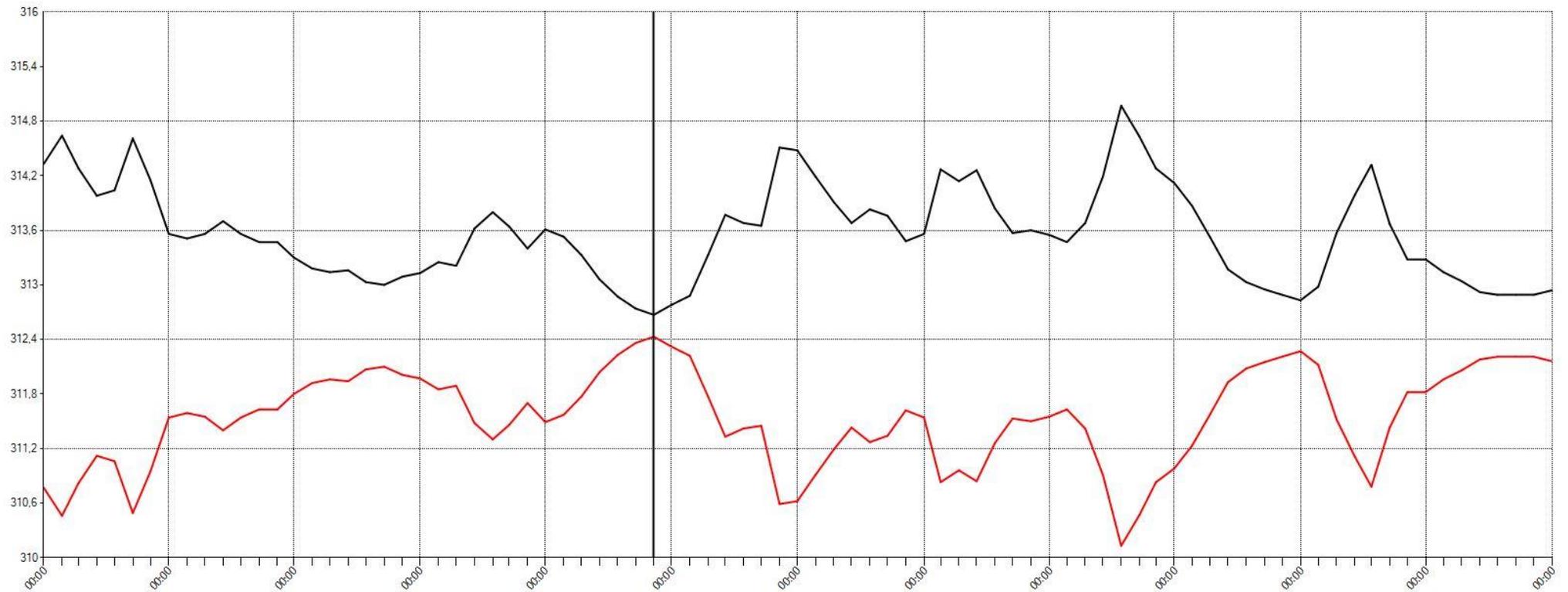
Anlage 6

Grundwasserganglinie vom Eigenbetrieb Straubinger Stadtentwässerung und Straßenreinigung

Graphische Ganglinie von 2013-2020

Minimum

Jahresgrafik Grundwasser (2013 - 2020)



11.2015

— Grundwasserspiegel Kläranlage: 312,67 m
— max. Grundwasserabsenkung: 312,43 m

Grundwasserganglinie vom Eigenbetrieb Straubinger Stadtentwässerung und Straßenreinigung

Graphische Ganglinie von 2013-2020

Maximum

Jahresgrafik Grundwasser (2013 - 2020)

